The Python Library Reference

リリース *3.14.0a0*

Guido van Rossum and the Python development team

6 月 30, 2024

目次

reference-index ではプログラミング言語 Python の厳密な構文とセマンティクスについて説明されていますが、このライブラリリファレンスマニュアルでは Python とともに配付されている標準ライブラリについて説明します。また Python 配布物に収められていることの多いオプションのコンポーネントについても説明します。

Python の標準ライブラリはとても拡張性があり、下の長い目次のリストで判るように幅広いものを用意しています。このライブラリには、例えばファイル I/O のように、Python プログラマが直接アクセスできないシステム機能へのアクセス機能を提供する (C で書かれた) 組み込みモジュールや、日々のプログラミングで生じる多くの問題に標準的な解決策を提供する Python で書かれたモジュールが入っています。これら数多くのモジュールには、プラットフォーム固有の事情をプラットフォーム独立な API へと昇華させることにより、Python プログラムに移植性を持たせ、それを高めるという明確な意図があります。

Windows 向けの Python インストーラはたいてい標準ライブラリのすべてを含み、しばしばそれ以外の追加のコンポーネントも含んでいます。Unix 系のオペレーティングシステムの場合は Python は一揃いのパッケージとして提供されるのが普通で、オプションのコンポーネントを手に入れるにはオペレーティングシステムのパッケージツールを使うことになるでしょう。

標準ライブラリに加えて、数 10 万のコンポーネントが (独立したプログラムやモジュールからパッケージ、アプリケーション開発フレームワークまで) 活動しているコレクションとして Python Package Index から入手可能です。

第

ONE

はじめに

この ”Python ライブラリ” には様々な内容が収録されています。

このライブラリには、数値型やリスト型のような、通常は言語の ” 核” をなす部分とみなされるデータ型が含まれています。Python 言語のコア部分では、これらの型に対してリテラル表現形式を与え、意味づけ上のいくつかの制約を与えていますが、完全にその意味づけを定義しているわけではありません。(一方で、言語のコア部分では演算子のスペルや優先順位のような構文法的な属性を定義しています。)

このライブラリにはまた、組み込み関数と例外が納められています --- 組み込み関数および例外は、全ての Python で書かれたコード上で、`import` 文を使わずに使うことができるオブジェクトです。これらの組み込み要素のうちいくつかは言語のコア部分で定義されていますが、大半は言語コアの意味づけ上不可欠なものではないのでここでしか記述されていません。

とはいえ、このライブラリの大部分に収録されているのはモジュールのコレクションです。このコレクションを細分化する方法はいろいろあります。あるモジュールは C 言語で書かれ、Python インタプリタに組み込まれています; 一方別のモジュールは Python で書かれ、ソースコードの形式で取り込まれます。またあるモジュールは、例えば実行スタックの追跡結果を出力するといった、Python に非常に特化したインターフェースを提供し、一方他のモジュールでは、特定のハードウェアにアクセスするといった、特定のオペレーティングシステムに特化したインターフェースを提供し、さらに別のモジュールでは WWW (ワールドワイドウェブ) のような特定のアプリケーション分野に特化したインターフェースを提供しています。モジュールによっては全てのバージョン、全ての移植版の Python で利用することができたり、背後にあるシステムがサポートしている場合にのみ使えたり、Python をコンパイルしてインストールする際に特定の設定オプションを選んだときにのみ利用できたりします。

このマニュアルは ” 内部から外部へ” と構成されています。つまり、最初に組み込みの関数を記述し、組み込みのデータ型、例外、そして最後に各モジュールと続きます。モジュールは関係のあるものでグループ化して一つの章にしています。

つまり、このマニュアルを最初から読み始め、読み飽きたところで次の章に進めば、Python ライブラリで利用できるモジュールやサポートしているアプリケーション領域の概要をそこそこ理解できるということです。もちろん、このマニュアルを小説のように読む必要は **ありません** --- (マニュアルの先頭部分にある) 目次にざっと目を通したり、(最後尾にある) 索引でお目当ての関数やモジュール、用語を探すことだってできます。もしランダムな項目について勉強してみたいのなら、ランダムにページを選び (*random* 参照)、そこから 1, 2 節読むこともで

きます。このマニュアルの各節をどんな順番で読むかに関わらず、**組み込み関数** の章から始めるとよいでしょう。マニュアルの他の部分は、この節の内容について知っているものとして書かれているからです。

それでは、ショーの始まりです！

1.1 利用可能性について

- 「利用できる環境：Unix 」の意味はこの関数が Unix システムにあることが多いということです。このことは特定の OS における存在を主張するものではありません。
- 特に記述がない場合、「利用できる環境：Unix 」と書かれている関数は、ともに Unix をコアにしている macOS と iOS でも利用することができます。
- 利用可能性の注釈に最小カーネルバージョンと最小 libc バージョンの両方が含まれている場合は、両方の条件を満たさなければなりません。例えば、*Availability: Linux >= 3.17 with glibc >= 2.27* という注釈付きの機能には、Linux 3.17 以上と、glibc 2.27 以上の両方が必要です。

1.1.1 WebAssembly プラットフォーム

WebAssembly プラットフォームである `wasm32-emscripten` (Emscripten) と `wasm32-wasi` (WASI) は、POSIX API のサブセットを提供します。WebAssembly ランタイムとブラウザーはサンドボックス化されており、ホストや外部リソースへのアクセスが制限されています。プロセス、スレッド、ネットワーク、シグナル、または他の形のプロセス間通信 (IPC) を使用する標準ライブラリモジュールは、利用不可か、他の Unix ライクなシステムのようには動作しません。ファイル I/O 、ファイルシステム、Unix の権限関係の機能も制限されています。Emscripten はブロッキング I/O を許可しません。*sleep()* のような他のブロッキング操作は、ブラウザーのイベントループをブロックします。

WebAssembly プラットフォーム上での Python の 性質と振る舞いは、Emscripten-SDK や WASI-SDK のバージョン、WASM ランタイム (ブラウザ、NodeJS 、wasmtime) 、Python のビルド時フラグによって決まります。WebAssembly や Emscripten 、WASI は標準を発展させており、ネットワークなどの機能は将来的にサポートされるかもしれません

ブラウザ上の Python では、ユーザーは Pyodide や PyScript を検討すべきでしょう。PyScript は、Pyodide をもとにして構築されており、Pyodide 自体は CPython や Emscripten 上に構築されています。Pyodide は、ブラウザの JavaScript と DOM API だけでなく、JavaScript の `XMLHttpRequest` や `Fetch` API による制限されたネットワーク機能へのアクセスを提供します。

- プロセス関連の API は利用不可能か、常にエラーにより失敗します。これには、新しいプロセスを作成 (*fork()* や *execve()*) 、プロセスを待機 (*waitpid()*) 、シグナルを送信 (*kill()*) 、もしくはプロセスと通信する API が含まれます。*subprocess* はインポート可能ですが、機能しません。
- The *socket* module is available, but is limited and behaves differently from other platforms. On Emscripten, sockets are always non-blocking and require additional JavaScript code and helpers on

the server to proxy TCP through WebSockets; see Emscripten Networking for more information. WASI snapshot preview 1 only permits sockets from an existing file descriptor.

- Some functions are stubs that either don't do anything and always return hardcoded values.
- Functions related to file descriptors, file permissions, file ownership, and links are limited and don't support some operations. For example, WASI does not permit symlinks with absolute file names.

1.1.2 iOS

ほとんどの点において、iOS は POSIX オペレーティングシステムです。ファイル I/O やソケット処理、スレッドは全て POSIX オペレーティングシステム上と同様に動作します。しかし、iOS と他の POSIX システムの間には、いくつかの大きな違いがあります。

- iOS では、" 埋め込み" モードの Python のみが有効です。Python の REPL は存在せず、通常の Python 開発の一部である、`pip` のように、バイナリを実行する能力もありません。Python のコードを iOS アプリに追加するためには、Python 埋め込み API を使用して、Xcode で作成された iOS アプリに Python インタープリターを追加する必要があります。詳細は、iOS 使用ガイド にあります。
- iOS アプリは、どのような形であっても、サブプロセスやバックグラウンドプロセス、プロセス間通信を使用することはできません。iOS アプリがサブプロセスを作成しようと試みると、サブプロセスを作成するプロセスは、ロックアップまたはクラッシュします。iOS アプリには、この目的のために存在する iOS 固有の API 以外には、実行中の他のアプリケーションの可視性も、実行中の他のアプリケーションと通信する機能もありません。
- iOS アプリでは、(システム時計のような) システムリソースを変更することは制限されています。これらのリソースは読み込み可能であることがよくありますが、リソースの変更は大抵失敗します。
- iOS アプリには、コンソールの入出力に関して限られた概念しかありません。`stdout` と `stderr` は存在し、`stdout` と `stderr` に書き出されたコンテンツは Xcode で実行中にログに表示されますが、システムログには記録されません。もしアプリをインストールしたユーザーが診断補助としてアプリのログを提供する場合は、`stdout` または `stderr` に書き込まれた詳細は含まれません。

  iOS アプリには、`stdin` の概念はまったくありません。iOS アプリではキーボードが使用可能な場合もありますが、これはソフトウェアの機能であり、`stdin` に属するものではありません。

  このため、コンソール操作に関係する Python ライブラリ (*curses* や *readline*) は iOS では使用可能ではありません。

第

TWO

組み込み関数

Python インタプリタには数多くの関数と型が組み込まれており、いつでも利用できます。それらをここにアルファベット順に挙げます。

組み込み関数

A	**E**	**L**	**R**
abs()	*enumerate()*	*len()*	*range()*
aiter()	*eval()*	*list()*	*repr()*
all()	*exec()*	*locals()*	*reversed()*
anext()			*round()*
any()	**F**	**M**	
ascii()	*filter()*	*map()*	**S**
	float()	*max()*	*set()*
B	*format()*	*memoryview()*	*setattr()*
bin()	*frozenset()*	*min()*	*slice()*
bool()			*sorted()*
breakpoint()	**G**	**N**	*staticmethod()*
bytearray()	*getattr()*	*next()*	*str()*
bytes()	*globals()*		*sum()*
		O	*super()*
C	**H**	*object()*	
callable()	*hasattr()*	*oct()*	**T**
chr()	*hash()*	*open()*	*tuple()*
classmethod()	*help()*	*ord()*	*type()*
compile()	*hex()*		
complex()		**P**	**V**
	I	*pow()*	*vars()*
D	*id()*	*print()*	
delattr()	*input()*	*property()*	**Z**
dict()	*int()*		*zip()*
dir()	*isinstance()*		
divmod()	*issubclass()*		**_**
	iter()		*__import__()*

`abs`(*x*)

数の絶対値を返します。引数は整数、浮動小数点数または `__abs__()` が実装されたオブジェクトです。引

数が複素数なら、その絶対値 (magnitude) が返されます。

aiter(*async_iterable*)

asynchronous iterable から *asynchronous iterator* を返します。`x.__aiter__()` を呼び出すのと等価です。

なお、*iter()* とは異なり、*aiter()* は第二引数を持ちません。

Added in version 3.10.

all(*iterable*)

iterable の全ての要素が真ならば (もしくは *iterable* が空ならば) `True` を返します。以下のコードと等価です:

```
def all(iterable):
    for element in iterable:
        if not element:
            return False
    return True
```

awaitable anext(*async_iterator*)

awaitable anext(*async_iterator*, *default*)

待ち受け中に、与えられた非同期イテレータ (*asynchronous iterator*) を返します。イテレータが枯渇した場合、*default* が与えられていれば *default* を返します。

これは組み込みの *next()* 関数の非同期版であり、同じように動作します。

これは *async_iterator* の `__anext__()` メソッドを呼び出し、待ち受け可能オブジェクト (*awaitable*) を返します。待ち受けることによりイテレータの次の値を返します。*default* が与えられた場合、イテレータが枯渇したときにその値が返されます。*default* が与えられない場合は *StopAsyncIteration* が送出されます。

Added in version 3.10.

any(*iterable*)

iterable のいずれかの要素が真ならば `True` を返します。*iterable* が空なら `False` を返します。以下のコードと等価です:

```
def any(iterable):
    for element in iterable:
        if element:
            return True
    return False
```

ascii(*object*)

repr() と同様、オブジェクトの印字可能な表現を含む文字列を返しますが、*repr()* によって返された文

字列中の非 ASCII 文字は \x 、\u 、\U エスケープを使ってエスケープされます。これは Python 2 の *repr()* によって返されるのと同じ文字列を作ります。

bin(*x*)

整数を先頭に "0b" が付いた 2 進文字列に変換します。結果は Python の式としても使える形式になります。*x* が Python の *int* オブジェクトでない場合、整数を返す `__index__()` メソッドが定義されていなければなりません。いくつかの例を示します:

```
>>> bin(3)
'0b11'
>>> bin(-10)
'-0b1010'
```

先頭に "0b" が付いて欲しい、もしくは付いて欲しくない場合には、次の方法のどちらでも使えます。

```
>>> format(14, '#b'), format(14, 'b')
('0b1110', '1110')
>>> f'{14:#b}', f'{14:b}'
('0b1110', '1110')
```

より詳しいことは *format()* も参照してください。

class bool(*object=False*, */*)

真偽値、すなわち True か False のいずれかを返します。引数は標準の **真偽値判定手続き** を用いて変換されます。引数が偽かまたは省略された場合、この関数は False を返します。それ以外の場合は True を返します。*bool* クラスは *int* クラスの派生クラスです (**数値型** *int, float, complex* を参照してください)。このクラスからさらに派生することはできません。このクラスのインスタンスは False と True のみです (**ブーリアン型** - *bool* を参照してください)。

バージョン 3.7 で変更: 引数は位置専用になりました。

breakpoint(**args*, ***kws*)

この関数は、呼び出された箇所から処理をデバッガに移行します。より具体的には、この関数は *sys.breakpointhook()* を args と kws をそのまま渡して呼び出します。デフォルトでは、sys.breakpointhook() は引数なしで *pdb.set_trace()* を呼び出すだけです。そのような場合、この関数は *pdb* を明示的にインポートしたり、デバッガに処理を移行するためのコードを書いたりしなくても済むようにするだけの、ただの便利な関数です。しかし *sys.breakpointhook()* を別の関数に設定して *breakpoint()* が自動的に呼び出させるようにすると、自分好みのデバッガに処理を移行させることができます。*sys.breakpointhook()* にアクセスできない場合、この関数は *RuntimeError* を送出します。

デフォルトでは、環境変数 PYTHONBREAKPOINT をセットすることで *breakpoint()* の動作を変えることができます。使い方の詳細は *sys.breakpointhook()* を参照してください。

ただし、*sys.breakpointhook()* が別の関数で置き換えられている場合、上記の環境変数によって必ずしも動作を変えることができないことに注意してください。

引数 breakpointhook 付きで **監査イベント** builtins.breakpoint を送出します。

Added in version 3.7.

class bytearray(*source=b”*)

class bytearray(*source*, *encoding*)

class bytearray(*source*, *encoding*, *errors*)

新しいバイト配列を返します。*bytearray* クラスは 0 <= x < 256 の範囲の整数からなる変更可能な配列です。**ミュータブルなシーケンス型** に記述されている変更可能な配列に対する普通のメソッドの大半を備えています。また、*bytes* 型が持つメソッドの大半も備えています（see *bytes* と *bytearray* **の操作**)。

オプションの *source* 引数は、配列を異なる方法で初期化するのに使われます:

- **文字列** の場合、*encoding* (と、オプションの *errors*) 引数も与えなければなりません。このとき *bytearray()* は文字列を *str.encode()* でバイトに変換して返します。
- **整数** の場合、配列はそのサイズになり、null バイトで初期化されます。
- バッファインターフェース に適合するオブジェクトの場合、そのオブジェクトの読み出し専用バッファがバイト配列の初期化に使われます。
- **イテラブル** の場合、範囲 0 <= x < 256 内の整数のイテラブルでなければならず、それらが配列の初期の内容として使われます。

引数がなければ、長さ 0 の配列が生成されます。

バイナリシーケンス型 --- *bytes, bytearray, memoryview* と *bytearray* **オブジェクト** も参照してください。

class bytes(*source=b”*)

class bytes(*source*, *encoding*)

class bytes(*source*, *encoding*, *errors*)

範囲 0 <= x < 256 の整数のイミュータブルなシーケンスである ”bytes” オブジェクトを返します。*bytes* は *bytearray* のイミュータブル版であり、オブジェクトを変化させないメソッドや、インデックス指定、オブジェクトのスライスについてのふるまいは同じです。

従って、コンストラクタ引数は *bytearray()* のものと同様に解釈されます。

バイト列オブジェクトはリテラルでも生成できます。strings を参照してください。

バイナリシーケンス型 --- *bytes, bytearray, memoryview*, **バイトオブジェクト**, *bytes* と *bytearray* **の操作** も参照してください。

callable(*object*)

object 引数が呼び出し可能オブジェクトであれば *True* を、そうでなければ *False* を返します。この関数が True を返しても、呼び出しは失敗する可能性がありますが、False であれば、*object* の呼び出しは決

して成功しません。なお、クラスは呼び出し可能 (クラスを呼び出すと新しいインスタンスを返します) です。また、インスタンスはクラスが `__call__()` メソッドを持つなら呼び出し可能です。

Added in version 3.2: この関数は Python 3.0 で一度取り除かれましたが、Python 3.2 で復活しました。

chr(*i*)

Unicode コードポイントが整数 *i* である文字を表す文字列を返します。例えば `chr(97)` は文字列 `'a'` を、`chr(8364)` は文字列 `'€'` を返します。*ord()* の逆です。

引数の有効な範囲は 0 から 1,114,111 (16 進数で 0x10FFFF) です。*i* が範囲外の場合 *ValueError* が送出されます。

@classmethod

メソッドをクラスメソッドへ変換します。

クラスメソッドは、インスタンスメソッドが暗黙の第一引数としてインスタンスをとるように、第一引数としてクラスをとります。クラスメソッドを宣言するには、以下のイディオムを使います:

```
class C:
    @classmethod
    def f(cls, arg1, arg2): ...
```

`@classmethod` 形式は関数 **デコレータ** です。詳しくは function を参照してください。

クラスメソッドは、(`C.f()` のように) クラスから呼び出すことも、(`C().f()` のように) インスタンスから呼び出すこともできます。インスタンスはそのクラスが何であるかを除いて無視されます。クラスメソッドが派生クラスから呼び出される場合は、その派生クラスオブジェクトが暗黙の第一引数として渡されます。

クラスメソッドは C++ や Java の静的メソッドとは異なります。静的メソッドは、この節の *staticmethod()* を参照してください。クラスメソッドについてより詳しいことは types を参照してください。

バージョン 3.9 で変更: クラスメソッドは *property()* など、他の **デスクリプタ** をラップすることができるようになりました。

バージョン 3.10 で変更: クラスメソッドはメソッド属性 (`__module__`, `__name__`, `__qualname__`, `__doc__` や `__annotations__`) を引き継ぐようになりました。また、新たに `__wrapped__` 属性を持つようになりました。

バージョン 3.11 で非推奨、バージョン 3.13 で削除: クラスメソッドは *property()* など、他の **デスクリプタ** をラップすることができなくなりました。

compile(*source*, *filename*, *mode*, *flags=0*, *dont_inherit=False*, *optimize=-1*)

source をコードオブジェクト、もしくは、AST オブジェクトにコンパイルします。コードオブジェクトは *exec()* 文で実行したり、*eval()* 呼び出しで評価できます。*source* は通常の文字列、バイト列、AST オブ

ジェクトのいずれでもかまいません。AST オブジェクトへの、また、AST オブジェクトからのコンパイルの方法は、*ast* モジュールのドキュメントを参照してください。

filename 引数には、コードの読み出し元のファイルを与えなければなりません; ファイルから読み出されるのでなければ、認識可能な値を渡して下さい (`'<string>'` が一般的に使われます)。

mode 引数は、コンパイルされるコードの種類を指定します; *source* が一連の文から成るなら `'exec'` 、単一の式から成るなら `'eval'` 、単一の対話的文の場合 `'single'` です。(後者の場合、評価が `None` 以外である式文が印字されます)。

オプション引数 *flags* と *dont_inherit* は、どの **コンパイラオプション** を有効化するか、将来の機能のどれを許可するかを制御します。どちらの引数も存在しない (またはどちらもゼロである) 場合は、*compile()* の呼び出し元のコードに作用したものと同じフラグでコンパイルされます。*flags* 引数が与えられて *dont_inherit* が与えられない (またはゼロ) の場合、上記に加えて *flags* 引数で与えられたコンパイラオプションと future 文が使われます。*dont_inherit* がゼロでない整数の場合、*flags* 引数で指定されたオプションだけが有効です -- 呼び出し元コードに適用されたフラグ (将来の機能とコンパイラオプション) は無視されます。

有効化するコンパイラオプションと future 文はビットフィールドで指定可能で、ビット単位の OR をとることで複数のオプションを一緒に指定することができます。特定の future 機能を指定するために必要なビットフィールドの情報は、*__future__* モジュールにおける *_Feature* インスタンスの *compiler_flag* 属性で得ることができます。**コンパイラフラグ** の情報は *ast* モジュールの `PyCF_` で始まるフラグで得ることができます。

引数 *optimize* は、コンパイラの最適化レベルを指定します; デフォルトの値 `-1` は、インタプリタの `-O` オプションで与えられるのと同じ最適化レベルを選びます。明示的なレベルは、`0` (最適化なし、`__debug__` は真)、`1` (assert は取り除かれ、`__debug__` は偽)、`2` (docstring も取り除かれる) です。

この関数は、コンパイルされたソースが不正である場合 *SyntaxError* を、ソースがヌルバイトを含む場合 *ValueError* を送出します。

Python コードをパースしてその AST 表現を得たいのであれば、*ast.parse()* を参照してください。

引数 `source`, `filename` を指定して **監査イベント** `compile` を送出します。

注釈: 複数行に渡るコードの文字列を `'single'` や `'eval'` モードでコンパイルするとき、入力は一つ以上の改行文字で終端されなければなりません。これは、*code* モジュールで不完全な文と完全な文を検知しやすくするためです。

警告: AST オブジェクトにコンパイルしているときに、十分に大きい文字列や複雑な文字列によって Python の抽象構文木コンパイラのスタックが深さの限界を越えることで、Python インタプリタをクラッシュさせられます。

バージョン 3.2 で変更: Windows や Mac の改行も受け付けます。また 'exec' モードでの入力が改行で終わっている必要もありません。*optimize* 引数が追加されました。

バージョン 3.5 で変更: 以前は *source* にヌルバイトがあったときに *TypeError* を送出していました。

Added in version 3.8: ast.PyCF_ALLOW_TOP_LEVEL_AWAIT フラグを渡してトップレベルの await, async for, および async with のサポートを有効化することができるようになりました。

class complex(*number=0*, */*)

class complex(*string*, */*)

class complex(*real=0*, *imag=0*)

単一の文字列や数値を複素数に変換する、あるいは実部と虚部から複素数を作成します。

例:

```
>>> complex('+1.23')
(1.23+0j)
>>> complex('-4.5j')
-4.5j
>>> complex('-1.23+4.5j')
(-1.23+4.5j)
>>> complex('\t( -1.23+4.5J )\n')
(-1.23+4.5j)
>>> complex('-Infinity+NaNj')
(-inf+nanj)
>>> complex(1.23)
(1.23+0j)
>>> complex(imag=-4.5)
-4.5j
>>> complex(-1.23, 4.5)
(-1.23+4.5j)
```

引数が文字列の場合、実数部（ *float()* と同じ形式)、虚数部（同様の形式で 'j' または 'J' 接尾辞）どちらか、あるいは両方（この場合、虚数部の符号は必須）を含まなければなりません。文字列 は空白や括弧 '(' と “')“ で囲むこともできますが、無視されます。文字列は、'+' 、'-' 、'j' または 'J' 接尾辞 、そして 10 進数の間に空白を含んではなりません。たとえば complex('1+2j') はよいですが、complex('1 + 2j') は *ValueError* を送出します。より正確には、入力は括弧および先頭と末尾の空白文字を除去した後、以下の文法における *complexvalue* の生成規則を満たす必要があります:

```
complexvalue   ::=   floatvalue |
                     floatvalue ("j" | "J") |
                     floatvalue sign absfloatvalue ("j" | "J")
```

引数が数値の場合、コンストラクタは *int* や *float* のように数値変換します。一般的な Python オブジェ

クト x では、complex(x) は x.__complex__() に委譲します。__complex__() が定義されていない場合は __float__() にフォールバックします。__float__() も定義されていない場合には、__index__() にフォールバックします。

2引数が指定されるかキーワード引数が使われている場合、各引数は任意の数値型（複素数を含む）となります。両方の引数が実数の場合には、実数成分 *real* と虚数成分 *imag* を持つ複素数を返します。引数が両方とも複素数の場合、実数成分 real.real-imag.imag と虚数成分 real.imag+imag.real を持つ複素数を返します。引数の片方が実数の場合、前述の式ではその実数成分のみ使われます。

引数がすべて省略された場合は、0j を返します。

複素数型については **数値型** *int, float, complex* に説明があります。

バージョン 3.6 で変更: コードリテラル中で桁をグループ化するのにアンダースコアを利用できます。

バージョン 3.8 で変更: __complex__() と __float__() が定義されていない場合、__index__() へフォールバックします。

バージョン 3.14 で非推奨: Passing a complex number as the *real* or *imag* argument is now deprecated; it should only be passed as a single positional argument.

delattr(*object*, *name*)

setattr() の親戚です。引数はオブジェクトと文字列です。文字列はオブジェクトの属性名のいずれかでなければなりません。対象のオブジェクトが許可する場合に限り、この関数は指定された名前の属性を削除します。たとえば、delattr(x, 'foobar') は del x.foobar と等価です。*name* は Python の識別子である必要はありません (*setattr()* を参照してください)。

class dict(***kwarg*)

class dict(*mapping*, ***kwarg*)

class dict(*iterable*, ***kwarg*)

新しい辞書を作成します。*dict* オブジェクトは辞書クラスです。このクラスに関するドキュメンテーションは *dict* と **マッピング型** *--- dict* を参照してください。

他のコンテナについては、ビルトインの *list*, *set*, *tuple* クラスおよび *collections* モジュールを参照してください。

dir()

dir(*object*)

引数がない場合、現在のローカルスコープにある名前のリストを返します。引数がある場合、そのオブジェクトの有効な属性のリストを返そうと試みます。

オブジェクトが __dir__() という名のメソッドを持つなら、そのメソッドが呼び出され、属性のリストを返さなければなりません。これにより、カスタムの __getattr__() や __getattribute__() 関数を実装するオブジェクトは、*dir()* が属性を報告するやり方をカスタマイズできます。

オブジェクトが `__dir__()` を提供しない場合、その型オブジェクトと、定義されていればオブジェクトの *__dict__* 属性から、できるだけ情報を集めようとします。結果のリストは必ずしも完全ではなく、カスタムの `__getattr__()` を持つ場合は不正確かもしれません。

デフォルトの *dir()* メカニズムは、完全というより最重要な情報を作成しようとするため、異なる型のオブジェクトでは異なって振る舞います:

- オブジェクトがモジュールオブジェクトの場合、リストにはモジュールの属性の名前が含まれます。
- オブジェクトが型オブジェクトやクラスオブジェクトの場合、リストにはその属性の名前と、再帰的にたどったその基底クラスの属性が含まれます。
- それ以外の場合には、リストにはオブジェクトの属性名、クラス属性名、再帰的にたどった基底クラスの属性名が含まれます。

返されるリストはアルファベット順に並べられています。例えば:

```
>>> import struct
>>> dir()   # show the names in the module namespace
['__builtins__', '__name__', 'struct']
>>> dir(struct)   # show the names in the struct module
['Struct', '__all__', '__builtins__', '__cached__', '__doc__', '__file__',
 '__initializing__', '__loader__', '__name__', '__package__',
 '_clearcache', 'calcsize', 'error', 'pack', 'pack_into',
 'unpack', 'unpack_from']
>>> class Shape:
...     def __dir__(self):
...         return ['area', 'perimeter', 'location']
...
>>> s = Shape()
>>> dir(s)
['area', 'location', 'perimeter']
```

注釈: *dir()* は主に対話プロンプトでの使用に便利なように提供されているので、厳密性や一貫性を重視して定義された名前のセットというよりも、むしろ興味を引くような名前のセットを返そうとします。また、この関数の細かい動作はリリース間で変わる可能性があります。例えば、引数がクラスであるとき、メタクラス属性は結果のリストに含まれません。

`divmod`(*a*, *b*)

2 つの (複素数でない) 数を引数としてとり、整数の除法を行ったときの商と剰余からなる 2 つの数のペアを返します。被演算子の型が混ざっている場合、二項算術演算子での規則が適用されます。整数に対する結果は `(a // b, a % b)` と同じです。浮動小数点数では、結果は `(q, a % b)` とあらわされます。ただし *q* は通常 `math.floor(a / b)` で、それより 1 だけ小さくなることもあります。いずれにせよ `q * b + a % b` は *a* に非常に近い値になります。もし `a % b` がゼロでないときは、その符号は *b* と同じであり、かつ

`0 <= abs(a % b) < abs(b)` を満たします。

enumerate(*iterable*, *start=0*)

enumerate オブジェクトを返します。*iterable* は、シーケンスか *iterator* か、あるいはイテレーションをサポートするその他のオブジェクトでなければなりません。*enumerate()* によって返されたイテレータの *__next__()* メソッドは、(デフォルトでは 0 となる *start* からの) カウントと、*iterable* 上のイテレーションによって得られた値を含むタプルを返します。

```
>>> seasons = ['Spring', 'Summer', 'Fall', 'Winter']
>>> list(enumerate(seasons))
[(0, 'Spring'), (1, 'Summer'), (2, 'Fall'), (3, 'Winter')]
>>> list(enumerate(seasons, start=1))
[(1, 'Spring'), (2, 'Summer'), (3, 'Fall'), (4, 'Winter')]
```

次と等価です:

```
def enumerate(iterable, start=0):
    n = start
    for elem in iterable:
        yield n, elem
        n += 1
```

eval(*source*, */*, *globals=None*, *locals=None*)

パラメータ

- **source** (*str* | code object) -- Python 式。
- **globals** (*dict* | None) -- グローバル名前空間 (default: None) 。
- **locals** (*mapping* | None) -- ローカル名前空間 (default: None) 。

戻り値 評

価された式の結果。

例外 構

文エラーは例外として報告されます。

expression 引数のパースと評価は、*globals* / *locals* のマッピング（訳注：dict 相当）をグローバル / ローカルの名前空間とした Python 式 (技術的な言葉では式のリスト -- 訳注：詳細は言語リファレンス 6 章参照) として行われます。*globals* 辞書が渡され それが `__builtins__` をキーとして持たない場合は、そのキーの下に組み込みモジュール *builtins* の辞書への参照が挿入されてから、*expression* が解析されます。つまり、*globals* に独自の `__builtins__` 辞書を含めて *eval()* に渡すことで、実行されるコードで有効となる組み込み関数を統制できます。*locals* マッピングが省略された場合、*globals* 辞書がデフォルトとして使われます。どちらのマッピングも省略された場合、*eval()* が呼び出された環境における *globals* と *locals* のもとで式が評価されます。注意点として、*eval()* は、*eval()* を呼び出したスコープからすでに参照され

ている場合（例：nonlocal 文より）のみ **ネストされたスコープ** (ローカルでないオブジェクト) へのアクセスを持ちます。

例:

```
>>> x = 1
>>> eval('x+1')
2
```

この関数は (*compile()* で生成されるような) 任意のコードオブジェクトを実行するのにも利用できます。この場合、文字列の代わりにコードオブジェクトを渡してください。このコードオブジェクトが、引数 *mode* を 'exec' としてコンパイルされている場合、*eval()* の戻り値は None になります。

ヒント: *exec()* 関数により文の動的な実行がサポートされています。*globals()* および *locals()* 関数は、それぞれ現在のグローバルおよびローカルな辞書を返すので、それらを *eval()* や *exec()* に渡して使うことができます。

ソースコードとして文字列が与えられた場合、先頭と末尾の空白文字およびタブは取り去られます。

リテラルだけを含む式の文字列を安全に評価できる関数、*ast.literal_eval()* も参照してください。

引数 code_object を指定して **監査イベント** exec を送出します。

バージョン 3.13 で変更: *globals* と *locals* 引数 はキーワードとして渡せるようになった。

バージョン 3.13 で変更: デフォルトの *locals* 名前空間のセマンティクスは、組み込み *locals()* の説明のように調整された。

exec(*source*, */*, *globals=None*, *locals=None*, ***, *closure=None*)

This function supports dynamic execution of Python code. *source* must be either a string or a code object. If it is a string, the string is parsed as a suite of Python statements which is then executed (unless a syntax error occurs).[*1] If it is a code object, it is simply executed. In all cases, the code that's executed is expected to be valid as file input (see the section file-input in the Reference Manual). Be aware that the **nonlocal**, **yield**, and **return** statements may not be used outside of function definitions even within the context of code passed to the *exec()* function. The return value is None.

In all cases, if the optional parts are omitted, the code is executed in the current scope. If only *globals* is provided, it must be a dictionary (and not a subclass of dictionary), which will be used for both the global and the local variables. If *globals* and *locals* are given, they are used for the global and local variables, respectively. If provided, *locals* can be any mapping object. Remember that at the module level, globals and locals are the same dictionary.

[*1] なお、パーサは Unix スタイルの行末の記法しか受け付けません。コードをファイルから読んでいるなら、必ず、改行変換モードで Windows や Mac スタイルの改行を変換してください。

注釈: When exec gets two separate objects as *globals* and *locals*, the code will be executed as if it were embedded in a class definition. This means functions and classes defined in the executed code will not be able to access variables assigned at the top level (as the "top level" variables are treated as class variables in a class definition).

globals 辞書がキー `__builtins__` に対する値を含まなければ、そのキーに対して、組み込みモジュール *builtins* の辞書への参照が挿入されます。ですから、実行されるコードを *exec()* に渡す前に、*globals* に自作の `__builtins__` 辞書を挿入することで、コードがどの組み込みを利用できるか制御できます。

引数 *closure* はクロージャ、すなわちセル変数のタプルを指定します。この引数は *object* が自由変数を含むコードオブジェクトである場合のみ有効です。タプルの長さはコードオブジェクトから参照されている自由変数の数と厳密に一致しなければなりません。

引数 `code_object` を指定して **監査イベント** `exec` を送出します。

注釈: The built-in functions *globals()* and *locals()* return the current global and local namespace, respectively, which may be useful to pass around for use as the second and third argument to *exec()*.

注釈: The default *locals* act as described for function *locals()* below. Pass an explicit *locals* dictionary if you need to see effects of the code on *locals* after function *exec()* returns.

バージョン 3.11 で変更: *closure* パラメータが追加されました。

バージョン 3.13 で変更: *globals* と *locals* 引数 はキーワードとして渡せるようになった。

バージョン 3.13 で変更: デフォルトの *locals* 名前空間のセマンティクスは、組み込み *locals()* の説明のように調整された。

`filter`(*function*, *iterable*)

iterable の要素のうち、*function* が真であるものからイテレータを構築します。*iterable* にはシーケンスか、イテレーションをサポートするコンテナか、イテレータを渡せます。*function* が `None` のときは恒等関数が指定されたものとして扱われ、*iterable* のうち偽であるものがすべて取り除かれます。

なお、`filter(function, iterable)` は、関数が `None` でなければジェネレータ式 `(item for item in iterable if function(item))` と同等で、関数が `None` なら `(item for item in iterable if item)` と同等です。

逆の働きをする関数については、*itertools.filterfalse()* を参照してください。*iterable* の要素のうち、*function* が偽であるものを返します。

class float(*number=0.0*, */*)

class float(*string*, */*)

Return a floating point number constructed from a number or a string.

例:

```
>>> float('+1.23')
1.23
>>> float('   -12345\n')
-12345.0
>>> float('1e-003')
0.001
>>> float('+1E6')
1000000.0
>>> float('-Infinity')
-inf
```

If the argument is a string, it should contain a decimal number, optionally preceded by a sign, and optionally embedded in whitespace. The optional sign may be `'+'` or `'-'`; a `'+'` sign has no effect on the value produced. The argument may also be a string representing a NaN (not-a-number), or positive or negative infinity. More precisely, the input must conform to the *floatvalue* production rule in the following grammar, after leading and trailing whitespace characters are removed:

```
sign           ::=  "+" | "-"
infinity       ::=  "Infinity" | "inf"
nan            ::=  "nan"
digit          ::=  <a Unicode decimal digit, i.e. characters in Unicode general category Nd>
digitpart      ::=  digit (["_"] digit)*
number         ::=  [digitpart] "." digitpart | digitpart ["."]
exponent       ::=  ("e" | "E") [sign] digitpart
floatnumber    ::=  number [exponent]
absfloatvalue  ::=  floatnumber | infinity | nan
floatvalue     ::=  [sign] absfloatvalue
```

大文字と小文字は重要ではないので、例えば、”inf”, ”Inf”, ”INFINITY”, ”iNfINity” はすべて正の無限大を表す綴りとして受け入れられます。

一方で、引数が整数または浮動小数点数なら、(Python の浮動小数点数の精度で) 同じ値の浮動小数点数が返されます。引数が Python の浮動小数点数の範囲外なら、*OverflowError* が送出されます。

一般の Python オブジェクト `x` に対して、`float(x)` は `x.__float__()` に委譲します。`__float__()` が定義されていない場合、`__index__()` へフォールバックします。

引数が与えられなければ、0.0 が返されます。

浮動小数点数型については、**数値型** *int, float, complex* も参照してください。

バージョン 3.6 で変更: コードリテラル中で桁をグループ化するのにアンダースコアを利用できます。

バージョン 3.7 で変更: 引数は位置専用になりました。

バージョン 3.8 で変更: `__float__()` が定義されていない場合、`__index__()` へフォールバックします。

format(*value*, *format_spec=”*)

value を *format_spec* で指示された通りに ” 整形” した文字列表現に変換します。*format_spec* の解釈は *value* 引数の型に依存しますが、ほとんどの組み込み型で使われる標準的な構文が存在します: **書式指定ミニ言語仕様**。

デフォルトの *format_spec* は空の文字列です。それは通常 *str(value)* の呼び出しと同じ結果になります。

`format(value, format_spec)` の呼び出しは、`type(value).__format__(value, format_spec)` に翻訳され、これは value の `__format__()` メソッドの検索をするとき、インスタンス辞書を回避します。このメソッドの探索が *object* に到達しても *format_spec* が空にならなかったり、*format_spec* や返り値が文字列でなかったりした場合、*TypeError* が送出されます。

バージョン 3.4 で変更: *format_spec* が空の文字列でない場合 `object().__format__(format_spec)` は *TypeError* を送出します。

class frozenset(*iterable=set()*)

新しい *frozenset* オブジェクトを返します。オプションで *iterable* から得られた要素を含みます。`frozenset` はビルトインクラスです。このクラスに関するドキュメントは *frozenset* と *set*（集合）型 --- *set, frozenset* を参照してください。

他のコンテナについては、ビルトインクラス *set*, *list*, *tuple*, *dict* や *collections* モジュールを見てください。

getattr(*object*, *name*)

getattr(*object*, *name*, *default*)

object の指定された属性の値を返します。*name* は文字列でなければなりません。与えられた文字列がオブジェクトの属性名のうちいずれかに一致すれば、戻り値はその属性の値になります。たとえば、`getattr(x, 'foobar')` は `x.foobar` と等価です。もし指定された属性が存在しない場合、*default* が指定されていればその値が返されます。そうでない場合は *AttributeError* が送出されます。*name* は Python 識別子である必要はありません (*setattr()* を参照してください)。

注釈: プライベートな名前のマングリング はコンパイル時に行われます。そのため、プライベートな属性 (先頭に 2 つのアンダースコアを伴う名前を持つ属性) の値を *getattr()* で取り出すためには、属性名を手動でマングリングする必要があります。

---

globals()

現在のモジュールの名前空間を実装した辞書を返します。関数内のコードに対しては、関数が定義されるときに辞書が設定され、その関数がどこから呼ばれたかにかかわらず同じ内容になります。

hasattr(*object*, *name*)

引数はオブジェクトと文字列です。文字列がオブジェクトの属性名の一つであった場合 True を、そうでない場合 False を返します。(この関数は、getattr(object, name) を呼び出して *AttributeError* を送出するかどうかを見ることで実装されています。)

hash(*object*)

オブジェクトのハッシュ値を (存在すれば) 返します。ハッシュ値は整数です。これらは辞書を検索する際に辞書のキーを高速に比較するために使われます。等しい値となる数値は等しいハッシュ値を持ちます (1 と 1.0 のように型が異なっていてもです)。

注釈: 独自の __hash__() メソッドを実装したオブジェクトを使う場合、*hash()* が実行するマシンのビット幅に合わせて戻り値を切り捨てることに注意してください。

---

help()

help(*request*)

組み込みヘルプシステムを起動します。(この関数は対話的な使用のためのものです。) 引数が与えられていない場合、対話的ヘルプシステムはインタプリタコンソール上で起動します。引数が文字列の場合、文字列はモジュール、関数、クラス、メソッド、キーワード、またはドキュメントの項目名として検索され、ヘルプページがコンソール上に印字されます。引数がその他のオブジェクトの場合、そのオブジェクトに関するヘルプページが生成されます。

help() を呼び出したときに関数の引数リストにスラッシュ (/) が現れた場合は、スラッシュより前の引数が位置専用引数だという意味であることに注意してください。より詳しい情報は、位置専用引数についての FAQ の項目 を参照してください。

この関数は、*site* モジュールから、組み込みの名前空間に移されました。

バージョン 3.4 で変更: *pydoc* と *inspect* への変更により、呼び出し可能オブジェクトの報告されたシグニチャがより包括的で一貫性のあるものになりました。

hex(*x*)

整数を先頭に "0x" が付いた小文字の 16 進文字列に変換します。*x* が Python の *int* オブジェクトでない場合、整数を返す __index__() メソッドが定義されていなければなりません。いくつかの例を示します:

```
>>> hex(255)
'0xff'
>>> hex(-42)
'-0x2a'
```

整数を大文字の 16 進文字列や小文字の 16 進文字列、先頭の ”0x” 付きや ”0x” 無しに変換したい場合は、次に挙げる方法が使えます:

```
>>> '%#x' % 255, '%x' % 255, '%X' % 255
('0xff', 'ff', 'FF')
>>> format(255, '#x'), format(255, 'x'), format(255, 'X')
('0xff', 'ff', 'FF')
>>> f'{255:#x}', f'{255:x}', f'{255:X}'
('0xff', 'ff', 'FF')
```

より詳しいことは *format()* も参照してください。

16 を底として 16 進数文字列を整数に変換するには *int()* も参照してください。

注釈: 浮動小数点数の 16 進文字列表記を得たい場合には、*float.hex()* メソッドを使って下さい。

---

id(*object*)

オブジェクトの ” 識別値” を返します。この値は整数で、このオブジェクトの有効期間中は一意かつ定数であることが保証されています。有効期間が重ならない 2 つのオブジェクトは同じ *id()* 値を持つかもしれません。

CPython 実装の詳細: これはオブジェクトのメモリアドレスです。

引数 `id` を指定して **監査イベント** `builtins.id` を送出します。

input()

input(*prompt*)

引数 *prompt* が存在すれば、それが末尾の改行を除いて標準出力に書き出されます。次に、この関数は入力から 1 行を読み込み、文字列に変換して (末尾の改行を除いて) 返します。EOF が読み込まれたとき、*EOFError* が送出されます。例:

```
>>> s = input('--> ')
--> Monty Python's Flying Circus
>>> s
"Monty Python's Flying Circus"
```

readline モジュールが読み込まれていれば、*input()* はそれを使って精緻な行編集やヒストリ機能を提供します。

引数 `prompt` 付きで **監査イベント** `builtins.input` を送出します。

引数 `result` 付きで **監査イベント** `builtins.input/result` を送出します。

class int(*number=0*, */*)

class int(*string*, */*, *base=10*)

Return an integer object constructed from a number or a string, or return 0 if no arguments are given.

例:

```
>>> int(123.45)
123
>>> int('123')
123
>>> int('   -12_345\n')
-12345
>>> int('FACE', 16)
64206
>>> int('0xface', 0)
64206
>>> int('01110011', base=2)
115
```

If the argument defines `__int__()`, `int(x)` returns `x.__int__()`. If the argument defines `__index__()`, it returns `x.__index__()`. For floating point numbers, this truncates towards zero.

If the argument is not a number or if *base* is given, then it must be a string, *bytes*, or *bytearray* instance representing an integer in radix *base*. Optionally, the string can be preceded by `+` or `-` (with no space in between), have leading zeros, be surrounded by whitespace, and have single underscores interspersed between digits.

n-進数の整数文字列は、各桁が 0 から n-1 の数値で表されます。ユニコードの 10 進数では、各桁は 0 から 9 のいずれかです。また 10 から 35 までの値は `a` から `z` (または `A` から `Z`) で表されます。デフォルトの *base* は 10 です。基数に指定可能な値は 0 および 2 から 36 までの整数です。2 進数、8 進数、16 進数の文字列は、整数リテラルと同様に、それぞれ `0b`/`0B`, `0o`/`0O`, または `0x`/`0X` をプレフィックスとして追加することができます。基数を 0 に指定した場合、文字列は コードにおける整数リテラル と同じように解釈されます。すなわち、プレフィックスによって基数が 2, 8, 10, または 16 のどれになるかが決まります。基数を 0 にした場合先頭にゼロを追加することはできません: すなわち `int('010', 0)` は基数を 0 に指定しているため不正ですが、`int('010')` や `int('010', 8)` は有効です。

整数型については、**数値型** *int, float, complex* も参照してください。

バージョン 3.4 で変更: *base* が *int* のインスタンスでなく、*base* オブジェクトが `base.__index__` メソッドを持っている場合、そのメソッドを呼んで底に対する整数を得ることができます。以前のバージョンでは `base.__index__` ではなく `base.__int__` を使用していました。

バージョン 3.6 で変更: コードリテラル中で桁をグループ化するのにアンダースコアを利用できます。

バージョン 3.7 で変更: The first parameter is now positional-only.

バージョン 3.8 で変更: `__int__()` が定義されていない場合、`__index__()` へフォールバックします。

バージョン 3.11 で変更: *int* string inputs and string representations can be limited to help avoid denial of service attacks. A *ValueError* is raised when the limit is exceeded while converting a string to an *int* or when converting an *int* into a string would exceed the limit. See the *integer string conversion length limitation* documentation.

バージョン 3.14 で変更: *int()* no longer delegates to the `__trunc__()` method.

isinstance(*object*, *classinfo*)

object 引数が *classinfo* 引数に指定した型、またはその (直接、間接、または **仮想** の) サブクラスのインスタンスである場合に `True` を返します。*object* が与えられた型のオブジェクトでない場合、この関数は常に `False` を返します。*classinfo* が型オブジェクトのタプル (または再帰的にそのようなタプルを含むタプル) や複数の型の *Union* **型** である場合、*object* がそれらの型のいずれかのインスタンスであれば `True` を返します。*classinfo* が型や型からなるタプルまたは再帰的タプルのいずれでもない場合、*TypeError* 例外が送出されます。タプルの中で先行する型に対するチェックが成功した場合、後続の不正な型に対して *TypeError* が送出されないことがあります。

バージョン 3.10 で変更: *classinfo* に *Union* **型** を指定できるようになりました。

issubclass(*class*, *classinfo*)

class が *classinfo* の (直接、間接、または **仮想** の) サブクラスである場合に `True` を返します。クラスは自身のサブクラスとみなされます。*classinfo* はクラスオブジェクトのタプル (または再帰的にそのようなタプルを含むタプル) やクラスオブジェクトの *Union* **型** でもよく、この場合は *class* が *classinfo* のいずれかのクラスのサブクラスであれば `True` を返します。上記以外の値が指定された場合、*TypeError* 例外が送出されます。

バージョン 3.10 で変更: *classinfo* に *Union* **型** を指定できるようになりました。

iter(*object*)

iter(*object*, *sentinel*)

iterator オブジェクトを返します。第二引数があるかどうかによって第一引数の解釈は大きく異なります。第二引数がない場合、*object* は *iterable* プロトコル (`__iter__()` メソッド) をサポートするコレクションオブジェクトか、またはシーケンスプロトコル (`0` から始まる整数を引数にとる `__getitem__()` メソッド) をサポートするオブジェクトでなければなりません。第一引数がどちらのプロトコルもサポートしない場合は *TypeError* 例外が送出されます。第二引数 *sentinel* が与えられた場合、*object* は呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。この場合に生成されるイテレータは *__next__()* メソッドを呼び出すごとに引数なしで *object* を呼び出します; 戻り値が *sentinel* と等しければ、*StopIteration* が送出されます。それ以外の場合は戻り値がそのまま返されます。

イテレータ型 も見てください。

2 引数形式の *iter()* の便利な利用方法の 1 つは、ブロックリーダーの構築です。例えば、バイナリのデータベースファイルから固定幅のブロックをファイルの終端に到達するまで読み出すには次のようにします:

```
from functools import partial
with open('mydata.db', 'rb') as f:
    for block in iter(partial(f.read, 64), b''):
        process_block(block)
```

len(*s*)

オブジェクトの長さ (要素の数) を返します。引数はシーケンス (文字列、バイト列、タプル、リスト、range 等) かコレクション (辞書、集合、凍結集合等) です。

CPython 実装の詳細: len は、例えば *range(2 ** 100)* のような、*sys.maxsize* を超える長さに対して *OverflowError* を送出します。

class list

class list(*iterable*)

list は、実際には関数ではなくミュータブルなシーケンス型で、**リスト型** *(list)* と **シーケンス型** *--- list, tuple, range* にドキュメント化されています。

locals()

Return a mapping object representing the current local symbol table, with variable names as the keys, and their currently bound references as the values.

At module scope, as well as when using *exec()* or *eval()* with a single namespace, this function returns the same namespace as *globals()*.

At class scope, it returns the namespace that will be passed to the metaclass constructor.

When using exec() or eval() with separate local and global arguments, it returns the local namespace passed in to the function call.

In all of the above cases, each call to locals() in a given frame of execution will return the *same* mapping object. Changes made through the mapping object returned from locals() will be visible as assigned, reassigned, or deleted local variables, and assigning, reassigning, or deleting local variables will immediately affect the contents of the returned mapping object.

In an *optimized scope* (including functions, generators, and coroutines), each call to locals() instead returns a fresh dictionary containing the current bindings of the function's local variables and any nonlocal cell references. In this case, name binding changes made via the returned dict are *not* written back to the corresponding local variables or nonlocal cell references, and assigning, reassigning, or deleting local variables and nonlocal cell references does *not* affect the contents of previously returned dictionaries.

Calling locals() as part of a comprehension in a function, generator, or coroutine is equivalent to calling it in the containing scope, except that the comprehension's initialised iteration variables

will be included. In other scopes, it behaves as if the comprehension were running as a nested function.

Calling `locals()` as part of a generator expression is equivalent to calling it in a nested generator function.

バージョン 3.12 で変更: The behaviour of `locals()` in a comprehension has been updated as described in **PEP 709**.

バージョン 3.13 で変更: As part of **PEP 667**, the semantics of mutating the mapping objects returned from this function are now defined. The behavior in *optimized scopes* is now as described above. Aside from being defined, the behaviour in other scopes remains unchanged from previous versions.

map(*function*, *iterable*, **iterables*)

function を *iterable* の全ての要素に適用して結果を生成 (yield) するイテレータを返します。追加の *iterables* 引数が渡された場合、*function* は渡されたイテラブルと同じ数の引数を取らなければならず、関数は全てのイテラブルから並行して得られた要素の組に対して適用されます。複数のイテラブルが渡された場合、そのうちで最も短いイテラブルが使い尽くされた段階で止まります。関数の入力が引数タプルとして単一のイテラブルの形で整理されている場合は、*itertools.starmap()* を参照してください。

max(*iterable*, ***, *key=None*)

max(*iterable*, ***, *default*, *key=None*)

max(*arg1*, *arg2*, **args*, *key=None*)

iterable の中で最大の要素、または 2 つ以上の引数の中で最大のものを返します。

位置引数が 1 つだけ与えられた場合、それは空でない *iterable* でなくてはいけません。その iterable の最大の要素が返されます。2 つ以上のキーワード無しの位置引数が与えられた場合、その位置引数の中で最大のものが返されます。

任意のキーワード専用引数が 2 つあります。*key* 引数は引数を 1 つ取る順序関数 (*list.sort()* のもののように) を指定します。*default* 引数は与えられたイテラブルが空の場合に返すオブジェクトを指定します。イテラブルが空で *default* が与えられていない場合 *ValueError* が送出されます。

最大の要素が複数あるとき、この関数はそのうち最初に現れたものを返します。これは、`sorted(iterable, key=keyfunc, reverse=True)[0]` や `heapq.nlargest(1, iterable, key=keyfunc)` のような、他のソート安定性を維持するツールと両立します。

バージョン 3.4 で変更: キーワード専用引数 *default* が追加されました。

バージョン 3.8 で変更: *key* 引数が `None` であることを許容します。

class memoryview(*object*)

与えられたオブジェクトから作られた ”メモリビュー” オブジェクトを返します。詳しくは **メモリビュー** を参照してください。

min(*iterable*, *, *key=None*)

min(*iterable*, *, *default*, *key=None*)

min(*arg1*, *arg2*, **args*, *key=None*)

iterable の中で最小の要素、または 2 つ以上の引数の中で最小のものを返します。

位置引数が 1 つだけ与えられた場合、それは空でない *iterable* でなくてはいけません。その iterable の最小の要素が返されます。2 つ以上のキーワード無しの位置引数が与えられた場合、その位置引数の中で最小のものが返されます。

任意のキーワード専用引数が 2 つあります。*key* 引数は引数を 1 つ取る順序関数 (*list.sort()* のもののように) を指定します。*default* 引数は与えられたイテラブルが空の場合に返すオブジェクトを指定します。イテラブルが空で *default* が与えられていない場合 *ValueError* が送出されます。

最小の要素が複数あるとき、この関数はそのうち最初に現れたものを返します。これは、`sorted(iterable, key=keyfunc)[0]` や `heapq.nsmallest(1, iterable, key=keyfunc)` のような、他のソート安定性を維持するツールと両立します。

バージョン 3.4 で変更: キーワード専用引数 *default* が追加されました。

バージョン 3.8 で変更: *key* 引数が `None` であることを許容します。

next(*iterator*)

next(*iterator*, *default*)

iterator の *__next__()* メソッドを呼び出すことにより、次の要素を取得します。イテレータが使い尽くされた場合、*default* が与えられていればその値が返されます。そうでない場合は *StopIteration* が送出されます。

class object

何の機能も持たない新しいオブジェクトを返します。*object* は全てのクラスの基底クラスです。これは、全ての Python クラスのインスタンスに共通のメソッド群を持ちます。この関数はいかなる引数も受け付けません。

注釈: *object* は *__dict__* を **持たない** ので、*object* クラスのインスタンスに任意の属性を代入することはできません。

---

oct(*x*)

整数を先頭に "0o" が付いた 8 進文字列に変換します。結果は Python の式としても使える形式になります。*x* が Python の *int* オブジェクトでない場合、整数を返す `__index__()` メソッドが定義されていなければなりません。例えば、次のようになります:

```
>>> oct(8)
'0o10'
>>> oct(-56)
'-0o70'
```

整数を接頭辞 "0o" 付きや "0o" 無しの 8 進文字列に変換したい場合は、次に挙げる方法のいずれかを使ってください。

```
>>> '%#o' % 10, '%o' % 10
('0o12', '12')
>>> format(10, '#o'), format(10, 'o')
('0o12', '12')
>>> f'{10:#o}', f'{10:o}'
('0o12', '12')
```

より詳しいことは *format()* も参照してください。

open(*file*, *mode='r'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*, *closefd=True*, *opener=None*)

file を開き、対応する **ファイルオブジェクト** を返します。ファイルを開くことができなければ、*OSError* が送出されます。この関数の利用例について、tut-files を参照してください。

file は *path-like object* で、開くファイルのパス名 (絶対パスまたは現在の作業ディレクトリからの相対パス) あるいはラップするファイルの整数のファイルデスクリプタを与えます。(ファイルデスクリプタが与えられた場合、*closefd* が `False` に設定されていないかぎり、この関数が返す I/O オブジェクトがクローズされるときにファイルデスクリプタもクローズされます。)

mode はファイルが開かれる際のモードを指定するオプションの文字列です。デフォルトは `'r'` で、読み込み用にテキストモードで開くという意味です。その他によく使われるモードは、書き込み用の `'w'` (ファイルが既に存在する場合は上書きします)、排他的な生成をあらわす `'x'` 、そして追記用の `'a'` (**いくつかの** Unix システムで、**すべての** 書き込みは現在のシーク位置にかかわらずファイルの末尾に追記する、という意味です) です。テキストモードで *encoding* が指定されない場合に使われるエンコーディングは、プラットフォーム依存です: 現在のロケールエンコーディングを取得するために *locale.getencoding()* が呼ばれます。(生のバイトデータを読み書きする際にはバイナリモードを使います。このときは *encoding* は未指定のままとします。) 指定可能なモードは以下の通りです:

文字	意味
'r'	読み込み用に開く (デフォルト)
'w'	書き込み用に開き、まずファイルを切り詰める
'x'	排他的な生成に開き、ファイルが存在する場合は失敗する
'a'	書き込み用に開き、ファイルが存在する場合には末尾に追記する
'b'	バイナリモード
't'	テキストモード (デフォルト)
'+'	更新用に開く (読み込み・書き込み用)

デフォルトのモードは 'r' (テキストの読み込み用に開く、'rt' と同義) です。'w+' と 'w+b' はファイルを開いて上書きします。'r+' と 'r+b' はファイルを上書きせずに開きます。

概要 で触れられているように、Python はバイナリとテキストの I/O を区別します。(*mode* 引数に 'b' を含めて) バイナリモードで開かれたファイルは、内容をいかなるデコーディングもせずに *bytes* オブジェクトとして返します。(デフォルトや、*mode* 引数に 't' が含まれたときの) テキストモードでは、ファイルの内容は *str* として返され、バイト列はまず、プラットフォーム依存のエンコーディングか、*encoding* が指定された場合は指定されたエンコーディングを使ってデコードされます。

注釈: Python は、下層のオペレーティングシステムがテキストファイルをどう認識するかには依存しません; すべての処理は Python 自身で行われ、よってプラットフォーム非依存です。

---

buffering はオプションの整数で、バッファリングのポリシーを設定するために使われます。バッファリングを無効化するためには 0 を渡してください (バイナリモードでのみ設定可能です)。また行単位でのバッファリングには 1 を設定してください (テキストモードでの書き込み時のみ有効です)。固定サイズのチャンクバッファに対するサイズをバイト単位で指定したい場合は、1 より大きい整数を渡してください。この形式でバッファサイズを指定した場合、バイナリ形式でバッファリングをサポートする I/O (buffered I/O) にはそのまま適用されますが、TextIOWrapper (すなわち mode='r+' のモードでオープンされたファイル) では別のバッファリングを行うかもしれません。TextIOWrapper でバッファリングを無効化するには、*io.TextIOWrapper.reconfigure()* で write_through フラグを使うことを検討してください。*buffering* 引数が与えられなかった場合、デフォルトのバッファリングポリシーは以下のように動作します:

- バイナリファイルは固定サイズのチャンクでバッファリングされます。バッファサイズは、下層のデバイスの「ブロックサイズ」を決定するヒューリスティックを用いて選択され、それが不可能な場合は代わりに *io.DEFAULT_BUFFER_SIZE* が使われます。多くのシステムでは、バッファサイズは通常 4096 か 8192 バイト長です。
- 「対話的な」テキストファイル (*isatty()* が True を返すファイル) は行バッファリングを使用します。その他のテキストファイルは、上で説明したバイナリファイル用の方針を使用します。

encoding はファイルのエンコードやデコードに使われる *text encoding* の名前です。このオプションはテ

キストモードでのみ使用してください。デフォルトエンコーディングはプラットフォーム依存 (*locale.getencoding()* が返すもの) ですが、Python でサポートされているエンコーディングはどれでも使えます。詳しくは *codecs* モジュール内のサポートしているエンコーディングのリストを参照してください。

errors はオプションの文字列で、エンコードやデコードでのエラーをどのように扱うかを指定するものです。バイナリモードでは使用できません。様々な標準のエラーハンドラが使用可能です (**エラーハンドラ** に列記されています) が、*codecs.register_error()* に登録されているエラー処理の名前も使用可能です。標準のエラーハンドラの名前には、以下のようなものがあります:

- `'strict'` はエンコーディングエラーがあると例外 *ValueError* を発生させます。デフォルト値である `None` も同じ効果です。
- `'ignore'` はエラーを無視します。エンコーディングエラーを無視することで、データが失われる可能性があることに注意してください。
- `'replace'` は、不正な形式のデータが存在した場所に (`'?'` のような) 置換マーカーを挿入します。
- `'surrogateescape'` は正しくないバイト列をユニコードの下位サロゲート領域のうち U+DC80 から U+DCFF の範囲のコードユニットであらわします。データの書き込み時に `surrogateescape` エラーハンドラが使われると、これらのサロゲートコードユニットは元と同じバイト列に変換されます。これはエンコーディングが不明なファイルを処理するのに便利です。
- `'xmlcharrefreplace'` はファイルへの書き込み時のみサポートされます。そのエンコーディングでサポートされない文字は、`&#nnn;` 形式の適切な XML 文字参照で置換されます。
- `'backslashreplace'` は不正なデータを Python のバックスラッシュ付きのエスケープシーケンスで置換します。
- `'namereplace'` (書き込み時のみサポートされています) はサポートされていない文字を `\N{...}` エスケープシーケンスで置換します。

newline はストリームから受け取った改行文字をどのようにパースするかを決定します。`None`, `''`, `'\n'`, `'\r'`, または `'\r\n'` のいずれかを指定できます。これは以下のように動作します:

- ストリームからの入力の読み込み時、*newline* が `None` の場合、ユニバーサル改行モードが有効になります。入力中の行は `'\n'`, `'\r'`, または `'\r\n'` で終わり、呼び出し元に返される前に `'\n'` に変換されます。`''` の場合、ユニバーサル改行モードは有効になりますが、行末は変換されずに呼び出し元に返されます。その他の正当な値の場合、入力行は与えられた文字列でのみ終わり、行末は変換されずに呼び出し元に返されます。
- ストリームへの出力の書き込み時、*newline* が `None` の場合、全ての `'\n'` 文字はシステムのデフォルトの行セパレータ *os.linesep* に変換されます。*newline* が `''` または `'\n'` の場合は変換されません。*newline* がその他の正当な値の場合、全ての `'\n'` 文字は与えられた文字列に変換されます。

closefd が `False` で、ファイル名ではなくてファイル記述子が与えられた場合、下層のファイル記述子はファイルが閉じられた後も開いたままとなります。ファイル名が与えられた場合、*closefd* は `True` (デフォ

ルト値) でなければなりません。そうでない場合エラーが送出されます。

呼び出し可能オブジェクトを *opener* として与えることで、カスタムのオープナーが使えます。そしてファイルオブジェクトの下層のファイル記述子は、*opener* を (*file*, *flags*) で呼び出して得られます。*opener* は開いたファイル記述子を返さなければなりません。(*os.open* を *opener* として渡すと、None を渡したのと同様の機能になります)。

新たに作成されたファイルは **継承不可** です。

次の例は *os.open()* 関数の *dir_fd* 引数を使い、与えられたディレクトリからの相対パスで指定されたファイルを開きます:

```
>>> import os
>>> dir_fd = os.open('somedir', os.O_RDONLY)
>>> def opener(path, flags):
...     return os.open(path, flags, dir_fd=dir_fd)
...
>>> with open('spamspam.txt', 'w', opener=opener) as f:
...     print('This will be written to somedir/spamspam.txt', file=f)
...
>>> os.close(dir_fd)  # don't leak a file descriptor
```

open() 関数が返す *file object* の型はモードに依存します。*open()* をファイルをテキストモード ('w', 'r', 'wt', 'rt', など) で開くのに使ったときは *io.TextIOBase* (特に *io.TextIOWrapper*) のサブクラスを返します。ファイルをバッファリング付きのバイナリモードで開くのに使ったときは *io.BufferedIOBase* のサブクラスを返します。実際のクラスは様々です。読み込みバイナリモードでは *io.BufferedReader* を返します。書き込みバイナリモードや追記バイナリモードでは *io.BufferedWriter* を返します。読み書きモードでは *io.BufferedRandom* を返します。バッファリングが無効なときは raw ストリーム、すなわち *io.RawIOBase* のサブクラスである *io.FileIO* を返します。

fileinput、(*open()* が宣言された場所である) *io*、*os*、*os.path*、*tempfile*、*shutil* などの、ファイル操作モジュールも参照してください。

引数 file, mode, flags を指定して **監査イベント** open を送出します。

mode と flags の 2 つの引数は呼び出し時の値から修正されたり、推量により設定されたりする可能性があります。

バージョン 3.3 で変更:

- *opener* 引数を追加しました。
- 'x' モードを追加しました。
- 以前は *IOError* が送出されました; それは現在 *OSError* のエイリアスです。
- 既存のファイルを 排他的生成モード ('x') で開いた場合、*FileExistsError* を送出するようになりました。

バージョン 3.4 で変更:

- ファイルが継承不可になりました。

バージョン 3.5 で変更:

- システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、この関数は *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。
- `'namereplace'` エラーハンドラが追加されました。

バージョン 3.6 で変更:

- *os.PathLike* を実装したオブジェクトを受け入れるようになりました。
- Windows では、コンソールバッファのオープンは、*io.FileIO* ではなく、*io.RawIOBase* のサブクラスを返すでしょう。

バージョン 3.11 で変更: `'U'` モードは削除されました。

ord(*c*)

1 文字の Unicode 文字を表す文字列に対し、その文字の Unicode コードポイントを表す整数を返します。例えば、`ord('a')` は整数 `97` を返し、`ord('€')` (ユーロ記号) は `8364` を返します。これは *chr()* の逆です。

pow(*base*, *exp*, *mod=None*)

base の *exp* 乗を返します; *mod* があれば、*base* の *exp* 乗に対する *mod* の剰余を返します (`pow(base, exp) % mod` より効率よく計算されます)。二引数の形式 `pow(base, exp)` は、冪乗演算子を使った `base**exp` と等価です。

The arguments must have numeric types. With mixed operand types, the coercion rules for binary arithmetic operators apply. For *int* operands, the result has the same type as the operands (after coercion) unless the second argument is negative; in that case, all arguments are converted to float and a float result is delivered. For example, `pow(10, 2)` returns `100`, but `pow(10, -2)` returns `0.01`. For a negative base of type *int* or *float* and a non-integral exponent, a complex result is delivered. For example, `pow(-9, 0.5)` returns a value close to `3j`. Whereas, for a negative base of type *int* or *float* with an integral exponent, a float result is delivered. For example, `pow(-9, 2.0)` returns `81.0`.

base と *exp* が *int* オペランドで *mod* が存在するとき、*mod* もまた整数型でなければならず、かつゼロであってはいけません。*mod* が存在して *exp* が負の整数の場合、*base* は *mod* と互いに素 (最大公約数が 1) でなければなりません。この場合、*inv_base* を *base* に対する *mod* を法とするモジュラ逆数 (*base* と *inv_base* の積を *mod* で割った余りが 1 になるような数) として、`pow(inv_base, -exp, mod)` が返されます。

以下は `97` を法とする `38` のモジュラ逆数の計算例です:

```
>>> pow(38, -1, mod=97)
23
>>> 23 * 38 % 97 == 1
True
```

バージョン 3.8 で変更: *int* オペランドに対して、三引数形式の pow で第二引数に負の値を取ることができるようになりました。これによりモジュラ逆数の計算が可能になります。

バージョン 3.8 で変更: キーワード引数を取ることができるようになりました。以前は位置引数だけがサポートされていました。

print(**objects*, *sep=' '*, *end='\n'*, *file=None*, *flush=False*)

objects を *sep* で区切りながらテキストストリーム *file* に表示し、最後に *end* を表示します。*sep* 、*end* 、*file* 、*flush* を与える場合、キーワード引数として与える必要があります。

キーワードなしの引数はすべて、*str()* がするように文字列に変換され、*sep* で区切られながらストリームに書き出され、最後に *end* が続きます。*sep* と *end* の両方とも、文字列でなければなりません。これらを None にすると、デフォルトの値が使われます。*objects* が与えられなければ、*print()* は *end* だけを書き出します。

file 引数は、write(string) メソッドを持つオブジェクトでなければなりません。指定されないか、None である場合、*sys.stdout* が使われます。表示される引数は全てテキスト文字列に変換されますから、*print()* はバイナリモードファイルオブジェクトには使用できません。代わりに file.write(...) を使ってください。

出力がバッファ化されるかどうかは通常 *file* で決まりますが、*flush* キーワード引数が真ならストリームは強制的にフラッシュされます。

バージョン 3.3 で変更: キーワード引数 *flush* が追加されました。

class property(*fget=None*, *fset=None*, *fdel=None*, *doc=None*)

property 属性を返します。

fget は属性値を取得するための関数です。*fset* は属性値を設定するための関数です。*fdel* は属性値を削除するための関数です。*doc* は属性の docstring を作成します。

典型的な使用法は、属性 x の処理の定義です:

```
class C:
    def __init__(self):
        self._x = None

    def getx(self):
        return self._x

    def setx(self, value):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        self._x = value

    def delx(self):
        del self._x

    x = property(getx, setx, delx, "I'm the 'x' property.")
```

c が *C* のインスタンスならば、`c.x` は getter を呼び出し、`c.x = value` は setter を、`del c.x` は deleter を呼び出します。

doc は、与えられれば property 属性のドキュメント文字列になります。与えられなければ、property は *fget* のドキュメント文字列 (もしあれば) をコピーします。そのため *property()* を **デコレータ** として使えば、読み出し専用 property を作るのは容易です:

```
class Parrot:
    def __init__(self):
        self._voltage = 100000

    @property
    def voltage(self):
        """Get the current voltage."""
        return self._voltage
```

`@property` デコレータは `voltage()` を同じ名前のまま 読み出し専用属性の "getter" にし、*voltage* のドキュメント文字列を "Get the current voltage." に設定します。

@getter

@setter

@deleter

property オブジェクトは `getter`, `setter`, `deleter` メソッドを持っています。これらのメソッドをデコレータとして使うと、対応するアクセサ関数がデコレートされた関数に設定された、property のコピーを作成できます。これを一番分かりやすく説明する例があります:

```
class C:
    def __init__(self):
        self._x = None

    @property
    def x(self):
        """I'm the 'x' property."""
        return self._x

    @x.setter
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def x(self, value):
        self._x = value

    @x.deleter
    def x(self):
        del self._x
```

このコードは最初の例と等価です。追加の関数には、必ず元の property と同じ名前 (この例では `x`) を与えて下さい。

返される property オブジェクトも、コンストラクタの引数に対応した `fget`, `fset`, および `fdel` 属性を持ちます。

バージョン 3.5 で変更: 属性オブジェクトのドックストリングが書き込み可能になりました。

class range(*stop*)

class range(*start*, *stop*, *step=1*)

range は、実際には関数ではなくイミュータブルなシーケンス型で、*range* と **シーケンス型** --- *list, tuple, range* にドキュメント化されています。

repr(*object*)

オブジェクトの印字可能な表現を含む文字列を返します。この関数は多くの型について、*eval()* に渡されたときと同じ値を持つようなオブジェクトを表す文字列を生成しようとします。そうでない場合は、山括弧に囲まれたオブジェクトの型の名前と追加の情報 (大抵の場合はオブジェクトの名前とアドレスを含みます) を返します。クラスは、`__repr__()` メソッドを定義することで、この関数によりそのクラスのインスタンスが返すものを制御することができます。*sys.displayhook()* にアクセスできない場合、この関数は *RuntimeError* を送出します。

このクラスは、eval 評価可能な独自の representation を持ちます:

```
class Person:
   def __init__(self, name, age):
      self.name = name
      self.age = age

   def __repr__(self):
      return f"Person('{self.name}', {self.age})"
```

reversed(*seq*)

要素を逆順に取り出すイテレータ (reverse *iterator*) を返します。*seq* は `__reversed__()` メソッドを持つか、シーケンス型プロトコル (`__len__()` メソッド、および、0 以上の整数を引数とする `__getitem__()` メソッド) をサポートするオブジェクトでなければなりません。

round(*number*, *ndigits=None*)

number を小数点以下 *ndigits* 桁の精度で丸めた値を返します。*ndigits* が省略されたり、None だった場合、入力値に最も近い整数を返します。

round() をサポートする組み込み型では、値は 10 のマイナス *ndigits* 乗の倍数の中で最も近いものに丸められます; 二つの倍数が同じだけ近いなら、偶数を選ぶ方に (そのため、例えば round(0.5) と round(-0.5) は両方とも 0 に、round(1.5) は 2 に) 丸められます。*ndigits* には任意の整数値が有効となります (正の整数、ゼロ、負の整数)。返り値は *ndigits* が指定されていないか None の場合は整数、そうでなければ返り値は *number* と同じ型です。

一般的な Python オブジェクト number に対して、round は処理を *number.__round__* に移譲します。

注釈: 浮動小数点数に対する *round()* の振る舞いは意外なものかもしれません: 例えば、round(2.675, 2) は予想通りの 2.68 ではなく 2.67 を与えます。これはバグではありません: これはほとんどの小数が浮動小数点数で正確に表せないことの結果です。詳しくは tut-fp-issues を参照してください。

---

class set

class set(*iterable*)

オプションで *iterable* の要素を持つ、新しい *set* オブジェクトを返します。set は組み込みクラスです。このクラスについて詳しい情報は *set* や *set* **(集合) 型** --- *set, frozenset* を参照してください。

他のコンテナについては *collections* モジュールや組み込みの *frozenset* 、*list* 、*tuple* 、*dict* クラスを参照してください。

setattr(*object*, *name*, *value*)

getattr() の相方です。引数はオブジェクト、文字列、それから任意の値です。文字列は既存の属性または新たな属性の名前にできます。この関数は指定したオブジェクトが許せば、値を属性に関連付けます。例えば、setattr(x, 'foobar', 123) は x.foobar = 123 と等価です。

__getattribute__() のカスタマイズや __slots__ を通じてオブジェクトが強制していない限り、*name* は identifiers で定義されている Python 識別子である必要はありません。属性名が識別子でない場合、ドットを使った属性へのアクセスはできませんが、*getattr()* などを通じてアクセス可能です。

注釈: プライベートな名前のマングリング はコンパイル時に行われます。そのため、プライベートな属性 (先頭に 2 つのアンダースコアを伴う名前を持つ属性) の値を *setattr()* でセットするためには、属性名を手動でマングリングする必要があります。

---

class slice(*stop*)

class slice(*start*, *stop*, *step=None*)

range(start, stop, step) で指定されたインデックスのセットを表す *slice* オブジェクトを返します。引数 *start* と *step* のデフォルトは None です。

start

stop

step

スライスオブジェクトには読み出し専用のデータ属性 start stop step があり、これらは単に引数の値（またはそのデフォルト値）を返します。スライスオブジェクトは特に他の機能を持ちませんが、NumPy や他のサードパーティパッケージで使われています。

スライスオブジェクトは、拡張インデックス構文が使われた場合にも作られます。例: a[start:stop:step] や a[start:stop, i] 。*iterator* を返す代替バージョンについては *itertools.islice()* を参照して下さい。

バージョン 3.12 で変更: スライスオブジェクトが *hashable* (ハッシュ可能) となりました (ただし、属性 *start* 、*stop* 、*step* がすべてハッシュ可能である場合に限ります)。

sorted(*iterable*, */*, ***, *key=None*, *reverse=False*)

iterable の要素を並べ替えた新たなリストを返します。

2 つのオプション引数があり、これらはキーワード引数として指定されなければなりません。

key には 1 引数関数を指定します。これは *iterable* の各要素から比較キーを展開するのに使われます (例えば、key=str.lower のように指定します)。デフォルト値は None です (要素を直接比較します)。

reverse は真偽値です。True がセットされた場合、リストの要素は個々の比較が反転したものとして並び替えられます。

旧式の *cmp* 関数を *key* 関数に変換するには *functools.cmp_to_key()* を使用してください。

組み込みの *sorted()* 関数は安定なことが保証されています。同等な要素の相対順序を変更しないことが保証されていれば、ソートは安定です。これは複数のパスでソートを行なうのに役立ちます（例えば部署でソートしてから給与の等級でソートする場合)。

ソートアルゴリズムは、要素間の比較に < 演算子だけを使います。したがってソートのためには __lt__() メソッドを定義すれば十分なはずですが、**PEP 8** は 6 つの 比較演算子 を全て実装することを推奨しています。これにより、異なるメソッドを必要とする *max()* のような他のソートツールを、同じデータに対して適用することによって起こりうるバグを避ける助けになります。6 つの比較演算子を全て実装することは、リフレクションによって __gt__() メソッドを呼び出す可能性のある型混合の比較での混乱を避けることにも役立ちます。

ソートの例と簡単なチュートリアルは sortinghowto を参照して下さい。

@staticmethod

メソッドを静的メソッドへ変換します。

静的メソッドは暗黙の第一引数を受け取りません。静的メソッドを宣言するには、このイディオムを使ってください:

```
class C:
    @staticmethod
    def f(arg1, arg2, argN): ...
```

`@staticmethod` 形式は関数 **デコレータ** です。詳しくは function を参照してください。

A static method can be called either on the class (such as `C.f()`) or on an instance (such as `C().f()`). Moreover, the static method *descriptor* is also callable, so it can be used in the class definition (such as `f()`).

Python における静的メソッドは Java や C++ における静的メソッドと類似しています。クラスコンストラクタの代替を生成するのに役立つ変種、*classmethod()* も参照してください。

あらゆるデコレータと同じく、`staticmethod` は普通の関数のように呼べ、その返り値で処理が行えます。この機能は、クラス本体から関数を参照する必要があり、かつ、インスタンスメソッドに自動変換されるのを避けたいケースで必要になります。そのようなケースでは、このイディオムが使えます:

```
def regular_function():
    ...

class C:
    method = staticmethod(regular_function)
```

静的メソッドについて詳しい情報は types を参照してください。

バージョン 3.10 で変更: 静的メソッドはメソッド属性 (`__module__`, `__name__`, `__qualname__`, `__doc__` そして `__annotations__`) を継承するようになり、また新たに `__wrapped__` 属性を持つようになりました。さらに、静的メソッドを通常の関数として呼び出すことができるようになりました。

class str(*object=''*)

class str(*object=b''*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

object の *str* 版を返します。詳細は *str()* を参照してください。

`str` は組み込みの文字列 **クラス** です。文字列に関する一般的な情報は、**テキストシーケンス型** --- *str* を参照してください。

sum(*iterable*, */*, *start=0*)

start と *iterable* の要素を左から右へ合計し、総和を返します。*iterable* の要素は通常は数値で、start の値は文字列であってはなりません。

使う場面によっては、*sum()* よりもいい選択肢があります。文字列からなるシーケンスを結合する高速かつ望ましい方法は `''.join(sequence)` を呼ぶことです。浮動小数点数値を拡張された精度で加算するには、*math.fsum()* を参照してください。一連のイテラブルを連結するには、*itertools.chain()* の使用を考えてください。

バージョン 3.8 で変更: *start* パラメータをキーワード引数として指定することができるようになりました。

バージョン 3.12 で変更: Summation of floats switched to an algorithm that gives higher accuracy and better commutativity on most builds.

class super

class super(*type*, *object_or_type=None*)

メソッドの呼び出しを *type* の親または兄弟クラスに委譲するプロキシオブジェクトを返します。これはクラスの中でオーバーライドされた継承メソッドにアクセスするのに便利です。

object_or_type はメソッドの検索のための *method resolution order* (メソッド解決順序) を決定します。検索は *type* 直後のクラスから開始します。

例えば *object_or_type* の *__mro__* 属性が `D -> B -> C -> A -> object` であり、*type* の値が `B` だとすると、*super()* は `C -> A -> object` の順番でメソッドを検索します。

object_or_type の *__mro__* 属性は、*getattr()* と *super()* の 両方で使われる、メソッド解決の探索順序を列記します。この属性は動的で、継承の階層構造が更新されれば、随時変化します。

第 2 引数が省かれたなら、返されるスーパーオブジェクトは束縛されません。第 2 引数がオブジェクトであれば、`isinstance(obj, type)` は真でなければなりません。第 2 引数が型であれば、`issubclass(type2, type)` は真でなければなりません (これはクラスメソッドに役に立つでしょう)。

When called directly within an ordinary method of a class, both arguments may be omitted ("zero-argument `super()`"). In this case, *type* will be the enclosing class, and *obj* will be the first argument of the immediately enclosing function (typically `self`). (This means that zero-argument `super()` will not work as expected within nested functions, including generator expressions, which implicitly create nested functions.)

super の典型的な用途は 2 つあります。第一に、単継承のクラス階層構造で *super* は名前を明示することなく親クラスを参照するのに使え、それゆえコードをメンテナンスしやすくなります。この用途は他のプログラミング言語で見られる *super* の用途によく似ています。

2 つ目の用途は動的な実行環境において協調的 (cooperative) な多重継承をサポートすることです。これは Python に特有の用途で、静的にコンパイルされる言語や、単継承のみをサポートする言語には見られないものです。この機能により、同じ名前のメソッドを実装する複数の基底クラスを使った " ダイヤモンド型* の継承構造を実装することができます。良い設計は、そのような実装において、どのような場合でも同じ呼び出しシグネチャを持つように強制します。(理由は呼び出しの順序が実行時に決定されること、呼び出し順序はクラス階層構造の変化に順応すること、そして呼び出し順序が実行時まで未知の兄弟クラスが含まれる場合があることです)。

両方の用途において、典型的なスーパークラスの呼び出しは次のようになります:

```
class C(B):
    def method(self, arg):
        super().method(arg)    # This does the same thing as:
                               # super(C, self).method(arg)
```

メソッドのルックアップに加えて、*super()* は属性のルックアップに対しても同様に動作します。考えうる用途のひとつは親クラスや兄弟クラスの *descriptors* (デスクリプタ) を呼び出すことです。

なお、*super()* は `super().__getitem__(name)` のような明示的なドット表記属性探索の束縛処理の一部として実装されています。これは、`__getattribute__()` メソッドを予測可能な順序でクラスを検索するように実装し、協調的な多重継承をサポートすることで実現されています。従って、*super()* は文や `super()[name]` のような演算子を使った暗黙の探索向けには定義されていません。

また、*super()* の使用は引数無しの形式を除きメソッド内部に限定されないことにも注目して下さい。2 引数の形式は、必要な要素を正確に指定するので、適当な参照を作ることができます。クラス定義中における引数無しの形式は、定義されているクラスを取り出すのに必要な詳細を、通常の方法で現在のインスタンスにアクセスするようにコンパイラが埋めるのではたらきます。

super() を用いて協調的なクラスを設計する方法の実践的な提案は、guide to using super() を参照してください。

class tuple

class tuple(*iterable*)

tuple は、実際は関数ではなくイミュータブルなシーケンス型で、**タプル型** *(tuple)* と **シーケンス型** *--- list, tuple, range* にドキュメント化されています。

class type(*object*)

class type(*name*, *bases*, *dict*, ***kwds*)

引数が 1 つだけの場合、*object* の型を返します。返り値は型オブジェクトで、一般に *object.__class__* によって返されるのと同じオブジェクトです。

オブジェクトの型の判定には、*isinstance()* 組み込み関数を使うことが推奨されます。これはサブクラスを考慮するからです。

引数が 3 つの場合、新しい型オブジェクトを返します。これは本質的には `class` 文の動的な書式です。*name* 文字列はクラス名で、*__name__* 属性になります。*bases* 基底クラスのタプルで、*__bases__* 属性になります; 空の場合は全てのクラスの基底クラスである *object* が追加されます。*dict* は、クラス本体の属性とメソッドの定義を含む辞書です; 辞書は *__dict__* 属性になる前にコピーされたり、ラップされることがあります。以下の 2 つの文は同じ *type* オブジェクトを生成します:

```
>>> class X:
...     a = 1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...
>>> X = type('X', (), dict(a=1))
```

型オブジェクト も参照してください。

三引数形式の呼び出しに与えられたキーワード引数は、(*metaclass* を除く) クラス定義におけるキーワード引数と同様に、適切なメタクラスの機構 (通常は `__init_subclass__()`) に渡されます。

class-customization も参照してください。

バージョン 3.6 で変更: `type.__new__` をオーバーライドしていない *type* のサブクラスは、オブジェクトの型を得るのに 1 引数形式を利用することができません。

vars()

vars(*object*)

モジュール、クラス、インスタンス、あるいはそれ以外の *__dict__* 属性を持つオブジェクトの、*__dict__* 属性を返します。

モジュールやインスタンスのようなオブジェクトは、更新可能な *__dict__* 属性を持っています。ただし、それ以外のオブジェクトでは *__dict__* 属性への書き込みが制限されている場合があります。書き込みに制限がある例としては、辞書を直接更新されることを防ぐために *types.MappingProxyType* を使っているクラスがあります。

Without an argument, *vars()* acts like *locals()*.

指定されたオブジェクトに *__dict__* 属性がない場合 (たとえばそのクラスが `__slots__` 属性を定義している場合)、*TypeError* 例外が送出されます。

バージョン 3.13 で変更: The result of calling this function without an argument has been updated as described for the *locals()* builtin.

zip(**iterables*, *strict=False*)

複数のイテラブルを並行に反復処理し、各イテラブルの要素からなるタプルを生成します。

以下はプログラム例です:

```
>>> for item in zip([1, 2, 3], ['sugar', 'spice', 'everything nice']):
...     print(item)
...
(1, 'sugar')
(2, 'spice')
(3, 'everything nice')
```

より正式な定義: *zip()* は、i 番目のタプルが 引数に与えた各イテラブルの i 番目の要素を含むような、タプルのイテレータを返します。

zip() に対する別の考え方は、この関数は行を列に、また列を行に変換するということです。これは 行列の転置 とよく似ています。

zip() は遅延評価です: イテラブルが for ループに渡されたり、*list* でラップされたりするなどして反復処理されるまで、要素が実際に処理されることはありません。

ここで考慮すべきことは、*zip()* に渡されるイテラブルが異なる長さを持つことがあるという点です; ときには意図的な場合もあり、またときにはイテラブルを準備するコードにおけるバグのこともあるでしょう。Python はこの問題に対して 3 つの異なるアプローチを提供します:

- デフォルトでは、*zip()* は最も短いイテラブルが消費しきった時点で停止します。より繰り返し数の長いイテラブルの残りの要素は無視して、結果を最も短いイテラブルの長さに切り詰めます:

```
>>> list(zip(range(3), ['fee', 'fi', 'fo', 'fum']))
[(0, 'fee'), (1, 'fi'), (2, 'fo')]
```

- *zip()* は、しばしば受け取ったイテラブルが全て同じ長さであるという想定の下で使われます。そのような場合、strict=True オプションの利用が推奨されます。その出力は通常の *zip()* と同じです:

```
>>> list(zip(('a', 'b', 'c'), (1, 2, 3), strict=True))
[('a', 1), ('b', 2), ('c', 3)]
```

  しかし、デフォルトの動作と異なり、あるイテラブルが他のイテラブルよりも先に消費しきった場合に *ValueError* 例外を送出します:

```
>>> for item in zip(range(3), ['fee', 'fi', 'fo', 'fum'], strict=True):
...     print(item)
...
(0, 'fee')
(1, 'fi')
(2, 'fo')
Traceback (most recent call last):
  ...
ValueError: zip() argument 2 is longer than argument 1
```

  strict=True 引数なしの場合、長さの異なるイテラブルを生じる原因となるいかなるバグも、この時点では問題なく処理されます。そして代わりにプログラムの別の場所で、原因を特定しにくいバグとして検出されることになるでしょう。

- 短いイテラブルを一定の値でパディングして全てのイテラブルが同じ長さになるようにすることもできます。この機能は *itertools.zip_longest()* で提供されます。

エッジケース: 引数としてイテラブルをひとつだけ渡した場合、*zip()* は 1 タプルのイテレータを返します。引数なしの場合は空のイテレータを返します。

ヒントとコツ:

- イテラブルの左から右への評価順序は保証されています。そのため `zip(*[iter(s)]*n, strict=True)` を使ってデータ系列を長さ n のグループにクラスタリングするイディオムが使えます。これは、各出力タプルがイテレータを `n` 回呼び出した結果となるよう、**同じ** イテレータを `n` 回繰り返します。これは入力を長さ n のチャンクに分割する効果があります。

- *zip()* に続けて `*` 演算子を使うと、zip したリストを元に戻せます:

```
>>> x = [1, 2, 3]
>>> y = [4, 5, 6]
>>> list(zip(x, y))
[(1, 4), (2, 5), (3, 6)]
>>> x2, y2 = zip(*zip(x, y))
>>> x == list(x2) and y == list(y2)
True
```

バージョン 3.10 で変更: `strict` 引数が追加されました。

__import__(*name*, *globals=None*, *locals=None*, *fromlist=()*, *level=0*)

注釈: これは *importlib.import_module()* とは違い、日常の Python プログラミングでは必要ない高等な関数です。

この関数は `import` 文により呼び出されます。(*builtins* モジュールをインポートして `builtins.__import__` に代入することで) この関数を置き換えて `import` 文のセマンティクスを変更することができますが、同様のことをするのに通常はインポートフック (**PEP 302** 参照) を利用する方が簡単で、かつデフォルトのインポート実装が使用されていることを仮定するコードとの間で問題が起きないので、このやり方は **強く** 推奨されません。*__import__()* を直接使用することも推奨されず、*importlib.import_module()* の方が好まれます。

この関数は、モジュール *name* をインポートし、*globals* と *locals* が与えられれば、パッケージのコンテキストで名前をどう解釈するか決定するのに使います。*fromlist* は *name* で与えられるモジュールからインポートされるべきオブジェクトまたはサブモジュールの名前を与ます。標準の実装では *locals* 引数はまったく使われず、*globals* は `import` 文のパッケージコンテキストを決定するためにのみ使われます。

level は絶対と相対どちらのインポートを使うかを指定します。0 (デフォルト) は絶対インポートのみ実行します。正の *level* の値は、*__import__()* を呼び出したディレクトリから検索対象となる親ディレクトリの数を示します (詳細は **PEP 328** を参照してください)。

name 変数が `package.module` 形式であるとき、通常は、*name* で指名されたモジュール **ではなく**、最上位のパッケージ (最初のドットまでの名前) が返されます。しかしながら、空でない *fromlist* 引数が与えられると、*name* で指名されたモジュールが返されます。

例えば、文 `import spam` は、以下のコードのようなバイトコードに帰結します:

```
spam = __import__('spam', globals(), locals(), [], 0)
```

文 `import spam.ham` は、この呼び出しになります:

```
spam = __import__('spam.ham', globals(), locals(), [], 0)
```

ここで *__import__()* がどのように最上位モジュールを返しているかに注意して下さい。`import` 文により名前が束縛されたオブジェクトになっています。

一方で、文 `from spam.ham import eggs, sausage as saus` は、以下となります

```
_temp = __import__('spam.ham', globals(), locals(), ['eggs', 'sausage'], 0)
eggs = _temp.eggs
saus = _temp.sausage
```

ここで、*__import__()* から `spam.ham` モジュールが返されます。このオブジェクトから、インポートされる名前が取り出され、それぞれの名前として代入されます。

単純に名前からモジュール (パッケージの範囲内であるかも知れません) をインポートしたいなら、*importlib.import_module()* を使ってください。

バージョン 3.3 で変更: 負の *level* の値はサポートされなくなりました (デフォルト値の 0 に変更されます)。

バージョン 3.9 で変更: コマンドラインオプション `-E` or `-I` が指定された場合、環境変数 `PYTHONCASEOK` は無視されるようになりました。

脚注

第

THREE

組み込み定数

組み込み名前空間にはいくつかの定数があります。定数の一覧:

False

bool 型の偽値です。False への代入は不正で、*SyntaxError* を送出します。

True

bool 型の真値です。True への代入は不正で、*SyntaxError* を送出します。

None

関数にデフォルト引数が渡されなかったときなどに、値の非存在を表すのに頻繁に用いられるオブジェクトです。None への代入は不正で、*SyntaxError* を送出します。None が *NoneType* 型の唯一のインスタンスです。

NotImplemented

特殊な二項演算のメソッド (e.g. `__eq__()`, `__lt__()`, `__add__()`, `__rsub__()`, etc.) が、他の型に対して演算が実装されていないことを示すために返す特殊値です。インプレースの特殊な二項演算のメソッド (e.g. `__imul__()`, `__iand__()`, etc.) も同じ理由でこの値を返すことがあります。この処理では真偽値コンテキストでの評価はしてはいけません。NotImplemented が *types.NotImplementedType* 型の唯一のインスタンスです。

注釈: 二項演算の (あるいはインプレースの) メソッドが NotImplemented を返した場合、インタープリタはもう一方の型で定義された対の演算で代用を試みます (あるいは演算によっては他の代替手段も試みます)。試行された演算全てが NotImplemented を返した場合、インタープリタは適切な例外を送出します。NotImplemented を正しく返さないと、誤解を招きかねないエラーメッセージになったり、NotImplemented が Python コードに返されるようなことになります。

例として **算術演算の実装** を参照してください。

注釈: NotImplementedError と NotImplemented は、似たような名前と目的を持っていますが、相互に

変換できません。利用する際には、*NotImplementedError* を参照してください。

バージョン 3.9 で変更: Evaluating `NotImplemented` in a boolean context was deprecated.

バージョン 3.14 で変更: Evaluating `NotImplemented` in a boolean context now raises a *TypeError*. It previously evaluated to *True* and emitted a *DeprecationWarning* since Python 3.9.

Ellipsis

Ellipsis リテラル "..." と同じです。主に拡張スライス構文やユーザ定義のコンテナデータ型において使われる特殊な値です。`Ellipsis` が *types.EllipsisType* 型の唯一のインスタンスです。

__debug__

この定数は、Python が `-O` オプションを有効にして開始されたのでなければ真です。`assert` 文も参照して下さい。

注釈: 名前 *None* 、*False* 、*True* 、*__debug__* は再代入できない (これらに対する代入は、たとえ属性名としてであっても *SyntaxError* が送出されます) ので、これらは「真の」定数であると考えられます。

3.1 site モジュールで追加される定数

site モジュール (`-S` コマンドラインオプションが指定されない限り、スタートアップ時に自動的にインポートされます) は組み込み名前空間にいくつかの定数を追加します。それらは対話的インタープリタシェルで有用ですが、プログラム中では使うべきではありません。

quit(*code=None*)

exit(*code=None*)

表示されたときに "Use quit() or Ctrl-D (i.e. EOF) to exit" のようなメッセージを表示し、呼び出されたときには指定された終了コードを伴って *SystemExit* を送出するオブジェクトです。

copyright

credits

表示あるいは呼び出されたときに、それぞれ著作権あるいはクレジットのテキストが表示されるオブジェクトです。

license

表示されたときに "Type license() to see the full license text" というメッセージを表示し、呼び出されたときには完全なライセンスのテキストをページャのような形式で (1 画面分づつ) 表示するオブジェクトです。

第

FOUR

組み込み型

以下のセクションでは、インタプリタに組み込まれている標準型について記述します。

主要な組み込み型は、数値、シーケンス、マッピング、クラス、インスタンス、および例外です。

コレクションクラスには、ミュータブルなものがあります。コレクションのメンバをインプレースに足し、引き、または並べ替えて、特定の要素を返さないメソッドは、コレクション自身ではなく None を返します。

演算には、複数の型でサポートされているものがあります; 特に、ほぼ全てのオブジェクトは、等価比較でき、真理値を判定でき、(*repr()* 関数や、わずかに異なる *str()* 関数によって) 文字列に変換できます。オブジェクトが *print()* 関数で印字されるとき、文字列に変換する関数が暗黙に使われます。

4.1 真理値判定

どのようなオブジェクトでも真理値として判定でき、if や while の条件あるいは以下のブール演算の被演算子として使えます。

オブジェクトは、デフォルトでは真と判定されます。ただし、そのクラスが __bool__() メソッドを定義していて False を返す場合、または __len__() メソッドを定義していてゼロを返す場合は偽と判定されます。[*1] 以下は偽と判定される主な組み込みオブジェクトです:

- 偽であると定義されている定数: None と False
- 数値型におけるゼロ: 0, 0.0, 0j, Decimal(0), Fraction(0, 1)
- 空のシーケンスまたはコレクション: '', (), [], {}, set(), range(0)

ブール値の結果を返す演算および組み込み関数は、特に注釈のない限り常に偽値として 0 または False を返し、真値として 1 または True を返します。(重要な例外: ブール演算 or および and は常に被演算子のうちの一つを返します。)

[*1] これらの特殊なメソッドのさらなる情報については、Python リファレンスマニュアル (customization) を参照してください。

4.2 ブール演算 --- and, or, not

以下にブール演算を、優先順位が低い順に示します:

演算	結果	注釈
`x or y`	x が真なら x, そうでなければ y	(1)
`x and y`	x が偽なら x, そうでなければ y	(2)
`not x`	x が偽なら `True`, そうでなければ `False`	(3)

注釈:

(1) この演算子は短絡評価されます。つまり第一引数が偽のときにのみ、第二引数が評価されます。

(2) この演算子は短絡評価されます。つまり第一引数が真のときにのみ、第二引数が評価されます。

(3) `not` は非ブール演算子よりも優先度が低いので、`not a == b` は `not (a == b)` と解釈され、`a == not b` は構文エラーです。

4.3 比較

Python には 8 種の比較演算があります。比較演算の優先順位は全て同じです (ブール演算より高い優先順位です)。比較は任意に連鎖できます; 例えば、`x < y <= z` は `x < y and y <= z` とほぼ等価ですが、この y は一度だけしか評価されません (どちらにしても、`x < y` が偽となれば z は評価されません)。

以下の表に比較演算をまとめます:

演算	意味
`<`	より小さい
`<=`	以下
`>`	より大きい
`>=`	以上
`==`	等しい
`!=`	等しくない
`is`	同一のオブジェクトである
`is not`	同一のオブジェクトでない

異なる数値型の場合を除き、異なる型のオブジェクト同士は等価になることはありません。`==` 演算子は常に定義されていますが、いくつかのオブジェクト型 (たとえばクラスオブジェクト) では `is` と同等になります。`<`, `<=`, `>` および `>=` 演算子は、それらの意味が明快である場合に限って定義されます; たとえば、オペランドのいずれかが複素数である場合、これらの演算子は *TypeError* 例外を送出します。

あるクラスの同一でないインスタンスは、通常等価でないとされますが、そのクラスが `__eq__()` メソッドを定義している場合は除きます。

クラスのインスタンスは、そのクラスがメソッド `__lt__()` 、`__le__()` 、`__gt__()` 、`__ge__()` のうち十分なものを定義していない限り、同じクラスの別のインスタンスや他の型のオブジェクトとは順序付けできません (一般に、比較演算子の通常の意味を求めるなら、`__lt__()` と `__eq__()` だけで十分です)。

`is` および `is not` 演算子の振る舞いはカスタマイズできません。また、これらはいかなる 2 つのオブジェクトにも適用でき、決して例外を送出しません。

`in` と `not in` という構文上で同じ優先度を持つ演算子がさらに 2 つあり、*iterable* または `__contains__()` を実装した型でサポートされています。

4.4 数値型 int, float, complex

数値型には 3 種類あります: **整数** 、**浮動小数点数** 、**複素数** です。さらに、ブール型は整数のサブタイプです。整数には精度の制限がありません。浮動小数点型はたいていは C の `double` を使って実装されています; あなたのプログラムが動作するマシンでの浮動小数点型の精度と内部表現は、*sys.float_info* から利用できます。複素数は実部と虚部を持ち、それぞれ浮動小数点数です。複素数 z から実部および虚部を取り出すには、`z.real` および `z.imag` を使ってください。(標準ライブラリには、さらに分数のための数値型 *fractions.Fraction* や、ユーザによる精度の定義が可能な浮動小数点数のための *decimal.Decimal* があります。)

数値は、数値リテラルによって、あるいは組み込み関数や演算子の戻り値として生成されます。(十六進、八進、二進数を含む) 修飾のない整数リテラルは、整数を与えます。小数点または指数表記を含む数値リテラルは浮動小数点数を与えます。数値リテラルに `'j'` または `'J'` をつけると虚数 (実部がゼロの複素数) を与え、それに整数や浮動小数点数を加えて実部と虚部を持つ複素数を得られます。

Python は型混合の算術演算に完全に対応しています: ある二項算術演算子の被演算子の数値型が互いに異なるとき、" より狭い方" の型の被演算子はもう片方の型に合わせて広げられます。ここで整数は浮動小数点数より狭く、浮動小数点数は複素数より狭いです。たくさんの異なる型の数値間での比較は、それらの厳密な数で比較したかのように振る舞います。[*2]

コンストラクタ *int()* 、*float()* 、*complex()* で、特定の型の数を生成できます。

全ての (複素数を除く) 組み込み数値型は以下の演算に対応しています (演算の優先順位については、operator-summary を参照してください):

[*2] この結果として、リスト `[1, 2]` は `[1.0, 2.0]` と等しいと見なされます。タプルの場合も同様です。

演算	結果	注釈	完全なドキュメント
`x + y`	x と y の和		
`x - y`	x と y の差		
`x * y`	x と y の積		
`x / y`	x と y の商		
`x // y`	x と y の商を切り下げたもの	(1)(2)	
`x % y`	`x / y` の剰余	(2)	
`-x`	x の符号反転		
`+x`	x そのまま		
`abs(x)`	x の絶対値または大きさ		*abs()*
`int(x)`	x の整数への変換	(3)(6)	*int()*
`float(x)`	x の浮動小数点数への変換	(4)(6)	*float()*
`complex(re, im)`	実部 *re*, 虚部 *im* の複素数。*im* の既定値はゼロ。	(6)	*complex()*
`c.conjugate()`	複素数 c の共役複素数		
`divmod(x, y)`	`(x // y, x % y)` からなるペア	(2)	*divmod()*
`pow(x, y)`	x の y 乗	(5)	*pow()*
`x ** y`	x の y 乗	(5)	

注釈:

(1) 整数の除算とも呼ばれます。*int* 型のオペランドに対しては、結果は *int* 型になります。*float* 型のオペランドに対しては、結果は *float* 型になります。一般に結果の型は必ずしも *int* 型ではありませんが、結果は常に整数です。結果は常に負の無限大の方向に丸められます: `1//2` は `0` 、`(-1)//2` は `-1` 、`1//(-2)` は `-1` 、そして `(-1)//(-2)` は `0` です。

(2) 複素数型には使えません。適用可能な場合には代わりに *abs()* で浮動小数点型に変換してください。

(3) *float* から *int* への変換は小数点以下を切り捨てます。別の変換方法については関数 *math.floor()* や *math.ceil()* を参照してください。

(4) 浮動小数点数は、文字列 "nan" と "inf" を、オプションの接頭辞 "+" または "-" と共に、非数 (Not a Number (NaN)) や正、負の無限大として受け付けます。

(5) Python は、プログラム言語一般でそうであるように、`pow(0, 0)` および `0 ** 0` を `1` と定義します。

(6) 受け付けられる数値リテラルは数字 `0` から `9` または等価な Unicode (`Nd` プロパティを持つコードポイント) を含みます。

`Nd` プロパティを持つコードポイントの完全なリストは Unicode 標準 をご覧ください。

全ての *numbers.Real* 型 (*int* 、*float*) は以下の演算も含みます:

演算	結果
math.trunc(x)	x を *Integral* (整数) に切り捨てます
round(x[, n])	x を n 桁に丸めます。丸め方は偶数丸めです。n が省略されれば 0 がデフォルトとなります。
math.floor(x)	x 以下の最大の *Integral* (整数) を返します
math.ceil(x)	x 以上の最小の *Integral* (整数) を返します

その他の数値演算は、*math* や *cmath* モジュールをご覧ください。

4.4.1 整数型におけるビット単位演算

ビット単位演算は整数についてのみ意味を持ちます。ビット単位演算の結果は、あたかも両方の値の先頭を無限個の符号ビットで埋めたものに対して計算したかのような値になります。

二項ビット単位演算の優先順位は全て、数値演算よりも低く、比較よりも高くなっています; 単項演算 `~` の優先順位は他の単項数値演算 (`+` および `-`) と同じです。

以下の表では、ビット単位演算を優先順位が低い順に並べています:

演算	結果	注釈
`x | y`	x と y のビット単位 **論理和**	(4)
`x ^ y`	x と y のビット単位 **排他的論理和**	(4)
`x & y`	x と y のビット単位 **論理積**	(4)
`x << n`	x の n ビット左シフト	(1)(2)
`x >> n`	x の n ビット右シフト	(1)(3)
`~x`	x のビット反転	

注釈:

(1) 負値のシフト数は不正であり、*ValueError* が送出されます。

(2) n ビットの左シフトは、`pow(2, n)` による乗算と等価です。

(3) n ビットの右シフトは、`pow(2, n)` による切り捨て除算と等価です。

(4) 桁の長い方の値に少なくとも 1 つ余計に符号ビットを付け加えた幅 (計算するビット幅は `1 + max(x.bit_length(), y.bit_length())` かそれ以上) でこれらの計算を行えば、無限個の符号ビットがあるかのように計算したのと同じ結果を得るのに十分です。

4.4.2 整数型における追加のメソッド

整数型は *numbers.Integral* **抽象基底クラス** を実装します。さらに、追加のメソッドをいくつか提供します:

`int.bit_length()`

整数を、符号と先頭の 0 は除いて二進法で表すために必要なビットの数を返します:

```
>>> n = -37
>>> bin(n)
'-0b100101'
>>> n.bit_length()
6
```

正確には、`x` が非 0 なら、`x.bit_length()` は `2**(k-1) <= abs(x) < 2**k` を満たす唯一の正の整数 `k` です。同様に、`abs(x)` が十分小さくて対数を適切に丸められるとき、`k = 1 + int(log(abs(x), 2))` です。`x` が 0 なら、`x.bit_length()` は 0 を返します。

次と等価です:

```
def bit_length(self):
    s = bin(self)       # binary representation:  bin(-37) --> '-0b100101'
    s = s.lstrip('-0b') # remove leading zeros and minus sign
    return len(s)       # len('100101') --> 6
```

Added in version 3.1.

`int.bit_count()`

整数の絶対値の二進数表現における 1 の数を返します。これは population count としても知られています。例:

```
>>> n = 19
>>> bin(n)
'0b10011'
>>> n.bit_count()
3
>>> (-n).bit_count()
3
```

次と等価です:

```
def bit_count(self):
    return bin(self).count("1")
```

Added in version 3.10.

`int.to_bytes`(*length=1*, *byteorder='big'*, ***, *signed=False*)

整数を表すバイト列を返します。

```
>>> (1024).to_bytes(2, byteorder='big')
b'\x04\x00'
>>> (1024).to_bytes(10, byteorder='big')
b'\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x00\x04\x00'
>>> (-1024).to_bytes(10, byteorder='big', signed=True)
b'\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xff\xfc\x00'
>>> x = 1000
>>> x.to_bytes((x.bit_length() + 7) // 8, byteorder='little')
b'\xe8\x03'
```

整数は *length* バイトで表されます、デフォルト値は 1 です。整数が与えられた数のバイトで表せなければ、*OverflowError* が送出されます。

byteorder 引数は、整数を表すのに使われるバイトオーダーを決定します。デフォルト値は `"big"` です。*byteorder* が `"big"` なら、最上位のバイトがバイト配列の最初に来ます。*byteorder* が `"little"` なら、最上位のバイトがバイト配列の最後に来ます。

signed 引数は、整数を表すのに 2 の補数を使うかどうかを決定します。*signed* が `False` で、負の整数が与えられたなら、*OverflowError* が送出されます。*signed* のデフォルト値は `False` です。

上記のデフォルト値は整数を 1 バイトのオブジェクトに適切に変換するのに使うことができます:

```
>>> (65).to_bytes()
b'A'
```

ただし、デフォルト引数で 255 より大きな整数を変換しないでください。そうでなければ:exc:*OverflowError* 例外を引き起こします。

次と等価です:

```
def to_bytes(n, length=1, byteorder='big', signed=False):
    if byteorder == 'little':
        order = range(length)
    elif byteorder == 'big':
        order = reversed(range(length))
    else:
        raise ValueError("byteorder must be either 'little' or 'big'")

    return bytes((n >> i*8) & 0xff for i in order)
```

Added in version 3.2.

バージョン 3.11 で変更: `length` と `byteorder` 引数にデフォルト値を追加しました。

classmethod **int.from_bytes**(*bytes*, *byteorder='big'*, ***, *signed=False*)

与えられたバイト列の整数表現を返します。

```
>>> int.from_bytes(b'\x00\x10', byteorder='big')
16
>>> int.from_bytes(b'\x00\x10', byteorder='little')
4096
>>> int.from_bytes(b'\xfc\x00', byteorder='big', signed=True)
-1024
>>> int.from_bytes(b'\xfc\x00', byteorder='big', signed=False)
64512
>>> int.from_bytes([255, 0, 0], byteorder='big')
16711680
```

引数 *bytes* は *bytes-like object* か、または bytes を生成する iterable でなければなりません。

byteorder 引数は、整数を表すのに使われるバイトオーダーを決定します。デフォルト値は `"big"` です。*byteorder* が `"big"` なら、最上位のバイトがバイト配列の最初に来ます。*byteorder* が `"little"` なら、最上位のバイトがバイト配列の最後に来ます。ホストシステムにネイティブのバイトオーダーを要求するには、*sys.byteorder* をバイトオーダーの値として使ってください。

signed 引数は、整数を表すのに 2 の補数を使うかどうかを決定します。

次と等価です:

```
def from_bytes(bytes, byteorder='big', signed=False):
    if byteorder == 'little':
        little_ordered = list(bytes)
    elif byteorder == 'big':
        little_ordered = list(reversed(bytes))
    else:
        raise ValueError("byteorder must be either 'little' or 'big'")

    n = sum(b << i*8 for i, b in enumerate(little_ordered))
    if signed and little_ordered and (little_ordered[-1] & 0x80):
        n -= 1 << 8*len(little_ordered)

    return n
```

Added in version 3.2.

バージョン 3.11 で変更: `byteorder` 引数にデフォルト値を追加しました。

int.as_integer_ratio()

比が元の数と等しくなるような整数のペアを返します。戻り値の分母に相当する数は正の整数です。元の数が整数の場合の比は、常にその整数が分子であり、分母は `1` です。

Added in version 3.8.

int.is_integer()

常に True を返します。*float.is_integer()* に対するダックタイピングの互換性のために存在しています。

Added in version 3.12.

4.4.3 浮動小数点数に対する追加のメソッド

浮動小数点数型は、*numbers.Real* **抽象基底クラス** を実装しています。浮動小数点型はまた、以下の追加のメソッドを持ちます。

float.as_integer_ratio()

比が厳密に元の浮動小数点数であるような一対の整数を返します。比は既約分数として与えられ、分母は正の値です。無限大に対しては *OverflowError* を、非数 (NaN) に対しては *ValueError* を送出します。

float.is_integer()

浮動小数点数インスタンスが有限の整数値なら True を、そうでなければ False を返します:

```
>>> (-2.0).is_integer()
True
>>> (3.2).is_integer()
False
```

16 進表記の文字列へ、または、16 進表記からの変換をサポートする二つのメソッドがあります。Python の浮動小数点数は内部的には 2 進数で保持されるので、浮動小数点数の *10* **進数** へまたは *10* **進数** からの変換には若干の丸め誤差があります。それに対し、16 進表記では、浮動小数点数を正確に表現できます。これはデバッグのときや、数学的な用途 (numerical work) に便利でしょう。

float.hex()

浮動小数点数の 16 進文字列表現を返します。有限の浮動小数点数に対し、この表現は常に 0x で始まり p と指数が続きます。

classmethod float.fromhex(*s*)

16 進文字列表現 *s* で表される、浮動小数点数を返すクラスメソッドです。文字列 *s* は、前や後にホワイトスペースを含んでいても構いません。

float.fromhex() はクラスメソッドですが、*float.hex()* はインスタンスメソッドであることに注意して下さい。

16 進文字列表現は以下の書式となります:

```
[sign] ['0x'] integer ['.' fraction] ['p' exponent]
```

sign は必須ではなく、+ と - のどちらかです。integer と fraction は 16 進数の文字列で、exponent は 10 進数で符号もつけられます。大文字・小文字は区別されず、最低でも 1 つの 16 進数文字を整数部もしくは小数部に含む必要があります。この制限は C99 規格のセクション 6.4.4.2 で規定されていて、Java 1.5 以降でも使われています。特に、*float.hex()* の出力は C や Java コード中で、浮動小数点数の 16 進表記として役に立つでしょう。また、C の %a 書式や、Java の Double.toHexString で書きだされた文字列は *float.fromhex()* で受け付けられます。

なお、指数部は 16 進数ではなく 10 進数で書かれ、係数に掛けられる 2 の累乗を与えます。例えば、16 進文字列 0x3.a7p10 は浮動小数点数 (3 + 10./16 + 7./16**2) * 2.0**10 すなわち 3740.0 を表します:

```
>>> float.fromhex('0x3.a7p10')
3740.0
```

逆変換を 3740.0 に適用すると、同じ数を表す異なる 16 進文字列表現を返します:

```
>>> float.hex(3740.0)
'0x1.d380000000000p+11'
```

4.4.4 数値型のハッシュ化

数 x と y に対して、型が異なっていたとしても、x == y であれば必ず hash(x) == hash(y) であることが要請されます (詳細は __hash__() メソッドドキュメントを参照してください)。実装の簡単さと 複数の数値型 (*int* 、*float* 、*decimal.Decimal* 、*fractions.Fraction* を含みます) 間の効率のため、Python の 数値型に対するハッシュ値はある単一の数学的関数に基づいていて、その関数はすべての有理数に対し定義されているため、*int* と *fractions.Fraction* のすべてのインスタンスと、*float* と *decimal.Decimal* のすべての有限なインスタンスに 対して適用されます。本質的には、この関数は定数の素数 P に対して P を法とする還元で与えられます。値 P は、*sys.hash_info* の *modulus* 属性として Python で利用できます。

CPython 実装の詳細: 現在使われている素数は、32 bit C long のマシンでは P = 2**31 - 1 、64-bit C long のマシンでは P = 2**61 - 1 です。

詳細な規則はこうです:

- x = m / n が非負の有理数で、n が P で割り切れないなら、invmod(n, P) を n を P で割った剰余の (剰余演算の意味での) 逆数を与えるものとして、hash(x) を m * invmod(n, P) % P と定義します。
- x = m / n が非負の有理数で、n が P で割り切れる (が m は割り切れない) なら、n は P で割った余りの逆数を持たず、上の規則は適用できません。この場合、hash(x) を定数 sys.hash_info.inf と定義します。
- x = m / n が負の有理数なら、hash(x) を -hash(-x) と定義します。その結果のハッシュが -1 なら、-2 に置き換えます。
- 特定の値 sys.hash_info.inf 、-sys.hash_info.inf は、正の無限大、負の無限大のハッシュ値を (それぞれ) 表すのに使われます。

- 複素 (*complex*) 数 z に対して、実部と虚部のハッシュ値は、hash(z.real) + sys.hash_info.imag * hash(z.imag) の 2**sys.hash_info.width を法とする還元を計算することにより組み合わせられ、よってこれは range(-2**(sys.hash_info.width - 1), 2**(sys.hash_info.width - 1)) に収まります。再び、結果が -1 なら、-2 で置き換えられます。

上述の規則をわかりやすくするため、有理数 *float* や、*complex* のハッシュを計算する組み込みのハッシュと等価な Python コードの例を挙げます:

```
import sys, math

def hash_fraction(m, n):
    """Compute the hash of a rational number m / n.

    Assumes m and n are integers, with n positive.
    Equivalent to hash(fractions.Fraction(m, n)).

    """
    P = sys.hash_info.modulus
    # Remove common factors of P.  (Unnecessary if m and n already coprime.)
    while m % P == n % P == 0:
        m, n = m // P, n // P

    if n % P == 0:
        hash_value = sys.hash_info.inf
    else:
        # Fermat's Little Theorem: pow(n, P-1, P) is 1, so
        # pow(n, P-2, P) gives the inverse of n modulo P.
        hash_value = (abs(m) % P) * pow(n, P - 2, P) % P
    if m < 0:
        hash_value = -hash_value
    if hash_value == -1:
        hash_value = -2
    return hash_value

def hash_float(x):
    """Compute the hash of a float x."""

    if math.isnan(x):
        return object.__hash__(x)
    elif math.isinf(x):
        return sys.hash_info.inf if x > 0 else -sys.hash_info.inf
    else:
        return hash_fraction(*x.as_integer_ratio())

def hash_complex(z):
    """Compute the hash of a complex number z."""

    hash_value = hash_float(z.real) + sys.hash_info.imag * hash_float(z.imag)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # do a signed reduction modulo 2**sys.hash_info.width
    M = 2**(sys.hash_info.width - 1)
    hash_value = (hash_value & (M - 1)) - (hash_value & M)
    if hash_value == -1:
        hash_value = -2
    return hash_value
```

4.5 ブーリアン型 - bool

ブーリアン型は真理値を表現します。*bool* 型はただ 2 つの定数インスタンス `True` と `False` を持ちます。

組み込み関数 *bool()* は、もしその値が真理値として解釈可能ならば、任意の値を真偽値に変換します (上記 **真理値判定** 節を参照してください)。

論理演算には **ブーリアン演算子** `and`, `or` および `not` を使ってください。2 つの真偽値に対してビット演算子 `&`, `|`, `^` を適用した場合は、それぞれ論理演算 "and", "or", "xor" に相当するブール値を返します。しかしながら、論理演算子 `and`, `or` および `!=` を使うほうが `&`, `|` や `^` を使うよりも好ましいです。

バージョン 3.12 で非推奨: ビット反転演算子 `~` は非推奨であり、Python 3.14 ではエラーを送出するようになります。

bool は *int* のサブクラスです (**数値型** *int, float, complex* を参照してください)。多くの数値的なコンテキストにおいて、`False` と `True` はそれぞれ整数 0 と 1 であるかのように振る舞います。しかし、そのような振る舞いを信頼することは推奨されません; *int()* を使って明示的に整数値に変換してください。

4.6 イテレータ型

Python はコンテナでの反復処理の概念をサポートしています。この概念は 2 つの別々のメソッドを使って実装されています; これらのメソッドを使ってユーザ定義のクラスで反復を行えるようにできます。後に詳しく述べるシーケンスは、必ず反復処理メソッドをサポートしています。

コンテナオブジェクトが **イテラブル** のサポートを提供するためには、一つのメソッドが定義されていなければなりません:

`container.__iter__()`

> *iterator* オブジェクトを返します。オブジェクトは後述するイテレータプロトコルをサポートする必要があります。もしコンテナが異なる種類の反復処理をサポートするなら、それぞれの反復処理のためのイテレータを要求するメソッドをそれぞれ提供しても構いません 。(複数の形式の反復処理を提供するオブジェクトの例として、幅優先探索と深さ優先探索をサポートする木構造が挙げられます。) このメソッドは Python/C API での Python オブジェクトの型構造体の `tp_iter` スロットに対応します。

イテレータオブジェクト自体は以下の 2 つのメソッドをサポートする必要があります。これらのメソッドは 2 つ合わせて *iterator protocol*: (イテレータプロトコル) を成します:

`iterator.__iter__()`

iterator オブジェクト自体を返します。このメソッドはコンテナとイテレータの両方を `for` および `in` 文で使えるようにするために必要です。このメソッドは Python/C API において Python オブジェクトを表す型構造体の `tp_iter` スロットに対応します。

`iterator.__next__()`

iterator の次のアイテムを返します。もしそれ以上アイテムが無ければ *StopIteration* 例外を送出します。このメソッドは Python/C API での Python オブジェクトの型構造体の `tp_iternext` スロットに対応します。

Python では、いくつかのイテレータオブジェクトを定義して、一般のシーケンス型、特殊なシーケンス型、辞書型、その他の特殊な形式に渡って反復をサポートしています。特殊型は、イテレータプロトコルの実装以外では重要ではありません。

イテレータの *__next__()* メソッドが一旦 *StopIteration* を送出したなら、以降の呼び出しでも例外を送出し続けなければなりません。この特性に従わない実装は壊れているとみなされます。

4.6.1 ジェネレータ型

Python における *generator* (ジェネレータ) は、イテレータプロトコルを実装する便利な方法を提供します。コンテナオブジェクトの *__iter__()* メソッドがジェネレータとして実装されていれば、そのメソッドは `__iter__()` および `__next__()` メソッドを提供するイテレータオブジェクト (厳密にはジェネレータオブジェクト) を自動的に返します。ジェネレータに関する詳細な情報は、yield 式のドキュメント にあります。

4.7 シーケンス型 --- list, tuple, range

基本的なシーケンス型は 3 つあります: リスト、タプル、range オブジェクトです。**バイナリデータ** や **テキスト文字列** を処理するように仕立てられたシーケンス型は、セクションを割いて解説します。

4.7.1 共通のシーケンス演算

以下の表にある演算は、ほとんどのミュータブル、イミュータブル両方のシーケンスでサポートされています。カスタムのシーケンス型にこれらの演算を完全に実装するのが簡単になるように、*collections.abc.Sequence* ABC が提供されています。

以下のテーブルで、シーケンス演算を優先順位が低い順に挙げます。表内で、s と t は同じ型のシーケンス、n、i、j、k は整数、x は s に課された型と値の条件を満たす任意のオブジェクトです。

in および not in 演算の優先順位は比較演算と同じです。+ (結合) および * (繰り返し) の優先順位は対応する数値演算と同じです。[*3]

演算	結果	注釈
x in s	s のある要素が x と等しければ True , そうでなければ False	(1)
x not in s	s のある要素が x と等しければ False, そうでなければ True	(1)
s + t	s と t の結合	(6)(7)
s * n または n * s	s 自身を n 回足すのと同じ	(2)(7)
s[i]	s の 0 から数えて i 番目の要素	(3)
s[i:j]	s の i から j までのスライス	(3)(4)
s[i:j:k]	s の i から j まで、k 毎のスライス	(3)(5)
len(s)	s の長さ	
min(s)	s の最小の要素	
max(s)	s の最大の要素	
s.index(x[, i[, j]])	s 中で x が最初に出現するインデックス (インデックス i 以降からインデックス j までの範囲)	(8)
s.count(x)	s 中に x が出現する回数	

同じ型のシーケンスは比較もサポートしています。特に、タプルとリストは対応する要素を比較することで辞書式順序で比較されます。つまり、等しいとされるためには、すべての要素が等しく、両シーケンスの型も長さも等しくなければなりません。(完全な詳細は言語リファレンスの comparisons を参照してください。)

ミュータブルなシーケンスに対する前方および逆方向イテレータはインデックスを使って要素にアクセスします。インデックスは、仮に参照するシーケンスが変化したとしても前方 (または後方) に進み続けます。イテレータは *IndexError* または *StopIteration* に出会った場合 (またはインデックスがゼロより小さくなった場合) にのみ終了します。

注釈:

(1) in および not in 演算は、一般に単純な包含判定にのみ使われますが、(*str*, *bytes*, *bytearray* のような) 特殊なシーケンスでは部分シーケンス判定にも使われます:

```
>>> "gg" in "eggs"
True
```

(2) 0 未満の値 n は 0 として扱われます (これは s と同じ型の空のシーケンスを表します)。シーケンス s の要素はコピーされないので注意してください; コピーではなく要素に対する参照カウントが増えます。これは Python に慣れていないプログラマをよく悩ませます。例えば以下のコードを考えます:

[*3] パーザが演算対象の型を識別できるようにするために、このような優先順位でなければならないのです。

```
>>> lists = [[]] * 3
>>> lists
[[], [], []]
>>> lists[0].append(3)
>>> lists
[[3], [3], [3]]
```

ここで、`[[]]` が空リストを含む 1 要素のリストなので、`[[]] * 3` の 3 要素はこの一つの空リスト (への参照) です。`lists` のいずれかの要素を変更すると、その一つのリストが変更されます。別々のリストのリストを作るにはこうします:

```
>>> lists = [[] for i in range(3)]
>>> lists[0].append(3)
>>> lists[1].append(5)
>>> lists[2].append(7)
>>> lists
[[3], [5], [7]]
```

別の説明が FAQ エントリ faq-multidimensional-list にあります。

(3) i または j が負の数の場合、インデックスはシーケンスの末端からの相対インデックスになります: `len(s) + i` または `len(s) + j` が代わりに使われます。ただし `-0` はやはり `0` であることに注意してください。

(4) s の i から j へのスライスは `i <= k < j` となるようなインデックス k を持つ要素からなるシーケンスとして定義されます。i または j が `len(s)` よりも大きい場合、`len(s)` を使います。i が省略されるか `None` だった場合、`0` を使います。j が省略されるか `None` だった場合、`len(s)` を使います。i が j 以上の場合、スライスは空のシーケンスになります。

(5) s の「i から j までステップが k のスライス」は、インデックス `x = i + n*k` (ただし `n` は `0 <= n < (j-i)/k` を満たす任意の整数) を持つ要素からなるシーケンスとして定義されます。言い換えるとインデックスは `i`, `i+k`, `i+2*k`, `i+3*k` と続き、j に達したところでストップします (ただし j は含みません)。k が正の数である場合、i または j が `len(s)` より大きければ `len(s)` を代わりに使用します。k が負の数である場合、i または j が `len(s) - 1` より大きければ `len(s) - 1` を代わりに使用します。i または j を省略または `None` を指定すると、”端” (どちらの端かは k の符号に依存) の値を代わりに使用します。なお k はゼロにできないので注意してください。また k に `None` を指定すると、`1` が指定されたものとして扱われます。

(6) イミュータブルなシーケンスの結合は、常に新しいオブジェクトを返します。これは、結合の繰り返しでシーケンスを構築する実行時間コストがシーケンスの長さの合計の二次式になることを意味します。実行時間コストを線形にするには、代わりに以下のいずれかにしてください:

- *str* オブジェクトを結合するには、リストを構築して最後に *str.join()* を使うか、*io.StringIO* インスタンスに書き込んで完成してから値を取得してください
- *bytes* オブジェクトを結合するなら、同様に *bytes.join()* や *io.BytesIO* を使うか、*bytearray*

オブジェクトでインプレースに結合できます。*bytearray* オブジェクトはミュータブルで、効率のいい割り当て超過機構を備えています

- *tuple* オブジェクトを結合するなら、代わりに *list* を拡張してください
- その他の型については、関連するクラスのドキュメントを調べてください

(7) シーケンス型には、(*range* のように) 特殊なパターンに従う項目のシーケンスのみをサポートするものがあり、それらはシーケンスの結合や繰り返しをサポートしません。

(8) `index` は x が s 中に見つからないとき *ValueError* を送出します。追加の引数 i と j は、すべての実装がサポートしているわけではありません。追加の引数を渡すのは、おおよそ `s[i:j].index(x)` を使うのと等価ですが、データをコピーしなくて済むし、返されるのはスライスの最初ではなくシーケンスの最初からの相対インデクスです。

4.7.2 イミュータブルなシーケンス型

イミュータブルなシーケンス型が一般に実装している演算のうち、ミュータブルなシーケンス型がサポートしていないのは、組み込みの *hash()* だけです。

このサポートにより、*tuple* インスタンスのようなイミュータブルなシーケンスは、*dict* のキーとして使え、*set* や *frozenset* インスタンスに保存できます。

ハッシュ不可能な値を含むイミュータブルなシーケンスをハッシュ化しようとすると、*TypeError* となります。

4.7.3 ミュータブルなシーケンス型

以下のテーブルにある演算は、ほとんどのミュータブルなシーケンスでサポートされています。カスタムのシーケンス型にこれらの演算を完全に実装するのが簡単になるように、*collections.abc.MutableSequence* ABC が提供されています。

このテーブルで、s はミュータブルなシーケンス型のインスタンス、t は任意のイテラブルオブジェクト、x は s に課された型と値の条件を満たす任意のオブジェクト (例えば、*bytearray* は値の制限 `0 <= x <= 255` に合う整数のみを受け付けます) です。

演算	結果	注釈
`s[i] = x`	s の要素 i を x と入れ替えます	
`s[i:j] = t`	s の i から j 番目までのスライスをイテラブル t の内容に入れ替えます	
`del s[i:j]`	`s[i:j] = []` と同じです	
`s[i:j:k] = t`	`s[i:j:k]` の要素を t の要素と入れ替えます	(1)
`del s[i:j:k]`	リストから `s[i:j:k]` の要素を削除します	
`s.append(x)`	x をシーケンスの最後に加えます (`s[len(s):len(s)] = [x]` と同じ)	
`s.clear()`	s から全ての要素を取り除きます (`del s[:]` と同じ)	(5)
`s.copy()`	s の浅いコピーを作成します (`s[:]` と同じ)	(5)
`s.extend(t)` または `s += t`	s を t の内容で拡張します (ほとんど `s[len(s):len(s)] = t` と同じ)	
`s *= n`	s をその内容を n 回繰り返したもので更新	(6)
`s.insert(i, x)`	s の i で与えられたインデックスに x を挿入します。(`s[i:i] = [x]` と同じ)	
`s.pop()` または `s.pop(i)`	s から i 番目の要素を取り出し、また取り除きます	(2)
`s.remove(x)`	s から `s[i]` が `x` が等価となる最初の要素を取り除きます	(3)
`s.reverse()`	s をインプレースに逆転させます	(4)

注釈:

(1) If k is not equal to `1`, t must have the same length as the slice it is replacing.

(2) オプションの引数 i は標準で `-1` なので、標準では最後の要素をリストから除去して返します。

(3) `remove()` は s に x が見つからなければ *ValueError* を送出します。

(4) `reverse()` メソッドは、大きなシーケンスを反転するときの容量の節約のため、シーケンスをインプレースに変化させます。副作用としてこの演算が行われることをユーザに気づかせるために、これは反転したシーケンスを返しません。

(5) `clear()` および `copy()` は、スライシング操作をサポートしないミュータブルなコンテナ (*dict* や *set* など) のインターフェースとの一貫性のために含まれています。`copy()` は *collections.abc.MutableSequence* ABC の一部ではありませんが、ほとんどのミュータブルなシーケンスクラスが提供しています。

Added in version 3.3: `clear()` および `copy()` メソッド。

(6) 値 n は整数であるか、`__index__()` を実装したオブジェクトです。n の値がゼロまたは負数の場合、シーケンスをクリアします。**共通のシーケンス演算** で `s * n` について説明したとおり、シーケンスの要素はコピーされないので注意してください; コピーではなく要素に対する参照カウントが増えます。

4.7.4 リスト型 (list)

リストはミュータブルなシーケンスで、一般的に同種の項目の集まりを格納するために使われます (厳密な類似の度合いはアプリケーションによって異なる場合があります)。

class list([*iterable*])

リストの構成にはいくつかの方法があります:

- 角括弧の対を使い、空のリストを表す: `[]`
- 角括弧を使い、項目をカンマで区切る: `[a]`、`[a, b, c]`
- リスト内包表記を使う: `[x for x in iterable]`
- 型コンストラクタを使う: `list()` または `list(iterable)`

コンストラクタは、*iterable* の項目と同じ項目で同じ順のリストを構築します。*iterable* は、シーケンス、イテレートをサポートするコンテナ、またはイテレータオブジェクトです。*iterable* が既にリストなら、`iterable[:]` と同様にコピーが作られて返されます。例えば、`list('abc')` は `['a', 'b', 'c']` を、`list( (1, 2, 3) )` は `[1, 2, 3]` を返します。引数が与えられなければ、このコンストラクタは新しい空のリスト `[]` を作成します。

リストを作る方法は、他にも組み込み関数 *sorted()* などいろいろあります。

リストは **共通の** および **ミュータブルの** シーケンス演算をすべて実装します。リストは、更に以下のメソッドも提供します:

sort(*, *key=None*, *reverse=False*)

このメソッドは、項目間の `<` 比較のみを用いてリストをインプレースにソートします。例外は抑制されません。比較演算がどこかで失敗したら、ソート演算自体が失敗します (そしてリストは部分的に変更された状態で残されるでしょう)。

sort() は、キーワードでしか渡せない 2 つの引数 (**キーワード専用引数**) を受け付けます:

key は一引数をとる関数を指定し、リストのそれぞれの要素から比較キーを取り出すのに使います (例えば、`key=str.lower`)。それぞれの項目に対応するキーは一度計算され、ソート処理全体に使われます。デフォルトの値 `None` は、別のキー値を計算せず、リストの値が直接ソートされることを意味します。

2.x 形式の *cmp* 関数を *key* 関数に変換するために、*functools.cmp_to_key()* ユーティリティが利用できます。

reverse は真偽値です。`True` がセットされた場合、リストの要素は個々の比較が反転したものとして並び替えられます。

このメソッドは、大きなシーケンスをソートするときの容量の節約のため、シーケンスをインプレースに変化させます。副作用としてこの演算が行われることをユーザに気づかせるために、これはソートし

たシーケンスを返しません (新しいリストインスタンスを明示的に要求するには *sorted()* を使ってください)。

sort() メソッドは安定していることが保証されています。ソートは、等しい要素の相対順序が変更されないことが保証されていれば、安定しています。これは複数パスのソートを行なう (例えば部署でソートして、それから給与の等級でソートする) のに役立ちます。

ソートの例と簡単なチュートリアルは sortinghowto を参照して下さい。

CPython 実装の詳細: リストがソートされている間、または変更しようとする試みの影響中、あるいは検査中でさえ、リストは未定義です。Python の C 実装では、それらが続いている間、リストは空として出力され、リストがソート中に変更されていることを検知できたら *ValueError* を送出します。

4.7.5 タプル型 (tuple)

タプルはイミュータブルなシーケンスで、一般的に異種のデータの集まり (組み込みの *enumerate()* で作られた 2-タプルなど) を格納するために使われます。タプルはまた、同種のデータのイミュータブルなシーケンスが必要な場合 (*set* インスタンスや *dict* インスタンスに保存できるようにするためなど) にも使われます。

class tuple([*iterable*])

タプルの構成にはいくつかの方法があります:

- 丸括弧の対を使い、空のタプルを表す: `()`
- カンマを使い、単要素のタプルを表す: `a,` または `(a,)`
- 項目をカンマで区切る: `a, b, c` または `(a, b, c)`
- 組み込みの *tuple()* を使う: `tuple()` または `tuple(iterable)`

コンストラクタは、*iterable* の項目と同じ項目で同じ順のタプルを構築します。*iterable* は、シーケンス、イテレートをサポートするコンテナ、またはイテレータオブジェクトです。*iterable* が既にタプルなら、そのまま返されます。例えば、`tuple('abc')` は `('a', 'b', 'c')` を、`tuple( [1, 2, 3] )` は `(1, 2, 3)` を返します。引数が与えられなければ、このコンストラクタは新しい空のタプル `()` を作成します。

なお、タプルを作るのはカンマであり、丸括弧ではありません。丸括弧は省略可能ですが、空のタプルの場合や構文上の曖昧さを避けるのに必要な時は例外です。例えば、`f(a, b, c)` は三引数の関数呼び出しですが、`f((a, b, c))` は 3-タプルを唯一の引数とする関数の呼び出しです。

タプルは **共通の** シーケンス演算をすべて実装します。

異種のデータの集まりで、インデックスによってアクセスするよりも名前によってアクセスしたほうが明確になるものには、単純なタプルオブジェクトよりも *collections.namedtuple()* が向いているかもしれません。

4.7.6 range

range 型は、数のイミュータブルなシーケンスを表し、一般に `for` ループにおいて特定の回数のループに使われます。

class range(*stop*)

class range(*start*, *stop*[, *step*])

range コンストラクタの引数は整数 (組み込みの *int* または `__index__()` 特殊メソッドを実装するオブジェクト) でなければなりません。*step* 引数が省略された場合のデフォルト値は `1` です。*start* 引数が省略された場合のデフォルト値は `0` です。*step* が 0 の場合、*ValueError* が送出されます。

step が正の場合、range `r` の内容は式 `r[i] = start + step*i` で決定されます。ここで、`i >= 0` かつ `r[i] < stop` です。

step が負の場合も、range `r` の内容は式 `r[i] = start + step*i` で決定されます。ただし、制約条件は `i >= 0` かつ `r[i] > stop` です。

`r[0]` が値の制約を満たさない場合、range オブジェクトは空になります。range は負のインデックスをサポートしますが、これらは正のインデックスにより決定されるシーケンスの末尾からのインデックス指定として解釈されます。

range は *sys.maxsize* より大きい絶対値を含むことができますが、いくつかの機能 (*len()* など) は *OverflowError* を送出することがあります。

range の例:

```
>>> list(range(10))
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> list(range(1, 11))
[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]
>>> list(range(0, 30, 5))
[0, 5, 10, 15, 20, 25]
>>> list(range(0, 10, 3))
[0, 3, 6, 9]
>>> list(range(0, -10, -1))
[0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9]
>>> list(range(0))
[]
>>> list(range(1, 0))
[]
```

range は **共通の** シーケンス演算を、結合と繰り返し以外すべて実装します (range オブジェクトは厳格なパターンに従うシーケンスのみを表せ、繰り返しと結合はたいていそのパターンを破るという事実によります)。

start

引数 *start* の値 (この引数が与えられていない場合は 0)

stop

引数 *stop* の値

step

引数 *step* の値 (この引数が与えられていない場合は 1)

range 型が通常の *list* や *tuple* にまさる点は、*range* オブジェクトがサイズや表す範囲にかかわらず常に一定の (小さな) 量のメモリを使うことです (start、stop、step の値のみを保存し、後は必要に応じて個々の項目や部分 range を計算するためです)。

range オブジェクトは *collections.abc.Sequence* ABC を実装し、包含判定、要素インデックス検索、スライシングのような機能を提供し、負のインデックスをサポートします (**シーケンス型** --- *list, tuple, range* を参照):

```
>>> r = range(0, 20, 2)
>>> r
range(0, 20, 2)
>>> 11 in r
False
>>> 10 in r
True
>>> r.index(10)
5
>>> r[5]
10
>>> r[:5]
range(0, 10, 2)
>>> r[-1]
18
```

== および != による range オブジェクトの等価性の判定は、これらをシーケンスとして比較します。つまり、二つの range オブジェクトは同じ値のシーケンスを表すなら等しいとみなされます。(なお、二つの等しいとされる range オブジェクトが異なる *start*, *stop* および *step* 属性を持つことがあります。例えば `range(0) == range(2, 1, 3)` や `range(0, 3, 2) == range(0, 4, 2)`。)

バージョン 3.2 で変更: シーケンス ABC を実装。スライスと負のインデックスのサポート。*int* オブジェクトの帰属判定を、すべてのアイテムをイテレートする代わりに、定数時間で行います。

バージョン 3.3 で変更: (オブジェクトの同一性に基づいて比較する代わりに) range オブジェクトをそれらが定義する値のシーケンスに基づいて比較するように '==' と '!=' を定義しました。

属性 *start*, *stop* および *step* が追加。

参考:

- linspace レシピ は浮動小数点数向けの遅延評価版 range を実装する方法を紹介しています。

4.8 テキストシーケンス型 --- str

Python のテキストデータは *str* オブジェクト、すなわち **文字列** として扱われます。文字列は Unicode コードポイントのイミュータブルな **シーケンス** です。文字列リテラルには様々な記述方法があります:

- シングルクォート: `'"ダブル" クォートを埋め込むことができます'`
- ダブルクォート: `"' シングル' クォートを埋め込むことができます"`。
- 三重引用符: `''' 三つのシングルクォート'''`, `"""三つのダブルクォート"""`

三重引用符文字列は、複数行に分けることができます。関連付けられる空白はすべて文字列リテラルに含まれます。

単式の一部であり間に空白のみを含む文字列リテラルは、一つの文字列リテラルに暗黙に変換されます。つまり、`("spam " "eggs") == "spam eggs"` です。

サポートされている エスケープシーケンス や、ほとんどのエスケープシーケンスの処理を無効化する `r` ("raw") 接頭辞など、文字列リテラルのさまざまな形式についての詳細は strings を参照してください。

文字列は他のオブジェクトに *str* コンストラクタを使うことでも生成できます。

"character" 型が特別に用意されているわけではないので、文字列のインデックス指定を行うと長さ 1 の文字列を作成します。つまり、空でない文字列 *s* に対し、`s[0] == s[0:1]` です。

ミュータブルな文字列型もありませんが、ミュータブルな断片から効率よく文字列を構成するのに *str.join()* や *io.StringIO* が使えます。

バージョン 3.3 で変更: Python 2 シリーズとの後方互換性のため、文字列リテラルの `u` 接頭辞が改めて許可されました。それは文字列リテラルとしての意味には影響がなく、`r` 接頭辞と結合することはできません。

class str(*object=''*)

class str(*object=b''*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

> *object* の **文字列** 版を返します。*object* が与えられなかった場合、空文字列が返されます。それ以外の場合 `str()` の動作は、*encoding* や *errors* が与えられたかどうかによって次のように変わります。
>
> *encoding* も *errors* も与えられない場合、`str(object)` は " 形式ばらず"、表示用にきれいに整えられた *object* の文字列表現である `type(object).__str__(object)` を返します。文字列オブジェクトに対しては、文字列そのものです。*object* が `__str__()` メソッドを持たない場合、*str()* は代わりに *repr(object)* の結果を返します。
>
> *encoding* か *errors* の少なくとも一方が与えられた場合、*object* は *bytes-like object* (たとえば *bytes* や *bytearray*) でなくてはなりません。*object* が *bytes* (もしくは *bytearray*) オブジェクトである場合は、`str(bytes, encoding, errors)` は *bytes.decode(encoding, errors)* と等価です。そうでない場合

は、*bytes.decode()* が呼ばれる前に buffer オブジェクトの下層にある bytes オブジェクトが取得されます。buffer オブジェクトについて詳しい情報は、**バイナリシーケンス型** --- *bytes, bytearray, memoryview* や bufferobjects を参照してください。

encoding 引数や *errors* 引数無しに *bytes* オブジェクトを *str()* に渡すと、略式の文字列表現を返す 1 つ目の場合に該当します。(Python のコマンドラインオプション `-b` も参照してください) 例えば:

```
>>> str(b'Zoot!')
"b'Zoot!'"
```

`str` クラスとそのメソッドについて詳しくは、**テキストシーケンス型 — *str*** や **文字列メソッド** の節を参照してください。フォーマットされた文字列を出力するには、f-strings と **カスタムの文字列書式化** の節を参照してください。加えて、**テキスト処理サービス** の節も参照してください。

4.8.1 文字列メソッド

文字列は **共通の** シーケンス演算全てに加え、以下に述べるメソッドを実装します。

文字列は、二形式の文字列書式化をサポートします。一方は柔軟さが高くカスタマイズできます (*str.format()*、**書式指定文字列の文法** 、および **カスタムの文字列書式化** を参照してください)。他方は C 言語の `printf` 形式の書式化に基づいてより狭い範囲と型を扱うもので、正しく扱うのは少し難しいですが、扱える場合ではたいていこちらのほうが高速です (*printf* **形式の文字列書式化**)。

標準ライブラリの **テキスト処理サービス** 節は、その他テキストに関する様々なユーティリティ (*re* モジュールによる正規表現サポートなど) を提供するいくつかのモジュールをカバーしています。

`str.capitalize()`

最初の文字を大文字にし、残りを小文字にした文字列のコピーを返します。

バージョン 3.8 で変更: 最初の文字が大文字ではなくタイトルケースに置き換えられるようになりました。つまり二重音字のような文字はすべての文字が大文字にされるのではなく、最初の文字だけ大文字にされるようになります。

`str.casefold()`

文字列の casefold されたコピーを返します。casefold された文字列は、大文字小文字に関係ないマッチに使えます。

casefold は、小文字化と似ていますが、より積極的です。これは文字列の大文字小文字の区別をすべて取り去ることを意図しているためです。例えば、ドイツ語の小文字 `'ß'` は `"ss"` と同じです。これは既に小文字なので、*lower()* は `'ß'` に何もしませんが、*casefold()* はこれを `"ss"` に変換します。

casefold のアルゴリズムは、Unicode 標準の 3.13 章 'Default Case Folding' に説明されています 。

Added in version 3.3.

str.center(*width*[, *fillchar*])

width の長さをもつ中央寄せされた文字列を返します。パディングには *fillchar* で指定された値 (デフォルトでは ASCII スペース) が使われます。*width* が `len(s)` 以下なら元の文字列が返されます。

str.count(*sub*[, *start*[, *end*]])

[*start*, *end*] の範囲に、部分文字列 *sub* が重複せず出現する回数を返します。オプション引数 *start* および *end* はスライス表記と同じように解釈されます。

sub が空の場合は、文字と文字の間にある空文字列の数、すなわち文字列の長さに 1 を加えたものを返します。

str.encode(*encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

bytes にエンコードされた文字列を返します。

encoding のデフォルト値は `'utf-8'` です; 指定可能な値については **標準エンコーディング** を参照してください。

errors はエンコーディングエラーをどのように取り扱うかを制御します。`'strict'` (デフォルト) では *UnicodeError* 例外が送出されます。そのほかに指定可能な値は `'ignore'`, `'replace'`, `'xmlcharrefreplace'`, `'backslashreplace'` と、そして *codecs.register_error()* で登録された名前です。詳しくは **エラーハンドラ** を参照してください。

パフォーマンス上の理由から、*errors* の値の妥当性は、エンコーディングエラーが実際に発生するか、*Python* **開発モード** が有効になっているか、もしくは デバッグビルド が使われていない限りチェックされません。

バージョン 3.1 で変更: キーワード引数のサポートが追加されました。

バージョン 3.9 で変更: *errors* 引数の値は *Python* **開発モード** と デバッグモード でチェックされるようになりました。

str.endswith(*suffix*[, *start*[, *end*]])

文字列が指定された *suffix* で終わるなら `True` を、そうでなければ `False` を返します。*suffix* は見つけたい複数の接尾語のタプルでも構いません。オプションの *start* があれば、その位置から判定を始めます。オプションの *end* があれば、その位置で比較を止めます。

str.expandtabs(*tabsize=8*)

文字列内の全てのタブ文字が 1 つ以上のスペースで置換された、文字列のコピーを返します。スペースの数は現在の桁 (column) 位置と *tabsize* に依存します。タブ位置は *tabsize* 文字毎に存在します (デフォルト値である 8 の場合、タブ位置は 0, 8, 16 などになります)。文字列を展開するため、まず現桁位置がゼロにセットされ、文字列が 1 文字ずつ調べられます。文字がタブ文字 (`\t`) であれば、現桁位置が次のタブ位置と一致するまで、1 つ以上のスペースが結果の文字列に挿入されます。(タブ文字自体はコピーされません。) 文字が改行文字 (`\n` もしくは `\r`) の場合、文字がコピーされ、現桁位置は 0 にリセットされます。

その他の文字は変更されずにコピーされ、現桁位置は、その文字の表示のされ方 (訳注: 全角、半角など) に関係なく、1 ずつ増加します。

```
>>> '01\t012\t0123\t01234'.expandtabs()
'01      012     0123    01234'
>>> '01\t012\t0123\t01234'.expandtabs(4)
'01  012 0123    01234'
```

str.find(*sub*[, *start*[, *end*]])

文字列のスライス s[start:end] に部分文字列 *sub* が含まれる場合、その最小のインデックスを返します。オプション引数 *start* および *end* はスライス表記と同様に解釈されます。*sub* が見つからなかった場合 -1 を返します。

注釈: *find()* メソッドは、*sub* の位置を知りたいときにのみ使うべきです。*sub* が部分文字列であるかどうかのみを調べるには、in 演算子を使ってください:

```
>>> 'Py' in 'Python'
True
```

---

str.format(**args*, ***kwargs*)

文字列の書式化操作を行います。このメソッドを呼び出す文字列は通常の文字、または、{} で区切られた置換フィールドを含みます。それぞれの置換フィールドは位置引数のインデックスナンバー、または、キーワード引数の名前を含みます。返り値は、それぞれの置換フィールドが対応する引数の文字列値で置換された文字列のコピーです。

```
>>> "The sum of 1 + 2 is {0}".format(1+2)
'The sum of 1 + 2 is 3'
```

書式指定のオプションについては、書式指定文字列を規定する **書式指定文字列の文法** を参照してください。

注釈: 数値 (*int*, *float*, *complex*, *decimal.Decimal* とサブクラス) を n の整数表現型 (例: '{:n}'.format(1234)) でフォーマットするとき、LC_CTYPE ロケールと LC_NUMERIC ロケールの一方または両方が 1 バイトより長い非 ASCII 文字であると同時に異なる値である場合、この関数は localeconv() の decimal_point と thousands_sep フィールドを読み取るため一時的に LC_CTYPE ロケールに LC_NUMERIC のロケール値を設定します。この一時的な変更は他のスレッドの動作に影響します。

バージョン 3.7 で変更: 数値を n の整数表現型でフォーマットするとき、この関数は一時的に LC_CTYPE ロケールに LC_NUMERIC のロケール値を設定する場合があります。

str.format_map(*mapping*, /)

str.format(**mapping) と似ていますが、mapping は *dict* にコピーされず、直接使われます。これは例えば mapping が dict のサブクラスであるときに便利です:

```
>>> class Default(dict):
...     def __missing__(self, key):
...         return key
...
>>> '{name} was born in {country}'.format_map(Default(name='Guido'))
'Guido was born in country'
```

Added in version 3.2.

str.**index**(*sub*[, *start*[, *end*]])

find() と同様ですが、部分文字列が見つからなかったとき *ValueError* を送出します。

str.**isalnum**()

文字列中の全ての文字が英数字で、かつ 1 文字以上あるなら True を、そうでなければ False を返します。文字 c は以下のいずれかが True を返せば英数字です: c.isalpha() 、c.isdecimal() 、c.isdigit() 、c.isnumeric() 。

str.**isalpha**()

文字列中のすべての文字がアルファベットで、かつ文字列が 1 文字以上であるならば True を返します。それ以外は False を返します。ここでアルファベットとは Unicode 文字列データベースで "Letter" として定義されているもの、すなわち、一般カテゴリプロパティ "Lm", "Lt", "Lu", "Ll", または "Lo" のいずれかをもつ文字です。なお、この定義は **'Unicode 標準 の 4.10 章 'Letters, Alphabetic, and Ideographic' で定義されているアルファベットプロパティ<https://www.unicode.org/versions/Unicode15.1.0/ch04.pdf>'__** とは異なります。

str.**isascii**()

文字列が空であるか、文字列の全ての文字が ASCII である場合に True を、それ以外の場合に False を返します。ASCII 文字のコードポイントは U+0000-U+007F の範囲にあります。

Added in version 3.7.

str.**isdecimal**()

文字列中の全ての文字が十進数字で、かつ 1 文字以上あるなら True を、そうでなければ False を返します。十進数字とは十進数を書くのに使われる文字のことで、たとえば U+0660 (ARABIC-INDIC DIGIT ZERO) なども含みます。正式には、Unicode の一般カテゴリ "Nd" に含まれる文字を指します。

str.**isdigit**()

文字列中の全ての文字が数字で、かつ 1 文字以上あるなら True を、そうでなければ False を返します。ここでの数字とは、十進数字に加えて、互換上付き数字のような特殊操作を必要とする数字を含みます。ま

た 10 を基数とした表現ができないカローシュティー数字のような体系の文字も含みます。正式には、数字とは、プロパティ値 Numeric_Type=Digit または Numeric_Type=Decimal を持つ文字です。

`str.isidentifier()`

文字列が、identifiers 節の言語定義における有効な識別子であれば `True` を返します。

keyword.iskeyword() は、文字列 `s` が `def` や `class` のような予約済みの識別子かどうかを調べるのに使うことができます。

例:

```
>>> from keyword import iskeyword

>>> 'hello'.isidentifier(), iskeyword('hello')
(True, False)
>>> 'def'.isidentifier(), iskeyword('def')
(True, True)
```

`str.islower()`

文字列中の大小文字の区別のある文字[*4] 全てが小文字で、かつ大小文字の区別のある文字が 1 文字以上あるなら `True` を、そうでなければ `False` を返します。

`str.isnumeric()`

文字列中の全ての文字が数を表す文字で、かつ 1 文字以上あるなら `True` を、そうでなければ `False` を返します。数を表す文字は、数字と、Unicode の数値プロパティを持つ全ての文字を含みます。たとえば U+2155 (VULGAR FRACTION ONE FIFTH)。正式には、数を表す文字は、プロパティ値 Numeric_Type=Digit、Numeric_Type=Decimal または Numeric_Type=Numeric を持つものです。

`str.isprintable()`

文字列中のすべての文字が印字可能であるか、文字列が空であれば `True` を、そうでなければ `False` を返します。非印字可能文字は、Unicode 文字データベースで "Other" または "Separator" と定義されている文字の、印字可能と見なされる ASCII space (0x20) 以外のものです。(なお、この文脈での印字可能文字は、文字列に *repr()* が呼び出されるときにエスケープすべきでない文字のことです。これは *sys.stdout* や *sys.stderr* に書き込まれる文字列の操作とは関係ありません。)

`str.isspace()`

文字列が空白文字だけからなり、かつ 1 文字以上ある場合には `True` を返し、そうでない場合は `False` を返します。

Unicode 文字データベース (*unicodedata* を参照) で一般カテゴリが `Zs` ("Seperator, space") であるか、双方向クラスが `WS`、`B`、`S` のいずれかである場合、その文字は **空白文字** *(whitespace)* です。

[*4] 大小文字の区別のある文字とは、一般カテゴリプロパティが "Lu" (Letter, uppercase (大文字))、"Ll" (Letter, lowercase (小文字))、"Lt" (Letter, titlecase (先頭が大文字)) のいずれかであるものです。

`str.istitle()`

文字列がタイトルケース文字列であり、かつ 1 文字以上ある場合、例えば大文字は大小文字の区別のない文字の後にのみ続き、小文字は大小文字の区別のある文字の後ろにのみ続く場合には `True` を返します。そうでない場合は `False` を返します。

`str.isupper()`

文字列中の大小文字の区別のある文字[p. 75, *4] 全てが大文字で、かつ大小文字の区別のある文字が 1 文字以上あるなら `True` を、そうでなければ `False` を返します。

```
>>> 'BANANA'.isupper()
True
>>> 'banana'.isupper()
False
>>> 'baNana'.isupper()
False
>>> ' '.isupper()
False
```

`str.join`(*iterable*)

iterable 中の文字列を結合した文字列を返します。*iterable* に *bytes* オブジェクトのような非文字列の値が存在するなら、*TypeError* が送出されます。要素間のセパレータは、このメソッドを提供する文字列です。

`str.ljust`(*width*[, *fillchar*])

長さ *width* の左揃えした文字列を返します。パディングは指定された *fillchar* (デフォルトでは ASCII スペース) を使って行われます。*width* が `len(s)` 以下ならば、元の文字列が返されます。

`str.lower()`

全ての大小文字の区別のある文字[p. 75, *4] が小文字に変換された、文字列のコピーを返します。

小文字化のアルゴリズムは Unicode Standard の 3.13 章 'Default Case Folding' で説明されています。

`str.lstrip`([*chars*])

文字列の先頭の文字を除去したコピーを返します。引数 *chars* は除去される文字の集合を指定する文字列です。*chars* が省略されるか `None` の場合、空白文字が除去されます。*chars* 文字列は接頭辞ではなく、その値に含まれる文字の組み合わせ全てがはぎ取られます:

```
>>> '   spacious   '.lstrip()
'spacious   '
>>> 'www.example.com'.lstrip('cmowz.')
'example.com'
```

文字の集合全てではなく、指定した文字列そのものを接頭辞として削除するメソッドについては、*str.removeprefix()* を参照してください。使用例:

```
>>> 'Arthur: three!'.lstrip('Arthur: ')
'ee!'
>>> 'Arthur: three!'.removeprefix('Arthur: ')
'three!'
```

static str.maketrans(*x*[, *y*[, *z*]])

この静的メソッドは *str.translate()* に使える変換テーブルを返します。

引数を 1 つだけ与える場合、それは Unicode 序数 (整数) または文字 (長さ 1 の文字列) を、Unicode 序数、(任意長の) 文字列、または None に対応づける辞書でなければなりません。このとき、文字で指定したキーは序数に変換されます。

引数を 2 つ指定する場合、それらは同じ長さの文字列である必要があり、結果の辞書では、x のそれぞれの文字が y の同じ位置の文字に対応付けられます。第 3 引数を指定する場合、文字列を指定する必要があり、それに含まれる文字が None に対応付けられます。

str.partition(*sep*)

文字列を *sep* の最初の出現位置で区切り、3 要素のタプルを返します。タプルの内容は、区切りの前の部分、区切り文字列そのもの、そして区切りの後ろの部分です。もし区切れなければ、タプルには元の文字列そのものとその後ろに二つの空文字列が入ります。

str.removeprefix(*prefix*, */*)

文字列が *prefix* で始まる場合、`string[len(prefix):]` を返します。それ以外の場合、元の文字列のコピーを返します:

```
>>> 'TestHook'.removeprefix('Test')
'Hook'
>>> 'BaseTestCase'.removeprefix('Test')
'BaseTestCase'
```

Added in version 3.9.

str.removesuffix(*suffix*, */*)

文字列が *suffix* で終わる場合、`string[:-len(suffix)]` を返します。それ以外の場合、元の文字列のコピーを返します:

```
>>> 'MiscTests'.removesuffix('Tests')
'Misc'
>>> 'TmpDirMixin'.removesuffix('Tests')
'TmpDirMixin'
```

Added in version 3.9.

str.replace(*old*, *new*, *count=-1*)

文字列中にあらわれる部分文字列 *old* を全て *new* に置き換えた、文字列のコピーを返します。*count* が与

えられた場合、先頭から *count* で指定された数の部分文字列だけを置き換えます。*count* の指定がないか、または -1 が与えられた場合、全ての部分文字列が置き換えられます。

バージョン 3.13 で変更: *count* はキーワード引数として指定可能になりました。

str.rfind(*sub*[, *start*[, *end*]])

文字列中の領域 s[start:end] に *sub* が含まれる場合、その最大のインデックスを返します。オプション引数 *start* および *end* はスライス表記と同様に解釈されます。*sub* が見つからなかった場合 -1 を返します。

str.rindex(*sub*[, *start*[, *end*]])

rfind() と同様ですが、*sub* が見つからなかった場合 *ValueError* を送出します。

str.rjust(*width*[, *fillchar*])

width の長さをもつ右寄せした文字列を返します。パディングには *fillchar* で指定された文字 (デフォルトでは ASCII スペース) が使われます。*width* が len(s) 以下の場合、元の文字列が返されます。

str.rpartition(*sep*)

文字列を *sep* の最後の出現位置で区切り、3 要素のタプルを返します。タプルの内容は、区切りの前の部分、区切り文字列そのもの、そして区切りの後ろの部分です。もし区切れなければ、タプルには二つの空文字列とその後ろに元の文字列そのものが入ります。

str.rsplit(*sep=None*, *maxsplit=-1*)

sep を区切り文字とした、文字列中の単語のリストを返します。*maxsplit* が与えられた場合、文字列の **右端** から最大 *maxsplit* 回分割を行います。*sep* が指定されていない、あるいは None のとき、全ての空白文字が区切り文字となります。右から分割していくことを除けば、*rsplit()* は後ほど詳しく述べる *split()* と同様に振る舞います。

str.rstrip([*chars*])

文字列の末尾部分を除去したコピーを返します。引数 *chars* は除去される文字集合を指定する文字列です。*chars* が省略されるか None の場合、空白文字が除去されます。*chars* 文字列は接尾語ではなく、そこに含まれる文字の組み合わせ全てがはぎ取られます:

```
>>> '   spacious   '.rstrip()
'   spacious'
>>> 'mississippi'.rstrip('ipz')
'mississ'
```

文字の集合全てではなく、指定した文字列そのものを接尾辞として削除するメソッドについては *str.removesuffix()* を参照してください。使用例:

```
>>> 'Monty Python'.rstrip(' Python')
'M'
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> 'Monty Python'.removesuffix(' Python')
'Monty'
```

str.split(*sep=None*, *maxsplit=-1*)

文字列を *sep* をデリミタ文字列として区切った単語のリストを返します。*maxsplit* が与えられていれば、最大で *maxsplit* 回分割されます (つまり、リストは最大 maxsplit+1 要素になります)。*maxsplit* が与えられないか -1 なら、分割の回数に制限はありません (可能なだけ分割されます)。

sep が与えられた場合、連続した区切り文字はまとめられず、空の文字列を区切っていると判断されます (例えば '1,,2'.split(',') は ['1', '', '2'] を返します)。引数 *sep* は複数の文字にもできます (例えば '1<>2<>3'.split('<>') は ['1', '2', '3'] を返します)。区切り文字を指定して空の文字列を分割すると、[''] を返します。

例えば:

```
>>> '1,2,3'.split(',')
['1', '2', '3']
>>> '1,2,3'.split(',', maxsplit=1)
['1', '2,3']
>>> '1,2,,3,'.split(',')
['1', '2', '', '3', '']
```

sep が指定されていないか None の場合、異なる分割アルゴリズムが適用されます。連続する空白文字はひとつのデリミタとみなされます。また、文字列の先頭や末尾に空白があっても、結果の最初や最後に空文字列は含まれません。よって、空文字列や空白だけの文字列を None デリミタで分割すると [] が返されます。

例えば:

```
>>> '1 2 3'.split()
['1', '2', '3']
>>> '1 2 3'.split(maxsplit=1)
['1', '2 3']
>>> '   1   2   3   '.split()
['1', '2', '3']
```

str.splitlines(*keepends=False*)

文字列を改行部分で分解し、各行からなるリストを返します。*keepends* に真が与えらない限り、返されるリストに改行は含まれません。

このメソッドは以下の行境界で分解します。特に、以下の境界は *universal newlines* のスーパーセットです。

表現	説明
\n	改行
\r	復帰
\r\n	改行 + 復帰
\v or \x0b	垂直タブ
\f or \x0c	改ページ
\x1c	ファイル区切り
\x1d	グループ区切り
\x1e	レコード区切り
\x85	改行 (C1 制御コード)
\u2028	行区切り
\u2029	段落区切り

バージョン 3.2 で変更: \v と \f が行境界のリストに追加されました。

例えば:

```
>>> 'ab c\n\nde fg\rkl\r\n'.splitlines()
['ab c', '', 'de fg', 'kl']
>>> 'ab c\n\nde fg\rkl\r\n'.splitlines(keepends=True)
['ab c\n', '\n', 'de fg\r', 'kl\r\n']
```

split() とは違って、デリミタ文字列 *sep* が与えられたとき、このメソッドは空文字列に空リストを返し、終末の改行は結果に行を追加しません:

```
>>> "".splitlines()
[]
>>> "One line\n".splitlines()
['One line']
```

比較のために split('\n') は以下のようになります:

```
>>> ''.split('\n')
['']
>>> 'Two lines\n'.split('\n')
['Two lines', '']
```

str.**startswith**(*prefix*[, *start*[, *end*]])

文字列が指定された *prefix* で始まるなら True を、そうでなければ False を返します。*prefix* は見つけたい複数の接頭語のタプルでも構いません。オプションの *start* があれば、その位置から判定を始めます。オプションの *end* があれば、その位置で比較を止めます。

str.strip([*chars*])

文字列の先頭および末尾部分を除去したコピーを返します。引数 *chars* は除去される文字集合を指定する文字列です。*chars* が省略されるか None の場合、空白文字が除去されます。*chars* 文字列は接頭語でも接尾語でもなく、そこに含まれる文字の組み合わせ全てがはぎ取られます:

```
>>> '   spacious   '.strip()
'spacious'
>>> 'www.example.com'.strip('cmowz.')
'example'
```

文字列の最も外側の先頭および末尾から、引数 *chars* 値がはぎ取られます。文字列の先頭から *chars* の文字集合に含まれない文字に達するまで、文字が削除されます。文字列の末尾に対しても同様の操作が行われます。例えば、次のようになります:

```
>>> comment_string = '#....... Section 3.2.1 Issue #32 .......'
>>> comment_string.strip('.#! ')
'Section 3.2.1 Issue #32'
```

str.swapcase()

大文字が小文字に、小文字が大文字に変換された、文字列のコピーを返します。なお、s.swapcase().swapcase() == s が真であるとは限りません。

str.title()

文字列を、単語ごとに大文字から始まり、残りの文字のうち大小文字の区別があるものは全て小文字にする、タイトルケースにして返します。

例えば:

```
>>> 'Hello world'.title()
'Hello World'
```

このアルゴリズムは、連続した文字の集まりという、言語から独立した単純な単語の定義を使います。この定義は多くの状況ではうまく機能しますが、短縮形や所有格のアポストロフィが単語の境界になってしまい、望みの結果を得られない場合があります:

```
>>> "they're bill's friends from the UK".title()
"They're Bill's Friends From The Uk"
```

string.capwords() 関数は単語をスペースでのみ分割するため、この問題はありません。

または、正規表現を使うことでアポストロフィに対応できます:

```
>>> import re
>>> def titlecase(s):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     return re.sub(r"[A-Za-z]+('[A-Za-z]+)?",
...                   lambda mo: mo.group(0).capitalize(),
...                   s)
...
>>> titlecase("they're bill's friends.")
"They're Bill's Friends."
```

str.translate(*table*)

与えられた変換テーブルに基づいて文字列を構成する各文字をマッピングし、マッピング後の文字列のコピーを返します。変換テーブルは、`__getitem__()` によるインデックス指定を実装するオブジェクトである必要があります。一般的には、*mapping* または *sequence* です。Unicode 序数 (整数) でインデックス指定する場合、変換テーブルのオブジェクトは次のいずれも行うことができます。Unicode 序数または文字列を返して文字を 1 文字以上の別の文字にマッピングすること、`None` を返して返り値の文字列から指定した文字を削除すること、例外 *LookupError* を送出して文字をその文字自身にマッピングすること。

文字から文字への異なる形式のマッピングから変換マップを作成するために、*str.maketrans()* が使えます。

文字のマッピングを好みに合わせてより柔軟に変更する方法については、*codecs* モジュールも参照してください。

str.upper()

全ての大小文字の区別のある文字[p. 75, *4] が大文字に変換された、文字列のコピーを返します。なお `s.upper().isupper()` は、`s` が大小文字の区別のある文字を含まなかったり、結果の文字の Unicode カテゴリが "Lu" ではなく例えば "Lt" (Letter, titlecase) などであったら、`False` になりえます。

大文字化のアルゴリズムは Unicode 標準の 3.13 章 'Default Case Folding' で説明されています 。

str.zfill(*width*)

長さが *width* になるよう ASCII `'0'` で左詰めした文字列のコピーを返します。先頭が符号接頭辞 (`'+'`/`'-'`) だった場合、`'0'` は符号の前ではなく **後** に挿入されます。*width* が `len(s)` 以下の場合元の文字列を返します。

例えば:

```
>>> "42".zfill(5)
'00042'
>>> "-42".zfill(5)
'-0042'
```

4.8.2 printf 形式の文字列書式化

注釈: ここで解説されているフォーマット操作には、(タプルや辞書を正しく表示するのに失敗するなどの) よくある多くの問題を引き起こす、様々な欠陥が出現します。新しい フォーマット済み文字列リテラル や *str.format()* インターフェースや テンプレート文字列 が、これらの問題を回避する助けになるでしょう。これらの代替手段には、それ自身に、トレードオフや、簡潔さ、柔軟さ、拡張性といった利点があります。

文字列オブジェクトには独特の組み込み演算子: `%` 演算子 (モジュロ) があります。これは 文字列の **書式化** あるいは **補間** 演算子としても知られています。`format % values` (*format* は文字列とします) が与えられると、*format* の中の `%` による変換の指定は 0 こ以上の *values* の要素で置き換えられます。この動作は C 言語における `sprintf()` 関数の利用方法に似ています。使用例:

```
>>> print('%s has %d quote types.' % ('Python', 2))
Python has 2 quote types.
```

format が単一の引数しか要求しない場合、*values* はタプルでない単一のオブジェクトでもかまいません。[*5] それ以外の場合、*values* はフォーマット文字列中で指定された項目と正確に同じ数の要素からなるタプルか、単一のマップオブジェクトでなければなりません。

一つの変換指定子は 2 またはそれ以上の文字を含み、その構成要素は以下からなりますが、示した順に出現しなければなりません:

1. 指定子の開始を示す文字 `'%'` 。
2. マップキー (オプション)。丸括弧で囲った文字列からなります (例えば `(somename)`) 。
3. 変換フラグ (オプション)。一部の変換型の結果に影響します。
4. 最小のフィールド幅 (オプション)。`'*'` (アスタリスク) を指定した場合、実際の文字列幅が *values* タプルの次の要素から読み出されます。タプルには最小フィールド幅やオプションの精度指定の後に変換したいオブジェクトがくるようにします。
5. 精度 (オプション)。`'.'` (ドット) とその後に続く精度で与えられます。`'*'` (アスタリスク) を指定した場合、精度の桁数は *values* タプルの次の要素から読み出されます。タプルには精度指定の後に変換したい値がくるようにします。
6. 精度長変換子 (オプション)。
7. 変換型。

`%` 演算子の右側の引数が辞書の場合 (またはその他のマップ型の場合), 文字列中のフォーマットには、辞書に挿入されているキーを丸括弧で囲い、文字 `'%'` の直後にくるようにしたものが含まれていなければ **なりません** 。マッ

[*5] 従って、一個のタプルだけをフォーマット出力したい場合には出力したいタプルを唯一の要素とする単一のタプルを *values* に与えなくてはなりません。

プキーはフォーマット化したい値をマップから選び出します。例えば:

```
>>> print('%(language)s has %(number)03d quote types.' %
...       {'language': "Python", "number": 2})
Python has 002 quote types.
```

この場合、* 指定子をフォーマットに含めてはいけません (* 指定子は順番付けされたパラメタのリストが必要だからです)。

変換フラグ文字を以下に示します:

Flag	意味
'#'	値の変換に (下で定義されている) " 別の形式" を使います。
'0'	数値型に対してゼロによるパディングを行います。
'-'	変換された値を左寄せにします ('0' と同時に与えた場合、'0' を上書きします) 。
' '	(スペース) 符号付きの変換で正の数の場合、前に一つスペースを空けます (そうでない場合は空文字になります) 。
'+'	変換の先頭に符号文字 ('+' または '-') を付けます (" スペース" フラグを上書きします) 。

精度長変換子 (h, l, または L) を使うことができますが、Python では必要ないため無視されます。-- つまり、例えば %ld は %d と等価です。

変換型を以下に示します:

変換	意味	注釈
'd'	符号付き 10 進整数。	
'i'	符号付き 10 進整数。	
'o'	符号付き 8 進数。	(1)
'u'	旧式の型 -- 'd' と同じです。	(6)
'x'	符号付き 16 進数 (小文字)。	(2)
'X'	符号付き 16 進数 (大文字)。	(2)
'e'	指数表記の浮動小数点数 (小文字)。	(3)
'E'	指数表記の浮動小数点数 (大文字)。	(3)
'f'	10 進浮動小数点数。	(3)
'F'	10 進浮動小数点数。	(3)
'g'	浮動小数点数。指数部が -4 以上または精度以下の場合には小文字指数表記、それ以外の場合には 10 進表記。	(4)
'G'	浮動小数点数。指数部が -4 以上または精度以下の場合には大文字指数表記、それ以外の場合には 10 進表記。	(4)
'c'	文字一文字 (整数または一文字からなる文字列を受理します)。	
'r'	文字列 (Python オブジェクトを *repr()* で変換します)。	(5)
's'	文字列 (Python オブジェクトを *str()* で変換します)。	(5)
'a'	文字列 (Python オブジェクトを *ascii()* で変換します)。	(5)
'%'	引数を変換せず、返される文字列中では文字 '%' になります。	

注釈:

(1) 別の形式を指定（訳注: 変換フラグ # を使用）すると 8 進数を表す接頭辞 ('0o') が最初の数字の前に挿入されます。

(2) 別の形式を指定（訳注: 変換フラグ # を使用）すると 16 進数を表す接頭辞 '0x' または '0X' (使用するフォーマット文字が 'x' か 'X' に依存します) が最初の数字の前に挿入されます。

(3) この形式にした場合、変換結果には常に小数点が含まれ、それはその後ろに数字が続かない場合にも適用されます。

指定精度は小数点の後の桁数を決定し、そのデフォルトは 6 です。

(4) この形式にした場合、変換結果には常に小数点が含まれ他の形式とは違って末尾の 0 は取り除かれません。

指定精度は小数点の前後の有効桁数を決定し、そのデフォルトは 6 です。

(5) 精度が N なら、出力は N 文字に切り詰められます。

(6) **PEP 237** を参照してください。

Python 文字列には明示的な長さ情報があるので、%s 変換において '\0' を文字列の末端と仮定したりはしません。

バージョン 3.1 で変更: 絶対値が 1e50 を超える数値の %f 変換が %g 変換に置き換えられなくなりました。

4.9 バイナリシーケンス型 --- bytes, bytearray, memoryview

バイナリデータを操作するためのコア組み込み型は *bytes* および *bytearray* です。これらは、別のバイナリオブジェクトのメモリにコピーを作成すること無くアクセスするための バッファプロトコル を利用する *memoryview* でサポートされています。

array モジュールは、32 ビット整数や IEEE754 倍精度浮動小数点値のような基本データ型の、効率的な保存をサポートしています。

4.9.1 バイトオブジェクト

bytes はバイトの不変なシーケンスです。多くのメジャーなプロトコルが ASCII テキストエンコーディングをベースにしているので、bytes オブジェクトは ASCII 互換のデータに対してのみ動作する幾つかのメソッドを提供していて、文字列オブジェクトと他の多くの点で近いです。

class bytes([*source*[, *encoding*[, *errors*]]])

まず、bytes リテラルの構文は文字列リテラルとほぼ同じで、b というプリフィックスを付けます:

- シングルクォート: `b'still allows embedded "double" quotes'`
- ダブルクォート: `b"still allows embedded 'single' quotes"`.
- 3 重クォート: `b'''3 single quotes'''`, `b"""3 double quotes"""`

bytes リテラルでは (ソースコードのエンコーディングに関係なく) ASCII 文字のみが許可されています。127 より大きい値を bytes リテラルに記述する場合は適切なエスケープシーケンスを書く必要があります。

文字列リテラルと同じく、bytes リテラルでも r プリフィックスを用いてエスケープシーケンスの処理を無効にすることができます。bytes リテラルの様々な形式やサポートされているエスケープシーケンスについては strings を参照してください。

bytes リテラルと repr 出力は ASCII テキストをベースにしたものですが、bytes オブジェクトは、各値が `0 <= x < 256` の範囲に収まるような整数 (この制限に違反しようとすると *ValueError* が発生します) の不変なシーケンスとして振る舞います。多くのバイナリフォーマットが ASCII テキストを元にした要素を持っていたり何らかのテキスト操作アルゴリズムによって操作されるものの、任意のバイナリデータが一般にテキストになっているわけではないことを強調するためにこのように設計されました (何も考えずにテキスト操作アルゴリズムを ASCII 非互換なバイナリデータフォーマットに対して行うとデータを破壊することがあります)。

リテラル以外に、幾つかの方法で bytes オブジェクトを作ることができます:

- 指定された長さの、0 で埋められた bytes オブジェクト: `bytes(10)`
- 整数の iterable から: `bytes(range(20))`
- 既存のバイナリデータからバッファプロトコルでコピーする: `bytes(obj)`

bytes ビルトイン関数も参照してください。

16 進数で 2 桁の数は正確に 1 バイトに相当するため、16 進整はバイナリデータを表現する形式として広く使われています。従って、bytes 型にはその形式でデータを読み取るための追加のクラスメソッドがあります。

classmethod fromhex(*string*)

この *bytes* のクラスメソッドは、与えられた文字列オブジェクトをデコードして bytes オブジェクトを返します。それぞれのバイトを 16 進数 2 桁で表現した文字列を指定しなければなりません。ASCII 空白文字は無視されます。

```
>>> bytes.fromhex('2Ef0 F1f2  ')
b'.\xf0\xf1\xf2'
```

バージョン 3.7 で変更: *bytes.fromhex()* は文字列にある空白だけでなく、ASCII の空白文字全てをスキップするようになりました。

bytes オブジェクトをその 16 進表記に変換するための、反対向きの変換関数があります。

hex([*sep*[, *bytes_per_sep*]])

インスタンス内の 1 バイトにつき 2 つの 16 進数を含む、文字列オブジェクトを返します。

```
>>> b'\xf0\xf1\xf2'.hex()
'f0f1f2'
```

16 進数文字列を読みやすく表示したい場合、単一文字パラメータ *sep* を指定してセパレータを出力に含めることができます。デフォルトでは、セパレータはバイトごとに表示が区切られるように追加されます。2 つ目のオプションパラメータ *bytes_per_sep* はセパレータを入れる間隔を制御します。正の整数値はセパレータの位置を右から計算し、負の整数値は左から計算します。

```
>>> value = b'\xf0\xf1\xf2'
>>> value.hex('-')
'f0-f1-f2'
>>> value.hex('_', 2)
'f0_f1f2'
>>> b'UUDDLRLRAB'.hex(' ', -4)
'55554444 4c524c52 4142'
```

Added in version 3.5.

バージョン 3.8 で変更: *bytes.hex()* が、16 進数出力の各バイトを分割するセパレータを挿入するためのオプションパラメータ *sep* と *bytes_per_sep* をサポートするようになりました。

bytes オブジェクトは (タプルに似た) 整数のシーケンスなので、bytes オブジェクト *b* について、`b[0]` は整数になり、`b[0:1]` は長さ 1 の bytes オブジェクトになります。(この動作は、文字列に対するインデックス指定もスライスも長さ 1 の文字列を返すのと対照的です。)

bytes オブジェクトの repr 出力はリテラル形式 (`b'...'`) になります。`bytes([46, 46, 46])` などの形式よりも便利な事が多いからです。bytes オブジェクトはいつでも `list(b)` で整数のリストに変換できます。

4.9.2 bytearray オブジェクト

bytearray オブジェクトは *bytes* オブジェクトの可変なバージョンです。

class bytearray([*source*[, *encoding*[, *errors*]]])

bytearray に専用のリテラル構文はないので、コンストラクタを使って作成します:

- 空のインスタンスを作る: `bytearray()`
- 指定された長さの 0 で埋められたインスタンスを作る: `bytearray(10)`
- 整数の iterable から: `bytearray(range(20))`
- 既存のバイナリデータからバッファプロトコルを通してコピーする: `bytearray(b'Hi!')`

bytearray オブジェクトは可変なので、*bytes と bytearray の操作* で解説されている bytes オブジェクトと共通の操作に加えて、*mutable* シーケンス操作もサポートしています。

bytearray ビルトイン関数も参照してください。

16 進数で 2 桁の数は正確に 1 バイトに相当するため、16 進整はバイナリデータを表現する形式として広く使われています。従って、bytearray 型にはその形式でデータを読み取るための追加のクラスメソッドがあります。

classmethod fromhex(*string*)

この *bytearray* のクラスメソッドは、与えられた文字列オブジェクトをデコードして bytearray オブジェクトを返します。それぞれのバイトを 16 進数 2 桁で表現した文字列を指定しなければなりません。ASCII 空白文字は無視されます。

```
>>> bytearray.fromhex('2Ef0 F1f2  ')
bytearray(b'.\xf0\xf1\xf2')
```

バージョン 3.7 で変更: *bytearray.fromhex()* は文字列にある空白だけでなく、ASCII の空白文字全てをスキップするようになりました。

bytearray オブジェクトをその 16 進表記に変換するための、反対向きの変換関数があります。

hex(*[sep[, bytes_per_sep]]*)

インスタンス内の 1 バイトにつき 2 つの 16 進数を含む、文字列オブジェクトを返します。

```
>>> bytearray(b'\xf0\xf1\xf2').hex()
'f0f1f2'
```

Added in version 3.5.

バージョン 3.8 で変更: *bytes.hex()* と同様に、*bytearray.hex()* が、16 進数出力の各バイトを分割するセパレータを挿入するためのオプションパラメータ *sep* と *bytes_per_sep* をサポートするようになりました。

bytearray オブジェクトは整数のシーケンス (リストのようなもの) なので、bytearray オブジェクト *b* について、`b[0]` は整数になり、`b[0:1]` は長さ 1 の bytearray オブジェクトになります。(これは、文字列においてインデックス指定もスライスも長さ 1 の文字列を返すのと対照的です。)

bytearray オブジェクトの表記はバイトのリテラル形式 (`bytearray(b'...')`) を使用します。これは `bytearray([46, 46, 46])` などの形式よりも便利な事が多いためです。bytearray オブジェクトはいつでも `list(b)` で整数のリストに変換できます。

4.9.3 bytes と bytearray の操作

bytes と bytearray は両方共 **一般のシーケンス操作** をサポートしています。また、両方とも *bytes-like object* をサポートしている任意のオブジェクトを対象に操作することもできます。この柔軟性により bytes と bytearray を自由に混ぜてもエラーを起こすことなく扱うことができます。ただし、操作の結果のオブジェクトはその操作の順序に依存することになります。

注釈: 文字列のメソッドが引数として bytes を受け付けないのと同様、bytes オブジェクトと bytearray オブジェクトのメソッドは引数として文字列を受け付けません。例えば、以下のように書かなければなりません:

```
a = "abc"
b = a.replace("a", "f")
```

および:

```
a = b"abc"
b = a.replace(b"a", b"f")
```

いくつかの bytes と bytearray の操作は ASCII と互換性のあるバイナリフォーマットが使われていると仮定していますので、フォーマットの不明なバイナリデータに対して使うことは避けるべきです。こうした制約については以下で説明します。

注釈: これらの ASCII ベースの演算を使って ASCII ベースではないバイナリデータを操作すると、データを破壊する恐れがあります。

以下の bytes および bytearray オブジェクトのメソッドは、任意のバイナリデータに対して使用できます。

bytes.count(*sub*[, *start*[, *end*]])

bytearray.count(*sub*[, *start*[, *end*]])

[*start*, *end*] の範囲に、部分シーケンス *sub* が重複せず出現する回数を返します。オプション引数 *start* および *end* はスライス表記と同じように解釈されます。

検索対象の部分シーケンスは、任意の *bytes-like object* または 0 から 255 の範囲の整数にできます。

sub が空の場合は、文字と文字の間にある空のスライスの数、すなわち bytes オブジェクトの長さに 1 を加えたものを返します。

バージョン 3.3 で変更: 部分シーケンスとして 0 から 255 の範囲の整数も受け取れるようになりました。

bytes.removeprefix(*prefix*, /)

bytearray.removeprefix(*prefix*, /)

バリナリーデータが文字列 *prefix* で始まる場合、`bytes[len(prefix):]` を返します。それ以外の場合、元のバイナリーデータのコピーを返します:

```
>>> b'TestHook'.removeprefix(b'Test')
b'Hook'
>>> b'BaseTestCase'.removeprefix(b'Test')
b'BaseTestCase'
```

prefix は、任意の *bytes-like object* にできます。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

Added in version 3.9.

bytes.removesuffix(*suffix*, /)

bytearray.removesuffix(*suffix*, /)

バイナリーデータが文字列 *suffix* で終わり、*suffix* が空でない場合、`bytes[:-len(suffix)]` を返します。それ以外の場合、元のバイナリーデータのコピーを返します:

```
>>> b'MiscTests'.removesuffix(b'Tests')
b'Misc'
>>> b'TmpDirMixin'.removesuffix(b'Tests')
b'TmpDirMixin'
```

suffix は、任意の *bytes-like object* にできます。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

Added in version 3.9.

bytes.**decode**(*encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

bytearray.**decode**(*encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

str にデコードされた bytes を返します。

encoding のデフォルト値は `'utf-8'` です; 指定可能な値については **標準エンコーディング** を参照してください。

errors はデコーディングエラーをどのように取り扱うかを制御します。`'strict'` (デフォルト) では *UnicodeError* 例外が送出されます。そのほかに指定可能な値は `'ignore'`, `'replace'` と、そして *codecs.register_error()* で登録された名前です。詳しくは **エラーハンドラ** を参照してください。

パフォーマンス上の理由から、*errors* の値の妥当性は、デコーディングエラーが実際に発生するか、*Python* **開発モード** が有効になっているか、もしくは デバッグビルド が使われていない限りチェックされません。

注釈: 引数 *encoding* を *str* に渡すと *bytes-like object* を直接デコードすることができます。つまり、一時的な `bytes` や `bytearray` オブジェクトを作成する必要はありません。

バージョン 3.1 で変更: キーワード引数のサポートが追加されました。

バージョン 3.9 で変更: *errors* 引数の値は *Python* **開発モード** と デバッグモード でチェックされるようになりました。

bytes.**endswith**(*suffix*[, *start*[, *end*]])

bytearray.**endswith**(*suffix*[, *start*[, *end*]])

バイナリデータが指定された *suffix* で終わる場合は `True` を、そうでなければ `False` を返します。*suffix* は見つけたい複数の接尾語のタプルでも構いません。オプションの *start* が指定されている場合、その位置から判定を開始します。オプションの *end* が指定されている場合、その位置で比較を終了します。

検索対象の接尾語 (複数も可) は、任意の *bytes-like object* にできます。

bytes.**find**(*sub*[, *start*[, *end*]])

bytearray.**find**(*sub*[, *start*[, *end*]])

スライス `s[start:end]` に部分シーケンス *sub* が含まれる場合、データ中のその *sub* の最小のインデックスを返します。オプション引数 *start* および *end* はスライス表記と同様に解釈されます。*sub* が見つからなかった場合、`-1` を返します。

検索対象の部分シーケンスは、任意の *bytes-like object* または 0 から 255 の範囲の整数にできます。

注釈: *find()* メソッドは、*sub* の位置を知りたいときにのみ使うべきです。*sub* が部分文字列 (訳注: おそらく原文の誤り、正しくは部分シーケンス) であるかどうかのみを調べるには、`in` 演算子を使ってください:

```
>>> b'Py' in b'Python'
True
```

バージョン 3.3 で変更: 部分シーケンスとして 0 から 255 の範囲の整数も受け取れるようになりました。

bytes.**index**(*sub*[, *start*[, *end*]])

bytearray.**index**(*sub*[, *start*[, *end*]])

find() と同様ですが、部分シーケンスが見つからなかった場合 *ValueError* を送出します。

検索対象の部分シーケンスは、任意の *bytes-like object* または 0 から 255 の範囲の整数にできます。

バージョン 3.3 で変更: 部分シーケンスとして 0 から 255 の範囲の整数も受け取れるようになりました。

bytes.**join**(*iterable*)

bytearray.**join**(*iterable*)

iterable 中のバイナリデータを結合した bytes または bytearray オブジェクトを返します。*iterable* に *str* オブジェクトなど *bytes-like objects* ではない値が含まれている場合、*TypeError* が送出されます。なお要素間のセパレータは、このメソッドを提供する bytes または bytearray オブジェクトとなります。

static bytes.**maketrans**(*from*, *to*)

static bytearray.**maketrans**(*from*, *to*)

この静的メソッドは、*bytes.translate()* に渡すのに適した変換テーブルを返します。このテーブルは、*from* 中の各バイトを *to* の同じ位置にあるバイトにマッピングします。*from* と *to* は両方とも同じ長さの *bytes-like objects* でなければなりません。

Added in version 3.1.

bytes.**partition**(*sep*)

bytearray.**partition**(*sep*)

区切り *sep* が最初に出現する位置でシーケンスを分割し、3 要素のタプルを返します。タプルの内容は、区切りの前の部分、その区切りオブジェクトまたはその bytearray 型のコピー、そして区切りの後ろの部分です。もし区切りが見つからなければ、タプルには元のシーケンスのコピーと、その後ろに二つの空の bytes または bytearray オブジェクトが入ります。

検索する区切りとしては、任意の *bytes-like object* を指定できます。

bytes.**replace**(*old*, *new*[, *count*])

bytearray.**replace**(*old*, *new*[, *count*])

部分シーケンス *old* を全て *new* に置換したシーケンスを返します。オプション引数 *count* が与えられている場合、先頭から *count* 個の *old* だけを置換します。

検索する部分シーケンスおよび置換後の部分シーケンスとしては、任意の *bytes-like object* を指定できます。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.**rfind**(*sub*[, *start*[, *end*]])

bytearray.**rfind**(*sub*[, *start*[, *end*]])

シーケンス中の領域 `s[start:end]` に *sub* が含まれる場合、その最大のインデックスを返します。オプション引数 *start* および *end* はスライス表記と同様に解釈されます。*sub* が見つからなかった場合 `-1` を返します。

検索対象の部分シーケンスは、任意の *bytes-like object* または 0 から 255 の範囲の整数にできます。

バージョン 3.3 で変更: 部分シーケンスとして 0 から 255 の範囲の整数も受け取れるようになりました。

bytes.**rindex**(*sub*[, *start*[, *end*]])

bytearray.**rindex**(*sub*[, *start*[, *end*]])

rfind() と同様ですが、部分シーケンス *sub* が見つからなかった場合 *ValueError* を送出します。

検索対象の部分シーケンスは、任意の *bytes-like object* または 0 から 255 の範囲の整数にできます。

バージョン 3.3 で変更: 部分シーケンスとして 0 から 255 の範囲の整数も受け取れるようになりました。

bytes.**rpartition**(*sep*)

bytearray.**rpartition**(*sep*)

区切り *sep* が最後に出現する位置でシーケンスを分割し、3 要素のタプルを返します。タプルの内容は、区切りの前の部分、その区切りオブジェクトまたはその bytearray 型のコピー、そして区切りの後ろの部分

です。もし区切れなければ、タプルには二つの空の bytes または bytearray オブジェクトと、その後ろに元のシーケンスのコピーが入ります。

検索する区切りとしては、任意の *bytes-like object* を指定できます。

bytes.**startswith**(*prefix*[, *start*[, *end*]])

bytearray.**startswith**(*prefix*[, *start*[, *end*]])

バイナリデータが指定された *prefix* で始まる場合は `True` を、そうでなければ `False` を返します。*prefix* は見つけたい複数の接頭語のタプルでも構いません。オプションの *start* が指定されている場合、その位置から判定を開始します。オプションの *end* が指定されている場合、その位置で比較を終了します。

検索対象の接頭語 (複数も可) は、任意の *bytes-like object* にできます。

bytes.**translate**(*table*, */*, *delete=b''*)

bytearray.**translate**(*table*, */*, *delete=b''*)

オプション引数 *delete* に現れるすべてのバイトを除去し、残ったバイトを与えられた変換テーブルに従ってマップした、バイト列やバイト配列オブジェクトのコピーを返します。変換テーブルは長さ 256 のバイト列オブジェクトでなければなりません。

変換テーブルの作成に、*bytes.maketrans()* メソッドを使うこともできます。

文字を削除するだけの変換には、*table* 引数を `None` に設定してください:

```
>>> b'read this short text'.translate(None, b'aeiou')
b'rd ths shrt txt'
```

バージョン 3.6 で変更: *delete* はキーワード引数として指定可能になりました。

以下の bytes および bytearray オブジェクトのメソッドは、ASCII と互換性のあるバイナリフォーマットが使われていると仮定していますが、適切な引数を指定すれば任意のバイナリデータに使用できます。なお、このセクションで紹介する bytearray のメソッドはすべてインプレースで動作 **せず** 、新しいオブジェクトを生成します。

bytes.**center**(*width*[, *fillbyte*])

bytearray.**center**(*width*[, *fillbyte*])

長さ *width* の中央寄せされたシーケンスのコピーを返します。パディングには *fillbyte* で指定された値 (デフォルトでは ASCII スペース) が使われます。*bytes* オブジェクトの場合、*width* が `len(s)` 以下なら元のシーケンスが返されます。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.**ljust**(*width*[, *fillbyte*])

bytearray.**ljust**(*width*[, *fillbyte*])

長さ *width* の左寄せされたシーケンスのコピーを返します。パディングには *fillbyte* で指定された値 (デフォルトでは ASCII スペース) が使われます。*bytes* オブジェクトの場合、*width* が `len(s)` 以下なら元のシーケンスが返されます。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.**lstrip**([*chars*])

bytearray.**lstrip**([*chars*])

先頭から特定のバイト値を除去したコピーを返します。引数 *chars* は除去されるバイト値の集合を指定するバイナリシーケンスです — この名前は、このメソッドが通常は ASCII 文字列に対して使われることに由来しています。*chars* が省略されるか `None` の場合、ASCII の空白文字 (訳注: 空白文字の定義については *bytearray.isspace()* を参照) が除去されます。なお *chars* 引数と一致する接頭辞が除去されるのではなく、それに含まれるバイトの組み合わせ全てが除去されます:

```
>>> b'   spacious   '.lstrip()
b'spacious   '
>>> b'www.example.com'.lstrip(b'cmowz.')
b'example.com'
```

削除したいバイト値のバイナリシーケンスには、*bytes-like object* を指定することができます。バイナリシーケンスで指定した文字の集合全てではなく、指定した文字列そのものを接頭辞として削除するメソッドについては、*removeprefix()* を参照してください。使用例:

```
>>> b'Arthur: three!'.lstrip(b'Arthur: ')
b'ee!'
>>> b'Arthur: three!'.removeprefix(b'Arthur: ')
b'three!'
```

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.**rjust**(*width*[, *fillbyte*])

bytearray.**rjust**(*width*[, *fillbyte*])

長さ *width* の右寄せされたシーケンスのコピーを返します。パディングには *fillbyte* で指定された値 (デフォルトでは ASCII スペース) が使われます。*bytes* オブジェクトの場合、*width* が `len(s)` 以下なら元のシーケンスが返されます。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

bytes.**rsplit**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)

bytearray.**rsplit**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)

sep を区切りとして、同じ型の部分シーケンスに分割します。*maxsplit* が与えられた場合、シーケンスの **右端** から最大 *maxsplit* 回だけ分割を行います。*sep* が指定されていないか `None` のとき、ASCII 空白文字の組み合わせで作られる部分シーケンスすべてが区切りとなります。右から分割していくことを除けば、*rsplit()* は後ほど詳しく述べる *split()* と同様に振る舞います。

bytes.**rstrip**([*chars*])

bytearray.**rstrip**([*chars*])

末尾から特定のバイト値を除去したコピーを返します。引数 *chars* は除去されるバイト値の集合を指定するバイナリシーケンスです — この名前は、このメソッドが通常は ASCII 文字列に対して使われることに由来しています。*chars* が省略されるか `None` の場合、ASCII の空白文字 (訳注: 空白文字の定義については *bytearray.isspace()* を参照) が除去されます。なお *chars* 引数と一致する接尾辞が除去されるのではなく、それに含まれるバイトの組み合わせ全てが除去されます:

```
>>> b'   spacious   '.rstrip()
b'   spacious'
>>> b'mississippi'.rstrip(b'ipz')
b'mississ'
```

削除したいバイト値のバイナリシーケンスには、*bytes-like object* を指定することができます。バイナリシーケンスで指定した文字の集合全てではなく、指定した文字列そのものを接尾辞として削除するメソッドについては、*removesuffix()* を参照してください。使用例:

```
>>> b'Monty Python'.rstrip(b' Python')
b'M'
>>> b'Monty Python'.removesuffix(b' Python')
b'Monty'
```

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

bytes.**split**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)

bytearray.**split**(*sep=None*, *maxsplit=-1*)

sep を区切りとして、同じ型の部分シーケンスに分割します。*maxsplit* が与えられ、かつ負の数でない場合、シーケンスの **左端** から最大 *maxsplit* 回だけ分割を行います (したがって結果のリストの要素数は最

大で maxsplit+1 になります)。*maxsplit* が指定されていないか -1 のとき、分割の回数に制限はありません (可能なだけ分割されます)。

sep が与えられた場合、連続した区切り用バイト値はまとめられず、空の部分シーケンスを区切っていると判断されます (例えば b'1,,2'.split(b',') は [b'1', b'', b'2'] を返します)。引数 *sep* は複数バイトのシーケンスにもできます (例えば b'1<>2<>3'.split(b'<>') は [b'1', b'2', b'3'] を返します)。空のシーケンスを分割すると、分割するオブジェクトの型によって [b''] または [bytearray(b'')] が返ります。引数 *sep* には、あらゆる *bytes-like object* を指定できます。

例えば:

```
>>> b'1,2,3'.split(b',')
[b'1', b'2', b'3']
>>> b'1,2,3'.split(b',', maxsplit=1)
[b'1', b'2,3']
>>> b'1,2,,3,'.split(b',')
[b'1', b'2', b'', b'3', b'']
```

sep が指定されていないか None の場合、異なる分割アルゴリズムが適用されます。連続する ASCII 空白文字はひとつの区切りとみなされ、またシーケンスの先頭や末尾に空白があっても、結果の最初や最後に空のシーケンスは含まれません。したがって区切りを指定せずに空のシーケンスや ASCII 空白文字だけのシーケンスを分割すると、[] が返されます。

例えば:

```
>>> b'1 2 3'.split()
[b'1', b'2', b'3']
>>> b'1 2 3'.split(maxsplit=1)
[b'1', b'2 3']
>>> b'   1   2   3   '.split()
[b'1', b'2', b'3']
```

bytes.**strip**([*chars*])

bytearray.**strip**([*chars*])

先頭および末尾から特定のバイト値を除去したコピーを返します。引数 *chars* は除去されるバイト値の集合を指定するバイナリシーケンスです — この名前は、このメソッドが通常は ASCII 文字列に対して使われることに由来しています。*chars* が省略されるか None の場合、ASCII の空白文字 (訳注: 空白文字の定義については *bytearray.isspace()* を参照) が除去されます。なお *chars* 引数と一致する接頭辞および接尾辞が除去されるのではなく、それに含まれるバイトの組み合わせ全てが除去されます:

```
>>> b'   spacious   '.strip()
b'spacious'
>>> b'www.example.com'.strip(b'cmowz.')
b'example'
```

除去対象のバイト値を含むバイナリシーケンスには、任意の *bytes-like object* を指定できます。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

以下の bytes および bytearray オブジェクトのメソッドは、ASCII と互換性のあるバイナリフォーマットが使われていると仮定しており、任意のバイナリデータに対して使用すべきではありません。なお、このセクションで紹介する bytearray のメソッドはすべてインプレースで動作 **せず** 、新しいオブジェクトを生成します。

bytes.capitalize()

bytearray.capitalize()

各バイトを ASCII 文字と解釈して、最初のバイトを大文字にし、残りを小文字にしたシーケンスのコピーを返します。ASCII 文字と解釈できないバイト値は、変更されません。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.expandtabs(*tabsize=8*)

bytearray.expandtabs(*tabsize=8*)

桁 (column) 位置と指定されたタブ幅 (tab size) に応じて、全ての ASCII タブ文字を 1 つ以上の ASCII スペース文字に置換したシーケンスのコピーを返します。ここで *tabsize* バイトごとの桁位置をタブ位置とします (デフォルト値である 8 の場合、タブ位置は 0 桁目、8 桁目、16 桁目、と続いていきます)。シーケンスを展開するにあたって、まず現桁位置をゼロに設定し、シーケンスを 1 バイトずつ調べていきます。もしバイト値が ASCII タブ文字 (`b'\t'`) であれば、現桁位置が次のタブ位置と一致するまで 1 つ以上の ASCII スペース文字を結果のシーケンスに挿入していきます（ASCII タブ文字自体はコピーしません)。もしバイト値が ASCII 改行文字 (`b'\n'` もしくは `b'\r'`) であれば、そのままコピーした上で現桁位置を 0 にリセットします。その他のバイト値については変更せずにコピーし、そのバイト値の表示のされ方（訳注: 全角、半角など）に関わらず現桁位置を 1 つ増加させます:

```
>>> b'01\t012\t0123\t01234'.expandtabs()
b'01      012     0123    01234'
>>> b'01\t012\t0123\t01234'.expandtabs(4)
b'01  012 0123    01234'
```

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.isalnum()

bytearray.isalnum()

シーケンスが空でなく、かつ全てのバイト値が ASCII 文字のアルファベットまたは数字である場合は True を、そうでなければ False を返します。ここでの ASCII 文字のアルファベットとはシーケンス b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ' に含まれるバイト値です。ASCII 文字の数字とは b'0123456789' に含まれるバイト値です。

例えば:

```
>>> b'ABCabc1'.isalnum()
True
>>> b'ABC abc1'.isalnum()
False
```

bytes.isalpha()

bytearray.isalpha()

シーケンスが空でなく、かつ全てのバイト値が ASCII 文字のアルファベットである場合は True を、そうでなければ False を返します。ここでの ASCII 文字のアルファベットとはシーケンス b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyzABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ' に含まれるバイト値です。

例えば:

```
>>> b'ABCabc'.isalpha()
True
>>> b'ABCabc1'.isalpha()
False
```

bytes.isascii()

bytearray.isascii()

シーケンスが空であるか、シーケンスの全てのバイトが ASCII である場合に True を、それ以外の場合に False を返します。ASCII バイトは 0-0x7F の範囲にあります。

Added in version 3.7.

bytes.isdigit()

bytearray.isdigit()

シーケンスが空でなく、かつ全てのバイト値が ASCII 文字の数字である場合は True を、そうでなければ False を返します。ここでの ASCII 文字の数字とは b'0123456789' に含まれるバイト値です。

例えば:

```
>>> b'1234'.isdigit()
True
>>> b'1.23'.isdigit()
False
```

bytes.islower()

bytearray.islower()

シーケンス中に小文字アルファベットの ASCII 文字が一つ以上あり、かつ大文字アルファベットの ASCII 文字が一つも無い場合に True を返します。そうでなければ False を返します。

例えば:

```
>>> b'hello world'.islower()
True
>>> b'Hello world'.islower()
False
```

ここでの小文字の ASCII 文字とは b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz' に含まれるバイト値です。また大文字の ASCII 文字とは b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ' に含まれるバイト値です。

bytes.isspace()

bytearray.isspace()

シーケンスが空でなく、かつ全てのバイト値が ASCII 空白文字である場合は True を、そうでなければ False を返します。ここでの ASCII 空白文字とはシーケンス b' \t\n\r\x0b\f' に含まれるバイト値です (半角スペース、タブ、ラインフィード、キャリッジリターン、垂直タブ、フォームフィード) 。

bytes.istitle()

bytearray.istitle()

シーケンスが空でなく、かつ ASCII のタイトルケース文字列になっている場合は True を、そうでなければ False を返します。「タイトルケース文字列」の定義については *bytes.title()* を参照してください。

例えば:

```
>>> b'Hello World'.istitle()
True
>>> b'Hello world'.istitle()
False
```

bytes.isupper()

bytearray.isupper()

シーケンス中に大文字アルファベットの ASCII 文字が一つ以上あり、かつ小文字アルファベットの ASCII 文字が一つも無い場合に True を返します。そうでなければ False を返します。

例えば:

```
>>> b'HELLO WORLD'.isupper()
True
>>> b'Hello world'.isupper()
False
```

ここでの小文字の ASCII 文字とは `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'` に含まれるバイト値です。また大文字の ASCII 文字とは `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'` に含まれるバイト値です。

bytes.lower()

bytearray.lower()

シーケンスに含まれる大文字アルファベットの ASCII 文字を全て小文字アルファベットに変換したシーケンスのコピーを返します。

例えば:

```
>>> b'Hello World'.lower()
b'hello world'
```

ここでの小文字の ASCII 文字とは `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'` に含まれるバイト値です。また大文字の ASCII 文字とは `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'` に含まれるバイト値です。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.splitlines(*keepends=False*)

bytearray.splitlines(*keepends=False*)

バイナリシーケンスを ASCII の改行コードで分割し、各行をリストにして返します。このメソッドは *universal newlines* アプローチで行を分割します。*keepends* 引数に真を与えた場合を除き、改行コードは結果のリストに含まれません。

例えば:

```
>>> b'ab c\n\nde fg\rkl\r\n'.splitlines()
[b'ab c', b'', b'de fg', b'kl']
>>> b'ab c\n\nde fg\rkl\r\n'.splitlines(keepends=True)
[b'ab c\n', b'\n', b'de fg\r', b'kl\r\n']
```

split() とは違って、空シーケンスに対して区切り *sep* を与えて呼び出すと空のリストを返します。またシーケンス末尾に改行コードがある場合、(訳註: その後ろに空行があるとは判断せず) 余分な行を生成することはありません:

```
>>> b"".split(b'\n'), b"Two lines\n".split(b'\n')
([b''], [b'Two lines', b''])
>>> b"".splitlines(), b"One line\n".splitlines()
([], [b'One line'])
```

bytes.swapcase()

bytearray.swapcase()

シーケンスに含まれる小文字アルファベットの ASCII 文字を全て大文字アルファベットに変換し、さらに大文字アルファベットを同様に小文字アルファベットに変換したシーケンスのコピーを返します。

例えば:

```
>>> b'Hello World'.swapcase()
b'hELLO wORLD'
```

ここでの小文字の ASCII 文字とは b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz' に含まれるバイト値です。また大文字の ASCII 文字とは b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ' に含まれるバイト値です。

str.swapcase() とは違い、バイナリバージョンのこちらでは bin.swapcase().swapcase() == bin が常に成り立ちます。一般的に Unicode 文字の大文字小文字変換は対称的ではありませんが、ASCII 文字の場合は対称的です。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.title()

bytearray.title()

タイトルケース化したバイナリシーケンスを返します。具体的には、各単語が大文字アルファベットの ASCII 文字で始まり、かつ残りの文字が小文字アルファベットになっているシーケンスが返ります。大文字小文字の区別が無いバイト値については変更されずそのままになります。

例えば:

```
>>> b'Hello world'.title()
b'Hello World'
```

ここでの小文字の ASCII 文字とは b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz' に含まれるバイト値です。また大文字の ASCII 文字とは b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ' に含まれるバイト値です。その他のバイト値については、大文字小文字の区別はありません。

このアルゴリズムは、連続した文字の集まりという、言語から独立した単純な単語の定義を使います。この定義は多くの状況ではうまく機能しますが、短縮形や所有格のアポストロフィが単語の境界になってしまい、望みの結果を得られない場合があります:

```
>>> b"they're bill's friends from the UK".title()
b"They'Re Bill'S Friends From The Uk"
```

正規表現を使うことでアポストロフィに対応できます:

```
>>> import re
>>> def titlecase(s):
...     return re.sub(rb"[A-Za-z]+('[A-Za-z]+)?",
...                   lambda mo: mo.group(0)[0:1].upper() +
...                              mo.group(0)[1:].lower(),
...                   s)
...
>>> titlecase(b"they're bill's friends.")
b"They're Bill's Friends."
```

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.**upper**()

bytearray.**upper**()

シーケンスに含まれる小文字アルファベットの ASCII 文字を全て大文字アルファベットに変換したシーケンスのコピーを返します。

例えば:

```
>>> b'Hello World'.upper()
b'HELLO WORLD'
```

ここでの小文字の ASCII 文字とは `b'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz'` に含まれるバイト値です。また大文字の ASCII 文字とは `b'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ'` に含まれるバイト値です。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

---

bytes.**zfill**(*width*)

bytearray.**zfill**(*width*)

長さが *width* になるよう ASCII `b'0'` で左詰めしたシーケンスのコピーを返します。先頭が符号接頭辞 (`b'+'`/`b'-'`) だった場合、`b'0'` は符号の前ではなく **後** に挿入されます。*bytes* オブジェクトの場合、*width* が `len(seq)` 以下であれば元のシーケンスが返ります。

例えば:

```
>>> b"42".zfill(5)
b'00042'
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> b"-42".zfill(5)
b'-0042'
```

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

4.9.4 printf 形式での bytes の書式化

注釈: ここで述べる書式化演算には様々な癖があり、よく間違いの元になっています (タプルや辞書を正しく表示できないなど)。もし表示する値がタプルや辞書かもしれない場合、それをタプルに包むようにしてください。

bytes オブジェクト (bytes/bytearray) には固有の操作: % 演算子 (モジュロ) があります。この演算子は bytes の **書式化** または **補間** 演算子とも呼ばれます。format % values (*format* は bytes オブジェクト) とすると、*format* 中の % 変換指定は *values* 中のゼロ個またはそれ以上の要素で置換されます。この動作は C 言語における sprintf() に似ています。

format が単一の引数しか要求しない場合、*values* はタプルではない単一のオブジェクトで問題ありません。[p. 83, *5] それ以外の場合、*values* は書式シーケンス（訳註: 先の例での *format* ）中で指定された項目と正確に同じ数の要素を含むタプルか、単一のマッピング型のオブジェクト (たとえば辞書) でなければなりません。

一つの変換指定子は 2 またはそれ以上の文字を含み、その構成要素は以下からなりますが、示した順に出現しなければなりません:

1. 指定子の開始を示す文字 '%' 。
2. マップキー (オプション)。丸括弧で囲った文字列からなります (例えば (somename)) 。
3. 変換フラグ (オプション)。一部の変換型の結果に影響します。
4. 最小のフィールド幅 (オプション)。'*' (アスタリスク) を指定した場合、実際の文字列幅が *values* タプルの次の要素から読み出されます。タプルには最小フィールド幅やオプションの精度指定の後に変換したいオブジェクトがくるようにします。
5. 精度 (オプション)。'.' (ドット) とその後に続く精度で与えられます。'*' (アスタリスク) を指定した場合、精度の桁数は *values* タプルの次の要素から読み出されます。タプルには精度指定の後に変換したい値がくるようにします。
6. 精度長変換子 (オプション)。
7. 変換型。

% 演算子の右側の引数が辞書の場合 (またはその他のマッピング型の場合) 、bytes オブジェクト中のフォーマットには、辞書のキーを丸括弧で囲って文字 '%' の直後に書いたものが含まれていなければ **なりません** 。マップキーは書式化したい値をマッピングから選び出します。例えば:

```
>>> print(b'%(language)s has %(number)03d quote types.' %
...       {b'language': b"Python", b"number": 2})
b'Python has 002 quote types.'
```

この場合、* 指定子をフォーマットに含めてはいけません (* 指定子は順番付けされたパラメタのリストが必要だからです)。

変換フラグ文字を以下に示します:

Flag	意味
'#'	値の変換に (下で定義されている) " 別の形式" を使います。
'0'	数値型に対してゼロによるパディングを行います。
'-'	変換された値を左寄せにします ('0' と同時に与えた場合、'0' を上書きします) 。
' '	(スペース) 符号付きの変換で正の数の場合、前に一つスペースを空けます (そうでない場合は空文字になります) 。
'+'	変換の先頭に符号文字 ('+' または '-') を付けます (" スペース" フラグを上書きします) 。

精度長変換子 (h, l, または L) を使うことができますが、Python では必要ないため無視されます。-- つまり、例えば %ld は %d と等価です。

変換型を以下に示します:

変換	意味	注釈
'd'	符号付き 10 進整数。	
'i'	符号付き 10 進整数。	
'o'	符号付き 8 進数。	(1)
'u'	旧式の型 -- 'd' と同じです。	(8)
'x'	符号付き 16 進数 (小文字)。	(2)
'X'	符号付き 16 進数 (大文字)。	(2)
'e'	指数表記の浮動小数点数 (小文字)。	(3)
'E'	指数表記の浮動小数点数 (大文字)。	(3)
'f'	10 進浮動小数点数。	(3)
'F'	10 進浮動小数点数。	(3)
'g'	浮動小数点数。指数部が -4 以上または精度以下の場合には小文字指数表記、それ以外の場合には 10 進表記。	(4)
'G'	浮動小数点数。指数部が -4 以上または精度以下の場合には大文字指数表記、それ以外の場合には 10 進表記。	(4)
'c'	1 バイト (整数または要素 1 つの bytes/bytearray オブジェクトを受理します)	
'b'	バイナリシーケンス (buffer protocol をサポートするか、__bytes__() メソッドがあるオブジェクト)	(5)
's'	's' は 'b' の別名です。Python 2/3 の両方を対象としたコードでのみ使用すべきです。	(6)
'a'	バイナリシーケンス (Python オブジェクトを repr(obj).encode('ascii', 'backslashreplace') で変換します)。	(5)
'r'	'r' は 'a' の別名です。Python 2/3 の両方を対象としたコードでのみ使用すべきです。	(7)
'%'	引数を変換せず、返される文字列中では文字 '%' になります。	

注釈:

(1) 別の形式を指定（訳注: 変換フラグ # を使用）すると 8 進数を表す接頭辞 ('0o') が最初の数字の前に挿入されます。

(2) 別の形式を指定（訳注: 変換フラグ # を使用）すると 16 進数を表す接頭辞 '0x' または '0X' (使用するフォーマット文字が 'x' か 'X' に依存します) が最初の数字の前に挿入されます。

(3) この形式にした場合、変換結果には常に小数点が含まれ、それはその後ろに数字が続かない場合にも適用されます。

指定精度は小数点の後の桁数を決定し、そのデフォルトは 6 です。

(4) この形式にした場合、変換結果には常に小数点が含まれ他の形式とは違って末尾の 0 は取り除かれません。

指定精度は小数点の前後の有効桁数を決定し、そのデフォルトは 6 です。

(5) 精度が N なら、出力は N 文字に切り詰められます。

(6) `b'%s'` は非推奨ですが、3.x 系では削除されません。

(7) `b'%r'` は非推奨ですが、3.x 系では削除されません。

(8) **PEP 237** を参照してください。

注釈: bytearray のこのメソッドはインプレースでは動作 **しません** -- 一切変化が無い場合でも、常に新しいオブジェクトを生成します。

参考:

PEP 461 - bytes と bytearray への % 書式化の追加

Added in version 3.5.

4.9.5 メモリビュー

memoryview オブジェクトは、Python コードが バッファプロトコル をサポートするオブジェクトの内部データへ、コピーすることなくアクセスすることを可能にします。

class memoryview(*object*)

object を参照する *memoryview* を作成します。*object* はバッファプロトコルをサポートしていなければなりません。バッファプロトコルをサポートする組み込みオブジェクトには、*bytes* 、*bytearray* などがあります。

memoryview は元となる *object* が扱うメモリーの最小単位を **要素** として扱います。多くの単純なオブジェクト、例えば *bytes* や *bytearray* では、要素は単バイトになりますが、他の *array.array* 等の型では、要素はより大きくなりえます。

`len(view)` はビューの入れ子になったリスト表現である *tolist* の長さと等しくなります。ビューが `view.ndim = 1` を満たす場合はビューの要素数とも等しくなります。

バージョン 3.12 で変更: `view.ndim == 0` で `len(view)` の場合、1 の代わりに *TypeError* を返すようになりました。

itemsize 属性は各要素のバイト数を与えます。

memoryview はスライスおよびインデックス指定で内容を取得できます。一次元のスライスは部分ビューになります:

```
>>> v = memoryview(b'abcefg')
>>> v[1]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
98
>>> v[-1]
103
>>> v[1:4]
<memory at 0x7f3ddc9f4350>
>>> bytes(v[1:4])
b'bce'
```

もしメモリビューの *format* が *struct* モジュールによって定義されているネイティブのフォーマット指定子であれば、整数または整数のタプルでのインデックス指定により適切な型の **要素 *1* つ** を得ることができます。一次元のメモリビューでは、整数または整数 1 つのタプルでインデックス指定できます。多次元のメモリビューでは、その次元数を *ndim* としたとき、ちょうど *ndim* 個の整数からなるタプルでインデックス指定できます。ゼロ次元のメモリビューでは、空のタプルでインデックス指定できます。

format が単バイト単位ではない例を示します:

```
>>> import array
>>> a = array.array('l', [-11111111, 22222222, -33333333, 44444444])
>>> m = memoryview(a)
>>> m[0]
-11111111
>>> m[-1]
44444444
>>> m[::2].tolist()
[-11111111, -33333333]
```

メモリビューの参照しているオブジェクトが書き込み可能であれば、一次元スライスでの代入が可能です。ただしサイズの変更はできません:

```
>>> data = bytearray(b'abcefg')
>>> v = memoryview(data)
>>> v.readonly
False
>>> v[0] = ord(b'z')
>>> data
bytearray(b'zbcefg')
>>> v[1:4] = b'123'
>>> data
bytearray(b'z123fg')
>>> v[2:3] = b'spam'
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: memoryview assignment: lvalue and rvalue have different structures
>>> v[2:6] = b'spam'
>>> data
bytearray(b'z1spam')
```

'B', 'b', 'c' いずれかのフォーマットの **ハッシュ可能** な (読み出し専用の) 型の 1 次元メモリビューもまた、ハッシュ可能です。ハッシュは `hash(m) == hash(m.tobytes())` として定義されています:

```
>>> v = memoryview(b'abcefg')
>>> hash(v) == hash(b'abcefg')
True
>>> hash(v[2:4]) == hash(b'ce')
True
>>> hash(v[::-2]) == hash(b'abcefg'[::-2])
True
```

バージョン 3.3 で変更: 1 次元のメモリビューがスライス可能になりました。'B', 'b', 'c' いずれかのフォーマットの 1 次元のメモリビューが **ハッシュ可能** になりました。

バージョン 3.4 で変更: memoryview は自動的に *collections.abc.Sequence* へ登録されるようになりました。

バージョン 3.5 で変更: メモリビューは整数のタプルでインデックス指定できるようになりました。

memoryview にはいくつかのメソッドがあります:

__eq__(*exporter*)

memoryview と **PEP 3118** エクスポーターは、shape が同じで、*struct* のフォーマットで解釈したときの値が同じ場合に同値になります。

tolist() がサポートしている *struct* フォーマットの一部では、`v.tolist() == w.tolist()` が成り立つときに `v == w` になります:

```
>>> import array
>>> a = array.array('I', [1, 2, 3, 4, 5])
>>> b = array.array('d', [1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0])
>>> c = array.array('b', [5, 3, 1])
>>> x = memoryview(a)
>>> y = memoryview(b)
>>> x == a == y == b
True
>>> x.tolist() == a.tolist() == y.tolist() == b.tolist()
True
>>> z = y[::-2]
>>> z == c
True
>>> z.tolist() == c.tolist()
True
```

どちらかの書式文字列が *struct* モジュールにサポートされていなければ、(書式文字列とバッファの内容が同一でも) オブジェクトは常に等しくないものとして比較されます:

```
>>> from ctypes import BigEndianStructure, c_long
>>> class BEPoint(BigEndianStructure):
...     _fields_ = [("x", c_long), ("y", c_long)]
...
>>> point = BEPoint(100, 200)
>>> a = memoryview(point)
>>> b = memoryview(point)
>>> a == point
False
>>> a == b
False
```

浮動小数点数の場合と同様 memoryview オブジェクトに対する `v is w` は `v == w` を意味しないことに注意してください。

バージョン 3.3 で変更: 以前のバージョンは、要素フォーマットと論理的な配列構造を無視して生のメモリを比較していました。

tobytes(*order='C'*)

バッファ中のデータをバイト文字列として返します。これはメモリビューに対して *bytes* コンストラクタを呼び出すのと同等です。

```
>>> m = memoryview(b"abc")
>>> m.tobytes()
b'abc'
>>> bytes(m)
b'abc'
```

連続でない配列については、結果はすべての要素がバイトに変換されたものを含むフラットなリスト表現に等しくなります。*tobytes()* は、*struct* モジュール文法にないものを含むすべての書式文字列をサポートします。

Added in version 3.8: *order* は {'C', 'F', 'A'} のいずれかを取ることができます。*order* が 'C' か 'F' の場合、元の配列は C または Fortran のデータ並びにそれぞれ変換されます。連続したデータに対するビューの場合、'A' は物理メモリ上のデータの正確なコピーを返します。特に、メモリ上における Fortran のデータ並びは保存されます。不連続なデータに対するビューの場合、データはまず C のデータ並びに変換されます。*order=None* は *order='C'* と同じです。

hex(*[sep[, bytes_per_sep]]*)

バッファ中の各バイトを 2 つの 16 進数で表した文字列を返します:

```
>>> m = memoryview(b"abc")
>>> m.hex()
'616263'
```

Added in version 3.5.

バージョン 3.8 で変更: *bytes.hex()* と同様に、*memoryview.hex()* は、16 進数出力のバイト文字列を分割するセパレータを挿入するためのオプションパラメータ *sep* と *bytes_per_sep* をサポートするようになりました。

tolist()

バッファ中のデータを要素のリストとして返します。

```
>>> memoryview(b'abc').tolist()
[97, 98, 99]
>>> import array
>>> a = array.array('d', [1.1, 2.2, 3.3])
>>> m = memoryview(a)
>>> m.tolist()
[1.1, 2.2, 3.3]
```

バージョン 3.3 で変更: *tolist()* が *struct* モジュール文法に含まれるすべての単一文字の native フォーマットと多次元の表現をサポートするようになりました。

toreadonly()

読み込み専用のメモリビューオブジェクトを返します。元のメモリビューオブジェクトは変更されません。

```
>>> m = memoryview(bytearray(b'abc'))
>>> mm = m.toreadonly()
>>> mm.tolist()
[97, 98, 99]
>>> mm[0] = 42
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: cannot modify read-only memory
>>> m[0] = 43
>>> mm.tolist()
[43, 98, 99]
```

Added in version 3.8.

release()

memoryview オブジェクトによって晒されている、元になるバッファを解放します。多くのオブジェクトはビューに支配されているときに特殊なふるまいをします (例えば、*bytearray* は大きさの変更を一時的に禁止します)。ですから、release() を呼び出すことは、これらの制約をできるだけ早く取り除く (そしてぶら下がったリソースをすべて解放する) のに便利です。

このメソッドが呼ばれた後、このビュー上のそれ以上の演算は *ValueError* を送出します (複数回呼ばれえる *release()* 自身は除きます):

```
>>> m = memoryview(b'abc')
>>> m.release()
>>> m[0]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: operation forbidden on released memoryview object
```

コンテキストマネージャプロトコルは、with 文を使って同様の効果を得るのに使えます:

```
>>> with memoryview(b'abc') as m:
...     m[0]
...
97
>>> m[0]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: operation forbidden on released memoryview object
```

Added in version 3.2.

cast(*format*[, *shape*])

memoryview を新しいフォーマットか shape にキャストします。*shape* はデフォルトで [byte_length//new_itemsize] で、1 次元配列になります。戻り値は memoryview ですが、バッファー自体はコピーされません。サポートされている変換は 1 次元配列 -> C 言語型の連続配列 と C 言語型の連続配列 -> 1 次元配列 です（参考: *contiguous*）。

キャスト後のフォーマットは単一要素のネイティブフォーマットに限定され、*struct* の文法で指定します。利用可能なフォーマットのひとつはバイトフォーマット ('B', 'b' または 'c') です。キャスト後のバイト長は元の長さと同じでなければなりません。全てのフォーマットのバイト長は、オペレーティングシステムに依存することに注意してください。

1 次元 long から 1 次元 unsigned byte へのキャスト:

```
>>> import array
>>> a = array.array('l', [1,2,3])
>>> x = memoryview(a)
>>> x.format
'l'
>>> x.itemsize
8
>>> len(x)
3
>>> x.nbytes
24
>>> y = x.cast('B')
>>> y.format
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
'B'
>>> y.itemsize
1
>>> len(y)
24
>>> y.nbytes
24
```

1 次元 unsigned byte から 1 次元 char へのキャスト:

```
>>> b = bytearray(b'zyz')
>>> x = memoryview(b)
>>> x[0] = b'a'
Traceback (most recent call last):
  ...
TypeError: memoryview: invalid type for format 'B'
>>> y = x.cast('c')
>>> y[0] = b'a'
>>> b
bytearray(b'ayz')
```

1 次元 byte から 3 次元 int へ、そして 1 次元 signed char へのキャスト:

```
>>> import struct
>>> buf = struct.pack("i"*12, *list(range(12)))
>>> x = memoryview(buf)
>>> y = x.cast('i', shape=[2,2,3])
>>> y.tolist()
[[[0, 1, 2], [3, 4, 5]], [[6, 7, 8], [9, 10, 11]]]
>>> y.format
'i'
>>> y.itemsize
4
>>> len(y)
2
>>> y.nbytes
48
>>> z = y.cast('b')
>>> z.format
'b'
>>> z.itemsize
1
>>> len(z)
48
>>> z.nbytes
48
```

1 次元 unsigned long から 2 次元 unsigned long へのキャスト:

```
>>> buf = struct.pack("L"*6, *list(range(6)))
>>> x = memoryview(buf)
>>> y = x.cast('L', shape=[2,3])
>>> len(y)
2
>>> y.nbytes
48
>>> y.tolist()
[[0, 1, 2], [3, 4, 5]]
```

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: 単バイトのビューへキャストする場合、キャスト元のフォーマットについて制約は無くなりました。

読み出し専用の属性もいくつか使えます:

obj

memoryview が参照しているオブジェクト:

```
>>> b  = bytearray(b'xyz')
>>> m = memoryview(b)
>>> m.obj is b
True
```

Added in version 3.3.

nbytes

`nbytes == product(shape) * itemsize == len(m.tobytes())`. その配列が連続表現において利用するスペースです。これは `len(m)` と一致するとは限りません:

```
>>> import array
>>> a = array.array('i', [1,2,3,4,5])
>>> m = memoryview(a)
>>> len(m)
5
>>> m.nbytes
20
>>> y = m[::2]
>>> len(y)
3
>>> y.nbytes
12
>>> len(y.tobytes())
12
```

多次元配列:

```
>>> import struct
>>> buf = struct.pack("d"*12, *[1.5*x for x in range(12)])
>>> x = memoryview(buf)
>>> y = x.cast('d', shape=[3,4])
>>> y.tolist()
[[0.0, 1.5, 3.0, 4.5], [6.0, 7.5, 9.0, 10.5], [12.0, 13.5, 15.0, 16.5]]
>>> len(y)
3
>>> y.nbytes
96
```

Added in version 3.3.

readonly

メモリが読み出し専用かどうかを示す真偽値です。

format

ビューの中の各要素に対する (*struct* モジュールスタイルの) フォーマットを含む文字列。memoryview は、任意のフォーマット文字列を使ってエクスポーターから作成することができます。しかし、いくつかのメソッド (例えば *tolist()*) はネイティブの単一要素フォーマットに制限されます。

バージョン 3.3 で変更: フォーマット 'B' は struct モジュール構文で扱われるようになりました。これは `memoryview(b'abc')[0] == b'abc'[0] == 97` ということを意味します。

itemsize

memoryview の各要素のバイト単位の大きさ:

```
>>> import array, struct
>>> m = memoryview(array.array('H', [32000, 32001, 32002]))
>>> m.itemsize
2
>>> m[0]
32000
>>> struct.calcsize('H') == m.itemsize
True
```

ndim

メモリが表す多次元配列が何次元かを示す整数です。

shape

メモリが表している N 次元配列の形状を表す、長さ *ndim* の整数のタプルです。

バージョン 3.3 で変更: ndim = 0 の場合は None ではなく空のタプルとなるよう変更されました。

strides

配列のそれぞれの次元に対して、それぞれの要素にアクセスするのに必要なバイト数を表す、長さ *ndim* の整数のタプルです。

バージョン 3.3 で変更: ndim = 0 の場合は None ではなく空のタプルとなるよう変更されました。

suboffsets

PIL スタイルの配列の内部で利用している値。この値はただの情報として公開されています。

c_contiguous

メモリーが C 形式の順序で連続しているかどうかを示す真偽値（参考: *contiguous* ）。

Added in version 3.3.

f_contiguous

メモリーが Fortran 形式の順序で連続しているかどうかを示す真偽値（参考: *contiguous* ）。

Added in version 3.3.

contiguous

メモリーが連続しているかどうかを示す真偽値（参考: *contiguous* ）。

Added in version 3.3.

4.10 set（集合）型 --- set, frozenset

set オブジェクトは、固有の *hashable* オブジェクトの順序なしコレクションです。通常の用途には、帰属テスト、シーケンスからの重複除去、積集合、和集合、差集合、対称差 (排他的論理和) のような数学的演算の計算が含まれます。(他のコンテナについては組み込みの *dict*, *list*, *tuple* クラスや *collections* モジュールを参照してください。)

集合は、他のコレクションと同様、`x in set`, `len(set)`, `for x in set` をサポートします。コレクションには順序がないので、集合は挿入の順序や要素の位置を記録しません。従って、集合はインデクシング、スライシング、その他のシーケンス的な振舞いをサポートしません。

set および *frozenset* という、2 つの組み込みの集合型があります。*set* はミュータブルで、`add()` や `remove()` のようなメソッドを使って内容を変更できます。ミュータブルなため、ハッシュ値を持たず、また辞書のキーや他の集合の要素として用いることができません。一方、*frozenset* 型はイミュータブルで、**ハッシュ可能** です。作成後に内容を改変できないため、辞書のキーや他の集合の要素として用いることができます。

空でない *set* (*frozenset* ではない) は、*set* コンストラクタに加え、要素を波括弧中にカンマで区切って列挙することでも生成できます。例: `{'jack', 'sjoerd'}`。

どちらのクラスのコンストラクタも同様に働きます:

class set(*[iterable]*)

class frozenset(*[iterable]*)

iterable から要素を取り込んだ、新しい *set* もしくは *frozenset* オブジェクトを返します。集合の要素は **ハッシュ可能** なものでなくてはなりません。集合の集合を表現するためには、内側の集合は *frozenset* オブジェクトでなくてはなりません。*iterable* が指定されない場合、新しい空の集合が返されます。

集合はいくつかの方法で生成できます:

- 波括弧内にカンマ区切りで要素を列挙する: `{'jack', 'sjoerd'}`
- 集合内包表記を使う: `{c for c in 'abracadabra' if c not in 'abc'}`
- 型コンストラクタを使う: `set()`, `set('foobar')`, `set(['a', 'b', 'foo'])`

set および *frozenset* のインスタンスは以下の操作を提供します:

len(s)

集合 *s* の要素数 (*s* の濃度) を返します。

x in s

x が *s* のメンバーに含まれるか判定します。

x not in s

x が *s* のメンバーに含まれていないことを判定します。

isdisjoint(*other*)

集合が *other* と共通の要素を持たないとき、`True` を返します。集合はそれらの積集合が空集合となるときのみ、互いに素 (disjoint) となります。

issubset(*other*)

set <= other

set の全ての要素が *other* に含まれるか判定します。

set < other

set が *other* の真部分集合であるかを判定します。つまり、`set <= other and set != other` と等価です。

issuperset(*other*)

set >= other

other の全ての要素が set に含まれるか判定します。

set > other

set が *other* の真上位集合であるかを判定します。つまり、`set >= other and set != other` と等価です。

union(**others*)

set | other | ...

set と全ての other の要素からなる新しい集合を返します。

intersection(**others*)

set & other & ...

set と全ての other に共通する要素を持つ、新しい集合を返します。

difference(**others*)

set - other - ...

set に含まれて、かつ、全ての other に含まれない要素を持つ、新しい集合を返します。

symmetric_difference(*other*)

set ^ other

set と *other* のいずれか一方だけに含まれる要素を持つ新しい集合を返します。

copy()

集合の浅いコピーを返します。

なお、演算子でない版の *union()*, *intersection()*, *difference()*, *symmetric_difference()*, *issubset()*, *issuperset()* メソッドは、任意のイテラブルを引数として受け付けます。対して、演算子を使う版では、引数は集合でなくてはなりません。これは、`set('abc') & 'cbs'` のような誤りがちな構文を予防し、より読みやすい `set('abc').intersection('cbs')` を支持します。

set と *frozenset* のどちらも、集合同士の比較をサポートします。二つの集合は、それぞれの集合の要素全てが他方にも含まれている (互いに他方の部分集合である) とき、かつそのときに限り等しいです。一方の集合が他方の集合の真部分集合である (部分集合であるが等しくない) とき、かつそのときに限り一方の集合は他方の集合より小さいです。一方の集合が他方の集合の真上位集合である (上位集合であるが等しくない) とき、かつそのときに限り一方の集合は他方の集合より大きいです。

set のインスタンスは、*frozenset* のインスタンスと、要素に基づいて比較されます。例えば、`set('abc') == frozenset('abc')` や `set('abc') in set([frozenset('abc')])` は `True` を返します。

部分集合と等価性の比較は全順序付けを行う関数へと一般化することはできません。例えば、互いに素である二つの非空集合は、等しくなく、他方の部分集合でもありませんから、以下の **すべて** に `False` を返します: `a<b`, `a==b`, そして `a>b`.

集合は半順序（部分集合関係）しか定義しないので、集合のリストにおける *list.sort()* メソッドの出力は未定義です。

集合の要素は、辞書のキーのように、**ハッシュ可能** でなければなりません。

set インスタンスと *frozenset* インスタンスを取り混ぜての二項演算は、第一被演算子の型を返します。例えば: `frozenset('ab') | set('bc')` は *frozenset* インスタンスを返します。

以下の表に挙げる演算は *set* に適用されますが、*frozenset* のイミュータブルなインスタンスには適用されません:

update(**others*)

set |= other | ...

全ての other の要素を追加し、set を更新します。

intersection_update(**others*)

set &= other & ...

元の set と全ての other に共通する要素だけを残して set を更新します。

difference_update(**others*)

set -= other | ...

other に含まれる要素を取り除き、set を更新します。

symmetric_difference_update(*other*)

set ^= other

どちらかにのみ含まれて、共通には持たない要素のみで set を更新します。

add(*elem*)

要素 *elem* を set に追加します。

remove(*elem*)

要素 *elem* を set から取り除きます。*elem* が set に含まれていなければ *KeyError* を送出します。

discard(*elem*)

要素 *elem* が set に含まれていれば、取り除きます。

pop()

s から任意の要素を取り除き、それを返します。集合が空の場合、*KeyError* を送出します

clear()

set の全ての要素を取り除きます。

なお、演算子でない版の *update()*, *intersection_update()*, *difference_update()*, および *symmetric_difference_update()* メソッドは、任意のイテラブルを引数として受け付けます。

__contains__(), *remove()*, *discard()* メソッドの引数 *elem* は集合かもしれないことに注意してください。その集合と等価な *frozenset* の検索をサポートするために、*elem* から一時的な frozenset を作成します。

4.11 マッピング型 --- dict

マッピング オブジェクトは、ハッシュ可能 な値を任意のオブジェクトに対応付けます。マッピングはミュータブルなオブジェクトです。現在、標準のマッピング型は辞書 (*dictionary*) だけです。(他のコンテナについては組み込みの *list*, *set*, および *tuple* クラスと、*collections* モジュールを参照してください。)

辞書のキーには、**ほぼ** どんな値も使うことができます。キーとして使えないのは、*hashable* (ハッシュ可能) でない値、すなわちリストや辞書のようなミュータブルな型 (内包する値ではなくオブジェクト自体が同一であるかによって比較が行われるような型) です。比較した際に等しいとみなされる値 (例えば `1` と `1.0` と `True`) は、どれを使っても同じエントリーに関連付けられます。

class dict(***kwargs*)

class dict(*mapping*, ***kwargs*)

class dict(*iterable*, ***kwargs*)

オプションの位置引数と空の可能性もあるキーワード引数の集合により初期化された新しい辞書を返します。

辞書はいくつかの方法で生成できます:

- 波括弧内にカンマ区切りで `key: value` 対を列挙する: `{'jack': 4098, 'sjoerd': 4127}` あるいは `{4098: 'jack', 4127: 'sjoerd'}`
- 辞書内包表記を使う: `{}`, `{x: x ** 2 for x in range(10)}`
- 型コンストラクタを使う: `dict()`, `dict([('foo', 100), ('bar', 200)])`, `dict(foo=100, bar=200)`

位置引数が何も与えられなかった場合、空の辞書が作成されます。位置引数が与えられ、それがマッピングオブジェクトだった場合、そのマッピングオブジェクトと同じキーと値のペアを持つ辞書が作成されます。それ以外の場合、位置引数は *iterable* オブジェクトでなければなりません。iterable のそれぞれの要素自身は、ちょうど 2 個のオブジェクトを持つイテラブルでなければなりません。それぞれの要素の最初のオブジェクトは新しい辞書のキーになり、2 番目のオブジェクトはそれに対応する値になります。同一のキーが 2 回以上現れた場合は、そのキーの最後の値が新しい辞書での対応する値になります。

キーワード引数が与えられた場合、キーワード引数とその値が位置引数から作られた辞書に追加されます。既に存在しているキーが追加された場合、キーワード引数の値は位置引数の値を置き換えます。

例を出すと、次の例は全て `{"one": 1, "two": 2, "three": 3}` に等しい辞書を返します:

```
>>> a = dict(one=1, two=2, three=3)
>>> b = {'one': 1, 'two': 2, 'three': 3}
>>> c = dict(zip(['one', 'two', 'three'], [1, 2, 3]))
>>> d = dict([('two', 2), ('one', 1), ('three', 3)])
>>> e = dict({'three': 3, 'one': 1, 'two': 2})
>>> f = dict({'one': 1, 'three': 3}, two=2)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> a == b == c == d == e == f
True
```

最初の例のようにキーワード引数を与える方法では、キーは有効な Python の識別子でなければなりません。それ以外の方法では、辞書のキーとして有効などんなキーでも使えます。

以下は辞書型がサポートする操作です (それゆえ、カスタムのマップ型もこれらの操作をサポートするべきです):

list(d)

辞書 *d* で使われている全てのキーのリストを返します。

len(d)

辞書 *d* の項目数を返します。

d[key]

d のキー *key* の項目を返します。マップに *key* が存在しなければ、*KeyError* を送出します。

辞書のサブクラスが `__missing__()` メソッドを定義していて、*key* が存在しない場合、`d[key]` 演算はこのメソッドをキー *key* を引数として呼び出します。`d[key]` 演算は、`__missing__(key)` の呼び出しによって返された値をそのまま返すか、送出されたものをそのまま送出します。他の演算やメソッドは `__missing__()` を呼び出しません。`__missing__()` が定義されていない場合、*KeyError* が送出されます。`__missing__()` はメソッドでなければならず、インスタンス変数であってはなりません:

```
>>> class Counter(dict):
...     def __missing__(self, key):
...         return 0
...
>>> c = Counter()
>>> c['red']
0
>>> c['red'] += 1
>>> c['red']
1
```

ここでお見せした例は *collections.Counter* 実装の一部です。これとは違った `__missing__` が *collections.defaultdict* で使われています。

d[key] = value

`d[key]` に *value* を設定します。

del d[key]

d から `d[key]` を削除します。マップに *key* が存在しなければ、*KeyError* を送出します。

key in d

d がキー *key* を持っていれば True を、そうでなければ、False を返します。

key not in d

not key in d と等価です。

iter(d)

辞書のキーに渡るイテレータを返します。これは iter(d.keys()) へのショートカットです。

clear()

辞書の全ての項目を消去します。

copy()

辞書の浅いコピーを返します。

classmethod fromkeys(*iterable*, *value=None*)

iterable からキーを取り、値を *value* に設定した、新しい辞書を作成します。

fromkeys() は新しい辞書を返すクラスメソッドです。*value* はデフォルトで None となります。作られる辞書内のすべての値が同一のインスタンスを指すことになるため、*value* にミュータブルなオブジェクト (例えば空のリスト) を指定しても通常意味はありません。別々の値を指すようにしたい場合は、代わりに 辞書内包表記 を使用してください。

get(*key*, *default=None*)

key が辞書にあれば *key* に対する値を、そうでなければ *default* を返します。*default* が与えられなかった場合、デフォルトでは None となります。そのため、このメソッドは *KeyError* を送出することはありません。

items()

辞書の項目 ((key, value) 対) の新しいビューを返します。**ビューオブジェクトのドキュメント** を参照してください。

keys()

辞書のキーの新しいビューを返します。**ビューオブジェクトのドキュメント** を参照してください。

pop(*key*[, *default*])

key が辞書に存在すればその値を辞書から消去して返し、そうでなければ *default* を返します。*default* が与えられず、かつ *key* が辞書に存在しなければ *KeyError* を送出します。

popitem()

任意の (key, value) 対を辞書から消去して返します。対は LIFO (後入れ、先出し) の順序で返却されます。

集合のアルゴリズムで使われるのと同じように、*popitem()* は辞書に繰り返し適用して消去するのに便利です。辞書が空であれば、*popitem()* の呼び出しは *KeyError* を送出します。

バージョン 3.7 で変更: LIFO 順序が保証されるようになりました。以前のバージョンでは、*popitem()* は任意の key/value 対を返していました。

reversed(d)

辞書のキーに渡る逆イテレータを返します。これは `reversed(d.keys())` へのショートカットです。

Added in version 3.8.

setdefault(*key*, *default=None*)

もし、*key* が辞書に存在すれば、その値を返します。そうでなければ、値を *default* として *key* を挿入し、*default* を返します。*default* のデフォルトは `None` です。

update(*[other]*)

辞書の内容を *other* のキーと値で更新します。既存のキーは上書きされます。返り値は `None` です。

update() は、他の辞書オブジェクトでもキー/値の対のイテラブル (タプル、もしくは、長さが 2 のイテラブル) でも、どちらでも受け付けます。キーワード引数が指定されれば、そのキー/値の対で辞書を更新します: `d.update(red=1, blue=2)`。

values()

辞書の値の新しいビューを返します。**ビューオブジェクトのドキュメント** を参照してください。

`dict.values()` で得られた 2 つのビューの等しさを比較すると、必ず `False` が返ります。`dict.values()` どうしを比較したときも同様です:

```
>>> d = {'a': 1}
>>> d.values() == d.values()
False
```

d | other

d と *other* のキーと値を統合した新しい辞書を作成します。*d* と *other* のキーに重複がある場合は、*other* の方の値が優先されます。

Added in version 3.9.

d |= other

辞書 *d* のキーと値を *other* で更新します。*other* は **マッピング** か、またはキーと値のペアの **イテラブル** です。*d* と *other* のキーに重複がある場合は、*other* の方の値が優先されます。

Added in version 3.9.

複数の辞書は、(順序に関係なく) 同じ `(key, value)` の対を持つ場合に、そしてその場合にのみ等しくなります。順序比較 ('<', '<=', '>=', '>') は *TypeError* を送出します。

辞書は挿入順序を保存するようになりました。キーの更新は順序には影響が無いことに注意してください。いったん削除されてから再度追加されたキーは末尾に挿入されます。:

```
>>> d = {"one": 1, "two": 2, "three": 3, "four": 4}
>>> d
{'one': 1, 'two': 2, 'three': 3, 'four': 4}
>>> list(d)
['one', 'two', 'three', 'four']
>>> list(d.values())
[1, 2, 3, 4]
>>> d["one"] = 42
>>> d
{'one': 42, 'two': 2, 'three': 3, 'four': 4}
>>> del d["two"]
>>> d["two"] = None
>>> d
{'one': 42, 'three': 3, 'four': 4, 'two': None}
```

バージョン 3.7 で変更: 辞書の順序が挿入順序であることが保証されるようになりました。この振る舞いは CPython 3.6 の実装詳細でした。

辞書と辞書のビューは `reversed()` で順序を逆にすることができます:

```
>>> d = {"one": 1, "two": 2, "three": 3, "four": 4}
>>> d
{'one': 1, 'two': 2, 'three': 3, 'four': 4}
>>> list(reversed(d))
['four', 'three', 'two', 'one']
>>> list(reversed(d.values()))
[4, 3, 2, 1]
>>> list(reversed(d.items()))
[('four', 4), ('three', 3), ('two', 2), ('one', 1)]
```

バージョン 3.8 で変更: 辞書がリバース可能になりました。

参考:

dict の読み出し専用ビューを作るために *types.MappingProxyType* を使うことができます。

4.11.1 辞書ビューオブジェクト

dict.keys(), *dict.values()*, *dict.items()* によって返されるオブジェクトは、**ビューオブジェクト** です。これらは、辞書の項目の動的なビューを提供し、辞書が変更された時、ビューはその変更を反映します。

辞書ビューは、イテレートすることで対応するデータを yield できます。また、帰属判定をサポートします:

len(dictview)

辞書の項目数を返します。

iter(dictview)

辞書のキー、値、または (`(key, value)` のタプルとして表される) 項目に渡るイテレータを返します。

キーと値は挿入順序で反復されます。これにより、`(value, key)` の対の列を `pairs = zip(d.values(), d.keys())` のように *zip()* で作成できます。同じリストを作成する他の方法は、`pairs = [(v, k) for (k, v) in d.items()]` です。

辞書の項目の追加や削除中にビューをイテレートすると、*RuntimeError* を送出したり、すべての項目に渡ってイテレートできなかったりします。

バージョン 3.7 で変更: 辞書の順序が挿入順序であると保証されるようになりました。

x in dictview

x が元の辞書のキー、値、または項目 (項目の場合、x は `(key, value)` タプルです) にあるとき `True` を返します。

reversed(dictview)

辞書のキーもしくは値、項目の順序を逆にしたイテレーターを返します。戻り値のビューは、挿入された順とは逆の順でイテレートします。

バージョン 3.8 で変更: 辞書のビューがリバース可能になりました。

dictview.mapping

ビューの参照先の辞書をラップする *types.MappingProxyType* オブジェクト を返します。

Added in version 3.10.

キーのビューは要素に重複がなくハッシュ可能 (*hashable*) であるため、集合の特性を持ちます。項目のビューも、キーと値の対に重複がなく、かつキーがハッシュ可能であるため、集合的な演算を持っています。もし項目の全ての値がハッシュ可能ならば、項目のビューは集合と相互に演算することが可能です。(値のビューは一般に要素に重複があるため、集合の特性を持つとはみなされません。) 集合の特性を持つビューに対しては、*collections.abc.Set* 抽象基底クラスで定義された全ての演算が利用可能です (たとえば `==`, `<` や `^` など)。集合演算に対しては、集合はオペランドとして集合しか取ることができないのに対して、これら集合の特性を持つビューはオペランドとして任意のイテラブルを取ることができます。

辞書ビューの使用法の例:

```
>>> dishes = {'eggs': 2, 'sausage': 1, 'bacon': 1, 'spam': 500}
>>> keys = dishes.keys()
>>> values = dishes.values()

>>> # iteration
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> n = 0
>>> for val in values:
...     n += val
...
>>> print(n)
504

>>> # keys and values are iterated over in the same order (insertion order)
>>> list(keys)
['eggs', 'sausage', 'bacon', 'spam']
>>> list(values)
[2, 1, 1, 500]

>>> # view objects are dynamic and reflect dict changes
>>> del dishes['eggs']
>>> del dishes['sausage']
>>> list(keys)
['bacon', 'spam']

>>> # set operations
>>> keys & {'eggs', 'bacon', 'salad'}
{'bacon'}
>>> keys ^ {'sausage', 'juice'} == {'juice', 'sausage', 'bacon', 'spam'}
True
>>> keys | ['juice', 'juice', 'juice'] == {'bacon', 'spam', 'juice'}
True

>>> # get back a read-only proxy for the original dictionary
>>> values.mapping
mappingproxy({'bacon': 1, 'spam': 500})
>>> values.mapping['spam']
500
```

4.12 コンテキストマネージャ型

Python の `with` 文は、コンテキストマネージャによって定義される実行時コンテキストの概念をサポートします。これは、文の本体が実行される前に進入し文の終わりで脱出する実行時コンテキストを、ユーザ定義クラスが定義できるようにする一対のメソッドで実装されます:

contextmanager.__enter__()

実行時コンテキストに入り、このオブジェクトまたは他の実行時コンテキストに関連したオブジェクトを返します。このメソッドが返す値はこのコンテキストマネージャを使う `with` 文の `as` 節の識別子に束縛されます。

自分自身を返すコンテキストマネージャの例として ファイルオブジェクト があります。ファイルオブジェ

クトは ___enter___() から自分自身を返し、*open()* が `with` 文のコンテキスト式として使われるようにします。

関連オブジェクトを返すコンテキストマネージャの例としては *decimal.localcontext()* が返すものがあります。このマネージャはアクティブな 10 進数コンテキストをオリジナルのコンテキストのコピーにセットしてそのコピーを返します。こうすることで, `with` 文の本体の内部で、`with` 文の外側のコードに影響を与えずに、10 進数コンテキストを変更できます。

contextmanager.**__exit__**(*exc_type*, *exc_val*, *exc_tb*)

実行時コンテキストから抜け、(発生していた場合) 例外を抑制するかどうかを示すブール値フラグを返します。`with` 文の本体の実行中に例外が発生した場合、引数にはその例外の型と値とトレースバック情報を渡します。そうでない場合、引数は全て `None` となります。

このメソッドから真値が返されると `with` 文は例外の発生を抑え、`with` 文の直後の文に実行を続けます。そうでなければ、このメソッドの実行を終えると例外の伝播が続きます。このメソッドの実行中に起きた例外は `with` 文の本体の実行中に起こった例外を置き換えてしまいます。

渡された例外を明示的に再送出すべきではありません。その代わりに、このメソッドが偽の値を返すことでメソッドの正常終了と送出された例外を抑制しないことを伝えるべきです。このようにすればコンテキストマネージャは `__exit__()` メソッド自体が失敗したのかどうかを簡単に見分けることができます。

Python は、易しいスレッド同期、ファイルなどのオブジェクトの即時クローズ、アクティブな小数算術コンテキストの単純な操作をサポートするために、いくつかのコンテキストマネージャを用意しています。各型はコンテキスト管理プロトコルを実装しているという以上の特別の取り扱いを受けるわけではありません。例については *contextlib* モジュールを参照してください。

Python の **ジェネレータ** と *contextlib.contextmanager* **デコレータ** はこのプロトコルの簡便な実装方法を提供します。ジェネレータ関数を *contextlib.contextmanager* デコレータでデコレートすると、デコレートされないジェネレータ関数が作成するイテレータの代わりに、必要な *__enter__()* および *__exit__()* メソッドを実装したコンテキストマネージャを返すようになります。

これらのメソッドのために Python/C API の中の Python オブジェクトの型構造体に特別なスロットが作られたわけではないことに注意してください。これらのメソッドを定義したい拡張型はこれらを通常の Python からアクセスできるメソッドとして提供しなければなりません。実行時コンテキストを準備するオーバーヘッドに比べたら、一回のクラス辞書の探索のオーバーヘッドは無視できます。

4.13 型アノテーション型 --- ジェネリックエイリアス 、ユニオン

型アノテーション の中心となる組み込みの型は ジェネリックエイリアス と ユニオン です。

4.13.1 ジェネリックエイリアス型

GenericAlias オブジェクトは一般的に、クラスに 添字表記 をすることで作られます。*list* や *dict* のようなコンテナ系のクラス に対して使われることがほとんどです。例えば、list[int] は list クラスに *int* という引数を与えた添字表記をすることで作られる GenericAlias オブジェクトです。GenericAlias オブジェクトは主に 型アノテーション の用途で使われます。

注釈: 一般に、クラスへの添字表記は、そのクラスが特殊メソッド __class_getitem__() を実装しているときに限り可能です。

GenericAlias オブジェクトは **パラメータ付きジェネリック型** を実装したジェネリック型 (*generic type*) の代用として振る舞います。

コンテナクラスに対してクラスの 添字表記 に与えられた単一または複数の引数は、そのオブジェクトが包含する要素の型をあらわします。たとえば set[bytes] という表記は、全ての要素が *bytes* であるような *set* をあらわす型アノテーションとして使うことができます。

__class_getitem__() メソッドを定義しているけれどもコンテナでないクラスに対しては、クラスの添字表記に与えられた単一または複数の引数は、しばしばオブジェクトに定義された単一または複数のメソッドの戻り値の型をあらわします。たとえば、正規表現操作 は *str* と *bytes* の両方のデータ型に対して使うことができます:

- x = re.search('foo', 'foo') とした場合、x は *re.Match* オブジェクトとなり、x.group(0) と x[0] の戻り値はどちらも *str* となります。このようなオブジェクトは、GenericAlias を使った型アノテーション re.Match[str] で表現することができます。
- y = re.search(b'bar', b'bar') (ここで b は *bytes* 型をあらわします) とした場合、y もまた re.Match のインスタンスとなりますが、y.group(0) と y[0] の戻り値はどちらも *bytes* 型になります。型アノテーションでは、このような *re.Match* オブジェクトは re.Match[bytes] と表現することになるでしょう。

GenericAlias オブジェクトは *types.GenericAlias* クラスのインスタンスです。このクラスは直接 GenericAlias オブジェクトを生成するのに使うこともできます。

T[X, Y, ...]

型 "X", "Y", またはさらに多くの引数でパラメータ化される型 T を表現する GenericAlias を生成します。引数の数は T の使われ方によって決まります。たとえば、*float* 型の要素を含む *list* を引数にとる関数の型アノテーションは次のようになります:

```
def average(values: list[float]) -> float:
    return sum(values) / len(values)
```

もうひとつの例として *mapping* オブジェクトの場合を示します。ここではキーと値の 2 つの型をパラメータとするジェネリック型である *dict* を使っています。この例では、関数はキーが *str* 型、値が *int* 型であるような dict を引数にとります:

```
def send_post_request(url: str, body: dict[str, int]) -> None:
    ...
```

組み込み関数 *isinstance()* と *issubclass()* は第二引数として GenericAlias 型を指定することはできません:

```
>>> isinstance([1, 2], list[str])
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: isinstance() argument 2 cannot be a parameterized generic
```

Python 実行時には **型アノテーション** は強制されません。この性質はジェネリック型とその型パラメータにもおよびます。GenericAlias からコンテナオブジェクトを生成した場合、コンテナ内の要素は型のチェックを受けません。たとえば、以下のコードは推奨されませんが、エラーになることなく実行できます:

```
>>> t = list[str]
>>> t([1, 2, 3])
[1, 2, 3]
```

しかも、パラメータ付きジェネリック型は、オブジェクト生成時にパラメータの型情報を削除します:

```
>>> t = list[str]
>>> type(t)
<class 'types.GenericAlias'>

>>> l = t()
>>> type(l)
<class 'list'>
```

repr() や *str()* のジェネリック型に対する呼び出しは、パラメータ型を表示します:

```
>>> repr(list[int])
'list[int]'

>>> str(list[int])
'list[int]'
```

ジェネリックコンテナ型の __getitem__() メソッドは、dict[str][str] のようなミスを許さないように、例外を送出します:

```
>>> dict[str][str]
Traceback (most recent call last):
  ...
TypeError: dict[str] is not a generic class
```

一方で、同様の式は **型変数** が使われた場合は有効です。添字の数は “GenericAlias“ オブジェクトの *__args__* 属性における型変数の数と同じでなければなりません:

```
>>> from typing import TypeVar
>>> Y = TypeVar('Y')
>>> dict[str, Y][int]
dict[str, int]
```

標準ジェネリッククラス

以下の標準ライブラリクラスは、パラメータ付きジェネリック型をサポートします。このリストは完全に網羅されていない可能性があります。

- *tuple*
- *list*
- *dict*
- *set*
- *frozenset*
- *type*
- *collections.deque*
- *collections.defaultdict*
- *collections.OrderedDict*
- *collections.Counter*
- *collections.ChainMap*
- ’’ *collections.abc.Awaitable*
- *collections.abc.Coroutine*
- *collections.abc.AsyncIterable*
- *collections.abc.AsyncIterator*
- *collections.abc.AsyncGenerator*

- *collections.abc.Iterable*
- *collections.abc.Iterator*
- *collections.abc.Generator*
- *collections.abc.Reversible*
- *collections.abc.Container*
- *collections.abc.Collection*
- *collections.abc.Callable*
- *collections.abc.Set*
- *collections.abc.MutableSet*
- *collections.abc.Mapping*
- *collections.abc.MutableMapping*
- *collections.abc.Sequence*
- *collections.abc.MutableSequence*
- *collections.abc.MappingView*
- *collections.abc.KeysView*
- *collections.abc.ItemsView*
- *collections.abc.ValuesView*
- *contextlib.AbstractContextManager*
- *contextlib.AbstractAsyncContextManager*
- *dataclasses.Field*
- *functools.cached_property*
- *functools.partialmethod*
- *os.PathLike*
- *queue.LifoQueue*
- *queue.Queue*
- *queue.PriorityQueue*
- *queue.SimpleQueue*

- *re.Pattern*
- *re.Match*
- *shelve.BsdDbShelf*
- *shelve.DbfilenameShelf*
- *shelve.Shelf*
- *types.MappingProxyType*
- *weakref.WeakKeyDictionary*
- *weakref.WeakMethod*
- *weakref.WeakSet*
- *weakref.WeakValueDictionary*

GenericAlias オブジェクトの特別な属性

全てのパラメータ付きジェネリック型は、下記に示す読み出し専用の属性を実装しています。

genericalias.__origin__

この属性は、対応するパラメータ付きでないジェネリッククラスを指します:

```
>>> list[int].__origin__
<class 'list'>
```

genericalias.__args__

この属性は、ジェネリッククラスの元の __class_getitem__() に渡された *tuple* です (長さが 1 の場合もあります):

```
>>> dict[str, list[int]].__args__
(<class 'str'>, list[int])
```

genericalias.__parameters__

この属性は、__args__ にある固有の型変数のタプルで、必要に応じて遅延計算されます (空の可能性もあります):

```
>>> from typing import TypeVar

>>> T = TypeVar('T')
>>> list[T].__parameters__
(~T,)
```

注釈: *typing.ParamSpec* パラメータを含む GenericAlias オブジェクトは、代入後に正しい `__parameters__` を持たない可能性があります。これは *typing.ParamSpec* が主に静的な型チェックを目的としているためです。

`genericalias.__unpacked__`

これは、型エイリアスが `*` 演算子を使って取り出された場合に真となる真偽値です (*TypeVarTuple* を参照してください)。

Added in version 3.11.

参考:

PEP 484 - **型ヒント** 型

アノテーションのための Python のフレームワークへの導入です。

PEP 585 - **標準コレクション型の型ヒントにおける総称型 (generics) の使用** 特

殊なクラスメソッド `__class_getitem__()` を実装している場合に、標準ライブラリのクラスに対してネイティブにパラメータ表記を可能にする機能への導入です。

ジェネリクス, **ユーザー定義のジェネリック型**, **および** *typing.Generic* 実

行時にパラメータ設定が可能であり、かつ静的な型チェッカーが理解できるジェネリッククラスを実装する方法のドキュメントです。

Added in version 3.9.

4.13.2 Union 型

Union オブジェクトは、複数の *type objects* を `|` (bit 演算の or) 演算した値を保持します。この型は主に *type annotations* に使用します。Union 型の式は *typing.Union* と比べて型ヒントの構文がわかりやすくなります。

`X | Y | ...`

X と *Y* などの型を保持する Union オブジェクトを定義すします。`X | Y` は X と Y のいずれかを意味します。これは `typing.Union[X, Y]` と等価です。たとえば、以下の関数は引数として *int* 型または *float* 型を想定しています。:

```
def square(number: int | float) -> int | float:
    return number ** 2
```

注釈: The `|` operand cannot be used at runtime to define unions where one or more members is a forward reference. For example, `int | "Foo"`, where `"Foo"` is a reference to a class not yet defined,

will fail at runtime. For unions which include forward references, present the whole expression as a string, e.g. `"int | Foo"`.

---

union_object == other

Union オブジェクトは他の Union オブジェクトとの等価性をテストできます。以下は詳細です:

- ユニオン型のユニオン型は平滑化されます:

```
(int | str) | float == int | str | float
```

- 余分な型は削除されます:

```
int | str | int == int | str
```

- ユニオン型を比較すると順序は無視されます:

```
int | str == str | int
```

- *typing.Union* と互換性があります:

```
int | str == typing.Union[int, str]
```

- Optional 型は `None` との Union 型で記述できます:

```
str | None == typing.Optional[str]
```

isinstance(obj, union_object)

issubclass(obj, union_object)

isinstance() と *issubclass()* の呼び出しはどちらも Union オブジェクトをサポートしています。

```
>>> isinstance("", int | str)
True
```

しかし、Union オブジェクトの中の *parameterized generics* はチェックできません:

```
>>> isinstance(1, int | list[int])  # short-circuit evaluation
True
>>> isinstance([1], int | list[int])
Traceback (most recent call last):
  ...
TypeError: isinstance() argument 2 cannot be a parameterized generic
```

The user-exposed type for the union object can be accessed from *types.UnionType* and used for *isinstance()* checks. An object cannot be instantiated from the type:

```
>>> import types
>>> isinstance(int | str, types.UnionType)
True
>>> types.UnionType()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: cannot create 'types.UnionType' instances
```

注釈: `X | Y` 構文をサポートするために、型オブジェクトに:meth:*!___or___* メソッドが追加されました。メタクラスで:meth:*!___or___* を実装すると Union をオーバーライドする場合があります:

```
>>> class M(type):
...     def __or__(self, other):
...         return "Hello"
...
>>> class C(metaclass=M):
...     pass
...
>>> C | int
'Hello'
>>> int | C
int | C
```

参考:

PEP 604 -- `X | Y` 構文と Union 型を提案している PEP

Added in version 3.10.

4.14 その他の組み込み型

インタプリタは、その他いくつかの種類のオブジェクトをサポートしています。これらのほとんどは 1 つまたは 2 つの演算だけをサポートしています。

4.14.1 モジュール

モジュールに対する唯一の特殊な演算は属性アクセス: `m.name` です。ここで *m* はモジュールで、*name* は *m* のシンボルテーブル上に定義された名前にアクセスします。モジュール属性に代入することもできます。(なお、`import` 文は、厳密にいえば、モジュールオブジェクトに対する演算ではありません; `import foo` は *foo* と名づけられたモジュールオブジェクトの存在を必要とはせず、*foo* と名づけられたモジュールの (外部の) **定義** を必要とします。)

全てのモジュールにある特殊属性が *__dict__* です。これはモジュールのシンボルテーブルを含む辞書です。この辞書を書き換えると実際にモジュールのシンボルテーブルを変更することができますが、*__dict__* 属性を直接代入することはできません (`m.__dict__['a'] = 1` と書いて `m.a` を `1` に定義することはできますが、`m.__dict__ = {}` と書くことはできません)。*__dict__* を直接書き換えることは推奨されません。

インタプリタ内に組み込まれたモジュールは、`<module 'sys' (built-in)>` のように書かれます。ファイルから読み出された場合、`<module 'os' from '/usr/local/lib/pythonX.Y/os.pyc'>` と書かれます。

4.14.2 クラスおよびクラスインスタンス

これらについては objects および class を参照してください。

4.14.3 関数

関数オブジェクトは関数定義によって生成されます。関数オブジェクトに対する唯一の操作は、それを呼び出すことです: `func(argument-list)` 。

関数オブジェクトには実際には二種類あります: 組み込み関数とユーザ定義関数です。どちらも同じ操作 (関数の呼び出し) をサポートしますが、実装は異なるので、オブジェクトの型も異なります。

詳細は、function を参照してください。

4.14.4 メソッド

メソッドは属性表記を使って呼び出される関数です。メソッドには二種類あります: (リストの `append()` のような) built-in methods と、class instance method です。組み込みメソッドは、それをサポートする型と一緒に記述されています。

インスタンスを通してメソッド (クラスの名前空間内で定義された関数) にアクセスすると、特殊なオブジェクトが得られます。それは束縛メソッド (*bound method*) オブジェクトで、インスタンスメソッド (instance method) とも呼ばれます。呼び出された時、引数リストに `self` 引数が追加されます。束縛メソッドには 2 つの特殊読み出し専用属性があります。`m.__self__` はそのメソッドが操作するオブジェクトで、`m.__func__` はそのメソッドを実装している関数です。`m(arg-1, arg-2, ..., arg-n)` の呼び出しは、`m.__func__(m.__self__, arg-1, arg-2, ..., arg-n)` の呼び出しと完全に等価です。

function objects と同様に、メソッドオブジェクトは任意の属性の取得をサポートしています。しかし、メソッド属性は実際には下層の関数オブジェクト (`method.__func__`) に記憶されているので、バインドされるメソッドにメソッド属性を設定することは許されていません。メソッドに属性を設定しようとすると *AttributeError* が送出されます。メソッドの属性を設定するためには、次のようにその下層の関数オブジェクトに明示的に設定する必要があります:

```
>>> class C:
...     def method(self):
...         pass
...
>>> c = C()
>>> c.method.whoami = 'my name is method'  # can't set on the method
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
AttributeError: 'method' object has no attribute 'whoami'
>>> c.method.__func__.whoami = 'my name is method'
>>> c.method.whoami
'my name is method'
```

詳細は instance-methods を参照してください。

4.14.5 コードオブジェクト

コードオブジェクトは、関数本体のような ” 擬似コンパイルされた” Python の実行可能コードを表すために実装系によって使われます。コードオブジェクトはグローバルな実行環境への参照を持たない点で関数オブジェクトとは異なります。コードオブジェクトは組み込み関数 *compile()* によって返され、また関数オブジェクトの `__code__` 属性として取り出せます。*code* モジュールも参照してください。

`__code__` へのアクセスは `object.__getattr__` に `obj` と `"__code__"` を渡して行いますが、**監査イベント** を送出します。

コードオブジェクトは、組み込み関数 *exec()* や *eval()* に (ソース文字列の代わりに) 渡すことで、実行や評価できます。

詳細は、types を参照してください。

4.14.6 型オブジェクト

型オブジェクトは様々なオブジェクト型を表します。オブジェクトの型は組み込み関数 *type()* でアクセスされます。型オブジェクトには特有の操作はありません。標準モジュール *types* には全ての組み込み型名が定義されています。

型はこのように書き表されます: `<class 'int'>` 。

4.14.7 ヌルオブジェクト

このオブジェクトは明示的に値を返さない関数によって返されます。このオブジェクトには特有の操作はありません。ヌルオブジェクトは一つだけで、None (組み込み名) と名づけられています。type(None)() は同じシングルトンを作成します。

None と書き表されます。

4.14.8 Ellipsis オブジェクト

このオブジェクトは一般にスライシングによって使われます (slicings を参照してください)。特殊な演算は何もサポートしていません。Ellipsis オブジェクトは一つだけで、その名前は *Ellipsis* (組み込み名) です。type(Ellipsis)() は単一の *Ellipsis* を作成します。

Ellipsis または ... と書き表されます。

4.14.9 NotImplemented オブジェクト

このオブジェクトは、対応していない型に対して比較演算や二項演算が求められたとき、それらの演算から返されます。詳細は comparisons を参照してください。*NotImplemented* オブジェクトは一つだけです。type(NotImplemented)() はこの単一のインスタンスを作成します。

NotImplemented と書き表されます。

4.14.10 内部オブジェクト

この情報は types を参照してください。stack frame objects、traceback objects、スライスオブジェクトについて記述されています。

4.15 特殊属性

実装は、いくつかのオブジェクト型に対して、適切な場合には特殊な読み出し専用の属性を追加します。そのうちいくつかは *dir()* 組込み関数で報告されません。

object.__dict__

オブジェクトの (書き込み可能な) 属性を保存するために使われる辞書またはその他のマッピングオブジェクトです。

instance.__class__

クラスインスタンスが属しているクラスです。

class.__bases__

クラスオブジェクトの基底クラスのタプルです。

definition.__name__

クラス、関数、メソッド、デスクリプタ、ジェネレータインスタンスの名前です。

definition.__qualname__

クラス、関数、メソッド、デスクリプタ、ジェネレータインスタンスの **修飾名** です。

Added in version 3.3.

definition.__type_params__

The type parameters of generic classes, functions, and *type aliases*.

Added in version 3.12.

class.__mro__

この属性はメソッドの解決時に基底クラスを探索するときに考慮されるクラスのタプルです。

class.mro()

このメソッドは、メタクラスによって、そのインスタンスのメソッド解決の順序をカスタマイズするために、上書きされるかも知れません。このメソッドはクラスのインスタンス化時に呼ばれ、その結果は *__mro__* に格納されます。

class.__subclasses__()

それぞれのクラスは、それ自身の直接のサブクラスへの弱参照を保持します。このメソッドはそれらの参照のうち、生存しているもののリストを返します。リストは定義順です。例:

```
>>> int.__subclasses__()
[<class 'bool'>, <enum 'IntEnum'>, <flag 'IntFlag'>, <class 're._constants._NamedIntConstant
↪'>]
```

class.__static_attributes__

A tuple containing names of attributes of this class which are accessed through `self.X` from any function in its body.

Added in version 3.13.

4.16 整数と文字列の変換での長さ制限

CPython は DoS(サービス妨害攻撃) を軽減するために *int* と *str* の間の変換に全体的な制限を設けました。この制限は 10 進数や 2 のべき乗以外の基数に **のみ** 適用されます。16 進数、8 進数と 2 進数は制限がありません。上限値は設定できます。

The *int* type in CPython is an arbitrary length number stored in binary form (commonly known as a "bignum"). There exists no algorithm that can convert a string to a binary integer or a binary integer to a string in linear time, *unless* the base is a power of 2. Even the best known algorithms for base 10 have sub-quadratic complexity. Converting a large value such as `int('1' * 500_000)` can take over a second on a fast CPU.

Limiting conversion size offers a practical way to avoid CVE-2020-10735.

The limit is applied to the number of digit characters in the input or output string when a non-linear conversion algorithm would be involved. Underscores and the sign are not counted towards the limit.

演算の結果が制限を超えると、*ValueError* が送出されます:

```
>>> import sys
>>> sys.set_int_max_str_digits(4300)  # Illustrative, this is the default.
>>> _ = int('2' * 5432)
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Exceeds the limit (4300 digits) for integer string conversion: value has 5432 digits;␣
↪use sys.set_int_max_str_digits() to increase the limit
>>> i = int('2' * 4300)
>>> len(str(i))
4300
>>> i_squared = i*i
>>> len(str(i_squared))
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Exceeds the limit (4300 digits) for integer string conversion; use sys.set_int_max_str_
↪digits() to increase the limit
>>> len(hex(i_squared))
7144
>>> assert int(hex(i_squared), base=16) == i*i  # Hexadecimal is unlimited.
```

デフォルトの上限値は 4,300 桁で、*sys.int_info.default_max_str_digits* で定義されています。設定可能な最小の上限値は 640 桁で、*sys.int_info.str_digits_check_threshold* で定義されています。

確認:

```
>>> import sys
>>> assert sys.int_info.default_max_str_digits == 4300, sys.int_info
>>> assert sys.int_info.str_digits_check_threshold == 640, sys.int_info
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> msg = int('578966293710682886880994035146873798396722250538762761564'
...           '9252925514383915483333812743580549779436104706260696366600'
...           '571186405732').to_bytes(53, 'big')
...
```

Added in version 3.11.

4.16.1 影響のある API

制限は *int* と *str* または *bytes* の間での変換で時間がかかる可能性があると適用されます:

- `int(string)` でデフォルトの基数 10。
- `int(string, base)` で 2 のべき乗以外のすべての基数。
- `str(integer)`
- `repr(integer)`
- 他の 10 進数での文字列変換。たとえば `f"{integer}"`、`"{}".format(integer)` や `b"%d" % integer`。

制限は、線形アルゴリズムの関数では適用されません。

- `int(string, base)` で基数が 2、4、8、16 または 32。
- *int.from_bytes()* と *int.to_bytes()* 。
- *hex()*, *oct()*, *bin()*.
- 書式指定ミニ言語仕様 での 16 進数、8 進数、2 進数での表現。
- *str* から *float*。
- *str* から *decimal.Decimal*。

4.16.2 上限値を設定する

Python を起動する前に環境変数またはインタープリタのコマンドラインのフラグで上限値を設定できます。

- `PYTHONINTMAXSTRDIGITS`、たとえば `PYTHONINTMAXSTRDIGITS=640 python3` は上限値を 640 に設定し、`PYTHONINTMAXSTRDIGITS=0 python3` は制限を無効化します。
- `-X int_max_str_digits`、たとえば `python3 -X int_max_str_digits=640`
- *sys.flags.int_max_str_digits* contains the value of `PYTHONINTMAXSTRDIGITS` or `-X int_max_str_digits`. If both the env var and the `-X` option are set, the `-X` option takes precedence.

A value of *-1* indicates that both were unset, thus a value of *sys.int_info.default_max_str_digits* was used during initialization.

コードでは、以下の *sys* API を使用して現在の上限値を調べ、新しい値を設定できます。

- *sys.get_int_max_str_digits()* と *sys.set_int_max_str_digits()* はインタープリタ全体での上限値を取得、設定できます。サブインタープリタはそれぞれの上限値を持ちます。

デフォルト値と最小値に関する情報は *sys.int_info* で参照できます:

- *sys.int_info.default_max_str_digits* はコンパイル時のデフォルト上限値です。
- *sys.int_info.str_digits_check_threshold* is the lowest accepted value for the limit (other than 0 which disables it).

Added in version 3.11.

注意: Setting a low limit *can* lead to problems. While rare, code exists that contains integer constants in decimal in their source that exceed the minimum threshold. A consequence of setting the limit is that Python source code containing decimal integer literals longer than the limit will encounter an error during parsing, usually at startup time or import time or even at installation time - anytime an up to date `.pyc` does not already exist for the code. A workaround for source that contains such large constants is to convert them to `0x` hexadecimal form as it has no limit.

Test your application thoroughly if you use a low limit. Ensure your tests run with the limit set early via the environment or flag so that it applies during startup and even during any installation step that may invoke Python to precompile `.py` sources to `.pyc` files.

4.16.3 Recommended configuration

The default *sys.int_info.default_max_str_digits* is expected to be reasonable for most applications. If your application requires a different limit, set it from your main entry point using Python version agnostic code as these APIs were added in security patch releases in versions before 3.12.

以下はプログラム例です:

```
>>> import sys
>>> if hasattr(sys, "set_int_max_str_digits"):
...     upper_bound = 68000
...     lower_bound = 4004
...     current_limit = sys.get_int_max_str_digits()
...     if current_limit == 0 or current_limit > upper_bound:
...         sys.set_int_max_str_digits(upper_bound)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     elif current_limit < lower_bound:
...         sys.set_int_max_str_digits(lower_bound)
```

If you need to disable it entirely, set it to `0`.

脚注

第

FIVE

組み込み例外

Python において、すべての例外は *BaseException* から派生したクラスのインスタンスでなければなりません。特定のクラスを言及する except 節を伴う try 文において、その節はそのクラスから派生した例外クラスも処理しますが、そのクラスの派生 **元** の例外クラスは処理しません。サブクラス化の関係にない 2 つの例外クラスは、それらが同じ名前だった場合でも等しくなりえません。

この章で挙げる組み込み例外は、インタプリタや組み込み関数によって生成されます。特に注記しないかぎり、これらはエラーの詳しい原因を示す ” 関連値 (associated value)” を持ちます。この値は、複数の情報 (エラーコードや、そのコードを説明する文字列など) の文字列かタプルです。関連値は通常、例外クラスのコンストラクタに引数として渡されます。

ユーザによるコードも組み込み例外を送出できます。これを使って、例外ハンドラをテストしたり、インタプリタが同じ例外を送出する状況と ” ちょうど同じような” エラー条件であることを報告したりできます。しかし、ユーザのコードが適切でないエラーを送出するのを妨げる方法はないので注意してください。

組み込み例外クラスは新たな例外を定義するためにサブクラス化することができます。新しい例外は、*Exception* クラスかそのサブクラスの一つから派生することをお勧めします。*BaseException* からは派生しないで下さい。例外を定義する上での詳しい情報は、Python チュートリアルの tut-userexceptions の項目にあります。

5.1 例外コンテキスト

例外オブジェクトの 3 つの属性は、例外が送出された常用に関する情報を提供します:

BaseException.__context__

BaseException.__cause__

BaseException.__suppress_context__

When raising a new exception while another exception is already being handled, the new exception's __context__ attribute is automatically set to the handled exception. An exception may be handled when an except or finally clause, or a with statement, is used.

This implicit exception context can be supplemented with an explicit cause by using from with raise:

```
raise new_exc from original_exc
```

from に続く式は例外か None でなくてはなりません。式は送出される例外の __cause__ として設定されます。__cause__ を設定することは、__suppress_context__ 属性を暗黙的に True に設定することにもなるので、raise new_exc from None を使うことで効率的に古い例外を新しいもので置き換えて表示する (例えば、*KeyError* を *AttributeError* に置き換え)、古い例外はデバッグ時の調査で使えるよう __context__ に残すことができます。

デフォルトの traceback 表示コードは、例外自体の traceback に加え、これらの連鎖された例外を表示します。__cause__ で明示的に連鎖させた例外は、存在するならば常に表示されます。__context__ で暗黙に連鎖させた例外は、__cause__ が *None* かつ __suppress_context__ が false の場合にのみ表示されます。

いずれにせよ、連鎖された例外に続いて、その例外自体は常に表示されます。そのため、traceback の最終行には、常に送出された最後の例外が表示されます。

5.2 組み込み例外から継承する

User code can create subclasses that inherit from an exception type. It's recommended to only subclass one exception type at a time to avoid any possible conflicts between how the bases handle the args attribute, as well as due to possible memory layout incompatibilities.

CPython 実装の詳細: Most built-in exceptions are implemented in C for efficiency, see: Objects/exceptions.c. Some have custom memory layouts which makes it impossible to create a subclass that inherits from multiple exception types. The memory layout of a type is an implementation detail and might change between Python versions, leading to new conflicts in the future. Therefore, it's recommended to avoid subclassing multiple exception types altogether.

5.3 基底クラス

以下の例外は、主に他の例外の基底クラスとして使われます。

exception BaseException

全ての組み込み例外の基底クラスです。ユーザ定義の例外に直接継承されることは意図されていません (継承には *Exception* を使ってください)。このクラスのインスタンスに *str()* が呼ばれた場合、インスタンスへの引数の表現か、引数が無い場合には空文字列が返されます。

args

例外コンストラクタに与えられた引数のタプルです。組み込み例外は普通、エラーメッセージを与える一つの文字列だけを引数として呼ばれますが、中には (*OSError* など) いくつかの引数を必要とし、このタプルの要素に特別な意味を込めるものもあります。

with_traceback(*tb*)

This method sets *tb* as the new traceback for the exception and returns the exception object. It was more commonly used before the exception chaining features of **PEP 3134** became available. The following example shows how we can convert an instance of `SomeException` into an instance of `OtherException` while preserving the traceback. Once raised, the current frame is pushed onto the traceback of the `OtherException`, as would have happened to the traceback of the original `SomeException` had we allowed it to propagate to the caller.

```
try:
    ...
except SomeException:
    tb = sys.exception().__traceback__
    raise OtherException(...).with_traceback(tb)
```

__traceback__

A writable field that holds the traceback object associated with this exception. See also: raise.

add_note(*note*)

例外のノートとして文字列 `note` を追加します。ノートは標準のトレースバックで例外文字列の後に表示されます。`note` が文字列以外の場合 *TypeError* が送出されます。

Added in version 3.11.

__notes__

add_note() で追加された例外のノートのリスト。この属性は *add_note()* を呼び出すと生成されます。

Added in version 3.11.

exception Exception

システム終了以外の全ての組み込み例外はこのクラスから派生しています。全てのユーザ定義例外もこのクラスから派生させるべきです。

exception ArithmeticError

算術上の様々なエラーに対して送出される組み込み例外 *OverflowError*, *ZeroDivisionError*, *FloatingPointError* の基底クラスです。

exception BufferError

バッファ に関連する操作が行えなかったときに送出されます。

exception LookupError

マッピングまたはシーケンスで使われたキーやインデクスが無効な場合に送出される例外 *IndexError* および *KeyError* の基底クラスです。*codecs.lookup()* によって直接送出されることもあります。

5.4 具象例外

以下の例外は、通常送出される例外です。

exception AssertionError

assert 文が失敗した場合に送出されます。

exception AttributeError

属性参照 (attribute-references を参照) や代入が失敗した場合に送出されます (オブジェクトが属性の参照や属性の代入をまったくサポートしていない場合には *TypeError* が送出されます)。

コンストラクタのキーワード専用引数を使って name および obj 属性を設定できます。設定された場合、アクセスが試みられた属性の名前と、その属性にアクセスしたオブジェクトを、それぞれ表します。

バージョン 3.10 で変更: name および obj 属性が追加されました。

exception EOFError

input() が何もデータを読まずに end-of-file (EOF) に達した場合に送出されます。(注意: io.IOBase.read() と *io.IOBase.readline()* メソッドは、EOF に達すると空文字列を返します。)

exception FloatingPointError

現在は使われていません。

exception GeneratorExit

ジェネレータ や **コルーチン** が閉じられたときに送出されます。generator.close() と coroutine.close() を参照してください。この例外は厳密に言えばエラーではないので、*Exception* ではなく *BaseException* を直接継承しています。

exception ImportError

import 文でモジュールをロードしようとして問題が発生すると送出されます。from ... import の中の”from list” (訳注：... の部分) の名前が見つからないときにも送出されます。

オプションのキーワード専用引数 *name* と *path* は、対応する属性に設定されます:

name

インポートを試みたモジュールの名前。

path

例外を引き起こしたファイルのパス。

バージョン 3.3 で変更: *name* および *path* 属性が追加されました。

exception ModuleNotFoundError

ImportError のサブクラスで、import 文でモジュールが見つからない場合に送出されます。また、*sys.modules* に None が含まれる場合にも送出されます。

Added in version 3.6.

exception IndexError

シーケンスの添字が範囲外の場合に送出されます。(スライスのインデクスはシーケンスの範囲に収まるように暗黙のうちに調整されます; インデクスが整数でない場合、*TypeError* が送出されます。)

exception KeyError

マッピング (辞書) のキーが、既存のキーの集合内に見つからなかった場合に送出されます。

exception KeyboardInterrupt

ユーザが割り込みキー (通常は Control-C または Delete) を押した場合に送出されます。実行中、割り込みは定期的に監視されます。*Exception* を捕捉するコードに誤って捕捉されてインタプリタの終了が阻害されないように、この例外は *BaseException* を継承しています。

注釈: Catching a *KeyboardInterrupt* requires special consideration. Because it can be raised at unpredictable points, it may, in some circumstances, leave the running program in an inconsistent state. It is generally best to allow *KeyboardInterrupt* to end the program as quickly as possible or avoid raising it entirely. (See *Note on Signal Handlers and Exceptions*.)

---

exception MemoryError

ある操作中にメモリが不足したが、その状況は (オブジェクトをいくつか消去することで) まだ復旧可能かもしれない場合に送出されます。この例外の関連値は、メモリ不足になった (内部) 操作の種類を示す文字列です。下層のメモリ管理アーキテクチャ (C の malloc() 関数) のために、インタプリタが現状から完璧に復旧できるとはかぎらないので注意してください。それでも、プログラムの暴走が原因の場合に備えて実行スタックのトレースバックを出力できるように、例外が送出されます。

exception NameError

ローカルまたはグローバルの名前が見つからなかった場合に送出されます。これは非修飾の (訳注: spam.egg ではなく単に egg のような) 名前のみに適用されます。関連値は見つからなかった名前を含むエラーメッセージです。

コンストラクタのキーワード専用引数を使って name 属性を設定できます。設定された場合、アクセスが試みられた変数の名前を表します。

バージョン 3.10 で変更: name 属性が追加されました。

exception NotImplementedError

この例外は *RuntimeError* から派生しています。ユーザ定義の基底クラスにおいて、抽象メソッドが派生クラスでオーバライドされることを要求する場合にこの例外を送出しなくてはなりません。またはクラスは実装中であり本来の実装を追加する必要があることを示します。

注釈: 演算子やメソッドがサポートされていないことを示す目的でこの例外を使用するべきではありません。そのようなケースではオペレータやメソッドを未定義のままとするか、サブクラスの場合は *None* を設定してください。

注釈: NotImplementedError と *NotImplemented* は、似たような名前と目的を持っていますが、相互に変換できません。利用する際には、NotImplemented を参照してください。

exception OSError(*[arg]*)

exception OSError(*errno*, *strerror*[, *filename*[, *winerror*[, *filename2*]]])

この例外はシステム関数がシステム関連のエラーを返した場合に送出されます。例えば "file not found" や "disk full" のような I/O の失敗が発生したときです (引数の型が不正な場合や、他の偶発的なエラーは除きます)。

コンストラクタの 2 番目の形式は下記の対応する属性を設定します。指定されなかった場合属性はデフォルトで *None* です。後方互換性のために、引数が 3 つ渡された場合、*args* 属性は最初の 2 つの要素のみからなるタプルを持ちます。

コンストラクタは実際には、*OS exceptions* で述べられている *OSError* のサブクラスを返すことがよくあります。特定のサブクラスは最終的な *errno* 値によります。この挙動は *OSError* を直接またはエイリアスで構築し、サブクラス化時に継承されなかった場合にのみ発生します。

errno

C 変数 errno に由来する数値エラーコードです。

winerror

Windows において、ネイティブ Windows エラーコードを与えます。そして *errno* 属性は POSIX でいうネイティブエラーコードへのおよその翻訳です。

Windows では、*winerror* コンストラクタ引数が整数の場合 *errno* 属性は Windows エラーコードから決定され、*errno* 引数は無視されます。他のプラットフォームでは *winerror* 引数は無視され、*winerror* 属性は存在しません。

strerror

OS が提供するような、対応するエラーメッセージです。POSIX では perror() で、Windows では FormatMessage() で体裁化されます。

filename

filename2

ファイルシステムパスが 1 つ関与する例外 (例えば *open()* や *os.unlink()*) の場合、*filename* は

関数に渡されたファイル名です。ファイルシステムパスが 2 つ関与する関数 (例えば *os.rename()*) の場合、*filename2* は関数に渡された 2 つ目のファイル名です。

バージョン 3.3 で変更: *EnvironmentError*, *IOError*, *WindowsError*, *socket.error*, *select.error*, mmap.error が *OSError* に統合されました。コンストラクタはサブクラスを返すかもしれません。

バージョン 3.4 で変更: *filename* 属性が *filesystem encoding and error handler* のエンコーディングでエンコードやデコードされた名前から、関数に渡された元々のファイル名になりました。また、*filename2* コンストラクタ引数が追加されました。

exception OverflowError

算術演算の結果が表現できない大きな値になった場合に送出されます。これは整数では起こりません (むしろ *MemoryError* が送出されることになるでしょう)。しかし、歴史的な理由のため、要求された範囲の外の整数に対して OverflowError が送出されることがあります。C の浮動小数点演算の例外処理は標準化されていないので、ほとんどの浮動小数点演算もチェックされません。

exception PythonFinalizationError

This exception is derived from *RuntimeError*. It is raised when an operation is blocked during interpreter shutdown also known as *Python finalization*.

Examples of operations which can be blocked with a *PythonFinalizationError* during the Python finalization:

- Creating a new Python thread.
- *os.fork()*.

See also the *sys.is_finalizing()* function.

Added in version 3.13: 以前は *RuntimeError* をそのまま送出していました。

exception RecursionError

この例外は *RuntimeError* を継承しています。インタープリタが最大再帰深度 (*sys.getrecursionlimit()* を参照) の超過を検出すると送出されます。

Added in version 3.5: 以前は *RuntimeError* をそのまま送出していました。

exception ReferenceError

weakref.proxy() によって生成された弱参照 (weak reference) プロキシを使って、ガーベジコレクションによって回収された後の参照対象オブジェクトの属性にアクセスした場合に送出されます。弱参照については *weakref* モジュールを参照してください。

exception RuntimeError

他のカテゴリに分類できないエラーが検出された場合に送出されます。関連値は、何が問題だったのかをより詳細に示す文字列です。

exception StopIteration

組込み関数 *next()* と *iterator* の *__next__()* メソッドによって、そのイテレータが生成するアイテムがこれ以上ないことを伝えるために送出されます。

value

この例外オブジェクトには一つの属性 value があり、例外を構成する際に引数として与えられ、デフォルトは *None* です。

generator や *coroutine* 関数が返るとき、新しい *StopIteration* インスタンスが送出されます。関数の返り値は例外のコンストラクタの *value* 引数として使われます。

ジェネレータのコードが直接的あるいは間接的に *StopIteration* を送出する場合は、*RuntimeError* に変換されます (*StopIteration* は変換後の例外の原因として保持されます)。

バージョン 3.3 で変更: value 属性とジェネレータ関数が値を返すためにそれを使う機能が追加されました。

バージョン 3.5 で変更: from __future__ import generator_stop による RuntimeError への変換が導入されました。**PEP 479** を参照してください。

バージョン 3.7 で変更: **PEP 479** が全てのコードでデフォルトで有効化されました: ジェネレータから送出された *StopIteration* は *RuntimeError* に変換されます。

exception StopAsyncIteration

イテレーションを停止するために、*asynchronous iterator* オブジェクトの __anext__() メソッドによって返される必要があります。

Added in version 3.5.

exception SyntaxError(*message*, *details*)

パーザが構文エラーに遭遇した場合に送出されます。この例外は import 文、組み込み関数 *compile()*、*exec()* や *eval()* 、初期化スクリプトの読み込みや標準入力で (対話的な実行時にも) 起こる可能性があります。

例外インスタンスの *str()* はエラーメッセージのみを返します。詳細はタプルで、個々の属性としても利用できます。

filename

構文エラーが発生したファイルの名前。

lineno

ファイルのエラーが発生した行番号。1 から数えはじめるため、ファイルの最初の行の lineno は 1 です。

offset

行のエラーが発生した列番号。1 から数えはじめるため、行の最初の文字の `offset` は 1 です。

text

エラーを含むソースコードのテキスト。

end_lineno

ファイルのエラーが発生した最後の行番号。1 から数えはじめるため、ファイルの最初の行の `lineno` は 1 です。

end_offset

行のエラーが発生した最後の列番号。1 から数えはじめるため、行の最初の文字の `offset` は 1 です。

For errors in f-string fields, the message is prefixed by "f-string: " and the offsets are offsets in a text constructed from the replacement expression. For example, compiling f'Bad {a b} field' results in this args attribute: ('f-string: ...', ('', 1, 2, '(a b)n', 1, 5)).

バージョン 3.10 で変更: *end_lineno* および *end_offset* 属性が追加されました。

exception IndentationError

正しくないインデントに関する構文エラーの基底クラスです。これは *SyntaxError* のサブクラスです。

exception TabError

タブとスペースを一貫しない方法でインデントに使っているときに送出されます。これは *IndentationError* のサブクラスです。

exception SystemError

インタプリタが内部エラーを発見したが、状況は全ての望みを棄てさせるほど深刻ではないと思われる場合に送出されます。関連値は (下位層で) どの動作が失敗したかを示す文字列です。

使用中の Python インタプリタの作者または保守担当者にこのエラーを報告してください。このとき、Python インタプリタのバージョン (`sys.version` 。Python の対話的セッションを開始した際にも出力されます)、正確なエラーメッセージ (例外の関連値) を忘れずに報告してください。可能な場合にはエラーを引き起こしたプログラムのソースコードも報告してください。

exception SystemExit

この例外は *sys.exit()* 関数から送出されます。*Exception* をキャッチするコードに誤ってキャッチされないように、*Exception* ではなく *BaseException* を継承しています。これにより例外は上の階層に適切に伝わり、インタープリタを終了させます。この例外が処理されなかった場合はスタックのトレースバックを表示せずに Python インタープリタは終了します。コンストラクタは *sys.exit()* に渡されるオプション引数と同じものを受け取ります。値が整数の場合、システムの終了ステータス (C 言語の `exit()` 関数に渡すもの) を指定します。値が `None` の場合、終了ステータスは 0 です。それ以外の型の場合 (例えば str)、オブジェクトの値が表示され、終了ステータスは 1 です。

sys.exit() は、クリーンアップのための処理 (try 文の finally 節) が実行されるようにするため、またデバッガが制御不能になるリスクを冒さずにスクリプトを実行できるようにするために例外に変換されます。即座に終了することが真に強く必要であるとき (例えば、*os.fork()* を呼んだ後の子プロセス内) には *os._exit()* 関数を使うことができます。

code

コンストラクタに渡された終了ステータス又はエラーメッセージ。(デフォルトは None)

exception TypeError

組み込み演算または関数が適切でない型のオブジェクトに対して適用された際に送出されます。関連値は型の不整合に関して詳細を述べた文字列です。

この例外は、そのオブジェクトで実行しようとした操作がサポートされておらず、その予定もない場合にユーザーコードから送出されるかもしれません。オブジェクトでその操作をサポートするつもりだが、まだ実装を提供していないのであれば、送出する適切な例外は *NotImplementedError* です。

誤った型の引数が渡された場合は (例えば、*int* が期待されるのに、*list* が渡された) *TypeError* となるべきです。しかし、誤った値 (例えば、期待する範囲外の数) が引数として渡された場合は、*ValueError* となるべきです。

exception UnboundLocalError

関数やメソッド内のローカルな変数に対して参照を行ったが、その変数には値が代入されていなかった場合に送出されます。*NameError* のサブクラスです。

exception UnicodeError

Unicode に関するエンコードまたはデコードのエラーが発生した際に送出されます。*ValueError* のサブクラスです。

UnicodeError はエンコードまたはデコードのエラーの説明を属性として持っています。例えば、`err.object[err.start:err.end]` は、無効な入力のうちコーデックが処理に失敗した箇所を表します。

encoding

エラーを送出したエンコーディングの名前です。

reason

そのコーデックエラーを説明する文字列です。

object

コーデックがエンコードまたはデコードしようとしたオブジェクトです。

start

object の最初の無効なデータのインデクスです。

end

object の最後の無効なデータの次のインデクスです。

exception UnicodeEncodeError

Unicode 関連のエラーがエンコード中に発生した際に送出されます。*UnicodeError* のサブクラスです。

exception UnicodeDecodeError

Unicode 関連のエラーがデコード中に発生した際に送出されます。*UnicodeError* のサブクラスです。

exception UnicodeTranslateError

Unicode 関連のエラーが変換中に発生した際に送出されます。*UnicodeError* のサブクラスです。

exception ValueError

演算子や関数が、正しい型だが適切でない値を持つ引数を受け取ったときや、*IndexError* のようなより詳細な例外では記述できない状況で送出されます。

exception ZeroDivisionError

除算や剰余演算の第二引数が 0 であった場合に送出されます。関連値は文字列で、その演算における被演算子と演算子の型を示します。

以下の例外は、過去のバージョンとの後方互換性のために残されています; Python 3.3 より、これらは *OSError* のエイリアスです。

exception EnvironmentError

exception IOError

exception WindowsError

Windows でのみ利用できます。

5.4.1 OS 例外

以下の例外は *OSError* のサブクラスで、システムエラーコードに依存して送出されます。

exception BlockingIOError

ある操作が、ノンブロッキング操作に設定されたオブジェクト (例えばソケット) をブロックしそうになった場合に送出されます。errno *EAGAIN*, *EALREADY*, *EWOULDBLOCK* および *EINPROGRESS* に対応します。

BlockingIOError は、*OSError* の属性に加えて一つの属性を持ちます:

characters_written

ストリームがブロックされるまでに書き込まれた文字数を含む整数です。この属性は *io* からのバッファ I/O クラスを使っているときに利用できます。

exception ChildProcessError

子プロセスの操作が失敗した場合に送出されます。errno *ECHILD* に対応します。

exception ConnectionError

コネクション関係の問題の基底クラス。

サブクラスは *BrokenPipeError*, *ConnectionAbortedError*, *ConnectionRefusedError*, *ConnectionResetError* です。

exception BrokenPipeError

ConnectionError のサブクラスで、もう一方の端が閉じられたパイプに書き込こもうとするか、書き込みのためにシャットダウンされたソケットに書き込こもうとした場合に発生します。errno *EPIPE* と *ESHUTDOWN* に対応します。

exception ConnectionAbortedError

ConnectionError のサブクラスで、接続の試行が通信相手によって中断された場合に発生します。errno *ECONNABORTED* に対応します。

exception ConnectionRefusedError

ConnectionError のサブクラスで、接続の試行が通信相手によって拒否された場合に発生します。errno *ECONNREFUSED* に対応します。

exception ConnectionResetError

ConnectionError のサブクラスで、接続が通信相手によってリセットされた場合に発生します。errno *ECONNRESET* に対応します。

exception FileExistsError

すでに存在するファイルやディレクトリを作成しようとした場合に送出されます。errno *EEXIST* に対応します。

exception FileNotFoundError

要求されたファイルやディレクトリが存在しない場合に送出されます。errno *ENOENT* に対応します。

exception InterruptedError

システムコールが入力信号によって中断された場合に送出されます。errno *EINTR* に対応します。

バージョン 3.5 で変更: シグナルハンドラが例外を送出せず、システムコールが信号で中断された場合 Python は *InterruptedError* を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください) 。

exception IsADirectoryError

ディレクトリに (*os.remove()* などの) ファイル操作が要求された場合に送出されます。errno *EISDIR* に対応します。

exception NotADirectoryError

ディレクトリへの操作 (たとえば *os.listdir()*) をディレクトリ以外に対して要求された場合に送出されます。多くの POSIX プラットフォームではディレクトリではないファイルをディレクトリとして開いたり移動するときにも発生する場合があります。errno *ENOTDIR* に対応します。

exception PermissionError

十分なアクセス権、例えばファイルシステム権限のない操作が試みられた場合に送出されます。errno *EACCES*、*EPERM* および *ENOTCAPABLE* に対応します。

バージョン 3.11.1 で変更: WASI の *ENOTCAPABLE* は *PermissionError* にマップされました。

exception ProcessLookupError

与えられたプロセスが存在しない場合に送出されます。errno *ESRCH* に対応します。

exception TimeoutError

システム関数がシステムレベルでタイムアウトした場合に送出されます。errno *ETIMEDOUT* に対応します。

Added in version 3.3: 上記のすべての *OSError* サブクラスが追加されました。

参考:

PEP 3151 - OS および IO 例外階層の手直し

5.5 警告

次の例外は警告カテゴリとして使われます。詳細については **警告カテゴリ** のドキュメントを参照してください。

exception Warning

警告カテゴリの基底クラスです。

exception UserWarning

ユーザコードによって生成される警告の基底クラスです。

exception DeprecationWarning

他の Python 開発者へ向けて警告を発するときの、廃止予定の機能についての警告の基底クラスです。

Ignored by the default warning filters, except in the `__main__` module (**PEP 565**). Enabling the *Python Development Mode* shows this warning.

The deprecation policy is described in **PEP 387**.

exception PendingDeprecationWarning

古くなって将来的に廃止される予定だが、今のところは廃止されていない機能についての警告の基底クラスです。

近々起こる可能性のある機能廃止について警告を発することはまれなので、このクラスはめったに使われず、既に決まっている廃止については *DeprecationWarning* が望ましいです。

デフォルトの警告フィルターで無効化されています。*Python Development Mode* を有効にするとこの警告が表示されます。

The deprecation policy is described in **PEP 387**.

exception SyntaxWarning

曖昧な構文に対する警告の基底クラスです。

exception RuntimeWarning

あいまいなランタイム挙動に対する警告の基底クラスです。

exception FutureWarning

Python で書かれたアプリケーションのエンドユーザーへ向けて警告を発するときの、廃止予定の機能についての警告の基底クラスです。

exception ImportWarning

モジュールインポートの誤りと思われるものに対する警告の基底クラスです。

デフォルトの警告フィルターで無効化されています。*Python Development Mode* を有効にするとこの警告が表示されます。

exception UnicodeWarning

Unicode に関連した警告の基底クラスです。

exception EncodingWarning

エンコーディングに関連した警告の基底クラスです。

詳細は *Opt-in EncodingWarning* を参照してください。

Added in version 3.10.

exception BytesWarning

bytes や *bytearray* に関連した警告の基底クラスです。

exception ResourceWarning

リソースの使用に関連した警告の基底クラスです。

デフォルトの警告フィルターで無効化されています。*Python Development Mode* を有効にするとこの警告が表示されます。

Added in version 3.2.

5.6 例外グループ

以下は関係がない複数の例外を送出する必要があるときに使用します。例外グループは例外の階層構造の一部のため、他の例外と同様 `except` で処理できます。また、`except*` によって判別でき、例外グループに含まれている例外の型に基づいてサブグループにマッチします。

exception ExceptionGroup(*msg*, *excs*)

exception BaseExceptionGroup(*msg*, *excs*)

この 2 つの例外型は一連の例外 `excs` を包含します。`msg` 引数は文字列の必要があります。2 つのクラスの異なる点は、*BaseException* は *BaseExceptionGroup* を拡張して任意の例外を含められますが、*ExceptionGroup* は *Exception* を拡張して *Exception* のサブクラスのみを含められます。この設計により `except Exception` は *ExceptionGroup* をキャッチしますが、*BaseExceptionGroup* はキャッチしません。

BaseExceptionGroup のコンストラクターは含まれる例外がすべて *Exception* の場合は *BaseExceptionGroup* ではなく *ExceptionGroup* を返すように自動的に選択されます。一方 *ExceptionGroup* コンストラクタは、*Exception* サブクラス以外の例外を含む場合は *TypeError* を送出します。

message

コンストラクタの `msg` 引数。この属性は読み込み専用です。

exceptions

コンストラクタに渡された一連の `excs` に含まれる例外のタプルです。この属性は読み込み専用です。

subgroup(*condition*)

現在のグループで **条件** にマッチする礼儀のみを含む例外グループを返します。結果が空の場合は `None` を返します。

The condition can be an exception type or tuple of exception types, in which case each exception is checked for a match using the same check that is used in an `except` clause. The condition can also be a callable (other than a type object) that accepts an exception as its single argument and returns true for the exceptions that should be in the subgroup.

The nesting structure of the current exception is preserved in the result, as are the values of its *message*, *__traceback__*, *__cause__*, *__context__* and *__notes__* fields. Empty nested groups are omitted from the result.

The condition is checked for all exceptions in the nested exception group, including the top-level and any nested exception groups. If the condition is true for such an exception group, it is included in the result in full.

Added in version 3.13: `condition` can be any callable which is not a type object.

split(*condition*)

subgroup() と似てますが (match, rest) のペアを返します。match は subgroup(condition) で rest は残りのマッチしない部分です。

derive(*excs*)

同じ *message* の例外グループを返しますが、excs の例外を含んでいます。

This method is used by *subgroup()* and *split()*, which are used in various contexts to break up an exception group. A subclass needs to override it in order to make *subgroup()* and *split()* return instances of the subclass rather than *ExceptionGroup*.

subgroup() と *split()* は *__traceback__*、*__cause__*、*__context__* と *__notes__* フィールドを元の例外グループから *derive()* が返す例外グループにコピーするため、*derive()* ではこれらのフィールドを更新する必要がありません。

```
>>> class MyGroup(ExceptionGroup):
...     def derive(self, excs):
...         return MyGroup(self.message, excs)
...
>>> e = MyGroup("eg", [ValueError(1), TypeError(2)])
>>> e.add_note("a note")
>>> e.__context__ = Exception("context")
>>> e.__cause__ = Exception("cause")
>>> try:
...    raise e
... except Exception as e:
...    exc = e
...
>>> match, rest = exc.split(ValueError)
>>> exc, exc.__context__, exc.__cause__, exc.__notes__
(MyGroup('eg', [ValueError(1), TypeError(2)]), Exception('context'), Exception('cause'),␣
↪['a note'])
>>> match, match.__context__, match.__cause__, match.__notes__
(MyGroup('eg', [ValueError(1)]), Exception('context'), Exception('cause'), ['a note'])
>>> rest, rest.__context__, rest.__cause__, rest.__notes__
(MyGroup('eg', [TypeError(2)]), Exception('context'), Exception('cause'), ['a note'])
>>> exc.__traceback__ is match.__traceback__ is rest.__traceback__
True
```

Note that *BaseExceptionGroup* defines `__new__()`, so subclasses that need a different constructor signature need to override that rather than `__init__()`. For example, the following defines an exception group subclass which accepts an exit_code and and constructs the group's message from it.

```
class Errors(ExceptionGroup):
   def __new__(cls, errors, exit_code):
      self = super().__new__(Errors, f"exit code: {exit_code}", errors)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        self.exit_code = exit_code
        return self

    def derive(self, excs):
        return Errors(excs, self.exit_code)
```

Like *ExceptionGroup*, any subclass of *BaseExceptionGroup* which is also a subclass of *Exception* can only wrap instances of *Exception*.

Added in version 3.11.

5.7 例外のクラス階層

組み込み例外のクラス階層は以下のとおりです:

```
BaseException
 ├── BaseExceptionGroup
 ├── GeneratorExit
 ├── KeyboardInterrupt
 ├── SystemExit
 └── Exception
      ├── ArithmeticError
      │    ├── FloatingPointError
      │    ├── OverflowError
      │    └── ZeroDivisionError
      ├── AssertionError
      ├── AttributeError
      ├── BufferError
      ├── EOFError
      ├── ExceptionGroup [BaseExceptionGroup]
      ├── ImportError
      │    └── ModuleNotFoundError
      ├── LookupError
      │    ├── IndexError
      │    └── KeyError
      ├── MemoryError
      ├── NameError
      │    └── UnboundLocalError
      ├── OSError
      │    ├── BlockingIOError
      │    ├── ChildProcessError
      │    ├── ConnectionError
      │    │    ├── BrokenPipeError
      │    │    ├── ConnectionAbortedError
      │    │    ├── ConnectionRefusedError
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      │     │     └──── ConnectionResetError
      │     ├──── FileExistsError
      │     ├──── FileNotFoundError
      │     ├──── InterruptedError
      │     ├──── IsADirectoryError
      │     ├──── NotADirectoryError
      │     ├──── PermissionError
      │     ├──── ProcessLookupError
      │     └──── TimeoutError
      ├──── ReferenceError
      ├──── RuntimeError
      │     ├──── NotImplementedError
      │     ├──── PythonFinalizationError
      │     └──── RecursionError
      ├──── StopAsyncIteration
      ├──── StopIteration
      ├──── SyntaxError
      │     └──── IndentationError
      │           └──── TabError
      ├──── SystemError
      ├──── TypeError
      ├──── ValueError
      │     └──── UnicodeError
      │           ├──── UnicodeDecodeError
      │           ├──── UnicodeEncodeError
      │           └──── UnicodeTranslateError
      └──── Warning
            ├──── BytesWarning
            ├──── DeprecationWarning
            ├──── EncodingWarning
            ├──── FutureWarning
            ├──── ImportWarning
            ├──── PendingDeprecationWarning
            ├──── ResourceWarning
            ├──── RuntimeWarning
            ├──── SyntaxWarning
            ├──── UnicodeWarning
            └──── UserWarning
```

第

SIX

テキスト処理サービス

この章で説明するモジュールは幅広い文字列操作や様々なテキスト処理サービスを提供しています。

codecs モジュールはテキスト処理と高い関連性を持った **バイナリデータ処理** のなかで説明されています。加えて Python の組み込み文字列型の **テキストシーケンス型** --- *str* のドキュメントも参照して下さい。

6.1 string --- 一般的な文字列操作

ソースコード: Lib/string.py

参考:

テキストシーケンス型 --- *str*

文字列メソッド

6.1.1 文字列定数

このモジュールで定義されている定数は以下の通りです:

string.ascii_letters

後述の *ascii_lowercase* と *ascii_uppercase* を合わせたもの。この値はロケールに依存しません。

string.ascii_lowercase

小文字 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz' 。この値はロケールに依存せず、固定です。

string.ascii_uppercase

大文字 'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ' 。この値はロケールに依存せず、固定です。

string.digits

文字列 '0123456789' です。

string.hexdigits

文字列 '0123456789abcdefABCDEF' です。

string.octdigits

文字列 '01234567' です。

string.punctuation

C ロケールにおいて、区切り文字 (punctuation characters) として扱われる ASCII 文字の文字列です: !"#$%&'()*+,-./:;<=>?@[\]^_`{|}~.

string.printable

印刷可能な ASCII 文字で構成される文字列です。*digits*, *ascii_letters*, *punctuation* および *whitespace* を組み合わせたものです。

string.whitespace

空白 (whitespace) として扱われる ASCII 文字全てを含む文字列です。ほとんどのシステムでは、これはスペース (space)、タブ (tab)、改行 (linefeed)、復帰 (return)、改頁 (formfeed)、垂直タブ (vertical tab) です。

6.1.2 カスタムの文字列書式化

組み込みの文字列 (string) クラスには、**PEP 3101** で記述されている *format()* メソッドによって複雑な変数置換と値のフォーマットを行う機能があります。*string* モジュールの *Formatter* クラスでは、組み込みの *format()* メソッドと同じ実装を使用して、独自の文字列フォーマットの振る舞いを作成してカスタマイズすることができます。

class string.Formatter

Formatter クラスは、以下のメソッドを持ちます:

format(*format_string*, */*, **args*, ***kwargs*)

主要な API メソッドです。書式文字列と、任意の位置引数およびキーワード引数のセットを取ります。これは、*vformat()* を呼び出す単なるラッパーです。

バージョン 3.7 で変更: 書式文字列は **位置専用** の引数となりました。

vformat(*format_string*, *args*, *kwargs*)

この関数はフォーマットの実際の仕事をします。この関数は、*args および **kwargs シンタックスを使用して、辞書を個々の引数として unpack してから再度 pack するのではなく、引数としてあらかじめ用意した辞書を渡したい場合のために、独立した関数として公開されます。*vformat()* は、書式文字列を文字データと置換フィールドに分解する仕事をします。それは、以下に記述する様々なメソッドを呼び出します。

さらに、*Formatter* ではサブクラスによって置き換えられることを意図した次のようないくつかのメソッドが定義されています。

parse(*format_string*)

format_string を探査し、タプル、(*literal_text*, *field_name*, *format_spec*, *conversion*) のイテラブルを返します。これは *vformat()* が文字列を文字としての文字データや置換フィールドに展開するために使用されます。

タプルの値は、概念的に文字としての文字データと、それに続く単一の置換フィールドを表現します。文字としての文字データが無い場合は (ふたつの置換フィールドが連続した場合などに起き得ます) 、*literal_text* は長さが 0 の文字列となります。置換フィールドが無い場合は、*field_name*, *format_spec* および *conversion* が `None` となります。

get_field(*field_name*, *args*, *kwargs*)

引数として与えた *parse()* (上記参照) により返される *field_name* を書式指定対象オブジェクトに変換します。返り値はタプル、(obj, used_key) です。デフォルトでは **PEP 3101** に規定される "0[name]" や "label.title" のような形式の文字列を引数としてとります。*args* と *kwargs* は *vformat()* に渡されます。返り値 *used_key* は、*get_value()* の *key* 引数と同じ意味を持ちます。

get_value(*key*, *args*, *kwargs*)

与えられたフィールドの値を取り出します。*key* 引数は整数でも文字列でも構いません。整数の場合は、位置引数 *args* のインデックス番号を示します。文字列の場合は、名前付きの引数 *kwargs* を意味します。

args 引数は、*vformat()* への位置引数のリストに設定され、*kwargs* 引数は、キーワード引数の辞書に設定されます。

フィールド名が (ピリオドで区切られた) いくつかの要素からなっている場合、最初の要素のみがこれらの関数に渡されます。残りの要素に関しては、通常の属性またはインデックスアクセスと同様に処理されます。

つまり、例えば、フィールドが '0.name' と表現されるとき、*get_value()* は、*key* 引数が 0 として呼び出されます。属性 `name` は、組み込みの *getattr()* 関数が呼び出され、*get_value()* が返されたのちに検索されます。

インデックスまたはキーワードが存在しないアイテムを参照した場合、*IndexError* または *KeyError* が送出されます。

check_unused_args(*used_args*, *args*, *kwargs*)

希望に応じて未使用の引数がないか確認する機能を実装します。この関数への引数は、書式指定文字列で実際に参照されるすべての引数のキーの set (位置引数の整数、名前付き引数の文字列) と、vformat に渡される *args* と *kwargs* への参照です。使用されない引数の set は、これらのパラメータから計算されます。*check_unused_args()* は、確認の結果が偽である場合に例外を送出するものとみなされます。

format_field(*value*, *format_spec*)

format_field() は単純に組み込みのグローバル関数 *format()* を呼び出します。このメソッドは、サブクラスをオーバーライドするために提供されます。

convert_field(*value*, *conversion*)

(*get_field()* が返す) 値を (*parse()* メソッドが返すタプルの形式で) 与えられた変換タイプとして変換します。デフォルトバージョンは 's' (str), 'r' (repr), 'a' (ascii) 変換タイプを理解します。

6.1.3 書式指定文字列の文法

str.format() メソッドと *Formatter* クラスは、文字列の書式指定に同じ文法を共有します (ただし、*Formatter* サブクラスでは、独自の書式指定文法を定義することが可能です)。この文法は フォーマット済み文字列リテラルの文法と関係してはいますが、少し洗練されておらず、特に任意の式がサポートされていません。

書式指定文字列は波括弧 `{}` に囲まれた " 置換フィールド" を含みます。波括弧に囲まれた部分以外は全て単純な文字として扱われ、変更を加えることなく出力へコピーされます。波括弧を文字として扱う必要がある場合は、二重にすることでエスケープすることができます: `{{` および `}}` 。

置換フィールドの文法は以下です:

```
replacement_field  ::=  "{" [field_name] ["!" conversion] [":" format_spec] "}"
field_name         ::=  arg_name ("." attribute_name | "[" element_index "]")*
arg_name           ::=  [identifier | digit+]
attribute_name     ::=  identifier
element_index      ::=  digit+ | index_string
index_string       ::=  <any source character except "]"> +
conversion         ::=  "r" | "s" | "a"
format_spec        ::=  format-spec:format_spec
```

もっと簡単にいうと、置換フィールドは *field_name* で始められます。これによって指定したオブジェクトの値が、置換フィールドの代わりに書式化され出力に挿入されます。*field_name* の後に、感嘆符 `'!'` を挟んで *conversion* フィールドを続けることができます。最後にコロン `':'` を挟んで、*format_spec* を書くことができます。これは、置換される値の非デフォルトの書式を指定します。

書式指定ミニ言語仕様 節も参照して下さい。

field_name それ自身は、数かキーワードのいずれかである *arg_name* から始まります。それが数である場合、位置引数を参照します。また、それがキーワードである場合、指定されたキーワード引数を参照します。文字列に対して *str.isdecimal()* を呼び出した結果が真の場合、*arg_name* は数として扱われます。書式文字列中で数の arg_names が順に 0, 1, 2, ... である場合、それらはすべて (いくつかではありません) 省略することができます。そして数 0, 1, 2, ... は、自動的にその順で挿入されます。*arg_name* は引用符で区切られていないので、書式文

字列内の任意の辞書キー (例えば文字列 '10' や ':-]' など) を指定することはできません。*arg_name* の後に任意の数のインデックス式または属性式を続けることができます。'.name' 形式の式は *getattr()* を使用して指定された属性を選択します。一方、'[index]' 形式の式は __getitem__() を使用してインデックス参照を行います。

バージョン 3.1 で変更: *str.format()* を使い、位置引数指定を省略することができます。'{} {}'.format(a, b) は '{0} {1}'.format(a, b) と同じになります。

バージョン 3.4 で変更: *Formatter* を使い、位置引数指定を省略することができます。

簡単な書式指定文字列の例を挙げます:

```
"First, thou shalt count to {0}"  # References first positional argument
"Bring me a {}"                   # Implicitly references the first positional argument
"From {} to {}"                   # Same as "From {0} to {1}"
"My quest is {name}"              # References keyword argument 'name'
"Weight in tons {0.weight}"       # 'weight' attribute of first positional arg
"Units destroyed: {players[0]}"   # First element of keyword argument 'players'.
```

置換 *(conversion)* フィールドにより書式変換前に型の強制変換が実施されます。通常、値の書式変換は __format__() によって実施されます。しかしながら、場合によっては、文字列として変換することを強制したり、書式指定の定義をオーバーライドしたくなることもあります。__format__() の呼び出し前に値を文字列に変換すると、通常の書式変換の処理は飛ばされます。

現在 3 つの変換フラグがサポートされています: 値に対して *str()* を呼ぶ '!s' 、*repr()* を呼ぶ '!r' 、*ascii()* を呼ぶ '!a'。

いくつかの例です:

```
"Harold's a clever {0!s}"        # Calls str() on the argument first
"Bring out the holy {name!r}"    # Calls repr() on the argument first
"More {!a}"                      # Calls ascii() on the argument first
```

format_spec フィールドは、フィールド幅、文字揃え、埋め方、精度などの、値を表現する仕様を含みます。それぞれの値の型は、"formatting mini-language" 、または、*format_spec* の実装で定義されます。

ほとんどの組み込み型は、次のセクションに記載された共通の formatting mini-language をサポートします。

format_spec フィールド内には入れ子になった置換フィールドを含めることもできます。入れ子になった置換フィールドにはフィールド名、変換フラグ、書式指定を含めることができますが、さらに入れ子の階層を含めることはできません。format_spec 中の置換フィールドは *format_spec* 文字列が解釈される前に置き換えられます。これにより、値の書式を動的に指定することができます。

書式指定例 のいくつかの例も参照して下さい。

書式指定ミニ言語仕様

書式指定 (”Format specifications”) は書式指定文字列の個々の値を表現する方法を指定するための、置換フィールドで使用されます (**書式指定文字列の文法** および f-strings を参照してください) 。それらは、組み込み関数の *format()* 関数に直接渡されます。それぞれの書式指定可能な型について、書式指定がどのように解釈されるかが規定されます。

多くの組み込み型は、書式指定に関して以下のオプションを実装します。しかしながら、いくつかの書式指定オプションは数値型でのみサポートされます。

一般的な取り決めとして、空の書式指定は、値に対して *str()* を呼び出したときと同じ結果を与えます。通常、空でない書式指定はその結果を変更します。

一般的な書式指定子 (*standard format specifier*) の書式は以下です:

```
format_spec      ::=  [[fill]align][sign]["z"]["#"]["0"][width][grouping_option]["." precision][type]
fill             ::=  <any character>
align            ::=  "<" | ">" | "=" | "^"
sign             ::=  "+" | "-" | " "
width            ::=  digit+
grouping_option  ::=  "_" | ","
precision        ::=  digit+
type             ::=  "b" | "c" | "d" | "e" | "E" | "f" | "F" | "g" | "G" | "n" | "o" | "s" | "x" | "
```

有効な *align* 値を指定する場合、その前に *fill* 文字を付けることができます。この文字には任意の文字を指定でき、省略された場合はデフォルトの空白文字となります。formatted string literal の中や *str.format()* メソッドを使う場合はリテラルの波括弧 (”`{`” と ”`}`”) を *fill* 文字として使えないことに注意してください。ただし、波括弧を入れ子になった置換フィールド内に挿入することはできます。この制限は *format()* 関数には影響しません。

様々な align オプションの意味は以下のとおりです:

オプション	意味
`'<'`	利用可能なスペースにおいて、左詰めを強制します (ほとんどのオブジェクトにおいてのデフォルト)。
`'>'`	利用可能なスペースにおいて、右詰めを強制します (いくつかのオブジェクトにおいてのデフォルト)。
`'='`	符号 (があれば) の後ろを埋めます。’+000000120’ のような形で表示されます。このオプションは数値型に対してのみ有効です。フィールド幅の直前が ’0’ の時はこれがデフォルトの数値になります。
`'^'`	利用可能なスペースにおいて、中央寄せを強制します。

最小のフィールド幅が定義されない限り、フィールド幅はデータを表示するために必要な幅と同じになることに

注意して下さい。そのため、その場合には、align オプションは意味を持ちません。

sign オプションは数値型に対してのみ有効であり、以下のうちのひとつとなります:

オプション	意味
`'+'`	符号の使用を、正数、負数の両方に対して指定します。
`'-'`	符号の使用を、負数に対してのみ指定します (デフォルトの挙動です)。
空白	空白を正数の前に付け、負号を負数の前に使用することを指定します。

`'z'` オプションはマイナス 0 の浮動小数点数をフォーマットの制度で丸めたあとにプラス 0 に強制的に変換します。このオプションは浮動小数点数型に対してのみ有効です。

バージョン 3.11 で変更: `'z'` オプションが追加されました (**PEP 682** も参照)。

`'#'` オプションは、変換に「別形式」を使用します。別形式は、異なる型に対して違った風に定義されます。このオプションは、整数、浮動小数点数、複素数でのみ有効です。整数に対して 2 進法、8 進法、または 16 進法の出力が使用される場合、このオプションは出力される値にそれぞれ `'0b'`, `'0o'`, `'0x'`, `'0X'` 接頭辞を加えます。浮動小数点数、複素数については、別形式では、小数点文字の後に数字がなくても変換結果には常に小数点文字が含まれます。通常は、数字が続く場合にのみ小数点文字がこれらの変換結果に現われます。さらに、`'g'` と `'G'` の変換については、最後の 0 は結果から取り除かれません。

`','` オプションは、千の位のセパレータにカンマを使うことを合図します。ロケール依存のセパレータには、代わりに `'n'` の整数表現形式を使ってください。

バージョン 3.1 で変更: `','` オプションが追加されました (**PEP 378** も参照)。

`'_'` オプションは、浮動小数点数の表現型と整数の表現型 `'d'` における千倍ごとの区切り文字にアンダースコアを使うというしるしです。整数の表現型の `'b'`, `'o'`, `'x'`, `'X'` では、4 桁ごとにアンダースコアが挿入されます。他の表現型でこのオプションを指定するとエラーになります。

バージョン 3.6 で変更: `'_'` オプションが追加されました (**PEP 515** も参照)。

width は 10 進数の整数で、接頭辞、セパレータ、他のフォーマット文字を含んだ最小の合計フィールド幅を定義します。指定されない場合、フィールド幅はその内容により決定されます。

alignment が明示的に与えられない場合、*width* フィールドにゼロ (`'0'`) 文字を前置することは、数値型のための符号を意識した 0 パディングを可能にします。これは *fill* 文字に `'0'` を指定して、*alignment* タイプに `'='` を指定したことと等価です。

バージョン 3.10 で変更: Preceding the *width* field by `'0'` no longer affects the default alignment for strings.

*precision*は、表現型 “’f’ **または**’F’ **の場合小数点以下、表現型**’g’ **または**’G’“の場合は小数点以上と以下が何桁で表示されるべきかを示す 10 進整数です。文字列の表現型の場合は最大フィールド幅、言い換えるとフィールドの内容から何文字が使用されるかを示します。*precision*は整数の表現型には使用できません。

最後に、*type* は、データがどのように表現されるかを決定します。

利用可能な文字列の表現型は以下です:

型	意味
`'s'`	文字列。これがデフォルトの値で、多くの場合省略されます。
None	`'s'` と同じです。

利用可能な整数の表現型は以下です:

型	意味
`'b'`	2 進数。出力される数値は 2 を基数とします。
`'c'`	文字。数値を対応する Unicode 文字に変換します。
`'d'`	10 進数。出力される数値は 10 を基数とします。
`'o'`	8 進数。出力される数値は 8 を基数とします。
`'x'`	16 進数。出力される数値は 16 を基数とします。10 進で 9 を超える数字には小文字が使われます。
`'X'`	16 進数。出力される数値は 16 を基数とします。10 進で 9 を超える数字には大文字が使われます。`'#'``が指定された場合、接頭辞`'0x' も大文字'0X'“になります
`'n'`	数値。現在のロケールに従い、区切り文字を挿入することを除けば、`'d'` と同じです。
None	`'d'` と同じです。

これらの表現型に加えて、整数は (`'n'` と `None` を除く) 以下の浮動小数点数の表現型で書式指定できます。そうすることで整数は書式変換される前に *`float()`* を使って浮動小数点数に変換されます。

利用可能な *`float`* と *`Decimal`* の表現型は以下です:

型	意味
'e'	Scientific notation. For a given precision p, formats the number in scientific notation with the letter 'e' separating the coefficient from the exponent. The coefficient has one digit before and p digits after the decimal point, for a total of p + 1 significant digits. With no precision given, uses a precision of 6 digits after the decimal point for *float*, and shows all coefficient digits for *Decimal*. If no digits follow the decimal point, the decimal point is also removed unless the # option is used.
'E'	指数表記です。大文字の 'E' を使うことを除いては、'e' と同じです。
'f'	Fixed-point notation. For a given precision p, formats the number as a decimal number with exactly p digits following the decimal point. With no precision given, uses a precision of 6 digits after the decimal point for *float*, and uses a precision large enough to show all coefficient digits for *Decimal*. If no digits follow the decimal point, the decimal point is also removed unless the # option is used.
'F'	固定小数点数表記です。nan が NAN に、inf が INF に変換されることを除き 'f' と同じです。
'g'	General format. For a given precision p >= 1, this rounds the number to p significant digits and then formats the result in either fixed-point format or in scientific notation, depending on its magnitude. A precision of 0 is treated as equivalent to a precision of 1. The precise rules are as follows: suppose that the result formatted with presentation type 'e' and precision p-1 would have exponent exp. Then, if m <= exp < p, where m is -4 for floats and -6 for *Decimals*, the number is formatted with presentation type 'f' and precision p-1-exp. Otherwise, the number is formatted with presentation type 'e' and precision p-1. In both cases insignificant trailing zeros are removed from the significand, and the decimal point is also removed if there are no remaining digits following it, unless the '#' option is used. With no precision given, uses a precision of 6 significant digits for *float*. For *Decimal*, the coefficient of the result is formed from the coefficient digits of the value; scientific notation is used for values smaller than 1e-6 in absolute value and values where the place value of the least significant digit is larger than 1, and fixed-point notation is used otherwise. 正と負の無限大と 0 および NaN は精度に関係なくそれぞれ inf, -inf, 0, -0 および nan となります。
'G'	汎用フォーマットです。数値が大きくなったとき、'E' に切り替わることを除き、'g' と同じです。無限大と NaN の表示も大文字になります。
'n'	数値です。現在のロケールに合わせて、数値分割文字が挿入されることを除き、'g' と同じです。
'%'	パーセンテージです。数値は 100 倍され、固定小数点数フォーマット ('f') でパーセント記号付きで表示されます。
None	For *float* this is the same as 'g', except that when fixed-point notation is used to format the result, it always includes at least one digit past the decimal point. The precision used is as large as needed to represent the given value faithfully. For *Decimal*, this is the same as either 'g' or 'G' depending on the value of context.capitals for the current decimal context. The overall effect is to match the output of *str()* as altered by the other format modifiers.

書式指定例

この節では、*str.format()* 構文の例を紹介し、さらに従来の %-書式と比較します。

多くの場合、新構文に {} を加え、% の代わりに : を使うことで、古い %-書式に類似した書式になります。例えば、'%03.2f' は '{:03.2f}' と変換できます。

以下の例で示すように、新構文はさらに新たに様々なオプションもサポートしています。

位置引数を使ったアクセス:

```
>>> '{0}, {1}, {2}'.format('a', 'b', 'c')
'a, b, c'
>>> '{}, {}, {}'.format('a', 'b', 'c')  # 3.1+ only
'a, b, c'
>>> '{2}, {1}, {0}'.format('a', 'b', 'c')
'c, b, a'
>>> '{2}, {1}, {0}'.format(*'abc')      # unpacking argument sequence
'c, b, a'
>>> '{0}{1}{0}'.format('abra', 'cad')   # arguments' indices can be repeated
'abracadabra'
```

名前を使ったアクセス:

```
>>> 'Coordinates: {latitude}, {longitude}'.format(latitude='37.24N', longitude='-115.81W')
'Coordinates: 37.24N, -115.81W'
>>> coord = {'latitude': '37.24N', 'longitude': '-115.81W'}
>>> 'Coordinates: {latitude}, {longitude}'.format(**coord)
'Coordinates: 37.24N, -115.81W'
```

引数の属性へのアクセス:

```
>>> c = 3-5j
>>> ('The complex number {0} is formed from the real part {0.real} '
...  'and the imaginary part {0.imag}.').format(c)
'The complex number (3-5j) is formed from the real part 3.0 and the imaginary part -5.0.'
>>> class Point:
...     def __init__(self, x, y):
...         self.x, self.y = x, y
...     def __str__(self):
...         return 'Point({self.x}, {self.y})'.format(self=self)
...
>>> str(Point(4, 2))
'Point(4, 2)'
```

引数の要素へのアクセス:

```
>>> coord = (3, 5)
>>> 'X: {0[0]};  Y: {0[1]}'.format(coord)
'X: 3;  Y: 5'
```

%s と %r の置き換え:

```
>>> "repr() shows quotes: {!r}; str() doesn't: {!s}".format('test1', 'test2')
"repr() shows quotes: 'test1'; str() doesn't: test2"
```

テキストの幅を指定した整列:

```
>>> '{:<30}'.format('left aligned')
'left aligned                  '
>>> '{:>30}'.format('right aligned')
'                 right aligned'
>>> '{:^30}'.format('centered')
'           centered           '
>>> '{:*^30}'.format('centered')  # use '*' as a fill char
'***********centered***********'
```

%+f と %-f, % f の置換、そして符号の指定:

```
>>> '{:+f}; {:+f}'.format(3.14, -3.14)  # show it always
'+3.140000; -3.140000'
>>> '{: f}; {: f}'.format(3.14, -3.14)  # show a space for positive numbers
' 3.140000; -3.140000'
>>> '{:-f}; {:-f}'.format(3.14, -3.14)  # show only the minus -- same as '{:f}; {:f}'
'3.140000; -3.140000'
```

%x と %o の置換、そして値に対する異なる底の変換:

```
>>> # format also supports binary numbers
>>> "int: {0:d};  hex: {0:x};  oct: {0:o};  bin: {0:b}".format(42)
'int: 42;  hex: 2a;  oct: 52;  bin: 101010'
>>> # with 0x, 0o, or 0b as prefix:
>>> "int: {0:d};  hex: {0:#x};  oct: {0:#o};  bin: {0:#b}".format(42)
'int: 42;  hex: 0x2a;  oct: 0o52;  bin: 0b101010'
```

千の位のセパレータにカンマを使用する:

```
>>> '{:,}'.format(1234567890)
'1,234,567,890'
```

パーセントを表示する:

```
>>> points = 19
>>> total = 22
>>> 'Correct answers: {:.2%}'.format(points/total)
'Correct answers: 86.36%'
```

型特有の書式指定を使う:

```
>>> import datetime
>>> d = datetime.datetime(2010, 7, 4, 12, 15, 58)
>>> '{:%Y-%m-%d %H:%M:%S}'.format(d)
'2010-07-04 12:15:58'
```

引数をネストする、さらに複雑な例:

```
>>> for align, text in zip('<^>', ['left', 'center', 'right']):
...     '{0:{fill}{align}16}'.format(text, fill=align, align=align)
...
'left<<<<<<<<<<<<'
'^^^^^center^^^^^'
'>>>>>>>>>>>right'
>>>
>>> octets = [192, 168, 0, 1]
>>> '{:02X}{:02X}{:02X}{:02X}'.format(*octets)
'C0A80001'
>>> int(_, 16)
3232235521
>>>
>>> width = 5
>>> for num in range(5,12):
...     for base in 'dXob':
...         print('{0:{width}{base}}'.format(num, base=base, width=width), end=' ')
...     print()
...
    5     5     5   101
    6     6     6   110
    7     7     7   111
    8     8    10  1000
    9     9    11  1001
   10     A    12  1010
   11     B    13  1011
```

6.1.4 テンプレート文字列

テンプレート文字列では **PEP 292** で解説されている単純な文字列置換ができます。テンプレート文字列の主な使い道は国際化 (i18n) です。というのは、その国際化の文脈において、より簡潔な文法と機能を持つテンプレート文字列を使うと、Python にある他の組み込みの文字列フォーマット機能よりも翻訳がしやすいからです。テンプレート文字列の上に構築された国際化のためのライブラリの例として、flufl.i18n を調べてみてください。

テンプレート文字列は `$` に基づいた置換をサポートしていて、次の規則が使われています:

- `$$` はエスケープ文字です; `$` 一つに置換されます。
- `$identifier` は `"identifier"` のマッピングキーに合致する置換プレースホルダーを指定します。デフォルトでは、`"identifier"` は大文字と小文字を区別しない ASCII 英数字 (アンダースコアを含む) からなら文字列に制限されています。文字列はアンダースコアか ASCII 文字から始まるものでなければなりません。`$` の後に識別子に使えない文字が出現すると、そこでプレースホルダ名の指定が終わります。
- `${identifier}` は `$identifier` と同じです。プレースホルダ名の後ろに識別子として使える文字列が続いていて、それをプレースホルダ名の一部として扱いたくない場合、例えば `"${noun}ification"` のような場合に必要な書き方です。

上記以外の書き方で文字列中に `$` を使うと *ValueError* を送出します。

string モジュールでは、上記のような規則を実装した *Template* クラスを提供しています。*Template* のメソッドを以下に示します:

class string.Template(*template*)

コンストラクタはテンプレート文字列になる引数を一つだけ取ります。

substitute(*mapping={}*, */*, ***kwds*)

テンプレート置換を行い、新たな文字列を生成して返します。*mapping* はテンプレート中のプレースホルダに対応するキーを持つような任意の辞書類似オブジェクトです。辞書を指定する代わりに、キーワード引数も指定でき、その場合にはキーワードをプレースホルダ名に対応させます。*mapping* と *kwds* の両方が指定され、内容が重複した場合には、*kwds* に指定したプレースホルダを優先します。

safe_substitute(*mapping={}*, */*, ***kwds*)

substitute() と同じですが、プレースホルダに対応するものを *mapping* や *kwds* から見つけられなかった場合に、*KeyError* 例外を送出する代わりにもとのプレースホルダがそのまま入ります。また、*substitute()* とは違い、規則外の書き方で `$` を使った場合でも、*ValueError* を送出せず単に `$` を返します。

その他の例外も発生し得る一方で、このメソッドが「安全 (safe) 」と呼ばれているのは、置換操作は常に、例外を送出する代わりに利用可能な文字列を返そうとするからです。別の見方をすれば、*safe_substitute()* は区切り間違いによるぶら下がり (dangling delimiter) や波括弧の非対応、Python の識別子として無効なプレースホルダ名を含むような不正なテンプレートを何も警告せずに無視するため、安全とはいえないのです。

is_valid()

Returns false if the template has invalid placeholders that will cause *substitute()* to raise *ValueError*.

Added in version 3.11.

get_identifiers()

Returns a list of the valid identifiers in the template, in the order they first appear, ignoring any invalid identifiers.

Added in version 3.11.

Template のインスタンスは、次のような public な属性を提供しています:

template

コンストラクタの引数 *template* に渡されたオブジェクトです。通常、この値を変更すべきではありませんが、読み出し専用アクセスを強制しているわけではありません。

Template の使い方の例を以下に示します:

```
>>> from string import Template
>>> s = Template('$who likes $what')
>>> s.substitute(who='tim', what='kung pao')
'tim likes kung pao'
>>> d = dict(who='tim')
>>> Template('Give $who $100').substitute(d)
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Invalid placeholder in string: line 1, col 11
>>> Template('$who likes $what').substitute(d)
Traceback (most recent call last):
...
KeyError: 'what'
>>> Template('$who likes $what').safe_substitute(d)
'tim likes $what'
```

さらに進んだ使い方: *Template* のサブクラスを派生して、プレースホルダの書式、区切り文字、テンプレート文字列の解釈に使われている正規表現全体をカスタマイズできます。こうした作業には、以下のクラス属性をオーバライドします:

- *delimiter* -- プレースホルダの開始を示すリテラル文字列です。デフォルトの値は `$` です。実装系はこの文字列に対して必要に応じて *re.escape()* を呼び出すので、正規表現になってしまうような文字列にしては**なりません**。さらにクラスを作成した後に delimiter を変更できない (つまり、別の delimiter を設定したいのであれば、サブクラスの名前空間で行わなければならない) ことに注意してください。

- *idpattern* -- This is the regular expression describing the pattern for non-braced placeholders. The default value is the regular expression `(?a:[_a-z][_a-z0-9]*)`. If this is given and *braceidpattern* is

None this pattern will also apply to braced placeholders.

注釈: *flags* のデフォルトは `re.IGNORECASE` なので、`[a-z]` というパターンはいくつかの非 ASCII 文字に適合できます。そのため、ここではローカルの `a` フラグを使っています。

バージョン 3.7 で変更: *braceidpattern* を使用すると、中括弧の内側と外側で使用する別々のパターンを定義できます。

- *braceidpattern* -- This is like *idpattern* but describes the pattern for braced placeholders. Defaults to None which means to fall back to *idpattern* (i.e. the same pattern is used both inside and outside braces). If given, this allows you to define different patterns for braced and unbraced placeholders.

  Added in version 3.7.

- *flags* -- 代入の認識のために使用される正規表現をコンパイルする際に適用される正規表現フラグ。デフォルト値は `re.IGNORECASE` です。`re.VERBOSE` が常にフラグに追加されるということに注意してください。したがって、カスタムな *idpattern* は verbose 正規表現の規約に従わなければなりません。

  Added in version 3.2.

他にも、クラス属性 *pattern* をオーバライドして、正規表現パターン全体を指定できます。オーバライドを行う場合、*pattern* の値は 4 つの名前つきキャプチャグループ (capturing group) を持った正規表現オブジェクトでなければなりません。これらのキャプチャグループは、上で説明した規則と、無効なプレースホルダに対する規則に対応しています:

- *escaped* -- このグループはエスケープシーケンス、すなわちデフォルトパターンにおける `$$` に対応します。
- *named* -- このグループは波括弧でくくらないプレースホルダ名に対応します; キャプチャグループに区切り文字を含めてはなりません。
- *braced* -- このグループは波括弧でくくったプレースホルダ名に対応します; キャプチャグループに区切り文字を含めてはなりません。
- *invalid* -- このグループはそのほかの区切り文字のパターン (通常は区切り文字一つ) に対応し、正規表現の末尾に出現しなければなりません。

The methods on this class will raise *ValueError* if the pattern matches the template without one of these named groups matching.

6.1.5 ヘルパー関数

string.**capwords**(*s*, *sep=None*)

> *str.split()* を使って引数を単語に分割し、*str.capitalize()* を使ってそれぞれの単語の先頭の文字を大文字に変換し、*str.join()* を使ってつなぎ合わせます。オプションの第 2 引数 *sep* が与えられないか None の場合、この置換処理は文字列中の連続する空白文字をスペース一つに置き換え、先頭と末尾の空白を削除します、それ以外の場合には *sep* は split と join に使われます。

6.2 re --- 正規表現操作

ソースコード: Lib/re/

このモジュールは Perl に見られる正規表現マッチング操作と同様のものを提供します。

パターンおよび検索される文字列には、Unicode 文字列 (*str*) や 8 ビット文字列 (*bytes*) を使います。ただし、Unicode 文字列と 8 ビット文字列の混在はできません。つまり、Unicode 文字列にバイト列のパターンでマッチングしたり、その逆はできません。同様に、置換時の置換文字列はパターンおよび検索文字列の両方と同じ型でなくてはなりません。

正規表現では、特殊な形式を表すためや、特殊文字をその特殊な意味を発動させず使うために、バックスラッシュ文字 (`'\'`) を使います。こうしたバックスラッシュの使い方は、Python の文字列リテラルにおける同じ文字の使い方と衝突します。例えば、リテラルのバックスラッシュにマッチさせるには、パターン文字列として `'\\\\'` と書かなければなりません。なぜなら、正規表現は `\\` でなければならないうえ、それぞれのバックスラッシュは標準の Python 文字列リテラルで `\\` と表現せねばならないからです。Python の文字列リテラルにおいて、バックスラッシュの使用による不正なエスケープ文字がある場合は、*SyntaxWarning* が発生し、将来的には *SyntaxError* になることにも注意してください。この動作は、正規表現として有効な文字列に対しても同様です。

これを解決するには、正規表現パターンに Python の raw 文字列記法を使います。`'r'` を前置した文字列リテラル内ではバックスラッシュが特別扱いされません。従って `"\n"` が改行一文字からなる文字列であるのに対して、`r"\n"` は `'\'` と `'n'` の二文字からなる文字列です。通常、Python コード中では、パターンをこの raw 文字列記法を使って表現します。

重要なこととして、大抵の正規表現操作は、モジュールレベルの関数としても、**コンパイル済み正規表現** のメソッドとしても利用できます。関数は正規表現オブジェクトを前もってコンパイルする必要がない近道ですが、微調整のための変数が減ります。

参考:

The third-party regex module, which has an API compatible with the standard library *re* module, but offers additional functionality and a more thorough Unicode support.

6.2.1 正規表現のシンタックス

正規表現 (または RE) は、その表現にマッチ (match) する文字列の集合を指定します。このモジュールの関数を使えば、ある文字列が与えられた正規表現にマッチするか (または、与えられた正規表現がある文字列にマッチするか、と言い換えても同じことになります) を検査できます。

正規表現を連結することで新しい正規表現を作れます。A と B がともに正規表現であれば AB も正規表現です。一般的に、ある文字列 p が A にマッチし、別の文字列 q が B にマッチするなら、文字列 pq は AB にマッチします。ただし、A または B に優先度の低い演算が含まれる場合や、A と B との間に境界条件がある場合や、番号付けされたグループ参照をしている場合、を除きます。こうして、ここで述べるような簡単な基本表現から、複雑な表現を容易に構築できます。正規表現に関する理論と実装の詳細については Friedl 本 [Frie09] か、コンパイラの構築に関するテキストを参照してください。

以下で正規表現の形式を簡単に説明します。詳細な情報ややさしい説明は、regex-howto を参照してください。

正規表現には、特殊文字と通常文字の両方を含められます。`'A'` 、`'a'` 、または `'0'` のようなほとんどの通常文字は、最も単純な正規表現です。これは単純に、その文字自体にマッチします。通常文字は連結できるので、`last` は文字列 `'last'` にマッチします。(この節では以降、正規表現は一般にクオートを使わず **この特殊スタイルで** 表記し、マッチ対象の文字列は、`'` **シングルクオートで括って**`'` 表記します。)

`'|'` や `'('` といったいくつかの文字は特殊です。特殊文字は通常文字の種別を表したり、周辺の通常文字に対する解釈方法に影響します。

繰り返しの演算子または修飾子 (`*`、`+`、`?`、`{m,n}` など) は直接入れ子にはできません。これは、非貪欲な修飾子の接尾辞 `?` や他の実装での他の修飾子との曖昧さを回避します。内側で繰り返したものをさらに繰り返すには、丸括弧が使えます。例えば、正規表現 `(?:a{6})*` は 6 の倍数個の `'a'` 文字にマッチします。

特殊文字を以下に示します:

`.`

(Dot.) In the default mode, this matches any character except a newline. If the *DOTALL* flag has been specified, this matches any character including a newline. `(?s:.)` matches any character regardless of flags.

`^`

(キャレット) 文字列の先頭にマッチし、*MULTILINE* モードでは各改行の直後にもマッチします。

`$`

文字列の末尾、あるいは文字列の末尾の改行の直前にマッチし、*MULTILINE* モードでは改行の前にもマッチします。`foo` は 'foo' と 'foobar' の両方にマッチしますが、正規表現 `foo$` は 'foo' だけにマッチします。興味深いことに、`'foo1\nfoo2\n'` を `foo.$` で検索した場合、通常は 'foo2' だけにマッチしますが、*MULTILINE* モードでは 'foo1' にもマッチします。`$` だけで `'foo\n'` を検索した場合、2 つの (空の) マッチを見つけます: 1 つは改行の直前で、もう 1 つは文字列の末尾です。

`*`

直

前の正規表現を 0 回以上、できるだけ多く繰り返したものにマッチさせる結果の正規表現にします。例えば ab* は 'a'、'ab'、または 'a' に任意個数の 'b' を続けたものにマッチします。

+ 直

前の正規表現を 1 回以上繰り返したものにマッチさせる結果の正規表現にします。例えば ab+ は 'a' に 1 つ以上の 'b' が続いたものにマッチし、単なる 'a' にはマッチしません。

? 直

前の正規表現を 0 回か 1 回繰り返したものにマッチさせる結果の正規表現にします。例えば ab? は 'a' あるいは 'ab' にマッチします。

*?, +?, ??

'*' 、'+' 、および '?' 修飾子は全て **貪欲** *(greedy)* マッチで、できるだけ多くのテキストにマッチします。この挙動が望ましくない時もあります。例えば正規表現 <.*> が '<a> b <c>' に対してマッチされると、'<a>' だけでなく文字列全体にマッチしてしまいます。修飾子の後に ? を追加すると、**非貪欲** *(non-greedy)* あるいは **最小** *(minimal)* のマッチが行われ、できるだけ **少ない** 文字にマッチします。正規表現 <.*?> を使うと '<a>' だけにマッチします。

*+, ++, ?+

Like the '*', '+', and '?' quantifiers, those where '+' is appended also match as many times as possible. However, unlike the true greedy quantifiers, these do not allow back-tracking when the expression following it fails to match. These are known as *possessive* quantifiers. For example, a*a will match 'aaaa' because the a* will match all 4 'a's, but, when the final 'a' is encountered, the expression is backtracked so that in the end the a* ends up matching 3 'a's total, and the fourth 'a' is matched by the final 'a'. However, when a*+a is used to match 'aaaa', the a*+ will match all 4 'a', but when the final 'a' fails to find any more characters to match, the expression cannot be backtracked and will thus fail to match. x*+, x++ and x?+ are equivalent to (?>x*), (?>x+) and (?>x?) correspondingly.

Added in version 3.11.

{m} 直

前の正規表現をちょうど m 回繰り返したものにマッチさせるよう指定します。それより少ないマッチでは正規表現全体がマッチしません。例えば、a{6} は 6 個ちょうどの 'a' 文字にマッチしますが、5 個ではマッチしません。

{m,n} 直

前の正規表現を m 回から n 回、できるだけ多く繰り返したものにマッチさせる結果の正規表現にします。例えば、a{3,5} は、3 個から 5 個の 'a' 文字にマッチします。m を省略すると下限は 0 に指定され、n を省略すると上限は無限に指定されます。例として、a{4,}b は 'aaaab' や、1,000 個の 'a' 文字に 'b' が続いたものにマッチしますが、'aaab' にはマッチしません。コンマは省略できません、省略すると修飾子が上で述べた形式と混同されてしまうからです。

{m,n}? 結

果の正規表現は、前にある正規表現を、*m* 回から *n* 回まで繰り返したものにマッチし、できるだけ **少なく** 繰り返したものにマッチするようにします。これは、前の数量詞の非貪欲版です。例えば、6 文字文字列 `'aaaaaa'` では、`a{3,5}` は、5 個の `'a'` 文字にマッチしますが、`a{3,5}?` は 3 個の文字にマッチするだけです。

`{m,n}+`

Causes the resulting RE to match from *m* to *n* repetitions of the preceding RE, attempting to match as many repetitions as possible *without* establishing any backtracking points. This is the possessive version of the quantifier above. For example, on the 6-character string `'aaaaaa'`, `a{3,5}+aa` attempt to match 5 `'a'` characters, then, requiring 2 more `'a'`s, will need more characters than available and thus fail, while `a{3,5}aa` will match with `a{3,5}` capturing 5, then 4 `'a'`s by backtracking and then the final 2 `'a'`s are matched by the final `aa` in the pattern. `x{m,n}+` is equivalent to `(?>x{m,n})`.

Added in version 3.11.

`\` 特

殊文字をエスケープ (`'*'` や `'?'` などの文字にマッチできるようにする) し、または特殊シーケンスを合図します。特殊シーケンスは後で議論します。

パターンを表現するのに raw 文字列を使っていないのであれば、Python ももまた、バックスラッシュを文字列リテラルでエスケープシーケンスとして使うことを思い出して下さい。そのエスケープシーケンスを Python のパーザが認識しないなら、そのバックスラッシュとそれに続く文字が結果の文字列に含まれます。しかし、Python が結果のシーケンスを認識するなら、そのバックスラッシュは 2 回繰り返さなければいけません。これは複雑で理解しにくいので、ごく単純な表現以外は、全て raw 文字列を使うことを強く推奨します。

`[]` 文

字の集合を指定するのに使います。集合の中では:

- 文字を個別に指定できます。`[amk]` は `'a'` 、`'m'` または `'k'` にマッチします。
- 連続した文字の範囲を、`'-'` を 2 つの文字で挟んで指定できます。例えば、`[a-z]` はあらゆる小文字の ASCII 文字にマッチします。`[0-5][0-9]` は `00` から `59` まで全ての 2 桁の数字にマッチします。`[0-9A-Fa-f]` は任意の 16 進数字にマッチします。`-` がエスケープされているか (例: `[a\-z]`)、先頭や末尾の文字にされていると (例: `[-a]` や `[a-]`)、リテラル `'-'` にマッチします。
- 集合の中では、特殊文字はその特殊な意味を失います。例えば `[(+*)]` はリテラル文字 `'('` 、`'+'` 、`'*'` 、または `')'` のどれにでもマッチします。
- Character classes such as `\w` or `\S` (defined below) are also accepted inside a set, although the characters they match depend on the *flags* used.
- **補集合** をとって範囲内にない文字にマッチできます。集合の最初の文字が `'^'` なら、集合に **含まれない** 全ての文字にマッチします。例えば、`[^5]` は `'5'` を除くあらゆる文字にマッチし、`[^^]` は `'^'` を除くあらゆる文字にマッチします。`^` は集合の最初の文字でなければ特別の意味を持ちません。

- 集合の中でリテラル `']'` にマッチさせるには、その前にバックスラッシュをつけるか、集合の先頭に置きます。例えば、`[()[\]{}]` と `[]()[{}]` はどちらも閉じ角括弧、開き角括弧、波括弧、丸括弧にマッチします。
- Unicode Technical Standard #18 にあるような集合の入れ子や集合操作が将来追加される可能性があります。これは構文を変化させるもので、この変化を容易にするために、さしあたって曖昧な事例には *FutureWarning* が送出されます。これはリテラル `'['` で始まる集合や、リテラル文字の連続 `'--'`、`'&&'`、`'~~'` および `'||'` を含む集合を含みます。警告を避けるにはバックスラッシュでエスケープしてください。

バージョン 3.7 で変更: 文字セットが将来意味論的に変化する構造を含むなら *FutureWarning* が送出されます。

`|` *A* と *B* を任意の正規表現として、`A|B` は *A* と *B* のいずれかにマッチする正規表現を作成します。この方法で任意の数の正規表現を `'|'` で分離できます。これはグループ (下記参照) 中でも使えます。対象文字列を走査するとき、`'|'` で分離された正規表現は左から右へ順に試されます。一つのパターンが完全にマッチしたとき、そのパターン枝が受理されます。つまり、ひとたび *A* がマッチしてしまえば、例え *B* によって全体のマッチが長くなるとしても、*B* はもはや走査されません。言いかえると、`'|'` 演算子は決して貪欲にはなりません。リテラル `'|'` にマッチするには、`\|` を使うか、`[|]` のように文字クラス中に囲みます。

`(...)` 丸括弧で囲まれた正規表現にマッチするとともに、グループの開始と終了を表します。グループの中身は以下で述べるように、マッチが実行された後で回収したり、その文字列中で以降 `\number` 特殊シーケンスでマッチしたりできます。リテラル `'('` や `')'` にマッチするには、`\(` や `\)` を使うか、文字クラス中に囲みます: `[(]`、`[)]` 。

`(?...)` これは拡張記法です (`'('` に続く `'?'` はそれ以上の意味を持ちません) 。`'?'` に続く最初の文字がこの構造の意味と特有の構文を決定します。拡張は一般に新しいグループを作成しません。ただし `(?P<name>...)` はこの法則の唯一の例外です。現在サポートされている拡張は以下の通りです。

`(?aiLmsux)`
(One or more letters from the set `'a'`, `'i'`, `'L'`, `'m'`, `'s'`, `'u'`, `'x'`.) The group matches the empty string; the letters set the corresponding flags for the entire regular expression:

- *re.A* (ASCII のみにマッチ)
- *re.I* (大文字小文字を無視)
- *re.L* (ロケール依存)
- *re.M* (マルチライン)
- *re.S* (ドットはすべてにマッチ)

- *re.U* (Unicode マッチ)
- *re.X* (冗長)

(The flags are described in モジュールコンテンツ.) This is useful if you wish to include the flags as part of the regular expression, instead of passing a *flag* argument to the *re.compile()* function. Flags should be used first in the expression string.

バージョン 3.11 で変更: This construction can only be used at the start of the expression.

`(?:...)`
普通の丸括弧の、キャプチャしない版です。丸括弧で囲まれた正規表現にマッチしますが、このグループがマッチした部分文字列は、マッチを実行したあとで回収することも、そのパターン中で以降参照することも**できません** 。

`(?aiLmsux-imsx:...)`
(Zero or more letters from the set `'a'`, `'i'`, `'L'`, `'m'`, `'s'`, `'u'`, `'x'`, optionally followed by `'-'` followed by one or more letters from the `'i'`, `'m'`, `'s'`, `'x'`.) The letters set or remove the corresponding flags for the part of the expression:

- *re.A* (ASCII のみにマッチ)
- *re.I* (大文字小文字を無視)
- *re.L* (ロケール依存)
- *re.M* (マルチライン)
- *re.S* (ドットはすべてにマッチ)
- *re.U* (Unicode マッチ)
- *re.X* (冗長)

(The flags are described in モジュールコンテンツ.)

文字 `'a'` 、`'L'` および `'u'` は相互に排他であり、組み合わせることも `'-'` に続けることもできません。その代わり、これらの内一つがインライングループ中に現れると、外側のグループでのマッチングモードを上書きします。Unicode パターン中では `(?a:...)` は ASCII 限定マッチングに切り替え、`(?u:...)` は Unicode マッチング (デフォルト) に切り替えます。バイト列パターン中では、`(?L:...)` はロケール依存マッチングに切り替え、`(?a:...)` は ASCII 限定マッチング (デフォルト) に切り替えます。この上書きは狭いインライングループにのみ影響し、元のマッチングモードはグループ外では復元されます。

Added in version 3.6.

バージョン 3.7 で変更: 文字 `'a'` 、`'L'` および `'u'` もグループ中で使えます。

`(?>...)`
Attempts to match `...` as if it was a separate regular expression, and if successful, continues to

match the rest of the pattern following it. If the subsequent pattern fails to match, the stack can only be unwound to a point *before* the `(?>...)` because once exited, the expression, known as an *atomic group*, has thrown away all stack points within itself. Thus, `(?>.*).` would never match anything because first the `.*` would match all characters possible, then, having nothing left to match, the final `.` would fail to match. Since there are no stack points saved in the Atomic Group, and there is no stack point before it, the entire expression would thus fail to match.

Added in version 3.11.

`(?P<name>...)`

Similar to regular parentheses, but the substring matched by the group is accessible via the symbolic group name *name*. Group names must be valid Python identifiers, and in *bytes* patterns they can only contain bytes in the ASCII range. Each group name must be defined only once within a regular expression. A symbolic group is also a numbered group, just as if the group were not named.

名前付きグループは 3 つのコンテキストで参照できます。パターンが `(?P<quote>['\"]).*?(?P=quote)` (シングルまたはダブルクオートで囲まれた文字列にマッチ) ならば:

グループ "quote" を参照するコンテキスト	参照する方法
その同じパターン中	• `(?P=quote)` (示したとおり) • `\1`
マッチオブジェクト *m* の処理時	• `m.group('quote')` • `m.end('quote')` (など)
`re.sub()` の *repl* 引数へ渡される文字列中	• `\g<quote>` • `\g<1>` • `\1`

バージョン 3.12 で変更: In *bytes* patterns, group *name* can only contain bytes in the ASCII range (`b'\x00'-b'\x7f'`).

`(?P=name)` 名

前付きグループへの後方参照です。これは *name* という名前の既出のグループがマッチした文字列にマッチします。

`(?#...)` コ

メントです。括弧の中身は単純に無視されます。

`(?=...)`

... が次に続くものにマッチすればマッチしますが、文字列をまったく消費しません。これは **先読みアサーション** *(lookahead assertion)* と呼ばれます。例えば、`Isaac (?=Asimov)` は `'Isaac '` に、その後に `'Asimov'` が続く場合にのみ、マッチします。

`(?!...)`

... が次に続くものにマッチしなければマッチします。これは **否定先読みアサーション** *(negative lookahead assertion)* です。例えば、`Isaac (?!Asimov)` は `'Isaac '` に、その後に `'Asimov'` が続か **ない** 場合にのみ、マッチします。

`(?<=...)`

その文字列における現在位置の前に、現在位置で終わる ... とのマッチがあれば、マッチします。これは **後読みアサーション** と呼ばれます。`(?<=abc)def` は、後読みは 3 文字をバックアップし、含まれているパターンがマッチするか検査するので `'abcdef'` にマッチを見つけます。含まれるパターンは、固定長の文字列にのみマッチしなければなりません。すなわち、`abc` や `a|b` は許されますが、`a*` や `a{3,4}` は許されません。肯定後読みアサーションで始まるパターンは、検索される文字列の先頭とは決してマッチしないことに注意して下さい。*match()* 関数ではなく *search()* 関数を使う方が望ましいでしょう:

```
>>> import re
>>> m = re.search('(?<=abc)def', 'abcdef')
>>> m.group(0)
'def'
```

この例ではハイフンに続く単語を探します:

```
>>> m = re.search(r'(?<=-)\w+', 'spam-egg')
>>> m.group(0)
'egg'
```

バージョン 3.5 で変更: 固定長のグループ参照をサポートするようになりました。

`(?<!...)`

その文字列における現在位置の前に ... とのマッチがなければ、マッチします。これは **否定後読みアサーション** *(negative lookbehind assertion)* と呼ばれます。肯定後読みアサーションと同様に、含まれるパターンは固定長の文字列にのみマッチしなければなりません。否定後読みアサーションで始まるパターンは検索される文字列の先頭でマッチできます。

`(?(id/name)yes-pattern|no-pattern)`

与えられた *id* や *name* のグループが存在すれば `yes-pattern` との、存在しなければ `no-pattern` とのマッチを試みます。`no-pattern` はオプションであり省略できます。例えば、`(<)?(\w+@\w+(?:\.\w+)+)(?(1)>|$)` は貧弱な E-mail マッチングパターンで、`'<user@host.com>'` や `'user@host.com'` にはマッチしますが、`'<user@host.com'` や `'user@host.com>'` にはマッチしません。

バージョン 3.12 で変更: Group *id* can only contain ASCII digits. In *bytes* patterns, group *name* can only contain bytes in the ASCII range (`b'\x00'-b'\x7f'`).

特殊シーケンスは '\' と以下のリストの文字から構成されます。通常文字が ASCII 数字でも ASCII 文字でもなければ、結果の正規表現は 2 番目の文字にマッチします。例えば、\$ は文字 '$' にマッチします。

\number 同じ番号のグループの中身にマッチします。グループは 1 から始まる番号をつけられます。例えば、(.+) \1 は、'the the' あるいは '55 55' にマッチしますが、'thethe' にはマッチしません (グループの後のスペースに注意して下さい)。この特殊シーケンスは最初の 99 グループのうちの一つとのマッチにのみ使えます。*number* の最初の桁が 0 であるか、*number* が 3 桁の 8 進数であれば、それはグループのマッチとしてではなく、8 進値 *number* を持つ文字として解釈されます。文字クラスの '[' と ']' の間では全ての数値エスケープが文字として扱われます。

\A 文字列の先頭でのみマッチします。

\b 空文字列にマッチしますが、単語の先頭か末尾でのみです。単語は単語文字の並びとして定義されます。形式的には、\b は \w と \W 文字 (またはその逆) との、あるいは \w と文字列の先頭・末尾との境界として定義されます。例えば、r'\bat\b' は 'at' 、'at.'、'(at)' や 'as at ay' にはマッチしますが、'attempt' や 'atlas' にはマッチしません。

The default word characters in Unicode (str) patterns are Unicode alphanumerics and the underscore, but this can be changed by using the *ASCII* flag. Word boundaries are determined by the current locale if the *LOCALE* flag is used.

注釈: Inside a character range, \b represents the backspace character, for compatibility with Python's string literals.

\B 空文字列にマッチしますが、それが単語の先頭か末尾 **でない** ときのみです。つまり r'at\B' は 'athens'、'atom'、'attorney' にマッチしますが、'at'、'at.' や 'at!' にはマッチしません。\B は \b のちょうど反対で、Unicode パターンにおける単語文字は Unicode 英数字およびアンダースコアですが、これは *ASCII* フラグを使って変更できます。*LOCALE* フラグが使われているなら単語の境界は現在のロケールによって決定されます。

\d

Unicode (str) **パターンでは**: 任意の Unicode 10 進数字 (Unicode 文字カテゴリ [Nd]) にマッチします。これは [0-9] とその他多数の数字を含みます。

ASCII フラグを使用すると [0-9] にマッチします。

8 **ビット** (bytes) **パターンでは**: 任

意の ASCII 文字の 10 進数字にマッチします。これは `[0-9]` と等価です。

`\D`

Matches any character which is not a decimal digit. This is the opposite of `\d`.

ASCII フラグを使用すると `[^0-9]` にマッチします。

`\s`

Unicode (str) **パターンでは**:

Unicode 空白文字 (これは `[ \t\n\r\f\v]` その他多くの文字、例えば多くの言語におけるタイポグラフィ規則で定義されたノーブレークスペースなどを含みます) にマッチします。

ASCII フラグを使用すると `[ \t\n\r\f\v]` にマッチします。

8 **ビット** (bytes) **パターンでは**:

ASCII 文字セットで空白文字と見なされる文字にマッチします。これは `[ \t\n\r\f\v]` と等価です。

`\S`

Matches any character which is not a whitespace character. This is the opposite of `\s`.

ASCII フラグを使用すると `[^ \t\n\r\f\v]` にマッチします。

`\w`

Unicode (str) **パターンでは**:

Matches Unicode word characters; this includes all Unicode alphanumeric characters (as defined by *str.isalnum()*), as well as the underscore (_).

ASCII フラグを使用すると `[a-zA-Z0-9_]` にマッチします。

8 **ビット** (bytes) **パターンでは**:

ASCII 文字セットで英数字と見なされる文字にマッチします。これは `[a-zA-Z0-9_]` と等価です。*LOCALE* フラグが使われているなら、現在のロケールで英数字と見なされる文字およびアンダースコアにマッチします。

`\W`

Matches any character which is not a word character. This is the opposite of `\w`. By default, matches non-underscore (_) characters for which *str.isalnum()* returns `False`.

ASCII フラグを使用すると `[^a-zA-Z0-9_]` にマッチします。

If the *LOCALE* flag is used, matches characters which are neither alphanumeric in the current locale nor the underscore.

`\Z` 文

字列の末尾でのみマッチします。

Python 文字列リテラルでサポートされている エスケープシーケンス のほとんども正規表現パーザで受理されます:

```
\a      \b      \f      \n
\N      \r      \t      \u
\U      \v      \x      \\
```

(\b は単語の境界を表すのに使われ、文字クラス中でのみ ” 後退 (backspace)” 文字を意味することに注意してください。)

'\u'、'\U' および '\N' エスケープシーケンスは、Unicode (str) パターン内でのみ認識されます。バイト列ではエラーとなります。ASCII 文字のエスケープで未知のものは将来使うために予約されていて、エラーとして扱われます。

8 進エスケープは限られた形式でのみ含まれます。その最初の桁が 0 であるか、それが 3 桁の 8 進数であるならば、それは 8 進エスケープと見なされます。そうでなければ、それはグループ参照です。文字列リテラルでは、8 進エスケープは常にたかだか 3 桁長です。

バージョン 3.3 で変更: '\u' と '\U' エスケープシーケンスが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: '\' と ASCII 文字からなる未知のエスケープはエラーになります。

バージョン 3.8 で変更: '\N{*name*}' エスケープシーケンスが追加されました。文字列リテラルでは、同名の Unicode 文字に展開されます。('\N{EM DASH}' など)

6.2.2 モジュールコンテンツ

このモジュールはいくつかの関数、定数、例外を定義します。このうちいくつかの関数は、コンパイル済み正規表現がそなえる完全な機能のメソッドを簡易にしたものです。些細なものを除くほとんどのアプリケーションは常にコンパイル済み形式を使います。

フラグ

バージョン 3.6 で変更: フラグ定数は、*enum.IntFlag* のサブクラスである *RegexFlag* のインスタンスになりました。

class re.RegexFlag

An *enum.IntFlag* class containing the regex options listed below.

Added in version 3.11: - added to __all__

re.A

re.ASCII

\w、\W、\b、\B、\d、\D、\s、および \S において、ASCII 文字のみでマッチングを行います。これは Unicode(str) パターンでのみ意味があり、バイト列パターンでは無視されます。

インラインフラグの (?a) に相当します。

注釈: The *U* flag still exists for backward compatibility, but is redundant in Python 3 since matches are Unicode by default for str patterns, and Unicode matching isn't allowed for bytes patterns. *UNICODE* and the inline flag (?u) are similarly redundant.

---

re.DEBUG

コンパイルした表現に関するデバッグ情報を出力します。

対応するインラインフラグはありません。

re.I

re.IGNORECASE

Perform case-insensitive matching; expressions like [A-Z] will also match lowercase letters. Full Unicode matching (such as Ü matching ü) also works unless the *ASCII* flag is used to disable non-ASCII matches. The current locale does not change the effect of this flag unless the *LOCALE* flag is also used.

インラインフラグの (?i) に相当します。

Unicode パターン [a-z] または [A-Z] が *IGNORECASE* フラグとあわせて使われたとき、52 の ASCII 文字に加えて 4 の非 ASCII 文字 'İ' (U+0130, Latin capital letter I with dot above) 、'ı' (U+0131, Latin small letter dotless i) 、'ſ' (U+017F, Latin small letter long s) および 'K' (U+212A, Kelvin sign) にマッチすることに注意してください。*ASCII* フラグが使われているなら、文字 'a' から 'z' および 'A' から 'Z' にのみマッチします。

re.L

re.LOCALE

Make \w, \W, \b, \B and case-insensitive matching dependent on the current locale. This flag can be used only with bytes patterns.

インラインフラグの (?L) に相当します。

警告: This flag is discouraged; consider Unicode matching instead. The locale mechanism is very unreliable as it only handles one "culture" at a time and only works with 8-bit locales. Unicode matching is enabled by default for Unicode (str) patterns and it is able to handle different locales and languages.

バージョン 3.6 で変更: *LOCALE* はバイト列パターンにのみ使え、*ASCII* と互換ではありません。

バージョン 3.7 で変更: *LOCALE* フラグがあるコンパイル済み正規表現オブジェクトはコンパイル時のロケールに依存しなくなりました。マッチング時のロケールのみがマッチングの結果に影響します。

re.M

re.MULTILINE

指定されると、パターン文字 '^' は、文字列の先頭および各行の先頭 (各改行の直後) とマッチします；そしてパターン文字 '$' は文字列の末尾および各行の末尾 (改行の直前) とマッチします。デフォルトでは、'^' は、文字列の先頭とだけマッチし、'$' は、文字列の末尾および文字列の末尾の改行の直前 (がもしあれば) とマッチします。

インラインフラグの (?m) に相当します。

re.NOFLAG

Indicates no flag being applied, the value is 0. This flag may be used as a default value for a function keyword argument or as a base value that will be conditionally ORed with other flags. Example of use as a default value:

```
def myfunc(text, flag=re.NOFLAG):
    return re.match(text, flag)
```

Added in version 3.11.

re.S

re.DOTALL

特殊文字 '.' を、改行を含む任意の文字と、とにかくマッチさせます；このフラグがなければ、'.' は、改行 **以外の** 任意の文字とマッチします。

インラインフラグの (?s) に相当します。

re.U

re.UNICODE

In Python 3, Unicode characters are matched by default for str patterns. This flag is therefore redundant with **no effect** and is only kept for backward compatibility.

See *ASCII* to restrict matching to ASCII characters instead.

re.X

re.VERBOSE

This flag allows you to write regular expressions that look nicer and are more readable by allowing you to visually separate logical sections of the pattern and add comments. Whitespace within the pattern is ignored, except when in a character class, or when preceded by an unescaped backslash, or within

tokens like `*?`, `(?:` or `(?P<...>`. For example, `(? :` and `* ?` are not allowed. When a line contains a `#` that is not in a character class and is not preceded by an unescaped backslash, all characters from the leftmost such `#` through the end of the line are ignored.

つまり、10 進数字にマッチする下記のふたつの正規表現オブジェクトは、機能的に等価です:

```
a = re.compile(r"""\d +  # the integral part
                   \.    # the decimal point
                   \d *  # some fractional digits""", re.X)
b = re.compile(r"\d+\.\d*")
```

インラインフラグの `(?x)` に相当します。

関数

re.compile(*pattern*, *flags=0*)

正規表現パターンを **正規表現オブジェクト** にコンパイルし、以下に述べる *match()* 、*search()* その他のメソッドを使ってマッチングに使えるようにします。

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

シーケンス

```
prog = re.compile(pattern)
result = prog.match(string)
```

は、以下と同等です

```
result = re.match(pattern, string)
```

が、*re.compile()* を使い、結果の正規表現オブジェクトを保存して再利用するほうが、一つのプログラムでその表現を何回も使うときに効率的です。

注釈: *re.compile()* やモジュールレベルのマッチング関数に渡された最新のパターンはコンパイル済みのものがキャッシュされるので、一度に正規表現を少ししか使わないプログラムでは正規表現をコンパイルする必要はありません。

---

re.search(*pattern*, *string*, *flags=0*)

string 全体を走査して、正規表現 *pattern* がマッチを発生する最初の位置を探して、対応する *Match* を返します。もし文字列内に、そのパターンとマッチする位置がないならば、None を返します；これは、文字列内のある点で長さゼロのマッチを探すこととは異なることに注意して下さい。

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

re.match(*pattern*, *string*, *flags=0*)

もし *string* の先頭で 0 個以上の文字が正規表現 *pattern* とマッチすれば、対応する *Match* を返します。もし文字列がパターンとマッチしなければ、None を返します；これは長さゼロのマッチとは異なることに注意して下さい。

MULTILINE モードにおいても、*re.match()* は各行の先頭でマッチするのではなく、文字列の先頭でのみマッチすることに注意してください。

string 中のどこででもマッチさせたいなら、代わりに *search()* を使ってください (*search() vs. match()* も参照してください)。

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

re.fullmatch(*pattern*, *string*, *flags=0*)

string 全体が正規表現 *pattern* にマッチするなら、対応する *Match* を返します。文字列がパターンにマッチしないなら None を返します。これは長さ 0 のマッチとは異なることに注意して下さい。

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

Added in version 3.4.

re.split(*pattern*, *string*, *maxsplit=0*, *flags=0*)

string を、出現した *pattern* で分割します。*pattern* 中でキャプチャの丸括弧が使われていれば、パターン中の全てのグループのテキストも結果のリストの一部として返されます。*maxsplit* が 0 でなければ、分割は最大 *maxsplit* 回起こり、残りの文字列はリストの最終要素として返されます。

```
>>> re.split(r'\W+', 'Words, words, words.')
['Words', 'words', 'words', '']
>>> re.split(r'(\W+)', 'Words, words, words.')
['Words', ', ', 'words', ', ', 'words', '.', '']
>>> re.split(r'\W+', 'Words, words, words.', maxsplit=1)
['Words', 'words, words.']
>>> re.split('[a-f]+', '0a3B9', flags=re.IGNORECASE)
['0', '3', '9']
```

セパレータ中にキャプチャグループがあり、それが文字列の先頭にマッチするなら、結果は空文字列で始まります。同じことが文字列の末尾にも言えます。

```
>>> re.split(r'(\W+)', '...words, words...')
['', '...', 'words', ', ', 'words', '...', '']
```

そうして、結果のリストにおいて、セパレータの構成要素は常に同じ相対的インデックスに見つかります。

パターンへの空マッチは、直前の空マッチに隣接していないときのみ文字列を分割します。

```
>>> re.split(r'\b', 'Words, words, words.')
['', 'Words', ', ', 'words', ', ', 'words', '.']
>>> re.split(r'\W*', '...words...')
['', '', 'w', 'o', 'r', 'd', 's', '', '']
>>> re.split(r'(\W*)', '...words...')
['', '...', '', '', 'w', '', 'o', '', 'r', '', 'd', '', 's', '...', '', '', '']
```

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

バージョン 3.1 で変更: オプションの flags 引数が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: 空文字列にマッチしうるパターンでの分割をサポートするようになりました。

バージョン 3.13 で非推奨: Passing *maxsplit* and *flags* as positional arguments is deprecated. In future Python versions they will be *keyword-only parameters*.

re.findall(*pattern*, *string*, *flags=0*)

Return all non-overlapping matches of *pattern* in *string*, as a list of strings or tuples. The *string* is scanned left-to-right, and matches are returned in the order found. Empty matches are included in the result.

The result depends on the number of capturing groups in the pattern. If there are no groups, return a list of strings matching the whole pattern. If there is exactly one group, return a list of strings matching that group. If multiple groups are present, return a list of tuples of strings matching the groups. Non-capturing groups do not affect the form of the result.

```
>>> re.findall(r'\bf[a-z]*', 'which foot or hand fell fastest')
['foot', 'fell', 'fastest']
>>> re.findall(r'(\w+)=(\d+)', 'set width=20 and height=10')
[('width', '20'), ('height', '10')]
```

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

バージョン 3.7 で変更: 空でないマッチが前の空マッチの直後から始められるようになりました。

re.finditer(*pattern*, *string*, *flags=0*)

string 中の正規表現 *pattern* の重複しないマッチ全てに渡る *Match* オブジェクトを yield する **イテレータ** を返します。*string* は左から右へ走査され、マッチは見つかった順で返されます。空マッチは結果に含まれます。

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

バージョン 3.7 で変更: 空でないマッチが前の空マッチの直後から始められるようになりました。

`re.sub`(*pattern*, *repl*, *string*, *count=0*, *flags=0*)

string 中に出現する最も左の重複しない *pattern* を置換 *repl* で置換することで得られる文字列を返します。パターンが見つからない場合、*string* がそのまま返されます。*repl* は文字列または関数です。*repl* が文字列の場合は、その中の全てのバックスラッシュエスケープが処理されます。`\n` は 1 つの改行文字に変換され、`\r` はキャリッジリターンに変換される、などです。ASCII 文字のエスケープで未知のものは将来使うために予約されていて、エラーとして扱われます。それ以外の `\&` のような未知のエスケープは残されます。`\6` のような後方参照は、パターンのグループ 6 がマッチした部分文字列で置換されます。例えば:

```
>>> re.sub(r'def\s+([a-zA-Z_][a-zA-Z_0-9]*)\s*\(\s*\):',
...        r'static PyObject*\npy_\1(void)\n{',
...        'def myfunc():')
'static PyObject*\npy_myfunc(void)\n{'
```

もし *repl* が関数であれば、重複しない *pattern* が発生するたびにその関数が呼ばれます。この関数は一つの *Match* 引数を取り、置換文字列を返します。例えば:

```
>>> def dashrepl(matchobj):
...     if matchobj.group(0) == '-': return ' '
...     else: return '-'
...
>>> re.sub('-{1,2}', dashrepl, 'pro----gram-files')
'pro--gram files'
>>> re.sub(r'\sAND\s', ' & ', 'Baked Beans And Spam', flags=re.IGNORECASE)
'Baked Beans & Spam'
```

パターンは、文字列でも *Pattern* でも構いません。

オプション引数 *count* は出現したパターンを置換する最大の回数です。*count* は非負整数です。省略されるか 0 なら、出現した全てが置換されます。パターンへの空マッチは前の空マッチに隣接していないときのみ置換されるので、`sub('x*', '-', 'abxd')` は `'-a-b--d-'` を返します。

文字列型 *repl* 引数では、上で述べた文字エスケープや後方参照に加えて、`\g<name>` は `(?P<name>...)` 構文で定義された `name` という名前のグループがマッチした部分文字列を使い、`\g<number>` は対応するグループ番号を使います。よって `\g<2>` は `\2` と等価ですが、`\g<2>0` のような置換においても曖昧になりません。`\20` は、グループ 20 への参照として解釈され、グループ 2 への参照にリテラル文字 `'0'` が続いたものとしては解釈されません。後方参照 `\g<0>` は正規表現とマッチした部分文字列全体で置き換わります。

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

バージョン 3.1 で変更: オプションの flags 引数が追加されました。

バージョン 3.5 で変更: マッチしなかったグループは空文字列に置き換えられます。

バージョン 3.6 で変更: *pattern* 中に `'\'` と ASCII 文字からなる未知のエスケープがあると、エラーになります。

バージョン 3.7 で変更: Unknown escapes in *repl* consisting of `'\'` and an ASCII letter now are errors. Empty matches for the pattern are replaced when adjacent to a previous non-empty match.

バージョン 3.12 で変更: Group *id* can only contain ASCII digits. In *bytes* replacement strings, group *name* can only contain bytes in the ASCII range (`b'\x00'-b'\x7f'`).

バージョン 3.13 で非推奨: Passing *count* and *flags* as positional arguments is deprecated. In future Python versions they will be *keyword-only parameters*.

re.subn(*pattern*, *repl*, *string*, *count=0*, *flags=0*)

sub() と同じ操作を行いますが、タプル `(new_string、number_of_subs_made)` を返します。

The expression's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Values can be any of the *flags* variables, combined using bitwise OR (the | operator).

re.escape(*pattern*)

pattern 中の特殊文字をエスケープします。これは正規表現メタ文字を含みうる任意のリテラル文字列にマッチしたい時に便利です。

```
>>> print(re.escape('https://www.python.org'))
https://www\.python\.org

>>> legal_chars = string.ascii_lowercase + string.digits + "!#$%&'*+-.^_`|~:"
>>> print('[%s]+' % re.escape(legal_chars))
[abcdefghijklmnopqrstuvwxyz0123456789!\#\$%\&'\*\+\-\.\^_`\|\~:]+

>>> operators = ['+', '-', '*', '/', '**']
>>> print('|'.join(map(re.escape, sorted(operators, reverse=True))))
/|\-|\+|\*\*|\*
```

この関数は、バックスラッシュのみをエスケープするべき *sub()* および *subn()* における置換文字列に使われてはなりません。例えば:

```
>>> digits_re = r'\d+'
>>> sample = '/usr/sbin/sendmail - 0 errors, 12 warnings'
>>> print(re.sub(digits_re, digits_re.replace('\\', r'\\'), sample))
/usr/sbin/sendmail - \d+ errors, \d+ warnings
```

バージョン 3.3 で変更: `'_'` 文字がエスケープされなくなりました。

バージョン 3.7 で変更: 正規表現で特別な意味を持つ文字だけがエスケープされます。結果として、`'!'`、`'"'`、`'%'`、`"'"`、`','`、`'/'`、`':'`、`';'`、`'<'`、`'='`、`'>'`、`'@'`、と `"`"` はもはやエスケープされません。

re.purge()

正規表現キャッシュをクリアします。

例外

exception re.PatternError(*msg*, *pattern=None*, *pos=None*)

Exception raised when a string passed to one of the functions here is not a valid regular expression (for example, it might contain unmatched parentheses) or when some other error occurs during compilation or matching. It is never an error if a string contains no match for a pattern. The PatternError instance has the following additional attributes:

msg

フォーマットされていないエラーメッセージです。

pattern

正規表現のパターンです。

pos

pattern のコンパイルに失敗した場所のインデックスです (None の場合もあります)。

lineno

pos に対応する行です (None の場合もあります)。

colno

pos に対応する列です (None の場合もあります)。

バージョン 3.5 で変更: 追加の属性が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: PatternError was originally named error; the latter is kept as an alias for backward compatibility.

6.2.3 正規表現オブジェクト

class re.Pattern

Compiled regular expression object returned by *re.compile()*.

バージョン 3.9 で変更: *re.Pattern* supports [] to indicate a Unicode (str) or bytes pattern. See ジェネリックエイリアス型.

Pattern.search(*string*[, *pos*[, *endpos*]])

string 全体を走査して、この正規表現がマッチを発生する最初の位置を探して、対応する *Match* を返しま

す。もし文字列内に、そのパターンとマッチする位置がないならば、None を返します；これは、文字列内のある点で長さゼロのマッチを探すこととは異なることに注意して下さい。

オプションの第二引数 *pos* は、文字列のどこから探し始めるかを指定するインデックスで、デフォルトでは 0 です。これは文字列のスライスと完全には同じではありません。パターン文字 `'^'` は本当の文字列の先頭と改行の直後でマッチしますが、検索を開始するインデックスでマッチするとは限りません。

オプションの引数 *endpos* は文字列がどこまで検索されるかを制限します。文字列の長さが *endpos* 文字だったかのようになるので、*pos* から `endpos - 1` の文字に対してだけマッチを探します。*endpos* が *pos* よりも小さいと、マッチは見つかりません。そうでなければ、*rx* をコンパイル済み正規表現オブジェクトとして、`rx.search(string, 0, 50)` は `rx.search(string[:50], 0)` と等価です。

```
>>> pattern = re.compile("d")
>>> pattern.search("dog")     # Match at index 0
<re.Match object; span=(0, 1), match='d'>
>>> pattern.search("dog", 1)  # No match; search doesn't include the "d"
```

Pattern.match(*string*[, *pos*[, *endpos*]])

もし *string* の先頭で 0 個以上の文字がこの正規表現とマッチすれば、対応する *Match* を返します。もし文字列がパターンとマッチしなければ、None を返します；これは長さゼロのマッチとは異なることに注意して下さい。

オプションの *pos* および *endpos* 引数は *search()* メソッドのものと同じ意味です。

```
>>> pattern = re.compile("o")
>>> pattern.match("dog")      # No match as "o" is not at the start of "dog".
>>> pattern.match("dog", 1)   # Match as "o" is the 2nd character of "dog".
<re.Match object; span=(1, 2), match='o'>
```

string 中のどこででもマッチさせたいなら、代わりに *search()* を使ってください (*search() vs. match()* も参照してください)。

Pattern.fullmatch(*string*[, *pos*[, *endpos*]])

string 全体がこの正規表現にマッチするなら、対応する *Match* を返します。文字列がパターンにマッチしないなら None を返します。これは長さ 0 のマッチとは異なることに注意して下さい。

オプションの *pos* および *endpos* 引数は *search()* メソッドのものと同じ意味です。

```
>>> pattern = re.compile("o[gh]")
>>> pattern.fullmatch("dog")      # No match as "o" is not at the start of "dog".
>>> pattern.fullmatch("ogre")     # No match as not the full string matches.
>>> pattern.fullmatch("doggie", 1, 3)   # Matches within given limits.
<re.Match object; span=(1, 3), match='og'>
```

Added in version 3.4.

Pattern.**split**(*string*, *maxsplit=0*)

split() 関数にこのコンパイル済みパターンを使うのと同じです。

Pattern.**findall**(*string*[, *pos*[, *endpos*]])

findall() 関数にこのコンパイル済みパターンを使うのと似ていますが、オプションの *pos* および *endpos* 引数で *search()* のように検索範囲を制限できます。

Pattern.**finditer**(*string*[, *pos*[, *endpos*]])

finditer() 関数にこのコンパイル済みパターンを使うのと似ていますが、オプションの *pos* および *endpos* 引数で *search()* のように検索範囲を制限できます。

Pattern.**sub**(*repl*, *string*, *count=0*)

sub() 関数にこのコンパイル済みパターンを使うのと同じです。

Pattern.**subn**(*repl*, *string*, *count=0*)

subn() 関数にこのコンパイル済みパターンを使うのと同じです。

Pattern.**flags**

正規表現のマッチングフラグです。これは *compile()* に与えられたフラグ、パターン中の `(?...)` インラインフラグ、およびパターンが Unicode 文字列だった時の *UNICODE* のような暗黙のフラグの組み合わせです。

Pattern.**groups**

パターン中のキャプチャグループの数です。

Pattern.**groupindex**

`(?P<id>)` で定義されたあらゆるシンボリックグループ名をグループ番号へ写像する辞書です。シンボリックグループがパターン中で全く使われていなければ、この辞書は空です。

Pattern.**pattern**

パターンオブジェクトがコンパイルされた元のパターン文字列です。

バージョン 3.7 で変更: *copy.copy()* および *copy.deepcopy()* をサポートするようになりました。コンパイル済み正規表現オブジェクトはアトミックであると見なされます。

6.2.4 マッチオブジェクト

マッチオブジェクトのブール値は常に `True` です。*match()* および *search()* はマッチがないとき `None` を返すので、マッチがあるか単純な `if` 文で判定できます。

```
match = re.search(pattern, string)
if match:
    process(match)
```

class re.Match

Match object returned by successful **match**es and **search**es.

バージョン 3.9 で変更: *re.Match* supports `[]` to indicate a Unicode (str) or bytes match. See ジェネリックエイリアス型.

Match.expand(*template*)

Return the string obtained by doing backslash substitution on the template string *template*, as done by the *sub()* method. Escapes such as `\n` are converted to the appropriate characters, and numeric backreferences (`\1`, `\2`) and named backreferences (`\g<1>`, `\g<name>`) are replaced by the contents of the corresponding group. The backreference `\g<0>` will be replaced by the entire match.

バージョン 3.5 で変更: マッチしなかったグループは空文字列に置き換えられます。

Match.group(*[group1, ...]*)

このマッチの 1 つ以上のサブグループを返します。引数が 1 つなら結果は 1 つの文字列です。複数の引数があれば、結果は引数ごとに 1 項目のタプルです。引数がなければ、*group1* はデフォルトで 0 (マッチ全体が返される) です。*groupN* 引数が 0 なら、対応する返り値はマッチした文字列全体です。1 以上 99 以下なら、丸括弧による対応するグループにマッチする文字列です。グループ番号が負であるかパターン中で定義されたグループの数より大きければ、*IndexError* 例外が送出されます。あるグループがパターンのマッチしなかった部分に含まれているなら、対応する結果は `None` です。あるグループがパターンの複数回マッチした部分に含まれているなら、最後のマッチが返されます。

```
>>> m = re.match(r"(\w+) (\w+)", "Isaac Newton, physicist")
>>> m.group(0)       # The entire match
'Isaac Newton'
>>> m.group(1)       # The first parenthesized subgroup.
'Isaac'
>>> m.group(2)       # The second parenthesized subgroup.
'Newton'
>>> m.group(1, 2)    # Multiple arguments give us a tuple.
('Isaac', 'Newton')
```

正規表現が `(?P<name>...)` 構文を使うなら、*groupN* 引数はグループ名でグループを識別する文字列でも構いません。文字列引数がパターン中でグループ名として使われていなければ、*IndexError* 例外が送出されます。

やや複雑な例:

```
>>> m = re.match(r"(?P<first_name>\w+) (?P<last_name>\w+)", "Malcolm Reynolds")
>>> m.group('first_name')
'Malcolm'
>>> m.group('last_name')
'Reynolds'
```

名前付きグループはインデックスでも参照できます:

```
>>> m.group(1)
'Malcolm'
>>> m.group(2)
'Reynolds'
```

あるグループが複数回マッチすると、その最後のマッチにのみアクセスできます:

```
>>> m = re.match(r"(..)+", "a1b2c3")  # Matches 3 times.
>>> m.group(1)                        # Returns only the last match.
'c3'
```

Match.__getitem__(*g*)

これは m.group(g) と同等です。これでマッチの個別のグループに簡単にアクセスできます:

```
>>> m = re.match(r"(\w+) (\w+)", "Isaac Newton, physicist")
>>> m[0]       # The entire match
'Isaac Newton'
>>> m[1]       # The first parenthesized subgroup.
'Isaac'
>>> m[2]       # The second parenthesized subgroup.
'Newton'
```

Named groups are supported as well:

```
>>> m = re.match(r"(?P<first_name>\w+) (?P<last_name>\w+)", "Isaac Newton")
>>> m['first_name']
'Isaac'
>>> m['last_name']
'Newton'
```

Added in version 3.6.

Match.groups(*default=None*)

このマッチの、1 からパターン中のグループ数まで、全てのサブグループを含むタプルを返します。*default* 引数はマッチに関係しなかったグループに使われます。デフォルトでは None です。

例えば:

```
>>> m = re.match(r"(\d+)\.(\d+)", "24.1632")
>>> m.groups()
('24', '1632')
```

少数位およびその後の全てをオプションにすると、全てのグループがマッチに関係するとは限りません。そういったグループは *default* 引数が与えられない限りデフォルトで None になります。

```
>>> m = re.match(r"(\d+)\.?(\d+)?", "24")
>>> m.groups()      # Second group defaults to None.
('24', None)
>>> m.groups('0')   # Now, the second group defaults to '0'.
('24', '0')
```

Match.**groupdict**(*default=None*)

このマッチの、全ての **名前付き** サブグループを含む、サブグループ名をキーとする辞書を返します。*default* 引数はマッチに関係しなかったグループに使われます。デフォルトは None です。例えば:

```
>>> m = re.match(r"(?P<first_name>\w+) (?P<last_name>\w+)", "Malcolm Reynolds")
>>> m.groupdict()
{'first_name': 'Malcolm', 'last_name': 'Reynolds'}
```

Match.**start**([*group*])

Match.**end**([*group*])

group がマッチした部分文字列の先頭と末尾のインデックスを返します。*group* はデフォルトで 0 (マッチした部分文字列全体という意味) です。*group* が存在してかつマッチには寄与していなかったなら -1 を返します。マッチオブジェクト *m* と、マッチに寄与したグループ *g* に対して、グループ *g* がマッチした部分文字列 (m.group(g) と等価です) は以下の通りです

```
m.string[m.start(g):m.end(g)]
```

group が空文字列にマッチしていたら m.start(group) は m.end(group) と等しくなることに注意して下さい。例えば、m = re.search('b(c?)', 'cba') とすると、m.start(0) は 1 で、m.end(0) は 2 で、m.start(1) と m.end(1) はともに 2 であり、m.start(2) は *IndexError* 例外を発生します。

メールアドレスから *remove_this* を取り除く例:

```
>>> email = "tony@tiremove_thisger.net"
>>> m = re.search("remove_this", email)
>>> email[:m.start()] + email[m.end():]
'tony@tiger.net'
```

Match.**span**([*group*])

マッチ *m* について、2 タプル (m.start(group), m.end(group)) を返します。*group* がマッチに寄与していなければ、これは (-1, -1) です。*group* はデフォルトで 0 、マッチ全体です。

Match.**pos**

正規表現オブジェクト の *search()* や *match()* に渡された *pos* の値です。これは正規表現エンジンがマッチを探し始める位置の文字列のインデックスです。

Match.**endpos**

正規表現オブジェクト の *search()* や *match()* に渡された *endpos* の値です。これは正規表現エンジンがそれ以上は進まない文字列のインデックスです。

Match.**lastindex**

最後にマッチしたキャプチャグループの整数インデックスです。どのグループも全くマッチしなければ None です。例えば、表現 `(a)b` 、`((a)(b))` や `((ab))` が `'ab'` に適用されると `lastindex == 1` となり、同じ文字列に `(a)(b)` が適用されると `lastindex == 2` となります。

Match.**lastgroup**

最後にマッチしたキャプチャグループの名前です。そのグループに名前がないか、どのグループも全くマッチしていなければ None です。

Match.**re**

このマッチインスタンスを生じさせた *match()* または *search()* メソッドの属する 正規表現オブジェクト です。

Match.**string**

match() や *search()* へ渡された文字列です。

バージョン 3.7 で変更: *copy.copy()* および *copy.deepcopy()* をサポートするようになりました。マッチオブジェクトはアトミックであると見なされます。

6.2.5 正規表現の例

ペアの確認

この例では、マッチオブジェクトをより美しく表示するために、この補助関数を使用します:

```
def displaymatch(match):
    if match is None:
        return None
    return '<Match: %r, groups=%r>' % (match.group(), match.groups())
```

あなたがポーカープログラムを書いているとします。プレイヤーの手札は 5 文字の文字列によって表され、それぞれの文字が 1 枚のカードを表します。"a" はエース、"k" はキング、"q" はクイーン、"j" はジャック、"t" は 10、そして "2" から "9" はその数字のカードを表します。

与えられた文字列が有効な手札であるか見るには、以下のようにできます:

```
>>> valid = re.compile(r"^[a2-9tjqk]{5}$")
>>> displaymatch(valid.match("akt5q"))  # Valid.
"<Match: 'akt5q', groups=()>"
>>> displaymatch(valid.match("akt5e"))  # Invalid.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> displaymatch(valid.match("akt"))    # Invalid.
>>> displaymatch(valid.match("727ak"))  # Valid.
"<Match: '727ak', groups=()>"
```

最後の手札、"727ak" 、はペア、すなわち同じ値の 2 枚のカードを含みます。正規表現でこれにマッチするには、このように後方参照を使えます:

```
>>> pair = re.compile(r".*(.).*\1")
>>> displaymatch(pair.match("717ak"))     # Pair of 7s.
"<Match: '717', groups=('7',)>"
>>> displaymatch(pair.match("718ak"))     # No pairs.
>>> displaymatch(pair.match("354aa"))     # Pair of aces.
"<Match: '354aa', groups=('a',)>"
```

ペアになっているのがどのカードか調べるには、このようにマッチオブジェクトの *group()* メソッドを使えます:

```
>>> pair = re.compile(r".*(.).*\1")
>>> pair.match("717ak").group(1)
'7'

# Error because re.match() returns None, which doesn't have a group() method:
>>> pair.match("718ak").group(1)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#23>", line 1, in <module>
    re.match(r".*(.).*\1", "718ak").group(1)
AttributeError: 'NoneType' object has no attribute 'group'

>>> pair.match("354aa").group(1)
'a'
```

scanf() をシミュレートする

Python には現在のところ、scanf() に相当するものがありません。正規表現は一般的に、scanf() のフォーマット文字列より強力ですが、冗長でもあります。以下の表に、scanf() のフォーマットトークンと正規表現のおおよその対応付けを示します。

scanf() トークン	正規表現
%c	.
%5c	.{5}
%d	[-+]?\d+
%e, %E, %f, %g	[-+]?(\d+(\.\d*)?|\.\d+)([eE][-+]?\d+)?
%i	[-+]?(0[xX][\dA-Fa-f]+|0[0-7]*|\d+)
%o	[-+]?[0-7]+
%s	\S+
%u	\d+
%x, %X	[-+]?(0[xX])?[\dA-Fa-f]+

以下のような文字列からファイル名と数を抽出するには

```
/usr/sbin/sendmail - 0 errors, 4 warnings
```

以下のように scanf() フォーマットを使えます

```
%s - %d errors, %d warnings
```

等価な正規表現はこうです

```
(\S+) - (\d+) errors, (\d+) warnings
```

search() vs. match()

Python offers different primitive operations based on regular expressions:

- *re.match()* checks for a match only at the beginning of the string
- *re.search()* checks for a match anywhere in the string (this is what Perl does by default)
- *re.fullmatch()* checks for entire string to be a match

例えば:

```
>>> re.match("c", "abcdef")    # No match
>>> re.search("c", "abcdef")   # Match
<re.Match object; span=(2, 3), match='c'>
>>> re.fullmatch("p.*n", "python") # Match
<re.Match object; span=(0, 6), match='python'>
>>> re.fullmatch("r.*n", "python") # No match
```

'^' で始まる正規表現を *search()* で使って、マッチを文字列の先頭でのみに制限できます:

```
>>> re.match("c", "abcdef")    # No match
>>> re.search("^c", "abcdef")  # No match
>>> re.search("^a", "abcdef")  # Match
<re.Match object; span=(0, 1), match='a'>
```

ただし、*MULTILINE* モードにおいて *match()* は文字列の先頭でのみマッチし、'^' で始まる正規表現で *search()* を使うと各行の先頭でマッチすることに注意してください。

```
>>> re.match("X", "A\nB\nX", re.MULTILINE)  # No match
>>> re.search("^X", "A\nB\nX", re.MULTILINE)  # Match
<re.Match object; span=(4, 5), match='X'>
```

電話帳を作る

split() は渡されたパターンで文字列を分割してリストにします。このメソッドは、テキストデータをデータ構造に変換して、読みやすくしたり、以下の例で実演する電話帳作成のように Python で編集したりしやすくするのに、非常に役に立ちます。

最初に、入力を示します。通常、これはファイルからの入力になるでしょう。ここでは、3 重引用符の書式とします。

```
>>> text = """Ross McFluff: 834.345.1254 155 Elm Street
...
... Ronald Heathmore: 892.345.3428 436 Finley Avenue
... Frank Burger: 925.541.7625 662 South Dogwood Way
...
...
... Heather Albrecht: 548.326.4584 919 Park Place"""
```

各項目は 1 つ以上の改行で区切られています。まずは文字列を変換して、空行でない各行を項目とするリストにします:

```
>>> entries = re.split("\n+", text)
>>> entries
['Ross McFluff: 834.345.1254 155 Elm Street',
'Ronald Heathmore: 892.345.3428 436 Finley Avenue',
'Frank Burger: 925.541.7625 662 South Dogwood Way',
'Heather Albrecht: 548.326.4584 919 Park Place']
```

そして各項目を、ファーストネーム、ラストネーム、電話番号、住所に分割してリストにします。分割パターンである空白文字は住所にも含まれるので、*split()* の maxsplit 引数を使います:

```
>>> [re.split(":? ", entry, maxsplit=3) for entry in entries]
[['Ross', 'McFluff', '834.345.1254', '155 Elm Street'],
['Ronald', 'Heathmore', '892.345.3428', '436 Finley Avenue'],
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
['Frank', 'Burger', '925.541.7625', '662 South Dogwood Way'],
['Heather', 'Albrecht', '548.326.4584', '919 Park Place']]
```

この :? パターンはラストネームの次のコロンにマッチして、分割結果のリストに出てこないようにします。maxsplit を 4 にすれば、家屋番号とストリート名を分割できます:

```
>>> [re.split(":? ", entry, maxsplit=4) for entry in entries]
[['Ross', 'McFluff', '834.345.1254', '155', 'Elm Street'],
['Ronald', 'Heathmore', '892.345.3428', '436', 'Finley Avenue'],
['Frank', 'Burger', '925.541.7625', '662', 'South Dogwood Way'],
['Heather', 'Albrecht', '548.326.4584', '919', 'Park Place']]
```

テキストの秘匿

sub() は出現する各パターンを文字列で、または関数の返り値で置き換えます。この例ではテキストを「秘匿」する関数と合わせて *sub()* を使うところを実演します。具体的には、文中の各単語について、最初と最後の文字を除く全ての文字をランダムに並び替えます:

```
>>> def repl(m):
...     inner_word = list(m.group(2))
...     random.shuffle(inner_word)
...     return m.group(1) + "".join(inner_word) + m.group(3)
...
>>> text = "Professor Abdolmalek, please report your absences promptly."
>>> re.sub(r"(\w)(\w+)(\w)", repl, text)
'Poefsrosr Aealmlobdk, pslaee reorpt your abnseces plmrptoy.'
>>> re.sub(r"(\w)(\w+)(\w)", repl, text)
'Pofsroser Aodlambelk, plasee reoprt yuor asnebces potlmrpy.'
```

全ての副詞を見つける

search() は最初のパターンにのみマッチしますが、*findall()* は出現する **全ての** パターンにマッチします。例えば、ライターがあるテキストの全ての副詞を見つけたいなら、以下のように *findall()* を使えます:

```
>>> text = "He was carefully disguised but captured quickly by police."
>>> re.findall(r"\w+ly\b", text)
['carefully', 'quickly']
```

全ての副詞とその位置を見つける

パターンの全てのマッチについて、マッチしたテキスト以上の情報が必要なら、文字列ではなく *Match* を返す *finditer()* が便利です。先の例に続いて、ライターがあるテキストの全ての副詞 **およびその位置** を見つけたいなら、以下のように *finditer()* を使えます:

```
>>> text = "He was carefully disguised but captured quickly by police."
>>> for m in re.finditer(r"\w+ly\b", text):
...     print('%02d-%02d: %s' % (m.start(), m.end(), m.group(0)))
07-16: carefully
40-47: quickly
```

Raw 文字列記法

Raw 文字列記法 (`r"text"`) で正規表現をまともに保てます。それがなければ、正規表現中のバックスラッシュ (`'\'`) を個々にバックスラッシュを前置してエスケープしなければなりません。例えば、以下の 2 行のコードは機能的に等価です:

```
>>> re.match(r"\W(.)\1\W", " ff ")
<re.Match object; span=(0, 4), match=' ff '>
>>> re.match("\\W(.)\\1\\W", " ff ")
<re.Match object; span=(0, 4), match=' ff '>
```

リテラルのバックスラッシュにマッチさせたいなら、正規表現中ではエスケープする必要があります。Raw 文字列記法では、`r"\\"` になります。Raw 文字列記法を用いないと、`"\\\\"` としなくてはならず、以下のコードは機能的に等価です:

```
>>> re.match(r"\\", r"\\")
<re.Match object; span=(0, 1), match='\\'>
>>> re.match("\\\\", r"\\")
<re.Match object; span=(0, 1), match='\\'>
```

トークナイザを書く

トークナイザやスキャナ は文字列を解析し、文字のグループにカテゴリ分けします。これはコンパイラやインタプリタを書くうえで役立つ第一段階です。

テキストのカテゴリは正規表現で指定されます。この技法では、それらを一つのマスター正規表現に結合し、マッチの連続についてループします:

```
from typing import NamedTuple
import re

class Token(NamedTuple):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    type: str
    value: str
    line: int
    column: int

def tokenize(code):
    keywords = {'IF', 'THEN', 'ENDIF', 'FOR', 'NEXT', 'GOSUB', 'RETURN'}
    token_specification = [
        ('NUMBER',   r'\d+(\.\d*)?'),  # Integer or decimal number
        ('ASSIGN',   r':='),           # Assignment operator
        ('END',      r';'),            # Statement terminator
        ('ID',       r'[A-Za-z]+'),    # Identifiers
        ('OP',       r'[+\-*/]'),      # Arithmetic operators
        ('NEWLINE',  r'\n'),           # Line endings
        ('SKIP',     r'[ \t]+'),       # Skip over spaces and tabs
        ('MISMATCH', r'.'),            # Any other character
    ]
    tok_regex = '|'.join('(?P<%s>%s)' % pair for pair in token_specification)
    line_num = 1
    line_start = 0
    for mo in re.finditer(tok_regex, code):
        kind = mo.lastgroup
        value = mo.group()
        column = mo.start() - line_start
        if kind == 'NUMBER':
            value = float(value) if '.' in value else int(value)
        elif kind == 'ID' and value in keywords:
            kind = value
        elif kind == 'NEWLINE':
            line_start = mo.end()
            line_num += 1
            continue
        elif kind == 'SKIP':
            continue
        elif kind == 'MISMATCH':
            raise RuntimeError(f'{value!r} unexpected on line {line_num}')
        yield Token(kind, value, line_num, column)

statements = '''
    IF quantity THEN
        total := total + price * quantity;
        tax := price * 0.05;
    ENDIF;
'''

for token in tokenize(statements):
    print(token)
```

このトークナイザは以下の出力を作成します:

```
Token(type='IF', value='IF', line=2, column=4)
Token(type='ID', value='quantity', line=2, column=7)
Token(type='THEN', value='THEN', line=2, column=16)
Token(type='ID', value='total', line=3, column=8)
Token(type='ASSIGN', value=':=', line=3, column=14)
Token(type='ID', value='total', line=3, column=17)
Token(type='OP', value='+', line=3, column=23)
Token(type='ID', value='price', line=3, column=25)
Token(type='OP', value='*', line=3, column=31)
Token(type='ID', value='quantity', line=3, column=33)
Token(type='END', value=';', line=3, column=41)
Token(type='ID', value='tax', line=4, column=8)
Token(type='ASSIGN', value=':=', line=4, column=12)
Token(type='ID', value='price', line=4, column=15)
Token(type='OP', value='*', line=4, column=21)
Token(type='NUMBER', value=0.05, line=4, column=23)
Token(type='END', value=';', line=4, column=27)
Token(type='ENDIF', value='ENDIF', line=5, column=4)
Token(type='END', value=';', line=5, column=9)
```

6.3 difflib --- 差分の計算の補助

ソースコード: Lib/difflib.py

このモジュールは、シーケンスを比較するためのクラスや関数を提供しています。例えば、ファイルの差分を計算して、それを HTML や context diff, unified diff などいろいろなフォーマットで出力するために、このモジュールを利用できます。ディレクトリやファイル群を比較するためには、*filecmp* モジュールも参照してください。

class difflib.SequenceMatcher

柔軟性のあるクラスで、二つのシーケンスの要素が **ハッシュ可能** な型であれば、どの型の要素を含むシーケンスも比較可能です。基本的なアルゴリズムは、1980 年代の後半に発表された Ratcliff と Obershelp による" ゲシュタルトパターンマッチング" と大げさに名づけられたアルゴリズム以前から知られている、やや凝ったアルゴリズムです。その考え方は、"junk" 要素を含まない最も長い互いに隣接したマッチ列を探すことです。ここで、"junk" 要素とは、空行や空白などの、意味を持たない要素のことです。(junk を処理するのは、Ratcliff と Obershelp のアルゴリズムに追加された拡張です。) この考え方は、マッチ列の左右に隣接するシーケンスの断片に対して再帰的にあてはめられます。この方法では編集を最小にするシーケンスは生まれませんが、人間の目からみて「正しい感じ」にマッチする傾向があります。

実行時間: 基本的な Ratcliff-Obershelp アルゴリズムは、最悪の場合 3 乗、期待値で 2 乗となります。*SequenceMatcher* オブジェクトでは、最悪のケースで 2 乗、期待値は比較されるシーケンス中に共通に現れる要素数に非常にややこしく依存しています。最良の場合は線形時間になります。

自動 junk ヒューリスティック: *SequenceMatcher* は、シーケンスの特定の要素を自動的に junk として扱うヒューリスティックをサポートしています。このヒューリスティックは、各個要素がシーケンス内に何回現れるかを数えます。ある要素の重複数が (最初のものは除いて) 合計でシーケンスの 1% 以上になり、そのシーケンスが 200 要素以上なら、その要素は "popular" であるものとしてマークされ、シーケンスのマッチングの目的からは junk として扱われます。このヒューリスティックは、*SequenceMatcher* の作成時に `autojunk` パラメタを `False` に設定することで無効化できます。

バージョン 3.2 で変更: Added the *autojunk* parameter.

class difflib.Differ

テキスト行からなるシーケンスを比較するクラスです。人が読むことのできる差分を作成します。Differ クラスは *SequenceMatcher* クラスを利用して、行からなるシーケンスを比較したり、(ほぼ) 同一の行内の文字を比較したりします。

Differ クラスによる差分の各行は、2 文字のコードで始まります:

コード	意味
`'- '`	行はシーケンス 1 にのみ存在する
`'+ '`	行はシーケンス 2 にのみ存在する
`'  '`	行は両方のシーケンスで同一
`'? '`	行は入力シーケンスのどちらにも存在しない

Lines beginning with '?' attempt to guide the eye to intraline differences, and were not present in either input sequence. These lines can be confusing if the sequences contain whitespace characters, such as spaces, tabs or line breaks.

class difflib.HtmlDiff

このクラスは、二つのテキストを左右に並べて比較表示し、行間あるいは行内の変更点を強調表示するような HTML テーブル (またはテーブルの入った完全な HTML ファイル) を生成するために使います。テーブルは完全差分モード、コンテキスト差分モードのいずれでも生成できます。

このクラスのコンストラクタは以下のようになっています:

__init__(*tabsize=8*, *wrapcolumn=None*, *linejunk=None*, *charjunk=IS_CHARACTER_JUNK*)

HtmlDiff のインスタンスを初期化します。

tabsize はオプションのキーワード引数で、タブストップ幅を指定します。デフォルトは `8` です。

wrapcolumn はオプションのキーワード引数で、テキストを折り返すカラム幅を指定します。デフォルトは `None` で折り返しを行いません。

linejunk および *charjunk* はオプションのキーワード引数で、*ndiff()* (*HtmlDiff* はこの関数を使って左右のテキストの差分を HTML で生成します) に渡されます。それぞれの引数のデフォルト値およ

び説明は *ndiff()* のドキュメントを参照してください。

以下のメソッドが public になっています:

make_file(*fromlines*, *tolines*, *fromdesc=''*, *todesc=''*, *context=False*, *numlines=5*, ***, *charset='utf-8'*)

fromlines と *tolines* (いずれも文字列のリスト) を比較し、行間または行内の変更点が強調表示された行差分の入った表を持つ完全な HTML ファイルを文字列で返します。

fromdesc および *todesc* はオプションのキーワード引数で、差分表示テーブルにおけるそれぞれ差分元、差分先ファイルのカラムのヘッダになる文字列を指定します (いずれもデフォルト値は空文字列です)。

context および *numlines* はともにオプションのキーワード引数です。*context* を `True` にするとコンテキスト差分を表示し、デフォルトの `False` にすると完全なファイル差分を表示します。*numlines* のデフォルト値は `5` で、*context* が `True` の場合、*numlines* は強調部分の前後にあるコンテキスト行の数を制御します。*context* が `False` の場合、*numlines* は "next" と書かれたハイパーリンクをたどった時に到達する場所が次の変更部分より何行前にあるかを制御します (値をゼロにした場合、"next" ハイパーリンクを辿ると変更部分の強調表示がブラウザの最上部に表示されるようになります)。

注釈: *fromdesc* と *todesc* はエスケープされていない HTML として解釈されます。信頼できないソースからの入力を受け取る際には適切にエスケープされるべきです。

バージョン 3.5 で変更: *charset* キーワード専用引数が追加されました。HTML 文書のデフォルトの文字集合が `'ISO-8859-1'` から `'utf-8'` に変更されました。

make_table(*fromlines*, *tolines*, *fromdesc=''*, *todesc=''*, *context=False*, *numlines=5*)

fromlines と *tolines* (いずれも文字列のリスト) を比較し、行間または行内の変更点が強調表示された行差分の入った完全な HTML テーブルを文字列で返します。

このメソッドの引数は、*make_file()* メソッドの引数と同じです。

difflib.context_diff(*a*, *b*, *fromfile=''*, *tofile=''*, *fromfiledate=''*, *tofiledate=''*, *n=3*, *lineterm='\n'*)

a と *b* (文字列のリスト) を比較し、差分 (差分形式の行を生成する **ジェネレータ**) を、context diff のフォーマット (以下「コンテキスト形式」) で返します。

コンテキスト形式は、変更があった行に前後数行を加えてある、コンパクトな表現方法です。変更箇所は、変更前/変更後に分けて表します。コンテキスト (変更箇所前後の行) の行数は *n* で指定し、デフォルト値は 3 です。

デフォルトで、diff 制御行 (`***` や `---` を含む行) は改行付きで生成されます。*io.IOBase.readlines()* で作られた入力が *io.IOBase.writelines()* で扱うのに適した diff になるので (なぜなら入力と出力の両方が改行付きのため) 、これは有用です。

行末に改行文字を持たない入力に対しては、出力でも改行文字を付加しないように *lineterm* 引数に `""` を渡してください。

コンテキスト形式は、通常、ヘッダにファイル名と変更時刻を持っています。この情報は、文字列 *fromfile*, *tofile*, *fromfiledate*, *tofiledate* で指定できます。変更時刻の書式は、通常、ISO 8601 フォーマットで表されます。指定しなかった場合のデフォルト値は、空文字列です。

```
>>> import sys
>>> from difflib import *
>>> s1 = ['bacon\n', 'eggs\n', 'ham\n', 'guido\n']
>>> s2 = ['python\n', 'eggy\n', 'hamster\n', 'guido\n']
>>> sys.stdout.writelines(context_diff(s1, s2, fromfile='before.py',
...                       tofile='after.py'))
*** before.py
--- after.py
***************
*** 1,4 ****
! bacon
! eggs
! ham
  guido
--- 1,4 ----
! python
! eggy
! hamster
  guido
```

より詳細な例は、*difflib* **のコマンドラインインターフェース** を参照してください。

`difflib.get_close_matches`(*word*, *possibilities*, *n=3*, *cutoff=0.6*)

「十分」なマッチの上位のリストを返します。*word* はマッチさせたいシーケンス (大概は文字列) です。*possibilities* は *word* にマッチさせるシーケンスのリスト (大概は文字列のリスト) です。

オプションの引数 *n* (デフォルトでは 3) はメソッドの返すマッチの最大数です。*n* は 0 より大きくなければなりません。

オプションの引数 *cutoff* (デフォルトでは 0.6) は、区間 [0, 1] に入る小数の値です。*word* との一致率がそれ未満の *possibilities* の要素は無視されます。

possibilities の要素でマッチした上位 (多くても *n* 個) は、類似度のスコアに応じて (一番似たものを先頭に) ソートされたリストとして返されます。

```
>>> get_close_matches('appel', ['ape', 'apple', 'peach', 'puppy'])
['apple', 'ape']
>>> import keyword
>>> get_close_matches('wheel', keyword.kwlist)
['while']
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> get_close_matches('pineapple', keyword.kwlist)
[]
>>> get_close_matches('accept', keyword.kwlist)
['except']
```

difflib.**ndiff**(*a*, *b*, *linejunk=None*, *charjunk=IS_CHARACTER_JUNK*)

a と *b* (文字列のリスト) を比較し、差分 (差分形式の行を生成する **ジェネレータ**) を、*Differ* のスタイルで返します。

オプションのキーワード引数 *linejunk* と *charjunk* には、フィルタ関数 (または None) を渡します。

linejunk: 文字列型の引数 1 つを受け取る関数です。文字列が junk の場合は真を、そうでない場合は偽を返します。デフォルトでは None です。モジュールレベルの関数 *IS_LINE_JUNK()* は、高々 1 つのシャープ記号 (`'#'`) を除いて可視の文字を含まない行をフィルタリングするものです。しかし、下層にある *SequenceMatcher* クラスが、どの行が雑音となるほど頻繁に登場するかを動的に分析します。このクラスによる分析は、この関数を使用するよりも通常うまく動作します。

charjunk: 文字 (長さ 1 の文字列) を受け取る関数です。文字列が junk の場合は真を、そうでない場合は偽を返します。デフォルトでは、モジュールレベルの関数 *IS_CHARACTER_JUNK()* であり、これは空白文字類 (空白またはタブ、改行文字をこれに含めてはいけません) をフィルタして排除します。

```
>>> diff = ndiff('one\ntwo\nthree\n'.splitlines(keepends=True),
...              'ore\ntree\nemu\n'.splitlines(keepends=True))
>>> print(''.join(diff), end="")
- one
?  ^
+ ore
?  ^
- two
- three
?  -
+ tree
+ emu
```

difflib.**restore**(*sequence*, *which*)

差分を生成した元の二つのシーケンスのうち一つを返します。

Differ.compare() または *ndiff()* によって生成された *sequence* を与えられると、行頭のプレフィクスを取りのぞいてファイル 1 または 2 (引数 *which* で指定される) に由来する行を復元します。

例:

```
>>> diff = ndiff('one\ntwo\nthree\n'.splitlines(keepends=True),
...              'ore\ntree\nemu\n'.splitlines(keepends=True))
>>> diff = list(diff) # materialize the generated delta into a list
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> print(''.join(restore(diff, 1)), end="")
one
two
three
>>> print(''.join(restore(diff, 2)), end="")
ore
tree
emu
```

difflib.unified_diff(*a*, *b*, *fromfile=''*, *tofile=''*, *fromfiledate=''*, *tofiledate=''*, *n=3*, *lineterm='\n'*)

a と *b* (文字列のリスト) を比較し、差分 (差分形式の行を生成する **ジェネレータ**) を、unified diff フォーマット (以下「ユニファイド形式」) で返します。

ユニファイド形式は変更があった行にコンテキストとなる前後数行を加えた、コンパクトな表現方法です。変更箇所は (変更前/変更後を分離したブロックではなく) インラインスタイルで表されます。コンテキストの行数は、*n* で指定し、デフォルト値は 3 です。

デフォルトで、diff 制御行 (---, +++, @@ を含む行) は改行付きで生成されます。*io.IOBase.readlines()* で作られた入力が *io.IOBase.writelines()* で扱うのに適した diff になるので (なぜなら入力と出力の両方が改行付きのため) 、これは有用です。

行末に改行文字を持たない入力に対しては、出力でも改行文字を付加しないように *lineterm* 引数に "" を渡してください。

The unified diff format normally has a header for filenames and modification times. Any or all of these may be specified using strings for *fromfile*, *tofile*, *fromfiledate*, and *tofiledate*. The modification times are normally expressed in the ISO 8601 format. If not specified, the strings default to blanks.

```
>>> s1 = ['bacon\n', 'eggs\n', 'ham\n', 'guido\n']
>>> s2 = ['python\n', 'eggy\n', 'hamster\n', 'guido\n']
>>> sys.stdout.writelines(unified_diff(s1, s2, fromfile='before.py', tofile='after.py'))
--- before.py
+++ after.py
@@ -1,4 +1,4 @@
-bacon
-eggs
-ham
+python
+eggy
+hamster
 guido
```

より詳細な例は、*difflib* **のコマンドラインインターフェース** を参照してください。

difflib.diff_bytes(*dfunc*, *a*, *b*, *fromfile=b''*, *tofile=b''*, *fromfiledate=b''*, *tofiledate=b''*, *n=3*, *lineterm=b'\n'*)

dfunc を使用して *a* と *b* (bytes オブジェクトのリスト) を比較して、差分形式の行 (これも bytes オブジェクトです) を*dfunc* の戻り値の形式で返します。*dfunc* は、呼び出し可能である必要があります。一般に、これは *unified_diff()* または *context_diff()* です。

未知のエンコーディングまたは一貫性のないエンコーディングのデータ同士を比較できます。*n* 以外のすべての入力は、bytes オブジェクトである必要があります。*n* 以外のすべての入力を損失なく str に変換して、`dfunc(a, b, fromfile, tofile, fromfiledate, tofiledate, n, lineterm)` を呼び出すことにより動作します。*dfunc* の出力は、bytes 型に変換されます。これにより、受け取る差分形式の行のエンコーディングは、*a* と *b* の未知または一貫性のないエンコーディングと同一になります。

Added in version 3.5.

`difflib.IS_LINE_JUNK(`*line*`)`

無視できる行のとき `True` を返します。行 *line* は空白、または `'#'` ひとつのときに無視できます。それ以外のときには無視できません。古いバージョンでは *ndiff()* の引数 *linejunk* にデフォルトで使用されました。

`difflib.IS_CHARACTER_JUNK(`*ch*`)`

無視できる文字のとき `True` を返します。文字 *ch* が空白、またはタブ文字のときには無視できます。それ以外の時には無視できません。*ndiff()* の引数 *charjunk* としてデフォルトで使用されます。

参考:

Pattern Matching: The Gestalt Approach
: John W. Ratcliff と D. E. Metzener による類似のアルゴリズムに関する議論。Dr. Dobb's Journal 1988 年 7 月号掲載。

6.3.1 SequenceMatcher オブジェクト

SequenceMatcher クラスには、以下のようなコンストラクタがあります:

`class difflib.SequenceMatcher(`*isjunk=None*, *a=''*, *b=''*, *autojunk=True*`)`

オプションの引数 *isjunk* は、`None` (デフォルトの値です) にするか、単一の引数をとる関数でなければなりません。後者の場合、関数はシーケンスの要素を受け取り、要素が junk であり、無視すべきである場合に限り真を返すようにしなければなりません。*isjunk* に `None` を渡すと、`lambda x: False` を渡したのと同じになります; すなわち、いかなる要素も無視しなくなります。例えば以下のような引数を渡すと:

```
lambda x: x in " \t"
```

空白とタブ文字を無視して文字のシーケンスを比較します。

オプションの引数 *a* と *b* は、比較される文字列で、デフォルトでは空の文字列です。両方のシーケンスの要素は、**ハッシュ可能** である必要があります。

オプションの引数 *autojunk* は、自動 junk ヒューリスティックを無効にするために使えます。

バージョン 3.2 で変更: Added the *autojunk* parameter.

SequenceMatcher オブジェクトは 3 つのデータ属性を持っています: *bjunk* は、*isjunk* が `True` であるような *b* の要素の集合です; *bpopular* は、(無効でなければ) ヒューリスティックによって popular であると考えられる非ジャンク要素の集合です; *b2j* は、*b* の残りの要素をそれらが生じる位置のリストに写像する dict です。この 3 つは *set_seqs()* または *set_seq2()* で *b* がリセットされる場合は常にリセットされます。

Added in version 3.2: *bjunk* および *bpopular* 属性。

SequenceMatcher オブジェクトは以下のメソッドを持ちます:

set_seqs(*a*, *b*)

比較される 2 つの文字列を設定します。

SequenceMatcher オブジェクトは、2 つ目のシーケンスについての詳細な情報を計算し、キャッシュします。1 つのシーケンスをいくつものシーケンスと比較する場合、まず *set_seq2()* を使って文字列を設定しておき、別の文字列を 1 つずつ比較するために、繰り返し *set_seq1()* を呼び出します。

set_seq1(*a*)

比較を行う 1 つ目のシーケンスを設定します。比較される 2 つ目のシーケンスは変更されません。

set_seq2(*b*)

比較を行う 2 つ目のシーケンスを設定します。比較される 1 つ目のシーケンスは変更されません。

find_longest_match(*alo=0*, *ahi=None*, *blo=0*, *bhi=None*)

`a[alo:ahi]` と `b[blo:bhi]` の中から、最長のマッチ列を探します。

isjunk が省略されたか `None` の時、*find_longest_match()* は `a[i:i+k]` が `b[j:j+k]` と等しいような `(i, j, k)` を返します。その値は `alo <= i <= i+k <= ahi` かつ `blo <= j <= j+k <= bhi` となります。`(i', j', k')` でも、同じようになります。さらに `k >= k'`, `i <= i'` が `i == i'`, `j <= j'` でも同様です。言い換えると、いくつものマッチ列すべてのうち、*a* 内で最初に始まるものを返します。そしてその *a* 内で最初のマッチ列すべてのうち *b* 内で最初に始まるものを返します。

```
>>> s = SequenceMatcher(None, " abcd", "abcd abcd")
>>> s.find_longest_match(0, 5, 0, 9)
Match(a=0, b=4, size=5)
```

引数 *isjunk* が与えられている場合、上記の通り、はじめに最長のマッチ列を判定します。ブロック内に junk 要素が見当たらないような追加条件の際はこれに該当しません。次にそのマッチ列を、その両側の junk 要素にマッチするよう、できる限り広げていきます。そのため結果となる列は、探している列のたまたま直前にあった同一の junk 以外の junk にはマッチしません。

以下は前と同じサンプルですが、空白を junk とみなしています。これは `' abcd'` が 2 つ目の列の末尾にある `' abcd'` にマッチしないようにしています。代わりに `'abcd'` にはマッチします。そして 2 つ目の文字列中、一番左の `'abcd'` にマッチします:

```
>>> s = SequenceMatcher(lambda x: x==" ", " abcd", "abcd abcd")
>>> s.find_longest_match(0, 5, 0, 9)
Match(a=1, b=0, size=4)
```

どんな列にもマッチしない時は、`(alo, blo, 0)` を返します。

このメソッドは *named tuple* `Match(a, b, size)` を返します。

バージョン 3.9 で変更: デフォルト引数が追加されました。

get_matching_blocks()

マッチした互いに重複の無いシーケンスを表す、3 つ組の値のリストを返します。それぞれの値は `(i, j, n)` という形式で表され、`a[i:i+n] == b[j:j+n]` という関係を意味します。3 つの値は i と j の間で単調に増加します。

最後の 3 つ組はダミーで、`(len(a), len(b), 0)` という値を持ちます。これは `n == 0` である唯一のタプルです。もし `(i, j, n)` と `(i', j', n')` がリストで並んでいる 3 つ組で、2 つ目が最後の 3 つ組でなければ、`i+n < i'` または `j+n < j'` です。言い換えると並んでいる 3 つ組は常に隣接していない同じブロックを表しています。

```
>>> s = SequenceMatcher(None, "abxcd", "abcd")
>>> s.get_matching_blocks()
[Match(a=0, b=0, size=2), Match(a=3, b=2, size=2), Match(a=5, b=4, size=0)]
```

get_opcodes()

a を b にするための方法を記述する 5 つのタプルを返します。それぞれのタプルは `(tag, i1, i2, j1, j2)` という形式であらわされます。最初のタプルは `i1 == j1 == 0` であり、*i1* はその前にあるタプルの *i2* と同じ値です。同様に *j1* は前の *j2* と同じ値になります。

tag の値は文字列であり、次のような意味です:

値	意味
`'replace'`	`a[i1:i2]` は `b[j1:j2]` に置き換えられる。
`'delete'`	`a[i1:i2]` は削除される。この時、`j1 == j2` である。
`'insert'`	`b[j1:j2]` が `a[i1:i1]` に挿入される。この時 `i1 == i2` である。
`'equal'`	`a[i1:i2] == b[j1:j2]` (サブシーケンスは等しい).

例えば:

```
>>> a = "qabxcd"
>>> b = "abycdf"
>>> s = SequenceMatcher(None, a, b)
>>> for tag, i1, i2, j1, j2 in s.get_opcodes():
...     print('{:7}   a[{}:{}] --> b[{}:{}] {!r:>8} --> {!r}'.format(
...         tag, i1, i2, j1, j2, a[i1:i2], b[j1:j2]))
delete    a[0:1] --> b[0:0]      'q' --> ''
equal     a[1:3] --> b[0:2]     'ab' --> 'ab'
replace   a[3:4] --> b[2:3]      'x' --> 'y'
equal     a[4:6] --> b[3:5]     'cd' --> 'cd'
insert    a[6:6] --> b[5:6]       '' --> 'f'
```

get_grouped_opcodes(*n=3*)

最大 *n* 行までのコンテキストを含むグループを生成するような、**ジェネレータ** を返します。

このメソッドは、*get_opcodes()* で返されるグループの中から、似たような差異のかたまりに分け、間に挟まっている変更の無い部分を省きます。

グループは *get_opcodes()* と同じ書式で返されます。

ratio()

[0, 1] の範囲の浮動小数点数で、シーケンスの類似度を測る値を返します。

T が 2 つのシーケンスの要素数の総計だと仮定し、M をマッチした数とすると、この値は 2.0*M / T であらわされます。もしシーケンスがまったく同じ場合、値は `1.0` となり、まったく異なる場合には `0.0` となります。

このメソッドは *get_matching_blocks()* または *get_opcodes()* がまだ呼び出されていない場合には非常にコストが高いです。この場合、上限を素早く計算するために、*quick_ratio()* もしくは *real_quick_ratio()* を最初に試してみる方がいいかもしれません。

注釈: 注意: *ratio()* の呼び出しの結果は引数の順序に依存します。例えば次の通りです:

```
>>> SequenceMatcher(None, 'tide', 'diet').ratio()
0.25
>>> SequenceMatcher(None, 'diet', 'tide').ratio()
0.5
```

---

quick_ratio()

ratio() の上界を、より高速に計算します。

real_quick_ratio()

ratio() の上界を、非常に高速に計算します。

The three methods that return the ratio of matching to total characters can give different results due to differing levels of approximation, although *quick_ratio()* and *real_quick_ratio()* are always at least as large as *ratio()*:

```
>>> s = SequenceMatcher(None, "abcd", "bcde")
>>> s.ratio()
0.75
>>> s.quick_ratio()
0.75
>>> s.real_quick_ratio()
1.0
```

6.3.2 SequenceMatcher の例

この例は 2 つの文字列を比較します。空白を "junk" とします:

```
>>> s = SequenceMatcher(lambda x: x == " ",
...                     "private Thread currentThread;",
...                     "private volatile Thread currentThread;")
```

ratio() returns a float in [0, 1], measuring the similarity of the sequences. As a rule of thumb, a *ratio()* value over 0.6 means the sequences are close matches:

```
>>> print(round(s.ratio(), 3))
0.866
```

If you're only interested in where the sequences match, *get_matching_blocks()* is handy:

```
>>> for block in s.get_matching_blocks():
...     print("a[%d] and b[%d] match for %d elements" % block)
a[0] and b[0] match for 8 elements
a[8] and b[17] match for 21 elements
a[29] and b[38] match for 0 elements
```

Note that the last tuple returned by *get_matching_blocks()* is always a dummy, `(len(a), len(b), 0)`, and this is the only case in which the last tuple element (number of elements matched) is `0`.

If you want to know how to change the first sequence into the second, use *get_opcodes()*:

```
>>> for opcode in s.get_opcodes():
...     print("%6s a[%d:%d] b[%d:%d]" % opcode)
 equal a[0:8] b[0:8]
insert a[8:8] b[8:17]
 equal a[8:29] b[17:38]
```

参考:

- *SequenceMatcher* を使った、シンプルで使えるコードを知るには、このモジュールの関数 *get_close_matches()* を参照してください。
- Simple version control recipe for a small application built with *SequenceMatcher*.

6.3.3 Differ オブジェクト

Differ オブジェクトによって生成された差分が **最小** であるなどとは言いません。むしろ、最小の差分はしばしば直観に反しています。その理由は、どこでもできるとなれば一致を見いだしてしまうからで、ときには思いがけなく 100 ページも離れたマッチになってしまうのです。一致点を互いに隣接したマッチに制限することで、場合によって長めの差分を出力するというコストを掛けることにはなっても、ある種の局所性を保つことができるのです。

Differ は、以下のようなコンストラクタを持ちます:

class difflib.Differ(*linejunk=None*, *charjunk=None*)

オプションのキーワードパラメータ *linejunk* と *charjunk* は、フィルタ関数を渡します (使わないときは None):

linejunk: ひとつの文字列引数を受け取る関数です。文字列が junk のときに真を返します。デフォルトでは、None であり、どんな行であっても junk とは見なされません。

charjunk: この関数は文字 (長さ 1 の文字列) を引数として受け取り、文字が junk であるときに真を返します。デフォルトは None であり、どんな文字も junk とは見なされません。

これらの junk フィルター関数により、差分を発見するマッチングが高速化し、差分の行や文字が無視されることがなくなります。説明については、*find_longest_match()* メソッドの *isjunk* 引数の説明をご覧ください。

Differ オブジェクトは、以下の 1 つのメソッドを通して利用されます。(差分を生成します):

compare(*a*, *b*)

文字列からなる 2 つのシーケンスを比較し、差分（を表す文字列からなるシーケンス）を生成します。

各シーケンスの要素は、改行で終わる独立した単一行からなる文字列でなければなりません。そのようなシーケンスは、ファイル風オブジェクトの *readlines()* メソッドによって得ることができます。(得られる）差分は改行文字で終了する文字列のシーケンスとして得られ、ファイル風オブジェクトの *writelines()* メソッドによって出力できる形になっています。

6.3.4 Differ の例

This example compares two texts. First we set up the texts, sequences of individual single-line strings ending with newlines (such sequences can also be obtained from the *readlines()* method of file-like objects):

```
>>> text1 = '''  1. Beautiful is better than ugly.
...   2. Explicit is better than implicit.
...   3. Simple is better than complex.
...   4. Complex is better than complicated.
... '''.splitlines(keepends=True)
>>> len(text1)
4
>>> text1[0][-1]
'\n'
>>> text2 = '''  1. Beautiful is better than ugly.
...   3.   Simple is better than complex.
...   4. Complicated is better than complex.
...   5. Flat is better than nested.
... '''.splitlines(keepends=True)
```

次に Differ オブジェクトをインスタンス化します:

```
>>> d = Differ()
```

注意: *Differ* オブジェクトをインスタンス化するとき、行 junk と文字 junk をフィルタリングする関数を渡すことができます。詳細は *Differ()* コンストラクタを参照してください。

最後に、2 つを比較します:

```
>>> result = list(d.compare(text1, text2))
```

`result` は文字列のリストなので、pretty-print してみましょう:

```
>>> from pprint import pprint
>>> pprint(result)
['    1. Beautiful is better than ugly.\n',
 '-   2. Explicit is better than implicit.\n',
 '-   3. Simple is better than complex.\n',
 '+   3.   Simple is better than complex.\n',
 '?     ++\n',
 '-   4. Complex is better than complicated.\n',
 '?            ^                     ---- ^\n',
 '+   4. Complicated is better than complex.\n',
 '?           ++++ ^                      ^\n',
 '+   5. Flat is better than nested.\n']
```

これは、複数行の文字列として、次のように出力されます:

```
>>> import sys
>>> sys.stdout.writelines(result)
    1. Beautiful is better than ugly.
-   2. Explicit is better than implicit.
-   3. Simple is better than complex.
+   3.   Simple is better than complex.
?     ++
-   4. Complex is better than complicated.
?            ^                     ---- ^
+   4. Complicated is better than complex.
?          ++++ ^                      ^
+   5. Flat is better than nested.
```

6.3.5 difflib のコマンドラインインターフェース

This example shows how to use difflib to create a `diff`-like utility.

```
""" Command line interface to difflib.py providing diffs in four formats:

* ndiff:    lists every line and highlights interline changes.
* context:  highlights clusters of changes in a before/after format.
* unified:  highlights clusters of changes in an inline format.
* html:     generates side by side comparison with change highlights.

"""

import sys, os, difflib, argparse
from datetime import datetime, timezone

def file_mtime(path):
    t = datetime.fromtimestamp(os.stat(path).st_mtime,
                               timezone.utc)
    return t.astimezone().isoformat()

def main():

    parser = argparse.ArgumentParser()
    parser.add_argument('-c', action='store_true', default=False,
                        help='Produce a context format diff (default)')
    parser.add_argument('-u', action='store_true', default=False,
                        help='Produce a unified format diff')
    parser.add_argument('-m', action='store_true', default=False,
                        help='Produce HTML side by side diff '
                             '(can use -c and -l in conjunction)')
    parser.add_argument('-n', action='store_true', default=False,
                        help='Produce a ndiff format diff')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    parser.add_argument('-l', '--lines', type=int, default=3,
                        help='Set number of context lines (default 3)')
    parser.add_argument('fromfile')
    parser.add_argument('tofile')
    options = parser.parse_args()

    n = options.lines
    fromfile = options.fromfile
    tofile = options.tofile

    fromdate = file_mtime(fromfile)
    todate = file_mtime(tofile)
    with open(fromfile) as ff:
        fromlines = ff.readlines()
    with open(tofile) as tf:
        tolines = tf.readlines()

    if options.u:
        diff = difflib.unified_diff(fromlines, tolines, fromfile, tofile, fromdate, todate, n=n)
    elif options.n:
        diff = difflib.ndiff(fromlines, tolines)
    elif options.m:
        diff = difflib.HtmlDiff().make_file(fromlines,tolines,fromfile,tofile,context=options.c,
↪numlines=n)
    else:
        diff = difflib.context_diff(fromlines, tolines, fromfile, tofile, fromdate, todate, n=n)

    sys.stdout.writelines(diff)

if __name__ == '__main__':
    main()
```

6.3.6 ndiff example

This example shows how to use *difflib.ndiff()*.

```
"""ndiff [-q] file1 file2
    or
ndiff (-r1 | -r2) < ndiff_output > file1_or_file2

Print a human-friendly file difference report to stdout.  Both inter-
and intra-line differences are noted.  In the second form, recreate file1
(-r1) or file2 (-r2) on stdout, from an ndiff report on stdin.

In the first form, if -q ("quiet") is not specified, the first two lines
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
of output are

-: file1
+: file2

Each remaining line begins with a two-letter code:

    "- "    line unique to file1
    "+ "    line unique to file2
    "  "    line common to both files
    "? "    line not present in either input file

Lines beginning with "? " attempt to guide the eye to intraline
differences, and were not present in either input file.  These lines can be
confusing if the source files contain tab characters.

The first file can be recovered by retaining only lines that begin with
"  " or "- ", and deleting those 2-character prefixes; use ndiff with -r1.

The second file can be recovered similarly, but by retaining only "  " and
"+ " lines; use ndiff with -r2; or, on Unix, the second file can be
recovered by piping the output through

    sed -n '/^[+ ] /s/^..//p'
"""

__version__ = 1, 7, 0

import difflib, sys

def fail(msg):
    out = sys.stderr.write
    out(msg + "\n\n")
    out(__doc__)
    return 0

# open a file & return the file object; gripe and return 0 if it
# couldn't be opened
def fopen(fname):
    try:
        return open(fname)
    except IOError as detail:
        return fail("couldn't open " + fname + ": " + str(detail))

# open two files & spray the diff to stdout; return false iff a problem
def fcompare(f1name, f2name):
    f1 = fopen(f1name)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    f2 = fopen(f2name)
    if not f1 or not f2:
        return 0

    a = f1.readlines(); f1.close()
    b = f2.readlines(); f2.close()
    for line in difflib.ndiff(a, b):
        print(line, end=' ')

    return 1

# crack args (sys.argv[1:] is normal) & compare;
# return false iff a problem

def main(args):
    import getopt
    try:
        opts, args = getopt.getopt(args, "qr:")
    except getopt.error as detail:
        return fail(str(detail))
    noisy = 1
    qseen = rseen = 0
    for opt, val in opts:
        if opt == "-q":
            qseen = 1
            noisy = 0
        elif opt == "-r":
            rseen = 1
            whichfile = val
    if qseen and rseen:
        return fail("can't specify both -q and -r")
    if rseen:
        if args:
            return fail("no args allowed with -r option")
        if whichfile in ("1", "2"):
            restore(whichfile)
            return 1
        return fail("-r value must be 1 or 2")
    if len(args) != 2:
        return fail("need 2 filename args")
    f1name, f2name = args
    if noisy:
        print('-:', f1name)
        print('+:', f2name)
    return fcompare(f1name, f2name)

# read ndiff output from stdin, and print file1 (which=='1') or
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# file2 (which=='2') to stdout

def restore(which):
    restored = difflib.restore(sys.stdin.readlines(), which)
    sys.stdout.writelines(restored)

if __name__ == '__main__':
    main(sys.argv[1:])
```

6.4 textwrap --- テキストの折り返しと詰め込み

ソースコード: Lib/textwrap.py

---

textwrap モジュールは、実際の処理を行う *TextWrapper* とともに、いくつかの便利な関数を提供しています。1 つか 2 つの文字列を wrap あるいは fill するだけの場合は便利関数で十分ですが、多くの処理を行う場合は効率のために *TextWrapper* のインスタンスを使うべきでしょう。

textwrap.wrap(*text*, *width=70*, ***, *initial_indent=''*, *subsequent_indent=''*, *expand_tabs=True*, *replace_whitespace=True*, *fix_sentence_endings=False*, *break_long_words=True*, *drop_whitespace=True*, *break_on_hyphens=True*, *tabsize=8*, *max_lines=None*, *placeholder=' [...]'*)

text (文字列) 内の段落を一つだけ折り返しを行います。したがって、すべての行が高々 *width* 文字の長さになります。最後に改行が付かない出力行のリストを返します。

オプションのキーワード引数は、以下で説明する *TextWrapper* のインスタンス属性に対応しています。

wrap() の動作についての詳細は *TextWrapper.wrap()* メソッドを参照してください。

textwrap.fill(*text*, *width=70*, ***, *initial_indent=''*, *subsequent_indent=''*, *expand_tabs=True*, *replace_whitespace=True*, *fix_sentence_endings=False*, *break_long_words=True*, *drop_whitespace=True*, *break_on_hyphens=True*, *tabsize=8*, *max_lines=None*, *placeholder=' [...]'*)

text 内の段落を一つだけ折り返しを行い、折り返しが行われた段落を含む一つの文字列を返します。*fill()* はこれの省略表現です

```
"\n".join(wrap(text, ...))
```

特に、*fill()* は *wrap()* とまったく同じ名前のキーワード引数を受け取ります。

textwrap.shorten(*text*, *width*, ***, *fix_sentence_endings=False*, *break_long_words=True*, *break_on_hyphens=True*, *placeholder=' [...]'*)

与えられた *text* を折りたたみ、切り詰めて、与えられた *width* に収まるようにします。

最初に、*text* 内の空白が折りたたまれます (すべての空白を、1 文字の空白文字で置き換えます)。結果が *width* 内に収まった場合、その結果が返されます。width に収まらない場合、残りの文字数と *placeholder* との和が *width* 内に収まるように、末尾から単語が切り捨てられます:

```
>>> textwrap.shorten("Hello  world!", width=12)
'Hello world!'
>>> textwrap.shorten("Hello  world!", width=11)
'Hello [...]'
>>> textwrap.shorten("Hello world", width=10, placeholder="...")
'Hello...'
```

オプションのキーワード引数は、以下で説明する *TextWrapper* インスタンスの属性に対応します。文字列が *TextWrapper* の *fill()* 関数に渡される前に、空白が折りたたまれます。そのため、*tabsize*、*expand_tabs*、*drop_whitespace*、*replace_whitespace* の値を変更しても、意味がありません。

Added in version 3.4.

textwrap.dedent(*text*)

text の各行に対し、共通して現れる先頭の空白を削除します。

この関数は通常、三重引用符で囲われた文字列をスクリーン/その他の左端にそろえ、なおかつソースコード中ではインデントされた形式を損なわないようにするために使われます。

タブとスペースはともにホワイトスペースとして扱われますが、同じではないことに注意してください: `" hello"` という行と `"\thello"` は、同じ先頭の空白文字をもっていないとみなされます。

空白文字しか含まない行は入力の際に無視され、出力の際に単一の改行文字に正規化されます。

例えば:

```
def test():
    # end first line with \ to avoid the empty line!
    s = '''\
    hello
      world
    '''
    print(repr(s))          # prints '    hello\n      world\n    '
    print(repr(dedent(s)))  # prints 'hello\n  world\n'
```

textwrap.indent(*text*, *prefix*, *predicate=None*)

text の中の選択された行の先頭に *prefix* を追加します。

行の分割は `text.splitlines(True)` で行います。

デフォルトでは、(改行文字を含む) 空白文字だけの行を除いてすべての行に *prefix* を追加します。

例えば:

```
>>> s = 'hello\n\n \nworld'
>>> indent(s, '  ')
'  hello\n\n \n  world'
```

省略可能な *predicate* 引数を使って、どの行をインデントするかを制御することができます。例えば、空行や空白文字のみの行にも *prefix* を追加するのは簡単です:

```
>>> print(indent(s, '+ ', lambda line: True))
+ hello
+
+
+ world
```

Added in version 3.3.

wrap()、*fill()*、*shorten()* は *TextWrapper* インスタンスを作成し、その一つのメソッドを呼び出すことで機能します。そのインスタンスは再利用されません。したがって、*wrap()* や *fill()* を使用して多くのテキスト文字列を処理するアプリケーションについては、独自の *TextWrapper* オブジェクトを作成する方が効率が良い方法でしょう。

テキストはなるべく空白か、ハイフンを含む語のハイフンの直後で折り返されます。*TextWrapper.break_long_words* が偽に設定されていなければ、必要な場合に長い語が分解されます。

class textwrap.**TextWrapper**(***kwargs*)

TextWrapper コンストラクタはたくさんのオプションのキーワード引数を受け取ります。それぞれのキーワード引数は一つのインスタンス属性に対応します。したがって、例えば

```
wrapper = TextWrapper(initial_indent="* ")
```

はこれと同じです

```
wrapper = TextWrapper()
wrapper.initial_indent = "* "
```

同じ *TextWrapper* オブジェクトは何回も再利用できます。また、使用中にインスタンス属性へ代入することでそのオプションのどれでも変更できます。

TextWrapper インスタンス属性 (とコンストラクタのキーワード引数) は以下の通りです:

width

(デフォルト: 70) 折り返しが行われる行の最大の長さ。入力行に *width* より長い単一の語が無い限り、*TextWrapper* は *width* 文字より長い出力行が無いことを保証します。

expand_tabs

(デフォルト: `True`) もし真ならば、そのときは *text* 内のすべてのタブ文字は *text* の *expandtabs()* メソッドを用いて空白に展開されます。

tabsize

(デフォルト: 8) *expand_tabs* が真の場合、*text* の中のすべての TAB 文字は tabsize と現在のカラムに応じて、ゼロ以上のスペースに展開されます。

Added in version 3.3.

replace_whitespace

(デフォルト: `True`) 真の場合、*wrap()* メソッドはタブの展開の後、wrap 処理の前に各種空白文字をスペース 1 文字に置換します。置換される空白文字は: TAB, 改行, 垂直 TAB, FF, CR (`'\t\n\v\f\r'`) です。

注釈: *expand_tabs* が偽で *replace_whitespace* が真ならば、各タブ文字は 1 つの空白に置き換えられます。それはタブ展開と同じでは **ありません** 。

注釈: *replace_whitespace* が偽の場合、改行が行の途中で現れることで出力がおかしくなることがあります。このため、テキストを (*str.splitlines()* などを使って) 段落ごとに分けて別々に wrap する必要があります。

---

drop_whitespace

(デフォルト: `True`) 真の場合、(wrap 処理のあとインデント処理の前に) 各行の最初と最後の空白文字を削除します。ただし、段落の最初の空白については、次の文字が空白文字でない場合は削除されません。削除される空白文字が行全体に及ぶ場合は、行自体を削除します。

initial_indent

(default: `''`) wrap の出力の最初の行の先頭に付与する文字列。最初の行の長さに加算されます。空文字列の場合インデントされません。

subsequent_indent

(デフォルト: `''`) 一行目以外の折り返しが行われる出力のすべての行の先頭に付けられる文字列。一行目以外の各行の折り返しまでの長さにカウントされます。

fix_sentence_endings

(デフォルト: `False`) もし真ならば、*TextWrapper* は文の終わりを見つけようとし、確実に文がちょうど二つの空白で常に区切られているようにします。これは一般的に固定スペースフォントのテキストに対して望ましいです。しかし、文の検出アルゴリズムは完全ではありません: 文の終わりには、後ろ

に空白がある '.', '!' または '?' の中の一つ、ことによると '"' あるいは "'" が付随する小文字があると仮定しています。このアルゴリズムに伴う一つの問題は下記の”Dr.” と

```
[...] Dr. Frankenstein's monster [...]
```

下記の”Spot.” の間の差異を検出できないことです

```
[...] See Spot. See Spot run [...]
```

fix_sentence_endings はデフォルトで偽です。

文検出アルゴリズムは” 小文字” の定義のために string.lowercase に依存し、同一行の文を区切るためにピリオドの後に二つの空白を使う慣習に依存しているため、英文テキストに限定されたものです。

break_long_words

(デフォルト: True) もし真ならば、そのとき *width* より長い行が確実にないようにするために、*width* より長い語は切られます。偽ならば、長い語は切られないでしょう。そして、*width* より長い行があるかもしれません。(*width* を超える分を最小にするために、長い語は単独で一行に置かれるでしょう。)

break_on_hyphens

(デフォルト: True) 真の場合、英語で一般的なように、ラップ処理は空白か合成語に含まれるハイフンの直後で行われます。偽の場合、空白だけが改行に適した位置として判断されます。ただし、本当に語の途中で改行が行われないようにするためには、*break_long_words* 属性を真に設定する必要があります。過去のバージョンでのデフォルトの振る舞いは、常にハイフンの直後での改行を許していました。

max_lines

(デフォルト None) None 以外の場合、出力は行数 *max_lines* を超えないようにされ、切り詰める際には出力の最後の行を *placeholder* に置き換えます。

Added in version 3.4.

placeholder

(デフォルト: ' [...]') 切り詰める場合に出力の最後の行に置く文字列です。

Added in version 3.4.

TextWrapper はモジュールレベルの簡易関数に類似したいくつかの公開メソッドも提供します:

wrap(*text*)

1 段落の文字列 *text* を、各行が *width* 文字以下になるように wrap します。wrap のすべてのオプションは *TextWrapper* インスタンスの属性から取得します。結果の、行末に改行のない行のリストを返します。出力の内容が空になる場合は、返すリストも空になります。

fill(*text*)

text 内の段落を一つだけ折り返しを行い、折り返しが行われた段落を含む一つの文字列を返します。

6.5 unicodedata --- Unicode データベース

このモジュールは、すべてのユニコード文字の文字プロパティを定義するユニコード文字データベース (UCD) へのアクセスを提供します。このデータベースに含まれているデータは、UCD バージョン 15.1.0 から作成されています。

このモジュールは、ユニコード標準付録 #44「ユニコード文字データベース」で定義されているのと同じ名前およびシンボルを使用します。このモジュールは次のような関数を定義します:

unicodedata.lookup(*name*)

名前に対応する文字を探します。その名前の文字が見つかった場合、その文字が返されます。見つからなかった場合には、*KeyError* を発生させます。

バージョン 3.3 で変更: name aliases[*1] と named sequences[*2] のサポートが追加されました。

unicodedata.name(*chr*[, *default*])

文字 *chr* に付いている名前を、文字列で返します。名前が定義されていない場合には *default* が返されますが、この引数が与えられていなければ *ValueError* を発生させます。

unicodedata.decimal(*chr*[, *default*])

文字 *chr* に割り当てられている十進数を、整数で返します。この値が定義されていない場合には *default* が返されますが、この引数が与えられていなければ *ValueError* を発生させます。

unicodedata.digit(*chr*[, *default*])

文字 *chr* に割り当てられている数値を、整数で返します。この値が定義されていない場合には *default* が返されますが、この引数が与えられていなければ *ValueError* を発生させます。

unicodedata.numeric(*chr*[, *default*])

文字 *chr* に割り当てられている数値を、float で返します。この値が定義されていない場合には *default* が返されますが、この引数が与えられていなければ *ValueError* を発生させます。

unicodedata.category(*chr*)

文字 *chr* に割り当てられた、汎用カテゴリを返します。

[*1] https://www.unicode.org/Public/15.1.0/ucd/NameAliases.txt
[*2] https://www.unicode.org/Public/15.1.0/ucd/NamedSequences.txt

unicodedata.**bidirectional**(*chr*)

文字 *chr* に割り当てられた、双方向クラスを返します。そのような値が定義されていない場合、空の文字列が返されます。

unicodedata.**combining**(*chr*)

文字 *chr* に割り当てられた正規結合クラスを返します。結合クラス定義されていない場合、0 が返されます。

unicodedata.**east_asian_width**(*chr*)

ユニコード文字 *chr* に割り当てられた east asian width を文字列で返します。

unicodedata.**mirrored**(*chr*)

文字 *chr* に割り当てられた、鏡像化のプロパティを返します。その文字が双方向テキスト内で鏡像化された文字である場合には 1 を、それ以外の場合には 0 を返します。

unicodedata.**decomposition**(*chr*)

文字 *chr* に割り当てられた、文字分解マッピングを、文字列型で返します。そのようなマッピングが定義されていない場合、空の文字列が返されます。

unicodedata.**normalize**(*form*, *unistr*)

Unicode 文字列 *unistr* の正規形 *form* を返します。*form* の有効な値は、'NFC'、'NFKC'、'NFD'、'NFKD' です。

Unicode 規格は標準等価性 (canonical equivalence) と互換等価性 (compatibility equivalence) に基づいて、様々な Unicode 文字列の正規形を定義します。Unicode では、複数の方法で表現できる文字があります。たとえば、文字 U+00C7 (LATIN CAPITAL LETTER C WITH CEDILLA) は、U+0043 (LATIN CAPITAL LETTER C) U+0327 (COMBINING CEDILLA) というシーケンスとしても表現できます。

各文字には 2 つの正規形があり、それぞれ正規形 C と正規形 D といいます。正規形 D (NFD) は標準分解 (canonical decomposition) としても知られており、各文字を分解された形に変換します。正規形 C (NFC) は標準分解を適用した後、結合済文字を再構成します。

互換等価性に基づいて、2 つの正規形が加えられています。Unicode では、一般に他の文字との統合がサポートされている文字があります。たとえば、U+2160 (ROMAN NUMERAL ONE) は事実上 U+0049 (LATIN CAPITAL LETTER I) と同じものです。しかし、Unicode では、既存の文字集合 (たとえば gb2312) との互換性のために、これがサポートされています。

正規形 KD (NFKD) は、互換分解 (compatibility decomposition) を適用します。すなわち、すべての互換文字を、等価な文字で置換します。正規形 KC (NFKC) は、互換分解を適用してから、標準分解を適用します。

2 つの unicode 文字列が正規化されていて人間の目に同じに見えても、片方が結合文字を持っていてもう片方が持っていない場合、それらは完全に同じではありません。

unicodedata.**is_normalized**(*form*, *unistr*)

Unicode 文字列 *unistr* が正規形 *form* かどうかを返します。*form* の有効な値は、'NFC'、'NFKC'、'NFD'、'NFKD' です。

Added in version 3.8.

更に、本モジュールは以下の定数を公開します:

unicodedata.**unidata_version**

このモジュールで使われている Unicode データベースのバージョン。

unicodedata.**ucd_3_2_0**

これはモジュール全体と同じメソッドを具えたオブジェクトですが、Unicode データベースバージョン 3.2 を代わりに使っており、この特定のバージョンの Unicode データベースを必要とするアプリケーション (IDNA など) のためものです。

例:

```
>>> import unicodedata
>>> unicodedata.lookup('LEFT CURLY BRACKET')
'{'
>>> unicodedata.name('/')
'SOLIDUS'
>>> unicodedata.decimal('9')
9
>>> unicodedata.decimal('a')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: not a decimal
>>> unicodedata.category('A')  # 'L'etter, 'u'ppercase
'Lu'
>>> unicodedata.bidirectional('\u0660') # 'A'rabic, 'N'umber
'AN'
```

脚注

6.6 stringprep --- インターネットの文字列調製

ソースコード: Lib/stringprep.py

(ホスト名のような) インターネット上にある存在に識別名をつける際、しばしば識別名間の ” 等価性” 比較を行う必要があります。厳密には、例えば大小文字の区別をするかしないかいったように、比較をどのように行うかはアプリケーションの領域に依存します。また、例えば ” 印字可能な” 文字で構成された識別名だけを許可するといったように、可能な識別名を制限することも必要となるかもしれません。

RFC 3454 では、インターネットプロトコル上で Unicode 文字列を ” 調製 (prepare)” するためのプロシジャを定義しています。文字列は通信路に載せられる前に調製プロシジャで処理され、その結果ある正規化された形式になります。RFC ではあるテーブルの集合を定義しており、それらはプロファイルにまとめられています。各プロファイルでは、どのテーブルを使い、stringprep プロシジャのどのオプション部分がプロファイルの一部になっているかを定義しています。stringprep プロファイルの一つの例は nameprep で、国際化されたドメイン名に使われます。

stringprep モジュールは **RFC 3454** のテーブルを公開しているに過ぎません。これらのテーブルは辞書やリストとして表現するには大きすぎるので、このモジュールでは Unicode 文字データベースを内部的に利用しています。モジュールソースコード自体は mkstringprep.py ユーティリティを使って生成されました。

その結果、これらのテーブルはデータ構造体ではなく、関数として公開されています。RFC には 2 種類のテーブル: 集合およびマップ、が存在します。集合については、*stringprep* は ” 特性関数 (characteristic function)” 、すなわち引数が集合の一部である場合に True を返す関数を提供します。マッピングについては、マップ関数: キーが与えられると、それに関連付けられた値を返す関数を提供します。以下はこのモジュールで利用可能な全ての関数を列挙したものです。

stringprep.**in_table_a1**(*code*)

code がテーブル A.1 (Unicode 3.2 における未割り当てコードポイント: unassigned code point) かどうか判定します。

stringprep.**in_table_b1**(*code*)

code がテーブル B.1 (一般には何にも対応付けられていない: commonly mapped to nothing) かどうか判定します。

stringprep.**map_table_b2**(*code*)

テーブル B.2 (NFKC で用いられる大小文字の対応付け) に従って、*code* に対応付けられた値を返します。

stringprep.**map_table_b3**(*code*)

テーブル B.3 (正規化を伴わない大小文字の対応付け) に従って、*code* に対応付けられた値を返します。

stringprep.**in_table_c11**(*code*)

code がテーブル C.1.1 (ASCII スペース文字) かどうか判定します。

stringprep.**in_table_c12**(*code*)

code がテーブル C.1.2 (非 ASCII スペース文字) かどうか判定します。

stringprep.**in_table_c11_c12**(*code*)

code がテーブル C.1 (スペース文字、C.1.1 および C.1.2 の和集合) かどうか判定します。

stringprep.**in_table_c21**(*code*)

code がテーブル C.2.1 (ASCII 制御文字) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c22(*code*)

code がテーブル C.2.2 (非 ASCII 制御文字) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c21_c22(*code*)

code がテーブル C.2 (制御文字、C.2.1 および C.2.2 の和集合) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c3(*code*)

code がテーブル C.3 (プライベート利用) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c4(*code*)

code がテーブル C.4 (非文字コードポイント: non-character code points) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c5(*code*)

code がテーブル C.5 (サロゲーションコード) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c6(*code*)

code がテーブル C.6 (平文:plain text として不適切) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c7(*code*)

code がテーブル C.7 (標準表現:canonical representation として不適切) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c8(*code*)

code がテーブル C.8 (表示プロパティの変更または撤廃) かどうか判定します。

stringprep.in_table_c9(*code*)

code がテーブル C.9 (タグ文字) かどうか判定します。

stringprep.in_table_d1(*code*)

code がテーブル D.1 (双方向プロパティ "R" または "AL" を持つ文字) かどうか判定します。

stringprep.in_table_d2(*code*)

code がテーブル D.2 (双方向プロパティ "L" を持つ文字) かどうか判定します。

6.7 readline --- GNU readline のインターフェース

readline モジュールでは、補完や Python インタプリタからの履歴ファイルの読み書きを容易にするための多くの関数を定義しています。このモジュールは直接、または *rlcompleter* モジュールを介して使うことができます。*rlcompleter* モジュールは対話的プロンプトで Python 識別子の補完をサポートするものです。このモジュールで利用される設定は、インタプリタの対話プロンプトならびに組み込みの *input()* 関数の両方の挙動に影響します。

readline のキーバインディングは初期化ファイルで設定できます。このファイルは、たいていはホームディレクトリに `.inputrc` という名前で置いてあります。GNU Readline マニュアルの Readline Init File を参照して、そのファイルの形式や可能な構成、Readline ライブラリ全体の機能を知ってください。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外。

このモジュールは WebAssembly プラットフォームと iOS では動作しないか、利用不可です。WASM 上での利用可能性についてのさらなる情報は *WebAssembly* **プラットフォーム** を、iOS 上での利用可能性についてのさらなる情報は *iOS* を見てください。

注釈: The underlying Readline library API may be implemented by the `editline` (`libedit`) library instead of GNU readline. On macOS the *`readline`* module detects which library is being used at run time.

The configuration file for `editline` is different from that of GNU readline. If you programmatically load configuration strings you can use *`backend`* to determine which library is being used.

If you use `editline`/`libedit` readline emulation on macOS, the initialization file located in your home directory is named `.editrc`. For example, the following content in `~/.editrc` will turn ON *vi* keybindings and TAB completion:

```
python:bind -v
python:bind ^I rl_complete
```

---

readline.backend

The name of the underlying Readline library being used, either `"readline"` or `"editline"`.

Added in version 3.13.

6.7.1 初期化ファイル

以下の関数は初期化ファイルならびにユーザ設定関連のものです:

readline.parse_and_bind(*string*)

string 引数で渡された最初の行を実行します。これにより下層のライブラリーの `rl_parse_and_bind()` が呼ばれます。

readline.read_init_file([*filename*])

readline 初期化ファイルを実行します。デフォルトのファイル名は最後に使用されたファイル名です。これにより下層のライブラリーの `rl_read_init_file()` が呼ばれます。

6.7.2 行バッファ

以下の関数は行バッファを操作します:

readline.**get_line_buffer**()

行バッファ (下層のライブラリーの `rl_line_buffer`) の現在の内容を返します。

readline.**insert_text**(*string*)

テキストをカーサー位置の行バッファに挿入します。これにより下層のライブラリーの `rl_insert_text()` が呼ばれますが、戻り値は無視されます。

readline.**redisplay**()

スクリーンの表示を変更して行バッファの現在の内容を反映させます。これにより下層のライブラリーの `rl_redisplay()` が呼ばれます。

6.7.3 履歴ファイル

以下の関数は履歴ファイルを操作します:

readline.**read_history_file**([*filename*])

readline 履歴ファイルを読み込み、履歴リストに追加します。デフォルトのファイル名は `~/.history` です。これにより下層のライブラリーの `read_history()` が呼ばれます。

readline.**write_history_file**([*filename*])

履歴リストを readline 履歴ファイルに保存します。既存のファイルは上書きされます。デフォルトのファイル名は `~/.history` です。これにより下層のライブラリーの `write_history()` が呼ばれます。

readline.**append_history_file**(*nelements*[, *filename*])

履歴の最後の *nelements* 項目をファイルに追加します。デフォルトのファイル名は `~/.history` です。ファイルは存在していなくてはなりません。これにより下層のライブラリーの `append_history()` が呼ばれます。Python がこの機能をサポートするライブラリーのバージョンでコンパイルされたときのみ、この関数は存在します。

Added in version 3.5.

readline.**get_history_length**()

readline.**set_history_length**(*length*)

Set or return the desired number of lines to save in the history file. The *write_history_file()* function uses this value to truncate the history file, by calling `history_truncate_file()` in the underlying library. Negative values imply unlimited history file size.

6.7.4 履歴リスト

以下の関数はグローバルな履歴リストを操作します:

readline.clear_history()

現在の履歴をクリアします。これにより下層のライブラリーの clear_history() が呼ばれます。Python がこの機能をサポートするライブラリーのバージョンでコンパイルされたときのみ、この関数は存在します。

readline.get_current_history_length()

履歴に現在ある項目の数を返します。(*get_history_length()* は履歴ファイルに書かれる最大行数を返します。)

readline.get_history_item(*index*)

現在の履歴の *index* 番目の項目を返します。添字は 1 から始まります。これにより下層のライブラリーの history_get() が呼ばれます。

readline.remove_history_item(*pos*)

履歴から指定された位置の項目を削除します。添字は 0 から始まります。これにより下層のライブラリーの remove_history() が呼ばれます。

readline.replace_history_item(*pos*, *line*)

指定された位置の項目を *line* で置き換えます。添字は 0 から始まります。これにより下層のライブラリーの replace_history_entry() が呼ばれます。

readline.add_history(*line*)

最後に入力したかのように、*line* を履歴バッファに追加します。これにより下層のライブラリーの add_history() が呼ばれます。

readline.set_auto_history(*enabled*)

Enable or disable automatic calls to add_history() when reading input via readline. The *enabled* argument should be a Boolean value that when true, enables auto history, and that when false, disables auto history.

Added in version 3.6.

CPython 実装の詳細: Auto history is enabled by default, and changes to this do not persist across multiple sessions.

6.7.5 開始フック

readline.set_startup_hook([*function*])

Set or remove the function invoked by the `rl_startup_hook` callback of the underlying library. If *function* is specified, it will be used as the new hook function; if omitted or `None`, any function already installed is removed. The hook is called with no arguments just before readline prints the first prompt.

readline.set_pre_input_hook([*function*])

Set or remove the function invoked by the `rl_pre_input_hook` callback of the underlying library. If *function* is specified, it will be used as the new hook function; if omitted or `None`, any function already installed is removed. The hook is called with no arguments after the first prompt has been printed and just before readline starts reading input characters. This function only exists if Python was compiled for a version of the library that supports it.

6.7.6 補完

The following functions relate to implementing a custom word completion function. This is typically operated by the Tab key, and can suggest and automatically complete a word being typed. By default, Readline is set up to be used by *rlcompleter* to complete Python identifiers for the interactive interpreter. If the *readline* module is to be used with a custom completer, a different set of word delimiters should be set.

readline.set_completer([*function*])

completer 関数を設定または削除します。*function* が指定された場合、新たな completer 関数として用いられます; 省略された場合や `None` の場合、現在インストールされている completer 関数は削除されます。completer 関数は `function(text, state)` の形式で、関数が文字列でない値を返すまで *state* を `0`, `1`, `2`, ..., にして呼び出します。この関数は *text* から始まる補完結果として次に来そうなものを返さなければなりません。

The installed completer function is invoked by the *entry_func* callback passed to `rl_completion_matches()` in the underlying library. The *text* string comes from the first parameter to the `rl_attempted_completion_function` callback of the underlying library.

readline.get_completer()

completer 関数を取得します。completer 関数が設定されていなければ `None` を返します。

readline.get_completion_type()

Get the type of completion being attempted. This returns the `rl_completion_type` variable in the underlying library as an integer.

readline.get_begidx()

readline.get_endidx()

Get the beginning or ending index of the completion scope. These indexes are the *start* and *end* arguments passed to the rl_attempted_completion_function callback of the underlying library. The values may be different in the same input editing scenario based on the underlying C readline implementation. Ex: libedit is known to behave differently than libreadline.

readline.set_completer_delims(*string*)

readline.get_completer_delims()

Set or get the word delimiters for completion. These determine the start of the word to be considered for completion (the completion scope). These functions access the rl_completer_word_break_characters variable in the underlying library.

readline.set_completion_display_matches_hook([*function*])

Set or remove the completion display function. If *function* is specified, it will be used as the new completion display function; if omitted or None, any completion display function already installed is removed. This sets or clears the rl_completion_display_matches_hook callback in the underlying library. The completion display function is called as function(substitution, [matches], longest_match_length) once each time matches need to be displayed.

6.7.7 使用例

以下の例では、ユーザのホームディレクトリにある履歴ファイル .python_history の読み込みと保存を自動的に行うために、*readline* モジュールの履歴の読み書き関数をどのように使うかを示しています。以下のソースコードは通常、対話セッション中はユーザの PYTHONSTARTUP ファイルから自動的に実行されます:

```
import atexit
import os
import readline

histfile = os.path.join(os.path.expanduser("~"), ".python_history")
try:
    readline.read_history_file(histfile)
    # default history len is -1 (infinite), which may grow unruly
    readline.set_history_length(1000)
except FileNotFoundError:
    pass

atexit.register(readline.write_history_file, histfile)
```

Python が 対話モード で実行される時、このコードは実際には自動的に実行されます (*readline* **の設定** を参照してください)。

次の例では上記と同じ目的を達成できますが、ここでは新規の履歴のみを追加することで、並行して対話セッショ

ンがサポートされます:

```
import atexit
import os
import readline
histfile = os.path.join(os.path.expanduser("~"), ".python_history")

try:
    readline.read_history_file(histfile)
    h_len = readline.get_current_history_length()
except FileNotFoundError:
    open(histfile, 'wb').close()
    h_len = 0

def save(prev_h_len, histfile):
    new_h_len = readline.get_current_history_length()
    readline.set_history_length(1000)
    readline.append_history_file(new_h_len - prev_h_len, histfile)
atexit.register(save, h_len, histfile)
```

次の例では *code.InteractiveConsole* クラスを拡張し、履歴の保存・復旧をサポートします。

```
import atexit
import code
import os
import readline

class HistoryConsole(code.InteractiveConsole):
    def __init__(self, locals=None, filename="<console>",
                 histfile=os.path.expanduser("~/.console-history")):
        code.InteractiveConsole.__init__(self, locals, filename)
        self.init_history(histfile)

    def init_history(self, histfile):
        readline.parse_and_bind("tab: complete")
        if hasattr(readline, "read_history_file"):
            try:
                readline.read_history_file(histfile)
            except FileNotFoundError:
                pass
            atexit.register(self.save_history, histfile)

    def save_history(self, histfile):
        readline.set_history_length(1000)
        readline.write_history_file(histfile)
```

6.8 rlcompleter --- GNU readline の補完機能

ソースコード: Lib/rlcompleter.py

The `rlcompleter` module defines a completion function suitable to be passed to *set_completer()* in the *readline* module.

When this module is imported on a Unix platform with the *readline* module available, an instance of the *Completer* class is automatically created and its *complete()* method is set as the *readline completer*. The method provides completion of valid Python identifiers and keywords.

以下はプログラム例です:

```
>>> import rlcompleter
>>> import readline
>>> readline.parse_and_bind("tab: complete")
>>> readline. <TAB PRESSED>
readline.__doc__          readline.get_line_buffer(  readline.read_init_file(
readline.__file__         readline.insert_text(      readline.set_completer(
readline.__name__         readline.parse_and_bind(
>>> readline.
```

The `rlcompleter` module is designed for use with Python's interactive mode. Unless Python is run with the `-S` option, the module is automatically imported and configured (see *readline* の設定).

readline のないプラットフォームでも、このモジュールで定義される *Completer* クラスは独自の目的に使えます。

class rlcompleter.Completer

Completer オブジェクトは以下のメソッドを持っています:

complete(*text*, *state*)

Return the next possible completion for *text*.

When called by the *readline* module, this method is called successively with `state == 0, 1, 2, ...` until the method returns `None`.

もし *text* がピリオド (`'.'`) を含まない場合、*__main__* 、*builtins* で定義されている名前か、キーワード (*keyword* モジュールで定義されている) から補完されます。

If called for a dotted name, it will try to evaluate anything without obvious side-effects (functions will not be evaluated, but it can generate calls to `__getattr__()`) up to the last part, and find matches for the rest via the *dir()* function. Any exception raised during the evaluation of the expression is caught, silenced and *None* is returned.

第

SEVEN

バイナリデータ処理

この章で紹介されているモジュールはバイナリデータを扱うための基本的な処理を提供しています。ファイルフォーマットやネットワークプロトコルなど、その他のバイナリデータ処理については、それぞれの節で解説されています。

テキスト処理サービス で紹介する一部のライブラリには、ASCII 互換のバイナリフォーマットで利用できるもの (例: *re*) や 、すべてのバイナリデータで利用できるもの (例: *difflib*) があります。

加えて、**バイナリシーケンス型** *--- bytes, bytearray, memoryview* に書かれている Python ビルトインデータ型についても参照してください。

7.1 struct --- バイト列をパックされたバイナリデータとして解釈する

ソースコード: Lib/struct.py

This module converts between Python values and C structs represented as Python *bytes* objects. Compact *format strings* describe the intended conversions to/from Python values. The module's functions and objects can be used for two largely distinct applications, data exchange with external sources (files or network connections), or data transfer between the Python application and the C layer.

注釈: When no prefix character is given, native mode is the default. It packs or unpacks data based on the platform and compiler on which the Python interpreter was built. The result of packing a given C struct includes pad bytes which maintain proper alignment for the C types involved; similarly, alignment is taken into account when unpacking. In contrast, when communicating data between external sources, the programmer is responsible for defining byte ordering and padding between elements. See **バイトオーダ、サイズ、アラインメント** for details.

いくつかの *struct* の関数 (および *Struct* のメソッド) は *buffer* 引数を取ります。これは bufferobjects を実装していて読み取り可能または読み書き可能なバッファを提供するオブジェクトのことです。この目的のために使

われる最も一般的な型は *bytes* と *bytearray* ですが、バイトの配列とみなすことができるような他の多くの型がバッファプロトコルを実装しています。そのため、それらは *bytes* オブジェクトから追加のコピーなしで読み出しや書き込みができます。

7.1.1 関数と例外

このモジュールは以下の例外と関数を定義しています:

exception struct.error

様々な状況で送出される例外です。引数は何が問題なのかを記述する文字列です。

struct.pack(*format*, *v1*, *v2*, ...)

フォーマット文字列 *format* に従い値 *v1*, *v2*, ... をパックして、バイト列オブジェクトを返します。引数は指定したフォーマットが要求する型と正確に一致していなければなりません。

struct.pack_into(*format*, *buffer*, *offset*, *v1*, *v2*, ...)

フォーマット文字列 *format* に従い値 *v1*, *v2*, ... をパックしてバイト列にし、書き込み可能な *buffer* のオフセット *offset* 位置より書き込みます。オフセットは省略出来ません。

struct.unpack(*format*, *buffer*)

(`pack(format, ...)` でパックされたであろう) バッファ *buffer* を、書式文字列 *format* に従ってアンパックします。値が一つしかない場合を含め、結果はタプルで返されます。バッファのバイトサイズは、*calcsize()* の返り値である書式文字列が要求するサイズと一致しなければなりません。

struct.unpack_from(*format*, */*, *buffer*, *offset=0*)

バッファ *buffer* を、*offset* の位置から書式文字列 *format* に従ってアンパックします。値が一つしかない場合を含め、結果はタプルで返されます。*offset* を始点とするバッファのバイトサイズは、少なくとも *calcsize()* の返り値である書式文字列が要求するサイズでなければなりません。

struct.iter_unpack(*format*, *buffer*)

バッファ *buffer* を、書式文字列 *format* に従ってイテレータ形式でアンパックします。この関数が返すイテレータは、すべての内容を読み終わるまでバッファから一定の大きさのチャンクを読み取ります。バッファのバイトサイズは、*calcsize()* の返り値である書式文字列が要求するサイズの倍数でなければなりません。

イテレーション毎に書式文字列で指定されたタプルを yield します。

Added in version 3.4.

struct.calcsize(*format*)

書式文字列 *format* に従って、構造体 (それと `pack(format, ...)` によって作成されるバイト列オブジェクト) のサイズを返します。

7.1.2 書式文字列

Format strings describe the data layout when packing and unpacking data. They are built up from *format characters*, which specify the type of data being packed/unpacked. In addition, special characters control the *byte order, size and alignment*. Each format string consists of an optional prefix character which describes the overall properties of the data and one or more format characters which describe the actual data values and padding.

バイトオーダ、サイズ、アラインメント

By default, C types are represented in the machine's native format and byte order, and properly aligned by skipping pad bytes if necessary (according to the rules used by the C compiler). This behavior is chosen so that the bytes of a packed struct correspond exactly to the memory layout of the corresponding C struct. Whether to use native byte ordering and padding or standard formats depends on the application.

これに代わって、フォーマット文字列の最初の文字を使って、バイトオーダやサイズ、アラインメントを指定することができます。指定できる文字を以下のテーブルに示します:

文字	バイトオーダ	サイズ	アラインメント
`@`	native	native	native
`=`	native	standard	none
`<`	リトルエンディアン	standard	none
`>`	ビッグエンディアン	standard	none
`!`	ネットワーク (= ビッグエンディアン)	standard	none

フォーマット文字列の最初の文字が上のいずれかでない場合、`'@'` であるとみなされます。

注釈: The number 1023 (`0x3ff` in hexadecimal) has the following byte representations:

- `03 ff` in big-endian (`>`)
- `ff 03` in little-endian (`<`)

Python の例:

```
>>> import struct
>>> struct.pack('>h', 1023)
b'\x03\xff'
>>> struct.pack('<h', 1023)
b'\xff\x03'
```

ネイティブのバイトオーダはビッグエンディアンかリトルエンディアンで、ホストシステムに依存します。例えば、Intel x86、AMD64 (x86-64) および Apple M1 はリトルエンディアンです。IBM z および多くの古いアーキテクチャはビッグエンディアンです。使っているシステムでのエンディアンは *sys.byteorder* を使って調べて下さい。

ネイティブのサイズおよびアラインメントは C コンパイラの `sizeof` 式で決定されます。ネイティブのサイズおよびアラインメントはネイティブのバイトオーダと同時に使われます。

標準のサイズはフォーマット文字だけで決まります。**書式指定文字** の表を参照して下さい。

`'@'` と `'='` の違いに注意してください: 両方ともネイティブのバイトオーダですが、後者のバイトサイズとアラインメントは標準のものに合わせてあります。

The form `'!'` represents the network byte order which is always big-endian as defined in IETF RFC 1700.

バイトオーダに関して、「(強制的にバイトスワップを行う) ネイティブの逆」を指定する方法はありません。`'<'` または `'>'` のうちふさわしい方を選んでください。

注釈:

(1) パディングは構造体のメンバの並びの中にだけ自動で追加されます。最初や最後にパディングが追加されることはありません。

(2) ネイティブでないサイズおよびアラインメントが使われる場合にはパディングは行われません (たとえば '<', '>', '=', '!' を使った場合です)。

(3) 特定の型によるアラインメント要求に従うように構造体の末端をそろえるには、繰り返し回数をゼロにした特定の型でフォーマットを終端します。**使用例** を参照して下さい。

書式指定文字

フォーマット文字 (format character) は以下の意味を持っています; C と Python の間の変換では、値は正確に以下に指定された型でなくてはなりません:「標準のサイズ」列は standard サイズ使用時にパックされた値が何バイトかを示します。つまり、フォーマット文字列が `'<'`, `'>'`, `'!'`, `'='` のいずれかで始まっている場合のものです。native サイズ使用時にはパックされた値の大きさはプラットフォーム依存です。

フォーマット	C の型	Python の型	標準のサイズ	注釈
x	パディングバイト	値なし		(7)
c	char	長さ 1 のバイト列	1	
b	signed char	整数	1	(1), (2)
B	unsigned char	整数	1	(2)
?	_Bool	真偽値型 (bool)	1	(1)
h	short	整数	2	(2)
H	unsigned short	整数	2	(2)
i	int	整数	4	(2)
I	unsigned int	整数	4	(2)
l	long	整数	4	(2)
L	unsigned long	整数	4	(2)
q	long long	整数	8	(2)
Q	unsigned long long	整数	8	(2)
n	ssize_t	整数		(3)
N	size_t	整数		(3)
e	(6)	浮動小数点数	2	(4)
f	float	浮動小数点数	4	(4)
d	double	浮動小数点数	8	(4)
s	char[]	bytes		(9)
p	char[]	bytes		(8)
P	void*	整数		(5)

バージョン 3.3 で変更: 'n' および 'N' フォーマットのサポートが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: 'e' フォーマットのサポートが追加されました。

注釈:

(1) '?' 変換コードは C99 で定義された _Bool 型に対応します。その型が利用できない場合は、char で代用されます。標準モードでは常に 1 バイトで表現されます。

(2) When attempting to pack a non-integer using any of the integer conversion codes, if the non-integer has a __index__() method then that method is called to convert the argument to an integer before packing.

バージョン 3.2 で変更: Added use of the __index__() method for non-integers.

(3) 'n' および 'N' 変換コードは (デフォルトもしくはバイトオーダ文字 '@' 付きで選択される) native サイズ使用時のみ利用できます。standard サイズ使用時には、自身のアプリケーションに適する他の整数フォーマットを使うことができます。

(4) 'f' 、'd' および 'e' 変換コードについて、パックされた表現は IEEE 754 binary32 ('f' の場合) 、binary64 ('d' の場合) 、または binary16('e' の場合) フォーマットが、プラットフォームにおける浮動小数点数のフォーマットに関係なく使われます。

(5) 'P' フォーマット文字はネイティブバイトオーダでのみ利用可能です (デフォルトのネットワークバイトオーダに設定するか、'@' バイトオーダ指定文字を指定しなければなりません)。'=' を指定した場合、ホスト計算機のバイトオーダに基づいてリトルエンディアンとビッグエンディアンのどちらを使うかを決めます。struct モジュールはこの設定をネイティブのオーダ設定として解釈しないので、'P' を使うことはできません。

(6) IEEE 754 の binary16 " 半精度" 型は、IEEE 754 standard の 2008 年の改訂で導入されました。半精度型は、符号 bit 、5 bit の指数部、11 bit の精度 (明示的には 10 bit が保存される) を持ち、おおよそ 6.1e-05 から 6.5e+04 までの数を完全な精度で表現できます。この型は C コンパイラでは広くはサポートされていません: たいていのマシンでは、保存するのに unsigned short が使えますが、数学の演算には使えません。詳しいことは Wikipedia の half-precision floating-point format のページを参照してください。

(7) When packing, 'x' inserts one NUL byte.

(8) フォーマット文字 'p' は "Pascal 文字列 (pascal string)" をコードします。Pascal 文字列は count で与えられる **固定長のバイト列** に収められた短い可変長の文字列です。このデータの先頭の 1 バイトには文字列の長さか 255 のうち、小さい方の数が収められます。その後に文字列のバイトデータが続きます。*pack()* に渡された Pascal 文字列の長さが長すぎた (count-1 よりも長い) 場合、先頭の count-1 バイトが書き込まれます。文字列が count-1 よりも短い場合、指定した count バイトに達するまでの残りの部分はヌルで埋められます。*unpack()* では、フォーマット文字 'p' は指定された count バイトだけデータを読み込みますが、返される文字列は決して 255 文字を超えることはないので注意してください。

(9) For the 's' format character, the count is interpreted as the length of the bytes, not a repeat count like for the other format characters; for example, '10s' means a single 10-byte string mapping to or from a single Python byte string, while '10c' means 10 separate one byte character elements (e.g., cccccccccc) mapping to or from ten different Python byte objects. (See **使用例** for a concrete demonstration of the difference.) If a count is not given, it defaults to 1. For packing, the string is truncated or padded with null bytes as appropriate to make it fit. For unpacking, the resulting bytes object always has exactly the specified number of bytes. As a special case, '0s' means a single, empty string (while '0c' means 0 characters).

フォーマット文字の前に整数をつけ、繰り返し回数 (count) を指定することができます。例えば、フォーマット文字列 '4h' は 'hhhh' と全く同じ意味です。

フォーマット文字間の空白文字は無視されます; count とフォーマット文字の間にはスペースを入れてはいけません。

整数フォーマット ('b', 'B', 'h', 'H', 'i', 'I', 'l', 'L', 'q', 'Q') のいずれかを使って値 x をパックするとき x がフォーマットの適切な値の範囲に無い場合、*struct.error* が送出されます。

バージョン 3.1 で変更: 以前は、いくつかの整数フォーマットが適切な範囲にない値を覆い隠して、*struct.error*

の代わりに *DeprecationWarning* を送出していました。

'?' フォーマット文字では、返り値は *True* または *False* です。パックするときには、引数オブジェクトの論理値としての値が使われます。0 または 1 のネイティブや標準の真偽値表現でパックされ、アンパックされるときはゼロでない値は True になります。

使用例

注釈: Native byte order examples (designated by the '@' format prefix or lack of any prefix character) may not match what the reader's machine produces as that depends on the platform and compiler.

Pack and unpack integers of three different sizes, using big endian ordering:

```
>>> from struct import *
>>> pack(">bhl", 1, 2, 3)
b'\x01\x00\x02\x00\x00\x00\x03'
>>> unpack('>bhl', b'\x01\x00\x02\x00\x00\x00\x03')
(1, 2, 3)
>>> calcsize('>bhl')
7
```

Attempt to pack an integer which is too large for the defined field:

```
>>> pack(">h", 99999)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
struct.error: 'h' format requires -32768 <= number <= 32767
```

Demonstrate the difference between 's' and 'c' format characters:

```
>>> pack("@ccc", b'1', b'2', b'3')
b'123'
>>> pack("@3s", b'123')
b'123'
```

アンパックした結果のフィールドは、変数に割り当てるか named tuple でラップすることによって名前を付けることができます:

```
>>> record = b'raymond   \x32\x12\x08\x01\x08'
>>> name, serialnum, school, gradelevel = unpack('<10sHHb', record)

>>> from collections import namedtuple
>>> Student = namedtuple('Student', 'name serialnum school gradelevel')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> Student._make(unpack('<10sHHb', record))
Student(name=b'raymond   ', serialnum=4658, school=264, gradelevel=8)
```

The ordering of format characters may have an impact on size in native mode since padding is implicit. In standard mode, the user is responsible for inserting any desired padding. Note in the first `pack` call below that three NUL bytes were added after the packed `'#'` to align the following integer on a four-byte boundary. In this example, the output was produced on a little endian machine:

```
>>> pack('@ci', b'#', 0x12131415)
b'#\x00\x00\x00\x15\x14\x13\x12'
>>> pack('@ic', 0x12131415, b'#')
b'\x15\x14\x13\x12#'
>>> calcsize('@ci')
8
>>> calcsize('@ic')
5
```

The following format `'llh0l'` results in two pad bytes being added at the end, assuming the platform's longs are aligned on 4-byte boundaries:

```
>>> pack('@llh0l', 1, 2, 3)
b'\x00\x00\x00\x01\x00\x00\x00\x02\x00\x03\x00\x00'
```

参考:

array **モジュール**
: 様なデータ型からなるバイナリ記録データのパック。

json **モジュール**
: JSON encoder and decoder.

pickle **モジュール**
: Python object serialization.

7.1.3 Applications

Two main applications for the *struct* module exist, data interchange between Python and C code within an application or another application compiled using the same compiler (*native formats*), and data interchange between applications using agreed upon data layout (*standard formats*). Generally speaking, the format strings constructed for these two domains are distinct.

Native Formats

When constructing format strings which mimic native layouts, the compiler and machine architecture determine byte ordering and padding. In such cases, the `@` format character should be used to specify native byte ordering and data sizes. Internal pad bytes are normally inserted automatically. It is possible that a zero-repeat format code will be needed at the end of a format string to round up to the correct byte boundary for proper alignment of consecutive chunks of data.

Consider these two simple examples (on a 64-bit, little-endian machine):

```
>>> calcsize('@lhl')
24
>>> calcsize('@llh')
18
```

Data is not padded to an 8-byte boundary at the end of the second format string without the use of extra padding. A zero-repeat format code solves that problem:

```
>>> calcsize('@llh0l')
24
```

The `'x'` format code can be used to specify the repeat, but for native formats it is better to use a zero-repeat format like `'0l'`.

By default, native byte ordering and alignment is used, but it is better to be explicit and use the `'@'` prefix character.

Standard Formats

When exchanging data beyond your process such as networking or storage, be precise. Specify the exact byte order, size, and alignment. Do not assume they match the native order of a particular machine. For example, network byte order is big-endian, while many popular CPUs are little-endian. By defining this explicitly, the user need not care about the specifics of the platform their code is running on. The first character should typically be `<` or `>` (or `!`). Padding is the responsibility of the programmer. The zero-repeat format character won't work. Instead, the user must explicitly add `'x'` pad bytes where needed. Revisiting the examples from the previous section, we have:

```
>>> calcsize('<qh6xq')
24
>>> pack('<qh6xq', 1, 2, 3) == pack('@lhl', 1, 2, 3)
True
>>> calcsize('@llh')
18
>>> pack('@llh', 1, 2, 3) == pack('<qqh', 1, 2, 3)
True
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> calcsize('<qqh6x')
24
>>> calcsize('@llh0l')
24
>>> pack('@llh0l', 1, 2, 3) == pack('<qqh6x', 1, 2, 3)
True
```

The above results (executed on a 64-bit machine) aren't guaranteed to match when executed on different machines. For example, the examples below were executed on a 32-bit machine:

```
>>> calcsize('<qqh6x')
24
>>> calcsize('@llh0l')
12
>>> pack('@llh0l', 1, 2, 3) == pack('<qqh6x', 1, 2, 3)
False
```

7.1.4 クラス

struct モジュールは次の型を定義します:

class struct.Struct(*format*)

フォーマット文字列 *format* に従ってバイナリデータを読み書きする、新しい Struct オブジェクトを返します。`Struct` オブジェクトを一度作ってからそのメソッドを呼び出すと、フォーマット文字列のコンパイルが一度だけになるので、モジュールレベルの関数を同じフォーマットで呼び出すよりも効率的です。

注釈: The compiled versions of the most recent format strings passed to the module-level functions are cached, so programs that use only a few format strings needn't worry about reusing a single *Struct* instance.

コンパイルされた Struct オブジェクトは以下のメソッドと属性をサポートします:

pack(*v1*, *v2*, ...)

pack() 関数と同じ、コンパイルされたフォーマットを利用するメソッドです。(`len(result)` は *size* と等しいでしょう)

pack_into(*buffer*, *offset*, *v1*, *v2*, ...)

pack_into() 関数と同じ、コンパイルされたフォーマットを利用するメソッドです。

unpack(*buffer*)

unpack() 関数と同じ、コンパイルされたフォーマットを利用するメソッドです。(buffer のバイト数

は *size* と等しくなければなりません)。

unpack_from(*buffer*, *offset=0*)

unpack_from() 関数と同じ、コンパイルされたフォーマットを利用するメソッドです。(*offset* を始点とする buffer のバイト数は少なくとも *size* 以上でなければなりません)。

iter_unpack(*buffer*)

iter_unpack() 関数と同じ、コンパイルされたフォーマットを利用するメソッドです。(buffer のバイト数は *size* の倍数でなければなりません)。

Added in version 3.4.

format

この Struct オブジェクトを作成する時に利用されたフォーマット文字列です。

バージョン 3.7 で変更: The format string type is now *str* instead of *bytes*.

size

format 属性に対応する構造体の (従って *pack()* メソッドによって作成されるバイト列オブジェクトの) サイズです。

バージョン 3.13 で変更: The *repr()* of structs has changed. It is now:

```
>>> Struct('i')
Struct('i')
```

7.2 codecs --- codec レジストリと基底クラス

ソースコード: Lib/codecs.py

このモジュールは、標準的な Python codec (エンコーダとデコーダ) 用の基底クラスを定義し、codec とエラー処理検索プロセスを管理する内部の Python codec レジストリへのアクセスを提供します。多くの codec はテキストをバイトにエンコードする (そしてバイトをテキストにデコードする) **テキストエンコーディング** ですが、テキストをテキストに、またはバイトをバイトにエンコードする codec も提供されています。カスタムの codec は任意の型間でエンコードとデコードを行えますが、一部のモジュール機能は **テキストエンコーディング** か *bytes* へのエンコードのみに制限されています。

このモジュールでは、任意の codec でエンコードやデコードを行うための、以下の関数が定義されています。

codecs.encode(*obj*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

encoding に記載された codec を使用して *obj* をエンコードします。

希望のエラー処理スキームを *errors* に設定することができます。デフォルトのエラーハンドラ (エラー処理関数) は `'strict'` です。これはエンコードエラーは *ValueError* (もしくは *UnicodeEncodeError* のような、より codec に固有のサブクラス) を送出することを意味します。codec エラー処理についてのより詳しい情報は *Codec* **基底クラス** を参照してください。

`codecs.decode`(*obj*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

encoding に記載された codec を使用して *obj* をデコードします。

希望のエラー処理スキームを *errors* に設定することができます。デフォルトのエラーハンドラは `'strict'` です。これはデコードエラーは *ValueError* (もしくは *UnicodeDecodeError* のような、より codec に固有のサブクラス) を送出することを意味します。codec エラー処理についてのより詳しい情報は *Codec* **基底クラス** を参照してください。

各 codec についての詳細も、次のようにして直接調べることができます。

`codecs.lookup`(*encoding*)

Python codec レジストリから codec 情報を探し、以下で定義するような *CodecInfo* オブジェクトを返します。

エンコーディングの検索は、まずレジストリのキャッシュから行います。見つからなければ、登録されている検索関数のリストから探します。*CodecInfo* オブジェクトが一つも見つからなければ *LookupError* を送出します。見つかったら、その *CodecInfo* オブジェクトはキャッシュに保存され、呼び出し側に返されます。

class `codecs.CodecInfo`(*encode*, *decode*, *streamreader=None*, *streamwriter=None*, *incrementalencoder=None*, *incrementaldecoder=None*, *name=None*)

codec レジストリ内を検索する場合の、codec の詳細です。コントラクタ引数は、次の同名の属性に保存されます。

name

エンコーディングの名前です。

encode

decode

ステートレスなエンコーディングとデコーディングの関数です。これらは、Codec インスタンスの *encode()* メソッドと *decode()* メソッドと同じインターフェースを持っている必要があります (see *Codec* **のインターフェース** を参照)。この関数またはメソッドは、ステートレスモードで動作することが想定されています。

incrementalencoder

incrementaldecoder

インクリメンタル・エンコーダとデコーダのクラスまたはファクトリ関数です。これらは、基底クラス

の *IncrementalEncoder* と *IncrementalDecoder* が定義するインターフェースをそれぞれ提供する必要があります。インクリメンタルな codec は、ステート (内部状態) を保持することができます。

streamwriter

streamreader

ストリームライターとリーダーのクラスまたはファクトリ関数です。これらは、基底クラスの *StreamWriter* と *StreamReader* が定義するインターフェースをそれぞれ提供する必要があります。ストリーム codec は、ステートを保持することができます。

さまざまな codec 構成要素へのアクセスを簡便化するために、このモジュールは以下のような関数を提供しています。これらの関数は、codec の検索に *lookup()* を使います:

codecs.**getencoder**(*encoding*)

与えられたエンコーディングに対する codec を検索し、エンコーダ関数を返します。

エンコーディングが見つからなければ *LookupError* を送出します。

codecs.**getdecoder**(*encoding*)

与えられたエンコーディングに対する codec を検索し、デコーダ関数を返します。

エンコーディングが見つからなければ *LookupError* を送出します。

codecs.**getincrementalencoder**(*encoding*)

与えられたエンコーディングに対する codec を検索し、インクリメンタル・エンコーダクラスまたはファクトリ関数を返します。

エンコーディングが見つからないか、codec がインクリメンタル・エンコーダをサポートしなければ *LookupError* を送出します。

codecs.**getincrementaldecoder**(*encoding*)

与えられたエンコーディングに対する codec を検索し、インクリメンタル・デコーダクラスまたはファクトリ関数を返します。

エンコーディングが見つからないか、codec がインクリメンタル・デコーダをサポートしなければ *LookupError* を送出します。

codecs.**getreader**(*encoding*)

与えられたエンコーディングに対する codec を検索し、*StreamReader* クラスまたはファクトリ関数を返します。

エンコーディングが見つからなければ *LookupError* を送出します。

codecs.**getwriter**(*encoding*)

与えられたエンコーディングに対する codec を検索し、*StreamWriter* クラスまたはファクトリ関数を返します。

エンコーディングが見つからなければ *LookupError* を送出します。

次のように、適切な codec 検索関数を登録することで、カスタムの codecs を利用することができます。

codecs.**register**(*search_function*)

Register a codec search function. Search functions are expected to take one argument, being the encoding name in all lower case letters with hyphens and spaces converted to underscores, and return a *CodecInfo* object. In case a search function cannot find a given encoding, it should return `None`.

バージョン 3.9 で変更: Hyphens and spaces are converted to underscore.

codecs.**unregister**(*search_function*)

Unregister a codec search function and clear the registry's cache. If the search function is not registered, do nothing.

Added in version 3.10.

エンコードされたテキストファイルを処理する場合、組み込みの *open()* とそれに関連付けられた *io* モジュールの使用が推奨されていますが、このモジュールは追加のユーティリティ関数とクラスを提供し、バイナリファイルを処理する場合に幅広い codecs を利用できるようにします。

codecs.**open**(*filename*, *mode='r'*, *encoding=None*, *errors='strict'*, *buffering=-1*)

エンコードされたファイルを *mode* を使って開き、透過的なエンコード/デコードを提供する *StreamReaderWriter* のインスタンスを返します。デフォルトのファイルモードは `'r'` 、つまり、読み出しモードでファイルを開きます。

注釈: *encoding* が `None` でなければ、下層のエンコードされたファイルは、常にバイナリモードで開きます。読み書き時に、`'\n'` の自動変換は行われません。*mode* 引数は、組み込みの *open()* 関数が受け入れる任意のバイナリモードにすることができます。`'b'` が自動的に付加されます。

---

encoding は、そのファイルに対して使用されるエンコーディングを指定します。バイトにエンコードする、あるいはバイトからデコードするすべてのエンコーディングが許可されます。ファイルメソッドがサポートするデータ型は、使用される codec によって異なります。

エラーハンドリングのために *errors* を渡すことができます。これはデフォルトでは `'strict'` で、エンコード時にエラーがあれば *ValueError* を送出します。

buffering has the same meaning as for the built-in *open()* function. It defaults to -1 which means that the default buffer size will be used.

バージョン 3.11 で変更: `'U'` モードは削除されました。

codecs.**EncodedFile**(*file*, *data_encoding*, *file_encoding=None*, *errors='strict'*)

透過的なエンコード変換を行うファイルのラップされたバージョンである、*StreamRecoder* インスタンス

を返します。元のファイルは、ラップされたバージョンが閉じられる時に、閉じられます。

ラップされたファイルに書き込まれたデータは、指定された *data_encoding* に従ってデコードされ、次に *file_encoding* を使用して元のファイルにバイトとして書き出されます。元のファイルから読み出されたバイトは、*file_encoding* に従ってデコードされ、結果は *data_encoding* を使用してエンコードされます。

file_encoding が与えられなければ、*data_encoding* がデフォルトになります。

エラーハンドリングのために *errors* を渡すことができます。これはデフォルトでは `'strict'` で、エンコード時にエラーがあれば *ValueError* を送出します。

codecs.**iterencode**(*iterator*, *encoding*, *errors='strict'*, ***kwargs*)

インクリメンタル・エンコーダを使って、*iterator* から供給される入力を反復的にエンコードします。この関数は *generator* です。*errors* 引数は (他のあらゆるキーワード引数と同様に) インクリメンタル・エンコーダにそのまま引き渡されます。

この関数では、コーデックはエンコードするテキストの *str* オブジェクトを受け付ける必要があります。従って、base64_codec のようなバイトからバイトへのエンコーダはサポートしていません。

codecs.**iterdecode**(*iterator*, *encoding*, *errors='strict'*, ***kwargs*)

インクリメンタル・デコーダを使って、*iterator* から供給される入力を反復的にデコードします。この関数は *generator* です。*errors* 引数は (他のあらゆるキーワード引数と同様に) インクリメンタル・デコーダにそのまま引き渡されます。

この関数では、コーデックはエンコードする *bytes* オブジェクトを受け付ける必要があります。従って、rot_13 のようなテキストからテキストへのエンコーダが *iterencode()* で同等に使えるとしても、この関数ではサポートしていません。

このモジュールは以下のような定数も定義しています。プラットフォーム依存なファイルを読み書きするのに役立ちます:

codecs.**BOM**

codecs.**BOM_BE**

codecs.**BOM_LE**

codecs.**BOM_UTF8**

codecs.**BOM_UTF16**

codecs.**BOM_UTF16_BE**

codecs.**BOM_UTF16_LE**

codecs.**BOM_UTF32**

codecs.**BOM_UTF32_BE**

codecs.**BOM_UTF32_LE**

これらの定数は、いくつかのエンコーディングの Unicode のバイトオーダマーク (BOM) で、様々なバイ

トシーケンスを定義します。これらは、UTF-16 と UTF-32 のデータストリームで使用するバイトオーダを指定したり、UTF-8 で Unicode シグネチャとして使われます。*BOM_UTF16* は、プラットフォームのネイティブバイトオーダによって *BOM_UTF16_BE* または *BOM_UTF16_LE* です。*BOM* は *BOM_UTF16* のエイリアスです。同様に、*BOM_LE* は *BOM_UTF16_LE* の、*BOM_BE* は *BOM_UTF16_BE* のエイリアスです。その他の定数は UTF-8 と UTF-32 エンコーディングの BOM を表します。

7.2.1 Codec 基底クラス

codecs モジュールは、codec オブジェクトを操作するインターフェースを定義する一連の基底クラスを定義します。このモジュールは、カスタムの codec の実装の基礎として使用することもできます。

Python で codec として使えるようにするには、ステートレスエンコーダ、ステートレスデコーダ、ストリームリーダ、ストリームライタの 4 つのインターフェースを定義する必要があります。通常は、ストリームリーダとライタはステートレスエンコーダとデコーダを再利用して、ファイルプロトコルを実装します。codec の作者は、codec がエンコードとデコードのエラーの処理方法も定義する必要があります。

エラーハンドラ

エラー処理の簡便化と標準化のため、コーデックは、*errors* 文字列引数を指定した場合に別のエラー処理を行うような仕組みを実装してもかまいません:

```
>>> 'German ß, ♬'.encode(encoding='ascii', errors='backslashreplace')
b'German \\xdf, \\u266c'
>>> 'German ß, ♬'.encode(encoding='ascii', errors='xmlcharrefreplace')
b'German &#223;, &#9836;'
```

The following error handlers can be used with all Python **標準エンコーディング** codecs:

値	意味
`'strict'`	*UnicodeError* (または、そのサブクラス) を送出します。これがデフォルトの動作です。*strict_errors()* で実装されています。
`'ignore'`	不正な形式のデータを無視し、何も通知することなく処理を継続します。*ignore_errors()* で実装されています。
`'replace'`	Replace with a replacement marker. On encoding, use `?` (ASCII character). On decoding, use `?` (U+FFFD, the official REPLACEMENT CHARACTER). Implemented in *replace_errors()*.
`'backslashreplace'`	Replace with backslashed escape sequences. On encoding, use hexadecimal form of Unicode code point with formats `\x`*hh* `\u`*xxxx* `\U`*xxxxxxxx*. On decoding, use hexadecimal form of byte value with format `\x`*hh*. Implemented in *backslashreplace_errors()*.
`'surrogateescape'`	デコード時には、バイト列を `U+DC80` から `U+DCFF` の範囲の個々のサロゲートコードで置き換えます。データのエンコード時に `'surrogateescape'` エラーハンドラが使用されると、このコードは同じバイト列に戻されます。(詳しくは **PEP 383** を参照。)

The following error handlers are only applicable to encoding (within *text encodings*):

値	意味
`'xmlcharref`	Replace with XML/HTML numeric character reference, which is a decimal form of Unicode code point with format `&#`*num*`;`. Implemented in *xmlcharrefreplace_errors()*.
`'namereplac`	Replace with `\N{...}` escape sequences, what appears in the braces is the Name property from Unicode Character Database. Implemented in *namereplace_errors()*.

さらに、次のエラーハンドラは与えられた codec に特有です:

値	Codecs	意味
`'surrog`	utf-8, utf-16, utf-32, utf-16-be, utf-16-le, utf-32-be, utf-32-le	Allow encoding and decoding surrogate code point (`U+D800` - `U+DFFF`) as normal code point. Otherwise these codecs treat the presence of surrogate code point in *str* as an error.

Added in version 3.1: `'surrogateescape'` および `'surrogatepass'` エラーハンドラ。

バージョン 3.4 で変更: The `'surrogatepass'` error handler now works with utf-16* and utf-32* codecs.

Added in version 3.5: `'namereplace'` エラーハンドラです。

バージョン 3.5 で変更: The 'backslashreplace' error handler now works with decoding and translating.

次のように、名前付きの新しいエラーハンドラを登録することで、許可される値の集合を拡張することができます。

codecs.**register_error**(*name*, *error_handler*)

エラーハンドラ *error_handler* を名前 *name* で登録します。エンコード中およびデコード中にエラーが送出された場合、*name* が errors 引数として指定されていれば *error_handler* が呼び出されます。

error_handler はエラーの場所に関する情報の入った *UnicodeEncodeError* インスタンスとともに呼び出されます。エラー処理関数はこの例外を送出するか、別の例外を送出するか、入力のエンコードできなかった部分の代替文字列とエンコードを再開する場所が入ったタプルを返す必要があります。代替文字列は *str* または *bytes* のいずれかにすることができます。代替文字列がバイト列である場合、エンコーダは単に出力バッファにそれをコピーします。代替文字列が文字列である場合、エンコーダは代替文字列をエンコードします。元の入力中の指定位置からエンコードが再開されます。位置を負の値にすると、入力文字列の末端からの相対位置として扱われます。境界の外側にある位置を返した場合には *IndexError* が送出されます。

デコードと翻訳の動作は似ていますが、エラーハンドラに渡されるのが *UnicodeDecodeError* か *UnicodeTranslateError* である点と、エラーハンドラの置換した内容が直接出力されるという点が異なります。

登録済みのエラーハンドラ (標準エラーハンドラを含む) は、次のようにその名前で検索することができます。

codecs.**lookup_error**(*name*)

名前 *name* で登録済みのエラーハンドラを返します。

エラーハンドラが見つからなければ *LookupError* を送出します。

以下の標準エラーハンドラも、モジュールレベルの関数として利用できます。

codecs.**strict_errors**(*exception*)

Implements the 'strict' error handling.

Each encoding or decoding error raises a *UnicodeError*.

codecs.**ignore_errors**(*exception*)

Implements the 'ignore' error handling.

Malformed data is ignored; encoding or decoding is continued without further notice.

codecs.**replace_errors**(*exception*)

Implements the 'replace' error handling.

Substitutes ? (ASCII character) for encoding errors or ? (U+FFFD, the official REPLACEMENT CHARACTER) for decoding errors.

codecs.backslashreplace_errors(*exception*)

Implements the 'backslashreplace' error handling.

Malformed data is replaced by a backslashed escape sequence. On encoding, use the hexadecimal form of Unicode code point with formats \x*hh* \u*xxxx* \U*xxxxxxxx*. On decoding, use the hexadecimal form of byte value with format \x*hh*.

バージョン 3.5 で変更: Works with decoding and translating.

codecs.xmlcharrefreplace_errors(*exception*)

Implements the 'xmlcharrefreplace' error handling (for encoding within *text encoding* only).

The unencodable character is replaced by an appropriate XML/HTML numeric character reference, which is a decimal form of Unicode code point with format &#*num*; .

codecs.namereplace_errors(*exception*)

Implements the 'namereplace' error handling (for encoding within *text encoding* only).

The unencodable character is replaced by a \N{...} escape sequence. The set of characters that appear in the braces is the Name property from Unicode Character Database. For example, the German lowercase letter 'ß' will be converted to byte sequence \N{LATIN SMALL LETTER SHARP S} .

Added in version 3.5.

ステートレスなエンコードとデコード

基底の *Codec* クラスは以下のメソッドを定義します。これらのメソッドは、内部状態を持たないエンコーダ／デコーダ関数のインターフェースを定義します:

class codecs.Codec

encode(*input*, *errors='strict'*)

オブジェクト *input* エンコードし、(出力オブジェクト, 消費した長さ) のタプルを返します。例えば、テキストエンコーディング は文字列オブジェクトを特有の文字セット (例えば cp1252 や iso-8859-1) を用いてバイト列オブジェクトに変換します。

errors 引数は適用するエラー処理を定義します。'strict' 処理がデフォルトです。

このメソッドは *Codec* に内部状態を保存してはなりません。効率よくエンコードするために状態を保持しなければならないような codecs には *StreamWriter* を使ってください。

エンコーダは長さが 0 の入力を処理できなければなりません。この場合、空のオブジェクトを出力オブジェクトとして返さなければなりません。

decode(*input*, *errors='strict'*)

オブジェクト *input* をデコードし、(出力オブジェクト, 消費した長さ) のタプルを返します。例えば、テキストエンコーディング は、特定の文字集合エンコーディングでエンコードされたバイト列オブジェクトを文字列オブジェクトに変換します。

テキストエンコーディングとバイト列からバイト列への codec では、*input* は bytes オブジェクト、または読み出し専用のバッファインターフェースを提供するオブジェクトである必要があります。例えば、buffer オブジェクトやメモリマップドファイルでなければなりません。

errors 引数は適用するエラー処理を定義します。`'strict'` 処理がデフォルトです。

このメソッドは、*Codec* インスタンスに内部状態を保存してはなりません。効率よくエンコード／デコードするために状態を保持しなければならないような codecs には *StreamReader* を使ってください。

デコーダは長さが 0 の入力を処理できなければなりません。この場合、空のオブジェクトを出力オブジェクトとして返さなければなりません。

インクリメンタルなエンコードとデコード

IncrementalEncoder クラスおよび *IncrementalDecoder* クラスはそれぞれインクリメンタル・エンコードおよびデコードのための基本的なインターフェースを提供します。エンコード／デコードは内部状態を持たないエンコーダ／デコーダを一度呼び出すことで行なわれるのではなく、インクリメンタル・エンコーダ／デコーダの *encode()*/*decode()* メソッドを複数回呼び出すことで行なわれます。インクリメンタル・エンコーダ／デコーダはメソッド呼び出しの間エンコード／デコード処理の進行を管理します。

encode()/*decode()* メソッド呼び出しの出力結果をまとめたものは、入力をひとまとめにして内部状態を持たないエンコーダ／デコーダでエンコード／デコードしたものと同じになります。

IncrementalEncoder オブジェクト

IncrementalEncoder クラスは入力を複数ステップでエンコードするのに使われます。全てのインクリメンタル・エンコーダが Python codec レジストリと互換性を持つために定義すべきメソッドとして、このクラスには以下のメソッドが定義されています。

class codecs.**IncrementalEncoder**(*errors='strict'*)

IncrementalEncoder インスタンスのコンストラクタ。

全てのインクリメンタル・エンコーダはこのコンストラクタインターフェースを提供しなければなりません。さらにキーワード引数を付け加えるのは構いませんが、Python codec レジストリで利用されるのはここで定義されているものだけです。

IncrementalEncoder は、*errors* キーワード引数を提供することで、様々なエラー取扱方法を実装することができます。取り得る値については エラーハンドラ を参照してください。

errors 引数は、同名の属性に代入されます。この属性を変更すると、*IncrementalEncoder* オブジェクトが生きている間に、異なるエラー処理方法に切り替えることができるようになります。

encode(*object*, *final=False*)

object を (エンコーダの現在の状態を考慮に入れて) エンコードし、得られたエンコードされたオブジェクトを返します。*encode()* 呼び出しがこれで最後という時には *final* は真でなければなりません (デフォルトは偽です)。

reset()

エンコーダを初期状態にリセットします。出力は破棄されます。`.encode(object, final=True)` を呼び出して、必要に応じて空バイト列またはテキスト文字列を渡すことにより、エンコーダをリセットし、出力を取得します。

getstate()

エンコーダの現在の状態を返します。それは必ず整数でなければなりません。実装は、`0` が最も一般的な状態であることを保証すべきです。(整数より複雑な状態は、状態を marshal/pickle して生じた文字列のバイトを整数にコード化することによって整数に変換することができます。)

setstate(*state*)

エンコーダの状態を *state* にセットします。*state* は *getstate()* によって返されたエンコーダ状態でなければなりません。

IncrementalDecoder オブジェクト

IncrementalDecoder クラスは入力を複数ステップでデコードするのに使われます。全てのインクリメンタル・デコーダが Python codec レジストリと互換性を持つために定義すべきメソッドとして、このクラスには以下のメソッドが定義されています。

class codecs.**IncrementalDecoder**(*errors='strict'*)

IncrementalDecoder インスタンスのコンストラクタ。

全てのインクリメンタル・デコーダはこのコンストラクタインターフェースを提供しなければなりません。さらにキーワード引数を付け加えるのは構いませんが、Python codec レジストリで利用されるのはここで定義されているものだけです。

IncrementalDecoder は、*errors* キーワード引数を提供することで、様々なエラー取扱方法を実装することができます。取り得る値については **エラーハンドラ** を参照してください。

errors 引数は、同名の属性に代入されます。この属性を変更すると、*IncrementalDecoder* オブジェクトが生きている間に、異なるエラー処理方法に切り替えることができるようになります。

decode(*object*, *final=False*)

object を (デコーダの現在の状態を考慮に入れて) デコードし、得られたデコードされたオブジェクト

を返します。*decode()* 呼び出しがこれで最後という時には *final* は真でなければなりません (デフォルトは偽です)。もし *final* が真ならばデコーダは入力をデコードし切り全てのバッファをフラッシュしなければなりません。そうできない場合 (たとえば入力の最後に不完全なバイト列があるから)、デコーダは内部状態を持たない場合と同じようにエラーの取り扱いを開始しなければなりません (例外を送出するかもしれません)。

reset()

デコーダを初期状態にリセットします。

getstate()

デコーダの現在の状態を返します。これは 2 要素を含むタプルでなければなりません。1 番目はまだデコードされていない入力を含むバッファです。2 番目は整数で、付加的な状態情報です (実装は 0 が最も一般的な付加的な状態情報であることを保証すべきです)。この付加的な状態情報が 0 である場合、デコーダを入力がバッファされていない状態に戻して、付加的な状態情報を 0 にセットすることが可能でなければなりません。その結果、以前バッファされた入力をデコーダに与えることで、何の出力もせずにデコーダを前の状態に戻します。(整数より複雑な付加的な状態情報は、情報を marshal/pickle して、結果として生じる文字列のバイト列を整数にエンコードすることで、整数に変換することができます。)

setstate(*state*)

デコーダの状態を *state* にセットします。*state* は *getstate()* によって返されたデコーダの状態でなければなりません。

ストリームのエンコードとデコード

The *StreamWriter* and *StreamReader* classes provide generic working interfaces which can be used to implement new encoding submodules very easily. See `encodings.utf_8` for an example of how this is done.

StreamWriter オブジェクト

StreamWriter クラスは *Codec* のサブクラスで、以下のメソッドを定義しています。全てのストリームライタは、Python の codec レジストリとの互換性を保つために、これらのメソッドを定義する必要があります。

class codecs.StreamWriter(*stream*, *errors='strict'*)

StreamWriter インスタンスのコンストラクタです。

全てのストリームライタはコンストラクタとしてこのインターフェースを提供しなければなりません。キーワード引数を追加しても構いませんが、Python の codec レジストリはここで定義されている引数だけを使います。

stream 引数は、特定の codec に対応して、テキストまたはバイナリデータの書き込みが可能なファイルライクオブジェクトである必要があります。

StreamWriter は、*errors* キーワード引数を提供することで、様々なエラー取扱方法を実装することができます。下層のストリーム codec がサポートできる標準エラーハンドラについては **エラーハンドラ** を参照してください。

errors 引数は、同名の属性に代入されます。この属性を変更すると、*StreamWriter* オブジェクトが生きている間に、異なるエラー処理に変更できます。

write(*object*)

object の内容をエンコードしてストリームに書き出します。

writelines(*list*)

Writes the concatenated iterable of strings to the stream (possibly by reusing the *write()* method). Infinite or very large iterables are not supported. The standard bytes-to-bytes codecs do not support this method.

reset()

内部状態保持に使われた codec のバッファをリセットします。

このメソッドが呼び出された場合、出力先データをきれいな状態にし、わざわざストリーム全体を再スキャンして状態を元に戻さなくても新しくデータを追加できるようにしなければなりません。

ここまでで挙げたメソッドの他にも、*StreamWriter* では背後にあるストリームの他の全てのメソッドや属性を継承しなければなりません。

StreamReader オブジェクト

StreamReader クラスは *Codec* のサブクラスで、以下のメソッドを定義しています。全てのストリームリーダは、Python の codec レジストリとの互換性を保つために、これらのメソッドを定義する必要があります。

class codecs.StreamReader(*stream*, *errors='strict'*)

StreamReader インスタンスのコンストラクタです。

全てのストリームリーダはコンストラクタとしてこのインターフェースを提供しなければなりません。キーワード引数を追加しても構いませんが、Python の codec レジストリはここで定義されている引数だけを使います。

stream 引数は、特定の codec に対応して、テキストまたはバイナリデータの読み出しが可能なファイルライクオブジェクトである必要があります。

StreamReader は、*errors* キーワード引数を提供することで、様々なエラー取扱方法を実装することができます。下層のストリーム codec がサポートできる標準エラーハンドラについては **エラーハンドラ** を参照してください。

errors 引数は、同名の属性に代入されます。この属性を変更すると、*StreamReader* オブジェクトが生きている間に、異なるエラー処理に変更できます。

errors 引数に許される値の集合は *register_error()* で拡張できます。

read(*size=-1*, *chars=-1*, *firstline=False*)

ストリームからのデータをデコードし、デコード済のオブジェクトを返します。

chars 引数は、いくつのデコードされたコードポイントまたはバイト列を返すかを表します。*read()* メソッドは、要求された数以上のデータを返すことはありませんが、データがそれより少ない場合には要求された数未満のデータを返す場合があります。

size 引数は、デコード用に読み込むエンコードされたバイト列またはコードポイントの、およその最大バイト数を表します。デコーダはこの値を適切な値に変更できます。デフォルト値 -1 の場合、可能な限り多くのデータを読み込みます。この引数の目的は、巨大なファイルの一括デコードを防ぐことにあります。

firstline フラグは、1 行目さえ返せばその後の行でデコードエラーがあっても無視して十分だ、ということを示します。

このメソッドは貪欲な読み込み戦略を取るべきです。すなわち、エンコーディング定義と size の値が許す範囲で、できるだけ多くのデータを読むべきだということです。たとえば、ストリーム上にエンコーディングの終端や状態の目印があれば、それも読み込みます。

readline(*size=None*, *keepends=True*)

入力ストリームから 1 行読み込み、デコード済みのデータを返します。

size が与えられた場合、ストリームの *read()* メソッドに size 引数として渡されます。

keepends が偽の場合には行末の改行が削除された行が返ります。

readlines(*sizehint=None*, *keepends=True*)

入力ストリームから全ての行を読み込み、行のリストとして返します。

keepends が真なら、改行は、codec の *decode()* メソッドを使って実装され、リスト要素の中に含まれます。

sizehint が与えられた場合、ストリームの *read()* メソッドに *size* 引数として渡されます。

reset()

内部状態保持に使われた codec のバッファをリセットします。

ストリームの読み位置を再設定してはならないので注意してください。このメソッドはデコードの際にエラーから復帰できるようにするためのものです。

ここまでで挙げたメソッドの他にも、*StreamReader* では背後にあるストリームの他の全てのメソッドや属性を継承しなければなりません。

StreamReaderWriter オブジェクト

StreamReaderWriter は、読み書き両方に使えるストリームをラップできる便利なクラスです。

lookup() 関数が返すファクトリ関数を使って、インスタンスを生成するという設計です。

class codecs.**StreamReaderWriter**(*stream*, *Reader*, *Writer*, *errors='strict'*)

StreamReaderWriter インスタンスを生成します。*stream* はファイル類似のオブジェクトです。*Reader* と *Writer* は、それぞれ *StreamReader* と *StreamWriter* インターフェースを提供するファクトリ関数かファクトリクラスでなければなりません。エラー処理は、ストリームリーダとライタで定義したものと同じように行われます。

StreamReaderWriter インスタンスは、*StreamReader* クラスと *StreamWriter* クラスを合わせたインターフェースを継承します。元になるストリームからは、他のメソッドや属性を継承します。

StreamRecoder オブジェクト

StreamRecoder はデータをあるエンコーディングから別のエンコーディングに変換します。異なるエンコーディング環境を扱うとき、便利な場合があります。

lookup() 関数が返すファクトリ関数を使って、インスタンスを生成するという設計です。

class codecs.**StreamRecoder**(*stream*, *encode*, *decode*, *Reader*, *Writer*, *errors='strict'*)

Creates a *StreamRecoder* instance which implements a two-way conversion: *encode* and *decode* work on the frontend — the data visible to code calling *read()* and *write()*, while *Reader* and *Writer* work on the backend — the data in *stream*.

これらのオブジェクトを使って、たとえば、Latin-1 から UTF-8 への変換、あるいは逆向きの変換を、透過的に行うことができます。

stream 引数はファイルライクオブジェクトでなくてはなりません。

encode 引数と *decode* 引数は *Codec* のインターフェースに忠実でなくてはなりません。*Reader* と *Writer* は、それぞれ *StreamReader* と *StreamWriter* のインターフェースを提供するオブジェクトのファクトリ関数かクラスでなくてはなりません。

エラー処理はストリーム・リーダやライタで定義されている方法と同じように行われます。

StreamRecoder インスタンスは、*StreamReader* と *StreamWriter* クラスを合わせたインターフェースを定義します。また、元のストリームのメソッドと属性も継承します。

7.2.2 エンコーディングと Unicode

文字列は内部的に U+0000--U+10FFFF の範囲のコードポイントのシーケンスとして格納されます (実装に関する詳細については **PEP 393** を参照してください)。文字列オブジェクトが CPU とメモリの外で使用されるようになると、エンディアンやこれらの配列をバイト列として格納する方法が問題になります。他のコーデックでも同様ですが、文字列オブジェクトをバイト列に変換することは **エンコード** と呼ばれます。また、バイト列から文字列オブジェクトを再生成することは **デコード** と呼ばれます。テキストをシリアライズするコーデックには多くの種類があります。それらは、集合的に term:**テキストエンコーディング** *<text encoding>* と呼ばれます。

最も単純なテキストエンコーディング (`'latin-1'` または `'iso-8859-1'`) では、0--255 の範囲にあるコードポイントを 0x0--0xff のバイトにマップします。つまり、この codec では U+00FF 以上のコードポイントを含む文字列オブジェクトをエンコードすることはできません。このようなエンコード処理をしようとすると、次のように *UnicodeEncodeError* が送出されます (エラーメッセージの細かところは異なる場合があります。): `UnicodeEncodeError: 'latin-1' codec can't encode character '\u1234' in position 3: ordinal not in range(256)` 。

他のエンコーディングの一群 (charmap エンコーディングと呼ばれます) があり、Unicode コードポイントの別の部分集合と、それらから 0x0--0xff のバイトへの対応付けを選択したものです。これがどのように行なわれるかを知るには、単にたとえば `encodings/cp1252.py` (主に Windows で使われるエンコーディングです) を開いてみてください。256 文字のひとつの文字列定数があり、どの文字がどのバイト値へ対応付けられるかが示されています。

これらのエンコーディングはすべて、Unicode に定義された 1114112 のコードポイントのうちの 256 だけをエンコードすることができます。Unicode のすべてのコードポイントを格納するための単純で直接的な方法は、各コードポイントを連続する 4 バイトとして格納することです。これには 2 つの可能性があります: ビッグエンディアンまたはリトルエンディアンの順にバイトを格納することです。これら 2 つのエンコーディングはそれぞれ UTF-32-BE および UTF-32-LE と呼ばれます。それらのデメリットは、例えばリトルエンディアンのマシン上で UTF-32-BE を使用すると、エンコードでもデコードでも常にバイト順を交換する必要があることです。UTF-32 はこの問題を回避します: バイト順は、常に自然なエンディアンに従います。しかし、これらのバイト順が異なるエンディアン性を持つ CPU によって読まれる場合、結局バイト順を交換しなければなりません。UTF-16 あるいは UTF-32 バイト列のエンディアン性を検出する目的で、いわゆる BOM (「バイト・オーダー・マーク」) があります。これは Unicode 文字 U+FEFF です。この文字はすべての UTF-16 あるいは UTF-32 バイト列の前に置くことができます。この文字のバイトが交換されたバージョン (0xFFFE) は、Unicode テキストに現われてはならない不正な文字です。したがって、UTF-16 あるいは UTF-32 バイト列中の最初の文字が U+FFFE であるように見える場合、デコードの際にバイトを交換しなければなりません。不運にも文字 U+FEFF は ZERO WIDTH NO-BREAK SPACE として別の目的を持っていました: 幅を持たず、単語を分割することを許容しない文字。それは、例えばリガチャアルゴリズムにヒントを与えるために使用することができます。Unicode 4.0 で、ZERO WIDTH NO-BREAK SPACE としての U+FEFF の使用は廃止予定になりました (この役割は U+2060 (WORD JOINER) によって引き継がれました)。しかしながら、Unicode ソフトウェアは、依然として両方の役割の U+FEFF を扱うことができなければなりません: BOM として、エンコードされたバイトのメモリレイアウトを決定する手段であり、一旦バイト列が文字列にデコードされたならば消えます; ZERO WIDTH NO-BREAK SPACE として、他の任意の文字のようにデコードされる通常の文字です。

さらにもう一つ Unicode 文字全てをエンコードできるエンコーディングがあり、UTF-8 と呼ばれています。UTF-8 は 8 ビットエンコーディングで、したがって UTF-8 にはバイト順の問題はありません。UTF-8 バイト列の各バイトは二つのパートから成ります。二つはマーカ (上位数ビット) とペイロードです。マーカは 0 ビットから 4 ビットの `1` の列に `0` のビットが一つ続いたものです。Unicode 文字は次のようにエンコードされます (x はペイロードを表わし、連結されると一つの Unicode 文字を表わします):

範囲	エンコーディング
`U-00000000` ... `U-0000007F`	0xxxxxxx
`U-00000080` ... `U-000007FF`	110xxxxx 10xxxxxx
`U-00000800` ... `U-0000FFFF`	1110xxxx 10xxxxxx 10xxxxxx
`U-00010000` ... `U-0010FFFF`	11110xxx 10xxxxxx 10xxxxxx 10xxxxxx

Unicode 文字の最下位ビットとは最も右にある x のビットです。

UTF-8 は 8 ビットエンコーディングなので BOM は必要とせず、デコードされた文字列中の `U+FEFF` は (たとえ最初の文字であったとしても) `ZERO WIDTH NO-BREAK SPACE` として扱われます。

外部からの情報無しには、文字列のエンコーディングにどのエンコーディングが使われたのか信頼できる形で決定することは不可能です。どの charmap エンコーディングもどんなランダムなバイト列でもデコードできます。しかし UTF-8 ではそれは可能ではありません。任意のバイト列を許さないような構造を持っているからです。UTF-8 エンコーディングであることを検知する信頼性を向上させるために、Microsoft は Notepad プログラム用に UTF-8 の変種 (Python では `"utf-8-sig"` と呼んでいます) を考案しました。Unicode 文字がファイルに書き込まれる前に UTF-8 でエンコードした BOM (バイト列では `0xef`, `0xbb`, `0xbf` のように見えます) が書き込まれます。このようなバイト値で charmap エンコードされたファイルが始まることはほとんどあり得ない (たとえば iso-8859-1 では

> LATIN SMALL LETTER I WITH DIAERESIS
> RIGHT-POINTING DOUBLE ANGLE QUOTATION MARK
> INVERTED QUESTION MARK

のようになる) ので、`utf-8-sig` エンコーディングがバイト列から正しく推測される確率を高めます。つまりここでは BOM はバイト列を生成する際のバイト順を決定できるように使われているのではなく、エンコーディングを推測する助けになる印として使われているのです。`utf-8-sig` codec はエンコーディングの際ファイルに最初の 3 文字として `0xef`, `0xbb`, `0xbf` を書き込みます。デコーディングの際はファイルの先頭に現れたこれら 3 バイトはスキップします。UTF-8 では BOM の使用は推奨されておらず、一般的には避けるべきです。

7.2.3 標準エンコーディング

Python には数多くの codec が組み込みで付属します。これらは C 言語の関数、対応付けを行うテーブルの両方で提供されています。以下のテーブルでは codec と、いくつかの良く知られている別名と、エンコーディングが使われる言語を列挙します。別名のリスト、言語のリストともしらみつぶしに網羅されているわけではありません。大文字と小文字、またはアンダースコアの代りにハイフンにしただけの綴りも有効な別名です; そのため、例えば `'utf-8'` は `'utf_8'` codec の正当な別名です。

CPython 実装の詳細: いくつかの一般的なエンコーディングは、パフォーマンスを改善するために codec の検索機構を回避することがあります。このような最適化の機会を認識するのは、CPython の限定された (大文字小文字を区別しない) 別名に対してのみです: utf-8, utf8, latin-1, latin1, iso-8859-1, iso8859-1, mbcs (Windows のみ), ascii, us-ascii, utf-16, utf16, utf-32, utf32 およびダッシュの代わりにアンダースコアを用いたもの。これらのエンコーディングの別のつづりを使用すると実行時間の低下を招くかもしれません。

バージョン 3.6 で変更: us-ascii に対して最適化の機会が認識されるようになりました。

多くの文字セットは同じ言語をサポートしています。これらの文字セットは個々の文字 (例えば、EURO SIGN がサポートされているかどうか) や、文字のコード部分への割り付けが異なります。特に欧州言語では、典型的に以下の変種が存在します:

- ISO 8859 コードセット
- Microsoft Windows コードページで、8859 コード形式から導出されているが、制御文字を追加のグラフィック文字と置き換えたもの
- IBM EBCDIC コードページ
- ASCII 互換の IBM PC コードページ

Codec	別名	言語
ascii	646, us-ascii	英語
big5	big5-tw, csbig5	繁体字中国語
big5hkscs	big5-hkscs, hkscs	繁体字中国語
cp037	IBM037, IBM039	英語
cp273	273, IBM273, csIBM273	ドイツ語 Added in version 3.4.
cp424	EBCDIC-CP-HE, IBM424	ヘブライ語
cp437	437, IBM437	英語
cp500	EBCDIC-CP-BE, EBCDIC-CP-CH, IBM500	西ヨーロッパ言語
cp720		アラビア語
cp737		ギリシャ語

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Codec	別名	言語
cp775	IBM775	バルト沿岸国
cp850	850, IBM850	西ヨーロッパ言語
cp852	852, IBM852	中央および東ヨーロッパ
cp855	855, IBM855	ブルガリア、ベラルーシ、マケドニア、ロシア、セルビア
cp856		ヘブライ語
cp857	857, IBM857	トルコ語
cp858	858, IBM858	西ヨーロッパ言語
cp860	860, IBM860	ポルトガル語
cp861	861, CP-IS, IBM861	アイスランド語
cp862	862, IBM862	ヘブライ語
cp863	863, IBM863	カナダ
cp864	IBM864	アラビア語
cp865	865, IBM865	デンマーク、ノルウェー
cp866	866, IBM866	ロシア語
cp869	869, CP-GR, IBM869	ギリシャ語
cp874		タイ語
cp875		ギリシャ語
cp932	932, ms932, mskanji, ms-kanji, windows-31j	日本語
cp949	949, ms949, uhc	韓国語
cp950	950, ms950	繁体字中国語
cp1006		Urdu
cp1026	ibm1026	トルコ語
cp1125	1125, ibm1125, cp866u, ruscii	ウクライナ語 Added in version 3.4.
cp1140	ibm1140	西ヨーロッパ言語
cp1250	windows-1250	中央および東ヨーロッパ
cp1251	windows-1251	ブルガリア、ベラルーシ、マケドニア、ロシア、セルビア
cp1252	windows-1252	西ヨーロッパ言語
cp1253	windows-1253	ギリシャ語
cp1254	windows-1254	トルコ語
cp1255	windows-1255	ヘブライ語
cp1256	windows-1256	アラビア語
cp1257	windows-1257	バルト沿岸国
cp1258	windows-1258	ベトナム

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Codec	別名	言語
euc_jp	eucjp, ujis, u-jis	日本語
euc_jis_2004	jisx0213, eucjis2004	日本語
euc_jisx0213	eucjisx0213	日本語
euc_kr	euckr, korean, ksc5601, ks_c-5601, ks_c-5601-1987, ksx1001, ks_x-1001	韓国語
gb2312	chinese, csiso58gb231280, euc-cn, euccn, eucgb2312-cn, gb2312-1980, gb2312-80, iso-ir-58	簡体字中国語
gbk	936, cp936, ms936	Unified Chinese
gb18030	gb18030-2000	Unified Chinese
hz	hzgb, hz-gb, hz-gb-2312	簡体字中国語
iso2022_jp	csiso2022jp, iso2022jp, iso-2022-jp	日本語
iso2022_jp_1	iso2022jp-1, iso-2022-jp-1	日本語
iso2022_jp_2	iso2022jp-2, iso-2022-jp-2	日本語, 韓国語, 簡体字中国語, 西欧, ギリシャ語
iso2022_jp_2004	iso2022jp-2004, iso-2022-jp-2004	日本語
iso2022_jp_3	iso2022jp-3, iso-2022-jp-3	日本語
iso2022_jp_ext	iso2022jp-ext, iso-2022-jp-ext	日本語
iso2022_kr	csiso2022kr, iso2022kr, iso-2022-kr	韓国語
latin_1	iso-8859-1, iso8859-1, 8859, cp819, latin, latin1, L1	西ヨーロッパ言語
iso8859_2	iso-8859-2, latin2, L2	中央および東ヨーロッパ
iso8859_3	iso-8859-3, latin3, L3	エスペラント、マルタ
iso8859_4	iso-8859-4, latin4, L4	バルト沿岸国
iso8859_5	iso-8859-5, cyrillic	ブルガリア、ベラルーシ、マケドニア、ロシア、セルビア
iso8859_6	iso-8859-6, arabic	アラビア語
iso8859_7	iso-8859-7, greek, greek8	ギリシャ語
iso8859_8	iso-8859-8, hebrew	ヘブライ語
iso8859_9	iso-8859-9, latin5, L5	トルコ語
iso8859_10	iso-8859-10, latin6, L6	北欧語
iso8859_11	iso-8859-11, thai	タイ語
iso8859_13	iso-8859-13, latin7, L7	バルト沿岸国

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

Codec	別名	言語
iso8859_14	iso-8859-14, latin8, L8	ケルト語
iso8859_15	iso-8859-15, latin9, L9	西ヨーロッパ言語
iso8859_16	iso-8859-16, latin10, L10	南東ヨーロッパ
johab	cp1361, ms1361	韓国語
koi8_r		ロシア語
koi8_t		タジク Added in version 3.5.
koi8_u		ウクライナ語
kz1048	kz_1048, strk1048_2002, rk1048	カザフ Added in version 3.5.
mac_cyrillic	maccyrillic	ブルガリア、ベラルーシ、マケドニア、ロシア、セルビア
mac_greek	macgreek	ギリシャ語
mac_iceland	maciceland	アイスランド語
mac_latin2	maclatin2, maccentraleurope, mac_centeuro	中央および東ヨーロッパ
mac_roman	macroman, macintosh	西ヨーロッパ言語
mac_turkish	macturkish	トルコ語
ptcp154	csptcp154, pt154, cp154, cyrillic-asian	カザフ
shift_jis	csshiftjis, shiftjis, sjis, s_jis	日本語
shift_jis_2004	shiftjis2004, sjis_2004, sjis2004	日本語
shift_jisx0213	shiftjisx0213, sjisx0213, s_jisx0213	日本語
utf_32	U32, utf32	全ての言語
utf_32_be	UTF-32BE	全ての言語
utf_32_le	UTF-32LE	全ての言語
utf_16	U16, utf16	全ての言語
utf_16_be	UTF-16BE	全ての言語
utf_16_le	UTF-16LE	全ての言語
utf_7	U7, unicode-1-1-utf-7	全ての言語
utf_8	U8, UTF, utf8, cp65001	全ての言語
utf_8_sig		全ての言語

バージョン 3.4 で変更: utf-16* と utf-32* のエンコーダは、サロゲートコードポイント (U+D800--U+DFFF) がエンコードされることを許可しなくなりました。utf-32* デコーダは、サロゲートコードポイントに対応するバイト列をデコードしなくなりました。

バージョン 3.8 で変更: cp65001 is now an alias to utf_8.

7.2.4 Python 特有のエンコーディング

予め定義された codec のいくつかは Python 特有のものなので、それらの codec 名は Python の外では無意味なものとなります。以下に、想定されている入出力のタイプに基づいて、それらを表にしました（テキストエンコーディングは codec の最も一般的な使用例ですが、その根底にある codec 基盤は、ただのテキストエンコーディングというよりも、任意のデータの変換をサポートしていることに注意してください）。非対称的な codec については、記載された意味がエンコーディングの方向を説明しています。

テキストエンコーディング

次の codec では、Unicode におけるテキストエンコーディングと同様に、*str* から *bytes* へのエンコードと、*bytes-like object* から *str* へのデコードを提供します。

Codec	別名	意味
idna		**RFC 3490** の実装です。*encodings.idna* も参照してください。`errors='strict'` のみがサポートされています。
mbcs	ansi, dbcs	Windows のみ: 被演算子を ANSI コードページ (CP_ACP) に従ってエンコードします。
oem		Windows のみ: 被演算子を OEM コードページ (CP_OEMCP) に従ってエンコードします。 Added in version 3.6.
palmos		PalmOS 3.5 のエンコーディングです。
punycode		**RFC 3492** の実装です。ステートフル codecs は、サポートされません。
raw_unicode_escape		Latin-1 encoding with `\u`*XXXX* and `\U`*XXXXXXXX* for other code points. Existing backslashes are not escaped in any way. It is used in the Python pickle protocol.
undefined		空文字列を含む全ての変換に対して例外を送出します。エラーハンドラは無視されます。
unicode_escape		ASCII でエンコードされた Python ソースコード内の、Unicode リテラルに適したエンコーディングです。ただし、引用符はエスケープされません。Latin-1 ソースコードからデコードします。実際には、Python のソースコードはデフォルトでは UTF-8 を使用することに注意してください。

バージョン 3.8 で変更: "unicode_internal" codec is removed.

バイナリ変換 (Binary Transforms)

以下の codec は、*bytes-like object* から *bytes* マッピングへのバイナリ変換を提供します。*bytes.decode()* はこの変換をサポートしておらず、*str* を出力するだけです。

Codec	別名	意味	エンコーダ / デコーダ
base64_codec[*1]	base64, base_64	被演算子をマルチラインの MIME base64 に変換します (結果は常に末尾の '\n' を含みます)。バージョン 3.4 で変更: 任意の *bytes-like object* をエンコードとデコード用の入力として受け取ります。	*base64.encodebytes()* / *base64.decodebytes()*
bz2_codec	bz2	被演算子を bz2 を使って圧縮します。	*bz2.compress()* / *bz2.decompress()*
hex_codec	hex	被演算子をバイトあたり 2 桁の 16 進数の表現に変換します。	*binascii.b2a_hex()* / *binascii.a2b_hex()*
quopri_codec	quopri, quoted-printable, quoted_printable	被演算子を MIME quoted printable 形式に変換します。	quotetabs=True を指定した *quopri.encode()* / *quopri.decode()*
uu_codec	uu	被演算子を uuencode を用いて変換します。	
zlib_codec	zip, zlib	被演算子を gzip を用いて圧縮します。	*zlib.compress()* / *zlib.decompress()*

Added in version 3.2: バイナリ変換が復活しました。(訳注: 2.x にはあったものが 3.0 で削除されていた。)

バージョン 3.4 で変更: バイナリ変換のエイリアスが復活しました。(訳注: 2.x にはあったエイリアス。3.2 でエイリアスは復活しなかった。)

[*1] バイト様オブジェクト に加えて、'base64_codec' も *str* の ASCII のみのインスタンスをデコード用に受け入れるようになりました

テキスト変換 (Text Transforms)

以下の codec は、*str* から *str* マッピングへのテキスト変換を提供します。*str.encode()* はこの変換をサポートしておらず、*bytes* を出力するだけです。

Codec	別名	意味
rot_13	rot13	被演算子のシーザー暗号 (Caesar-cypher) を返します。

Added in version 3.2: `rot_13` テキスト変換が復活しました。(訳注: 2.x にはあったものが 3.0 で削除されていた。)

バージョン 3.4 で変更: `rot13` エイリアスが復活しました。(訳注: 2.x にはあったエイリアス。3.2 でエイリアスは復活しなかった。)

7.2.5 `encodings.idna` --- アプリケーションにおける国際化ドメイン名 (IDNA)

このモジュールでは **RFC 3490** (アプリケーションにおける国際化ドメイン名、IDNA: Internationalized Domain Names in Applications) および **RFC 3492** (Nameprep: 国際化ドメイン名 (IDN) のための stringprep プロファイル) を実装しています。このモジュールは `punycode` エンコーディングおよび *stringprep* の上に構築されています。

If you need the IDNA 2008 standard from **RFC 5891** and **RFC 5895**, use the third-party idna module.

これらの RFC はともに、非 ASCII 文字の入ったドメイン名をサポートするためのプロトコルを定義しています。(`www.Alliancefrançaise.nu` のような) 非 ASCII 文字を含むドメイン名は、ASCII と互換性のあるエンコーディング (ACE、`www.xn--alliancefranaise-npb.nu` のような形式) に変換されます。ドメイン名の ACE 形式は、DNS クエリ、HTTP *Host* フィールドなどといった、プロトコル中で任意の文字を使えないような全ての局面で用いられます。この変換はアプリケーション内で行われます; 可能ならユーザからは不可視となります: アプリケーションは Unicode ドメインラベルをネットワークに載せる際に IDNA に、ACE ドメインラベルをユーザに提供する前に Unicode に、それぞれ透過的に変換しなければなりません。

Python ではこの変換をいくつかの方法でサポートします: `idna` codec は Unicode と ACE 間の変換を行い、入力文字列を **RFC 3490 の section 3.1** で定義されている区切り文字に基づいてラベルに分解し、各ラベルを要求通りに ACE に変換します。逆に、入力のバイト文字列を `.` 区切り文字でラベルに分解し、ACE ラベルを Unicode に変換します。さらに、*socket* モジュールは Unicode ホスト名を ACE に透過的に変換するため、アプリケーションはホスト名を *socket* モジュールに渡す際にホスト名の変換に煩わされることがありません。その上で、ホスト名を関数パラメタとして持つ、*http.client* や *ftplib* のようなモジュールでは Unicode ホスト名を受理します (*http.client* でもまた、*Host* フィールドにある IDNA ホスト名を、フィールド全体を送信する場合に透過的に送信します)。

(逆引きなどによって) ネットワーク越しにホスト名を受信する際、Unicode への自動変換は行われません: こうしたホスト名をユーザに提供したいアプリケーションでは、Unicode にデコードしてやる必要があります。

encodings.idna ではまた、nameprep 手続きを実装しています。nameprep はホスト名に対してある正規化を行って、国際化ドメイン名で大小文字を区別しないようにするとともに、類似の文字を一元化します。nameprep 関数は必要なら直接使うこともできます。

encodings.idna.**nameprep**(*label*)

label を nameprep したバージョンを返します。現在の実装ではクエリ文字列を仮定しているので、`AllowUnassigned` は真です。

encodings.idna.**ToASCII**(*label*)

RFC 3490 仕様に従ってラベルを ASCII に変換します。`UseSTD3ASCIIRules` は偽であると仮定します。

encodings.idna.**ToUnicode**(*label*)

RFC 3490 仕様に従ってラベルを Unicode に変換します。

7.2.6 encodings.mbcs --- Windows ANSI コードページ

This module implements the ANSI codepage (CP_ACP).

利用可能な環境: Windows 。

バージョン 3.2 で変更: 3.2 以前は *errors* 引数は無視されました; エンコードには常に `'replace'` が、デコードには `'ignore'` が使われました。

バージョン 3.3 で変更: 任意のエラーハンドラのサポート。

7.2.7 encodings.utf_8_sig --- BOM 印付き UTF-8

このモジュールは UTF-8 codec の変種を実装します。エンコーディング時は、UTF-8 でエンコードしたバイト列の前に UTF-8 でエンコードした BOM を追加します。これは内部状態を持つエンコーダで、この動作は (バイトストリームの最初の書き込み時に) 一度だけ行なわれます。デコーディング時は、データの最初に UTF-8 でエンコードされた BOM があれば、それをスキップします。

第

EIGHT

データ型

この章で解説されるモジュールは日付や時間、型が固定された配列、ヒープキュー、両端キュー、列挙型のような種々の特殊なデータ型を提供します。

Python にはその他にもいくつかの組み込みデータ型があります。特に、*dict* 、*list* 、*set* 、*frozenset* 、そして *tuple* があります。*str* クラスは Unicode データを扱うことができ、*bytes* と *bytearray* クラスはバイナリデータを扱うことができます。

この章では以下のモジュールが記述されています:

8.1 datetime --- 基本的な日付と時間の型

ソースコード: Lib/datetime.py

`datetime` モジュールは、日付や時刻を操作するためのクラスを提供しています。

日付や時刻に対する算術がサポートされている一方、実装では出力のフォーマットや操作のための効率的な属性の抽出に重点を置いています。

Tip: 書式コード に飛ぶ。

参考:

calendar **モジュール** 汎用のカレンダー関連関数。

time **モジュール** 時刻へのアクセスと変換。

zoneinfo **モジュール** IANA タイムゾーンデータベースを表す具体的なタイムゾーン。

dateutil パッケージ 拡
: 張タイムゾーンと構文解析サポートのあるサードパーティーライブラリ。

Package DateType
: Third-party library that introduces distinct static types to e.g. allow *static type checkers* to differentiate between naive and aware datetimes.

8.1.1 Aware オブジェクトと Naive オブジェクト

日時のオブジェクトは、それらがタイムゾーンの情報を含んでいるかどうかによって ”aware” あるいは ”naive” に分類されます。

タイムゾーンや夏時間の情報のような、アルゴリズム的で政治的な適用可能な時間調節に関する知識を持っているため、**aware** オブジェクトは他の aware オブジェクトとの相対関係を特定できます。aware オブジェクトは解釈の余地のない特定の実時刻を表現します。[*1]

naive オブジェクトには他の日付時刻オブジェクトとの相対関係を把握するのに足る情報が含まれません。あるプログラム内の数字がメートルを表わしているのか、マイルなのか、それとも質量なのかがプログラムによって異なるように、naive オブジェクトが協定世界時 (UTC) なのか、現地時間なのか、それとも他のタイムゾーンなのかはそのプログラムに依存します。Naive オブジェクトはいくつかの現実的な側面を無視してしまうというコストを無視すれば、簡単に理解でき、うまく利用することができます。

aware オブジェクトを必要とするアプリケーションのために、*datetime* と *time* オブジェクトは追加のタイムゾーン情報の属性 `tzinfo` を持ちます。*tzinfo* には抽象クラス *tzinfo* のサブクラスのインスタンスを設定できます。これらの *tzinfo* オブジェクトは UTC 時間からのオフセットやタイムゾーンの名前、夏時間が実施されるかどうかの情報を保持しています。

ただ一つの具象 *tzinfo* クラスである *timezone* クラスが `datetime` モジュールで提供されています。*timezone* クラスは、UTC からのオフセットが固定である単純なタイムゾーン（例えば UTC それ自体)、および北アメリカにおける東部標準時（EST）／東部夏時間（EDT）のような単純ではないタイムゾーンの両方を表現できます。より深く詳細までタイムゾーンをサポートするかはアプリケーションに依存します。世界中の時刻の調整を決めるルールは合理的というよりかは政治的なもので、頻繁に変わり、UTC を除くと都合のよい基準というものはありません。

[*1] もし相対性理論の効果を無視するならば、ですが

8.1.2 定数

datetime モジュールでは以下の定数を公開しています:

datetime.MINYEAR

The smallest year number allowed in a *date* or *datetime* object. *MINYEAR* is 1.

datetime.MAXYEAR

The largest year number allowed in a *date* or *datetime* object. *MAXYEAR* is 9999.

datetime.UTC

UTC タイムゾーンシングルトン *datetime.timezone.utc* の別名。

Added in version 3.11.

8.1.3 利用可能なデータ型

class datetime.date

理想的な naive な日付で、これまでもこれからも現在のグレゴリオ暦 (Gregorian calender) が有効であることを仮定しています。属性は *year*, *month*, および *day* です。

class datetime.time

理想的な時刻で、特定の日から独立しており、毎日が厳密に 24*60*60 秒であると仮定しています。(" うるう秒: leap seconds" の概念はありません。) 属性は *hour*, *minute*, *second*, *microsecond*, および *tzinfo* です。

class datetime.datetime

日付と時刻を組み合わせたものです。属性は *year*, *month*, *day*, *hour*, *minute*, *second*, *microsecond*, および *tzinfo* です。

class datetime.timedelta

datetime あるいは *date* クラスの二つのインスタンス間の時間差をマイクロ秒精度で表す経過時間値です。

class datetime.tzinfo

タイムゾーン情報オブジェクトの抽象基底クラスです。*datetime* および *time* クラスで用いられ、カスタマイズ可能な時刻修正の概念 (たとえばタイムゾーンや夏時間の計算) を提供します。

class datetime.timezone

tzinfo 抽象基底クラスを UTC からの固定オフセットとして実装するクラスです。

Added in version 3.2.

これらの型のオブジェクトは変更不可能 (immutable) です。

サブクラスの関係は以下のようになります:

```
object
    timedelta
    tzinfo
        timezone
    time
    date
        datetime
```

共通の特徴

date 型、*datetime* 型、*time* 型、*timezone* 型には共通する特徴があります:

- これらの型のオブジェクトは変更不可能 (immutable) です。
- これらの型のオブジェクトは **ハッシュ可能** であり、辞書のキーとして使えることになります。
- これらの型のオブジェクトは *pickle* モジュールを利用して効率的な pickle 化をサポートしています。

オブジェクトが Aware なのか Naive なのかの判断

date 型のオブジェクトは常に naive です。

time 型あるいは *datetime* 型のオブジェクトは aware か naive のどちらかです。

次の条件を両方とも満たす場合、*datetime* オブジェクト *d* は aware です:

1. `d.tzinfo` が `None` でない
2. `d.tzinfo.utcoffset(d)` が `None` を返さない

どちらかを満たさない場合は、*d* は naive です。

次の条件を両方とも満たす場合、*time* オブジェクト *t* は aware です:

1. `t.tzinfo` が `None` でない
2. `t.tzinfo.utcoffset(None)` が `None` を返さない

どちらかを満たさない場合は、*t* は naive です。

aware なオブジェクトと naive なオブジェクトの区別は *timedelta* オブジェクトにはあてはまりません。

8.1.4 timedelta オブジェクト

timedelta オブジェクトは経過時間、すなわち二つの *datetime* または *date* のインスタンスの差を表します。

class datetime.**timedelta**(*days=0*, *seconds=0*, *microseconds=0*, *milliseconds=0*, *minutes=0*, *hours=0*, *weeks=0*)

All arguments are optional and default to 0. Arguments may be integers or floats, and may be positive or negative.

days, *seconds*, *microseconds* だけが内部的に保持されます。引数は以下のようにして変換されます:

- 1 ミリ秒は 1000 マイクロ秒に変換されます。
- 1 分は 60 秒に変換されます。
- 1 時間は 3600 秒に変換されます。
- 1 週間は 7 日に変換されます。

さらに、値が一意に表されるように days, seconds, microseconds が以下のように正規化されます

- `0 <= microseconds < 1000000`
- `0 <= seconds < 3600*24` (一日中の秒数)
- `-999999999 <= days <= 999999999`

次の例は、*days*, *seconds*, *microseconds* に加えて任意の引数がどう ” 集約” され、最終的に 3 つの属性に正規化されるかの説明をしています:

```
>>> from datetime import timedelta
>>> delta = timedelta(
...     days=50,
...     seconds=27,
...     microseconds=10,
...     milliseconds=29000,
...     minutes=5,
...     hours=8,
...     weeks=2
... )
>>> # Only days, seconds, and microseconds remain
>>> delta
datetime.timedelta(days=64, seconds=29156, microseconds=10)
```

引数のいずれかが浮動小数点であり、小数のマイクロ秒が存在する場合、小数のマイクロ秒は全ての引数から一度取り置かれ、それらの和は最近接偶数のマイクロ秒に丸められます。浮動小数点の引数がない場合、値の変換と正規化の過程は厳密な (失われる情報がない) ものとなります。

日の値を正規化した結果、指定された範囲の外側になった場合には、*OverflowError* が送出されます。

負の値を正規化すると、最初は混乱するような値になります。例えば:

```
>>> from datetime import timedelta
>>> d = timedelta(microseconds=-1)
>>> (d.days, d.seconds, d.microseconds)
(-1, 86399, 999999)
```

以下にクラス属性を示します:

timedelta.min

最小の値を表す *timedelta* オブジェクトで、timedelta(-999999999) です。

timedelta.max

最大の値を表す *timedelta* オブジェクトで、timedelta(days=999999999, hours=23, minutes=59, seconds=59, microseconds=999999) です。

timedelta.resolution

timedelta オブジェクトが等しくならない最小の時間差で、timedelta(microseconds=1) です。

Note that, because of normalization, `timedelta.max` is greater than `-timedelta.min`. `-timedelta.max` is not representable as a *timedelta* object.

インスタンスの属性 (読み出しのみ):

属性	値
days	両端値を含む -999999999 から 999999999 の間
seconds	両端値を含む 0 から 86399 の間
microseconds	両端値を含む 0 から 999999 の間

サポートされている演算を以下に示します:

演算	結果
`t1 = t2 + t3`	Sum of `t2` and `t3`. Afterwards `t1 - t2 == t3` and `t1 - t3 == t2` are true. (1)
`t1 = t2 - t3`	Difference of `t2` and `t3`. Afterwards `t1 == t2 - t3` and `t2 == t1 + t3` are true. (1)(6)
`t1 = t2 * i` または `t1 = i * t2`	Delta multiplied by an integer. Afterwards `t1 // i == t2` is true, provided `i != 0`.
	In general, `t1 * i == t1 * (i-1) + t1` is true. (1)
`t1 = t2 * f` または `t1 = f * t2`	時間差と浮動小数点の積。結果は最近接偶数への丸めを利用して最も近い timedelta.resolution の倍数に丸められます。
`f = t2 / t3`	Division (3) of overall duration `t2` by interval unit `t3`. Returns a *float* object.
`t1 = t2 / f` または `t1 = t2 / i`	時間差を浮動小数点や整数で除したもの。結果は最近接偶数への丸めを利用して最も近い timedelta.resolution の倍数に丸められます。
`t1 = t2 // i` または `t1 = t2 // t3`	floor が計算され、余りは (もしあれば) 捨てられます。後者の場合、整数が返されます。(3)
`t1 = t2 % t3`	剰余が *timedelta* オブジェクトとして計算されます。(3)
`q, r = divmod(t1, t2)`	商と剰余が計算されます: `q = t1 // t2` (3) と `r = t1 % t2` 。q は整数で r は *timedelta* オブジェクトです。
`+t1`	同じ値を持つ *timedelta* オブジェクトを返します。(2)
`-t1`	Equivalent to `timedelta(-t1.days, -t1.seconds*, -t1.microseconds)`, and to `t1 * -1`. (1)(4)
`abs(t)`	Equivalent to `+t` when `t.days >= 0`, and to `-t` when `t.days < 0`. (2)
`str(t)`	`[D day[s], ][H]H:MM:SS[.UUUUUU]` という形式の文字列を返します。`t` が負の値の場合は `D` は負の値となります。(5)
`repr(t)`	*timedelta* オブジェクトの文字列表現を返します。その文字列は、正規の属性値を持つコンストラクタ呼び出しのコードになっています。

注釈:

(1) この演算は正確ですが、オーバフローするかもしれません。

(2) この演算は正確であり、オーバフローし得ません。

(3) Division by zero raises *ZeroDivisionError*.

(4) `-timedelta.max` is not representable as a *timedelta* object.

(5) *timedelta* オブジェクトの文字列表現は内部表現に類似した形に正規化されます。そのため負の timedelta は少し変な結果になります。例えば:

```
>>> timedelta(hours=-5)
datetime.timedelta(days=-1, seconds=68400)
>>> print(_)
-1 day, 19:00:00
```

(6) t3 が timedelta.max のときを除けば、式 t2 - t3 は常に、式 t2 + (-t3) と同等です。t3 が timedelta.max の場合、前者の式は結果の値が出ますが、後者はオーバーフローを起こします。

上に列挙した操作に加え *timedelta* オブジェクトは *date* および *datetime* オブジェクトとの間で加減算をサポートしています (下を参照してください)。

バージョン 3.2 で変更: *timedelta* オブジェクトの別の *timedelta* オブジェクトによる、切り捨て除算と真の除算、および剰余演算と *divmod()* 関数がサポートされるようになりました。*timedelta* オブジェクトと *float* オブジェクトの真の除算と掛け算がサポートされるようになりました。

timedelta オブジェクトは等価性と順序の比較をサポートします。

ブール演算コンテキストでは、*timedelta* オブジェクトは timedelta(0) に等しくない場合かつそのときに限り真となります。

インスタンスメソッド:

timedelta.total_seconds()

この期間に含まれるトータルの秒数を返します。td / timedelta(seconds=1) と等価です。秒以外の期間の単位では、直接に除算する形式 (例えば td / timedelta(microseconds=1)) が使われます。

非常に長い期間 (多くのプラットフォームでは 270 年以上) については、このメソッドはマイクロ秒の精度を失うことがあることに注意してください。

Added in version 3.2.

使用例: timedelta

正規化の追加の例です:

```
>>> # Components of another_year add up to exactly 365 days
>>> from datetime import timedelta
>>> year = timedelta(days=365)
>>> another_year = timedelta(weeks=40, days=84, hours=23,
...                          minutes=50, seconds=600)
>>> year == another_year
True
>>> year.total_seconds()
31536000.0
```

timedelta の計算の例です:

```
>>> from datetime import timedelta
>>> year = timedelta(days=365)
>>> ten_years = 10 * year
>>> ten_years
datetime.timedelta(days=3650)
>>> ten_years.days // 365
10
>>> nine_years = ten_years - year
>>> nine_years
datetime.timedelta(days=3285)
>>> three_years = nine_years // 3
>>> three_years, three_years.days // 365
(datetime.timedelta(days=1095), 3)
```

8.1.5 date オブジェクト

date オブジェクトは、両方向に無期限に拡張された現在のグレゴリオ暦という理想化された暦の日付 (年月日) を表します。

1 年 1 月 1 日は日番号 1、1 年 1 月 2 日は日番号 2 と呼ばれ、他も同様です。[*2]

class datetime.**date**(*year*, *month*, *day*)

全ての引数が必須です。引数は整数で、次の範囲に収まっていなければなりません:

- `MINYEAR <= year <= MAXYEAR`
- `1 <= month <= 12`
- `1 <= day <=` **指定された月と年における日数**

範囲を超えた引数を与えた場合、*ValueError* が送出されます。

他のコンストラクタ、および全てのクラスメソッドを以下に示します:

classmethod date.**today**()

現在のローカルな日付を返します。

`date.fromtimestamp(time.time())` と等価です。

classmethod date.**fromtimestamp**(*timestamp*)

time.time() で返されるような POSIX タイムスタンプに対応するローカルな日付を返します。

[*2] この暦法は、全ての計算における基本カレンダーである、Dershowitz と Reingold の書籍 *Calendrical Calculations* における先発グレゴリオ暦 ("proleptic Gregorian") の定義に一致します。先発グレゴリオ暦の序数とその他多くの暦法どうしの変換アルゴリズムについては、この書籍を参照してください。

timestamp がプラットフォームの C 関数 `localtime()` がサポートする値の範囲から外れていた場合、*OverflowError* を送出するかもしれません。また `localtime()` 呼び出しが失敗した場合には *OSError* を送出するかもしれません。この範囲は通常は 1970 年から 2038 年までに制限されています。タイムスタンプの表記にうるう秒を含める非 POSIX なシステムでは、うるう秒は *fromtimestamp()* では無視されます。

バージョン 3.3 で変更: timestamp がプラットフォームの C 関数 `localtime()` のサポートする値の範囲から外れていた場合、*ValueError* ではなく *OverflowError* を送出するようになりました。`localtime()` の呼び出し失敗で *ValueError* ではなく *OSError* を送出するようになりました。

classmethod date.**fromordinal**(*ordinal*)

先発グレゴリオ暦による序数に対応する日付を返します。1 年 1 月 1 日が序数 1 となります。

`1 <= ordinal <= date.max.toordinal()` でない場合、*ValueError* が送出されます。任意の日付 *d* に対し、`date.fromordinal(d.toordinal()) == d` となります。

classmethod date.**fromisoformat**(*date_string*)

以下の例外を除く、有効な ISO 8601 フォーマットで与えられた *date_string* に対応する *date* を返します:

1. Reduced precision dates are not currently supported (`YYYY-MM`, `YYYY`).
2. Extended date representations are not currently supported (`±YYYYYY-MM-DD`).
3. 序数の日付は現在サポートされていません (`YYYY-OOO`)。

例:

```
>>> from datetime import date
>>> date.fromisoformat('2019-12-04')
datetime.date(2019, 12, 4)
>>> date.fromisoformat('20191204')
datetime.date(2019, 12, 4)
>>> date.fromisoformat('2021-W01-1')
datetime.date(2021, 1, 4)
```

Added in version 3.7.

バージョン 3.11 で変更: 以前はこのメソッドは `YYYY-MM-DD` フォーマットのみをサポートしていました。

classmethod date.**fromisocalendar**(*year*, *week*, *day*)

年月日で指定された ISO 暦の日付に対応する *date* を返します。この関数は *date.isocalendar()* 関数の逆関数です。

Added in version 3.8.

以下にクラス属性を示します:

date.min

表現できる最も古い日付で、date(MINYEAR, 1, 1) です。

date.max

表現できる最も新しい日付で、date(MAXYEAR, 12, 31) です。

date.resolution

等しくない日付オブジェクト間の最小の差で、timedelta(days=1) です。

インスタンスの属性 (読み出しのみ):

date.year

両端値を含む *MINYEAR* から *MAXYEAR* までの値です。

date.month

両端値を含む 1 から 12 までの値です。

date.day

1 から与えられた月と年における日数までの値です。

サポートされている演算を以下に示します:

演算	結果
date2 = date1 + timedelta	date2 will be timedelta.days days after date1. (1)
date2 = date1 - timedelta	Computes date2 such that date2 + timedelta == date1. (2)
timedelta = date1 - date2	(3)
date1 == date2 date1 != date2	等価性の比較。(4)
date1 < date2 date1 > date2 date1 <= date2 date1 >= date2	順序の比較。(5)

注釈:

(1) *date2* は、`timedelta.days > 0` の場合は進む方向に、`timedelta.days < 0` の場合は戻る方向に移動します。演算後は `date2 - date1 == timedelta.days` が成立します。`timedelta.seconds` および `timedelta.microseconds` は無視されます。`date2.year` が *MINYEAR* になってしまったり、*MAXYEAR* より大きくなってしまう場合には *OverflowError* が送出されます。

(2) `timedelta.seconds` と `timedelta.microseconds` は無視されます。

(3) This is exact, and cannot overflow. `timedelta.seconds` and `timedelta.microseconds` are 0, and `date2 + timedelta == date1` after.

(4) 同じ日を表す *date* オブジェクトは等しいです。

`date` objects that are not also *datetime* instances are never equal to `datetime` objects, even if they represent the same date.

(5) *date1* is considered less than *date2* when *date1* precedes *date2* in time. In other words, `date1 < date2` if and only if `date1.toordinal() < date2.toordinal()`.

Order comparison between a `date` object that is not also a *datetime* instance and a `datetime` object raises *TypeError*.

バージョン 3.13 で変更: Comparison between *datetime* object and an instance of the *date* subclass that is not a `datetime` subclass no longer converts the latter to `date`, ignoring the time part and the time zone. The default behavior can be changed by overriding the special comparison methods in subclasses.

ブール演算コンテキストでは、全ての *time* オブジェクトは真とみなされます。

インスタンスメソッド:

`date.replace`(*year=self.year*, *month=self.month*, *day=self.day*)

キーワード引数で指定されたパラメータが置き換えられることを除き、同じ値を持つ *date* オブジェクトを返します。

以下はプログラム例です:

```
>>> from datetime import date
>>> d = date(2002, 12, 31)
>>> d.replace(day=26)
datetime.date(2002, 12, 26)
```

date objects are also supported by generic function *copy.replace()*.

`date.timetuple`()

time.localtime() が返すような *time.struct_time* を返します。

時分秒が 0 で、DST フラグが -1 です。

`d.timetuple()` は次の式と等価です:

```
time.struct_time((d.year, d.month, d.day, 0, 0, 0, d.weekday(), yday, -1))
```

where `yday = d.toordinal() - date(d.year, 1, 1).toordinal() + 1` is the day number within the current year starting with 1 for January 1st.

date.toordinal()

先発グレゴリオ暦における日付序数を返します。1 年の 1 月 1 日が序数 1 となります。任意の *date* オブジェクト *d* について、`date.fromordinal(d.toordinal()) == d` となります。

date.weekday()

月曜日を 0、日曜日を 6 として、曜日を整数で返します。例えば、`date(2002, 12, 4).weekday() == 2` であり、水曜日を示します。*isoweekday()* も参照してください。

date.isoweekday()

月曜日を 1, 日曜日を 7 として、曜日を整数で返します。例えば、`date(2002, 12, 4).isoweekday() == 3` であり、水曜日を示します。*weekday()*, *isocalendar()* も参照してください。

date.isocalendar()

year、week、weekday の 3 つで構成された *named tuple* を返します。

ISO 暦はグレゴリオ暦の変種として広く用いられています。[*3]

ISO 年は完全な週が 52 週または 53 週あり、週は月曜から始まって日曜に終わります。ISO 年でのある年における最初の週は、その年の木曜日を含む最初の (グレゴリオ暦での) 週となります。この週は週番号 1 と呼ばれ、この木曜日での ISO 年はグレゴリオ暦における年と等しくなります。

例えば、2004 年は木曜日から始まるため、ISO 年の最初の週は 2003 年 12 月 29 日、月曜日から始まり、2004 年 1 月 4 日、日曜日に終わります

```
>>> from datetime import date
>>> date(2003, 12, 29).isocalendar()
datetime.IsoCalendarDate(year=2004, week=1, weekday=1)
>>> date(2004, 1, 4).isocalendar()
datetime.IsoCalendarDate(year=2004, week=1, weekday=7)
```

バージョン 3.9 で変更: 結果が タプル から *named tuple* へ変更されました。

date.isoformat()

日付を ISO 8601 書式の YYYY-MM-DD で表した文字列を返します:

```
>>> from datetime import date
>>> date(2002, 12, 4).isoformat()
'2002-12-04'
```

[*3] 優れた説明は R. H. van Gent の guide to the mathematics of the ISO 8601 calendar を参照してください。

date.__str__()

date オブジェクト *d* において、str(d) は d.isoformat() と等価です。

date.ctime()

日付を表す文字列を返します:

```
>>> from datetime import date
>>> date(2002, 12, 4).ctime()
'Wed Dec  4 00:00:00 2002'
```

d.ctime() は次の式と等価です:

```
time.ctime(time.mktime(d.timetuple()))
```

これが等価になるのは、(*time.ctime()* に呼び出され、*date.ctime()* に呼び出されない) ネイティブの C 関数 ctime() が C 標準に準拠しているプラットフォーム上でです。

date.strftime(*format*)

明示的な書式文字列で制御された、日付を表現する文字列を返します。時間、分、秒を表す書式コードは値 0 になります。*strftime() と strptime() の振る舞い* および *date.isoformat()* も参照してください。

date.__format__(*format*)

date.strftime() と等価です。これにより、フォーマット済み文字列リテラル の中や *str.format()* を使っているときに *date* オブジェクトの書式文字列を指定できます。*strftime() と strptime() の振る舞い* および *date.isoformat()* も参照してください。

使用例: date

イベントまでの日数を数える例を示します:

```
>>> import time
>>> from datetime import date
>>> today = date.today()
>>> today
datetime.date(2007, 12, 5)
>>> today == date.fromtimestamp(time.time())
True
>>> my_birthday = date(today.year, 6, 24)
>>> if my_birthday < today:
...     my_birthday = my_birthday.replace(year=today.year + 1)
...
>>> my_birthday
datetime.date(2008, 6, 24)
>>> time_to_birthday = abs(my_birthday - today)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> time_to_birthday.days
202
```

さらなる *date* を使う例:

```
>>> from datetime import date
>>> d = date.fromordinal(730920) # 730920th day after 1. 1. 0001
>>> d
datetime.date(2002, 3, 11)

>>> # Methods related to formatting string output
>>> d.isoformat()
'2002-03-11'
>>> d.strftime("%d/%m/%y")
'11/03/02'
>>> d.strftime("%A %d. %B %Y")
'Monday 11. March 2002'
>>> d.ctime()
'Mon Mar 11 00:00:00 2002'
>>> 'The {1} is {0:%d}, the {2} is {0:%B}.'.format(d, "day", "month")
'The day is 11, the month is March.'

>>> # Methods for to extracting 'components' under different calendars
>>> t = d.timetuple()
>>> for i in t:
...     print(i)
2002                # year
3                   # month
11                  # day
0
0
0
0                   # weekday (0 = Monday)
70                  # 70th day in the year
-1
>>> ic = d.isocalendar()
>>> for i in ic:
...     print(i)
2002                # ISO year
11                  # ISO week number
1                   # ISO day number ( 1 = Monday )

>>> # A date object is immutable; all operations produce a new object
>>> d.replace(year=2005)
datetime.date(2005, 3, 11)
```

8.1.6 datetime オブジェクト

datetime オブジェクトは *date* オブジェクトおよび *time* オブジェクトの全ての情報が入っている単一のオブジェクトです。

date オブジェクトと同様に、*datetime* は現在のグレゴリオ暦が両方向に延長されているものと仮定します。また、*time* オブジェクトと同様に、*datetime* は毎日が厳密に 3600*24 秒であると仮定します。

以下にコンストラクタを示します:

class datetime.**datetime**(*year*, *month*, *day*, *hour=0*, *minute=0*, *second=0*, *microsecond=0*, *tzinfo=None*, *, *fold=0*)

year, *month*, *day* 引数は必須です。*tzinfo* は None または *tzinfo* サブクラスのインスタンスです。残りの引数は次の範囲の整数でなければなりません:

- MINYEAR <= year <= MAXYEAR,
- 1 <= month <= 12,
- 1 <= day <= **指定された月と年における日数**,
- 0 <= hour < 24,
- 0 <= minute < 60,
- 0 <= second < 60,
- 0 <= microsecond < 1000000,
- fold in [0, 1].

範囲を超えた引数を与えた場合、*ValueError* が送出されます。

バージョン 3.6 で変更: *fold* パラメータが追加されました。

他のコンストラクタ、および全てのクラスメソッドを以下に示します:

classmethod datetime.**today**()

tzinfo を None にして、現在のローカルな日時を返します。

次と等価です:

```
datetime.fromtimestamp(time.time())
```

now(), *fromtimestamp()* も参照してください。

このメソッドの機能は *now()* と等価ですが、tz 引数はありません。

classmethod datetime.**now**(*tz=None*)

現在のローカルな日時を返します。

オプションの引数 *tz* が None であるか指定されていない場合、このメソッドは *today()* と同様ですが、可能ならば *time.time()* タイムスタンプを通じて得ることができる、より高い精度で時刻を提供します (例えば、プラットフォームが C 関数 gettimeofday() をサポートする場合には可能なことがあります)。

tz が None でない場合、*tz* は *tzinfo* のサブクラスのインスタンスでなければならず、現在の日付および時刻は *tz* のタイムゾーンに変換されます。

today() および *utcnow()* よりもこの関数を使う方が好ましいです。

classmethod datetime.**utcnow**()

tzinfo が None である現在の UTC の日付および時刻を返します。

このメソッドは *now()* と似ていますが、naive な *datetime* オブジェクトとして現在の UTC 日付および時刻を返します。aware な現在の UTC datetime は datetime.now(timezone.utc) を呼び出すことで取得できます。*now()* も参照してください。

> **警告:** naive な datetime オブジェクトは多くの datetime メソッドでローカルな時間として扱われるため、aware な datetime を使って UTC の時刻を表すのが好ましいです。そのため、UTC での現在の時刻を表すオブジェクトの作成では datetime.now(timezone.utc) を呼び出す方法が推奨されます。

バージョン 3.12 で非推奨: 代わりに *UTC* で *datetime.now()* を使用してください。

classmethod datetime.**fromtimestamp**(*timestamp*, *tz=None*)

time.time() が返すような、POSIX タイムスタンプに対応するローカルな日付と時刻を返します。オプションの引数 *tz* が None であるか、指定されていない場合、タイムスタンプはプラットフォームのローカルな日付および時刻に変換され、返される *datetime* オブジェクトは naive なものになります。

tz が None でない場合、*tz* は *tzinfo* のサブクラスのインスタンスでなければならず、タイムスタンプは *tz* のタイムゾーンに変換されます。

タイムスタンプがプラットフォームの C 関数 localtime() や gmtime() でサポートされている範囲を超えた場合、*fromtimestamp()* は *OverflowError* を送出することがあります。この範囲はよく 1970 年から 2038 年に制限されています。また localtime() や gmtime() が失敗した際は *OSError* を送出します。うるう秒がタイムスタンプの概念に含まれている非 POSIX システムでは、*fromtimestamp()* はうるう秒を無視します。このため、秒の異なる二つのタイムスタンプが同一の *datetime* オブジェクトとなることが起こり得ます。*utcfromtimestamp()* よりも、このメソッドの方が好ましいです。

バージョン 3.3 で変更: timestamp がプラットフォームの C 関数 localtime() もしくは gmtime() のサポートする値の範囲から外れていた場合、*ValueError* ではなく *OverflowError* を送出するようになり

ました。localtime() もしくは gmtime() の呼び出し失敗で *ValueError* ではなく *OSError* を送出するようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *fromtimestamp()* は *fold* を 1 にしてインスタンスを返します。

classmethod datetime.**utcfromtimestamp**(*timestamp*)

POSIX タイムスタンプに対応する、*tzinfo* が None の UTC での *datetime* を返します。(返されるオブジェクトは naive です。)

タイムスタンプがプラットフォームにおける C 関数 localtime() でサポートされている範囲を超えている場合には *OverflowError* を、gmtime() が失敗した場合には *OSError* を送出します。これはたいてい 1970 年から 2038 年に制限されています。

aware な *datetime* オブジェクトを得るには *fromtimestamp()* を呼んでください:

```
datetime.fromtimestamp(timestamp, timezone.utc)
```

POSIX 互換プラットフォームでは、これは以下の表現と等価です:

```
datetime(1970, 1, 1, tzinfo=timezone.utc) + timedelta(seconds=timestamp)
```

後者を除き、式は常に年の全範囲 (*MINYEAR* から *MAXYEAR* を含みます) をサポートします。

> **警告:** naive な datetime オブジェクトは多くの datetime メソッドでローカルな時間として扱われるため、aware な datetime を使って UTC の時刻を表すのが好ましいです。そのため、UTC でのある特定のタイムスタンプを表すオブジェクトの作成では datetime.fromtimestamp(timestamp, tz=timezone.utc) を呼び出す方法が推奨されます。

バージョン 3.3 で変更: timestamp がプラットフォームの C 関数 gmtime() のサポートする値の範囲から外れていた場合、*ValueError* ではなく *OverflowError* を送出するようになりました。gmtime() の呼び出し失敗で *ValueError* ではなく *OSError* を送出するようになりました。

バージョン 3.12 で非推奨: 代わりに *UTC* で *datetime.fromtimestamp()* を使用してください。

classmethod datetime.**fromordinal**(*ordinal*)

1 年 1 月 1 日を序数 1 とする早期グレゴリオ暦序数に対応する *datetime* オブジェクトを返します。1 <= ordinal <= datetime.max.toordinal() でなければ *ValueError* が送出されます。返されるオブジェクトの時間、分、秒、およびマイクロ秒はすべて 0 で、*tzinfo* は None となっています。

classmethod datetime.**combine**(*date*, *time*, *tzinfo=time.tzinfo*)

日付部分と与えられた *date* オブジェクトとが等しく、時刻部分と与えられた *time* オブジェクトとが等しい、新しい *datetime* オブジェクトを返します。*tzinfo* 引数が与えられた場合、その値は返り値の *tzinfo*

属性に設定するのに使われます。そうでない場合、*time* 引数の *tzinfo* 属性が使われます。*date* 引数に *datetime* オブジェクトが与えられた場合、その時刻部分と *tzinfo* 属性は無視されます。

任意の *datetime* オブジェクト *d* に対して、`d == datetime.combine(d.date(), d.time(), d.tzinfo)` となります。

バージョン 3.6 で変更: *tzinfo* 引数が追加されました。

classmethod datetime.**fromisoformat**(*date_string*)

以下の例外を除く、有効な ISO 8601 フォーマットで与えられた *date_string* に対応する *datetime* を返します :

1. 小数の秒があるタイムゾーンオフセット。
2. `T` セパレーターを他の 1 文字のユニコードに置き換えたもの。
3. 少数の時と分はサポートされていません。
4. Reduced precision dates are not currently supported (`YYYY-MM`, `YYYY`).
5. Extended date representations are not currently supported (`±YYYYYY-MM-DD`).
6. 序数の日付は現在サポートされていません (`YYYY-OOO`)。

例:

```
>>> from datetime import datetime
>>> datetime.fromisoformat('2011-11-04')
datetime.datetime(2011, 11, 4, 0, 0)
>>> datetime.fromisoformat('20111104')
datetime.datetime(2011, 11, 4, 0, 0)
>>> datetime.fromisoformat('2011-11-04T00:05:23')
datetime.datetime(2011, 11, 4, 0, 5, 23)
>>> datetime.fromisoformat('2011-11-04T00:05:23Z')
datetime.datetime(2011, 11, 4, 0, 5, 23, tzinfo=datetime.timezone.utc)
>>> datetime.fromisoformat('20111104T000523')
datetime.datetime(2011, 11, 4, 0, 5, 23)
>>> datetime.fromisoformat('2011-W01-2T00:05:23.283')
datetime.datetime(2011, 1, 4, 0, 5, 23, 283000)
>>> datetime.fromisoformat('2011-11-04 00:05:23.283')
datetime.datetime(2011, 11, 4, 0, 5, 23, 283000)
>>> datetime.fromisoformat('2011-11-04 00:05:23.283+00:00')
datetime.datetime(2011, 11, 4, 0, 5, 23, 283000, tzinfo=datetime.timezone.utc)
>>> datetime.fromisoformat('2011-11-04T00:05:23+04:00')
datetime.datetime(2011, 11, 4, 0, 5, 23,
    tzinfo=datetime.timezone(datetime.timedelta(seconds=14400)))
```

Added in version 3.7.

バージョン 3.11 で変更: 以前は、このメソッドは *date.isoformat()* または *datetime.isoformat()* から出力されるフォーマットのみをサポートしていました。

classmethod datetime.**fromisocalendar**(*year*, *week*, *day*)

年月日で指定された ISO 暦の日付に対応する *datetime* を返します。datetime の日付でない部分は、標準のデフォルト値で埋められます。この関数は *datetime.isocalendar()* の逆関数です。

Added in version 3.8.

classmethod datetime.**strptime**(*date_string*, *format*)

date_string に対応した *datetime* を返します。*format* にしたがって構文解析されます。

format がマイクロ秒やタイムゾーン情報を含まない場合は、以下と等価です:

```
datetime(*(time.strptime(date_string, format)[0:6]))
```

date_string と format が *time.strptime()* で構文解析できない場合や、この関数が時刻タプルを返してこない場合には *ValueError* を送出します。*strftime() と strptime() の振る舞い* および *datetime.fromisoformat()* も参照してください。

バージョン 3.13 で変更: If *format* specifies a day of month without a year a *DeprecationWarning* is now emitted. This is to avoid a quadrennial leap year bug in code seeking to parse only a month and day as the default year used in absence of one in the format is not a leap year. Such *format* values may raise an error as of Python 3.15. The workaround is to always include a year in your *format*. If parsing *date_string* values that do not have a year, explicitly add a year that is a leap year before parsing:

```
>>> from datetime import datetime
>>> date_string = "02/29"
>>> when = datetime.strptime(f"{date_string};1984", "%m/%d;%Y")  # Avoids leap year bug.
>>> when.strftime("%B %d")
'February 29'
```

以下にクラス属性を示します:

datetime.min

表現できる最も古い *datetime* で、datetime(MINYEAR, 1, 1, tzinfo=None) です。

datetime.max

表現できる最も新しい *datetime* で、datetime(MAXYEAR, 12, 31, 23, 59, 59, 999999, tzinfo=None) です。

datetime.resolution

等しくない *datetime* オブジェクト間の最小の差で、timedelta(microseconds=1) です。

インスタンスの属性 (読み出しのみ):

datetime.year

両端値を含む *MINYEAR* から *MAXYEAR* までの値です。

datetime.month

両端値を含む 1 から 12 までの値です。

datetime.day

1 から与えられた月と年における日数までの値です。

datetime.hour

in `range(24)` を満たします。

datetime.minute

in `range(60)` を満たします。

datetime.second

in `range(60)` を満たします。

datetime.microsecond

in `range(1000000)` を満たします。

datetime.tzinfo

datetime コンストラクタに *tzinfo* 引数として与えられたオブジェクトになり、何も渡されなかった場合には `None` になります。

datetime.fold

In `[0, 1]`. Used to disambiguate wall times during a repeated interval. (A repeated interval occurs when clocks are rolled back at the end of daylight saving time or when the UTC offset for the current zone is decreased for political reasons.) The values 0 and 1 represent, respectively, the earlier and later of the two moments with the same wall time representation.

Added in version 3.6.

サポートされている演算を以下に示します:

演算	結果
`datetime2 = datetime1 + timedelta`	(1)
`datetime2 = datetime1 - timedelta`	(2)
`timedelta = datetime1 - datetime2`	(3)
`datetime1 == datetime2` `datetime1 != datetime2`	等価性の比較。(4)

`datetime1 < datetime2`
`datetime1 > datetime2`
`datetime1 <= datetime2`
`datetime1 >= datetime2`
	順序の比較。(5)

(1) `datetime2` is a duration of `timedelta` removed from `datetime1`, moving forward in time if `timedelta.days > 0`, or backward if `timedelta.days < 0`. The result has the same *tzinfo* attribute as the input datetime, and `datetime2 - datetime1 == timedelta` after. *OverflowError* is raised if `datetime2.year` would be smaller than *MINYEAR* or larger than *MAXYEAR*. Note that no time zone adjustments are done even if the input is an aware object.

(2) Computes the `datetime2` such that `datetime2 + timedelta == datetime1`. As for addition, the result has the same *tzinfo* attribute as the input datetime, and no time zone adjustments are done even if the input is aware.

(3) *datetime* から *datetime* の減算は両方の被演算子が naive であるか、両方とも aware である場合にのみ定義されています。片方が aware でもう一方が naive の場合、*TypeError* が送出されます。

両方とも naive か、両方とも aware で同じ *tzinfo* 属性を持つ場合、*tzinfo* 属性は無視され、結果は `datetime2 + t == datetime1` であるような *timedelta* オブジェクト *t* となります。この場合タイムゾーン修正は全く行われません。

両方が aware で異なる *tzinfo* 属性を持つ場合、`a-b` は *a* および *b* をまず naive な UTC datetime オブジェクトに変換したかのようにして行います。演算結果は決してオーバフローを起こさないことを除き、`(a.replace(tzinfo=None) - a.utcoffset()) - (b.replace(tzinfo=None) - b.utcoffset())` と同じになります。

(4) *datetime* オブジェクトはタイムゾーンを考慮して同じ日付と時刻を表す場合、等しいです。

Naive and aware `datetime` objects are never equal.

If both comparands are aware, and have the same `tzinfo` attribute, the `tzinfo` and *fold* attributes are ignored and the base datetimes are compared. If both comparands are aware and have different *tzinfo* attributes, the comparison acts as comparands were first converted to UTC datetimes except that the implementation never overflows. `datetime` instances in a repeated interval are never equal to `datetime` instances in other time zone.

(5) タイムゾーンを考慮して、*datetime1* が時刻として *datetime2* よりも前を表す場合に、*datetime1* は *datetime2* よりも小さいと見なされます。

Order comparison between naive and aware *datetime* objects raises *TypeError*.

If both comparands are aware, and have the same `tzinfo` attribute, the `tzinfo` and *fold* attributes are ignored and the base datetimes are compared. If both comparands are aware and have different *tzinfo* attributes, the comparison acts as comparands were first converted to UTC datetimes except that the implementation never overflows.

バージョン 3.3 で変更: aware な *datetime* インスタンスと naive な *datetime* インスタンスの等価比較では *TypeError* は送出されません。

バージョン 3.13 で変更: Comparison between *datetime* object and an instance of the *date* subclass that is not a `datetime` subclass no longer converts the latter to `date`, ignoring the time part and the time zone. The default behavior can be changed by overriding the special comparison methods in subclasses.

インスタンスメソッド:

`datetime.date()`

同じ年、月、日の *date* オブジェクトを返します。

`datetime.time()`

同じ hour、minute、second、microsecond 及び fold を持つ *time* オブジェクトを返します。*tzinfo* は `None` です。*timetz()* も参照してください。

バージョン 3.6 で変更: 値 fold は返される *time* オブジェクトにコピーされます。

`datetime.timetz()`

同じ hour、minute、second、microsecond、fold および tzinfo 属性を持つ *time* オブジェクトを返します。*time()* メソッドも参照してください。

バージョン 3.6 で変更: 値 fold は返される *time* オブジェクトにコピーされます。

`datetime.replace`(*year=self.year*, *month=self.month*, *day=self.day*, *hour=self.hour*, *minute=self.minute*, *second=self.second*, *microsecond=self.microsecond*, *tzinfo=self.tzinfo*, ***, *fold=0*)

キーワード引数で指定した属性の値を除き、同じ属性をもつ datetime オブジェクトを返します。メンバに対する変換を行わずに aware な datetime オブジェクトから naive な datetime オブジェクトを生成するために、`tzinfo=None` を指定することもできます。

datetime objects are also supported by generic function *copy.replace()*.

バージョン 3.6 で変更: *fold* パラメータが追加されました。

datetime.**astimezone**(*tz=None*)

tz を新たに *tzinfo* 属性 として持つ *datetime* オブジェクトを返します。日付および時刻データを調整して、返り値が *self* と同じ UTC 時刻を持ち、*tz* におけるローカルな時刻を表すようにします。

もし与えられた場合、*tz* は *tzinfo* のサブクラスのインスタンスでなければならず、インスタンスの *utcoffset()* および *dst()* メソッドは None を返してはなりません。もし *self* が naive ならば、おそらくシステムのタイムゾーンで時間を表現します。

引数無し (もしくは tz=None の形) で呼び出された場合、システムのローカルなタイムゾーンが変更先のタイムゾーンだと仮定されます。変換後の datetime インスタンスの .tzinfo 属性には、OS から取得したゾーン名とオフセットを持つ *timezone* インスタンスが設定されます。

self.tzinfo が *tz* の場合、self.astimezone(tz) は *self* に等しくなります。つまり、date および time に対する調整は行われません。そうでない場合、結果はタイムゾーン *tz* におけるローカル時刻で、*self* と同じ UTC 時刻を表すようになります。これは、astz = dt.astimezone(tz) とした後、astz - astz.utcoffset() は通常 dt - dt.utcoffset() と同じ date および time を持つことを示します。

単にタイムゾーンオブジェクト *tz* を *datetime* オブジェクト *dt* に追加したいだけで、日付や時刻データへの調整を行わないのなら、dt.replace(tzinfo=tz) を使ってください。単に aware な *datetime* オブジェクト *dt* からタイムゾーンオブジェクトを除去したいだけで、日付や時刻データの変換を行わないのなら、dt.replace(tzinfo=None) を使ってください。

デフォルトの *tzinfo.fromutc()* メソッドを *tzinfo* のサブクラスで上書きして, *astimezone()* が返す結果に影響を及ぼすことができます。エラーの場合を無視すると、*astimezone()* は以下のように動作します:

```
def astimezone(self, tz):
    if self.tzinfo is tz:
        return self
    # Convert self to UTC, and attach the new time zone object.
    utc = (self - self.utcoffset()).replace(tzinfo=tz)
    # Convert from UTC to tz's local time.
    return tz.fromutc(utc)
```

バージョン 3.3 で変更: *tz* が省略可能になりました。

バージョン 3.6 で変更: *datetime.datetime.astimezone()* メソッドを naive なインスタンスに対して呼び出せるようになりました。これは、システムのローカルな時間を表現していると想定されます。

datetime.**utcoffset**()

tzinfo が None の場合、None を返し、そうでない場合には self.tzinfo.utcoffset(self) を返しま

す。後者の式が None あるいは 1 日以下の大きさを持つ *timedelta* オブジェクトのいずれかを返さない場合には例外を送出します。

バージョン 3.7 で変更: UTC オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

datetime.**dst**()

tzinfo が None の場合 None を返し、そうでない場合には `self.tzinfo.dst(self)` を返します。後者の式が None もしくは、1 日未満の大きさを持つ *timedelta* オブジェクトのいずれかを返さない場合には例外を送出します。

バージョン 3.7 で変更: DST オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

datetime.**tzname**()

tzinfo が None の場合 None を返し、そうでない場合には `self.tzinfo.tzname(self)` を返します。後者の式が None か文字列オブジェクトのいずれかを返さない場合には例外を送出します。

datetime.**timetuple**()

time.localtime() が返すような *time.struct_time* を返します。

`d.timetuple()` は次の式と等価です:

```
time.struct_time((d.year, d.month, d.day,
                  d.hour, d.minute, d.second,
                  d.weekday(), yday, dst))
```

where `yday = d.toordinal() - date(d.year, 1, 1).toordinal() + 1` is the day number within the current year starting with 1 for January 1st. The *tm_isdst* flag of the result is set according to the *dst()* method: *tzinfo* is None or *dst()* returns None, `tm_isdst` is set to `-1`; else if *dst()* returns a non-zero value, `tm_isdst` is set to 1; else `tm_isdst` is set to 0.

datetime.**utctimetuple**()

datetime インスタンス *d* が naive の場合、このメソッドは `d.timetuple()` と同じであり、`d.dst()` の返す内容にかかわらず *tm_isdst* が 0 に強制される点だけが異なります。DST が UTC 時刻に影響を及ぼすことは決してありません。

If *d* is aware, *d* is normalized to UTC time, by subtracting `d.utcoffset()`, and a *time.struct_time* for the normalized time is returned. `tm_isdst` is forced to 0. Note that an *OverflowError* may be raised if `d.year` was `MINYEAR` or `MAXYEAR` and UTC adjustment spills over a year boundary.

警告: naive な `datetime` オブジェクトは多くの `datetime` メソッドでローカルな時間として扱われるため、aware な datetime を使って UTC の時刻を表すのが好ましいです。結果として、*datetime.utctimetuple()* は誤解を招きやすい返り値を返すかもしれません。UTC を表

> す naive な datetime があった場合、*datetime.timetuple()* が使えるところでは datetime.replace(tzinfo=timezone.utc) で aware にします。

datetime.toordinal()

先発グレゴリオ暦における日付序数を返します。self.date().toordinal() と同じです。

datetime.timestamp()

datetime インスタンスに対応する POSIX タイムスタンプを返します。返り値は *time.time()* で返される値に近い *float* です。

このメソッドでは naive な *datetime* インスタンスはローカル時刻とし、プラットフォームの C 関数 mktime() に頼って変換を行います。*datetime* は多くのプラットフォームの mktime() より広い範囲の値をサポートしているので、遥か過去の時刻や遥か未来の時刻に対し、このメソッドは *OverflowError* または *OSError* を送出するかもしれません。

aware な *datetime* インスタンスに対しては以下のように返り値が計算されます:

```
(dt - datetime(1970, 1, 1, tzinfo=timezone.utc)).total_seconds()
```

Added in version 3.3.

バージョン 3.6 で変更: The *timestamp()* method uses the *fold* attribute to disambiguate the times during a repeated interval.

注釈: UTC 時刻を表す naive な *datetime* インスタンスから直接 POSIX タイムスタンプを取得するメソッドはありません。アプリケーションがその変換を使っており、システムのタイムゾーンが UTC に設定されていなかった場合、tzinfo=timezone.utc を引数に与えることで POSIX タイムスタンプを取得できます:

```
timestamp = dt.replace(tzinfo=timezone.utc).timestamp()
```

もしくは直接タイムスタンプを計算することもできます:

```
timestamp = (dt - datetime(1970, 1, 1)) / timedelta(seconds=1)
```

---

datetime.weekday()

月曜日を 0、日曜日を 6 として、曜日を整数で返します。self.date().weekday() と同じです。*isoweekday()* も参照してください。

datetime.isoweekday()

月曜日を 1、日曜日を 7 として、曜日を整数で返します。self.date().isoweekday() と等価です。*weekday()* 、*isocalendar()* も参照してください。

datetime.isocalendar()

year、week、weekday の 3 つで構成された *named tuple* を返します。self.date().isocalendar() と等価です。

datetime.isoformat(*sep='T'*, *timespec='auto'*)

日時を ISO 8601 書式で表した文字列で返します:

- *microsecond* が 0 でない場合は YYYY-MM-DDTHH:MM:SS.ffffff
- *microsecond* が 0 の場合は YYYY-MM-DDTHH:MM:SS

utcoffset() が None を返さない場合は、文字列の後ろに UTC オフセットが追記されます:

- *microsecond* が 0 でない場合は YYYY-MM-DDTHH:MM:SS.ffffff+HH:MM[:SS[.ffffff]]
- *microsecond* が 0 の場合は YYYY-MM-DDTHH:MM:SS+HH:MM[:SS[.ffffff]]

例:

```
>>> from datetime import datetime, timezone
>>> datetime(2019, 5, 18, 15, 17, 8, 132263).isoformat()
'2019-05-18T15:17:08.132263'
>>> datetime(2019, 5, 18, 15, 17, tzinfo=timezone.utc).isoformat()
'2019-05-18T15:17:00+00:00'
```

オプションの引数 *sep* (デフォルトでは 'T' です) は 1 文字のセパレータで、結果の文字列の日付と時刻の間に置かれます。例えば:

```
>>> from datetime import tzinfo, timedelta, datetime
>>> class TZ(tzinfo):
...     """A time zone with an arbitrary, constant -06:39 offset."""
...     def utcoffset(self, dt):
...         return timedelta(hours=-6, minutes=-39)
...
>>> datetime(2002, 12, 25, tzinfo=TZ()).isoformat(' ')
'2002-12-25 00:00:00-06:39'
>>> datetime(2009, 11, 27, microsecond=100, tzinfo=TZ()).isoformat()
'2009-11-27T00:00:00.000100-06:39'
```

オプション引数 *timespec* は、含める追加の時間の要素の数を指定します (デフォルトでは 'auto' です)。以下の内一つを指定してください。

- 'auto': *microsecond* が 0 である場合 'seconds' と等しく、そうでない場合は 'microseconds' と等しくなります。

- 'hours': *hour* を 2 桁の HH 書式で含めます。
- 'minutes': *hour* および *minute* を HH:MM の書式で含めます。
- 'seconds': *hour* 、*minute* 、*second* を HH:MM:SS の書式で含めます。
- 'milliseconds': 全ての時刻を含みますが、小数第二位をミリ秒に切り捨てます。HH:MM:SS.sss の書式で表現します。
- 'microseconds': 全ての時刻を HH:MM:SS.mmmmmm の書式で含めます。

注釈: 除外された要素は丸め込みではなく、切り捨てされます。

不正な *timespec* 引数には *ValueError* があげられます:

```
>>> from datetime import datetime
>>> datetime.now().isoformat(timespec='minutes')
'2002-12-25T00:00'
>>> dt = datetime(2015, 1, 1, 12, 30, 59, 0)
>>> dt.isoformat(timespec='microseconds')
'2015-01-01T12:30:59.000000'
```

バージョン 3.6 で変更: *timespec* パラメータを追加しました.

datetime.__str__()

datetime オブジェクト *d* において、str(d) は d.isoformat(' ') と等価です。

datetime.ctime()

日付および時刻を表す文字列を返します:

```
>>> from datetime import datetime
>>> datetime(2002, 12, 4, 20, 30, 40).ctime()
'Wed Dec  4 20:30:40 2002'
```

出力文字列は入力が aware であれ naive であれ、タイムゾーン情報を含み **ません**。

d.ctime() は次の式と等価です:

```
time.ctime(time.mktime(d.timetuple()))
```

これが等価になるのは、(*time.ctime()* に呼び出され、*datetime.ctime()* に呼び出されない) ネイティブの C 関数 ctime() が C 標準に準拠しているプラットフォーム上でです。

datetime.strftime(*format*)

明示的な書式文字列で制御された、日付および時刻を表現する文字列を返します。*strftime() と strptime() の振る舞い* および *datetime.isoformat()* も参照してください。

datetime.__format__(*format*)

datetime.strftime() と等価です。これにより、フォーマット済み文字列リテラル の中や *str.format()* を使っているときに *datetime* オブジェクトの書式文字列を指定できます。*strftime() と strptime() の振る舞い* および *datetime.isoformat()* も参照してください。

使用例: datetime

datetime オブジェクトを使う例:

```
>>> from datetime import datetime, date, time, timezone

>>> # Using datetime.combine()
>>> d = date(2005, 7, 14)
>>> t = time(12, 30)
>>> datetime.combine(d, t)
datetime.datetime(2005, 7, 14, 12, 30)

>>> # Using datetime.now()
>>> datetime.now()
datetime.datetime(2007, 12, 6, 16, 29, 43, 79043)   # GMT +1
>>> datetime.now(timezone.utc)
datetime.datetime(2007, 12, 6, 15, 29, 43, 79060, tzinfo=datetime.timezone.utc)

>>> # Using datetime.strptime()
>>> dt = datetime.strptime("21/11/06 16:30", "%d/%m/%y %H:%M")
>>> dt
datetime.datetime(2006, 11, 21, 16, 30)

>>> # Using datetime.timetuple() to get tuple of all attributes
>>> tt = dt.timetuple()
>>> for it in tt:
...     print(it)
...
2006    # year
11      # month
21      # day
16      # hour
30      # minute
0       # second
1       # weekday (0 = Monday)
325     # number of days since 1st January
-1      # dst - method tzinfo.dst() returned None

>>> # Date in ISO format
>>> ic = dt.isocalendar()
>>> for it in ic:
...     print(it)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...
2006    # ISO year
47      # ISO week
2       # ISO weekday

>>> # Formatting a datetime
>>> dt.strftime("%A, %d. %B %Y %I:%M%p")
'Tuesday, 21. November 2006 04:30PM'
>>> 'The {1} is {0:%d}, the {2} is {0:%B}, the {3} is {0:%I:%M%p}.'.format(dt, "day", "month",
↪"time")
'The day is 21, the month is November, the time is 04:30PM.'
```

下にある例では、1945 年までは +4 UTC 、それ以降は +4:30 UTC を使用しているアフガニスタンのカブールのタイムゾーン情報を表現する *tzinfo* のサブクラスを定義しています:

```
from datetime import timedelta, datetime, tzinfo, timezone

class KabulTz(tzinfo):
    # Kabul used +4 until 1945, when they moved to +4:30
    UTC_MOVE_DATE = datetime(1944, 12, 31, 20, tzinfo=timezone.utc)

    def utcoffset(self, dt):
        if dt.year < 1945:
            return timedelta(hours=4)
        elif (1945, 1, 1, 0, 0) <= dt.timetuple()[:5] < (1945, 1, 1, 0, 30):
            # An ambiguous ("imaginary") half-hour range representing
            # a 'fold' in time due to the shift from +4 to +4:30.
            # If dt falls in the imaginary range, use fold to decide how
            # to resolve. See PEP495.
            return timedelta(hours=4, minutes=(30 if dt.fold else 0))
        else:
            return timedelta(hours=4, minutes=30)

    def fromutc(self, dt):
        # Follow same validations as in datetime.tzinfo
        if not isinstance(dt, datetime):
            raise TypeError("fromutc() requires a datetime argument")
        if dt.tzinfo is not self:
            raise ValueError("dt.tzinfo is not self")

        # A custom implementation is required for fromutc as
        # the input to this function is a datetime with utc values
        # but with a tzinfo set to self.
        # See datetime.astimezone or fromtimestamp.
        if dt.replace(tzinfo=timezone.utc) >= self.UTC_MOVE_DATE:
            return dt + timedelta(hours=4, minutes=30)
        else:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            return dt + timedelta(hours=4)

    def dst(self, dt):
        # Kabul does not observe daylight saving time.
        return timedelta(0)

    def tzname(self, dt):
        if dt >= self.UTC_MOVE_DATE:
            return "+04:30"
        return "+04"
```

上に出てきた KabulTz の使い方:

```
>>> tz1 = KabulTz()

>>> # Datetime before the change
>>> dt1 = datetime(1900, 11, 21, 16, 30, tzinfo=tz1)
>>> print(dt1.utcoffset())
4:00:00

>>> # Datetime after the change
>>> dt2 = datetime(2006, 6, 14, 13, 0, tzinfo=tz1)
>>> print(dt2.utcoffset())
4:30:00

>>> # Convert datetime to another time zone
>>> dt3 = dt2.astimezone(timezone.utc)
>>> dt3
datetime.datetime(2006, 6, 14, 8, 30, tzinfo=datetime.timezone.utc)
>>> dt2
datetime.datetime(2006, 6, 14, 13, 0, tzinfo=KabulTz())
>>> dt2 == dt3
True
```

8.1.7 time オブジェクト

time オブジェクトは (ローカルの) 日中時刻を表現します。この時刻表現は特定の日の影響を受けず、*tzinfo* オブジェクトを介した修正の対象となります。

class datetime.**time**(*hour=0*, *minute=0*, *second=0*, *microsecond=0*, *tzinfo=None*, ***, *fold=0*)

全ての引数はオプションです。*tzinfo* は None または *tzinfo* クラスのサブクラスのインスタンスにすることができます。残りの引数は整数で、以下のような範囲に入らなければなりません:

- 0 <= hour < 24,

- `0 <= minute < 60`,
- `0 <= second < 60`,
- `0 <= microsecond < 1000000`,
- `fold in [0, 1]`.

If an argument outside those ranges is given, *ValueError* is raised. All default to 0 except *tzinfo*, which defaults to `None`.

以下にクラス属性を示します:

time.min

表現できる最も古い *time* で、`time(0, 0, 0, 0)` です。

time.max

表現できる最も新しい *time* で、`time(23, 59, 59, 999999)` です。

time.resolution

等しくない *time* オブジェクト間の最小の差で、`timedelta(microseconds=1)` ですが, *time* オブジェクト間の四則演算はサポートされていないので注意してください。

インスタンスの属性 (読み出しのみ):

time.hour

in `range(24)` を満たします。

time.minute

in `range(60)` を満たします。

time.second

in `range(60)` を満たします。

time.microsecond

in `range(1000000)` を満たします。

time.tzinfo

time コンストラクタに *tzinfo* 引数として与えられたオブジェクトになり、何も渡されなかった場合には `None` になります。

time.fold

In `[0, 1]`. Used to disambiguate wall times during a repeated interval. (A repeated interval occurs when clocks are rolled back at the end of daylight saving time or when the UTC offset for the current zone is decreased for political reasons.) The values 0 and 1 represent, respectively, the earlier and later of the two moments with the same wall time representation.

Added in version 3.6.

time objects support equality and order comparisons, where *a* is considered less than *b* when *a* precedes *b* in time.

Naive and aware `time` objects are never equal. Order comparison between naive and aware `time` objects raises *TypeError*.

If both comparands are aware, and have the same *tzinfo* attribute, the `tzinfo` and `fold` attributes are ignored and the base times are compared. If both comparands are aware and have different `tzinfo` attributes, the comparands are first adjusted by subtracting their UTC offsets (obtained from `self.utcoffset()`).

バージョン 3.3 で変更: aware な インスタンスと naive な *time* インスタンスの等価比較では *TypeError* は送出されません。

ブール値の文脈では、*time* オブジェクトは常に真とみなされます。

バージョン 3.5 で変更: Python 3.5 以前は、*time* オブジェクトは UTC で深夜を表すときに偽とみなされていました。この挙動は分かりにくく、エラーの元となると考えられ、Python 3.5 で削除されました。全詳細については bpo-13936 を参照してください。

その他のコンストラクタ:

classmethod `time.fromisoformat`(*time_string*)

以下の例外を除く、有効な ISO 8601 フォーマットで与えられた *time_string* に対応する *time* を返します：

1. 小数の秒があるタイムゾーンオフセット。
2. The leading `T`, normally required in cases where there may be ambiguity between a date and a time, is not required.
3. Fractional seconds may have any number of digits (anything beyond 6 will be truncated).
4. 少数の時と分はサポートされていません。

例:

```
>>> from datetime import time
>>> time.fromisoformat('04:23:01')
datetime.time(4, 23, 1)
>>> time.fromisoformat('T04:23:01')
datetime.time(4, 23, 1)
>>> time.fromisoformat('T042301')
datetime.time(4, 23, 1)
>>> time.fromisoformat('04:23:01.000384')
datetime.time(4, 23, 1, 384)
>>> time.fromisoformat('04:23:01,000384')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
datetime.time(4, 23, 1, 384)
>>> time.fromisoformat('04:23:01+04:00')
datetime.time(4, 23, 1, tzinfo=datetime.timezone(datetime.timedelta(seconds=14400)))
>>> time.fromisoformat('04:23:01Z')
datetime.time(4, 23, 1, tzinfo=datetime.timezone.utc)
>>> time.fromisoformat('04:23:01+00:00')
datetime.time(4, 23, 1, tzinfo=datetime.timezone.utc)
```

Added in version 3.7.

バージョン 3.11 で変更: 以前は、このメソッドは *time.isoformat()* から出力されるフォーマットのみをサポートしていました。

インスタンスメソッド:

time.replace(*hour=self.hour*, *minute=self.minute*, *second=self.second*, *microsecond=self.microsecond*, *tzinfo=self.tzinfo*, ***, *fold=0*)

キーワード引数で指定したメンバの値を除き、同じ値をもつ *time* オブジェクトを返します。データに対する変換を行わずに aware な *time* オブジェクトから naive な *time* オブジェクトを生成するために、`tzinfo=None` を指定することもできます。

time objects are also supported by generic function *copy.replace()*.

バージョン 3.6 で変更: *fold* パラメータが追加されました。

time.isoformat(*timespec='auto'*)

時刻を ISO 8601 書式で表した次の文字列のうち 1 つを返します:

- *microsecond* が 0 でない場合は `HH:MM:SS.ffffff`
- *microsecond* が 0 の場合は `HH:MM:SS`
- *utcoffset()* が `None` を返さない場合、`HH:MM:SS.ffffff+HH:MM[:SS[.ffffff]]`
- *microsecond* が 0 で *utcoffset()* が `None` を返さない場合、`HH:MM:SS+HH:MM[:SS[.ffffff]]`

オプション引数 *timespec* は、含める追加の時間の要素の数を指定します (デフォルトでは `'auto'` です)。以下の内一つを指定してください。

- `'auto'`: *microsecond* が 0 である場合 `'seconds'` と等しく、そうでない場合は `'microseconds'` と等しくなります。
- `'hours'`: *hour* を 2 桁の `HH` 書式で含めます。
- `'minutes'`: *hour* および *minute* を `HH:MM` の書式で含めます。
- `'seconds'`: *hour* 、*minute* 、*second* を `HH:MM:SS` の書式で含めます。

- 'milliseconds': 全ての時刻を含みますが、小数第二位をミリ秒に切り捨てます。HH:MM:SS.sss の書式で表現します。
- 'microseconds': 全ての時刻を HH:MM:SS.mmmmmm の書式で含めます。

注釈: 除外された要素は丸め込みではなく、切り捨てされます。

不正な *timespec* 引数には *ValueError* があげられます。

以下はプログラム例です:

```
>>> from datetime import time
>>> time(hour=12, minute=34, second=56, microsecond=123456).isoformat(timespec='minutes')
'12:34'
>>> dt = time(hour=12, minute=34, second=56, microsecond=0)
>>> dt.isoformat(timespec='microseconds')
'12:34:56.000000'
>>> dt.isoformat(timespec='auto')
'12:34:56'
```

バージョン 3.6 で変更: *timespec* パラメータを追加しました.

time.__str__()

time オブジェクト *t* において、str(t) は t.isoformat() と等価です。

time.strftime(*format*)

明示的な書式文字列で制御された、時刻を表現する文字列を返します。*strftime() と strptime() の振る舞い* および *time.isoformat()* も参照してください。

time.__format__(*format*)

time.strftime() と等価です。これにより、フォーマット済み文字列リテラル の中や *str.format()* を使っているときに *time* オブジェクトの書式文字列を指定できます。*strftime() と strptime() の振る舞い* および *time.isoformat()* も参照してください。

time.utcoffset()

tzinfo が None の場合、None を返し、そうでない場合には self.tzinfo.utcoffset(None) を返します。後者の式が None あるいは 1 日以下の大きさを持つ *timedelta* オブジェクトのいずれかを返さない場合には例外を送出します。

バージョン 3.7 で変更: UTC オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

time.dst()

tzinfo が None の場合 None を返し、そうでない場合には self.tzinfo.dst(None) を返します。後者

の式が None もしくは、1 日未満の大きさを持つ *timedelta* オブジェクトのいずれかを返さない場合には例外を送出します。

バージョン 3.7 で変更: DST オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

time.tzname()

tzinfo が None の場合 None を返し、そうでない場合には self.tzinfo.tzname(None) を返します。後者の式が None か文字列オブジェクトのいずれかを返さない場合には例外を送出します。

使用例: time

time オブジェクトを使う例:

```
>>> from datetime import time, tzinfo, timedelta
>>> class TZ1(tzinfo):
...     def utcoffset(self, dt):
...         return timedelta(hours=1)
...     def dst(self, dt):
...         return timedelta(0)
...     def tzname(self,dt):
...         return "+01:00"
...     def  __repr__(self):
...         return f"{self.__class__.__name__}()"
...
>>> t = time(12, 10, 30, tzinfo=TZ1())
>>> t
datetime.time(12, 10, 30, tzinfo=TZ1())
>>> t.isoformat()
'12:10:30+01:00'
>>> t.dst()
datetime.timedelta(0)
>>> t.tzname()
'+01:00'
>>> t.strftime("%H:%M:%S %Z")
'12:10:30 +01:00'
>>> 'The {} is {:%H:%M}.'.format("time", t)
'The time is 12:10.'
```

8.1.8 tzinfo オブジェクト

class datetime.tzinfo

このクラスは抽象基底クラスで、直接インスタンス化すべきでないことを意味します。*tzinfo* のサブクラスを定義し、ある特定のタイムゾーンに関する情報を保持するようにしてください。

tzinfo (の具体的なサブクラス) のインスタンスは *datetime* および *time* オブジェクトのコンストラクタに渡すことができます。後者のオブジェクトでは、データ属性をローカル時刻におけるものとして見ており、*tzinfo* オブジェクトはローカル時刻の UTC からのオフセット、タイムゾーンの名前、DST オフセットを、渡された日付および時刻オブジェクトからの相対で示すためのメソッドを提供します。

具象サブクラスを作成し、(少なくとも) 使いたい *datetime* のメソッドが必要とする *tzinfo* のメソッドを実装する必要があります。datetime モジュールは *tzinfo* のシンプルな具象サブクラス *timezone* を提供します。これは UTC そのものか北アメリカの EST と EDT のような UTC からの固定されたオフセットを持つタイムゾーンを表せます。

pickle 化についての特殊な要求事項: *tzinfo* のサブクラスは引数なしで呼び出すことのできる `__init__()` メソッドを持たなければなりません。そうでなければ、pickle 化することはできますがおそらく unpickle 化することはできないでしょう。これは技術的な側面からの要求であり、将来緩和されるかもしれません。

tzinfo の具体的なサブクラスでは、以下のメソッドを実装する必要があります。厳密にどのメソッドが必要なのかは、aware な datetime オブジェクトがこのサブクラスのインスタンスをどのように使うかに依存します。不確かならば、単に全てを実装してください。

tzinfo.utcoffset(*dt*)

ローカル時間の UTC からのオフセットを、UTC から東向きを正とした *timedelta* オブジェクトで返します。ローカル時間が UTC の西側にある場合、この値は負になります。

このメソッドは UTC からのオフセットの **総計** を表しています。例えば、*tzinfo* オブジェクトがタイムゾーンと DST 修正の両方を表現する場合、*utcoffset()* はそれらの合計を返さなければなりません。UTC オフセットが未知である場合、None を返します。そうでない場合には、返される値は `-timedelta(hours=24)` から `timedelta(hours=24)` までの *timedelta* 境界を含まないオブジェクトでなければなりません (オフセットの大きさは 1 日より短くなければなりません)。ほとんどの *utcoffset()* 実装は、おそらく以下の二つのうちの一つに似たものになるでしょう:

```
return CONSTANT                 # fixed-offset class
return CONSTANT + self.dst(dt)  # daylight-aware class
```

utcoffset() が None を返さない場合、*dst()* も None を返してはなりません。

utcoffset() のデフォルトの実装は *NotImplementedError* を送出します。

バージョン 3.7 で変更: UTC オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

tzinfo.**dst**(*dt*)

夏時間 (DST) 修正を、class:*timedelta* オブジェクトで返します。DST 情報が未知の場合、None が返されます。

DST が有効でない場合には timedelta(0) を返します。DST が有効の場合、オフセットは *timedelta* オブジェクトで返します (詳細は *utcoffset()* を参照してください)。DST オフセットが利用可能な場合、この値は *utcoffset()* が返す UTC からのオフセットには既に加算されているため、DST を個別に取得する必要がない限り *dst()* を使って問い合わせる必要はないので注意してください。例えば、*datetime.timetuple()* は *tzinfo* 属性の *dst()* メソッドを呼んで *tm_isdst* フラグがセットされているかどうか判断し、*tzinfo.fromutc()* は *dst()* タイムゾーンを移動する際に DST による変更があるかどうかを調べます。

標準および夏時間の両方をモデル化している *tzinfo* サブクラスのインスタンス *tz* は以下の式:

```
tz.utcoffset(dt) - tz.dst(dt)
```

must return the same result for every *datetime* *dt* with `dt.tzinfo == tz`. For sane *tzinfo* subclasses, this expression yields the time zone's "standard offset", which should not depend on the date or the time, but only on geographic location. The implementation of *datetime.astimezone()* relies on this, but cannot detect violations; it's the programmer's responsibility to ensure it. If a *tzinfo* subclass cannot guarantee this, it may be able to override the default implementation of *tzinfo.fromutc()* to work correctly with *astimezone()* regardless.

ほとんどの *dst()* 実装は、おそらく以下の二つのうちの一つに似たものになるでしょう:

```
def dst(self, dt):
    # a fixed-offset class:  doesn't account for DST
    return timedelta(0)
```

もしくは:

```
def dst(self, dt):
    # Code to set dston and dstoff to the time zone's DST
    # transition times based on the input dt.year, and expressed
    # in standard local time.

    if dston <= dt.replace(tzinfo=None) < dstoff:
        return timedelta(hours=1)
    else:
        return timedelta(0)
```

デフォルトの *dst()* 実装は *NotImplementedError* を送出します。

バージョン 3.7 で変更: DST オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

tzinfo.**tzname**(*dt*)

Return the time zone name corresponding to the *datetime* object *dt*, as a string. Nothing about string names is defined by the `datetime` module, and there's no requirement that it mean anything in particular. For example, `"GMT"`, `"UTC"`, `"-500"`, `"-5:00"`, `"EDT"`, `"US/Eastern"`, `"America/New York"` are all valid replies. Return `None` if a string name isn't known. Note that this is a method rather than a fixed string primarily because some *tzinfo* subclasses will wish to return different names depending on the specific value of *dt* passed, especially if the *tzinfo* class is accounting for daylight time.

デフォルトの *tzname()* 実装は *NotImplementedError* を送出します。

以下のメソッドは *datetime* や *time* オブジェクトにおいて、同名のメソッドが呼び出された際に応じて呼び出されます。*datetime* オブジェクトは自身を引数としてメソッドに渡し、*time* オブジェクトは引数として `None` をメソッドに渡します。従って、*tzinfo* のサブクラスにおけるメソッドは引数 *dt* が `None` の場合と、*datetime* の場合を受理するように用意しなければなりません。

`None` が渡された場合、最良の応答方法を決めるのはクラス設計者次第です。例えば、このクラスが *tzinfo* プロトコルと関係をもたないということを表明させたければ、`None` が適切です。標準時のオフセットを見つける他の手段がない場合には、標準 UTC オフセットを返すために `utcoffset(None)` を使うともっと便利かもしれません。

datetime オブジェクトが `datetime()` メソッドの応答として返された場合、`dt.tzinfo` は *self* と同じオブジェクトになります。ユーザが直接 *tzinfo* メソッドを呼び出さないかぎり、*tzinfo* メソッドは `dt.tzinfo` と *self* が同じであることに依存します。その結果 *tzinfo* メソッドは *dt* がローカル時間であると解釈するので、他のタイムゾーンでのオブジェクトの振る舞いについて心配する必要がありません。

サブクラスでオーバーライドすると良い、もう 1 つの *tzinfo* のメソッドがあります:

tzinfo.fromutc(*dt*)

This is called from the default *datetime.astimezone()* implementation. When called from that, `dt.tzinfo` is *self*, and *dt*'s date and time data are to be viewed as expressing a UTC time. The purpose of *fromutc()* is to adjust the date and time data, returning an equivalent datetime in *self*'s local time.

ほとんどの *tzinfo* サブクラスではデフォルトの *fromutc()* 実装を問題なく継承できます。デフォルトの実装は、固定オフセットのタイムゾーンや、標準時と夏時間の両方について記述しているタイムゾーン、そして DST 移行時刻が年によって異なる場合でさえ、扱えるくらい強力なものです。デフォルトの *fromutc()* 実装が全ての場合に対して正しく扱うことができないような例は、標準時の (UTC からの) オフセットが引数として渡された特定の日や時刻に依存するもので、これは政治的な理由によって起きることがあります。デフォルトの *astimezone()* や *fromutc()* の実装は、結果が標準時オフセットの変化にまたがる何時間かの中にある場合、期待通りの結果を生成しないかもしれません。

エラーの場合のためのコードを除き、デフォルトの *fromutc()* の実装は以下のように動作します:

```
def fromutc(self, dt):
    # raise ValueError error if dt.tzinfo is not self
    dtoff = dt.utcoffset()
    dtdst = dt.dst()
    # raise ValueError if dtoff is None or dtdst is None
    delta = dtoff - dtdst  # this is self's standard offset
    if delta:
        dt += delta   # convert to standard local time
        dtdst = dt.dst()
        # raise ValueError if dtdst is None
    if dtdst:
        return dt + dtdst
    else:
        return dt
```

次の tzinfo_examples.py ファイルには、*tzinfo* クラスの例がいくつか載っています:

```
from datetime import tzinfo, timedelta, datetime

ZERO = timedelta(0)
HOUR = timedelta(hours=1)
SECOND = timedelta(seconds=1)

# A class capturing the platform's idea of local time.
# (May result in wrong values on historical times in
#  timezones where UTC offset and/or the DST rules had
#  changed in the past.)
import time as _time

STDOFFSET = timedelta(seconds = -_time.timezone)
if _time.daylight:
    DSTOFFSET = timedelta(seconds = -_time.altzone)
else:
    DSTOFFSET = STDOFFSET

DSTDIFF = DSTOFFSET - STDOFFSET

class LocalTimezone(tzinfo):

    def fromutc(self, dt):
        assert dt.tzinfo is self
        stamp = (dt - datetime(1970, 1, 1, tzinfo=self)) // SECOND
        args = _time.localtime(stamp)[:6]
        dst_diff = DSTDIFF // SECOND
        # Detect fold
        fold = (args == _time.localtime(stamp - dst_diff))
        return datetime(*args, microsecond=dt.microsecond,
                        tzinfo=self, fold=fold)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def utcoffset(self, dt):
        if self._isdst(dt):
            return DSTOFFSET
        else:
            return STDOFFSET

    def dst(self, dt):
        if self._isdst(dt):
            return DSTDIFF
        else:
            return ZERO

    def tzname(self, dt):
        return _time.tzname[self._isdst(dt)]

    def _isdst(self, dt):
        tt = (dt.year, dt.month, dt.day,
              dt.hour, dt.minute, dt.second,
              dt.weekday(), 0, 0)
        stamp = _time.mktime(tt)
        tt = _time.localtime(stamp)
        return tt.tm_isdst > 0

Local = LocalTimezone()


# A complete implementation of current DST rules for major US time zones.

def first_sunday_on_or_after(dt):
    days_to_go = 6 - dt.weekday()
    if days_to_go:
        dt += timedelta(days_to_go)
    return dt


# US DST Rules
#
# This is a simplified (i.e., wrong for a few cases) set of rules for US
# DST start and end times. For a complete and up-to-date set of DST rules
# and timezone definitions, visit the Olson Database (or try pytz):
# http://www.twinsun.com/tz/tz-link.htm
# https://sourceforge.net/projects/pytz/ (might not be up-to-date)
#
# In the US, since 2007, DST starts at 2am (standard time) on the second
# Sunday in March, which is the first Sunday on or after Mar 8.
DSTSTART_2007 = datetime(1, 3, 8, 2)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# and ends at 2am (DST time) on the first Sunday of Nov.
DSTEND_2007 = datetime(1, 11, 1, 2)
# From 1987 to 2006, DST used to start at 2am (standard time) on the first
# Sunday in April and to end at 2am (DST time) on the last
# Sunday of October, which is the first Sunday on or after Oct 25.
DSTSTART_1987_2006 = datetime(1, 4, 1, 2)
DSTEND_1987_2006 = datetime(1, 10, 25, 2)
# From 1967 to 1986, DST used to start at 2am (standard time) on the last
# Sunday in April (the one on or after April 24) and to end at 2am (DST time)
# on the last Sunday of October, which is the first Sunday
# on or after Oct 25.
DSTSTART_1967_1986 = datetime(1, 4, 24, 2)
DSTEND_1967_1986 = DSTEND_1987_2006

def us_dst_range(year):
    # Find start and end times for US DST. For years before 1967, return
    # start = end for no DST.
    if 2006 < year:
        dststart, dstend = DSTSTART_2007, DSTEND_2007
    elif 1986 < year < 2007:
        dststart, dstend = DSTSTART_1987_2006, DSTEND_1987_2006
    elif 1966 < year < 1987:
        dststart, dstend = DSTSTART_1967_1986, DSTEND_1967_1986
    else:
        return (datetime(year, 1, 1), ) * 2

    start = first_sunday_on_or_after(dststart.replace(year=year))
    end = first_sunday_on_or_after(dstend.replace(year=year))
    return start, end


class USTimeZone(tzinfo):

    def __init__(self, hours, reprname, stdname, dstname):
        self.stdoffset = timedelta(hours=hours)
        self.reprname = reprname
        self.stdname = stdname
        self.dstname = dstname

    def __repr__(self):
        return self.reprname

    def tzname(self, dt):
        if self.dst(dt):
            return self.dstname
        else:
            return self.stdname
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def utcoffset(self, dt):
        return self.stdoffset + self.dst(dt)

    def dst(self, dt):
        if dt is None or dt.tzinfo is None:
            # An exception may be sensible here, in one or both cases.
            # It depends on how you want to treat them.  The default
            # fromutc() implementation (called by the default astimezone()
            # implementation) passes a datetime with dt.tzinfo is self.
            return ZERO
        assert dt.tzinfo is self
        start, end = us_dst_range(dt.year)
        # Can't compare naive to aware objects, so strip the timezone from
        # dt first.
        dt = dt.replace(tzinfo=None)
        if start + HOUR <= dt < end - HOUR:
            # DST is in effect.
            return HOUR
        if end - HOUR <= dt < end:
            # Fold (an ambiguous hour): use dt.fold to disambiguate.
            return ZERO if dt.fold else HOUR
        if start <= dt < start + HOUR:
            # Gap (a non-existent hour): reverse the fold rule.
            return HOUR if dt.fold else ZERO
        # DST is off.
        return ZERO

    def fromutc(self, dt):
        assert dt.tzinfo is self
        start, end = us_dst_range(dt.year)
        start = start.replace(tzinfo=self)
        end = end.replace(tzinfo=self)
        std_time = dt + self.stdoffset
        dst_time = std_time + HOUR
        if end <= dst_time < end + HOUR:
            # Repeated hour
            return std_time.replace(fold=1)
        if std_time < start or dst_time >= end:
            # Standard time
            return std_time
        if start <= std_time < end - HOUR:
            # Daylight saving time
            return dst_time


Eastern  = USTimeZone(-5, "Eastern",  "EST", "EDT")
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Central  = USTimeZone(-6, "Central",  "CST", "CDT")
Mountain = USTimeZone(-7, "Mountain", "MST", "MDT")
Pacific  = USTimeZone(-8, "Pacific",  "PST", "PDT")
```

標準時および夏時間の両方を記述している *tzinfo* のサブクラスでは、夏時間の移行のときに、回避不能の難解な問題が年に 2 度あるので注意してください。具体的な例として、東部アメリカ時刻 (US Eastern, UTC -0500) を考えます。EDT は 3 月の第二日曜日の 1:59 (EST) の 1 分後に開始し、11 月の最初の日曜日の (EDT の) 1:59 に終了します:

```
  UTC   3:MM  4:MM  5:MM  6:MM  7:MM  8:MM
  EST  22:MM 23:MM  0:MM  1:MM  2:MM  3:MM
  EDT  23:MM  0:MM  1:MM  2:MM  3:MM  4:MM

start  22:MM 23:MM  0:MM  1:MM  3:MM  4:MM

  end  23:MM  0:MM  1:MM  1:MM  2:MM  3:MM
```

DST の開始 (”start” ライン) で、ローカルの実時間は 1:59 から 3:00 に飛びます。この日には、2:MM という形式の実時間は意味をなさないので、DST が始まった日に `astimezone(Eastern)` は `hour == 2` となる結果を返すことはありません。例として、2016 年の春方向の移行では、次のような結果になります:

```
>>> from datetime import datetime, timezone
>>> from tzinfo_examples import HOUR, Eastern
>>> u0 = datetime(2016, 3, 13, 5, tzinfo=timezone.utc)
>>> for i in range(4):
...     u = u0 + i*HOUR
...     t = u.astimezone(Eastern)
...     print(u.time(), 'UTC =', t.time(), t.tzname())
...
05:00:00 UTC = 00:00:00 EST
06:00:00 UTC = 01:00:00 EST
07:00:00 UTC = 03:00:00 EDT
08:00:00 UTC = 04:00:00 EDT
```

DST が終了 (”end” ライン) で、更なる問題が潜んでいます: ローカルの実時間で、曖昧さ無しに時を綴れない 1 時間が存在します: それは夏時間の最後の 1 時間です。東部では、夏時間が終了する日の UTC での 5:MM 形式の時間がそれです。ローカルの実時間は (夏時間の) 1:59 から (標準時の) 1:00 に再び巻き戻されます。ローカルの時刻における 1:MM は曖昧です。そして *astimezone()* は 2 つの隣り合う UTC 時間を同じローカルの時間に対応付けて、ローカルの時計の振る舞いを真似ます。東部の例では、5:MM および 6:MM という形式の UTC 時刻は両方とも東部時刻に変換された際に 1:MM に対応付けられますが、それ以前の時間は *fold* 属性を 0 にし、以降の時間では 1 にします。例えば、2016 年での秋方向の移行では、次のような結果になります:

```
>>> u0 = datetime(2016, 11, 6, 4, tzinfo=timezone.utc)
>>> for i in range(4):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     u = u0 + i*HOUR
...     t = u.astimezone(Eastern)
...     print(u.time(), 'UTC =', t.time(), t.tzname(), t.fold)
...
04:00:00 UTC = 00:00:00 EDT 0
05:00:00 UTC = 01:00:00 EDT 0
06:00:00 UTC = 01:00:00 EST 1
07:00:00 UTC = 02:00:00 EST 0
```

fold 属性が異なるだけの *datetime* インスタンスは比較において等しいとみなされることに注意してください。

壁時間に関する曖昧さは、明示的に *fold* 属性を検証するか、*timezone* が使用されたハイブリッドな *tzinfo* サブクラスか、そのほかの絶対時間差を示す *tzinfo* サブクラス (EST (-5 時間の絶対時間差) のみを表すクラスや、EDT (-4 時間の絶対時間差) のみを表すクラス) を使用すると回避できます。このような曖昧さを許容できないアプリケーションは、このような手法によって回避すべきです。

参考:

zoneinfo
: `datetime` モジュールには (UTC からの任意の固定オフセットを扱う) 基本的な *timezone* クラスと、(UTC タイムゾーンのインスタンスである) *timezone.utc* 属性があります。

  `zoneinfo` は Python に *IANA* **タイムゾーンデータベース** (オルソンデータベースとしても知られています) を導入するもので、これを使うことが推奨されています。

IANA タイムゾーンデータベース
: (しばしば tz、tzdata や zoneinfo と呼ばれる) タイムゾーンデータベースはコードとデータを保持しており、それらは地球全体にわたる多くの代表的な場所のローカル時刻の履歴を表しています。政治団体によるタイムゾーンの境界、UTC オフセット、夏時間のルールの変更を反映するため、定期的にデータベースが更新されます。

8.1.9 `timezone` オブジェクト

timezone クラスは *tzinfo* のサブクラスで、各インスタンスは UTC からの固定されたオフセットで定義されたタイムゾーンを表しています。

このクラスのオブジェクトは、一年のうち異なる日に異なるオフセットが使われていたり、常用時 (civil time) に歴史的な変化が起きた場所のタイムゾーン情報を表すのには使えないので注意してください。

class `datetime.timezone`(*offset*, *name=None*)

ローカル時刻と UTC の差分を表す *timedelta* オブジェクトを *offset* 引数に指定しなくてはいけません。これは `-timedelta(hours=24)` から `timedelta(hours=24)` までの両端を含まない範囲に収まっていなくてはなりません。そうでない場合 *ValueError* が送出されます。

name 引数は必須ではありません。もし指定された場合、その値は *datetime.tzname()* メソッドの返り値として使われる文字列でなければなりません。

Added in version 3.2.

バージョン 3.7 で変更: UTC オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

timezone.**utcoffset**(*dt*)

timezone インスタンスが構築されたときに指定された固定値を返します。

dt 引数は無視されます。返り値は、ローカル時刻と UTC の差分に等しい *timedelta* インスタンスです。

バージョン 3.7 で変更: UTC オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

timezone.**tzname**(*dt*)

timezone インスタンスが構築されたときに指定された固定値を返します。

name が構築時に与えられなかった場合、`tzname(dt)` によって返される name は以下の様に `offset` の値から生成されます。*offset* が `timedelta(0)` であった場合、name は "UTC" になります。それ以外の場合、'UTC±HH:MM' という書式の文字列になり、± は `offset` を、HH と MM はそれぞれ二桁の `offset.hours` と `offset.minutes` を表現します。

バージョン 3.6 で変更: `offset=timedelta(0)` によって生成される名前はプレーンな *'UTC'* であり `'UTC+00:00'` ではありません。

timezone.**dst**(*dt*)

常に `None` を返します。

timezone.**fromutc**(*dt*)

`dt + offset` を返します。*dt* 引数は `tzinfo` が `self` になっている aware な *datetime* インスタンスでなければなりません。

以下にクラス属性を示します:

timezone.**utc**

UTC タイムゾーン `timezone(timedelta(0))` です。

8.1.10 strftime() と strptime() の振る舞い

date, *datetime*, *time* オブジェクトは全て `strftime(format)` メソッドをサポートし、時刻を表現する文字列を明示的な書式文字列で統制して作成しています。

逆に *datetime.strptime()* クラスメソッドは日付や時刻に対応する書式文字列から *datetime* オブジェクトを生成します。

下の表は *strftime()* と *strptime()* との高レベルの対比を表しています。

	strftime	strptime
使用法	オブジェクトを与えられた書式に従って文字列に変換する	指定された対応する書式で文字列を構文解析して *datetime* オブジェクトにする
メソッドの種類	インスタンスメソッド	クラスメソッド
メソッドを持つクラス	*date*; *datetime*; *time*	*datetime*
シグネチャ	strftime(format)	strptime(date_string, format)

strftime() と strptime() の書式コード

These methods accept format codes that can be used to parse and format dates:

```
>>> datetime.strptime('31/01/22 23:59:59.999999',
...                   '%d/%m/%y %H:%M:%S.%f')
datetime.datetime(2022, 1, 31, 23, 59, 59, 999999)
>>> _.strftime('%a %d %b %Y, %I:%M%p')
'Mon 31 Jan 2022, 11:59PM'
```

以下のリストは 1989 C 標準が要求する全ての書式コードで、標準 C 実装があれば全ての環境で動作します。

ディレクティブ	意味	使用例	注釈
%a	ロケールの曜日名を短縮形で表示します。	Sun, Mon, ..., Sat (en_US); So, Mo, ..., Sa (de_DE)	(1)
%A	ロケールの曜日名を表示します。	Sunday, Monday, ..., Saturday (en_US); Sonntag, Montag, ..., Samstag (de_DE)	(1)
%w	曜日を 10 進表記した文字列を表示します。0 が日曜日で、6 が土曜日を表します。	0, 1, ..., 6	
%d	0 埋めした 10 進数で表記した月中の日にち。	01, 02, ..., 31	(9)
%b	ロケールの月名を短縮形で表示します。	Jan, Feb, ..., Dec (en_US); Jan, Feb, ..., Dez (de_DE)	(1)
%B	ロケールの月名を表示します。	January, February, ..., December (en_US); Januar, Februar, ..., Dezember (de_DE)	(1)
%m	0 埋めした 10 進数で表記した月。	01, 02, ..., 12	(9)
%y	0 埋めした 10 進数で表記した世紀無しの年。	00, 01, ..., 99	(9)
%Y	西暦 (4 桁) の 10 進表記を表します。	0001, 0002, ..., 2013, 2014, ..., 9998, 9999	(2)
%H	0 埋めした 10 進数で表記した時 (24 時間表記)。	00, 01, ..., 23	(9)
%I	0 埋めした 10 進数で表記した時 (12 時間表記)。	01, 02, ..., 12	(9)
%p	ロケールの AM もしくは PM と等価な文字列にな		(1), (3)

C89 規格により要求されない幾つかの追加のコードが便宜上含まれています。これらのパラメータはすべて ISO 8601 の日付値に対応しています。

ディレクティブ	意味	使用例	注釈
%G	ISO week(%V) の内過半数を含む西暦表記の ISO 8601 year です。	0001, 0002, ..., 2013, 2014, ..., 9998, 9999	(8)
%u	1 を月曜日を表す 10 進数表記の ISO 8601 weekday です。	1, 2, ..., 7	
%V	週で最初の月曜日を始めとする ISO 8601 week です。Week 01 は 1 月 4 日を含みます。	01, 02, ..., 53	(8), (9)
%:z	UTC オフセットを ±HH:MM[:SS[.ffffff]] の形式で表示します (オブジェクトが naive であれば空文字列)。	(空文字列), +00:00, -04:00, +10:30, +06:34:15, -03:07:12.345216	(6)

これらが *strftime()* メソッドと一緒に使用された場合、すべてのプラットフォームで利用できるわけではありません。ISO 8601 year 指定子および ISO 8601 week 指定子は、上記の year および week number 指定子と互換性がありません。不完全またはあいまいな ISO 8601 指定子で *strptime()* を呼び出すと、*ValueError* が送出されます。

Python はプラットフォームの C ライブラリの strftime() 関数を呼び出していて、プラットフォームごとにその実装が異なるのはよくあることなので、サポートされる書式コード全体はプラットフォームごとに様々です。手元のプラットフォームでサポートされているフォーマット記号全体を見るには、*strftime(3)* のドキュメントを参照してください。サポートされていないフォーマット指定子の扱いもプラットフォーム間で差異があります。

Added in version 3.6: %G, %u および %V が追加されました。

Added in version 3.12: %:z が追加されました。

技術詳細

大雑把にいうと、d.strftime(fmt) は *time* モジュールの time.strftime(fmt, d.timetuple()) のように動作します。ただし全てのオブジェクトが *timetuple()* メソッドをサポートしているわけではありません。

datetime.strptime() クラスメソッドでは、デフォルト値は 1900-01-01T00:00:00.000 です。書式文字列で指定されなかった部分はデフォルト値から引っ張ってきます。[*4]

datetime.strptime(date_string, format) は次の式と等価です:

[*4] Passing datetime.strptime('Feb 29', '%b %d') will fail since 1900 is not a leap year.

```
datetime(*(time.strptime(date_string, format)[0:6]))
```

ただし、datetime.strptime はサポートしているが time.strptime には無い、秒未満の単位やタイムゾーンオフセットの情報が format に 含まれているときは除きます。

For *time* objects, the format codes for year, month, and day should not be used, as time objects have no such values. If they're used anyway, 1900 is substituted for the year, and 1 for the month and day.

For *date* objects, the format codes for hours, minutes, seconds, and microseconds should not be used, as *date* objects have no such values. If they're used anyway, 0 is substituted for them.

同じ理由で、現在のロケールの文字集合で表現できない Unicode コードポイントを含む書式文字列の対処もプラットフォーム依存です。あるプラットフォームではそういったコードポイントはそのまま出力に出される一方、他のプラットフォームでは strftime が *UnicodeError* を送出したり、その代わりに空文字列を返したりするかもしれません。

注釈:

(1) Because the format depends on the current locale, care should be taken when making assumptions about the output value. Field orderings will vary (for example, "month/day/year" versus "day/month/year"), and the output may contain non-ASCII characters.

(2) *strptime()* メソッドは [1, 9999] の範囲の年数全てを構文解析できますが、year < 1000 の範囲の年数は 0 埋めされた 4 桁の数字でなければなりません。

バージョン 3.2 で変更: 以前のバージョンでは、*strftime()* メソッドは years >= 1900 の範囲の年数しか扱えませんでした。

バージョン 3.3 で変更: バージョン 3.2 では、*strftime()* メソッドは years >= 1000 の範囲の年数しか扱えませんでした。

(3) *strptime()* メソッドと共に使われた場合、%p 指定子は出力の時間フィールドのみに影響し、%I 指定子が使われたかのように振る舞います。

(4) *time* モジュールと違い、datetime モジュールはうるう秒をサポートしていません。

(5) *strptime()* メソッドと共に使われた場合、%f 指定子は 1 桁から 6 桁の数字を受け付け、右側から 0 埋めされます。%f は C 標準規格の書式文字セットの拡張です (とは言え、datetime モジュールのオブジェクトそれぞれに実装されているので、どれででも使えます)。

(6) naive オブジェクトでは、書式コード %z、%:z および %Z は空文字列に置き換えられます。

aware オブジェクトでは次のようになります:

%z

utcoffset() は ±HHMM[SS[.ffffff]] 形式の文字列に変換されます。ここで、HH は UTC オフセットの時間を表す 2 桁の文字列、MM は UTC オフセットの分数を表す 2 桁の文字列、SS は UTC オフ

セットの秒数を表す 2 桁の文字列、ffffff は UTC オフセットのマイクロ秒数を表す 6 桁の文字列です。オフセットに秒未満の端数が無いときは ffffff 部分は省略され、オフセットに分未満の端数が無いときは ffffff 部分も SS 部分も省略されます。例えば、*utcoffset()* が timedelta(hours=-3, minutes=-30) を返す場合、%z は文字列 '-0330' に置き換えられます。

バージョン 3.7 で変更: UTC オフセットが分単位でなければならない制限が無くなりました。

バージョン 3.7 で変更: %z 指定子が *strptime()* メソッドに渡されたときは、時分秒のセパレータとしてコロンが UTC オフセットで使えます。例えば、'+01:00:00' は 1 時間のオフセットだと構文解析されます。加えて、'Z' を渡すことは '+00:00' を渡すことと同等です。

%:z

Behaves exactly as %z, but has a colon separator added between hours, minutes and seconds.

%Z

In *strftime()*, %Z is replaced by an empty string if *tzname()* returns None; otherwise %Z is replaced by the returned value, which must be a string.

strptime() は %Z に特定の値のみを受け入れます:

1. 使用しているマシンのロケールによる time.tzname の任意の値
2. ハードコードされた値 UTC または GMT

つまり、日本に住んでいる場合は JST, UTC と GMT が有効な値であり、EST はおそらく無効な値となります。無効な値の場合は ValueError を送出します。

バージョン 3.2 で変更: %z 指定子が *strptime()* メソッドに与えられた場合、aware な *datetime* オブジェクトが作成されます。返り値の tzinfo は *timezone* インスタンスになっています。

(7) *strptime()* メソッドと共に使われた場合、%U と %W 指定子は、曜日と年 (%Y) が指定された場合の計算でのみ使われます。

(8) %U および %W と同様に、%V は曜日と ISO 年 (%G) が *strptime()* の書式文字列の中で指定された場合に計算でのみ使われます。%G と %Y は互いに完全な互換性を持たないことにも注意してください。

(9) *strptime()* メソッドと共に使われるとき、書式 %d, %m, %H, %I, %M, %S, %j, %U, %W, %V では先行ゼロは任意です。書式 %y では先行ゼロは必須です。

(10) When parsing a month and day using *strptime()*, always include a year in the format. If the value you need to parse lacks a year, append an explicit dummy leap year. Otherwise your code will raise an exception when it encounters leap day because the default year used by the parser is not a leap year. Users run into this bug every four years...

```
>>> month_day = "02/29"
>>> datetime.strptime(f"{month_day};1984", "%m/%d;%Y")  # No leap year bug.
datetime.datetime(1984, 2, 29, 0, 0)
```

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: *strptime()* calls using a format string containing a day of month without a year now emit a *DeprecationWarning*. In 3.15 or later we may change this into an error or change the default year to a leap year. See gh-70647.

脚注

8.2 zoneinfo --- IANA タイムゾーンのサポート

Added in version 3.9.

ソースコード: Lib/zoneinfo

---

zoneinfo モジュールは **PEP 615** で規定された、IANA のタイムゾーンデータベースをサポートした具体的なタイムゾーン実装を提供します。デフォルトでは、*zoneinfo* はシステムのタイムゾーンデータが利用可能であれば使用します。システムのタイムゾーンデータが利用できない場合、ライブラリは PyPI にあるファーストパーティーのパッケージ tzdata を代わりに使用します。

参考:

モジュール: *datetime*
: *ZoneInfo* クラスを使用するように設計されたデータ型 *time* と *datetime* を提供します。

tzdata **パッケージ**
: CPython コアデベロッパーによってメンテナンスされているファーストパーティーのパッケージ。タイムゾーンデータを供給し、PyPI で配布されている。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

8.2.1 ZoneInfo を使用する

ZoneInfo は *datetime.tzinfo* 抽象基底クラスの具体的な実装であり、tzinfo に指定することを想定しています。コンストラクタ、*datetime.replace* メソッド、*datetime.astimezone* メソッドのいずれかで指定します。

```
>>> from zoneinfo import ZoneInfo
>>> from datetime import datetime, timedelta

>>> dt = datetime(2020, 10, 31, 12, tzinfo=ZoneInfo("America/Los_Angeles"))
>>> print(dt)
2020-10-31 12:00:00-07:00
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> dt.tzname()
'PDT'
```

Datetimes constructed in this way are compatible with datetime arithmetic and handle daylight saving time transitions with no further intervention:

```
>>> dt_add = dt + timedelta(days=1)

>>> print(dt_add)
2020-11-01 12:00:00-08:00

>>> dt_add.tzname()
'PST'
```

These time zones also support the *fold* attribute introduced in **PEP 495**. During offset transitions which induce ambiguous times (such as a daylight saving time to standard time transition), the offset from *before* the transition is used when `fold=0`, and the offset *after* the transition is used when `fold=1`, for example:

```
>>> dt = datetime(2020, 11, 1, 1, tzinfo=ZoneInfo("America/Los_Angeles"))
>>> print(dt)
2020-11-01 01:00:00-07:00

>>> print(dt.replace(fold=1))
2020-11-01 01:00:00-08:00
```

When converting from another time zone, the fold will be set to the correct value:

```
>>> from datetime import timezone
>>> LOS_ANGELES = ZoneInfo("America/Los_Angeles")
>>> dt_utc = datetime(2020, 11, 1, 8, tzinfo=timezone.utc)

>>> # Before the PDT -> PST transition
>>> print(dt_utc.astimezone(LOS_ANGELES))
2020-11-01 01:00:00-07:00

>>> # After the PDT -> PST transition
>>> print((dt_utc + timedelta(hours=1)).astimezone(LOS_ANGELES))
2020-11-01 01:00:00-08:00
```

8.2.2 データソース

The zoneinfo module does not directly provide time zone data, and instead pulls time zone information from the system time zone database or the first-party PyPI package tzdata, if available. Some systems, including notably Windows systems, do not have an IANA database available, and so for projects targeting cross-platform compatibility that require time zone data, it is recommended to declare a dependency on tzdata. If neither system data nor tzdata are available, all calls to *ZoneInfo* will raise *ZoneInfoNotFoundError*.

Configuring the data sources

When ZoneInfo(key) is called, the constructor first searches the directories specified in *TZPATH* for a file matching key, and on failure looks for a match in the tzdata package. This behavior can be configured in three ways:

1. The default *TZPATH* when not otherwise specified can be configured at *compile time*.
2. *TZPATH* can be configured using *an environment variable*.
3. At *runtime*, the search path can be manipulated using the *reset_tzpath()* function.

Compile-time configuration

The default *TZPATH* includes several common deployment locations for the time zone database (except on Windows, where there are no "well-known" locations for time zone data). On POSIX systems, downstream distributors and those building Python from source who know where their system time zone data is deployed may change the default time zone path by specifying the compile-time option TZPATH (or, more likely, the configure flag --with-tzpath), which should be a string delimited by *os.pathsep*.

On all platforms, the configured value is available as the TZPATH key in *sysconfig.get_config_var()*.

Environment configuration

When initializing *TZPATH* (either at import time or whenever *reset_tzpath()* is called with no arguments), the zoneinfo module will use the environment variable PYTHONTZPATH, if it exists, to set the search path.

PYTHONTZPATH

This is an *os.pathsep*-separated string containing the time zone search path to use. It must consist of only absolute rather than relative paths. Relative components specified in PYTHONTZPATH will not be used, but otherwise the behavior when a relative path is specified is implementation-defined; CPython will raise *InvalidTZPathWarning*, but other implementations are free to silently ignore the erroneous component or raise an exception.

To set the system to ignore the system data and use the tzdata package instead, set `PYTHONTZPATH=""`.

Runtime configuration

The TZ search path can also be configured at runtime using the *reset_tzpath()* function. This is generally not an advisable operation, though it is reasonable to use it in test functions that require the use of a specific time zone path (or require disabling access to the system time zones).

8.2.3 ZoneInfo クラス

class zoneinfo.ZoneInfo(*key*)

文字列 `key` で IANA タイムゾーンを指定した、具体的な *datetime.tzinfo* のサブクラス。Calls to the primary constructor will always return objects that compare identically; put another way, barring cache invalidation via *ZoneInfo.clear_cache()*, for all values of `key`, the following assertion will always be true:

```
a = ZoneInfo(key)
b = ZoneInfo(key)
assert a is b
```

`key` must be in the form of a relative, normalized POSIX path, with no up-level references. The constructor will raise *ValueError* if a non-conforming key is passed.

`key` に一致するファイルが見つからない場合、コンストラクタは *ZoneInfoNotFoundError* を送出します。

`ZoneInfo` クラスには 2 つの別のコンストラクターがあります:

classmethod ZoneInfo.from_file(*fobj*, */*, *key=None*)

file-like オブジェクトが返す bytes（バイナリーモードで開いたファイルや *io.BytesIO* オブジェクト）から `ZoneInfo` オブジェクトを構築します。一次コンストラクタと異なり、常に新規オブジェクトを構築します。

The `key` parameter sets the name of the zone for the purposes of `__str__()` and `__repr__()`.

このコンストラクタで生成したオブジェクトは pickle 化できません（*pickling* を参照）。

classmethod ZoneInfo.no_cache(*key*)

An alternate constructor that bypasses the constructor's cache. It is identical to the primary constructor, but returns a new object on each call. This is most likely to be useful for testing or demonstration purposes, but it can also be used to create a system with a different cache invalidation strategy.

Objects created via this constructor will also bypass the cache of a deserializing process when unpickled.

> **注意:** Using this constructor may change the semantics of your datetimes in surprising ways, only use it if you know that you need to.

次のクラスメソッドもサポートされています:

classmethod ZoneInfo.**clear_cache**(*, *only_keys=None*)

A method for invalidating the cache on the `ZoneInfo` class. If no arguments are passed, all caches are invalidated and the next call to the primary constructor for each key will return a new instance.

If an iterable of key names is passed to the `only_keys` parameter, only the specified keys will be removed from the cache. Keys passed to `only_keys` but not found in the cache are ignored.

> **警告:** Invoking this function may change the semantics of datetimes using `ZoneInfo` in surprising ways; this modifies module state and thus may have wide-ranging effects. Only use it if you know that you need to.

The class has one attribute:

ZoneInfo.**key**

This is a read-only *attribute* that returns the value of `key` passed to the constructor, which should be a lookup key in the IANA time zone database (e.g. `America/New_York`, `Europe/Paris` or `Asia/Tokyo`).

For zones constructed from file without specifying a `key` parameter, this will be set to `None`.

> **注釈:** Although it is a somewhat common practice to expose these to end users, these values are designed to be primary keys for representing the relevant zones and not necessarily user-facing elements. Projects like CLDR (the Unicode Common Locale Data Repository) can be used to get more user-friendly strings from these keys.

文字列表現

The string representation returned when calling *str* on a *ZoneInfo* object defaults to using the *ZoneInfo.key* attribute (see the note on usage in the attribute documentation):

```
>>> zone = ZoneInfo("Pacific/Kwajalein")
>>> str(zone)
'Pacific/Kwajalein'
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> dt = datetime(2020, 4, 1, 3, 15, tzinfo=zone)
>>> f"{dt.isoformat()} [{dt.tzinfo}]"
'2020-04-01T03:15:00+12:00 [Pacific/Kwajalein]'
```

For objects constructed from a file without specifying a `key` parameter, `str` falls back to calling *repr()*. `ZoneInfo`'s `repr` is implementation-defined and not necessarily stable between versions, but it is guaranteed not to be a valid `ZoneInfo` key.

Pickle serialization

Rather than serializing all transition data, `ZoneInfo` objects are serialized by key, and `ZoneInfo` objects constructed from files (even those with a value for `key` specified) cannot be pickled.

The behavior of a `ZoneInfo` file depends on how it was constructed:

1. `ZoneInfo(key)`: When constructed with the primary constructor, a `ZoneInfo` object is serialized by key, and when deserialized, the deserializing process uses the primary and thus it is expected that these are expected to be the same object as other references to the same time zone. For example, if `europe_berlin_pkl` is a string containing a pickle constructed from `ZoneInfo("Europe/Berlin")`, one would expect the following behavior:

   ```
   >>> a = ZoneInfo("Europe/Berlin")
   >>> b = pickle.loads(europe_berlin_pkl)
   >>> a is b
   True
   ```

2. `ZoneInfo.no_cache(key)`: When constructed from the cache-bypassing constructor, the `ZoneInfo` object is also serialized by key, but when deserialized, the deserializing process uses the cache bypassing constructor. If `europe_berlin_pkl_nc` is a string containing a pickle constructed from `ZoneInfo.no_cache("Europe/Berlin")`, one would expect the following behavior:

   ```
   >>> a = ZoneInfo("Europe/Berlin")
   >>> b = pickle.loads(europe_berlin_pkl_nc)
   >>> a is b
   False
   ```

3. `ZoneInfo.from_file(fobj, /, key=None)`: When constructed from a file, the `ZoneInfo` object raises an exception on pickling. If an end user wants to pickle a `ZoneInfo` constructed from a file, it is recommended that they use a wrapper type or a custom serialization function: either serializing by key or storing the contents of the file object and serializing that.

This method of serialization requires that the time zone data for the required key be available on both the serializing and deserializing side, similar to the way that references to classes and functions are expected to

exist in both the serializing and deserializing environments. It also means that no guarantees are made about the consistency of results when unpickling a `ZoneInfo` pickled in an environment with a different version of the time zone data.

8.2.4 関数

`zoneinfo.available_timezones()`

Get a set containing all the valid keys for IANA time zones available anywhere on the time zone path. This is recalculated on every call to the function.

This function only includes canonical zone names and does not include "special" zones such as those under the `posix/` and `right/` directories, or the `posixrules` zone.

> **注意:** This function may open a large number of files, as the best way to determine if a file on the time zone path is a valid time zone is to read the "magic string" at the beginning.

注釈: These values are not designed to be exposed to end-users; for user facing elements, applications should use something like CLDR (the Unicode Common Locale Data Repository) to get more user-friendly strings. See also the cautionary note on *ZoneInfo.key*.

`zoneinfo.reset_tzpath(to=None)`

Sets or resets the time zone search path (*TZPATH*) for the module. When called with no arguments, *TZPATH* is set to the default value.

Calling `reset_tzpath` will not invalidate the *ZoneInfo* cache, and so calls to the primary `ZoneInfo` constructor will only use the new `TZPATH` in the case of a cache miss.

The `to` parameter must be a *sequence* of strings or *os.PathLike* and not a string, all of which must be absolute paths. *ValueError* will be raised if something other than an absolute path is passed.

8.2.5 Globals

`zoneinfo.TZPATH`

A read-only sequence representing the time zone search path -- when constructing a `ZoneInfo` from a key, the key is joined to each entry in the `TZPATH`, and the first file found is used.

`TZPATH` may contain only absolute paths, never relative paths, regardless of how it is configured.

The object that `zoneinfo.TZPATH` points to may change in response to a call to *reset_tzpath()*, so it is recommended to use `zoneinfo.TZPATH` rather than importing `TZPATH` from `zoneinfo` or assigning a long-lived variable to `zoneinfo.TZPATH`.

For more information on configuring the time zone search path, see *Configuring the data sources*.

8.2.6 例外と警告

exception zoneinfo.ZoneInfoNotFoundError

Raised when construction of a *ZoneInfo* object fails because the specified key could not be found on the system. This is a subclass of *KeyError*.

exception zoneinfo.InvalidTZPathWarning

Raised when *PYTHONTZPATH* contains an invalid component that will be filtered out, such as a relative path.

8.3 calendar --- 一般的なカレンダーに関係する機能群

ソースコード: Lib/calendar.py

このモジュールは Unix の `cal` プログラムのようなカレンダー出力を行い、それに加えてカレンダーに関する有益な関数群を提供します。標準ではこれらのカレンダーは（ヨーロッパの慣例に従って）月曜日を週の始まりとし、日曜日を最後の日としています。*setfirstweekday()* を用いることで、日曜日 (6) や他の曜日を週の始まりに設定することができます。日付を表す引数は整数値で与えます。関連する機能として、*datetime* と *time* モジュールも参照してください。

このモジュールに定義された関数やクラスは理想化されたカレンダー、つまり現在のグレゴリオ暦を過去と未来両方に無限に拡張したものを使っています。これはすべての計算の基礎のカレンダーとなっている、Dershowitz と Reingold の本 "Calendrical Calculations" 中の "proleptic Gregorian" のカレンダーの定義に合致します。ゼロと負の年は ISO 8601 の基準に定められている通りに扱われます。0 年は 1 BC、-1 年は 2 BC、のように続きます。

class calendar.Calendar(*firstweekday=0*)

Calendar オブジェクトを作ります。*firstweekday* は整数で週の始まりの曜日を指定するものです。*MONDAY* が `0` (デフォルト)、*SUNDAY* なら `6` です。

Calendar オブジェクトは整形されるカレンダーのデータを準備するために使えるいくつかのメソッドを提供しています。しかし整形機能そのものは提供していません。それはサブクラスの仕事なのです。

Calendar インスタンスには以下のメソッドがあります:

iterweekdays()

曜日の数字を一週間分生成するイテレータを返します。イテレータから得られる最初の数字は *firstweekday* が返す数字と同じになります。

itermonthdates(*year*, *month*)

year 年 *month* (1--12) 月に対するイテレータを返します。このイテレータはその月の全ての日、およびその月が始まる前の日とその月が終わった後の日のうち、週の欠けを埋めるために必要な日を (*datetime.date* オブジェクトとして) 返します。

itermonthdays(*year*, *month*)

Return an iterator for the month *month* in the year *year* similar to *itermonthdates()*, but not restricted by the *datetime.date* range. Days returned will simply be day of the month numbers. For the days outside of the specified month, the day number is `0`.

itermonthdays2(*year*, *month*)

Return an iterator for the month *month* in the year *year* similar to *itermonthdates()*, but not restricted by the *datetime.date* range. Days returned will be tuples consisting of a day of the month number and a week day number.

itermonthdays3(*year*, *month*)

Return an iterator for the month *month* in the year *year* similar to *itermonthdates()*, but not restricted by the *datetime.date* range. Days returned will be tuples consisting of a year, a month and a day of the month numbers.

Added in version 3.7.

itermonthdays4(*year*, *month*)

Return an iterator for the month *month* in the year *year* similar to *itermonthdates()*, but not restricted by the *datetime.date* range. Days returned will be tuples consisting of a year, a month, a day of the month, and a day of the week numbers.

Added in version 3.7.

monthdatescalendar(*year*, *month*)

year 年 *month* 月の週のリストを返します。週は全て七つの *datetime.date* オブジェクトからなるリストです。

monthdays2calendar(*year*, *month*)

year 年 *month* 月の週のリストを返します。週は全て七つの日付の数字と曜日を表す数字のタプルからなるリストです。

monthdayscalendar(*year*, *month*)

year 年 *month* 月の週のリストを返します。週は全て七つの日付の数字からなるリストです。

yeardatescalendar(*year*, *width=3*)

指定された年のデータを整形に向く形で返します。返される値は月の並びのリストです。月の並びは最大で *width* ヶ月 (デフォルトは 3 ヶ月) 分です。各月は 4 ないし 6 週からなり、各週は 1 ないし 7 日からなります。各日は *datetime.date* オブジェクトです。

yeardays2calendar(*year*, *width=3*)

指定された年のデータを整形に向く形で返します (*yeardatescalendar()* と同様です)。週のリストの中が日付の数字と曜日の数字のタプルになります。月の範囲外の部分の日付はゼロです。

yeardayscalendar(*year*, *width=3*)

指定された年のデータを整形に向く形で返します (*yeardatescalendar()* と同様です)。週のリストの中が日付の数字になります。月の範囲外の日付はゼロです。

class calendar.**TextCalendar**(*firstweekday=0*)

このクラスはプレインテキストのカレンダーを生成するのに使えます。

TextCalendar インスタンスには以下のメソッドがあります:

formatmonth(*theyear*, *themonth*, *w=0*, *l=0*)

ひと月分のカレンダーを複数行の文字列で返します。*w* により日の列幅を変えることができ、それらは中央揃えされます。*l* により各週の表示される行数を変えることができます。*setfirstweekday()* メソッドでセットされた週の最初の曜日に依存します。

prmonth(*theyear*, *themonth*, *w=0*, *l=0*)

formatmonth() で返されるひと月分のカレンダーを出力します。

formatyear(*theyear*, *w=2*, *l=1*, *c=6*, *m=3*)

m 列からなる一年間のカレンダーを複数行の文字列で返します。任意の引数 *w*, *l*, *c* はそれぞれ、日付列の表示幅、各週の行数及び月と月の間のスペースの数を変更するためのものです。*setfirstweekday()* メソッドでセットされた週の最初の曜日に依存します。カレンダーを出力できる最初の年はプラットフォームに依存します。

pryear(*theyear*, *w=2*, *l=1*, *c=6*, *m=3*)

formatyear() で返される一年間のカレンダーを出力します。

class calendar.**HTMLCalendar**(*firstweekday=0*)

このクラスは HTML のカレンダーを生成するのに使えます。

HTMLCalendar インスタンスには以下のメソッドがあります:

formatmonth(*theyear*, *themonth*, *withyear=True*)

ひと月分のカレンダーを HTML のテーブルとして返します。*withyear* が真であればヘッダには年も含まれます。そうでなければ月の名前だけが使われます。

formatyear(*theyear*, *width=3*)

一年分のカレンダーを HTML のテーブルとして返します。*width* の値 (デフォルトでは 3 です) は何ヶ月分を一行に収めるかを指定します。

formatyearpage(*theyear*, *width=3*, *css='calendar.css'*, *encoding=None*)

一年分のカレンダーを一つの完全な HTML ページとして返します。*width* の値 (デフォルトでは 3 です) は何ヶ月分を一行に収めるかを指定します。*css* は使われるカスケーディングスタイルシートの名前です。スタイルシートを使わないようにするために *None* を渡すこともできます。*encoding* には出力に使うエンコーディングを指定します (デフォルトではシステムデフォルトのエンコーディングです)。

formatmonthname(*theyear*, *themonth*, *withyear=True*)

Return a month name as an HTML table row. If *withyear* is true the year will be included in the row, otherwise just the month name will be used.

`HTMLCalendar` has the following attributes you can override to customize the CSS classes used by the calendar:

cssclasses

A list of CSS classes used for each weekday. The default class list is:

```
cssclasses = ["mon", "tue", "wed", "thu", "fri", "sat", "sun"]
```

more styles can be added for each day:

```
cssclasses = ["mon text-bold", "tue", "wed", "thu", "fri", "sat", "sun red"]
```

Note that the length of this list must be seven items.

cssclass_noday

The CSS class for a weekday occurring in the previous or coming month.

Added in version 3.7.

cssclasses_weekday_head

A list of CSS classes used for weekday names in the header row. The default is the same as *cssclasses*.

Added in version 3.7.

cssclass_month_head

The month's head CSS class (used by *formatmonthname()*). The default value is `"month"`.

Added in version 3.7.

cssclass_month

The CSS class for the whole month's table (used by *formatmonth()*). The default value is `"month"`.

Added in version 3.7.

cssclass_year

The CSS class for the whole year's table of tables (used by *formatyear()*). The default value is `"year"`.

Added in version 3.7.

cssclass_year_head

The CSS class for the table head for the whole year (used by *formatyear()*). The default value is `"year"`.

Added in version 3.7.

Note that although the naming for the above described class attributes is singular (e.g. `cssclass_month cssclass_noday`), one can replace the single CSS class with a space separated list of CSS classes, for example:

```
"text-bold text-red"
```

Here is an example how `HTMLCalendar` can be customized:

```
class CustomHTMLCal(calendar.HTMLCalendar):
    cssclasses = [style + " text-nowrap" for style in
                  calendar.HTMLCalendar.cssclasses]
    cssclass_month_head = "text-center month-head"
    cssclass_month = "text-center month"
    cssclass_year = "text-italic lead"
```

class calendar.**LocaleTextCalendar**(*firstweekday=0*, *locale=None*)

This subclass of *TextCalendar* can be passed a locale name in the constructor and will return month and weekday names in the specified locale.

class calendar.**LocaleHTMLCalendar**(*firstweekday=0*, *locale=None*)

This subclass of *HTMLCalendar* can be passed a locale name in the constructor and will return month and weekday names in the specified locale.

注釈: The constructor, `formatweekday()` and `formatmonthname()` methods of these two classes temporarily change the `LC_TIME` locale to the given *locale*. Because the current locale is a process-wide setting, they are not thread-safe.

単純なテキストのカレンダーに関して、このモジュールには以下のような関数が提供されています。

calendar.setfirstweekday(*weekday*)

週の最初の曜日 (0 は月曜日, 6 は日曜日) を設定します。定数 *MONDAY*, *TUESDAY*, *WEDNESDAY*, *THURSDAY*, *FRIDAY*, *SATURDAY* 及び *SUNDAY* は便宜上提供されています。例えば、日曜日を週の開始日に設定するときは:

```
import calendar
calendar.setfirstweekday(calendar.SUNDAY)
```

calendar.firstweekday()

現在設定されている週の最初の曜日を返します。

calendar.isleap(*year*)

year が閏年なら *True* を、そうでなければ *False* を返します。

calendar.leapdays(*y1*, *y2*)

範囲 (*y1* ... *y2*) 指定された期間の閏年の回数を返します。ここで *y1* や *y2* は年を表します。

この関数は、世紀の境目をまたぐ範囲でも正しく動作します。

calendar.weekday(*year*, *month*, *day*)

year (1970--...), *month* (1--12), *day* (1--31) で与えられた日の曜日 (0 は月曜日) を返します。

calendar.weekheader(*n*)

短縮された曜日名を含むヘッダを返します。*n* は各曜日を何文字で表すかを指定します。

calendar.monthrange(*year*, *month*)

year と *month* で指定された月の一日の曜日と日数を返します。

calendar.monthcalendar(*year*, *month*)

月のカレンダーを行列で返します。各行が週を表し、月の範囲外の日は 0 になります。それぞれの週は *setfirstweekday()* で設定をしていない限り月曜日から始まります。

calendar.prmonth(*theyear*, *themonth*, *w=0*, *l=0*)

month() 関数によって返される月のカレンダーを出力します。

calendar.month(*theyear*, *themonth*, *w=0*, *l=0*)

Returns a month's calendar in a multi-line string using the *formatmonth()* of the *TextCalendar* class.

calendar.prcal(*year*, *w=0*, *l=0*, *c=6*, *m=3*)

calendar() 関数で返される一年間のカレンダーを出力します。

calendar.**calendar**(*year*, *w=2*, *l=1*, *c=6*, *m=3*)

Returns a 3-column calendar for an entire year as a multi-line string using the *formatyear()* of the *TextCalendar* class.

calendar.**timegm**(*tuple*)

カレンダーと直接は関係無いが、*time* モジュールの *gmtime()* 関数が返す形式の時刻を表すタプルを引数に取り、1970 を基点とするエポック時刻で POSIX エンコーディングであると仮定して、対応する Unix タイムスタンプの値を返します。実際には、*time.gmtime()* と *timegm()* はお互いの逆関数です。

calendar モジュールの以下のデータ属性を利用することができます:

calendar.**day_name**

現在のロケールでの曜日を表す配列です。

calendar.**day_abbr**

現在のロケールでの短縮された曜日を表す配列です。

calendar.**MONDAY**

calendar.**TUESDAY**

calendar.**WEDNESDAY**

calendar.**THURSDAY**

calendar.**FRIDAY**

calendar.**SATURDAY**

calendar.**SUNDAY**

Aliases for the days of the week, where `MONDAY` is `0` and `SUNDAY` is `6`.

Added in version 3.12.

class calendar.**Day**

Enumeration defining days of the week as integer constants. The members of this enumeration are exported to the module scope as *MONDAY* through *SUNDAY*.

Added in version 3.12.

calendar.**month_name**

現在のロケールでの月の名を表す配列です。この配列は通常の約束事に従って、1 月を数字の 1 で表しますので、長さが 13 ある代わりに `month_name[0]` が空文字列になります。

calendar.**month_abbr**

現在のロケールでの短縮された月の名を表す配列です。この配列は通常の約束事に従って、1 月を数字の 1 で表しますので、長さが 13 ある代わりに `month_abbr[0]` が空文字列になります。

calendar.**JANUARY**

calendar.FEBRUARY

calendar.MARCH

calendar.APRIL

calendar.MAY

calendar.JUNE

calendar.JULY

calendar.AUGUST

calendar.SEPTEMBER

calendar.OCTOBER

calendar.NOVEMBER

calendar.DECEMBER

Aliases for the months of the year, where JANUARY is 1 and DECEMBER is 12.

Added in version 3.12.

class calendar.Month

Enumeration defining months of the year as integer constants. The members of this enumeration are exported to the module scope as *JANUARY* through *DECEMBER*.

Added in version 3.12.

The *calendar* module defines the following exceptions:

exception calendar.IllegalMonthError(*month*)

A subclass of *ValueError*, raised when the given month number is outside of the range 1-12 (inclusive).

month

The invalid month number.

exception calendar.IllegalWeekdayError(*weekday*)

A subclass of *ValueError*, raised when the given weekday number is outside of the range 0-6 (inclusive).

weekday

The invalid weekday number.

参考:

datetime **モジュール**

time モジュールと似た機能を持った日付と時間用のオブジェクト指向インターフェース。

time モジュール　　時

間に関連した低水準の関数群。

8.3.1 コマンドラインからの使用

Added in version 2.5.

The *calendar* module can be executed as a script from the command line to interactively print a calendar.

```
python -m calendar [-h] [-L LOCALE] [-e ENCODING] [-t {text,html}]
                   [-w WIDTH] [-l LINES] [-s SPACING] [-m MONTHS] [-c CSS]
                   [-f FIRST_WEEKDAY] [year] [month]
```

For example, to print a calendar for the year 2000:

```
$ python -m calendar 2000
                                  2000

      January                   February                  March
Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su
                1  2          1  2  3  4  5  6            1  2  3  4  5
 3  4  5  6  7  8  9       7  8  9 10 11 12 13       6  7  8  9 10 11 12
10 11 12 13 14 15 16      14 15 16 17 18 19 20      13 14 15 16 17 18 19
17 18 19 20 21 22 23      21 22 23 24 25 26 27      20 21 22 23 24 25 26
24 25 26 27 28 29 30      28 29                     27 28 29 30 31
31

       April                     May                      June
Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su
                1  2       1  2  3  4  5  6  7               1  2  3  4
 3  4  5  6  7  8  9       8  9 10 11 12 13 14       5  6  7  8  9 10 11
10 11 12 13 14 15 16      15 16 17 18 19 20 21      12 13 14 15 16 17 18
17 18 19 20 21 22 23      22 23 24 25 26 27 28      19 20 21 22 23 24 25
24 25 26 27 28 29 30      29 30 31                  26 27 28 29 30

        July                    August                   September
Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su
                1  2          1  2  3  4  5  6                  1  2  3
 3  4  5  6  7  8  9       7  8  9 10 11 12 13       4  5  6  7  8  9 10
10 11 12 13 14 15 16      14 15 16 17 18 19 20      11 12 13 14 15 16 17
17 18 19 20 21 22 23      21 22 23 24 25 26 27      18 19 20 21 22 23 24
24 25 26 27 28 29 30      28 29 30 31               25 26 27 28 29 30
31

      October                   November                  December
Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su      Mo Tu We Th Fr Sa Su
                  1             1  2  3  4  5                  1  2  3
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
 2  3  4  5  6  7  8       6  7  8  9 10 11 12       4  5  6  7  8  9 10
 9 10 11 12 13 14 15      13 14 15 16 17 18 19      11 12 13 14 15 16 17
16 17 18 19 20 21 22      20 21 22 23 24 25 26      18 19 20 21 22 23 24
23 24 25 26 27 28 29      27 28 29 30               25 26 27 28 29 30 31
30 31
```

以下のオプションが使用できます:

--help, -h

ヘルプメッセージを表示して終了します。

--locale LOCALE, **-L** LOCALE

The locale to use for month and weekday names. Defaults to English.

--encoding ENCODING, **-e** ENCODING

The encoding to use for output. *--encoding* is required if *--locale* is set.

--type {text,html}, **-t** {text,html}

Print the calendar to the terminal as text, or as an HTML document.

--first-weekday FIRST_WEEKDAY, **-f** FIRST_WEEKDAY

The weekday to start each week. Must be a number between 0 (Monday) and 6 (Sunday). Defaults to 0.

Added in version 3.13.

year

The year to print the calendar for. Defaults to the current year.

month

The month of the specified *year* to print the calendar for. Must be a number between 1 and 12, and may only be used in text mode. Defaults to printing a calendar for the full year.

Text-mode options:

--width WIDTH, **-w** WIDTH

The width of the date column in terminal columns. The date is printed centred in the column. Any value lower than 2 is ignored. Defaults to 2.

--lines LINES, **-l** LINES

The number of lines for each week in terminal rows. The date is printed top-aligned. Any value lower than 1 is ignored. Defaults to 1.

`--spacing SPACING, -s SPACING`

The space between months in columns. Any value lower than 2 is ignored. Defaults to 6.

`--months MONTHS, -m MONTHS`

The number of months printed per row. Defaults to 3.

HTML-mode options:

`--css CSS, -c CSS`

The path of a CSS stylesheet to use for the calendar. This must either be relative to the generated HTML, or an absolute HTTP or `file:///` URL.

8.4 collections --- コンテナデータ型

ソースコード: Lib/collections/___init___.py

このモジュールは、汎用の Python 組み込みコンテナ *dict*, *list*, *set*, および *tuple* に代わる、特殊なコンテナデータ型を実装しています。

namedtuple()	名前付きフィールドを持つタプルのサブクラスを作成するファクトリ関数
deque	両端における append や pop を高速に行えるリスト風のコンテナ
ChainMap	複数のマッピングの一つのビューを作成する辞書風のクラス
Counter	**ハッシュ可能** なオブジェクトを数え上げる辞書のサブクラス
OrderedDict	項目が追加された順序を記憶する辞書のサブクラス
defaultdict	ファクトリ関数を呼び出して存在しない値を供給する辞書のサブクラス
UserDict	辞書のサブクラス化を簡単にする辞書オブジェクトのラッパ
UserList	リストのサブクラス化を簡単にするリストオブジェクトのラッパ
UserString	文字列のサブクラス化を簡単にする文字列オブジェクトのラッパ

8.4.1 ChainMap オブジェクト

Added in version 3.3.

ChainMap クラスは、複数のマッピングを素早く連結し、一つの単位として扱うために提供されています。これはたいてい、新しい辞書を作成して *update()* を繰り返すよりも早いです。

このクラスはネストされたスコープをシミュレートするのに使え、テンプレート化に便利です。

class collections.ChainMap(*maps)

ChainMap は、複数の辞書やその他のマッピングをまとめて、一つの、更新可能なビューを作成します。*maps* が指定されないなら、一つの空辞書が与えられますから、新しいチェーンは必ず一つ以上のマッピングをもちます。

根底のマッピングはリストに保存されます。このリストはパブリックで、*maps* 属性を使ってアクセスや更新できます。それ以外に状態はありません。

探索は、根底のマッピングをキーが見つかるまで引き続き探します。対して、書き込み、更新、削除は、最初のマッピングのみ操作します。

ChainMap は、根底のマッピングを参照によって組み込みます。ですから、根底のマッピングの一つが更新されると、その変更は *ChainMap* に反映されます。

通常の辞書のメソッドすべてがサポートされています。さらに、*maps* 属性、新しいサブコンテキストを作成するメソッド、最初のマッピング以外のすべてにアクセスするためのプロパティがあります:

maps

マッピングのユーザがアップデートできるリストです。このリストは最初に探されるものから最後に探されるものの順に並んでいます。これが唯一のソートされた状態であり、変更してマッピングが探される順番を変更できます。このリストは常に一つ以上のマッピングを含んでいなければなりません。

new_child(*m=None*, ***kwargs*)

新しいマッピングに現在のインスタンスが持つ全てのマッピングを追加したものを持つ新しい *ChainMap* インスタンスを返します。`m` が指定された場合、新しいマッピングのリストの先頭部分になります; 指定されない場合は空の辞書が使われます。すなわち `d.new_child()` は `ChainMap({}, *d.maps)` と等価になります。キーワード引数が指定された場合、それらによって指定されたマッピングまたは空の辞書が更新されます。このメソッドは、元のマッピングに変更を加えることなく値を更新できるサブコンテキストを生成するのに使われます。

バージョン 3.4 で変更: オプションの `m` 引数が追加されました。

バージョン 3.10 で変更: キーワード引数のサポートが追加されました。

parents

現在のインスタンスの最初のマッピング以外のすべてのマッピングを含む新しい *ChainMap* を返すプロパティです。これは最初のマッピングを検索から飛ばすのに便利です。使用例は `nonlocal` キーワードを **ネストされたスコープ** に使う例と似ています。この使用例はまた、組み込み *super()* 関数にも似ています。`d.parents` への参照は `ChainMap(*d.maps[1:])` と等価です。

ChainMap の反復順序は、マッピングを最後から最初へスキャンして決定されることに注意してください。

```
>>> baseline = {'music': 'bach', 'art': 'rembrandt'}
>>> adjustments = {'art': 'van gogh', 'opera': 'carmen'}
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> list(ChainMap(adjustments, baseline))
['music', 'art', 'opera']
```

これは、末尾のマッピングオブジェクトから始めた一連の *dict.update()* の呼び出しと同じ順序になります。

```
>>> combined = baseline.copy()
>>> combined.update(adjustments)
>>> list(combined)
['music', 'art', 'opera']
```

バージョン 3.9 で変更: **PEP 584** で規定されている | 演算子と |= 演算子のサポートを追加しました。

参考:

- Enthought 社の CodeTools パッケージ に含まれる MultiContext クラス は、チェーン内のすべてのマッピングへの書き込みをサポートするオプションを持ちます。
- Django のテンプレート用の Context class は、読み出し専用のマッピングのチェーンです。*new_child()* メソッドや *parents* プロパティに似た push や pop の機能もあります。
- Nested Contexts recipe は、書き込み・その他の変更が最初のマッピングにのみ適用されるか、チェーンのすべてのマッピングに適用されるか、制御するオプションを持ちます。
- 非常に単純化した読み出し専用バージョンの Chainmap。

ChainMap の例とレシピ

この節では、チェーンされたマッピングを扱う様々な手法を示します。

Python の内部探索チェーンをシミュレートする例:

```
import builtins
pylookup = ChainMap(locals(), globals(), vars(builtins))
```

ユーザ指定のコマンドライン引数、環境変数、デフォルト値、の順に優先させる例:

```
import os, argparse

defaults = {'color': 'red', 'user': 'guest'}

parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-u', '--user')
parser.add_argument('-c', '--color')
namespace = parser.parse_args()
command_line_args = {k: v for k, v in vars(namespace).items() if v is not None}
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
combined = ChainMap(command_line_args, os.environ, defaults)
print(combined['color'])
print(combined['user'])
```

ChainMap を使ってネストされたコンテキストをシミュレートするパターンの例:

```
c = ChainMap()        # Create root context
d = c.new_child()     # Create nested child context
e = c.new_child()     # Child of c, independent from d
e.maps[0]             # Current context dictionary -- like Python's locals()
e.maps[-1]            # Root context -- like Python's globals()
e.parents             # Enclosing context chain -- like Python's nonlocals

d['x'] = 1            # Set value in current context
d['x']                # Get first key in the chain of contexts
del d['x']            # Delete from current context
list(d)               # All nested values
k in d                # Check all nested values
len(d)                # Number of nested values
d.items()             # All nested items
dict(d)               # Flatten into a regular dictionary
```

ChainMap クラスは、探索はチェーン全体に対して行いますが、更新 (書き込みと削除) は最初のマッピングに対してのみ行います。しかし、深い書き込みと削除を望むなら、チェーンの深いところで見つかったキーを更新するサブクラスを簡単に作れます:

```
class DeepChainMap(ChainMap):
    'Variant of ChainMap that allows direct updates to inner scopes'

    def __setitem__(self, key, value):
        for mapping in self.maps:
            if key in mapping:
                mapping[key] = value
                return
        self.maps[0][key] = value

    def __delitem__(self, key):
        for mapping in self.maps:
            if key in mapping:
                del mapping[key]
                return
        raise KeyError(key)

>>> d = DeepChainMap({'zebra': 'black'}, {'elephant': 'blue'}, {'lion': 'yellow'})
>>> d['lion'] = 'orange'         # update an existing key two levels down
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> d['snake'] = 'red'           # new keys get added to the topmost dict
>>> del d['elephant']            # remove an existing key one level down
>>> d                            # display result
DeepChainMap({'zebra': 'black', 'snake': 'red'}, {}, {'lion': 'orange'})
```

8.4.2 Counter オブジェクト

便利で迅速な検数をサポートするカウンタツールが提供されています。例えば:

```
>>> # Tally occurrences of words in a list
>>> cnt = Counter()
>>> for word in ['red', 'blue', 'red', 'green', 'blue', 'blue']:
...     cnt[word] += 1
...
>>> cnt
Counter({'blue': 3, 'red': 2, 'green': 1})

>>> # Find the ten most common words in Hamlet
>>> import re
>>> words = re.findall(r'\w+', open('hamlet.txt').read().lower())
>>> Counter(words).most_common(10)
[('the', 1143), ('and', 966), ('to', 762), ('of', 669), ('i', 631),
 ('you', 554),  ('a', 546), ('my', 514), ('hamlet', 471), ('in', 451)]
```

class collections.**Counter**([*iterable-or-mapping*])

Counter は **ハッシュ可能** なオブジェクトをカウントする *dict* のサブクラスです。これは、要素を辞書のキーとして保存し、そのカウントを辞書の値として保存するコレクションです。カウントは、0 や負のカウントを含む整数値をとれます。*Counter* クラスは、他の言語のバッグや多重集合のようなものです。

要素は、*iterable* から数え上げられたり、他の *mapping* (やカウンタ) から初期化されます:

```
>>> c = Counter()                           # a new, empty counter
>>> c = Counter('gallahad')                 # a new counter from an iterable
>>> c = Counter({'red': 4, 'blue': 2})      # a new counter from a mapping
>>> c = Counter(cats=4, dogs=8)             # a new counter from keyword args
```

カウンタオブジェクトは辞書のインターフェースを持ちますが、存在しない要素に対して *KeyError* を送出する代わりに 0 を返すという違いがあります:

```
>>> c = Counter(['eggs', 'ham'])
>>> c['bacon']                              # count of a missing element is zero
0
```

カウントを 0 に設定しても、要素はカウンタから取り除かれません。完全に取り除くには、`del` を使って

ください:

```
>>> c['sausage'] = 0                    # counter entry with a zero count
>>> del c['sausage']                    # del actually removes the entry
```

Added in version 3.1.

バージョン 3.7 で変更: *Counter* は *dict* のサブクラスとして要素の挿入順を維持する機能を継承しました。*Counter* オブジェクトに対する数学演算も順序を維持します。結果の順序はまず左の被演算子における要素の出現順に従い、その後右の被演算子において要素が出現する順序になります。

カウンタオブジェクトは全ての辞書で利用できるメソッドに加えて、以下に示す追加のメソッドをサポートしています。

elements()

それぞれの要素を、そのカウント分の回数だけ繰り返すイテレータを返します。要素は挿入した順番で返されます。ある要素のカウントが 1 未満なら、*elements()* はそれを無視します。

```
>>> c = Counter(a=4, b=2, c=0, d=-2)
>>> sorted(c.elements())
['a', 'a', 'a', 'a', 'b', 'b']
```

most_common([*n*])

最も多い *n* 要素を、カウントが多いものから少ないものまで順に並べたリストを返します。*n* が省略されるか None であれば、*most_common()* はカウンタの **すべての** 要素を返します。等しいカウントの要素は挿入順に並べられます:

```
>>> Counter('abracadabra').most_common(3)
[('a', 5), ('b', 2), ('r', 2)]
```

subtract([*iterable-or-mapping*])

要素から *iterable* の要素または *mapping* の要素が引かれます。*dict.update()* に似ていますが、カウントを置き換えるのではなく引きます。入力も出力も、0 や負になりえます。

```
>>> c = Counter(a=4, b=2, c=0, d=-2)
>>> d = Counter(a=1, b=2, c=3, d=4)
>>> c.subtract(d)
>>> c
Counter({'a': 3, 'b': 0, 'c': -3, 'd': -6})
```

Added in version 3.2.

total()

カウントの合計を計算します。

```
>>> c = Counter(a=10, b=5, c=0)
>>> c.total()
15
```

Added in version 3.10.

普通の辞書のメソッドは、以下の 2 つのメソッドがカウンタに対して異なる振る舞いをするのを除き、*Counter* オブジェクトにも利用できます。

fromkeys(*iterable*)

このクラスメソッドは *Counter* オブジェクトには実装されていません。

update(*[iterable-or-mapping]*)

要素が *iterable* からカウントされるか、別の *mapping* (やカウンタ) が追加されます。*dict.update()* に似ていますが、カウントを置き換えるのではなく追加します。また、*iterable* には (key, value) 対のシーケンスではなく、要素のシーケンスが求められます。

カウンタオブジェクトは等価、部分集合、上位集合のための次の拡張比較 (rich comparison) 演算子をサポートします: ==, !=, <, <=, >, >=。これらの比較は、存在しない要素をカウントがゼロであるとみなします。すなわち、Counter(a=1) == Counter(a=1, b=0) は真を返します。

バージョン 3.10 で変更: 拡張比較 (rich comparison) 演算が追加されました。

バージョン 3.10 で変更: 等価比較において、存在しない要素はカウントがゼロであるとみなされるようになりました。かつては Counter(a=3) と Counter(a=3, b=0) は異なるとみなされていました。

Counter オブジェクトを使ったよくあるパターン:

```
c.total()                       # total of all counts
c.clear()                       # reset all counts
list(c)                         # list unique elements
set(c)                          # convert to a set
dict(c)                         # convert to a regular dictionary
c.items()                       # access the (elem, cnt) pairs
Counter(dict(list_of_pairs))    # convert from a list of (elem, cnt) pairs
c.most_common()[:-n-1:-1]       # n least common elements
+c                              # remove zero and negative counts
```

Counter オブジェクトを組み合わせて多重集合 (0 より大きいカウントを持つカウンタ) を作るためのいくつかの数学演算が提供されています。加算と減算はそれぞれの要素のカウンタを加算または減算することによりカウンタオブジェクトを組み合わせます。積集合と和集合は、それぞれのカウントの最大値と最小値を返します。等価と包含はそれぞれのカウントを比較します。それぞれの演算は符号付きカウントを持った入力を受け付けますが、カウントが 0 以下の要素は結果から取り除かれます。

```
>>> c = Counter(a=3, b=1)
>>> d = Counter(a=1, b=2)
>>> c + d                       # add two counters together:  c[x] + d[x]
Counter({'a': 4, 'b': 3})
>>> c - d                       # subtract (keeping only positive counts)
Counter({'a': 2})
>>> c & d                       # intersection:  min(c[x], d[x])
Counter({'a': 1, 'b': 1})
>>> c | d                       # union:  max(c[x], d[x])
Counter({'a': 3, 'b': 2})
>>> c == d                      # equality:  c[x] == d[x]
False
>>> c <= d                      # inclusion:  c[x] <= d[x]
False
```

単項加算および減算は、空カウンタの加算や空カウンタからの減算へのショートカットです。

```
>>> c = Counter(a=2, b=-4)
>>> +c
Counter({'a': 2})
>>> -c
Counter({'b': 4})
```

Added in version 3.3: 単項加算、単項減算、in-place の多重集合操作のサポートが追加されました。

注釈: カウンタはもともと、推移するカウントを正の整数で表すために設計されました。しかし、他の型や負の値を必要とするユースケースを不必要に排除することがないように配慮されています。このようなユースケースの助けになるように、この節で最低限の範囲と型の制限について記述します。

- *Counter* クラス自体は辞書のサブクラスで、キーと値に制限はありません。値はカウントを表す数であることを意図していますが、値フィールドに任意のものを保存 **できます** 。
- *most_common()* メソッドが要求するのは、値が順序付け可能なことだけです。
- `c[key] += 1` のようなインプレース演算では、値の型に必要なのは 足し算と引き算ができることだけです。よって分数、浮動小数点数、小数も使え、負の値がサポートされています。これと同じことが、負や 0 の値を入力と出力に許す *update()* と *subtract()* メソッド にも言えます。
- 多重集合メソッドは正の値を扱うユースケースに対してのみ設計されています。入力は負や 0 に出来ますが、正の値の出力のみが生成されます。型の制限はありませんが、値の型は足し算、引き算、比較をサポートしている必要があります。
- *elements()* メソッドは整数のカウントを要求します。これは 0 と負のカウントを無視します。

参考:

- Smalltalk の Bag class 。
- Wikipedia の Multisets の項目。
- C++ multisets の例を交えたチュートリアル。
- 数学的な多重集合の演算とそのユースケースは、*Knuth, Donald. The Art of Computer Programming Volume II, Section 4.6.3, Exercise 19* を参照してください。
- 与えられた要素の集まりからなる与えられた大きさの相違なる多重集合をすべて数え上げるには、*itertools.combinations_with_replacement()* を参照してください:

```
map(Counter, combinations_with_replacement('ABC', 2)) # --> AA AB AC BB BC CC
```

8.4.3 deque オブジェクト

class collections.deque(*[iterable[, maxlen]]*)

iterable で与えられるデータから、新しい deque オブジェクトを (*append()* をつかって) 左から右に初期化して返します。*iterable* が指定されない場合、新しい deque オブジェクトは空になります。

Deque とは、スタックとキューを一般化したものです (この名前は「デック」と発音され、これは「double-ended queue」の省略形です)。Deque はどちらの側からも append と pop が可能で、スレッドセーフでメモリ効率がよく、どちらの方向からもおよそ $O(1)$ のパフォーマンスで実行できます。

list オブジェクトでも同様の操作を実現できますが、これは高速な固定長の操作に特化されており、基礎のデータ表現形式のサイズと位置を両方変えるような `pop(0)` や `insert(0, v)` などの操作ではメモリ移動のために $O(n)$ のコストを必要とします。

maxlen が指定されなかったり `None` だった場合、deque は任意のサイズまで大きくなります。そうでない場合、deque のサイズは指定された最大長に制限されます。長さが制限された deque がいっぱいになると、新しい要素を追加するときに追加した要素数分だけ追加したのと反対側から要素が捨てられます。長さが制限された deque は Unix における `tail` フィルタと似た機能を提供します。トランザクションの tracking や最近使った要素だけを残したいデータプール (pool of data) などにも便利です。

Deque オブジェクトは以下のようなメソッドをサポートしています:

append(*x*)

x を deque の右側につけ加えます。

appendleft(*x*)

x を deque の左側につけ加えます。

clear()

deque からすべての要素を削除し、長さを 0 にします。

copy()

deque の浅いコピーを作成します。

Added in version 3.5.

count(*x*)

deque の *x* に等しい要素を数え上げます。

Added in version 3.2.

extend(*iterable*)

イテラブルな引数 iterable から得られる要素を deque の右側に追加し拡張します。

extendleft(*iterable*)

イテラブルな引数 iterable から得られる要素を deque の左側に追加し拡張します。注意: 左から追加した結果は、イテラブルな引数の順序とは逆になります。

index(*x*[, *start*[, *stop*]])

deque 内の *x* の位置を返します (インデックス *start* からインデックス *stop* の両端を含む範囲で)。最初のマッチを返すか、見つからない場合には *ValueError* を発生させます。

Added in version 3.5.

insert(*i*, *x*)

x を deque の位置 *i* に挿入します。

挿入によって、長さに制限のある deque の長さが *maxlen* を超える場合、*IndexError* が発生します。

Added in version 3.5.

pop()

deque の右側から要素をひとつ削除し、その要素を返します。要素がひとつも存在しない場合は *IndexError* を発生させます。

popleft()

deque の左側から要素をひとつ削除し、その要素を返します。要素がひとつも存在しない場合は *IndexError* を発生させます。

remove(*value*)

value の最初に現れるものを削除します。要素が見付からないない場合は *ValueError* を送出します。

reverse()

deque の要素をインプレースに反転し、None を返します。

Added in version 3.2.

rotate(*n=1*)

deque の要素を全体で *n* ステップだけ右にローテートします。*n* が負の値の場合は、左にローテートします。

deque が空でないときは、deque をひとつ右にローテートすることは `d.appendleft(d.pop())` と同じで、deque をひとつ左にローテートすることは `d.append(d.popleft())` と同じです。

deque オブジェクトは読み出し専用属性も 1 つ提供しています:

maxlen

deque の最大長で、制限されていなければ `None` です。

Added in version 3.1.

上記に加え、deque はイテレーション, pickle 化, `len(d)`, `reversed(d)`, `copy.copy(d)`, `copy.deepcopy(d)`, `in` 演算子による包含の検査, `d[0]` のような添字による参照をサポートしています。添字によるアクセスは、両端の要素では $O(1)$ ですが、中央部分の要素では $O(n)$ と遅くなります。高速なランダムアクセスのためには、代わりにリストを使ってください。

バージョン 3.5 から deque は `__add__()`, `__mul__()`, `__imul__()` をサポートしました。

例:

```
>>> from collections import deque
>>> d = deque('ghi')                 # make a new deque with three items
>>> for elem in d:                   # iterate over the deque's elements
...     print(elem.upper())
G
H
I

>>> d.append('j')                    # add a new entry to the right side
>>> d.appendleft('f')                # add a new entry to the left side
>>> d                                # show the representation of the deque
deque(['f', 'g', 'h', 'i', 'j'])

>>> d.pop()                          # return and remove the rightmost item
'j'
>>> d.popleft()                      # return and remove the leftmost item
'f'
>>> list(d)                          # list the contents of the deque
['g', 'h', 'i']
>>> d[0]                             # peek at leftmost item
'g'
>>> d[-1]                            # peek at rightmost item
'i'

>>> list(reversed(d))                # list the contents of a deque in reverse
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
['i', 'h', 'g']
>>> 'h' in d                        # search the deque
True
>>> d.extend('jkl')                 # add multiple elements at once
>>> d
deque(['g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l'])
>>> d.rotate(1)                     # right rotation
>>> d
deque(['l', 'g', 'h', 'i', 'j', 'k'])
>>> d.rotate(-1)                    # left rotation
>>> d
deque(['g', 'h', 'i', 'j', 'k', 'l'])

>>> deque(reversed(d))              # make a new deque in reverse order
deque(['l', 'k', 'j', 'i', 'h', 'g'])
>>> d.clear()                       # empty the deque
>>> d.pop()                         # cannot pop from an empty deque
Traceback (most recent call last):
    File "<pyshell#6>", line 1, in -toplevel-
        d.pop()
IndexError: pop from an empty deque

>>> d.extendleft('abc')             # extendleft() reverses the input order
>>> d
deque(['c', 'b', 'a'])
```

deque のレシピ

この節では deque を使った様々なアプローチを紹介します。

長さが制限された deque は Unix における `tail` フィルタに相当する機能を提供します:

```
def tail(filename, n=10):
    'Return the last n lines of a file'
    with open(filename) as f:
        return deque(f, n)
```

deque を使用する別のアプローチは、右に要素を追加し左から要素を取り出すことで最近追加した要素のシーケンスを保持することです:

```
def moving_average(iterable, n=3):
    # moving_average([40, 30, 50, 46, 39, 44]) --> 40.0 42.0 45.0 43.0
    # https://en.wikipedia.org/wiki/Moving_average
    it = iter(iterable)
    d = deque(itertools.islice(it, n-1))
    d.appendleft(0)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    s = sum(d)
    for elem in it:
        s += elem - d.popleft()
        d.append(elem)
        yield s / n
```

ラウンドロビンスケジューラ は、入力されたイテレータを *deque* に格納することで実装できます。値は、位置 0 にある選択中のイテレータから取り出されます。そのイテレータが値を出し切った場合は、*popleft()* で除去できます; そうでない場合は、*rotate()* メソッドで末尾に回せます:

```
def roundrobin(*iterables):
    "roundrobin('ABC', 'D', 'EF') --> A D E B F C"
    iterators = deque(map(iter, iterables))
    while iterators:
        try:
            while True:
                yield next(iterators[0])
                iterators.rotate(-1)
        except StopIteration:
            # Remove an exhausted iterator.
            iterators.popleft()
```

rotate() メソッドは、*deque* のスライスや削除の機能を提供します。例えば、純粋な Python 実装の `del d[n]` は `rotate()` メソッドを頼りに、pop される要素の位置を割り出します:

```
def delete_nth(d, n):
    d.rotate(-n)
    d.popleft()
    d.rotate(n)
```

deque のスライスの実装でも、同様のアプローチを使います。まず対象となる要素を *rotate()* によって deque の左端まで移動させてから、*popleft()* で古い要素を削除します。そして、*extend()* で新しい要素を追加したのち、循環を逆にします。このアプローチをやや変えたものとして、Forth スタイルのスタック操作、つまり `dup`, `drop`, `swap`, `over`, `pick`, `rot`, および `roll` を実装するのも簡単です。

8.4.4 defaultdict オブジェクト

class collections.**defaultdict**(*default_factory=None*, */*[, *...*])

新しい辞書に似たオブジェクトを返します。*defaultdict* は組み込みの *dict* クラスのサブクラスです。これはメソッドをひとつオーバーライドし、書き込み可能なインスタンス変数をひとつ追加しています。それ以外の機能は *dict* クラスと同じですので、ここでは説明しません。

1 つ目の引数は *default_factory* 属性の初期値です。デフォルトは `None` です。残りの引数はキーワード

引数も含め、*dict* のコンストラクタに与えられた場合と同様に扱われます。

defaultdict オブジェクトは標準の *dict* に加えて、以下のメソッドを実装しています:

__missing__(*key*)

もし *default_factory* 属性が None であれば、このメソッドは *KeyError* 例外を、*key* を引数として発生させます。

もし *default_factory* 属性が None でない場合、このメソッドは引数なしで呼び出され、与えらえた *key* に対応するデフォルト値を提供します。この値は、辞書内に *key* に対応して登録され、最後に返されます。

もし *default_factory* の呼出が例外を発生させた場合には、変更せずそのまま例外を投げます。

このメソッドは *dict* クラスの __getitem__() メソッドで、キーが存在しなかった場合によびだされます。値を返すか例外を発生させるのどちらにしても、__getitem__() からもそのまま値が返るか例外が発生します。

なお、*__missing__()* は __getitem__() 以外のいかなる演算に対しても呼び出され **ません** 。よって get() は、普通の辞書と同様に、*default_factory* を使うのではなくデフォルトとして None を返します。

defaultdict オブジェクトは以下のインスタンス変数をサポートしています:

default_factory

この属性は *__missing__()* メソッドによって使われます。これは存在すればコンストラクタの第 1 引数によって初期化され、そうでなければ None になります。

バージョン 3.9 で変更: **PEP 584** で規定されている合成演算子 (|) と更新演算子 (|=) が追加されました。

defaultdict の使用例

list を *default_factory* とすることで、キー=値ペアのシーケンスをリストの辞書へ簡単にグループ化できます。:

```
>>> s = [('yellow', 1), ('blue', 2), ('yellow', 3), ('blue', 4), ('red', 1)]
>>> d = defaultdict(list)
>>> for k, v in s:
...     d[k].append(v)
...
>>> sorted(d.items())
[('blue', [2, 4]), ('red', [1]), ('yellow', [1, 3])]
```

それぞれのキーが最初に登場したとき、マッピングにはまだ存在しません。そのためエントリは *default_factory* 関数が返す空の *list* を使って自動的に作成されます。list.append() 操作は新しいリストに紐付けられます。キーが再度出現した場合には、通常の参照動作が行われます (そのキーに対応するリストが返ります)。そして

list.append() 操作で別の値をリストに追加します。このテクニックは *dict.setdefault()* を使った等価なものよりシンプルで速いです:

```
>>> d = {}
>>> for k, v in s:
...     d.setdefault(k, []).append(v)
...
>>> sorted(d.items())
[('blue', [2, 4]), ('red', [1]), ('yellow', [1, 3])]
```

default_factory を *int* にすると、*defaultdict* を (他の言語の bag や multiset のように) 要素の数え上げに便利に使うことができます:

```
>>> s = 'mississippi'
>>> d = defaultdict(int)
>>> for k in s:
...     d[k] += 1
...
>>> sorted(d.items())
[('i', 4), ('m', 1), ('p', 2), ('s', 4)]
```

最初に文字が出現したときは、マッピングが存在しないので *default_factory* 関数が *int()* を呼んでデフォルトのカウント 0 を生成します。インクリメント操作が各文字を数え上げます。

常に 0 を返す *int()* は特殊な関数でした。定数を生成するより速くて柔軟な方法は、0 に限らず何でも定数を生成するラムダ関数を使うことです:

```
>>> def constant_factory(value):
...     return lambda: value
...
>>> d = defaultdict(constant_factory('<missing>'))
>>> d.update(name='John', action='ran')
>>> '%(name)s %(action)s to %(object)s' % d
'John ran to <missing>'
```

default_factory を *set* に設定することで、*defaultdict* をセットの辞書を作るために利用することができます:

```
>>> s = [('red', 1), ('blue', 2), ('red', 3), ('blue', 4), ('red', 1), ('blue', 4)]
>>> d = defaultdict(set)
>>> for k, v in s:
...     d[k].add(v)
...
>>> sorted(d.items())
[('blue', {2, 4}), ('red', {1, 3})]
```

8.4.5 namedtuple() 名前付きフィールドを持つタプルのファクトリ関数

名前付きタプルは、タプルの中のすべての場所に意味を割り当てて、より読みやすく自己解説的なコードを書けるようにします。通常のタプルが利用される場所ならどこでも利用でき、場所に対するインデックスの代わりに名前を使ってフィールドにアクセスできるようになります。

collections.**namedtuple**(*typename*, *field_names*, *, *rename=False*, *defaults=None*, *module=None*)

typename という名前の tuple の新しいサブクラスを返します。新しいサブクラスは、tuple に似ているけれどもインデックスやイテレータだけでなく属性名によるアクセスもできるオブジェクトを作るのに使います。このサブクラスのインスタンスは、わかりやすい docstring (型名と属性名が入っています) や、tuple の内容を `name=value` という形のリストで返す使いやすい `__repr__()` も持っています。

field_names は `['x', 'y']` のような文字列のシーケンスです。*field_names* には、代わりに各属性名を空白文字 (whitespace) および/またはカンマ (,) で区切った文字列を渡すこともできます。例えば、`'x y'` や `'x, y'` です。

アンダースコア (_) で始まる名前を除いて、Python の正しい識別子 (identifier) ならなんでも属性名として使うことができます。正しい識別子とはアルファベット (letters), 数字 (digits), アンダースコア (_) を含みますが、数字やアンダースコアで始まる名前や、*class*, *for*, *return*, *global*, *pass*, *raise* などといった *keyword* は使えません。

rename が真の場合、不適切なフィールド名は自動的に位置を示す名前に置き換えられます。例えば `['abc', 'def', 'ghi', 'abc']` は、予約語の `def` と、重複しているフィールド名の `abc` が除去され、`['abc', '_1', 'ghi', '_3']` に変換されます。

defaults には `None` あるいはデフォルト値の *iterable* が指定できます。デフォルト値を持つフィールドはデフォルト値を持たないフィールドより後ろに来なければならないので、*defaults* は最も右にある変数に適用されます。例えば、field_names が `['x', 'y', 'z']` で defaults が `(1, 2)` の場合、`x` は必須の引数、`y` は `1` がデフォルト、`z` は `2` がデフォルトとなります。

もし *module* が指定されていれば、名前付きタプルの `__module__` 属性は、指定された値に設定されます

名前付きタプルのインスタンスはインスタンスごとの辞書を持たないので、軽量で、普通のタプル以上のメモリを使用しません。

pickle 化をサポートするには、名前付きタプルのクラス定義は *typename* と同じ名前の変数に割り当てなければなりません。

バージョン 3.1 で変更: *rename* のサポートが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *verbose* と *rename* 引数が **キーワード専用引数** になりました.

バージョン 3.6 で変更: *module* 引数が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: *verbose* 引数と `_source` 属性が削除されました。

バージョン 3.7 で変更: *defaults* 引数と `_field_defaults` 属性が追加されました。

```
>>> # Basic example
>>> Point = namedtuple('Point', ['x', 'y'])
>>> p = Point(11, y=22)     # instantiate with positional or keyword arguments
>>> p[0] + p[1]             # indexable like the plain tuple (11, 22)
33
>>> x, y = p                # unpack like a regular tuple
>>> x, y
(11, 22)
>>> p.x + p.y               # fields also accessible by name
33
>>> p                       # readable __repr__ with a name=value style
Point(x=11, y=22)
```

名前付きタプルは *csv* や *sqlite3* モジュールが返すタプルのフィールドに名前を付けるときにとても便利です:

```
EmployeeRecord = namedtuple('EmployeeRecord', 'name, age, title, department, paygrade')

import csv
for emp in map(EmployeeRecord._make, csv.reader(open("employees.csv", "rb"))):
    print(emp.name, emp.title)

import sqlite3
conn = sqlite3.connect('/companydata')
cursor = conn.cursor()
cursor.execute('SELECT name, age, title, department, paygrade FROM employees')
for emp in map(EmployeeRecord._make, cursor.fetchall()):
    print(emp.name, emp.title)
```

タプルから継承したメソッドに加えて、名前付きタプルは 3 つの追加メソッドと 2 つの属性をサポートしています。フィールド名との衝突を避けるために、メソッド名と属性名はアンダースコアで始まります。

classmethod somenamedtuple.**_make**(*iterable*)

既存の sequence や Iterable から新しいインスタンスを作るクラスメソッド.

```
>>> t = [11, 22]
>>> Point._make(t)
Point(x=11, y=22)
```

somenamedtuple.**_asdict**()

フィールド名を対応する値にマッピングする新しい *dict* を返します:

```
>>> p = Point(x=11, y=22)
>>> p._asdict()
{'x': 11, 'y': 22}
```

バージョン 3.1 で変更: 通常の *dict* の代わりに *OrderedDict* を返すようになりました。

バージョン 3.8 で変更: *collections.OrderedDict* ではなく *dict* を返すようになりました。Python 3.7 以降は、通常の辞書で順番が保証されています。*OrderedDict* 特有の機能を使いたい場合は、結果を `OrderedDict(nt._asdict())` 型にキャストして使用することを推奨します。

somenamedtuple._replace(***kwargs*)

指定されたフィールドを新しい値で置き換えた、新しい名前付きタプルを作って返します:

```
>>> p = Point(x=11, y=22)
>>> p._replace(x=33)
Point(x=33, y=22)

>>> for partnum, record in inventory.items():
...     inventory[partnum] = record._replace(price=newprices[partnum], timestamp=time.now())
```

名前付きタプルは汎用的な関数 *copy.replace()* にもサポートされています。

バージョン 3.13 で変更: キーワード引数が無効な場合は *ValueError* のかわりに *TypeError* が発生します。

somenamedtuple._fields

フィールド名をリストにしたタプルです。内省 (introspection) したり、既存の名前付きタプルをもとに新しい名前つきタプルを作成する時に便利です。

```
>>> p._fields            # view the field names
('x', 'y')

>>> Color = namedtuple('Color', 'red green blue')
>>> Pixel = namedtuple('Pixel', Point._fields + Color._fields)
>>> Pixel(11, 22, 128, 255, 0)
Pixel(x=11, y=22, red=128, green=255, blue=0)
```

somenamedtuple._field_defaults

フィールド名からデフォルト値への対応を持つ辞書です。

```
>>> Account = namedtuple('Account', ['type', 'balance'], defaults=[0])
>>> Account._field_defaults
{'balance': 0}
>>> Account('premium')
Account(type='premium', balance=0)
```

文字列に格納された名前を使って名前つきタプルから値を取得するには *getattr()* 関数を使います:

```
>>> getattr(p, 'x')
11
```

辞書を名前付きタプルに変換するには、** 演算子 (double-star-operator, tut-unpacking-arguments で説明して

います) を使います。:

```
>>> d = {'x': 11, 'y': 22}
>>> Point(**d)
Point(x=11, y=22)
```

名前付きタプルは通常の Python クラスなので、継承して機能を追加したり変更するのは容易です。次の例では計算済みフィールドと固定幅の print format を追加しています:

```
>>> class Point(namedtuple('Point', ['x', 'y'])):
...     __slots__ = ()
...     @property
...     def hypot(self):
...         return (self.x ** 2 + self.y ** 2) ** 0.5
...     def __str__(self):
...         return 'Point: x=%6.3f  y=%6.3f  hypot=%6.3f' % (self.x, self.y, self.hypot)

>>> for p in Point(3, 4), Point(14, 5/7):
...     print(p)
Point: x= 3.000  y= 4.000  hypot= 5.000
Point: x=14.000  y= 0.714  hypot=14.018
```

このサブクラスは `__slots__` に空のタプルをセットしています。これにより、インスタンス辞書の作成を抑制してメモリ使用量を低く保つのに役立ちます。

サブクラス化は新しいフィールドを追加するのには適していません。代わりに、新しい名前付きタプルを *_fields* 属性を元に作成してください:

```
>>> Point3D = namedtuple('Point3D', Point._fields + ('z',))
```

`__doc__` フィールドに直接代入することでドックストリングをカスタマイズすることが出来ます:

```
>>> Book = namedtuple('Book', ['id', 'title', 'authors'])
>>> Book.__doc__ += ': Hardcover book in active collection'
>>> Book.id.__doc__ = '13-digit ISBN'
>>> Book.title.__doc__ = 'Title of first printing'
>>> Book.authors.__doc__ = 'List of authors sorted by last name'
```

バージョン 3.5 で変更: 属性ドックストリングが書き込み可能になりました。

参考:

- 名前付きタプルに型ヒントを追加する方法については、*typing.NamedTuple* を参照してください。`class` キーワードを使った洗練された記法も紹介されています:

  ```
  class Component(NamedTuple):
      part_number: int
  ```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    weight: float
    description: Optional[str] = None
```

- タプルではなく、辞書をもとにした変更可能な名前空間を作成するには *types.SimpleNamespace()* を参照してください。

- *dataclasses* モジュールは、生成される特殊メソッドをユーザー定義クラスに自動的に追加するためのデコレータや関数を提供しています。

8.4.6 OrderedDict オブジェクト

順序付き辞書は普通の辞書のようですが、順序操作に関係する追加の機能があります。組み込みの *dict* クラスが挿入順序を記憶しておく機能 (この新しい振る舞いは Python 3.7 で保証されるようになりました) を獲得した今となっては、順序付き辞書の重要性は薄れました。

いまだ残っている *dict* との差分:

- 通常の *dict* は対応付けに向いているように設計されました。挿入順序の追跡は二の次です。

- *OrderedDict* は並べ替え操作に向いているように設計されました。空間効率、反復処理の速度、更新操作のパフォーマンスは二の次です。

- *OrderedDict* のアルゴリズムは、頻繁な並べ替え処理を *dict* よりもうまく扱うことができます。後述のレシピに示されている通り、この性質はさまざまな種類の LRU キャッシュの実装に適しています。

- *OrderedDict* に対する等価演算は突き合わせ順序もチェックします。

  組み込みの *dict* では、順序を考慮した等価演算は `p == q and all(k1 == k2 for k1, k2 in zip(p, q))` で実現することができます。

- *OrderedDict* の `popitem()` メソッドはシグネチャが異なります。どの要素を取り出すかを指定するオプション引数を受け付けます。

  組み込みの *dict* の場合、OrderedDict の `od.popitem(last=True)` と同じ機能は、最も右側の (最後の) 要素を取り出すことが保証されている `d.popitem()` が果たします。

  組み込みの *dict* の場合、OrderedDict の `od.popitem(last=False)` は `(k := next(iter(d)), d.pop(k))` で実現できます。これにより、該当する要素のうちで最も左側の (先頭の) ものを辞書から削除して返すことができます。

- *OrderedDict* には、効率的に要素を末尾に置き直す `move_to_end()` メソッドがあります。

  組み込みの *dict* の場合、キーと値のペアを最も右側 (末尾) に移動する OrderedDict の `od.move_to_end(k, last=True)` は `d[k] = d.pop(k)` で実現できます。

組み込みの *dict* では、キーと値のペアを最も左側 (先頭) に移動する OrderedDict の `od.move_to_end(k, last=False)` を実現する効率の良い方法はありません。

- Python 3.8 以前は、*dict* には `__reversed__()` メソッドが欠けています。

class collections.**OrderedDict**([*items*])

辞書の順序を並べ直すためのメソッドを持つ *dict* のサブクラスのインスタンスを返します。

Added in version 3.1.

popitem(*last=True*)

順序付き辞書の *popitem()* メソッドは、(key, value) 対を返して消去します。この対は *last* が真なら LIFO で、偽なら FIFO (first-in, first-out, 先入先出) で返されます。

move_to_end(*key*, *last=True*)

存在する *key* を順序付き辞書の先頭または末尾に移動します。要素は *last* が真 (デフォルト) の場合に最も右側すなわち末尾に移動します。また *last* が偽の場合には先頭に移動します。指定した *key* が存在しない場合は *KeyError* を送出します。

```
>>> d = OrderedDict.fromkeys('abcde')
>>> d.move_to_end('b')
>>> ''.join(d)
'acdeb'
>>> d.move_to_end('b', last=False)
>>> ''.join(d)
'bacde'
```

Added in version 3.2.

通常のマッピングのメソッドに加え、順序付き辞書は *reversed()* による逆順の反復もサポートしています。

OrderedDict 間の等価判定は順序が影響し、`list(od1.items())==list(od2.items())` のように実装されます。*OrderedDict* オブジェクトと他のマッピング (*Mapping*) オブジェクトの等価判定は、順序に影響されず、通常の辞書と同様です。これによって、*OrderedDict* オブジェクトは通常の辞書が使われるところならどこでも使用できます。

バージョン 3.5 で変更: *OrderedDict* の項目、キー、値の **ビュー** が *reversed()* による逆順の反復をサポートするようになりました。

バージョン 3.6 で変更: **PEP 468** の受理によって、*OrderedDict* のコンストラクタと、`update()` メソッドに渡したキーワード引数の順序は保持されます。

バージョン 3.9 で変更: **PEP 584** で規定されている合成演算子 (`|`) と更新演算子 (`|=`) が追加されました。

OrderedDict の例とレシピ

キーが **最後に** 追加されたときの順序を記憶する、順序付き辞書の変種を作るのは簡単です。新しい値が既存の値を上書きする場合、元々の挿入位置が最後尾へ変更されます:

```
class LastUpdatedOrderedDict(OrderedDict):
    'Store items in the order the keys were last added'

    def __setitem__(self, key, value):
        super().__setitem__(key, value)
        self.move_to_end(key)
```

OrderedDict は *functools.lru_cache()* の変種を実装するのにも役に立ちます:

```
from collections import OrderedDict
from time import time

class TimeBoundedLRU:
    "LRU Cache that invalidates and refreshes old entries."

    def __init__(self, func, maxsize=128, maxage=30):
        self.cache = OrderedDict()      # { args : (timestamp, result)}
        self.func = func
        self.maxsize = maxsize
        self.maxage = maxage

    def __call__(self, *args):
        if args in self.cache:
            self.cache.move_to_end(args)
            timestamp, result = self.cache[args]
            if time() - timestamp <= self.maxage:
                return result
        result = self.func(*args)
        self.cache[args] = time(), result
        if len(self.cache) > self.maxsize:
            self.cache.popitem(last=False)
        return result
```

```
class MultiHitLRUCache:
    """ LRU cache that defers caching a result until
        it has been requested multiple times.

        To avoid flushing the LRU cache with one-time requests,
        we don't cache until a request has been made more than once.

    """

    def __init__(self, func, maxsize=128, maxrequests=4096, cache_after=1):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        self.requests = OrderedDict()   # { uncached_key : request_count }
        self.cache = OrderedDict()      # { cached_key : function_result }
        self.func = func
        self.maxrequests = maxrequests  # max number of uncached requests
        self.maxsize = maxsize          # max number of stored return values
        self.cache_after = cache_after

    def __call__(self, *args):
        if args in self.cache:
            self.cache.move_to_end(args)
            return self.cache[args]
        result = self.func(*args)
        self.requests[args] = self.requests.get(args, 0) + 1
        if self.requests[args] <= self.cache_after:
            self.requests.move_to_end(args)
            if len(self.requests) > self.maxrequests:
                self.requests.popitem(last=False)
        else:
            self.requests.pop(args, None)
            self.cache[args] = result
            if len(self.cache) > self.maxsize:
                self.cache.popitem(last=False)
        return result
```

8.4.7 UserDict オブジェクト

クラス *UserDict* は、辞書オブジェクトのラッパとしてはたらきます。このクラスの必要性は、*dict* から直接的にサブクラス化できる能力に部分的に取って代わられました; しかし、根底の辞書に属性としてアクセスできるので、このクラスを使った方が簡単になることもあります。

class collections.**UserDict**([*initialdata*])

辞書をシミュレートするクラスです。インスタンスの内容は通常の辞書に保存され、*UserDict* インスタンスの *data* 属性を通してアクセスできます。*initialdata* が与えられれば、*data* はその内容で初期化されます。他の目的のために使えるように、*initialdata* への参照が保存されないことに注意してください。

マッピングのメソッドと演算をサポートするのに加え、*UserDict* インスタンスは以下の属性を提供します:

data

UserDict クラスの内容を保存するために使われる実際の辞書です。

8.4.8 UserList オブジェクト

このクラスはリストオブジェクトのラッパとしてはたらきます。これは独自のリスト風クラスの基底クラスとして便利で、既存のメソッドをオーバーライドしたり新しいメソッドを加えたりできます。こうして、リストに新しい振る舞いを加えられます。

このクラスの必要性は、*list* から直接的にサブクラス化できる能力に部分的に取って代わられました; しかし、根底のリストに属性としてアクセスできるので、このクラスを使った方が簡単になることもあります。

class collections.**UserList**([*list*])

リストをシミュレートするクラスです。インスタンスの内容は通常のリストに保存され、*UserList* インスタンスの *data* 属性を通してアクセスできます。インスタンスの内容は最初に *list* のコピーに設定されますが、デフォルトでは空リスト `[]` です。*list* は何らかのイテラブル、例えば通常の Python リストや *UserList* オブジェクト、です。

ミュータブルシーケンスのメソッドと演算をサポートするのに加え、*UserList* インスタンスは以下の属性を提供します:

data

UserList クラスの内容を保存するために使われる実際の *list* オブジェクトです。

サブクラス化の要件: *UserList* のサブクラスは引数なしか、あるいは一つの引数のどちらかとともに呼び出せるコンストラクタを提供することが期待されています。新しいシーケンスを返すリスト演算は現在の実装クラスのインスタンスを作成しようとします。そのために、データ元として使われるシーケンスオブジェクトである一つのパラメータとともにコンストラクタを呼び出せると想定しています。

派生クラスがこの要求に従いたくないならば、このクラスがサポートしているすべての特殊メソッドはオーバーライドされる必要があります。その場合に提供される必要のあるメソッドについての情報は、ソースを参考にしてください。

8.4.9 UserString オブジェクト

クラス *UserString* は、文字列オブジェクトのラッパとしてはたらきます。このクラスの必要性は、*str* から直接的にサブクラス化できる能力に部分的に取って代わられました; しかし、根底の文字列に属性としてアクセスできるので、このクラスを使った方が簡単になることもあります。

class collections.**UserString**(*seq*)

文字列オブジェクトをシミュレートするクラスです。インスタンスの内容は通常の文字列に保存され、*UserString* インスタンスの *data* 属性を通してアクセスできます。インスタンスの内容には最初に *seq* のコピーが設定されます。*seq* 引数は、組み込みの *str()* 関数で文字列に変換できる任意のオブジェクトです。

文字列のメソッドと演算をサポートするのに加え、*UserString* インスタンスは次の属性を提供します:

data

UserString クラスの内容を保存するために使われる実際の *str* オブジェクトです。

バージョン 3.5 で変更: 新たなメソッド `__getnewargs__`, `__rmod__`, `casefold`, `format_map`, `isprintable`, `maketrans`。

8.5 collections.abc --- コンテナの抽象基底クラス

Added in version 3.3: 以前はこのモジュールは *collections* モジュールの一部でした。

ソースコード: Lib/_collections_abc.py

このモジュールは、**抽象基底クラス** を提供します。抽象基底クラスは、クラスが特定のインターフェースを提供しているか、例えば **ハッシュ可能** であるかや **マッピング** であるかを判定します。

issubclass() や *isinstance()* を使ったインターフェースに対するテストは、以下の 3 つのいずれかの方法で動作します。

1) 新しく定義したクラスは抽象基底クラスのいずれかを直接継承することができます。その場合クラスは必要な抽象メソッドを提供しなければなりません。残りのミックスインメソッドは継承により引き継がれますが、必要ならオーバーライドすることができます。その他のメソッドは必要に応じて追加することができます:

```
class C(Sequence):                      # Direct inheritance
    def __init__(self): ...             # Extra method not required by the ABC
    def __getitem__(self, index):  ...  # Required abstract method
    def __len__(self):  ...             # Required abstract method
    def count(self, value): ...         # Optionally override a mixin method
```

```
>>> issubclass(C, Sequence)
True
>>> isinstance(C(), Sequence)
True
```

2) 既存のクラスや組み込みのクラスを ” 仮想派生クラス” として ABC に登録することができます。これらのクラスは、全ての抽象メソッドとミックスインメソッドを含む完全な API を定義する必要があります。これにより、そのクラスが完全なインターフェースをサポートしているかどうかを、ユーザーが *issubclass()* や *isinstance()* で判断できるようになります。このルールの例外は、残りの API から自動的に推測ができるようなメソッドです:

```
class D:                                # No inheritance
    def __init__(self): ...             # Extra method not required by the ABC
    def __getitem__(self, index):  ...  # Abstract method
    def __len__(self):  ...             # Abstract method
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def count(self, value): ...           # Mixin method
    def index(self, value): ...           # Mixin method

Sequence.register(D)                      # Register instead of inherit
```

```
>>> issubclass(D, Sequence)
True
>>> isinstance(D(), Sequence)
True
```

In this example, class `D` does not need to define `__contains__`, `__iter__`, and `__reversed__` because the in-operator, the *iteration* logic, and the *reversed()* function automatically fall back to using `__getitem__` and `__len__`.

3) いくつかの単純なインターフェースは、必要なメソッドの存在だけで (それらのメソッドが *None* に設定されていなければ) 直接認識されます:

```
class E:
    def __iter__(self): ...
    def __next__(self): ...
```

```
>>> issubclass(E, Iterable)
True
>>> isinstance(E(), Iterable)
True
```

複雑なインターフェースは、単に特定のメソッドが存在すること以上の定義を持つため、3 番目のテクニックをサポートしていません。それらのインターフェースはメソッドの意味やメソッド間の関係まで指定するので、特定のメソッド名の存在からだけではインターフェースの推測ができません。たとえば、あるクラスが `__getitem__`, `__len__`, および `__iter__` を提供するというだけでは、*Sequence* と *Mapping* を区別するには不十分です。

Added in version 3.9: これらの抽象クラスは `[]` をサポートするようになりました。**ジェネリックエイリアス型**および **PEP 585** を参照してください。

8.5.1 コレクション抽象基底クラス

collections モジュールは以下の *ABC (抽象基底クラス)* を提供します:

ABC	継承しているクラス	抽象メソッド	mixin メソッド
Container[*1]		__contains__	
Hashable[p. 375, *1]		__hash__	
Iterable[p. 375, *1*2]		__iter__	
Iterator[p. 375, *1]	*Iterable*	__next__	__iter__
Reversible[p. 375, *1]	*Iterable*	__reversed__	
Generator[p. 375, *1]	*Iterator*	send, throw	close, __iter__, __next__
Sized[p. 375, *1]		__len__	
Callable[p. 375, *1]		__call__	
Collection[p. 375, *1]	*Sized*, *Iterable*, *Container*	__contains__, __iter__, __len__	
Sequence	*Reversible* *Collection*	__getitem__, __len__	__contains__, __iter__, __reversed__, index, count
MutableSequence	*Sequence*	__getitem__, __setitem__, __delitem__, __len__, insert	Inherited *Sequence* methods and append, clear, reverse, extend, pop, remove, and __iadd__
Set	*Collection*	__contains__, __iter__, __len__	__le__, __lt__, __eq__, __ne__, __gt__, __ge__, __and__, __or__, __sub__, __xor__, isdisjoint
MutableSet	*Set*	__contains__, __iter__, __len__, add, discard	*Set* から継承したメソッドと、clear, pop, remove, __ior__, __iand__, __ixor__, __isub__
Mapping	*Collection*	__getitem__, __iter__, __len__	__contains__, keys, items, values, get, __eq__, __ne__
MutableMapping	*Mapping*	__getitem__, __setitem__, __delitem__, __iter__, __len__	*Mapping* から継承したメソッドと、pop, popitem, clear, update, setdefault
MappingView	*Sized*		__len__
ItemsView	*MappingVie* *Set*		__contains__, __iter__
KeysView	*MappingVie* *Set*		__contains__, __iter__
ValuesView	*MappingVie* *Collection*		__contains__, __iter__
Awaitable[p. 375, *1]		__await__	
Coroutine[p. 375, *1]	*Awaitable*	send, throw	close
AsyncIterable[p. 375, *1]		__aiter__	
AsyncIterator[p. 375, *1]	*AsyncItera*	__anext__	__aiter__
AsyncGenerator[p. 375, *1]	*AsyncItera*	asend, athrow	aclose, __aiter__, __anext__
Buffer[p. 375, *1]		__buffer__	

脚注

8.5.2 コレクションの抽象基底クラス -- 詳細な説明

class collections.abc.**Container**

ABC for classes that provide the `__contains__()` method.

class collections.abc.**Hashable**

ABC for classes that provide the `__hash__()` method.

class collections.abc.**Sized**

ABC for classes that provide the `__len__()` method.

class collections.abc.**Callable**

ABC for classes that provide the `__call__()` method.

class collections.abc.**Iterable**

ABC for classes that provide the *`__iter__()`* method.

Checking `isinstance(obj, Iterable)` detects classes that are registered as *`Iterable`* or that have an *`__iter__()`* method, but it does not detect classes that iterate with the `__getitem__()` method. The only reliable way to determine whether an object is *iterable* is to call `iter(obj)`.

class collections.abc.**Collection**

サイズ付きのイテラブルなコンテナクラスの ABC です。

Added in version 3.6.

class collections.abc.**Iterator**

`__iter__()` メソッドと *`__next__()`* メソッドを提供するクラスの ABC です。*iterator* の定義も参照してください。

class collections.abc.**Reversible**

ABC for iterable classes that also provide the `__reversed__()` method.

Added in version 3.6.

[*1] These ABCs override *`__subclasshook__()`* to support testing an interface by verifying the required methods are present and have not been set to *`None`*. This only works for simple interfaces. More complex interfaces require registration or direct subclassing.

[*2] Checking `isinstance(obj, Iterable)` detects classes that are registered as *`Iterable`* or that have an *`__iter__()`* method, but it does not detect classes that iterate with the `__getitem__()` method. The only reliable way to determine whether an object is *iterable* is to call `iter(obj)`.

class collections.abc.Generator

ABC for *generator* classes that implement the protocol defined in **PEP 342** that extends *iterators* with the `send()`, `throw()` and `close()` methods.

Added in version 3.5.

class collections.abc.Sequence

class collections.abc.MutableSequence

読み出し専用の **シーケンス** およびミュータブルな **シーケンス** の ABC です。

Implementation note: Some of the mixin methods, such as *__iter__()*, `__reversed__()` and `index()`, make repeated calls to the underlying `__getitem__()` method. Consequently, if `__getitem__()` is implemented with constant access speed, the mixin methods will have linear performance; however, if the underlying method is linear (as it would be with a linked list), the mixins will have quadratic performance and will likely need to be overridden.

バージョン 3.5 で変更: index() メソッドは *stop* と *start* 引数をサポートしました。

class collections.abc.Set

class collections.abc.MutableSet

ABCs for read-only and mutable *sets*.

class collections.abc.Mapping

class collections.abc.MutableMapping

読み出し専用の **マッピング** およびミュータブルな **マッピング** の ABC です。

class collections.abc.MappingView

class collections.abc.ItemsView

class collections.abc.KeysView

class collections.abc.ValuesView

マッピング、要素、キー、値の **ビュー** の ABC です。

class collections.abc.Awaitable

ABC for *awaitable* objects, which can be used in `await` expressions. Custom implementations must provide the `__await__()` method.

Coroutine ABC の *Coroutine* オブジェクトとインスタンスは、すべてこの ABC のインスタンスです。

注釈: In CPython, generator-based coroutines (*generators* decorated with *@types.coroutine*) are *awaitables*, even though they do not have an `__await__()` method. Using `isinstance(gencoro, Awaitable)` for them will return `False`. Use *inspect.isawaitable()* to detect them.

Added in version 3.5.

class collections.abc.**Coroutine**

ABC for *coroutine* compatible classes. These implement the following methods, defined in coroutine-objects: `send()`, `throw()`, and `close()`. Custom implementations must also implement `__await__()`. All *Coroutine* instances are also instances of *Awaitable*.

注釈: In CPython, generator-based coroutines (*generators* decorated with *@types.coroutine*) are *awaitables*, even though they do not have an `__await__()` method. Using `isinstance(gencoro, Coroutine)` for them will return `False`. Use *inspect.isawaitable()* to detect them.

Added in version 3.5.

class collections.abc.**AsyncIterable**

ABC for classes that provide an `__aiter__` method. See also the definition of *asynchronous iterable*.

Added in version 3.5.

class collections.abc.**AsyncIterator**

`__aiter__` および `__anext__` メソッドを提供するクラスの ABC です。*asynchronous iterator* の定義も参照してください。

Added in version 3.5.

class collections.abc.**AsyncGenerator**

ABC for *asynchronous generator* classes that implement the protocol defined in **PEP 525** and **PEP 492**.

Added in version 3.6.

class collections.abc.**Buffer**

ABC for classes that provide the `__buffer__()` method, implementing the buffer protocol. See **PEP 688**.

Added in version 3.12.

8.5.3 例とレシピ

抽象基底クラスは、クラスやインスタンスが特定の機能を提供しているかどうかを調べることを可能にします。例えば:

```
size = None
if isinstance(myvar, collections.abc.Sized):
    size = len(myvar)
```

Several of the ABCs are also useful as mixins that make it easier to develop classes supporting container APIs. For example, to write a class supporting the full *Set* API, it is only necessary to supply the three underlying abstract methods: `__contains__()`, *__iter__()*, and `__len__()`. The ABC supplies the remaining methods such as `__and__()` and *isdisjoint()*:

```
class ListBasedSet(collections.abc.Set):
    ''' Alternate set implementation favoring space over speed
        and not requiring the set elements to be hashable. '''
    def __init__(self, iterable):
        self.elements = lst = []
        for value in iterable:
            if value not in lst:
                lst.append(value)

    def __iter__(self):
        return iter(self.elements)

    def __contains__(self, value):
        return value in self.elements

    def __len__(self):
        return len(self.elements)

s1 = ListBasedSet('abcdef')
s2 = ListBasedSet('defghi')
overlap = s1 & s2            # The __and__() method is supported automatically
```

Set と *MutableSet* を mixin 型として利用するときの注意点:

(1) Since some set operations create new sets, the default mixin methods need a way to create new instances from an *iterable*. The class constructor is assumed to have a signature in the form `ClassName(iterable)`. That assumption is factored-out to an internal *classmethod* called `_from_iterable()` which calls `cls(iterable)` to produce a new set. If the *Set* mixin is being used in a class with a different constructor signature, you will need to override `_from_iterable()` with a classmethod or regular method that can construct new instances from an iterable argument.

(2) To override the comparisons (presumably for speed, as the semantics are fixed), redefine `__le__()` and `__ge__()`, then the other operations will automatically follow suit.

(3) The *Set* mixin provides a `_hash()` method to compute a hash value for the set; however, `__hash__()` is not defined because not all sets are *hashable* or immutable. To add set hashability using mixins, inherit from both *Set()* and *Hashable()*, then define `__hash__ = Set._hash`.

参考:

- *MutableSet* を使った例として OrderedSet recipe。
- ABCs についての詳細は、*abc* モジュールと **PEP 3119** を参照してください。

8.6 heapq --- ヒープキューアルゴリズム

ソースコード: Lib/heapq.py

このモジュールではヒープキューアルゴリズムの一実装を提供しています。優先度キューアルゴリズムとしても知られています。

ヒープとは、各親ノードがどの子ノードよりも小さいか等しい値を持つ二分木のことです。この条件をヒープ不変式と呼びます。

ヒープの実装には、全ての k について、要素をゼロから数えたときに、`heap[k] <= heap[2*k+1]` かつ `heap[k] <= heap[2*k+2]` となる配列を使用しています。比較のために、存在しない要素を無限大と考えます。ヒープの興味深い特性は、最小の要素が常にルートの `heap[0]` になることです。

以下の API は教科書におけるヒープアルゴリズムとは 2 つの側面で異なっています: (a) ゼロベースのインデクス化を行っています。これにより、ノードに対するインデクスとその子ノードのインデクスの関係がやや明瞭でなくなりますが、Python はゼロベースのインデクス化を使っているのでよりしっくりきます。(b) われわれの pop メソッドは最大の要素ではなく最小の要素 (教科書では "min heap:最小ヒープ" と呼ばれています; 教科書では並べ替えをインプレースで行うのに適した "max heap:最大ヒープ" が一般的です)。

これらの 2 点によって、ユーザに戸惑いを与えることなく、ヒープを通常の Python リストとして見ることができます: `heap[0]` が最小の要素となり、`heap.sort()` はヒープ不変式を保ちます!

ヒープを作成するには、`[]` に初期化されたリストを使うか、*heapify()* を用いて要素の入ったリストを変換します。

次の関数が用意されています:

heapq.heappush(*heap*, *item*)

item を *heap* に push します。ヒープ不変式を保ちます。

heapq.heappop(*heap*)

pop を行い、*heap* から最小の要素を返します。ヒープ不変式は保たれます。ヒープが空の場合、*IndexError* が送出されます。pop せずに最小の要素にアクセスするには、`heap[0]` を使ってください。

heapq.**heappushpop**(*heap*, *item*)

item を *heap* に push した後、pop を行って *heap* から最初の要素を返します。この一続きの動作を *heappush()* に引き続いて *heappop()* を別々に呼び出すよりも効率的に実行します。

heapq.**heapify**(*x*)

リスト *x* をインプレース処理し、線形時間でヒープに変換します。

heapq.**heapreplace**(*heap*, *item*)

heap から最小の要素を pop して返し、新たに *item* を push します。ヒープのサイズは変更されません。ヒープが空の場合、*IndexError* が送出されます。

この一息の演算は *heappop()* に次いで *heappush()* を送出するよりも効率的で、固定サイズのヒープを用いている場合にはより適しています。pop/push の組み合わせは必ずヒープから要素を一つ返し、それを *item* と置き換えます。

返される値は加えられた *item* よりも大きくなるかもしれません。それを望まないなら、代わりに *heappushpop()* を使うことを考えてください。この push/pop の組み合わせは二つの値の小さい方を返し、大きい方の値をヒープに残します。

このモジュールではさらに 3 つのヒープに基く汎用関数を提供します。

heapq.**merge**(**iterables*, *key=None*, *reverse=False*)

複数のソートされた入力をマージ (merge) して一つのソートされた出力にします (たとえば、複数のログファイルの時刻の入ったエントリーをマージします)。ソートされた値にわたる *iterator* を返します。

`sorted(itertools.chain(*iterables))` と似ていますが、イテレータを返し、一度にはデータをメモリに読み込まず、それぞれの入力ストリームが予め (最小から最大へ) ソートされていることを仮定します。

2 つのオプション引数があり、これらはキーワード引数として指定されなければなりません。

key は 1 つの引数からなる *key function* を指定します。この関数は、入力の各要素から比較のキーを取り出すのに使われます。デフォルト値は `None` です (要素を直接比較します)。

reverse は真偽値です。`True` を設定した場合、挿入要素は逆向きに比較されたかのように結合されます。`sorted(itertools.chain(*iterables), reverse=True)` でこれに似た挙動を実現するには、全てのイテラブルは降順で並んでいなければなりません。

バージョン 3.5 で変更: オプションの *key* 引数および *reverse* 引数を追加.

heapq.**nlargest**(*n*, *iterable*, *key=None*)

iterable で定義されるデータセットのうち、最大値から降順に *n* 個の値のリストを返します。(あたえられた場合) *key* は、引数を一つとる、*iterable* のそれぞれの要素から比較キーを生成する関数を指定します (例 `key=str.lower`)。以下のコードと同等です: `sorted(iterable, key=key, reverse=True)[:n]`

heapq.**nsmallest**(*n*, *iterable*, *key=None*)

iterable で定義されるデータセットのうち、最小値から昇順に *n* 個の値のリストを返します。(あたえられた場合) *key* は、引数を一つとる、*iterable* のそれぞれの要素から比較キーを生成する関数を指定します (例 `key=str.lower`)。以下のコードと同等です: `sorted(iterable, key=key)[:n]`

後ろ二つの関数は *n* の値が小さな場合に最適な動作をします。大きな値の時には *sorted()* 関数の方が効率的です。さらに、`n==1` の時には *min()* および *max()* 関数の方が効率的です。この関数を繰り返し使うことが必要なら、iterable を実際のヒープに変えることを考えてください。

8.6.1 基本的な例

すべての値をヒープに push してから最小値を 1 つずつ pop することで、ヒープソート を実装できます:

```
>>> def heapsort(iterable):
...     h = []
...     for value in iterable:
...         heappush(h, value)
...     return [heappop(h) for i in range(len(h))]
...
>>> heapsort([1, 3, 5, 7, 9, 2, 4, 6, 8, 0])
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

これは `sorted(iterable)` に似ていますが、*sorted()* とは異なり、この実装はステーブルソートではありません。

ヒープの要素はタプルに出来ます。これは、追跡される主レコードとは別に (タスクの優先度のような) 比較値を指定するときに便利です:

```
>>> h = []
>>> heappush(h, (5, 'write code'))
>>> heappush(h, (7, 'release product'))
>>> heappush(h, (1, 'write spec'))
>>> heappush(h, (3, 'create tests'))
>>> heappop(h)
(1, 'write spec')
```

8.6.2 優先度キュー実装の注釈

優先度つきキュー は、ヒープの一般的な使い方で、実装にはいくつか困難な点があります:

- ソート安定性: 優先度が等しい二つのタスクが、もともと追加された順序で返されるためにはどうしたらいいでしょうか？
- (priority, task) ペアに対するタプルの比較は、priority が同じで task がデフォルトの比較順を持たないときに破綻します。
- あるタスクの優先度が変化したら、どうやってそれをヒープの新しい位置に移動させるのでしょうか？
- 未解決のタスクが削除される必要があるとき、どのようにそれをキューから探して削除するのでしょうか？

最初の二つの困難の解決策は、項目を優先度、項目番号、そしてタスクを含む 3 要素のリストとして保存することです。この項目番号は、同じ優先度の二つのタスクが、追加された順序で返されるようにするための同点決勝戦として働きます。そして二つの項目番号が等しくなることはありませんので、タプルの比較が二つのタスクを直接比べようとすることはありえません。

比較できないタスク問題のもう一つの解決法は、タスクアイテムを無視して優先順序フィールドだけで比較するラッパークラスです:

```
from dataclasses import dataclass, field
from typing import Any

@dataclass(order=True)
class PrioritizedItem:
    priority: int
    item: Any=field(compare=False)
```

残りの困難は主に、未解決のタスクを探して、その優先度を変更したり、完全に削除することです。タスクを探すことは、キュー内の項目を指し示す辞書によってなされます。

項目を削除したり、優先度を変更することは、ヒープ構造の不変関係を壊すことになるので、もっと難しいです。ですから、可能な解決策は、その項目が無効であるものとしてマークし、必要なら変更された優先度の項目を加えることです:

```
pq = []                         # list of entries arranged in a heap
entry_finder = {}               # mapping of tasks to entries
REMOVED = '<removed-task>'      # placeholder for a removed task
counter = itertools.count()     # unique sequence count

def add_task(task, priority=0):
    'Add a new task or update the priority of an existing task'
    if task in entry_finder:
        remove_task(task)
    count = next(counter)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    entry = [priority, count, task]
    entry_finder[task] = entry
    heappush(pq, entry)

def remove_task(task):
    'Mark an existing task as REMOVED.  Raise KeyError if not found.'
    entry = entry_finder.pop(task)
    entry[-1] = REMOVED

def pop_task():
    'Remove and return the lowest priority task. Raise KeyError if empty.'
    while pq:
        priority, count, task = heappop(pq)
        if task is not REMOVED:
            del entry_finder[task]
            return task
    raise KeyError('pop from an empty priority queue')
```

8.6.3 理論

ヒープとは、全ての k について、要素を 0 から数えたときに、`a[k] <= a[2*k+1]` かつ `a[k] <= a[2*k+2]` となる配列です。比較のために、存在しない要素を無限大と考えます。ヒープの興味深い属性は `a[0]` が常に最小の要素になることです。

上記の奇妙な不変式は、勝ち抜き戦判定の際に効率的なメモリ表現を行うためのものです。以下の番号は `a[k]` ではなく k とします:

```
                             0

              1                              2

      3               4               5               6

  7       8       9       10      11      12      13      14

15 16   17 18   19 20   21 22   23 24   25 26   27 28   29 30
```

上の木構造では、各セル k は `2*k+1` および `2*k+2` を最大値としています。スポーツに見られるような通常の 2 つ組勝ち抜き戦では、各セルはその下にある二つのセルに対する勝者となっていて、個々のセルの勝者を追跡していくことにより、そのセルに対する全ての相手を見ることができます。しかしながら、このような勝ち抜き戦を使う計算機アプリケーションの多くでは、勝歴を追跡する必要はりません。メモリ効率をより高めるために、勝者が上位に進級した際、下のレベルから持ってきて置き換えることにすると、あるセルとその下位にある二つのセルは異なる三つの要素を含み、かつ上位のセルは二つの下位のセルに対して ” 勝者と” なります。

このヒープ不変式が常に守られれば、インデックス 0 は明らかに最勝者となります。最勝者の要素を除去し、" 次の" 勝者を見つけるための最も単純なアルゴリズム的手法は、ある敗者要素 (ここでは上図のセル 30 とします) を 0 の場所に持っていき、この新しい 0 を濾過するようにしてツリーを下らせて値を交換してゆきます。不変関係が再構築されるまでこれを続けます。この操作は明らかに、ツリー内の全ての要素数に対して対数的な計算量となります。全ての要素について繰り返すと、$O(n \log n)$ のソートになります。

このソートの良い点は、新たに挿入する要素が、最後に取り出された 0 番目の要素よりも " 良い値" でない限り、ソートを行っている最中に新たな要素を効率的に追加できるというところです。この性質は、シミュレーション的な状況で、ツリーで全ての入力イベントを保持し、" 勝者" の状況を最小のスケジュール時刻にするような場合に特に便利です。あるイベントが他のイベント群の実行をスケジュールする際、それらは未来にスケジュールされることになるので、それらのイベント群を容易にヒープに積むことができます。すなわち、ヒープはスケジューラを実装する上で良いデータ構造であるといえます (私はこれを MIDI シーケンサで使っています :-)。

これまで、スケジューラを実装するための様々なデータ構造が広範に研究されてきました。ヒープは、十分高速で、速度はおおむね一定であり、最悪の場合でも平均的な速度とさほど変わらないため、良いデータ構造といえます。しかし、最悪の場合にひどい速度になるとしても、全体的にはより効率の高い他のデータ構造表現も存在します。

ヒープはまた、巨大なディスクのソートでも非常に有用です。おそらくご存知のように、巨大なソートを行うと、複数の " ラン (run)" (予めソートされた配列で、そのサイズは通常 CPU メモリの量に関係しています) が生成され、続いて統合処理 (merging) がこれらのランを判定します。この統合処理はしばしば非常に巧妙に組織されています[*1]。重要なのは、最初のソートが可能な限り長いランを生成することです。勝ち抜き戦はこれを達成するための良い方法です。もし利用可能な全てのメモリを使って勝ち抜き戦を行い、要素を置換および濾過処理して現在のランに収めれば、ランダムな入力に対してメモリの二倍のサイズのランを生成することになり、大体順序づけがなされている入力に対してはもっと高い効率になります。

さらに、ディスク上の 0 番目の要素を出力して、現在の勝ち抜き戦に (最後に出力した値に " 勝って" しまうために) 収められない入力を得たなら、ヒープには収まらないため、ヒープのサイズは減少します。解放されたメモリは二つ目のヒープを段階的に構築するために巧妙に再利用することができ、この二つ目のヒープは最初のヒープが崩壊していくのと同じ速度で成長します。最初のヒープが完全に消滅したら、ヒープを切り替えて新たなランを開始します。なんと巧妙で効率的なのでしょう！

一言で言うと、ヒープは知って得するメモリ構造です。私はいくつかのアプリケーションでヒープを使っていて、' ヒープ' モジュールを常備するのはいい事だと考えています。:-)

[*1] 現在使われているディスクバランス化アルゴリズムは、最近ではもはや巧妙というよりも目障りになっています。これは、ディスクのシーク機能が向上した結果です。巨大な容量を持つテープドライブなど、シーク不能なデバイスでは、事情は全く異なります。テープの 1 つ 1 つの動きが可能な限り効率的に行われるように非常に巧妙な処理を (相当前もって) 確保しなければなりません (統合処理の " 進行" に最も多く使用させます)。テープによっては逆方向に読むことさえでき、巻き戻しに時間を取られるのを避けるために使うこともできます。正直、本当に良いテープソートは見ていて素晴らしく驚異的なものです！ ソートというのは常に偉大な芸術なのです！:-)

脚注

8.7 bisect --- 配列二分法アルゴリズム

ソースコード: Lib/bisect.py

This module provides support for maintaining a list in sorted order without having to sort the list after each insertion. For long lists of items with expensive comparison operations, this can be an improvement over linear searches or frequent resorting.

The module is called *bisect* because it uses a basic bisection algorithm to do its work. Unlike other bisection tools that search for a specific value, the functions in this module are designed to locate an insertion point. Accordingly, the functions never call an `__eq__()` method to determine whether a value has been found. Instead, the functions only call the `__lt__()` method and will return an insertion point between values in an array.

次の関数が用意されています:

bisect.bisect_left(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*, ***, *key=None*)

ソートされた順序を保ったまま *x* を *a* に挿入できる点を探し当てます。リストの中から検索する部分集合を指定するには、パラメータの *lo* と *hi* を使います。デフォルトでは、リスト全体が使われます。*x* がすでに *a* に含まれている場合、挿入点は既存のどのエントリーよりも前 (左) になります。戻り値は、`list.insert()` の第一引数として使うのに適しています。*a* はすでにソートされているものとします。

The returned insertion point *ip* partitions the array *a* into two slices such that `all(elem < x for elem in a[lo : ip])` is true for the left slice and `all(elem >= x for elem in a[ip : hi])` is true for the right slice.

key specifies a *key function* of one argument that is used to extract a comparison key from each element in the array. To support searching complex records, the key function is not applied to the *x* value.

If *key* is `None`, the elements are compared directly and no key function is called.

バージョン 3.10 で変更: *key* パラメータが追加されました。

bisect.bisect_right(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*, ***, *key=None*)

bisect.bisect(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*, ***, *key=None*)

Similar to *bisect_left()*, but returns an insertion point which comes after (to the right of) any existing entries of *x* in *a*.

The returned insertion point *ip* partitions the array *a* into two slices such that `all(elem <= x for elem in a[lo : ip])` is true for the left slice and `all(elem > x for elem in a[ip : hi])` is true for the right slice.

バージョン 3.10 で変更: *key* パラメータが追加されました。

bisect.**insort_left**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*, ***, *key=None*)

x を *a* にソート順で挿入します。

This function first runs *bisect_left()* to locate an insertion point. Next, it runs the `insert()` method on *a* to insert *x* at the appropriate position to maintain sort order.

To support inserting records in a table, the *key* function (if any) is applied to *x* for the search step but not for the insertion step.

Keep in mind that the $O(\log n)$ search is dominated by the slow $O(n)$ insertion step.

バージョン 3.10 で変更: *key* パラメータが追加されました。

bisect.**insort_right**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*, ***, *key=None*)

bisect.**insort**(*a*, *x*, *lo=0*, *hi=len(a)*, ***, *key=None*)

Similar to *insort_left()*, but inserting *x* in *a* after any existing entries of *x*.

This function first runs *bisect_right()* to locate an insertion point. Next, it runs the `insert()` method on *a* to insert *x* at the appropriate position to maintain sort order.

To support inserting records in a table, the *key* function (if any) is applied to *x* for the search step but not for the insertion step.

Keep in mind that the $O(\log n)$ search is dominated by the slow $O(n)$ insertion step.

バージョン 3.10 で変更: *key* パラメータが追加されました。

8.7.1 パフォーマンスに関するメモ

When writing time sensitive code using *bisect()* and *insort()*, keep these thoughts in mind:

- Bisection is effective for searching ranges of values. For locating specific values, dictionaries are more performant.
- The *insort()* functions are $O(n)$ because the logarithmic search step is dominated by the linear time insertion step.
- The search functions are stateless and discard key function results after they are used. Consequently, if the search functions are used in a loop, the key function may be called again and again on the same array elements. If the key function isn't fast, consider wrapping it with *functools.cache()* to avoid duplicate computations. Alternatively, consider searching an array of precomputed keys to locate the insertion point (as shown in the examples section below).

参考:

- Sorted Collections is a high performance module that uses *bisect* to managed sorted collections of data.
- bisect を利用して、直接の探索ができ、キー関数をサポートする、完全な機能を持つコレクションクラスを組み立てる SortedCollection recipe。キーは、探索中に不必要な呼び出しをさせないために、予め計算しておきます。

8.7.2 ソート済みリストの探索

The above *bisect functions* are useful for finding insertion points but can be tricky or awkward to use for common searching tasks. The following five functions show how to transform them into the standard lookups for sorted lists:

```
def index(a, x):
    'Locate the leftmost value exactly equal to x'
    i = bisect_left(a, x)
    if i != len(a) and a[i] == x:
        return i
    raise ValueError

def find_lt(a, x):
    'Find rightmost value less than x'
    i = bisect_left(a, x)
    if i:
        return a[i-1]
    raise ValueError

def find_le(a, x):
    'Find rightmost value less than or equal to x'
    i = bisect_right(a, x)
    if i:
        return a[i-1]
    raise ValueError

def find_gt(a, x):
    'Find leftmost value greater than x'
    i = bisect_right(a, x)
    if i != len(a):
        return a[i]
    raise ValueError

def find_ge(a, x):
    'Find leftmost item greater than or equal to x'
    i = bisect_left(a, x)
    if i != len(a):
        return a[i]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    raise ValueError
```

8.7.3 使用例

The *bisect()* function can be useful for numeric table lookups. This example uses *bisect()* to look up a letter grade for an exam score (say) based on a set of ordered numeric breakpoints: 90 and up is an 'A', 80 to 89 is a 'B', and so on:

```
>>> def grade(score, breakpoints=[60, 70, 80, 90], grades='FDCBA'):
...     i = bisect(breakpoints, score)
...     return grades[i]
...
>>> [grade(score) for score in [33, 99, 77, 70, 89, 90, 100]]
['F', 'A', 'C', 'C', 'B', 'A', 'A']
```

The *bisect()* and *insort()* functions also work with lists of tuples. The *key* argument can serve to extract the field used for ordering records in a table:

```
>>> from collections import namedtuple
>>> from operator import attrgetter
>>> from bisect import bisect, insort
>>> from pprint import pprint

>>> Movie = namedtuple('Movie', ('name', 'released', 'director'))

>>> movies = [
...     Movie('Jaws', 1975, 'Spielberg'),
...     Movie('Titanic', 1997, 'Cameron'),
...     Movie('The Birds', 1963, 'Hitchcock'),
...     Movie('Aliens', 1986, 'Cameron')
... ]

>>> # Find the first movie released after 1960
>>> by_year = attrgetter('released')
>>> movies.sort(key=by_year)
>>> movies[bisect(movies, 1960, key=by_year)]
Movie(name='The Birds', released=1963, director='Hitchcock')

>>> # Insert a movie while maintaining sort order
>>> romance = Movie('Love Story', 1970, 'Hiller')
>>> insort(movies, romance, key=by_year)
>>> pprint(movies)
[Movie(name='The Birds', released=1963, director='Hitchcock'),
 Movie(name='Love Story', released=1970, director='Hiller'),
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
 Movie(name='Jaws', released=1975, director='Spielberg'),
 Movie(name='Aliens', released=1986, director='Cameron'),
 Movie(name='Titanic', released=1997, director='Cameron')]
```

If the key function is expensive, it is possible to avoid repeated function calls by searching a list of precomputed keys to find the index of a record:

```
>>> data = [('red', 5), ('blue', 1), ('yellow', 8), ('black', 0)]
>>> data.sort(key=lambda r: r[1])       # Or use operator.itemgetter(1).
>>> keys = [r[1] for r in data]         # Precompute a list of keys.
>>> data[bisect_left(keys, 0)]
('black', 0)
>>> data[bisect_left(keys, 1)]
('blue', 1)
>>> data[bisect_left(keys, 5)]
('red', 5)
>>> data[bisect_left(keys, 8)]
('yellow', 8)
```

8.8 array --- 効率的な数値配列

このモジュールでは、基本的な値 (文字、整数、浮動小数点数) のアレイ (array、配列) をコンパクトに表現できるオブジェクト型を定義しています。アレイはシーケンス (sequence) 型であり、中に入れるオブジェクトの型に制限があることを除けば、リストとまったく同じように振る舞います。オブジェクト生成時に一文字の **型コード** を用いて型を指定します。次の型コードが定義されています:

型コード	C の型	Python の型	最小サイズ (バイト単位)	注釈
'b'	signed char	int	1	
'B'	unsigned char	int	1	
'u'	wchar_t	Unicode 文字 (unicode 型)	2	(1)
'w'	Py_UCS4	Unicode 文字 (unicode 型)	4	
'h'	signed short	int	2	
'H'	unsigned short	int	2	
'i'	signed int	int	2	
'I'	unsigned int	int	2	
'l'	signed long	int	4	
'L'	unsigned long	int	4	
'q'	signed long long	int	8	
'Q'	unsigned long long	int	8	
'f'	浮動小数点数	浮動小数点数	4	
'd'	double	浮動小数点数	8	

注釈:

(1) It can be 16 bits or 32 bits depending on the platform.

バージョン 3.9 で変更: `array('u')` now uses `wchar_t` as C type instead of deprecated `Py_UNICODE`. This change doesn't affect its behavior because `Py_UNICODE` is alias of `wchar_t` since Python 3.3.

バージョン 3.3 で非推奨、バージョン 3.16 で削除予定: Please migrate to `'w'` typecode.

値の実際の表現はマシンアーキテクチャ (厳密に言うと C の実装) によって決まります。値の実際のサイズは *array.itemsize* 属性から得られます。

このモジュールは以下の項目を定義しています:

array.typecodes

すべての利用可能なタイプコードを含む文字列

このモジュールでは次の型を定義しています:

class array.array(*typecode*[, *initializer*])

A new array whose items are restricted by *typecode*, and initialized from the optional *initializer* value, which must be a *bytes* or *bytearray* object, a Unicode string, or iterable over elements of the appropriate type.

If given a *bytes* or *bytearray* object, the initializer is passed to the new array's *frombytes()* method; if given a Unicode string, the initializer is passed to the *fromunicode()* method; otherwise, the initializer's iterator is passed to the *extend()* method to add initial items to the array.

アレイオブジェクトでは、インデクス指定、スライス、連結および反復といった、通常のシーケンスの演算をサポートしています。スライス代入を使うときは、代入値は同じ型コードのアレイオブジェクトでなければなりません。それ以外のオブジェクトを指定すると *TypeError* を送出します。アレイオブジェクトはバッファインターフェースを実装しており、*bytes-like objects* をサポートしている場所ならどこでも利用できます。

引数 typecode, initializer 付きで **監査イベント** array.__new__ を送出します。

typecode

アレイを作るときに使う型コード文字です。

itemsize

アレイの要素 1 つの内部表現に使われるバイト長です。

append(*x*)

値 *x* の新たな要素をアレイの末尾に追加します。

buffer_info()

アレイの内容を記憶するために使っているバッファの、現在のメモリアドレスと要素数の入ったタプル (address, length) を返します。バイト単位で表したメモリバッファの大きさは array.buffer_info()[1] * array.itemsize で計算できます。例えば ioctl() 操作のような、メモリアドレスを必要とする低レベルな (そして、本質的に危険な) I/O インターフェースを使って作業する場合に、ときどき便利です。アレイ自体が存在し、長さを変えるような演算を適用しない限り、有効な値を返します。

注釈: C や C++ で書いたコードからアレイオブジェクトを使う場合 (buffer_info() の情報を使う意味のある唯一の方法です) は、アレイオブジェクトでサポートしているバッファインターフェースを使う方がより理にかなっています。このメソッドは後方互換性のために保守されており、新しいコードでの使用は避けるべきです。バッファインターフェースの説明は bufferobjects にあります。

---

byteswap()

アレイのすべての要素に対して「バイトスワップ」(リトルエンディアンとビッグエンディアンの変換) を行います。このメソッドは大きさが 1、2、4 および 8 バイトの値のみをサポートしています。他の種類の値に使うと *RuntimeError* を送出します。異なるバイトオーダを使うマシンで書かれたファイルからデータを読み込むときに役に立ちます。

count(*x*)

シーケンス中の *x* の出現回数を返します。

extend(*iterable*)

iterable から要素を取り出し、アレイの末尾に要素を追加します。*iterable* が別のアレイ型である場合、

二つのアレイは **全く** 同じ型コードでなければなりません。それ以外の場合には *TypeError* を送出します。*iterable* がアレイでない場合、アレイに値を追加できるような正しい型の要素からなるイテレーション可能オブジェクトでなければなりません。

frombytes(*buffer*)

Appends items from the *bytes-like object*, interpreting its content as an array of machine values (as if it had been read from a file using the *fromfile()* method).

Added in version 3.2: 明確化のため `fromstring()` の名前が *frombytes()* に変更されました。

fromfile(*f*, *n*)

ファイルオブジェクト *f* から (マシンのデータ形式そのままで) *n* 個の要素を読み出し、アレイの末尾に要素を追加します。*n* 個未満の要素しか読めなかった場合は *EOFError* を送出しますが、それまでに読み出せた値はアレイに追加されます。

fromlist(*list*)

リストから要素を追加します。型に関するエラーが発生した場合にアレイが変更されないことを除き、`for x in list: a.append(x)` と同じです。

fromunicode(*s*)

Extends this array with data from the given Unicode string. The array must have type code `'u'` or `'w'`; otherwise a *ValueError* is raised. Use `array.frombytes(unicodestring.encode(enc))` to append Unicode data to an array of some other type.

index(*x*[, *start*[, *stop*]])

Return the smallest *i* such that *i* is the index of the first occurrence of *x* in the array. The optional arguments *start* and *stop* can be specified to search for *x* within a subsection of the array. Raise *ValueError* if *x* is not found.

バージョン 3.10 で変更: Added optional *start* and *stop* parameters.

insert(*i*, *x*)

アレイ中の位置 *i* の前に値 *x* をもつ新しい要素を挿入します。*i* の値が負の場合、アレイの末尾からの相対位置として扱います。

pop([*i*])

アレイからインデクスが *i* の要素を取り除いて返します。オプションの引数はデフォルトで `-1` になっていて、最後の要素を取り除いて返すようになっています。

remove(*x*)

アレイ中の *x* のうち、最初に現れたものを取り除きます。

clear()

Remove all elements from the array.

Added in version 3.13.

reverse()

アレイの要素の順番を逆にします。

tobytes()

array をマシンの値の array に変換して、bytes の形で返します (*tofile()* メソッドを使ってファイルに書かれるバイト列と同じです)。

Added in version 3.2: `tostring()` is renamed to *tobytes()* for clarity.

tofile(*f*)

すべての要素を (マシンの値の形式で) *file object* *f* に書き込みます。

tolist()

アレイを同じ要素を持つ普通のリストに変換します。

tounicode()

Convert the array to a Unicode string. The array must have a type `'u'` or `'w'`; otherwise a *ValueError* is raised. Use `array.tobytes().decode(enc)` to obtain a Unicode string from an array of some other type.

The string representation of array objects has the form `array(typecode, initializer)`. The *initializer* is omitted if the array is empty, otherwise it is a Unicode string if the *typecode* is `'u'` or `'w'`, otherwise it is a list of numbers. The string representation is guaranteed to be able to be converted back to an array with the same type and value using *eval()*, so long as the *array* class has been imported using `from array import array`. Variables `inf` and `nan` must also be defined if it contains corresponding floating point values. Examples:

```
array('l')
array('w', 'hello \u2641')
array('l', [1, 2, 3, 4, 5])
array('d', [1.0, 2.0, 3.14, -inf, nan])
```

参考:

struct **モジュール** 異なる種類のバイナリデータのパックおよびアンパック。

NumPy NumPy パッケージは、別の配列型を定義しています。

8.9 weakref --- 弱参照

ソースコード: Lib/weakref.py

---

weakref モジュールは、Python プログラマがオブジェクトへの弱参照 (*weak refarence*) を作成できるようにします。

以下では、用語リファレント (*referent*) は弱参照が参照するオブジェクトを意味します。

オブジェクトへの弱参照があることは、そのオブジェクトを生かしておくのには不十分です。リファレントへの参照が弱参照しか残っていない場合、*garbage collection* はリファレントを自由に破棄し、メモリを別のものに再利用することができます。しかし、オブジェクトへの強参照がなくても、オブジェクトが実際に破棄されるまでは、弱参照はオブジェクトを返す場合があります。

弱参照の主な用途は、巨大なオブジェクトを保持するキャッシュやマッピングを実装することです。ここで、キャッシュやマッピングに保持されているからという理由だけで、巨大なオブジェクトが生き続けることは望ましくありません。

例えば、巨大なバイナリ画像のオブジェクトがたくさんあり、それぞれに名前を関連付けたいとします。Python の辞書型を使って名前を画像に対応付けたり画像を名前に対応付けたりすると、画像オブジェクトは辞書内のキーや値に使われているため存続しつづけることになります。*weakref* モジュールが提供している *WeakKeyDictionary* や *WeakValueDictionary* クラスはその代用で、対応付けを構築するのに弱参照を使い、キャッシュやマッピングに存在するという理由だけでオブジェクトを存続させないようにします。例えば、もしある画像オブジェクトが *WeakValueDictionary* の値になっていた場合、最後に残った画像オブジェクトへの参照を弱参照マッピングが保持していれば、ガーベジコレクションはこのオブジェクトを再利用でき、画像オブジェクトに対する弱参照内の対応付けは削除されます。

WeakKeyDictionary と *WeakValueDictionary* はその実装に弱参照を使用しており、キーや値がガーベジコレクションによって回収されたことを弱参照辞書に通知するコールバック関数を設定しています。*WeakSet* は *set* インターフェースを実装していますが、*WeakKeyDictionary* のように要素への弱参照を持ちます。

finalize は、オブジェクトのガベージコレクションの実行時にクリーンアップ関数が呼び出されるように登録する、単純な方法を提供します。これは、未加工の弱参照上にコールバック関数を設定するよりも簡単です。なぜなら、オブジェクトのコレクションが完了するまでファイナライザが生き続けることを、モジュールが自動的に保証するからです。

ほとんどのプログラムでは弱参照コンテナまたは *finalize* のどれかを使えば必要なものは揃うはずです。通常は直接自前の弱参照を作成する必要はありません。低レベルな機構は、より進んだ使い方をするために *weakref* モジュールとして公開されています。

全てのオブジェクトが弱参照で参照できるわけではありません。弱参照をサポートするオブジェクトは、クラスインスタンス、(C ではなく) Python で書かれた関数、インスタンスメソッド、set オブジェクト、frozenset オブジェクト、*file* **オブジェクト** 、*generators* 型のオブジェクト、socket オブジェクト、array オブジェクト、deque オブジェクト、正規表現パターンオブジェクト、code オブジェクトです。

バージョン 3.2 で変更: thread.lock, threading.Lock, code オブジェクトのサポートが追加されました。

list や *dict* など、いくつかの組み込み型は弱参照を直接サポートしませんが、以下のようにサブクラス化を行えばサポートを追加できます:

```
class Dict(dict):
    pass

obj = Dict(red=1, green=2, blue=3)   # this object is weak referenceable
```

CPython 実装の詳細: *tuple* や *int* など、他の組み込み型はサブクラス化しても弱参照をサポートしません。

拡張型は、簡単に弱参照をサポートできます。詳細については、weakref-support を参照してください。

When `__slots__` are defined for a given type, weak reference support is disabled unless a `'__weakref__'` string is also present in the sequence of strings in the `__slots__` declaration. See ___slots___ documentation for details.

class weakref.ref(*object*[, *callback*])

object への弱参照を返します。リファレントがまだ生きているならば、元のオブジェクトは参照オブジェクトの呼び出しで取り出せす。リファレントがもはや生きていないならば、参照オブジェクトを呼び出したときに *None* を返します。*callback* に *None* 以外の値を与えた場合、オブジェクトをまさに後始末処理しようとするときに呼び出します。このとき弱参照オブジェクトは *callback* の唯一のパラメタとして渡されます。リファレントはもはや利用できません。

同じオブジェクトに対してたくさんの弱参照を作れます。それぞれの弱参照に対して登録されたコールバックは、もっとも新しく登録されたコールバックからもっとも古いものへと呼び出されます。

Exceptions raised by the callback will be noted on the standard error output, but cannot be propagated; they are handled in exactly the same way as exceptions raised from an object's `__del__()` method.

object が **ハッシュ可能** ならば、弱参照はハッシュ可能です。それらは *object* が削除された後でもそれらのハッシュ値を保持します。*object* が削除されてから初めて *hash()* が呼び出された場合に、その呼び出しは *TypeError* を発生させます。

弱参照は等価性のテストをサポートしていますが、順序をサポートしていません。参照がまだ生きているならば、*callback* に関係なく二つの参照はそれらのリファレントと同じ等価関係を持ちます。リファレントのどちらか一方が削除された場合、参照オブジェクトが同一である場合に限り、その参照は等価です。

これはサブクラス化可能な型というよりファクトリ関数です。

__callback__

この読み出し専用の属性は、現在弱参照に関連付けられているコールバックを返します。コールバックが存在しないか、弱参照のリファレントが生きていない場合、この属性の値は `None` になります。

バージョン 3.4 で変更: *__callback__* 属性が追加されました。

weakref.proxy(*object*[, *callback*])

弱参照を使う *object* へのプロキシを返します。弱参照オブジェクトを明示的な参照外しをしながら利用する代わりに、多くのケースでプロキシを利用することができます。返されるオブジェクトは、*object* が呼び出し可能かどうかによって、ProxyType または CallableProxyType のどちらかの型を持ちます。プロキシオブジェクトはリファレントに関係なく **ハッシュ可能** ではありません。これによって、それらの基本的な変更可能という性質による多くの問題を避けています。そして、辞書のキーとしての利用を妨げます。*callback* は *ref()* 関数の同じ名前のパラメータと同じものです。(--- 訳注: リファレントが変更不能型であっても、プロキシはリファレントが消えるという状態の変更があるために、変更可能型です。---)

Accessing an attribute of the proxy object after the referent is garbage collected raises *ReferenceError*.

バージョン 3.8 で変更: Extended the operator support on proxy objects to include the matrix multiplication operators `@` and `@=`.

weakref.getweakrefcount(*object*)

object を参照する弱参照とプロキシの数を返します。

weakref.getweakrefs(*object*)

object を参照するすべての弱参照とプロキシオブジェクトのリストを返します。

class weakref.WeakKeyDictionary([*dict*])

キーを弱参照するマッピングクラス。キーへの強参照がなくなったときに、辞書のエントリは捨てられます。アプリケーションの他の部分が所有するオブジェクトへ属性を追加することもなく、それらのオブジェクトに追加データを関連づけるために使うことができます。これは属性へのアクセスをオーバーライドするオブジェクトに特に便利です。

Note that when a key with equal value to an existing key (but not equal identity) is inserted into the dictionary, it replaces the value but does not replace the existing key. Due to this, when the reference to the original key is deleted, it also deletes the entry in the dictionary:

```
>>> class T(str): pass
...
>>> k1, k2 = T(), T()
>>> d = weakref.WeakKeyDictionary()
>>> d[k1] = 1   # d = {k1: 1}
>>> d[k2] = 2   # d = {k1: 2}
>>> del k1      # d = {}
```

A workaround would be to remove the key prior to reassignment:

```
>>> class T(str): pass
...
>>> k1, k2 = T(), T()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> d = weakref.WeakKeyDictionary()
>>> d[k1] = 1   # d = {k1: 1}
>>> del d[k1]
>>> d[k2] = 2   # d = {k2: 2}
>>> del k1      # d = {k2: 2}
```

バージョン 3.9 で変更: **PEP 584** で規定されている | 演算子と |= 演算子のサポートを追加しました。

WeakKeyDictionary オブジェクトは、追加のメソッドを持ちます。このメソッドは、内部の参照を直接公開します。その参照は、利用される時に生存しているとは限りません。なので、参照を利用する前に、その参照をチェックする必要があります。これにより、必要なくなったキーの参照が残っているために、ガベージコレクタがそのキーを削除できなくなる事態を避ける事ができます。

WeakKeyDictionary.keyrefs()

キーへの弱参照を持つ iterable オブジェクトを返します。

class weakref.WeakValueDictionary(*[dict]*)

値を弱参照するマッピングクラス。値への強参照が存在しなくなったときに、辞書のエントリは捨てられます。

バージョン 3.9 で変更: **PEP 584** で規定されている | 演算子と |= 演算子のサポートを追加しました。

WeakValueDictionary objects have an additional method that has the same issues as the *WeakKeyDictionary.keyrefs()* method.

WeakValueDictionary.valuerefs()

値への弱参照を持つ iterable オブジェクトを返します。

class weakref.WeakSet(*[elements]*)

要素への弱参照を持つ集合型。要素への強参照が無くなったときに、その要素は削除されます。

class weakref.WeakMethod(*method*[, *callback*])

拡張された *ref* のサブクラスで、束縛されたメソッドへの弱参照をシミュレートします (つまり、クラスで定義され、インスタンスにあるメソッド)。束縛されたメソッドは短命なので、標準の弱参照では保持し続けられません。*WeakMethod* には、オブジェクトと元々の関数が死ぬまで束縛されたメソッドを再作成する特別なコードがあります:

```
>>> class C:
...     def method(self):
...         print("method called!")
...
>>> c = C()
>>> r = weakref.ref(c.method)
>>> r()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> r = weakref.WeakMethod(c.method)
>>> r()
<bound method C.method of <__main__.C object at 0x7fc859830220>>
>>> r()()
method called!
>>> del c
>>> gc.collect()
0
>>> r()
>>>
```

callback is the same as the parameter of the same name to the *ref()* function.

Added in version 3.4.

class weakref.finalize(*obj*, *func*, */*, **args*, ***kwargs*)

obj がガベージコレクションで回収されるときに呼び出される、呼び出し可能なファイナライザオブジェクトを返します。通常の弱参照とは異なり、ファイナライザは参照しているオブジェクトが回収されるまで必ず生き残り、そのおかげでライフサイクル管理が大いに簡単になります。

ファイナライザは (直接もしくはガベージコレクションのときに) 呼び出されるまで **生きている** と見なされ、呼び出された後には **死んでいます** 。生きているファイナライザを呼び出すと、`func(*arg, **kwargs)` を評価した結果を返します。一方、死んでいるファイナライザを呼び出すと *None* を返します。

Exceptions raised by finalizer callbacks during garbage collection will be shown on the standard error output, but cannot be propagated. They are handled in the same way as exceptions raised from an object's `__del__()` method or a weak reference's callback.

プログラムが終了するとき、生き残ったそれぞれのファイナライザは、自身の *atexit* 属性が偽に設定されるまで呼び出され続けます。ファイナライザは生成された順序の逆順で呼び出されます。

A finalizer will never invoke its callback during the later part of the *interpreter shutdown* when module globals are liable to have been replaced by *None*.

__call__()

If *self* is alive then mark it as dead and return the result of calling `func(*args, **kwargs)`. If *self* is dead then return *None*.

detach()

If *self* is alive then mark it as dead and return the tuple `(obj, func, args, kwargs)`. If *self* is dead then return *None*.

peek()

If *self* is alive then return the tuple `(obj, func, args, kwargs)`. If *self* is dead then return *None*.

alive

ファイナライザが生きている場合には真、そうでない場合には偽のプロパティです。

atexit

A writable boolean property which by default is true. When the program exits, it calls all remaining live finalizers for which *atexit* is true. They are called in reverse order of creation.

注釈: It is important to ensure that *func*, *args* and *kwargs* do not own any references to *obj*, either directly or indirectly, since otherwise *obj* will never be garbage collected. In particular, *func* should not be a bound method of *obj*.

Added in version 3.4.

weakref.ReferenceType

弱参照オブジェクトのための型オブジェクト。

weakref.ProxyType

呼び出し可能でないオブジェクトのプロキシのための型オブジェクト。

weakref.CallableProxyType

呼び出し可能なオブジェクトのプロキシのための型オブジェクト。

weakref.ProxyTypes

プロキシのためのすべての型オブジェクトを含むシーケンス。これは両方のプロキシ型の名前付けに依存しないで、オブジェクトがプロキシかどうかのテストをより簡単にできます。

参考:

PEP 205 - 弱参照 この機能の提案と理論的根拠。初期の実装と他の言語における類似の機能についての情報へのリンクを含んでいます。

8.9.1 弱参照オブジェクト

Weak reference objects have no methods and no attributes besides *ref.__callback__*. A weak reference object allows the referent to be obtained, if it still exists, by calling it:

```
>>> import weakref
>>> class Object:
...     pass
...
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> o = Object()
>>> r = weakref.ref(o)
>>> o2 = r()
>>> o is o2
True
```

リファレントがもはや存在しないならば、参照オブジェクトの呼び出しは *None* を返します:

```
>>> del o, o2
>>> print(r())
None
```

弱参照オブジェクトがまだ生きているかどうかのテストは、式 `ref() is not None` を用いて行われます。通常、参照オブジェクトを使う必要があるアプリケーションコードはこのパターンに従います:

```
# r is a weak reference object
o = r()
if o is None:
    # referent has been garbage collected
    print("Object has been deallocated; can't frobnicate.")
else:
    print("Object is still live!")
    o.do_something_useful()
```

" 生存性 (liveness)" のテストを分割すると、スレッド化されたアプリケーションにおいて競合状態を作り出します。(訳注:`if r() is not None: r().do_something()` では、2 度目の r() が None を返す可能性があります) 弱参照が呼び出される前に、他のスレッドは弱参照が無効になる原因となり得ます。上で示したイディオムは、シングルスレッドのアプリケーションと同じくマルチスレッド化されたアプリケーションにおいても安全です。

サブクラス化を行えば、*ref* オブジェクトの特殊なバージョンを作成できます。これは *WeakValueDictionary* の実装で使われており、マップ内の各エントリによるメモリのオーバヘッドを減らしています。こうした実装は、ある参照に追加情報を関連付けたい場合に便利ですし、リファレントを取り出すための呼び出し時に何らかの追加処理を行いたい場合にも使えます。

以下の例では、*ref* のサブクラスを使って、あるオブジェクトに追加情報を保存し、リファレントがアクセスされたときにその値に作用をできるようにするための方法を示しています:

```
import weakref

class ExtendedRef(weakref.ref):
    def __init__(self, ob, callback=None, /, **annotations):
        super().__init__(ob, callback)
        self.__counter = 0
        for k, v in annotations.items():
            setattr(self, k, v)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def __call__(self):
        """Return a pair containing the referent and the number of
        times the reference has been called.
        """
        ob = super().__call__()
        if ob is not None:
            self.__counter += 1
            ob = (ob, self.__counter)
        return ob
```

8.9.2 使用例

この簡単な例では、アプリケーションが以前に参照したオブジェクトを取り出すためにオブジェクト ID を利用する方法を示します。オブジェクトに生きたままであることを強制することなく、オブジェクトの ID を他のデータ構造の中で使うことができ、必要に応じて ID からオブジェクトを取り出せます。

```
import weakref

_id2obj_dict = weakref.WeakValueDictionary()

def remember(obj):
    oid = id(obj)
    _id2obj_dict[oid] = obj
    return oid

def id2obj(oid):
    return _id2obj_dict[oid]
```

8.9.3 ファイナライザオブジェクト

The main benefit of using *finalize* is that it makes it simple to register a callback without needing to preserve the returned finalizer object. For instance

```
>>> import weakref
>>> class Object:
...     pass
...
>>> kenny = Object()
>>> weakref.finalize(kenny, print, "You killed Kenny!")
<finalize object at ...; for 'Object' at ...>
>>> del kenny
You killed Kenny!
```

ファイナライザは直接呼び出すこともできます。ただし、ファイナライザはコールバックを最大でも一度しか呼び出しません。

```
>>> def callback(x, y, z):
...     print("CALLBACK")
...     return x + y + z
...
>>> obj = Object()
>>> f = weakref.finalize(obj, callback, 1, 2, z=3)
>>> assert f.alive
>>> assert f() == 6
CALLBACK
>>> assert not f.alive
>>> f()                     # callback not called because finalizer dead
>>> del obj                 # callback not called because finalizer dead
```

You can unregister a finalizer using its *detach()* method. This kills the finalizer and returns the arguments passed to the constructor when it was created.

```
>>> obj = Object()
>>> f = weakref.finalize(obj, callback, 1, 2, z=3)
>>> f.detach()
(<...Object object ...>, <function callback ...>, (1, 2), {'z': 3})
>>> newobj, func, args, kwargs = _
>>> assert not f.alive
>>> assert newobj is obj
>>> assert func(*args, **kwargs) == 6
CALLBACK
```

Unless you set the *atexit* attribute to *False*, a finalizer will be called when the program exits if it is still alive. For instance

```
>>> obj = Object()
>>> weakref.finalize(obj, print, "obj dead or exiting")
<finalize object at ...; for 'Object' at ...>
>>> exit()
obj dead or exiting
```

8.9.4 Comparing finalizers with `__del__()` methods

インスタンスが一時ディレクトリを表す、クラスを作成するとします。そのディレクトリは、次のイベントのいずれかが起きた時に、そのディレクトリの内容とともに削除されるべきです。

- オブジェクトのガベージコレクションが行われた場合
- the object's `remove()` method is called, or

- プログラムが終了した場合

We might try to implement the class using a `__del__()` method as follows:

```
class TempDir:
    def __init__(self):
        self.name = tempfile.mkdtemp()

    def remove(self):
        if self.name is not None:
            shutil.rmtree(self.name)
            self.name = None

    @property
    def removed(self):
        return self.name is None

    def __del__(self):
        self.remove()
```

Starting with Python 3.4, `__del__()` methods no longer prevent reference cycles from being garbage collected, and module globals are no longer forced to *`None`* during *interpreter shutdown*. So this code should work without any issues on CPython.

However, handling of `__del__()` methods is notoriously implementation specific, since it depends on internal details of the interpreter's garbage collector implementation.

A more robust alternative can be to define a finalizer which only references the specific functions and objects that it needs, rather than having access to the full state of the object:

```
class TempDir:
    def __init__(self):
        self.name = tempfile.mkdtemp()
        self._finalizer = weakref.finalize(self, shutil.rmtree, self.name)

    def remove(self):
        self._finalizer()

    @property
    def removed(self):
        return not self._finalizer.alive
```

Defined like this, our finalizer only receives a reference to the details it needs to clean up the directory appropriately. If the object never gets garbage collected the finalizer will still be called at exit.

The other advantage of weakref based finalizers is that they can be used to register finalizers for classes where the definition is controlled by a third party, such as running code when a module is unloaded:

```
import weakref, sys
def unloading_module():
    # implicit reference to the module globals from the function body
weakref.finalize(sys.modules[__name__], unloading_module)
```

注釈: If you create a finalizer object in a daemonic thread just as the program exits then there is the possibility that the finalizer does not get called at exit. However, in a daemonic thread *atexit.register()*, `try: ... finally: ...` and `with: ...` do not guarantee that cleanup occurs either.

8.10 types --- 動的な型生成と組み込み型の名前

ソースコード: Lib/types.py

このモジュールは新しい型の動的な生成を支援するユーティリティ関数を定義します。

さらに、標準の Python インタプリタによって使用されているものの、*int* や *str* のように組み込みとして公開されていないようないくつかのオブジェクト型の名前を定義しています。

最後に、組み込みになるほど基本的でないような追加の型関連のユーティリティと関数をいくつか提供しています。

8.10.1 動的な型生成

types.**new_class**(*name*, *bases=()*, *kwds=None*, *exec_body=None*)

適切なメタクラスを使用して動的にクラスオブジェクトを生成します。

最初の 3 つの引数はクラス定義ヘッダーを構成する—クラス名、基底クラス (順番に)、キーワード引数 (例えば `metaclass`)—です。

exec_body 引数は、新規に生成されたクラスの名前空間を構築するために使用されるコールバックです。それは唯一の引数としてクラスの名前空間を受け取り、クラスの内容で名前空間を直接更新します。コールバックが渡されない場合、それは `lambda ns: None` を渡すことと同じ効果があります。

Added in version 3.3.

types.**prepare_class**(*name*, *bases=()*, *kwds=None*)

適切なメタクラスを計算してクラスの名前空間を生成します。

引数はクラス定義ヘッダーを構成する要素—クラス名、基底クラス (順番に)、キーワード引数 (例えば `metaclass`)—です。

返り値は metaclass, namespace, kwds の 3 要素のタプルです

metaclass は適切なメタクラスです。*namespace* は用意されたクラスの名前空間です。また *kwds* は、'metaclass' エントリが削除された、渡された *kwds* 引数の更新されたコピーです。*kwds* 引数が渡されなければ、これは空の dict になります。

Added in version 3.3.

バージョン 3.6 で変更: 返されるタプルの namespace 要素のデフォルト値が変更されました。現在では、メタクラスが __prepare__ メソッドを持っていないときは、挿入順序を保存するマッピングが使われます。

参考:

metaclasses こ

れらの関数によってサポートされるクラス生成プロセスの完全な詳細

PEP 3115 - Metaclasses in Python 3000

__prepare__ 名前空間フックの導入

types.**resolve_bases**(*bases*)

Resolve MRO entries dynamically as specified by **PEP 560**.

This function looks for items in *bases* that are not instances of *type*, and returns a tuple where each such object that has an __mro_entries__() method is replaced with an unpacked result of calling this method. If a *bases* item is an instance of *type*, or it doesn't have an __mro_entries__() method, then it is included in the return tuple unchanged.

Added in version 3.7.

types.**get_original_bases**(*cls*, */*)

Return the tuple of objects originally given as the bases of *cls* before the __mro_entries__() method has been called on any bases (following the mechanisms laid out in **PEP 560**). This is useful for introspecting *Generics*.

For classes that have an __orig_bases__ attribute, this function returns the value of cls.__orig_bases__. For classes without the __orig_bases__ attribute, cls.__bases__ is returned.

例:

```
from typing import TypeVar, Generic, NamedTuple, TypedDict

T = TypeVar("T")
class Foo(Generic[T]): ...
class Bar(Foo[int], float): ...
class Baz(list[str]): ...
Eggs = NamedTuple("Eggs", [("a", int), ("b", str)])
Spam = TypedDict("Spam", {"a": int, "b": str})
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
assert Bar.__bases__ == (Foo, float)
assert get_original_bases(Bar) == (Foo[int], float)

assert Baz.__bases__ == (list,)
assert get_original_bases(Baz) == (list[str],)

assert Eggs.__bases__ == (tuple,)
assert get_original_bases(Eggs) == (NamedTuple,)

assert Spam.__bases__ == (dict,)
assert get_original_bases(Spam) == (TypedDict,)

assert int.__bases__ == (object,)
assert get_original_bases(int) == (object,)
```

Added in version 3.12.

参考:

PEP 560 - typing モジュールとジェネリック型に対する言語コアによるサポート

8.10.2 標準的なインタプリタ型

このモジュールは、Python インタプリタを実装するために必要な多くの型に対して名前を提供します。それは、`listiterator` 型のような、単に処理中に付随的に発生するいくつかの型が含まれることを意図的に避けています。

これらの名前は典型的に *isinstance()* や *issubclass()* によるチェックに使われます。

これらのタイプのいずれかをインスタンス化する場合、シグネチャは Python のバージョンによって異なる可能性があることに注意してください。

以下の型に対して標準的な名前が定義されています:

types.NoneType

None の型です。

Added in version 3.10.

types.FunctionType

types.LambdaType

ユーザ定義の関数と `lambda` 式によって生成された関数の型です。

引数 `code` を指定して **監査イベント** `function.__new__` を送出します。

この監査イベントは、関数オブジェクトを直接インスタンス化した場合にのみ発生し、通常のコンパイル時には発生しません。

types.GeneratorType

ジェネレータ関数によって生成された **ジェネレータ** イテレータオブジェクトの型です。

types.CoroutineType

`async def` 関数に生成される **コルーチン** オブジェクトです。

Added in version 3.5.

types.AsyncGeneratorType

非同期ジェネレータ関数によって作成された **非同期ジェネレータ** イテレータオブジェクトの型です。

Added in version 3.6.

class types.CodeType(***kwargs*)

The type of code objects such as returned by *compile()*.

引数 `code`, `filename`, `name`, `argcount`, `posonlyargcount`, `kwonlyargcount`, `nlocals`, `stacksize`, `flags` を指定して **監査イベント** `code.__new__` を送出します。

Note that the audited arguments may not match the names or positions required by the initializer. The audit event only occurs for direct instantiation of code objects, and is not raised for normal compilation.

types.CellType

The type for cell objects: such objects are used as containers for a function's free variables.

Added in version 3.8.

types.MethodType

ユーザー定義のクラスのインスタンスのメソッドの型です。

types.BuiltinFunctionType

types.BuiltinMethodType

len() や *sys.exit()* のような組み込み関数や、組み込み型のメソッドの型です。(ここでは " 組み込み" という単語を "C で書かれた" という意味で使っています)

types.WrapperDescriptorType

The type of methods of some built-in data types and base classes such as `object.__init__()` or `object.__lt__()`.

Added in version 3.7.

types.MethodWrapperType

The type of *bound* methods of some built-in data types and base classes. For example it is the type of `object().__str__`.

Added in version 3.7.

types.NotImplementedType

NotImplemented の型です。

Added in version 3.10.

types.MethodDescriptorType

The type of methods of some built-in data types such as *str.join()*.

Added in version 3.7.

types.ClassMethodDescriptorType

The type of *unbound* class methods of some built-in data types such as `dict.__dict__['fromkeys']`.

Added in version 3.7.

class types.ModuleType(*name*, *doc=None*)

module の型です。コンストラクタは生成するモジュールの名前と任意でその *docstring* を受け取ります。

注釈: インポートによりコントロールされる様々な属性を設定する場合、*importlib.util.module_from_spec()* を使用して新しいモジュールを作成してください。

__doc__

モジュールの *docstring* です。デフォルトは `None` です。

__loader__

モジュールをロードする *loader* です。デフォルトは `None` です。

This attribute is to match *importlib.machinery.ModuleSpec.loader* as stored in the `__spec__` object.

注釈: A future version of Python may stop setting this attribute by default. To guard against this potential change, preferably read from the `__spec__` attribute instead or use `getattr(module, "__loader__", None)` if you explicitly need to use this attribute.

バージョン 3.4 で変更: デフォルトが `None` になりました。以前はオプションでした。

__name__

The name of the module. Expected to match *importlib.machinery.ModuleSpec.name*.

__package__

モジュールがどの *package* に属しているかです。モジュールがトップレベルである (すなわち、いかなる特定のパッケージの一部でもない) 場合、この属性は '' に設定されます。そうでない場合、パッケージ名 (モジュールがパッケージ自身なら __name__) に設定されます。デフォルトは None です。

This attribute is to match *importlib.machinery.ModuleSpec.parent* as stored in the __spec__ object.

注釈: A future version of Python may stop setting this attribute by default. To guard against this potential change, preferably read from the __spec__ attribute instead or use getattr(module, "__package__", None) if you explicitly need to use this attribute.

バージョン 3.4 で変更: デフォルトが None になりました。以前はオプションでした。

__spec__

A record of the module's import-system-related state. Expected to be an instance of *importlib.machinery.ModuleSpec*.

Added in version 3.4.

types.EllipsisType

Ellipsis の型です。

Added in version 3.10.

class types.GenericAlias(*t_origin*, *t_args*)

The type of *parameterized generics* such as list[int].

t_origin should be a non-parameterized generic class, such as list, tuple or dict. t_args should be a *tuple* (possibly of length 1) of types which parameterize t_origin:

```
>>> from types import GenericAlias

>>> list[int] == GenericAlias(list, (int,))
True
>>> dict[str, int] == GenericAlias(dict, (str, int))
True
```

Added in version 3.9.

バージョン 3.9.2 で変更: This type can now be subclassed.

参考:

Generic Alias Types
In-depth documentation on instances of `types.GenericAlias`

PEP 585 - **標準コレクション型の型ヒントにおける総称型 (generics) の使用**
Introducing the `types.GenericAlias` class

class types.**UnionType**

The type of *union type expressions*.

Added in version 3.10.

class types.**TracebackType**(*tb_next*, *tb_frame*, *tb_lasti*, *tb_lineno*)

`sys.exception().__traceback__` に含まれるようなトレースバックオブジェクトの型です。

See the language reference for details of the available attributes and operations, and guidance on creating tracebacks dynamically.

types.**FrameType**

The type of frame objects such as found in `tb.tb_frame` if `tb` is a traceback object.

types.**GetSetDescriptorType**

The type of objects defined in extension modules with `PyGetSetDef`, such as `FrameType.f_locals` or `array.array.typecode`. This type is used as descriptor for object attributes; it has the same purpose as the *property* type, but for classes defined in extension modules.

types.**MemberDescriptorType**

`datetime.timedelta.days` のような、拡張モジュールにおいて `PyMemberDef` によって定義されたオブジェクトの型です。この型は、標準の変換関数を利用するような、C のシンプルなデータメンバで利用されます。*property* 型と同じ目的を持った型ですが、こちらは拡張モジュールで定義された型のためのものです。

In addition, when a class is defined with a `__slots__` attribute, then for each slot, an instance of `MemberDescriptorType` will be added as an attribute on the class. This allows the slot to appear in the class's *__dict__*.

CPython 実装の詳細: Python の他の実装では、この型は `GetSetDescriptorType` と同じかもしれません。

class types.**MappingProxyType**(*mapping*)

読み出し専用のマッピングのプロキシです。マッピングのエントリーに関する動的なビューを提供します。つまり、マッピングが変わった場合にビューがこれらの変更を反映するということです。

Added in version 3.3.

バージョン 3.9 で変更: Updated to support the new union (|) operator from **PEP 584**, which simply delegates to the underlying mapping.

key in proxy

元になったマッピングが *key* というキーを持っている場合 `True` を返します。そうでなければ `False` を返します。

proxy[key]

元になったマッピングの *key* というキーに対応するアイテムを返します。*key* が存在しなければ、*KeyError* が発生します。

iter(proxy)

元になったマッピングのキーを列挙するイテレータを返します。これは `iter(proxy.keys())` のショートカットです。

len(proxy)

元になったマッピングに含まれるアイテムの数を返します。

copy()

元になったマッピングの浅いコピーを返します。

get(*key*[, *default*])

key が元になったマッピングに含まれている場合 *key* に対する値を返し、そうでなければ *default* を返します。もし *default* が与えられない場合は、デフォルト値の `None` になります。そのため、このメソッドが *KeyError* を発生させることはありません。

items()

元になったマッピングの items (`(key, value)` ペアの列) に対する新しいビューを返します。

keys()

元になったマッピングの keys に対する新しいビューを返します。

values()

元になったマッピングの values に対する新しいビューを返します。

reversed(proxy)

Return a reverse iterator over the keys of the underlying mapping.

Added in version 3.9.

hash(proxy)

Return a hash of the underlying mapping.

Added in version 3.12.

class types.CapsuleType

The type of capsule objects.

Added in version 3.13.

8.10.3 追加のユーティリティクラスと関数

class types.SimpleNamespace

名前空間への属性アクセスに加えて意味のある repr を提供するための、単純な *object* サブクラスです。

Unlike *object*, with SimpleNamespace you can add and remove attributes.

SimpleNamespace objects may be initialized in the same way as *dict*: either with keyword arguments, with a single positional argument, or with both. When initialized with keyword arguments, those are directly added to the underlying namespace. Alternatively, when initialized with a positional argument, the underlying namespace will be updated with key-value pairs from that argument (either a mapping object or an *iterable* object producing key-value pairs). All such keys must be strings.

この型は以下のコードとほぼ等価です:

```
class SimpleNamespace:
    def __init__(self, mapping_or_iterable=(), /, **kwargs):
        self.__dict__.update(mapping_or_iterable)
        self.__dict__.update(kwargs)

    def __repr__(self):
        items = (f"{k}={v!r}" for k, v in self.__dict__.items())
        return "{}({})".format(type(self).__name__, ", ".join(items))

    def __eq__(self, other):
        if isinstance(self, SimpleNamespace) and isinstance(other, SimpleNamespace):
           return self.__dict__ == other.__dict__
        return NotImplemented
```

SimpleNamespace は class NS: pass を置き換えるものとして有用かもしれません。ですが、構造化されたレコード型に対しては、これよりはむしろ *namedtuple()* を使用してください。

SimpleNamespace objects are supported by *copy.replace()*.

Added in version 3.3.

バージョン 3.9 で変更: Attribute order in the repr changed from alphabetical to insertion (like dict).

バージョン 3.13 で変更: Added support for an optional positional argument.

types.**DynamicClassAttribute**(*fget=None*, *fset=None*, *fdel=None*, *doc=None*)

クラスの属性アクセスを ___getattr___ に振り替えます。

これは記述子で、インスタンス経由のアクセスとクラス経由のアクセスで振る舞いが異なる属性を定義するのに使います。インスタンスアクセスは通常通りですが、クラス経由の属性アクセスはクラスの ___getattr___ メソッドに振り替えられます。これは AttributeError の送出により行われます。

これによって、インスタンス上で有効なプロパティを持ち、クラス上で同名の仮想属性を持つことができます (例については *enum.Enum* を参照してください)。

Added in version 3.4.

8.10.4 コルーチンユーティリティ関数

types.**coroutine**(*gen_func*)

この関数は、*generator* 関数を、ジェネレータベースのコルーチンを返す *coroutine function* に変換します。返されるジェネレータベースのコルーチンは依然として *generator iterator* ですが、同時に *coroutine* オブジェクトかつ *awaitable* であるとみなされます。ただし、必ずしも `__await__()` メソッドを実装する必要はありません。

gen_func はジェネレータ関数で、インプレースに変更されます。

gen_func がジェネレータ関数でない場合、この関数はラップされます。この関数が *collections.abc.Generator* のインスタンスを返す場合、このインスタンスは *awaitable* なプロキシオブジェクトにラップされます。それ以外のすべての型のオブジェクトは、そのまま返されます。

Added in version 3.5.

8.11 copy --- 浅いコピーおよび深いコピー操作

ソースコード: Lib/copy.py

Python において代入文はオブジェクトをコピーしません。代入はターゲットとオブジェクトの間に束縛を作ります。ミュータブルなコレクションまたはミュータブルなアイテムを含むコレクションについては、元のオブジェクトを変更せずにコピーを変更できるように、コピーが必要になることが時々あります。このモジュールは、汎用的な浅い (shallow) コピーと深い (deep) コピーの操作 (以下で説明されます) を提供します。

以下にインターフェースをまとめます:

copy.**copy**(*obj*)

Return a shallow copy of *obj*.

copy.**deepcopy**(*obj*[, *memo*])

Return a deep copy of *obj*.

copy.**replace**(*obj*, /, ***changes*)

Creates a new object of the same type as *obj*, replacing fields with values from *changes*.

Added in version 3.13.

exception copy.**Error**

モジュール特有のエラーを送出します。

浅い (shallow) コピーと深い (deep) コピーの違いが関係するのは、複合オブジェクト (リストやクラスインスタンスのような他のオブジェクトを含むオブジェクト) だけです:

- **浅いコピー** *(shallow copy)* は新たな複合オブジェクトを作成し、その後 (可能な限り) 元のオブジェクト中に見つかったオブジェクトに対する **参照** を挿入します。
- **深いコピー** *(deep copy)* は新たな複合オブジェクトを作成し、その後元のオブジェクト中に見つかったオブジェクトの **コピー** を挿入します。

深いコピー操作には、しばしば浅いコピー操作の時には存在しない 2 つの問題がついてまわります:

- 再帰的なオブジェクト (直接、間接に関わらず、自分自身に対する参照を持つ複合オブジェクト) は再帰ループを引き起こします。
- 深いコピーは何もかもコピーしてしまうため、例えば複数のコピー間で共有するつもりだったデータも余分にコピーしてしまいます。

deepcopy() 関数では、これらの問題を以下のようにして回避しています:

- 現時点でのコピー過程ですでにコピーされたオブジェクトの memo 辞書を保持する。
- ユーザ定義のクラスでコピー操作やコピーされる内容の集合を上書きできるようにする。

このモジュールでは、モジュール、メソッド、スタックトレース、スタックフレーム、ファイル、ソケット、ウィンドウ、その他これらに類似の型をコピーしません。このモジュールでは元のオブジェクトを変更せずに返すことで関数とクラスを (浅くまたは深く)「コピー」します。これは *pickle* モジュールでの扱われかたと同じです。

辞書型の浅いコピーは *dict.copy()* で、リストの浅いコピーはリスト全体を指すスライス (例えば `copied_list = original_list[:]`) でできます。

クラスは、コピーを制御するために pickle の制御に使用するのと同じインターフェースを使用することができます。これらのメソッドについての情報はモジュール *pickle* の説明を参照してください。実際、*copy* モジュールは、*copyreg* モジュールによって登録された pickle 関数を使用します。

In order for a class to define its own copy implementation, it can define special methods *__copy__()* and *__deepcopy__()*.

object.__copy__(*self*)

Called to implement the shallow copy operation; no additional arguments are passed.

object.__deepcopy__(*self*, *memo*)

Called to implement the deep copy operation; it is passed one argument, the *memo* dictionary. If the __deepcopy__ implementation needs to make a deep copy of a component, it should call the *deepcopy()* function with the component as first argument and the *memo* dictionary as second argument. The *memo* dictionary should be treated as an opaque object.

Function copy.replace() is more limited than *copy()* and *deepcopy()*, and only supports named tuples created by *namedtuple()*, *dataclasses*, and other classes which define method *__replace__()*.

object.__replace__(*self*, */*, ***changes*)

This method should create a new object of the same type, replacing fields with values from *changes*.

参考:

pickle モジュール オブジェクト状態の取得と復元をサポートするために使われる特殊メソッドについて議論されています。

8.12 pprint --- データの整形表示

ソースコード: Lib/pprint.py

---

pprint モジュールを使うと、Python の任意のデータ構造をインタープリタへの入力で使われる形式にして "pretty-print" できます。書式化された構造の中に Python の基本的なタイプではないオブジェクトがあるなら、表示できないかもしれません。表示できないのは、ファイル、ソケット、あるいはクラスのようなオブジェクトや、その他 Python のリテラルとして表現できない様々なオブジェクトが含まれていた場合です。

The formatted representation keeps objects on a single line if it can, and breaks them onto multiple lines if they don't fit within the allowed width, adjustable by the *width* parameter defaulting to 80 characters.

辞書は表示される前にキーの順でソートされます。

バージョン 3.9 で変更: *types.SimpleNamespace* の pretty-print サポートが追加されました。

バージョン 3.10 で変更: *dataclasses.dataclass* の pretty-print サポートが追加されました。

8.12.1 関数

pprint.pp(*object*, *stream=None*, *indent=1*, *width=80*, *depth=None*, ***, *compact=False*, *sort_dicts=False*, *underscore_numbers=False*)

Prints the formatted representation of *object*, followed by a newline. This function may be used in the interactive interpreter instead of the *print()* function for inspecting values. Tip: you can reassign `print = pprint.pp` for use within a scope.

パラメータ

- **object** -- The object to be printed.
- **stream** (*file-like object* | None) -- A file-like object to which the output will be written by calling its `write()` method. If `None` (the default), *sys.stdout* is used.
- **indent** (int) -- The amount of indentation added for each nesting level.
- **width** (int) -- The desired maximum number of characters per line in the output. If a structure cannot be formatted within the width constraint, a best effort will be made.
- **depth** (int / *None*) -- The number of nesting levels which may be printed. If the data structure being printed is too deep, the next contained level is replaced by `...`. If `None` (the default), there is no constraint on the depth of the objects being formatted.
- **compact** (bool) -- Control the way long *sequences* are formatted. If `False` (the default), each item of a sequence will be formatted on a separate line, otherwise as many items as will fit within the *width* will be formatted on each output line.
- **sort_dicts** (bool) -- If `True`, dictionaries will be formatted with their keys sorted, otherwise they will be displayed in insertion order (the default).
- **underscore_numbers** (bool) -- If `True`, integers will be formatted with the `_` character for a thousands separator, otherwise underscores are not displayed (the default).

```
>>> import pprint
>>> stuff = ['spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights', 'ni']
>>> stuff.insert(0, stuff)
>>> pprint.pp(stuff)
[<Recursion on list with id=...>,
 'spam',
 'eggs',
 'lumberjack',
 'knights',
 'ni']
```

Added in version 3.8.

pprint.pprint(*object*, *stream=None*, *indent=1*, *width=80*, *depth=None*, ***, *compact=False*, *sort_dicts=True*, *underscore_numbers=False*)

Alias for *pp()* with *sort_dicts* set to `True` by default, which would automatically sort the dictionaries' keys, you might want to use *pp()* instead where it is `False` by default.

pprint.pformat(*object*, *indent=1*, *width=80*, *depth=None*, ***, *compact=False*, *sort_dicts=True*, *underscore_numbers=False*)

Return the formatted representation of *object* as a string. *indent*, *width*, *depth*, *compact*, *sort_dicts* and *underscore_numbers* are passed to the *PrettyPrinter* constructor as formatting parameters and their meanings are as described in the documentation above.

pprint.isreadable(*object*)

object を書式化して出力できる ("readable") か、あるいは *eval()* を使って値を再構成できるかを返します。再帰的なオブジェクトに対しては常に `False` を返します。

```
>>> pprint.isreadable(stuff)
False
```

pprint.isrecursive(*object*)

Determine if *object* requires a recursive representation. This function is subject to the same limitations as noted in *saferepr()* below and may raise an *RecursionError* if it fails to detect a recursive object.

pprint.saferepr(*object*)

Return a string representation of *object*, protected against recursion in some common data structures, namely instances of *dict*, *list* and *tuple* or subclasses whose `__repr__` has not been overridden. If the representation of object exposes a recursive entry, the recursive reference will be represented as `<Recursion on typename with id=number>`. The representation is not otherwise formatted.

```
>>> pprint.saferepr(stuff)
"[<Recursion on list with id=...>, 'spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights', 'ni']"
```

8.12.2 PrettyPrinter オブジェクト

class pprint.PrettyPrinter(*indent=1*, *width=80*, *depth=None*, *stream=None*, ***, *compact=False*, *sort_dicts=True*, *underscore_numbers=False*)

Construct a *PrettyPrinter* instance.

Arguments have the same meaning as for *pp()*. Note that they are in a different order, and that *sort_dicts* defaults to `True`.

```
>>> import pprint
>>> stuff = ['spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights', 'ni']
>>> stuff.insert(0, stuff[:])
>>> pp = pprint.PrettyPrinter(indent=4)
>>> pp.pprint(stuff)
[   ['spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights', 'ni'],
    'spam',
    'eggs',
    'lumberjack',
    'knights',
    'ni']
>>> pp = pprint.PrettyPrinter(width=41, compact=True)
>>> pp.pprint(stuff)
[['spam', 'eggs', 'lumberjack',
  'knights', 'ni'],
 'spam', 'eggs', 'lumberjack', 'knights',
 'ni']
>>> tup = ('spam', ('eggs', ('lumberjack', ('knights', ('ni', ('dead',
... ('parrot', ('fresh fruit',)))))))
>>> pp = pprint.PrettyPrinter(depth=6)
>>> pp.pprint(tup)
('spam', ('eggs', ('lumberjack', ('knights', ('ni', ('dead', (...)))))))
```

バージョン 3.4 で変更: *compact* 引数が追加されました。

バージョン 3.8 で変更: *sort_dicts* 引数が追加されました。

バージョン 3.10 で変更: *underscore_numbers* 引数が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: No longer attempts to write to `sys.stdout` if it is `None`.

PrettyPrinter インスタンスには以下のメソッドがあります:

PrettyPrinter.pformat(*object*)

object の書式化した表現を返します。これは *PrettyPrinter* のコンストラクタに渡されたオプションを考慮して書式化されます。

PrettyPrinter.pprint(*object*)

object の書式化した表現を指定したストリームに出力し、最後に改行します。

以下のメソッドは、対応する同じ名前の関数と同じ機能を持っています。以下のメソッドをインスタンスに対して使うと、新たに *PrettyPrinter* オブジェクトを作る必要がないのでちょっぴり効果的です。

PrettyPrinter.isreadable(*object*)

object を書式化して出力できる（”readable”）か、あるいは *eval()* を使って値を再構成できるかを返します。これは再帰的なオブジェクトに対して `False` を返すことに注意して下さい。もし *PrettyPrinter* の *depth* 引数が設定されていて、オブジェクトのレベルが設定よりも深かったら、`False` を返します。

PrettyPrinter.isrecursive(*object*)

オブジェクトが再帰的な表現かどうかを返します。

このメソッドをフックとして、サブクラスがオブジェクトを文字列に変換する方法を修正するのが可能になっています。デフォルトの実装では、内部で *saferepr()* を呼び出しています。

PrettyPrinter.format(*object*, *context*, *maxlevels*, *level*)

次の 3 つの値を返します。*object* をフォーマット化して文字列にしたもの、その結果が読み込み可能かどうかを示すフラグ、再帰が含まれているかどうかを示すフラグ。最初の引数は表示するオブジェクトです。2 つめの引数はオブジェクトの *id()* をキーとして含むディクショナリで、オブジェクトを含んでいる現在の（直接、間接に *object* のコンテナとして表示に影響を与える）環境です。ディクショナリ *context* の中でどのオブジェクトが表示されたか表示する必要があるなら、3 つめの返り値は True になります。*format()* メソッドの再帰呼び出しではこのディクショナリのコンテナに対してさらにエントリを加えます。3 つめの引数 *maxlevels* で再帰呼び出しのレベルを制限します。制限しない場合、0 になります。この引数は再帰呼び出しでそのまま渡されます。4 つめの引数 *level* で現在のレベルを設定します。再帰呼び出しでは、現在の呼び出しより小さい値が渡されます。

8.12.3 使用例

To demonstrate several uses of the *pp()* function and its parameters, let's fetch information about a project from PyPI:

```
>>> import json
>>> import pprint
>>> from urllib.request import urlopen
>>> with urlopen('https://pypi.org/pypi/sampleproject/json') as resp:
...     project_info = json.load(resp)['info']
```

In its basic form, *pp()* shows the whole object:

```
>>> pprint.pp(project_info)
{'author': 'The Python Packaging Authority',
 'author_email': 'pypa-dev@googlegroups.com',
 'bugtrack_url': None,
 'classifiers': ['Development Status :: 3 - Alpha',
                 'Intended Audience :: Developers',
                 'License :: OSI Approved :: MIT License',
                 'Programming Language :: Python :: 2',
                 'Programming Language :: Python :: 2.6',
                 'Programming Language :: Python :: 2.7',
                 'Programming Language :: Python :: 3',
                 'Programming Language :: Python :: 3.2',
                 'Programming Language :: Python :: 3.3',
                 'Programming Language :: Python :: 3.4',
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                 'Topic :: Software Development :: Build Tools'],
 'description': 'A sample Python project\n'
                '=======================\n'
                '\n'
                'This is the description file for the project.\n'
                '\n'
                'The file should use UTF-8 encoding and be written using '
                'ReStructured Text. It\n'
                'will be used to generate the project webpage on PyPI, and '
                'should be written for\n'
                'that purpose.\n'
                '\n'
                'Typical contents for this file would include an overview of '
                'the project, basic\n'
                'usage examples, etc. Generally, including the project '
                'changelog in here is not\n'
                'a good idea, although a simple "What\'s New" section for the '
                'most recent version\n'
                'may be appropriate.',
 'description_content_type': None,
 'docs_url': None,
 'download_url': 'UNKNOWN',
 'downloads': {'last_day': -1, 'last_month': -1, 'last_week': -1},
 'home_page': 'https://github.com/pypa/sampleproject',
 'keywords': 'sample setuptools development',
 'license': 'MIT',
 'maintainer': None,
 'maintainer_email': None,
 'name': 'sampleproject',
 'package_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
 'platform': 'UNKNOWN',
 'project_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
 'project_urls': {'Download': 'UNKNOWN',
                  'Homepage': 'https://github.com/pypa/sampleproject'},
 'release_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/1.2.0/',
 'requires_dist': None,
 'requires_python': None,
 'summary': 'A sample Python project',
 'version': '1.2.0'}
```

結果をある深さ *depth* に制限することができます (より深い内容には省略記号が使用されます):

```
>>> pprint.pp(project_info, depth=1)
{'author': 'The Python Packaging Authority',
 'author_email': 'pypa-dev@googlegroups.com',
 'bugtrack_url': None,
 'classifiers': [...],
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
 'description': 'A sample Python project\n'
                '=======================\n'
                '\n'
                'This is the description file for the project.\n'
                '\n'
                'The file should use UTF-8 encoding and be written using '
                'ReStructured Text. It\n'
                'will be used to generate the project webpage on PyPI, and '
                'should be written for\n'
                'that purpose.\n'
                '\n'
                'Typical contents for this file would include an overview of '
                'the project, basic\n'
                'usage examples, etc. Generally, including the project '
                'changelog in here is not\n'
                'a good idea, although a simple "What\'s New" section for the '
                'most recent version\n'
                'may be appropriate.',
 'description_content_type': None,
 'docs_url': None,
 'download_url': 'UNKNOWN',
 'downloads': {...},
 'home_page': 'https://github.com/pypa/sampleproject',
 'keywords': 'sample setuptools development',
 'license': 'MIT',
 'maintainer': None,
 'maintainer_email': None,
 'name': 'sampleproject',
 'package_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
 'platform': 'UNKNOWN',
 'project_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
 'project_urls': {...},
 'release_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/1.2.0/',
 'requires_dist': None,
 'requires_python': None,
 'summary': 'A sample Python project',
 'version': '1.2.0'}
```

それに加えて、最大の文字幅 *width* を指示することもできます。長いオブジェクトを分離することができなければ、指定された幅を超過します:

```
>>> pprint.pp(project_info, depth=1, width=60)
{'author': 'The Python Packaging Authority',
 'author_email': 'pypa-dev@googlegroups.com',
 'bugtrack_url': None,
 'classifiers': [...],
 'description': 'A sample Python project\n'
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                '======================\n'
                '\n'
                'This is the description file for the '
                'project.\n'
                '\n'
                'The file should use UTF-8 encoding and be '
                'written using ReStructured Text. It\n'
                'will be used to generate the project '
                'webpage on PyPI, and should be written '
                'for\n'
                'that purpose.\n'
                '\n'
                'Typical contents for this file would '
                'include an overview of the project, '
                'basic\n'
                'usage examples, etc. Generally, including '
                'the project changelog in here is not\n'
                'a good idea, although a simple "What\'s '
                'New" section for the most recent version\n'
                'may be appropriate.',
'description_content_type': None,
'docs_url': None,
'download_url': 'UNKNOWN',
'downloads': {...},
'home_page': 'https://github.com/pypa/sampleproject',
'keywords': 'sample setuptools development',
'license': 'MIT',
'maintainer': None,
'maintainer_email': None,
'name': 'sampleproject',
'package_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
'platform': 'UNKNOWN',
'project_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/',
'project_urls': {...},
'release_url': 'https://pypi.org/project/sampleproject/1.2.0/',
'requires_dist': None,
'requires_python': None,
'summary': 'A sample Python project',
'version': '1.2.0'}
```

8.13 reprlib --- もう一つの repr() の実装

ソースコード: Lib/reprlib.py

---

reprlib モジュールは、結果の文字列のサイズに対する制限付きでオブジェクト表現を生成するための手段を提供します。これは Python デバッガの中で使用されており、他の文脈でも同様に役に立つかもしれません。

このモジュールはクラスとインスタンス、それに関数を提供します:

class reprlib.Repr(***, *maxlevel=6*, *maxtuple=6*, *maxlist=6*, *maxarray=5*, *maxdict=4*, *maxset=6*, *maxfrozenset=6*, *maxdeque=6*, *maxstring=30*, *maxlong=40*, *maxother=30*, *fillvalue='...'*, *indent=None*)

組み込み関数 *repr()* に似た関数を実装するために役に立つフォーマット用サービスを提供します。過度に長い表現を作り出さないようにするための大きさの制限をオブジェクト型ごとに設定できます。

The keyword arguments of the constructor can be used as a shortcut to set the attributes of the *Repr* instance. Which means that the following initialization:

```
aRepr = reprlib.Repr(maxlevel=3)
```

は、次のコードと等しいです:

```
aRepr = reprlib.Repr()
aRepr.maxlevel = 3
```

See section *Repr Objects* for more information about *Repr* attributes.

バージョン 3.12 で変更: Allow attributes to be set via keyword arguments.

reprlib.aRepr

これは下で説明される *repr()* 関数を提供するために使われる *Repr* のインスタンスです。このオブジェクトの属性を変更すると、*repr()* と Python デバッガが使うサイズ制限に影響します。

reprlib.repr(*obj*)

これは aRepr の *repr()* メソッドです。同じ名前の組み込み関数が返す文字列と似ていますが、最大サイズに制限のある文字列を返します。

In addition to size-limiting tools, the module also provides a decorator for detecting recursive calls to __repr__() and substituting a placeholder string instead.

@reprlib.recursive_repr(*fillvalue='...'*)

Decorator for __repr__() methods to detect recursive calls within the same thread. If a recursive call is made, the *fillvalue* is returned, otherwise, the usual __repr__() call is made. For example:

```
>>> from reprlib import recursive_repr
>>> class MyList(list):
...     @recursive_repr()
...     def __repr__(self):
...         return '<' + '|'.join(map(repr, self)) + '>'
...
>>> m = MyList('abc')
>>> m.append(m)
>>> m.append('x')
>>> print(m)
<'a'|'b'|'c'|...|'x'>
```

Added in version 3.2.

8.13.1 Repr オブジェクト

Repr インスタンスはオブジェクト型毎に表現する文字列のサイズを制限するために使えるいくつかの属性と、特定のオブジェクト型をフォーマットするメソッドを提供します。

Repr.fillvalue

This string is displayed for recursive references. It defaults to ....

Added in version 3.11.

Repr.maxlevel

再帰的な表現を作る場合の深さ制限。デフォルトは 6 です。

Repr.maxdict

Repr.maxlist

Repr.maxtuple

Repr.maxset

Repr.maxfrozenset

Repr.maxdeque

Repr.maxarray

指定されたオブジェクト型に対するエントリ表現の数についての制限。*maxdict* に対するデフォルトは 4 で、*maxarray* は 5 、その他に対しては 6 です。

Repr.maxlong

整数の表現のおける文字数の最大値。中央の数字が抜け落ちます。デフォルトは 40 です。

Repr.maxstring

文字列の表現における文字数の制限。文字列の" 通常の" 表現は文字の「元」として使われることに注意し

てください。表現にエスケープシーケンスが必要とされる場合、表現が短縮されるときにこれらのエスケープシーケンスの形式は崩れます。デフォルトは 30 です。

Repr.maxother

この制限は *Repr* オブジェクトに利用できる特定のフォーマットメソッドがないオブジェクト型のサイズをコントロールするために使われます。*maxstring* と同じようなやり方で適用されます。デフォルトは 20 です。

Repr.indent

If this attribute is set to `None` (the default), the output is formatted with no line breaks or indentation, like the standard *repr()*. For example:

```
>>> example = [
...     1, 'spam', {'a': 2, 'b': 'spam eggs', 'c': {3: 4.5, 6: []}}, 'ham']
>>> import reprlib
>>> aRepr = reprlib.Repr()
>>> print(aRepr.repr(example))
[1, 'spam', {'a': 2, 'b': 'spam eggs', 'c': {3: 4.5, 6: []}}, 'ham']
```

If *indent* is set to a string, each recursion level is placed on its own line, indented by that string:

```
>>> aRepr.indent = '-->'
>>> print(aRepr.repr(example))
[
-->1,
-->'spam',
-->{
-->-->'a': 2,
-->-->'b': 'spam eggs',
-->-->'c': {
-->-->-->3: 4.5,
-->-->-->6: [],
-->-->},
-->},
-->'ham',
]
```

Setting *indent* to a positive integer value behaves as if it was set to a string with that number of spaces:

```
>>> aRepr.indent = 4
>>> print(aRepr.repr(example))
[
    1,
    'spam',
    {
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        'a': 2,
        'b': 'spam eggs',
        'c': {
            3: 4.5,
            6: [],
        },
    },
    'ham',
]
```

Added in version 3.12.

Repr.**repr**(*obj*)

このインスタンスで設定されたフォーマットを使う、組み込み *repr()* と等価なもの。

Repr.**repr1**(*obj*, *level*)

repr() が使う再帰的な実装。*obj* の型を使ってどのフォーマットメソッドを呼び出すかを決定し、それに *obj* と *level* を渡します。再帰呼び出しにおいて *level* の値に対して `level - 1` を与える再帰的なフォーマットを実行するために、型に固有のメソッドは *repr1()* を呼び出します。

Repr.**repr_TYPE**(*obj*, *level*)

型名に基づく名前をもつメソッドとして、特定の型に対するフォーマットメソッドは実装されます。メソッド名では、**TYPE** は `'_'.join(type(obj).__name__.split())` に置き換えられます。これらのメソッドへのディスパッチは *repr1()* によって処理されます。再帰的に値をフォーマットする必要がある型固有のメソッドは、`self.repr1(subobj, level - 1)` を呼び出します。

8.13.2 Repr オブジェクトをサブクラス化する

The use of dynamic dispatching by *Repr.repr1()* allows subclasses of *Repr* to add support for additional built-in object types or to modify the handling of types already supported. This example shows how special support for file objects could be added:

```
import reprlib
import sys

class MyRepr(reprlib.Repr):

    def repr_TextIOWrapper(self, obj, level):
        if obj.name in {'<stdin>', '<stdout>', '<stderr>'}:
            return obj.name
        return repr(obj)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
aRepr = MyRepr()
print(aRepr.repr(sys.stdin))         # prints '<stdin>'
```

```
<stdin>
```

8.14 enum --- 列挙型のサポート

Added in version 3.4.

ソースコード: Lib/enum.py

Important

このページには、リファレンス情報だけが含まれています。チュートリアルは、以下のページを参照してください

- 基本チュートリアル
- 上級チュートリアル
- Enum クックブック

列挙型とは:

- 一意の値に紐付けられたシンボリックな名前の集合です
- 反復可能であり、定義順にその正規の（エイリアスでない）メンバーを返します
- 値を渡してメンバーを返すために、**呼び出し** 構文を使用します
- 名前を受け取ってメンバーを返すために、**インデックス** 構文を使用します

列挙型は、class 構文を使用するか、関数呼び出し構文を使用して作成されます:

```
>>> from enum import Enum

>>> # class syntax
>>> class Color(Enum):
...     RED = 1
...     GREEN = 2
...     BLUE = 3

>>> # functional syntax
>>> Color = Enum('Color', ['RED', 'GREEN', 'BLUE'])
```

Enum の作成に class 文を使用できるものの、Enum は通常の Python クラスではありません。詳細は Enum はどう違うのか? を参照してください。

注釈: 用語

- クラス Color は **列挙型** (または *Enum*) です
- 属性 Color.RED, Color.GREEN などは **列挙型のメンバー** (または **メンバー**) で、機能的には定数です。
- 列挙型のメンバーは **名前** と **値** を持ちます (Color.RED の名前は RED 、Color.BLUE の値は 3 など。)

8.14.1 モジュールコンテンツ

EnumType

Enum およびそのサブクラスのための type です。

Enum

列挙型定数を作成する基底クラスです。

IntEnum

int のサブクラスでもある列挙型定数を作成する基底クラスです。(*Notes*)

StrEnum

str のサブクラスでもある列挙型定数を作成する基底クラスです。(*Notes*)

Flag

列挙型定数を作成する基底クラスで、ビット演算を使って組み合わせられ、その結果も *IntFlag* メンバーになります。

IntFlag

列挙型定数を作成する基底クラスで、ビット演算子を使って組み合わせられ、その結果も *IntFlag* メンバーになります。*IntFlag* は *int* のサブクラスでもあります。(*Notes*)

ReprEnum

IntEnum、*StrEnum*、および *IntFlag* によって使用され、mix-in された型の *str()* を保持します。

EnumCheck

CONTINUOUS、NAMED_FLAGS、UNIQUE の値を持つ列挙型です。*verify()* と共に使用して、指定された列挙型がさまざまな制約を満たしていることを確認します。

FlagBoundary

An enumeration with the values STRICT, CONFORM, EJECT, and KEEP which allows for more fine-grained control over how invalid values are dealt with in an enumeration.

auto

インスタンスは列挙型のメンバーに適切な値で置き換えられます。*StrEnum* ではデフォルトの値がメンバー名を小文字にしたものですが、その他の列挙型のデフォルトは 1 から連番で増加する値となります。

property()

メンバー名との競合を避けながら *Enum* メンバーに属性を持たせます。value 属性と name 属性はこの方法で実装されます。

unique()

一つの名前だけがひとつの値に束縛されていることを保証する Enum クラスのデコレーターです。

verify()

Enum class decorator that checks user-selectable constraints on an enumeration.

member()

obj をメンバーにします。デコレータとして使用できます。

nonmember()

obj をメンバーにしません。デコレータとして使用できます。

global_enum()

Modify the *str()* and *repr()* of an enum to show its members as belonging to the module instead of its class, and export the enum members to the global namespace.

show_flag_values()

フラグに含まれる、全ての 2 の累乗の整数のリストを返します。

Added in version 3.6: Flag, IntFlag, auto

Added in version 3.11: StrEnum, EnumCheck, ReprEnum, FlagBoundary, property, member, nonmember, global_enum, show_flag_values

8.14.2 データ型

class enum.EnumType

EnumType は *enum* 列挙型の メタクラス です。*EnumType* のサブクラスを作成することが可能です -- 詳細は EnumType のサブクラスを作る を参照してください。

`EnumType` is responsible for setting the correct `__repr__()`, `__str__()`, `__format__()`, and `__reduce__()` methods on the final *enum*, as well as creating the enum members, properly handling duplicates, providing iteration over the enum class, etc.

__call__(*cls*, *value*, *names=None*, ***, *module=None*, *qualname=None*, *type=None*, *start=1*, *boundary=None*)

このメソッドは 2 つの異なる方法で呼び出されます。

- 既存のメンバーを検索する:

  cls
  : 呼び出される enum クラス。

  value
  : 検索する値。

- `cls` を使って新しい列挙型を作成する（既存の列挙型がメンバーを持たない場合のみ）:

  cls
  : 呼び出される enum クラス。

  value
  : 新しく作成する Enum の名前。

  names
  : 新しく作成する Enum のメンバーの名前/値のリスト。

  module
  : 新しく作成する Enum の属するモジュール名。

  qualname
  : The actual location in the module where this Enum can be found.

  type
  : 新しく作成する Enum の mix-in 型。

  start
  : Enum の最初の整数値（*auto* で使用されます）。

  boundary
  : bit 演算での範囲外の値の扱い方（*Flag* のみ）。

__contains__(*cls*, *member*)

メンバーが cls に属している場合は True を返します:

```
>>> some_var = Color.RED
>>> some_var in Color
True
>>> Color.RED.value in Color
True
```

バージョン 3.12 で変更: Python 3.12 以前では、非 Enum メンバーの包含判定が行われた場合、TypeError が送出されます。

__dir__(*cls*)

['__class__', '__doc__', '__members__', '__module__'] と、*cls* に属するメンバー名を返します:

```
>>> dir(Color)
['BLUE', 'GREEN', 'RED', '__class__', '__contains__', '__doc__', '__getitem__', '__init_
↪subclass__', '__iter__', '__len__', '__members__', '__module__', '__name__', '__
↪qualname__']
```

__getitem__(*cls*, *name*)

cls 内の一致するメンバーを返すか、*KeyError* を送出します:

```
>>> Color['BLUE']
<Color.BLUE: 3>
```

__iter__(*cls*)

Returns each member in *cls* in definition order:

```
>>> list(Color)
[<Color.RED: 1>, <Color.GREEN: 2>, <Color.BLUE: 3>]
```

__len__(*cls*)

cls 内のメンバーの数を返します。:

```
>>> len(Color)
3
```

__members__

Returns a mapping of every enum name to its member, including aliases

__reversed__(*cls*)

cls 内の各メンバー を定義順の逆順で返します:

```
>>> list(reversed(Color))
[<Color.BLUE: 3>, <Color.GREEN: 2>, <Color.RED: 1>]
```

_add_alias_()

Adds a new name as an alias to an existing member. Raises a *NameError* if the name is already assigned to a different member.

_add_value_alias_()

Adds a new value as an alias to an existing member. Raises a *ValueError* if the value is already linked with a different member.

Added in version 3.11: Before 3.11 **EnumType** was called **EnumMeta**, which is still available as an alias.

class enum.Enum

Enum は全ての *enum* 列挙型の基底クラスです。

name

Enum メンバーを定義するために使用される名前:

```
>>> Color.BLUE.name
'BLUE'
```

value

Enum メンバーに与えられた値:

```
>>> Color.RED.value
1
```

Value of the member, can be set in *__new__()*.

注釈: 列挙型のメンバー値

メンバー値は何であっても構いません: *int*, *str* などなど。正確な値が重要でない場合は、*auto* インスタンスを使っておくと、適切な値が選ばれます。詳細は *auto* を参照してください。

While mutable/unhashable values, such as *dict*, *list* or a mutable *dataclass*, can be used, they will have a quadratic performance impact during creation relative to the total number of mutable/unhashable values in the enum.

---

name

Name of the member.

value

Value of the member, can be set in *__new__()*.

order

No longer used, kept for backward compatibility. (class attribute, removed during class creation).

ignore

ignore は列挙の作成中にのみ使用され、作成が完了すると削除されます。

ignore は、メンバーにならず、作成された列挙から削除される名前のリストです。例については、TimePeriod を参照してください。

__dir__(*self*)

Returns `['__class__', '__doc__', '__module__', 'name', 'value']` and any public methods defined on *self.*___*class*___:

```
>>> from datetime import date
>>> class Weekday(Enum):
...     MONDAY = 1
...     TUESDAY = 2
...     WEDNESDAY = 3
...     THURSDAY = 4
...     FRIDAY = 5
...     SATURDAY = 6
...     SUNDAY = 7
...     @classmethod
...     def today(cls):
...         print('today is %s' % cls(date.today().isoweekday()).name)
...
>>> dir(Weekday.SATURDAY)
['__class__', '__doc__', '__eq__', '__hash__', '__module__', 'name', 'today', 'value']
```

_generate_next_value_(*name*, *start*, *count*, *last_values*)

name 定義されているメンバーの名前（例：'RED'）。

start Enum の開始値。デフォルトは 1 です。

count 定義済みのメンバーの数。現在のメンバーを含めない。

last_values 定義済みの値のリスト。

auto によって返される次の値を決定するために使用される *staticmethod* です:

```
>>> from enum import auto
>>> class PowersOfThree(Enum):
...     @staticmethod
...     def _generate_next_value_(name, start, count, last_values):
...         return 3 ** (count + 1)
...     FIRST = auto()
...     SECOND = auto()
...
>>> PowersOfThree.SECOND.value
9
```

__init__(*self*, **args*, ***kwds*)

デフォルトでは何もしません。メンバーに複数の値が指定されている場合、それらの値は `__init__` の別々の引数となります。例えば、

```
>>> from enum import Enum
>>> class Weekday(Enum):
...     MONDAY = 1, 'Mon'
```

`Weekday.__init__()` は `Weekday.__init__(self, 1, 'Mon')` として呼び出されます。

__init_subclass__(*cls*, ***kwds*)

サブクラスを更に設定するために使用される *classmethod* です。デフォルトでは何も行いません。

missing(*cls*, *value*)

cls で見つからない値を検索するための *classmethod* です。デフォルトでは何もしませんが、カスタムの検索の振る舞いを実装するためにオーバーライドすることができます:

```
>>> from enum import StrEnum
>>> class Build(StrEnum):
...     DEBUG = auto()
...     OPTIMIZED = auto()
...     @classmethod
...     def _missing_(cls, value):
...         value = value.lower()
...         for member in cls:
...             if member.value == value:
...                 return member
...         return None
...
>>> Build.DEBUG.value
'debug'
>>> Build('deBUG')
<Build.DEBUG: 'debug'>
```

__new__(*cls*, **args*, ***kwds*)

デフォルトでは存在しません。指定された場合、列挙型のクラス定義または mix-in クラス（例えば int など）のいずれかで、メンバーに代入されたすべての値が渡されます。例:

```
>>> from enum import Enum
>>> class MyIntEnum(int, Enum):
...     TWENTYSIX = '1a', 16
```

results in the call `int('1a', 16)` and a value of 26 for the member.

注釈: When writing a custom `__new__`, do not use `super().__new__` -- call the appropriate `__new__` instead.

`__repr__`(*self*)

repr() の呼び出しに使用される文字列を返します。デフォルトでは、*Enum* 名、メンバー名、および値を返しますが、オーバーライドすることもできます:

```
>>> class OtherStyle(Enum):
...     ALTERNATE = auto()
...     OTHER = auto()
...     SOMETHING_ELSE = auto()
...     def __repr__(self):
...         cls_name = self.__class__.__name__
...         return f'{cls_name}.{self.name}'
...
>>> OtherStyle.ALTERNATE, str(OtherStyle.ALTERNATE), f"{OtherStyle.ALTERNATE}"
(OtherStyle.ALTERNATE, 'OtherStyle.ALTERNATE', 'OtherStyle.ALTERNATE')
```

`__str__`(*self*)

str() の呼び出しに使用される文字列を返します。デフォルトでは、*Enum* の名前とメンバーの名前を返しますが、オーバーライドすることもできます:

```
>>> class OtherStyle(Enum):
...     ALTERNATE = auto()
...     OTHER = auto()
...     SOMETHING_ELSE = auto()
...     def __str__(self):
...         return f'{self.name}'
...
>>> OtherStyle.ALTERNATE, str(OtherStyle.ALTERNATE), f"{OtherStyle.ALTERNATE}"
(<OtherStyle.ALTERNATE: 1>, 'ALTERNATE', 'ALTERNATE')
```

`__format__`(*self*)

format() および *f-string* の呼び出しに使用される文字列を返します。デフォルトでは、*__str__()* の戻り値を返しますが、オーバーライドすることもできます。:

```
>>> class OtherStyle(Enum):
...     ALTERNATE = auto()
...     OTHER = auto()
...     SOMETHING_ELSE = auto()
...     def __format__(self, spec):
...         return f'{self.name}'
...
>>> OtherStyle.ALTERNATE, str(OtherStyle.ALTERNATE), f"{OtherStyle.ALTERNATE}"
(<OtherStyle.ALTERNATE: 1>, 'OtherStyle.ALTERNATE', 'ALTERNATE')
```

注釈: *Enum* で *auto* を使用すると、1 から始まりインクリメントする整数が値となります。

バージョン 3.12 で変更: enum-dataclass-support の追加

class enum.IntEnum

IntEnum is the same as *Enum*, but its members are also integers and can be used anywhere that an integer can be used. If any integer operation is performed with an *IntEnum* member, the resulting value loses its enumeration status.

```
>>> from enum import IntEnum
>>> class Number(IntEnum):
...     ONE = 1
...     TWO = 2
...     THREE = 3
...
>>> Number.THREE
<Number.THREE: 3>
>>> Number.ONE + Number.TWO
3
>>> Number.THREE + 5
8
>>> Number.THREE == 3
True
```

注釈: *IntEnum* で *auto* を使用すると、1 から始まりインクリメントする整数が値となります。

バージョン 3.11 で変更: `__str__()` は、既存の定数を置き換えるユースケースをより良くサポートするために `int.__str__()` に変更されました。同じ理由で、`__format__()` は既に `int.__format__()` に変更されています。

class enum.StrEnum

`StrEnum` is the same as *Enum*, but its members are also strings and can be used in most of the same

places that a string can be used. The result of any string operation performed on or with a *StrEnum* member is not part of the enumeration.

注釈: 標準ライブラリの中には、*str* の代わりに *str* のサブクラス（つまり、`type(unknown) == str` の代わりに `isinstance(unknown, str)` ）を厳密にチェックする場所があります。そのような場所では、`str(StrEnum.member)` を使用する必要があります。

注釈: *StrEnum* で *auto* を使用すると、メンバー名を小文字に変換したものが値となります。

注釈: `__str__()` は **既存の定数の置換** ユースケースをより良くサポートするために `str.__str__()` となりました。`__format__()` も同様に、同じ理由で `str.__format__()` となりました。

Added in version 3.11.

class enum.Flag

`Flag` is the same as *Enum*, but its members support the bitwise operators `&` (*AND*), `|` (*OR*), `^` (*XOR*), and `~` (*INVERT*); the results of those operations are (aliases of) members of the enumeration.

__contains__(*self*, *value*)

値を含む場合に *True* を返します:

```
>>> from enum import Flag, auto
>>> class Color(Flag):
...     RED = auto()
...     GREEN = auto()
...     BLUE = auto()
...
>>> purple = Color.RED | Color.BLUE
>>> white = Color.RED | Color.GREEN | Color.BLUE
>>> Color.GREEN in purple
False
>>> Color.GREEN in white
True
>>> purple in white
True
>>> white in purple
False
```

__iter__(self):

エイリアスでない、全てのメンバーを返します:

```
>>> list(Color.RED)
[<Color.RED: 1>]
>>> list(purple)
[<Color.RED: 1>, <Color.BLUE: 4>]
```

Added in version 3.11.

__len__(self):

flag 内のメンバーの数を返します:

```
>>> len(Color.GREEN)
1
>>> len(white)
3
```

__bool__(self):

メンバーが flag に含まれている場合は *True* を返し、それ以外の場合は *False* を返します:

```
>>> bool(Color.GREEN)
True
>>> bool(white)
True
>>> black = Color(0)
>>> bool(black)
False
```

__or__(*self*, *other*)

現在のフラグと他のフラグの論理和となるフラグを返します:

```
>>> Color.RED | Color.GREEN
<Color.RED|GREEN: 3>
```

__and__(*self*, *other*)

現在のフラグと他のフラグの論理積となるフラグを返します:

```
>>> purple & white
<Color.RED|BLUE: 5>
>>> purple & Color.GREEN
<Color: 0>
```

__xor__(*self*, *other*)

現在のフラグと他のフラグの排他的論理和となるフラグを返します:

```
>>> purple ^ white
<Color.GREEN: 2>
>>> purple ^ Color.GREEN
<Color.RED|GREEN|BLUE: 7>
```

__invert__(self):

Returns all the flags in *type(self)* that are not in *self*:

```
>>> ~white
<Color: 0>
>>> ~purple
<Color.GREEN: 2>
>>> ~Color.RED
<Color.GREEN|BLUE: 6>
```

_numeric_repr_()

Function used to format any remaining unnamed numeric values. Default is the value's repr; common choices are *hex()* and *oct()*.

注釈: *auto* と *Flag* を一緒に使うと、1 から始まる 2 の累乗の整数になります。

バージョン 3.11 で変更: The *repr()* of zero-valued flags has changed. It is now:

```
>>> Color(0)
<Color: 0>
```

class enum.IntFlag

IntFlag is the same as *Flag*, but its members are also integers and can be used anywhere that an integer can be used.

```
>>> from enum import IntFlag, auto
>>> class Color(IntFlag):
...     RED = auto()
...     GREEN = auto()
...     BLUE = auto()
...
>>> Color.RED & 2
<Color: 0>
>>> Color.RED | 2
<Color.RED|GREEN: 3>
```

IntFlag のメンバーと整数の演算が行われた場合、結果は *IntFlag* ではありません:

```
>>> Color.RED + 2
3
```

If a *Flag* operation is performed with an *IntFlag* member and:

- 結果が有効な *IntFlag*: *IntFlag* が返されます
- the result is not a valid *IntFlag*: the result depends on the *FlagBoundary* setting

The *repr()* of unnamed zero-valued flags has changed. It is now:

```
>>> Color(0)
<Color: 0>
```

注釈: *auto* と *IntFlag* を一緒に使うと、1 から始まる 2 の累乗の整数になります。

バージョン 3.11 で変更: `__str__()` は、既存の定数を置き換えるユースケースをより良くサポートするために `int.__str__()` に変更されました。同じ理由で、`__format__()` は既に `int.__format__()` に変更されています。

`IntFlag` の反転は、与えられたフラグ以外のすべてのフラグの結合となる正の値を返すようになりました。これは既存の *Flag* の振る舞いに一致します。

class enum.ReprEnum

`ReprEnum` uses the *repr()* of *Enum*, but the *str()* of the mixed-in data type:

- `int.__str__()` for *IntEnum* and *IntFlag*
- `str.__str__()` for *StrEnum*

`ReprEnum` を継承することで、*Enum* デフォルトの *str()* を使用する代わりに、mix-in されたデータ型の *str()* / *format()* を使用します。

Added in version 3.11.

class enum.EnumCheck

EnumCheck には *verify()* デコレータやさまざまな制約を保証するために使用されるオプションが含まれています。制約に違反すると *ValueError* が発生します。

UNIQUE

それぞれの値が 1 つの名前しか持たないことを確認します:

```
>>> from enum import Enum, verify, UNIQUE
>>> @verify(UNIQUE)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
... class Color(Enum):
...     RED = 1
...     GREEN = 2
...     BLUE = 3
...     CRIMSON = 1
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: aliases found in <enum 'Color'>: CRIMSON -> RED
```

CONTINUOUS

最小値のメンバーと最大値のメンバーの間に欠損値がないことを確認します:

```
>>> from enum import Enum, verify, CONTINUOUS
>>> @verify(CONTINUOUS)
... class Color(Enum):
...     RED = 1
...     GREEN = 2
...     BLUE = 5
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: invalid enum 'Color': missing values 3, 4
```

NAMED_FLAGS

任意のフラググループ/マスクが、名前付きフラグのみを含むことを確認します -- 値を指定するのではなく、*auto()* によって生成される場合に便利です:

```
>>> from enum import Flag, verify, NAMED_FLAGS
>>> @verify(NAMED_FLAGS)
... class Color(Flag):
...     RED = 1
...     GREEN = 2
...     BLUE = 4
...     WHITE = 15
...     NEON = 31
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: invalid Flag 'Color': aliases WHITE and NEON are missing combined values of␣
↪0x18 [use enum.show_flag_values(value) for details]
```

注釈: CONTINUOUS と NAMED_FLAGS は整数値のメンバーとともに動作するように設計されています。

Added in version 3.11.

class enum.FlagBoundary

FlagBoundary controls how out-of-range values are handled in *Flag* and its subclasses.

STRICT

範囲外の値は *ValueError* を送出します。これは *Flag* のデフォルトです:

```
>>> from enum import Flag, STRICT, auto
>>> class StrictFlag(Flag, boundary=STRICT):
...     RED = auto()
...     GREEN = auto()
...     BLUE = auto()
...
>>> StrictFlag(2**2 + 2**4)
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: <flag 'StrictFlag'> invalid value 20
    given 0b0 10100
  allowed 0b0 00111
```

CONFORM

Out-of-range values have invalid values removed, leaving a valid *Flag* value:

```
>>> from enum import Flag, CONFORM, auto
>>> class ConformFlag(Flag, boundary=CONFORM):
...     RED = auto()
...     GREEN = auto()
...     BLUE = auto()
...
>>> ConformFlag(2**2 + 2**4)
<ConformFlag.BLUE: 4>
```

EJECT

Out-of-range values lose their *Flag* membership and revert to *int*.

```
>>> from enum import Flag, EJECT, auto
>>> class EjectFlag(Flag, boundary=EJECT):
...     RED = auto()
...     GREEN = auto()
...     BLUE = auto()
...
>>> EjectFlag(2**2 + 2**4)
20
```

KEEP

Out-of-range values are kept, and the *Flag* membership is kept. This is the default for *IntFlag*:

```
>>> from enum import Flag, KEEP, auto
>>> class KeepFlag(Flag, boundary=KEEP):
...     RED = auto()
...     GREEN = auto()
...     BLUE = auto()
...
>>> KeepFlag(2**2 + 2**4)
<KeepFlag.BLUE|16: 20>
```

Added in version 3.11.

__dunder__ 名のサポート

__members__ は読み込み専用の、member_name:member を要素とする順序付きマッピングです。これはクラスでのみ利用可能です。

__new__(), if specified, must create and return the enum members; it is also a very good idea to set the member's _value_ appropriately. Once all the members are created it is no longer used.

sunder 名のサポート

- *_add_alias_()* -- adds a new name as an alias to an existing member.
- *_add_value_alias_()* -- adds a new value as an alias to an existing member.
- *_name_* -- name of the member
- *_value_* -- value of the member; can be set in __new__
- *_missing_()* -- a lookup function used when a value is not found; may be overridden
- *_ignore_* -- a list of names, either as a *list* or a *str*, that will not be transformed into members, and will be removed from the final class
- *_order_* -- no longer used, kept for backward compatibility (class attribute, removed during class creation)
- *_generate_next_value_()* -- used to get an appropriate value for an enum member; may be overridden

---

注釈: For standard *Enum* classes the next value chosen is the highest value seen incremented by one.

For *Flag* classes the next value chosen will be the next highest power-of-two.

- While `_sunder_` names are generally reserved for the further development of the *Enum* class and can not be used, some are explicitly allowed:
  - `_repr_*` (e.g. `_repr_html_`), as used in IPython's rich display

Added in version 3.6: `_missing_`, `_order_`, `_generate_next_value_`

Added in version 3.7: `_ignore_`

Added in version 3.13: `_add_alias_`, `_add_value_alias_`, `_repr_*`

8.14.3 ユーティリティとデコレータ

class enum.auto

auto can be used in place of a value. If used, the *Enum* machinery will call an *Enum*'s *_generate_next_value_()* to get an appropriate value. For *Enum* and *IntEnum* that appropriate value will be the last value plus one; for *Flag* and *IntFlag* it will be the first power-of-two greater than the highest value; for *StrEnum* it will be the lower-cased version of the member's name. Care must be taken if mixing *auto()* with manually specified values.

auto インスタンスは、代入のトップレベルでのみ解決されます。

- `FIRST = auto()` は動作します（auto() は 1 に置き換えられます）
- `SECOND = auto(), -2` は動作します（auto は 2 に置き換えられるため、SECOND 列挙型のメンバーには `2, -2` が使用されます）
- `THREE = [auto(), -3]` は動作 **しません**（enum メンバー THREE の作成に `<auto instance>, -3` が使用されます）

バージョン 3.11.1 で変更: 以前のバージョンでは、`auto()` は、代入行に他のものがあると正しく動作しませんでした。

`_generate_next_value_` は、*auto* が使用する値をカスタマイズするためにオーバーライドすることができる。

注釈: 3.13 では、デフォルトの `_generate_next_value_` は常に最も高いメンバーの値に 1 を加えたものを返し、メンバーのいずれかが比較できない型である場合には失敗します。

@enum.property

A decorator similar to the built-in *property*, but specifically for enumerations. It allows member attributes to have the same names as members themselves.

注釈: the *property* and the member must be defined in separate classes; for example, the *value* and *name* attributes are defined in the *Enum* class, and *Enum* subclasses can define members with the names `value` and `name`.

Added in version 3.11.

@enum.unique

列挙型専用の `class` デコレーターです。列挙型の *__members__* に別名がないかどうか検索します; 見つかった場合、*ValueError* が詳細情報とともに送出されます:

```
>>> from enum import Enum, unique
>>> @unique
... class Mistake(Enum):
...     ONE = 1
...     TWO = 2
...     THREE = 3
...     FOUR = 3
...
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: duplicate values found in <enum 'Mistake'>: FOUR -> THREE
```

@enum.verify

列挙型専用の `class` デコレーターです。対象の列挙型に対してチェックを行う制約の指定には *EnumCheck* のメンバーが使用されます。

Added in version 3.11.

@enum.member

列挙型で使用するデコレータ: 対象は列挙型のメンバー になります。

Added in version 3.11.

@enum.nonmember

列挙型で使用するデコレータ: 対象は列挙型のメンバー になりません。

Added in version 3.11.

@enum.global_enum

A decorator to change the *str()* and *repr()* of an enum to show its members as belonging to the module instead of its class. Should only be used when the enum members are exported to the module global namespace (see *re.RegexFlag* for an example).

Added in version 3.11.

enum.**show_flag_values**(*value*)

フラグの *value* に含まれる全ての 2 の累乗の整数のリストを返します。

Added in version 3.11.

8.14.4 注釈

IntEnum 、*StrEnum* 、*IntFlag*

これらの 3 つの列挙型は、既存の整数ベースおよび文字列ベースの値の代替として設計されています。そのため、追加の制限があります:

- `__str__` は、列挙型のメンバーの名前ではなく値を使用します
- `__format__` は `__str__` を使用するため、列挙型のメンバーの名前ではなく値を使用します

もし、そのような制限が必要でない/望まない場合は、`int` または `str` タイプを継承して、カスタムの基底クラスを作成することができます:

```
>>> from enum import Enum
>>> class MyIntEnum(int, Enum):
...     pass
```

または列挙型の中で適切な *str()* などを再代入することもできます:

```
>>> from enum import Enum, IntEnum
>>> class MyIntEnum(IntEnum):
...     __str__ = Enum.__str__
```

8.15 graphlib --- グラフ構造を操作する機能

ソースコード: Lib/graphlib.py

---

class graphlib.**TopologicalSorter**(*graph=None*)

ハッシュ可能 な頂点のグラフをトポロジカルソートする機能を提供します。

トポロジカル順序はグラフの頂点の線形順序で、頂点 u から 頂点 v への有向辺 u-> v 全てについて、頂点 u が頂点 v よりも前にくるような順序です。例えば、グラフの頂点が実行するタスクを表し、その辺があるタスクが別のタスクよりも前に実行されなければならないという制約を表す場合、トポロジカル順序は制約を満たすタスクの実行順序のシーケンスになります。トポロジカル順序が得られるのは、グラフが有向閉路を持たない、つまり有向非巡回グラフである場合でかつその時に限ります。

もしオプションの *graph* 引数が与えられた場合、その値は有向非巡回グラフを表す辞書でなければならず、辞書はそのキーがノードで、その値はキーのノードの先行ノードのイテラブルとなります（言い換えると、辞書の値はそのキーのノードを指す辺を持つノードのイテラブルです）辺 *add()* メソッドを使うことで、さらにノードを追加することができます。

一般的に、与えられたグラフのソートの実行に必要なステップは以下のようになります:

- *TopologicalSorter* のインスタンスをオプションの初期グラフで生成します。
- さらにノードをグラフに追加します。
- *prepare()* をグラフ上で呼び出します。
- *is_active()* が True の間、*get_ready()* によって返されたノード群をイテレートし、それらを処理します。ノードの処理が終わる都度、*done()* を呼び出します。

すぐにグラフのノードをソートした結果が必要で、並行性が不要な場合、便利なメソッド *TopologicalSorter.static_order()* を直接呼び出すことができます:

```
>>> graph = {"D": {"B", "C"}, "C": {"A"}, "B": {"A"}}
>>> ts = TopologicalSorter(graph)
>>> tuple(ts.static_order())
('A', 'C', 'B', 'D')
```

このクラスは、簡単に準備が整ったノードの並列処理を行えるよう設計されています。例えば:

```
topological_sorter = TopologicalSorter()

# Add nodes to 'topological_sorter'...

topological_sorter.prepare()
while topological_sorter.is_active():
    for node in topological_sorter.get_ready():
        # Worker threads or processes take nodes to work on off the
        # 'task_queue' queue.
        task_queue.put(node)

    # When the work for a node is done, workers put the node in
    # 'finalized_tasks_queue' so we can get more nodes to work on.
    # The definition of 'is_active()' guarantees that, at this point, at
    # least one node has been placed on 'task_queue' that hasn't yet
    # been passed to 'done()', so this blocking 'get()' must (eventually)
    # succeed.  After calling 'done()', we loop back to call 'get_ready()'
    # again, so put newly freed nodes on 'task_queue' as soon as
    # logically possible.
    node = finalized_tasks_queue.get()
    topological_sorter.done(node)
```

add(*node*, **predecessors*)

新しいノードとその先行ノードをグラフに追加します。*node* と *predecessors* のすべての要素は **ハッシュ可能** でなければなりません。

同じ node 引数で複数回呼び出した場合、依存関係の集合は、それまでに指定した依存関係の和集合になります。

It is possible to add a node with no dependencies (*predecessors* is not provided) or to provide a dependency twice. If a node that has not been provided before is included among *predecessors* it will be automatically added to the graph with no predecessors of its own.

prepare() を呼び出した後にこのメソッドを呼び出すと、*ValueError* を送出します。

prepare()

Mark the graph as finished and check for cycles in the graph. If any cycle is detected, *CycleError* will be raised, but *get_ready()* can still be used to obtain as many nodes as possible until cycles block more progress. After a call to this function, the graph cannot be modified, and therefore no more nodes can be added using *add()*.

is_active()

Returns `True` if more progress can be made and `False` otherwise. Progress can be made if cycles do not block the resolution and either there are still nodes ready that haven't yet been returned by *TopologicalSorter.get_ready()* or the number of nodes marked *TopologicalSorter.done()* is less than the number that have been returned by *TopologicalSorter.get_ready()*.

The `__bool__()` method of this class defers to this function, so instead of:

```
if ts.is_active():
    ...
```

このように簡単に記述できます:

```
if ts:
    ...
```

前もって *prepare()* を呼び出さずにこの関数を呼び出すと *ValueError* を送出します。

done(**nodes*)

Marks a set of nodes returned by *TopologicalSorter.get_ready()* as processed, unblocking any successor of each node in *nodes* for being returned in the future by a call to *TopologicalSorter.get_ready()*.

Raises *ValueError* if any node in *nodes* has already been marked as processed by a previous call to this method or if a node was not added to the graph by using *TopologicalSorter.add()*, if called without calling *prepare()* or if node has not yet been returned by *get_ready()*.

get_ready()

Returns a **tuple** with all the nodes that are ready. Initially it returns all nodes with no predecessors, and once those are marked as processed by calling *TopologicalSorter.done()*, further calls will return all new nodes that have all their predecessors already processed. Once no more progress can be made, empty tuples are returned.

前もって *prepare()* を呼び出さずにこの関数を呼び出すと *ValueError* を送出します。

static_order()

Returns an iterator object which will iterate over nodes in a topological order. When using this method, *prepare()* and *done()* should not be called. This method is equivalent to:

```
def static_order(self):
    self.prepare()
    while self.is_active():
        node_group = self.get_ready()
        yield from node_group
        self.done(*node_group)
```

The particular order that is returned may depend on the specific order in which the items were inserted in the graph. For example:

```
>>> ts = TopologicalSorter()
>>> ts.add(3, 2, 1)
>>> ts.add(1, 0)
>>> print([*ts.static_order()])
[2, 0, 1, 3]

>>> ts2 = TopologicalSorter()
>>> ts2.add(1, 0)
>>> ts2.add(3, 2, 1)
>>> print([*ts2.static_order()])
[0, 2, 1, 3]
```

This is due to the fact that ”0” and ”2” are in the same level in the graph (they would have been returned in the same call to *get_ready()*) and the order between them is determined by the order of insertion.

If any cycle is detected, *CycleError* will be raised.

Added in version 3.9.

8.15.1 例外

graphlib モジュールは以下の例外クラスを定義します:

exception graphlib.**CycleError**

Subclass of *ValueError* raised by *TopologicalSorter.prepare()* if cycles exist in the working graph. If multiple cycles exist, only one undefined choice among them will be reported and included in the exception.

The detected cycle can be accessed via the second element in the *args* attribute of the exception instance and consists in a list of nodes, such that each node is, in the graph, an immediate predecessor of the next node in the list. In the reported list, the first and the last node will be the same, to make it clear that it is cyclic.

第

NINE

数値と数学モジュール

この章で記述されているモジュールは、数値に関するあるいは数学関係の関数とデータ型を提供します。*numbers* モジュールは、数値の型の抽象的な階層を定義します。*math* と *cmath* モジュールは、浮動小数点数と複素数のための様々な数学関数を含んでいます。*decimal* モジュールは、任意精度の計算を使用して、10 進数の正確な表現をサポートします。

この章では以下のモジュールが記述されています:

9.1 numbers --- 数の抽象基底クラス

ソースコード: Lib/numbers.py

The `numbers` module (**PEP 3141**) defines a hierarchy of numeric *abstract base classes* which progressively define more operations. None of the types defined in this module are intended to be instantiated.

class numbers.Number

数の階層の根。引数 x が、種類は何であれ、数であるということだけチェックしたい場合、`isinstance(x, Number)` が使えます。

9.1.1 数値塔

class numbers.Complex

この型のサブクラスは複素数を表し、組み込みの *complex* 型を受け付ける演算を含みます。それらは: *complex* および *bool* への変換、*real*, *imag*, `+`, `-`, `*`, `/`, `**`, *abs()*, *conjugate()*, `==`, `!=` です。`-` と `!=` 以外の全てのものは抽象メソッドや抽象プロパティです。

real

抽象プロパティ。この数の実部を取り出します。

imag

抽象プロパティ。この数の虚部を取り出します。

abstractmethod conjugate()

抽象プロパティ。複素共役を返します。たとえば、`(1+3j).conjugate() == (1-3j)` です。

class numbers.Real

To *Complex*, `Real` adds the operations that work on real numbers.

簡潔に言うとそれらは: *float* への変換, *math.trunc()*, *round()*, *math.floor()*, *math.ceil()*, *divmod()*, `//`, `%`, `<`, `<=`, `>` および `>=` です。

Real はまた *complex()*, *real*, *imag* および *conjugate()* のデフォルトを提供します。

class numbers.Rational

Real をサブタイプ化し *numerator* と *denominator* のプロパティを加えたものです。これは *float()* のデフォルトも提供します。

The *numerator* and *denominator* values should be instances of *Integral* and should be in lowest terms with *denominator* positive.

numerator

抽象プロパティ。

denominator

抽象プロパティ。

class numbers.Integral

Rational をサブタイプ化し *int* への変換が加わります。*float()*, *numerator*, *denominator* のデフォルトを提供します。法 (訳注: 割る数、除数のこと) を持つ *pow()* に対する抽象メソッドと、ビット列演算 `<<`, `>>`, `&`, `^`, `|`, `~` を追加します。

9.1.2 Notes for type implementers

Implementers should be careful to make equal numbers equal and hash them to the same values. This may be subtle if there are two different extensions of the real numbers. For example, *fractions.Fraction* implements *hash()* as follows:

```
def __hash__(self):
    if self.denominator == 1:
        # Get integers right.
        return hash(self.numerator)
    # Expensive check, but definitely correct.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    if self == float(self):
        return hash(float(self))
    else:
        # Use tuple's hash to avoid a high collision rate on
        # simple fractions.
        return hash((self.numerator, self.denominator))
```

さらに数の ABC を追加する

数に対する ABC が他にも多く存在しうることは、言うまでもありません。それらの ABC を階層に追加する可能性が閉ざされるとしたら、その階層は貧相な階層でしかありません。たとえば、MyFoo を *Complex* と *Real* の間に付け加えるには、次のようにします:

```
class MyFoo(Complex): ...
MyFoo.register(Real)
```

算術演算の実装

We want to implement the arithmetic operations so that mixed-mode operations either call an implementation whose author knew about the types of both arguments, or convert both to the nearest built in type and do the operation there. For subtypes of *Integral*, this means that `__add__()` and `__radd__()` should be defined as:

```
class MyIntegral(Integral):

    def __add__(self, other):
        if isinstance(other, MyIntegral):
            return do_my_adding_stuff(self, other)
        elif isinstance(other, OtherTypeIKnowAbout):
            return do_my_other_adding_stuff(self, other)
        else:
            return NotImplemented

    def __radd__(self, other):
        if isinstance(other, MyIntegral):
            return do_my_adding_stuff(other, self)
        elif isinstance(other, OtherTypeIKnowAbout):
            return do_my_other_adding_stuff(other, self)
        elif isinstance(other, Integral):
            return int(other) + int(self)
        elif isinstance(other, Real):
            return float(other) + float(self)
        elif isinstance(other, Complex):
            return complex(other) + complex(self)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        else:
            return NotImplemented
```

ここには 5 つの異なる *Complex* のサブクラス間の混在型の演算があります。上のコードの中で MyIntegral と OtherTypeIKnowAbout に触れない部分を " ボイラープレート" と呼ぶことにしましょう。a を *Complex* のサブタイプである A のインスタンス (a : A <: Complex)、同様に b : B <: Complex として、a + b を考えます:

1. If A defines an __add__() which accepts b, all is well.
2. If A falls back to the boilerplate code, and it were to return a value from __add__(), we'd miss the possibility that B defines a more intelligent __radd__(), so the boilerplate should return *NotImplemented* from __add__(). (Or A may not implement __add__() at all.)
3. Then B's __radd__() gets a chance. If it accepts a, all is well.
4. ここでボイラープレートに落ち込むならば、もう他に試すべきメソッドはありませんので、デフォルト実装の出番です。
5. もし B <: A ならば、Python は A.__add__ の前に B.__radd__ を試します。これで良い理由は、A についての知識を持って実装しており、*Complex* に委ねる前にこれらのインスタンスを扱えるはずだからです。

If A <: Complex and B <: Real without sharing any other knowledge, then the appropriate shared operation is the one involving the built in *complex*, and both __radd__() s land there, so a+b == b+a.

ほとんどの演算はどのような型についても非常に良く似ていますので、与えられた演算子について順結合 (forward) および逆結合 (reverse) のメソッドを生成する支援関数を定義することは役に立ちます。たとえば、*fractions.Fraction* では次のようなものを利用しています:

```
def _operator_fallbacks(monomorphic_operator, fallback_operator):
    def forward(a, b):
        if isinstance(b, (int, Fraction)):
            return monomorphic_operator(a, b)
        elif isinstance(b, float):
            return fallback_operator(float(a), b)
        elif isinstance(b, complex):
            return fallback_operator(complex(a), b)
        else:
            return NotImplemented
    forward.__name__ = '__' + fallback_operator.__name__ + '__'
    forward.__doc__ = monomorphic_operator.__doc__

    def reverse(b, a):
        if isinstance(a, Rational):
            # Includes ints.
            return monomorphic_operator(a, b)
        elif isinstance(a, Real):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            return fallback_operator(float(a), float(b))
        elif isinstance(a, Complex):
            return fallback_operator(complex(a), complex(b))
        else:
            return NotImplemented
    reverse.__name__ = '__r' + fallback_operator.__name__ + '__'
    reverse.__doc__ = monomorphic_operator.__doc__

    return forward, reverse

def _add(a, b):
    """a + b"""
    return Fraction(a.numerator * b.denominator +
                    b.numerator * a.denominator,
                    a.denominator * b.denominator)

__add__, __radd__ = _operator_fallbacks(_add, operator.add)

# ...
```

9.2 math --- 数学関数

このモジュールは、C 標準で定義された数学関数へのアクセスを提供します。

これらの関数で複素数を使うことはできません。複素数に対応する必要があるならば、*cmath* モジュールにある同じ名前の関数を使ってください。ほとんどのユーザーは複素数を理解するのに必要なだけの数学を勉強したくないので、複素数に対応した関数と対応していない関数の区別がされています。これらの関数では複素数が利用できないため、引数に複素数を渡されると、複素数の結果が返るのではなく例外が発生します。その結果、どういった理由で例外が送出されたかに早い段階で気づく事ができます。

このモジュールでは次の関数を提供しています。明示的な注記のない限り、戻り値は全て浮動小数点数になります。

9.2.1 数論および数表現の関数

math.ceil(*x*)

x の「天井」(*x* 以上の最小の整数) を返します。*x* が浮動小数点数でなければ、内部的に `x.__ceil__` が実行され、*Integral* 値が返されます。

math.comb(*n*, *k*)

n 個の中から *k* 個を重複無く順序をつけずに選ぶ方法の数を返します。

k <= n のとき n! / (k! * (n - k)!) と評価し、k > n のとき 0 と評価します。

これは (1 + x) ** n の多項式展開における第 k 項の係数と等しいので、二項係数とも呼ばれます。

いずれかの引数が整数でないなら *TypeError* を送出します。いずれかの引数が負であれば *ValueError* を送出します。

Added in version 3.8.

math.copysign(*x*, *y*)

x の大きさ (絶対値) で *y* と同じ符号の浮動小数点数を返します。符号付きのゼロをサポートしているプラットフォームでは、copysign(1.0, -0.0) は *-1.0* を返します。

math.fabs(*x*)

x の絶対値を返します。

math.factorial(*n*)

n の階乗を整数で返します。*n* が整数でないか、負の数の場合は、*ValueError* を送出します。

バージョン 3.10 で変更: Floats with integral values (like 5.0) are no longer accepted.

math.floor(*x*)

x の「床」(*x* 以下の最大の整数) を返します。*x* が浮動小数点数でなければ、内部的に x.__floor__ が実行され、*Integral* 値が返されます。

math.fma(*x*, *y*, *z*)

Fused multiply-add operation. Return (x * y) + z, computed as though with infinite precision and range followed by a single round to the float format. This operation often provides better accuracy than the direct expression (x * y) + z.

This function follows the specification of the fusedMultiplyAdd operation described in the IEEE 754 standard. The standard leaves one case implementation-defined, namely the result of fma(0, inf, nan) and fma(inf, 0, nan). In these cases, math.fma returns a NaN, and does not raise any exception.

Added in version 3.13.

math.fmod(*x*, *y*)

プラットフォームの C ライブラリで定義されている fmod(x, y) を返します。Python の x % y という式は必ずしも同じ結果を返さないということに注意してください。C 標準の要求では、fmod(x, y) は厳密に (数学的に、つまり無限の精度で) x - n*y と等価であるよう求めています。*n* は結果が *x* と同じ符号と abs(y) より小さい絶対値を持つようなある整数です。Python の x % y は、*y* と同じ符号の結果を返し、浮動小数点の引数に対して厳密な解を出せないことがあります。例えば、fmod(-1e-100, 1e100) は -1e-100 ですが、Python の -1e-100 % 1e100 は 1e100-1e-100 になり、浮動小数点型で厳密に表現で

きず、ややこしいことに 1e100 に丸められます。このため、一般には浮動小数点の場合には関数 *fmod()* 、整数の場合には x % y を使う方がよいでしょう。

math.frexp(*x*)

x の仮数と指数を (m, e) のペアとして返します。*m* は float 型で、*e* は厳密に x == m * 2**e であるような整数型です。*x* がゼロの場合は、(0.0, 0) を返し、それ以外の場合は、0.5 <= abs(m) < 1 です。これは浮動小数点型の内部表現を可搬性を保ったまま " 分解 (pick apart)" するために使われます。

math.fsum(*iterable*)

Return an accurate floating point sum of values in the iterable. Avoids loss of precision by tracking multiple intermediate partial sums.

アルゴリズムの正確性は、IEEE-754 演算の保証と、丸めモードが偶数丸め (half-even) である典型的な場合に依存します。Windows 以外のいくつかのビルドでは、下層の C ライブラリが拡張精度の加算を行い、時々計算途中の和を double 型へ丸めてしまうため、最下位ビットが消失することがあります。

For further discussion and two alternative approaches, see the ASPN cookbook recipes for accurate floating point summation.

math.gcd(**integers*)

指定された整数引数の最大公約数を返します。0 でない引数があれば、返される値は全ての引数の約数である最大の正の整数です。全ての引数が 0 なら、返される値は 0 です。引数の無い gcd() は 0 を返します。

Added in version 3.5.

バージョン 3.9 で変更: 任意の数の引数のサポートが追加されました。以前は、二つの引数のみがサポートされていました。

math.isclose(*a*, *b*, *, *rel_tol=1e-09*, *abs_tol=0.0*)

値 *a* と *b* が互いに近い場合 True を、そうでない場合は False を返します。

2 値が近いと見なされるかどうかは与えられた絶対または相対許容差により決定されます。

rel_tol は相対許容差、すなわち *a* と *b* の絶対値の大きい方に対する *a* と *b* の許容される最大の差です。例えば許容差を 5% に設定する場合 rel_tol=0.05 を渡します。デフォルトの許容差は 1e-09 で、2 値が 9 桁同じことを保証します。*rel_tol* は 0 より大きくなければなりません。

abs_tol は最小の絶対許容差です。0 に近い値を比較するのに有用です。*abs_tol* は 0 以上でなければなりません。

エラーが起こらなければ結果は abs(a-b) <= max(rel_tol * max(abs(a), abs(b)), abs_tol) です。

IEEE 754 特殊値 NaN、inf、-inf は IEEE の規則に従って処理されます。具体的には、NaN は自身を含めたあらゆる値に近いとは見なされません。inf と -inf は自身とのみ近いと見なされます。

Added in version 3.5.

参考:

PEP 485 -- A function for testing approximate equality

`math.isfinite(`*x*`)`

x が無限でも NaN でもない場合に `True` を返します。それ以外の時には `False` を返します。(注意: `0.0` は有限数と扱われます。)

Added in version 3.2.

`math.isinf(`*x*`)`

x が正ないし負の無限数ならば `True` を返します。それ以外の時には `False` を返します。

`math.isnan(`*x*`)`

x が NaN (not a number、非数) の時に `True` を返します。それ以外の場合には `False` を返します。

`math.isqrt(`*n*`)`

非負整数 *n* の整数平方根を返します。これは *n* の正確な平方根の床であり、$a^2 \leq n$ を満たす最大の整数 *a* と等価です。

少し応用すれば、$n \leq a^2$ を満たす最小の整数 *a* 、言い換えれば *n* の正確な平方根の天井を効率的に得られます。正の *n* に対して、これは `a = 1 + isqrt(n - 1)` を使って計算できます。

Added in version 3.8.

`math.lcm(`**integers*`)`

指定された整数引数の最小公倍数を返します。全ての引数が 0 でなければ、返される値は全ての引数の倍数である最小の正の整数です。引数に 0 があれば、返される値は `0` です。引数の無い `lcm()` は `1` を返します。

Added in version 3.9.

`math.ldexp(`*x*, *i*`)`

`x * (2**i)` を返します。これは本質的に *`frexp()`* の逆関数です。

`math.modf(`*x*`)`

x の小数部分と整数部分を返します。両方の結果は *x* の符号を受け継ぎます。整数部は float 型で返されます。

`math.nextafter(`*x*, *y*, *steps=1*`)`

Return the floating-point value *steps* steps after *x* towards *y*.

If *x* is equal to *y*, return *y*, unless *steps* is zero.

例:

- `math.nextafter(x, math.inf)` goes up: towards positive infinity.

- `math.nextafter(x, -math.inf)` goes down: towards minus infinity.
- `math.nextafter(x, 0.0)` は 0 に近づきます。
- `math.nextafter(x, math.copysign(math.inf, x))` は 0 から遠ざかります。

math.ulp() を参照してください。

Added in version 3.9.

バージョン 3.12 で変更: Added the *steps* argument.

`math.perm`(*n*, *k=None*)

n 個の中から *k* 個を重複無く順序をつけて選ぶ方法の数を返します。

`k <= n` のとき `n! / (n - k)!` と評価し、`k > n` のとき 0 と評価します。

If *k* is not specified or is `None`, then *k* defaults to *n* and the function returns `n!`.

いずれかの引数が整数でないなら *TypeError* を送出します。いずれかの引数が負であれば *ValueError* を送出します。

Added in version 3.8.

`math.prod`(*iterable*, *, *start=1*)

入力 *iterable* の全ての要素の積を計算します。積のデフォルト *start* 値は `1` です。

イテラブルが空のとき、初期値を返します。この関数は特に数値に使うことを意図されており、非数値を受け付けないことがあります。

Added in version 3.8.

`math.remainder`(*x*, *y*)

IEEE 754 標準方式の *x* を *y* で割った剰余を返します。有限な *x* と有限な *y* では、分数 `x / y` の厳密な値に最も近い整数を `n` として、`x - n*y` がこの返り値となります。`x / y` が隣り合う 2 つの整数のちょうど真ん中だった場合は、最も近い **偶数** が `n` として使われます。従って、剰余 `r = remainder(x, y)` は常に `abs(r) <= 0.5 * abs(y)` を満たします。

特殊なケースについては IEEE 754 に従います: 任意の有限な *x* に対する `remainder(x, math.inf)`、および任意の非 NaN の *x* に対する `remainder(x, 0)` と `remainder(math.inf, x)` は *ValueError* を送出します。剰余演算の結果がゼロの場合、そのゼロは *x* と同じ符号を持ちます。

IEEE 754 の二進浮動小数点数を使用しているプラットフォームでは、この演算の結果は常に厳密に表現可能です。丸め誤差は発生しません。

Added in version 3.7.

math.**sumprod**(*p*, *q*)

Return the sum of products of values from two iterables *p* and *q*.

Raises *ValueError* if the inputs do not have the same length.

およそ次と等価です:

```
sum(itertools.starmap(operator.mul, zip(p, q, strict=True)))
```

For float and mixed int/float inputs, the intermediate products and sums are computed with extended precision.

Added in version 3.12.

math.**trunc**(*x*)

x の小数部を取り除き、残った整数部を返します。これは 0 に向かって丸められます: `trunc()` は正の *x* に対しては *floor()* に等しく、負の *x* に対しては *ceil()* に等しいです。*x* が浮動小数点数でなければ、内部的に `x.__trunc__` が実行され、*Integral* 値が返されます。

math.**ulp**(*x*)

浮動小数点数 *x* の最下位ビットの値を返します:

- *x* が NaN (非数) なら、*x* を返します。
- *x* が負なら、`ulp(-x)` を返します。
- *x* が正の無限大なら、*x* を返します。
- *x* が 0 に等しければ、(最小の正の **正規化** 浮動小数点数 *sys.float_info.min* よりも小さい) 最小の正の表現可能な **非正規化** 浮動小数点数を返します。
- *x* が表現可能な最大の正の浮動小数点数に等しいなら、*x* より小さい最初の浮動小数点数が `x - ulp(x)` であるような、*x* の最下位ビットの値を返します。
- それ以外 (*x* が正の有限な数) なら、*x* より大きい最初の浮動小数点数が `x + ulp(x)` であるような、*x* の最下位ビットの値を返します。

ULP は "Unit in the Last Place" の略です。

math.nextafter() および *sys.float_info.epsilon* も参照してください。

Added in version 3.9.

frexp() と *modf()* は C のものとは異なった呼び出し/返しパターンを持っていることに注意してください。引数を 1 つだけ受け取り、1 組のペアになった値を返すので、2 つ目の戻り値を '出力用の引数' 経由で返したりはしません (Python には出力用の引数はありません)。

ceil() 、*floor()* 、および *modf()* 関数については、非常に大きな浮動小数点数が **全て** 整数そのものになるということに注意してください。通常、Python の浮動小数点型は 53 ビット以上の精度をもたない (プラットフォームにおける C double 型と同じ) ので、結果的に `abs(x) >= 2**52` であるような浮動小数点型 x は小数部分を持たなくなるのです。

9.2.2 指数関数と対数関数

math.cbrt(x)

x の立方根を返します。

Added in version 3.11.

math.exp(x)

$e = 2.718281...$ を自然対数の底として、e の x 乗を返します。この値は、通常は `math.e ** x` や `pow(math.e, x)` よりも精度が高いです。

math.exp2(x)

2 の x 乗を返します。

Added in version 3.11.

math.expm1(x)

Return e raised to the power x, minus 1. Here e is the base of natural logarithms. For small floats x, the subtraction in `exp(x) - 1` can result in a significant loss of precision; the *expm1()* function provides a way to compute this quantity to full precision:

```
>>> from math import exp, expm1
>>> exp(1e-5) - 1  # gives result accurate to 11 places
1.0000050000069649e-05
>>> expm1(1e-5)    # result accurate to full precision
1.0000050000166668e-05
```

Added in version 3.2.

math.log(x[, *base*])

引数が 1 つの場合、x の (e を底とする) 自然対数を返します。

引数が 2 つの場合、`log(x)/log(base)` として求められる *base* を底とした x の対数を返します。

math.log1p(x)

1+x の自然対数 (つまり底 e の対数) を返します。結果はゼロに近い x に対して正確になるような方法で計算されます。

math.log2(*x*)

2 を底とする *x* の対数を返します。この関数は、一般に log(x, 2) よりも正確な値を返します。

Added in version 3.3.

参考:

int.bit_length() は、その整数を二進法で表すのに何ビット必要かを返す関数です。符号と先頭のゼロは無視されます。

math.log10(*x*)

x の 10 を底とした対数 (常用対数) を返します。この関数は通常、log(x, 10) よりも高精度です。

math.pow(*x*, *y*)

x の y 乗を返します。例外的な場合については、IEEE 754 標準に可能な限り従います。特に、pow(1.0, x) と pow(x, 0.0) は、たとえ x が零や NaN でも、常に 1.0 を返します。もし x と y の両方が有限の値で、x が負、y が整数でない場合、pow(x, y) は未定義で、*ValueError* を送出します。

組み込みの ** 演算子と違って、*math.pow()* は両方の引数を *float* 型に変換します。正確な整数の冪乗を計算するには ** もしくは組み込みの *pow()* 関数を使ってください。

バージョン 3.11 で変更: IEEE 754 との一貫性のため、特殊な例である pow(0.0, -inf) および pow(-0.0, -inf) は *ValueError* を送出する代わりに inf を返すように変更されました。

math.sqrt(*x*)

x の平方根を返します。

9.2.3 三角関数

math.acos(*x*)

x の逆余弦を、ラジアンで返します。結果は 0 と pi の間です。

math.asin(*x*)

x の逆正弦を、ラジアンで返します。結果は -pi/2 と pi/2 の間です。

math.atan(*x*)

x の逆正接を、ラジアンで返します。結果は -pi/2 と pi/2 の間です。

math.atan2(*y*, *x*)

atan(y / x) を、ラジアンで返します。戻り値は -pi から pi の間になります。この角度は、極座標平面において原点から (x, y) へのベクトルが X 軸の正の方向となす角です。*atan2()* のポイントは、両方の入力の符号が既知であるために、位相角の正しい象限を計算できることにあります。例えば、atan(1) と atan2(1, 1) はいずれも pi/4 ですが、atan2(-1, -1) は -3*pi/4 になります。

math.**cos**(*x*)

x ラジアンの余弦を返します。

math.**dist**(*p*, *q*)

それぞれ座標のシーケンス (またはイテラブル) として与えられる点 *p* と *q* の間のユークリッド距離を返します。二点の次元は同じでなければなりません。

およそ次と等価です:

```
sqrt(sum((px - qx) ** 2.0 for px, qx in zip(p, q)))
```

Added in version 3.8.

math.**hypot**(**coordinates*)

ユークリッドノルム `sqrt(sum(x**2 for x in coordinates))` を返します。これは原点から座標で与えられる点までのベクトルの長さです。

二次元の点 `(x, y)` では、これは直角三角形の斜辺をピタゴラスの定理 `sqrt(x*x + y*y)` を用いて計算することと等価です。

バージョン 3.8 で変更: n 次元の点のサポートが追加されました。以前は、二次元の場合しかサポートされていませんでした。

バージョン 3.10 で変更: アルゴリズムの精度を改良し、最大の誤差が 1 ulp (最終桁単位) 未満になりました。より一般的には、結果はほとんどの場合に 1/2 ulp 以内に正しく丸められます。

math.**sin**(*x*)

x ラジアンの正弦を返します。

math.**tan**(*x*)

x ラジアンの正接を返します。

9.2.4 角度変換

math.**degrees**(*x*)

角 *x* をラジアンから度に変換します。

math.**radians**(*x*)

角 *x* を度からラジアンに変換します。

9.2.5 双曲線関数

Hyperbolic functions are analogs of trigonometric functions that are based on hyperbolas instead of circles.

math.acosh(*x*)

x の逆双曲線余弦を返します。

math.asinh(*x*)

x の逆双曲線正弦を返します。

math.atanh(*x*)

x の逆双曲線正接を返します。

math.cosh(*x*)

x の双曲線余弦を返します。

math.sinh(*x*)

x の双曲線正弦を返します。

math.tanh(*x*)

x の双曲線正接を返します。

9.2.6 特殊関数

math.erf(*x*)

x の 誤差関数 を返します。

The *erf()* function can be used to compute traditional statistical functions such as the cumulative standard normal distribution:

```
def phi(x):
    'Cumulative distribution function for the standard normal distribution'
    return (1.0 + erf(x / sqrt(2.0))) / 2.0
```

Added in version 3.2.

math.erfc(*x*)

x の相補誤差関数を返します。相補誤差関数 は `1.0 - erf(x)` と定義されます。この関数は、1 からの引き算が 桁落ち をするような大きな *x* に対し使われます。

Added in version 3.2.

math.gamma(*x*)

x の ガンマ関数 を返します。

Added in version 3.2.

math.lgamma(*x*)

x のガンマ関数の絶対値の自然対数を返します。

Added in version 3.2.

9.2.7 定数

math.pi

利用可能なだけの精度の数学定数 π = 3.141592... (円周率)。

math.e

利用可能なだけの精度の数学定数 *e* = 2.718281... (自然対数の底)。

math.tau

利用可能なだけの精度の数学定数 τ = 6.283185... です。タウは 2π に等しい円定数で、円周と半径の比です。タウについて学ぶには Vi Hart のビデオ Pi is (still) Wrong をチェックして、パイを二倍食べて Tau day を祝い始めましょう！

Added in version 3.6.

math.inf

浮動小数の正の無限大です。(負の無限大には -math.inf を使います。) float('inf') の出力と等価です。

Added in version 3.5.

math.nan

A floating-point "not a number" (NaN) value. Equivalent to the output of float('nan'). Due to the requirements of the IEEE-754 standard, math.nan and float('nan') are not considered to equal to any other numeric value, including themselves. To check whether a number is a NaN, use the *isnan()* function to test for NaNs instead of is or ==. Example:

```
>>> import math
>>> math.nan == math.nan
False
>>> float('nan') == float('nan')
False
>>> math.isnan(math.nan)
True
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> math.isnan(float('nan'))
True
```

Added in version 3.5.

バージョン 3.11 で変更: 常に利用出来るようになりました。

CPython 実装の詳細: *math* モジュールは、ほとんどが実行プラットフォームにおける C 言語の数学ライブラリ関数に対する薄いラッパでできています。例外時の挙動は、適切である限り C99 標準の Annex F に従います。現在の実装では、`sqrt(-1.0)` や `log(0.0)` といった (C99 Annex F で不正な演算やゼロ除算を通知することが推奨されている) 不正な操作に対して *ValueError* を送出し、(例えば `exp(1000.0)` のような) 演算結果がオーバーフローする場合には *OverflowError* を送出します。上記の関数群は、1 つ以上の引数が NaN であった場合を除いて NaN を返しません。引数に NaN が与えられた場合は、殆どの関数は NaN を返しますが、(C99 Annex F に従って) 別の動作をする場合があります。例えば、`pow(float('nan'), 0.0)` や `hypot(float('nan'), float('inf'))` といった場合です。訳注: 例外が発生せずに結果が返ると、計算結果がおかしくなった原因が複素数を渡したためだということに気づくのが遅れる可能性があります。

Python は signaling NaN と quiet NaN を区別せず、signaling NaN に対する挙動は未定義とされていることに注意してください。典型的な挙動は、全ての NaN を quiet NaN として扱うことです。

参考:

cmath **モジュール** これらの多くの関数の複素数版。

9.3 cmath --- 複素数用の数学関数

このモジュールは、複素数を扱う数学関数へのアクセスを提供しています。このモジュール中の関数は整数、浮動小数点数または複素数を引数にとります。また、`__complex__()` または `__float__()` どちらかのメソッドを提供している Python オブジェクトも受け付けます。これらのメソッドはそのオブジェクトを複素数または浮動小数点数に変換するのにそれぞれ使われ、呼び出された関数はそうして変換された結果を利用します。

注釈: For functions involving branch cuts, we have the problem of deciding how to define those functions on the cut itself. Following Kahan's "Branch cuts for complex elementary functions" paper, as well as Annex G of C99 and later C standards, we use the sign of zero to distinguish one side of the branch cut from the other: for a branch cut along (a portion of) the real axis we look at the sign of the imaginary part, while for a branch cut along the imaginary axis we look at the sign of the real part.

For example, the *cmath.sqrt()* function has a branch cut along the negative real axis. An argument of `complex(-2.0, -0.0)` is treated as though it lies *below* the branch cut, and so gives a result on the negative

imaginary axis:

```
>>> cmath.sqrt(complex(-2.0, -0.0))
-1.4142135623730951j
```

But an argument of `complex(-2.0, 0.0)` is treated as though it lies above the branch cut:

```
>>> cmath.sqrt(complex(-2.0, 0.0))
1.4142135623730951j
```

9.3.1 極座標変換

A Python complex number `z` is stored internally using *rectangular* or *Cartesian* coordinates. It is completely determined by its *real part* `z.real` and its *imaginary part* `z.imag`.

極座標 は複素数を表現する別の方法です。極座標では、複素数 *z* は半径 *r* と位相角 *phi* で定義されます。半径 *r* は *z* から原点までの距離です。位相 *phi* は x 軸の正の部分から原点と *z* を結んだ線分までの角度を反時計回りにラジアンで測った値です。

次の関数はネイティブの直交座標を極座標に変換したりその逆を行うのに使えます。

`cmath.phase`(*x*)

x の位相 (*x* の **偏角** とも呼びます) を浮動小数点数で返します。`phase(x)` は `math.atan2(x.imag, x.real)` と同等です。返り値は [-π , π] の範囲にあり、この演算の分枝切断は負の実軸に沿って延びています。結果の符号は `x.imag` がゼロであってさえ `x.imag` の符号と等しくなります:

```
>>> phase(complex(-1.0, 0.0))
3.141592653589793
>>> phase(complex(-1.0, -0.0))
-3.141592653589793
```

注釈: 複素数 *x* のモジュラス (絶対値) は組み込みの *abs()* 関数で計算できます。この演算を行う *cmath* モジュールの関数はありません。

`cmath.polar`(*x*)

x の極座標表現を返します。*x* の半径 *r* と *x* の位相 *phi* の組 `(r, phi)` を返します。`polar(x)` は `(abs(x), phase(x))` に等しいです。

`cmath.rect`(*r*, *phi*)

Return the complex number *x* with polar coordinates *r* and *phi*. Equivalent to `complex(r * math.cos(phi), r * math.sin(phi))`.

9.3.2 指数関数と対数関数

cmath.**exp**(*x*)

e を自然対数の底として、*e* の *x* 乗を返します。

cmath.**log**(*x*[, *base*])

base を底とする *x* の対数を返します。もし *base* が指定されていない場合には、*x* の自然対数を返します。分枝切断を一つもち、0 から負の実数軸に沿って -∞ へと延びています。

cmath.**log10**(*x*)

x の底を 10 とする対数を返します。*log()* と同じ分枝切断を持ちます。

cmath.**sqrt**(*x*)

x の平方根を返します。*log()* と同じ分枝切断を持ちます。

9.3.3 三角関数

cmath.**acos**(*x*)

x の逆余弦を返します。この関数には二つの分枝切断 (branch cut) があります: 一つは 1 から右側に実数軸に沿って∞へと延びています。もう一つは -1 から左側に実数軸に沿って -∞へと延びています。

cmath.**asin**(*x*)

x の逆正弦を返します。*acos()* と同じ分枝切断を持ちます。

cmath.**atan**(*x*)

x の逆正接を返します。二つの分枝切断があります: 一つは 1j から虚数軸に沿って ∞ j へと延びています。もう一つは -1j から虚数軸に沿って -∞ j へと延びています。

cmath.**cos**(*x*)

x の余弦を返します。

cmath.**sin**(*x*)

x の正弦を返します。

cmath.**tan**(*x*)

x の正接を返します。

9.3.4 双曲線関数

cmath.**acosh**(*x*)

x の逆双曲線余弦を返します。分枝切断が一つあり、1 の左側に実数軸に沿って -∞へと延びています。

cmath.**asinh**(*x*)

x の逆双曲線正弦を返します。二つの分枝切断があります: 一つは `1j` から虚数軸に沿って ∞ `j` へと延びています。もう一つは `-1j` から虚数軸に沿って -∞ `j` へと延びています。

cmath.**atanh**(*x*)

x の逆双曲線正接を返します。二つの分枝切断があります: 一つは `1` から実数軸に沿って ∞ へと延びています。もう一つは `-1` から実数軸に沿って -∞ へと延びています。

cmath.**cosh**(*x*)

x の双曲線余弦を返します。

cmath.**sinh**(*x*)

x の双曲線正弦を返します。

cmath.**tanh**(*x*)

x の双曲線正接を返します。

9.3.5 類別関数

cmath.**isfinite**(*x*)

x の実部、虚部ともに有限であれば `True` を返し、それ以外の場合 `False` を返します。

Added in version 3.2.

cmath.**isinf**(*x*)

x の実数部または虚数部が正または負の無限大であれば `True` を、そうでなければ `False` を返します。

cmath.**isnan**(*x*)

x の実部と虚部のどちらかが NaN のとき `True` を返し、それ以外の場合 `False` を返します。

cmath.**isclose**(*a*, *b*, ***, *rel_tol=1e-09*, *abs_tol=0.0*)

値 *a* と *b* が互いに近い場合 `True` を、そうでない場合は `False` を返します。

2 値が近いと見なされるかどうかは与えられた絶対または相対許容差により決定されます。

rel_tol は相対許容差、すなわち *a* と *b* の絶対値の大きい方に対する *a* と *b* の許容される最大の差です。例えば許容差を 5% に設定する場合 `rel_tol=0.05` を渡します。デフォルトの許容差は `1e-09` で、2 値が 9 桁同じことを保証します。*rel_tol* は 0 より大きくなければなりません。

abs_tol は最小の絶対許容差です。0 に近い値を比較するのに有用です。*abs_tol* は 0 以上でなければなりません。

エラーが起こらなければ結果は `abs(a-b) <= max(rel_tol * max(abs(a), abs(b)), abs_tol)` です。

IEEE 754 特殊値 `NaN`、`inf`、`-inf` は IEEE の規則に従って処理されます。具体的には、`NaN` は自身を含めたあらゆる値に近いとは見なされません。`inf` と `-inf` は自身とのみ近いと見なされます。

Added in version 3.5.

参考:

PEP 485 -- 近似的に等しいことを調べる関数

9.3.6 定数

`cmath.pi`

定数 **π** (円周率) で、浮動小数点数です。

`cmath.e`

定数 *e* (自然対数の底) で、浮動小数点数です。

`cmath.tau`

数学定数 **τ** で、浮動小数点数です。

Added in version 3.6.

`cmath.inf`

浮動小数点数の正の無限大です。`float('inf')` と等価です。

Added in version 3.6.

`cmath.infj`

実部がゼロ、虚部が正の無限大の複素数です。`complex(0.0, float('inf'))` と等価です。

Added in version 3.6.

`cmath.nan`

浮動小数点数の非数 "not a number" (NaN) です。`float('nan')` と等価です。

Added in version 3.6.

`cmath.nanj`

実部がゼロ、虚部が NaN の複素数です。`complex(0.0, float('nan'))` と等価です。

Added in version 3.6.

math と同じような関数が選ばれていますが、全く同じではないので注意してください。機能を二つのモジュールに分けているのは、複素数に興味がなかったり、もしかすると複素数とは何かすら知らないようなユーザがいるからです。そういった人たちはむしろ、`math.sqrt(-1)` が複素数を返すよりも例外を送出してほしいと考えます。また、*cmath* で定義されている関数は、たとえ結果が実数で表現可能な場合 (虚数部がゼロの複素数) でも、常に複素数を返すので注意してください。

分枝切断 (branch cut) に関する注釈: 分枝切断を持つ曲線上では、与えられた関数は連続ではなくなります。これらは多くの複素関数における必然的な特性です。複素関数を計算する必要がある場合、これらの分枝に関して理解しているものと仮定しています。悟りに至るために何らかの (到底基礎的とはいえない) 複素数に関する書をひもといてください。数値計算を目的とした分枝切断の正しい選択方法についての情報としては、以下がよい参考文献となります:

参考:

Kahan, W: Branch cuts for complex elementary functions; or, Much ado about nothings's sign bit. In Iserles, A., and Powell, M. (eds.), The state of the art in numerical analysis. Clarendon Press (1987) pp165--211.

9.4 `decimal` --- 十進固定及び浮動小数点数の算術演算

ソースコード: Lib/decimal.py

---

decimal モジュールは正確に丸められた十進浮動小数点算術をサポートします。*decimal* には、*float* データ型に比べて、以下のような利点があります:

- 「(Decimal は) 人々を念頭にデザインされた浮動小数点モデルを元にしており、必然的に最も重要な指針があります -- コンピュータは人々が学校で習った算術と同じように動作する算術を提供しなければならない」 -- 十進数演算仕様より。
- 十進数を正確に表現できます。`1.1` や `2.2` のような数は、二進数の浮動小数点型では正しく表現できません。エンドユーザは普通、二進数における `1.1 + 2.2` の近似値が `3.3000000000000003` だからといって、そのように表示してほしいとは考えないものです。
- 値の正確さは算術にも及びます。十進の浮動小数点による計算では、`0.1 + 0.1 + 0.1 - 0.3` は厳密にゼロに等しくなります。二進浮動小数点では `5.5511151231257827e-017` になってしまいます。ゼロに近い値とはいえ、この誤差は数値間の等価性テストの信頼性を阻害します。また、誤差が蓄積されることもあります。こうした理由から、数値間の等価性を厳しく保たなければならないようなアプリケーションを考えるなら、十進数による数値表現が望ましいということになります。
- *decimal* モジュールでは、有効桁数の表記が取り入れられており、例えば `1.30 + 1.20` は `2.50` になります。すなわち、末尾のゼロは有効数字を示すために残されます。こうした仕様は通貨計算を行うアプリ

ケーションでは慣例です。乗算の場合、「教科書的な」アプローチでは、乗算の被演算子すべての桁数を使います。例えば、`1.3 * 1.2` は `1.56` になり、`1.30 * 1.20` は `1.5600` になります。

- ハードウェアによる 2 進浮動小数点表現と違い、*decimal* モジュールでは計算精度をユーザが変更できます (デフォルトでは 28 桁です)。この桁数はほとんどの問題解決に十分な大きさです:

```
>>> from decimal import *
>>> getcontext().prec = 6
>>> Decimal(1) / Decimal(7)
Decimal('0.142857')
>>> getcontext().prec = 28
>>> Decimal(1) / Decimal(7)
Decimal('0.1428571428571428571428571429')
```

- 二進と十進の浮動小数点は、いずれも広く公開されている標準仕様のもとに実装されています。組み込みの浮動小数点型では、標準仕様で提唱されている機能のほんのささやかな部分を利用できるにすぎませんが、*decimal* では標準仕様が要求している全ての機能を利用できます。必要に応じて、プログラマは値の丸めやシグナル処理を完全に制御できます。この中には全ての不正確な操作を例外でブロックして正確な算術を遵守させるオプションもあります。

- decimal モジュールは「偏見なく、正確な丸めなしの十進算術 (固定小数点算術と呼ばれることもある) と丸めありの浮動小数点数算術」(十進数演算仕様より引用) をサポートするようにデザインされました。

このモジュールは、十進数型、算術コンテキスト (context for arithmetic)、そしてシグナル (signal) という三つの概念を中心に設計されています。

十進数型は変更不能です。これは符号、係数部、そして指数を持ちます。有効桁数を残すために、仮数部の末尾にあるゼロは切り詰められません。*decimal* では、`Infinity`, `-Infinity`, および `NaN` といった特殊な値も定義されています。標準仕様では `-0` と `+0` も区別します。

算術コンテキストとは、精度や値丸めの規則、指数部の制限を決めている環境です。この環境では、演算結果を表すためのフラグや、演算上発生した特定のシグナルを例外として扱うかどうかを決めるトラップイネーブラも定義しています。丸め規則には *ROUND_CEILING*, *ROUND_DOWN*, *ROUND_FLOOR*, *ROUND_HALF_DOWN*, *ROUND_HALF_EVEN*, *ROUND_HALF_UP*, *ROUND_UP*, および *ROUND_05UP* があります。

シグナルとは、演算の過程で生じる例外的条件です。個々のシグナルは、アプリケーションそれぞれの要求に従って、無視されたり、単なる情報とみなされたり、例外として扱われたりします。*decimal* モジュールには、*Clamped*, *InvalidOperation*, *DivisionByZero*, *Inexact*, *Rounded*, *Subnormal*, *Overflow*, *Underflow*, および *FloatOperation* といったシグナルがあります。

各シグナルには、フラグとトラップイネーブラがあります。演算上何らかのシグナルに遭遇すると、フラグは 1 にセットされます。このとき、もしトラップイネーブラが 1 にセットされていれば、例外を送出します。フラグの値は膠着型 (sticky) なので、演算によるフラグの変化をモニタしたければ、予めフラグをリセットしておかなければなりません。

参考:

- IBM による汎用十進演算仕様、The General Decimal Arithmetic Specification。

9.4.1 クイックスタートチュートリアル

普通、*decimal* を使うときには、モジュールをインポートし、現在の演算コンテキストを *getcontext()* で調べ、必要なら、精度、丸め、有効なトラップを設定します:

```
>>> from decimal import *
>>> getcontext()
Context(prec=28, rounding=ROUND_HALF_EVEN, Emin=-999999, Emax=999999,
        capitals=1, clamp=0, flags=[], traps=[Overflow, DivisionByZero,
        InvalidOperation])

>>> getcontext().prec = 7       # Set a new precision
```

Decimal インスタンスは、整数、文字列、浮動小数点数、またはタプルから構成できます。整数や浮動小数点数からの構成は、整数や浮動小数点数の値を正確に変換します。*Decimal* は " 非数 (Not a Number)" を表す `NaN` や正負の `Infinity` (無限大)、`-0` といった特殊な値も表現できます:

```
>>> getcontext().prec = 28
>>> Decimal(10)
Decimal('10')
>>> Decimal('3.14')
Decimal('3.14')
>>> Decimal(3.14)
Decimal('3.140000000000000124344978758017532527446746826171875')
>>> Decimal((0, (3, 1, 4), -2))
Decimal('3.14')
>>> Decimal(str(2.0 ** 0.5))
Decimal('1.4142135623730951')
>>> Decimal(2) ** Decimal('0.5')
Decimal('1.4142135623730950488016887242')
>>> Decimal('NaN')
Decimal('NaN')
>>> Decimal('-Infinity')
Decimal('-Infinity')
```

FloatOperation シグナルがトラップされる場合、コンストラクタや順序比較において誤って decimal と float が混ざると、例外が送出されます:

```
>>> c = getcontext()
>>> c.traps[FloatOperation] = True
>>> Decimal(3.14)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
decimal.FloatOperation: [<class 'decimal.FloatOperation'>]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> Decimal('3.5') < 3.7
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
decimal.FloatOperation: [<class 'decimal.FloatOperation'>]
>>> Decimal('3.5') == 3.5
True
```

Added in version 3.3.

新たな *Decimal* の有効桁数は入力の桁数だけで決まります。演算コンテキストにおける精度や値丸めの設定が影響するのは算術演算の間だけです。

```
>>> getcontext().prec = 6
>>> Decimal('3.0')
Decimal('3.0')
>>> Decimal('3.1415926535')
Decimal('3.1415926535')
>>> Decimal('3.1415926535') + Decimal('2.7182818285')
Decimal('5.85987')
>>> getcontext().rounding = ROUND_UP
>>> Decimal('3.1415926535') + Decimal('2.7182818285')
Decimal('5.85988')
```

C バージョンの内部制限を超えた場合、decimal の構成は *InvalidOperation* を送出します:

```
>>> Decimal("1e9999999999999999999")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
decimal.InvalidOperation: [<class 'decimal.InvalidOperation'>]
```

バージョン 3.3 で変更.

decimal はほとんどの場面で Python の他の機能とうまくやりとりできます。decimal 浮動小数点の空飛ぶサーカス (flying circus) をお見せしましょう:

```
>>> data = list(map(Decimal, '1.34 1.87 3.45 2.35 1.00 0.03 9.25'.split()))
>>> max(data)
Decimal('9.25')
>>> min(data)
Decimal('0.03')
>>> sorted(data)
[Decimal('0.03'), Decimal('1.00'), Decimal('1.34'), Decimal('1.87'),
 Decimal('2.35'), Decimal('3.45'), Decimal('9.25')]
>>> sum(data)
Decimal('19.29')
>>> a,b,c = data[:3]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> str(a)
'1.34'
>>> float(a)
1.34
>>> round(a, 1)
Decimal('1.3')
>>> int(a)
1
>>> a * 5
Decimal('6.70')
>>> a * b
Decimal('2.5058')
>>> c % a
Decimal('0.77')
```

いくつかの数学的関数も Decimal には用意されています:

```
>>> getcontext().prec = 28
>>> Decimal(2).sqrt()
Decimal('1.4142135623730950488016887242')
>>> Decimal(1).exp()
Decimal('2.7182818284590452353602874713')
>>> Decimal('10').ln()
Decimal('2.3025850929940456840179914547')
>>> Decimal('10').log10()
Decimal('1')
```

quantize() メソッドは位を固定して数値を丸めます。このメソッドは、結果を固定の桁数で丸めることがよくある、金融アプリケーションで便利です:

```
>>> Decimal('7.325').quantize(Decimal('.01'), rounding=ROUND_DOWN)
Decimal('7.32')
>>> Decimal('7.325').quantize(Decimal('1.'), rounding=ROUND_UP)
Decimal('8')
```

前述のように、*getcontext()* 関数を使うと現在の演算コンテキストにアクセスでき、設定を変更できます。ほとんどのアプリケーションはこのアプローチで十分です。

より高度な作業を行う場合、*Context()* コンストラクタを使って別の演算コンテキストを作っておくと便利なことがあります。別の演算コンテキストをアクティブにしたければ、*setcontext()* を使います。

decimal モジュールでは、標準仕様に従って、すぐ利用できる二つの標準コンテキスト、*BasicContext* および *ExtendedContext* を提供しています。前者はほとんどのトラップが有効になっており、とりわけデバッグの際に便利です:

```
>>> myothercontext = Context(prec=60, rounding=ROUND_HALF_DOWN)
>>> setcontext(myothercontext)
>>> Decimal(1) / Decimal(7)
Decimal('0.142857142857142857142857142857142857142857142857142857142857')

>>> ExtendedContext
Context(prec=9, rounding=ROUND_HALF_EVEN, Emin=-999999, Emax=999999,
        capitals=1, clamp=0, flags=[], traps=[])
>>> setcontext(ExtendedContext)
>>> Decimal(1) / Decimal(7)
Decimal('0.142857143')
>>> Decimal(42) / Decimal(0)
Decimal('Infinity')

>>> setcontext(BasicContext)
>>> Decimal(42) / Decimal(0)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#143>", line 1, in -toplevel-
    Decimal(42) / Decimal(0)
DivisionByZero: x / 0
```

演算コンテキストには、演算中に遭遇した例外的状況をモニタするためのシグナルフラグがあります。フラグが一度セットされると、明示的にクリアするまで残り続けます。そのため、フラグのモニタを行いたいような演算の前には *clear_flags()* メソッドでフラグをクリアしておくのがベストです。

```
>>> setcontext(ExtendedContext)
>>> getcontext().clear_flags()
>>> Decimal(355) / Decimal(113)
Decimal('3.14159292')
>>> getcontext()
Context(prec=9, rounding=ROUND_HALF_EVEN, Emin=-999999, Emax=999999,
        capitals=1, clamp=0, flags=[Inexact, Rounded], traps=[])
```

flags エントリから、pi の有理数による近似値が丸められた (コンテキスト内で決められた精度を超えた桁数が捨てられた) ことと、計算結果が厳密でない (無視された桁の値に非ゼロのものがあった) ことがわかります。

コンテキストの traps 属性に入っている辞書を使うと、個々のトラップをセットできます:

```
>>> setcontext(ExtendedContext)
>>> Decimal(1) / Decimal(0)
Decimal('Infinity')
>>> getcontext().traps[DivisionByZero] = 1
>>> Decimal(1) / Decimal(0)
Traceback (most recent call last):
  File "<pyshell#112>", line 1, in -toplevel-
    Decimal(1) / Decimal(0)
DivisionByZero: x / 0
```

ほとんどのプログラムでは、開始時に一度だけ現在の演算コンテキストを修正します。また、多くのアプリケーションでは、データから *Decimal* への変換はループ内で一度だけキャストして行います。コンテキストを設定し、*Decimal* オブジェクトを生成できたら、ほとんどのプログラムは他の Python 数値型と全く変わらないかのように *Decimal* を操作できます。

9.4.2 Decimal オブジェクト

class decimal.**Decimal**(*value='0'*, *context=None*)

value に基づいて新たな *Decimal* オブジェクトを構築します。

value は整数、文字列、タプル、*float* および他の *Decimal* オブジェクトにできます。*value* を指定しない場合、`Decimal('0')` を返します。*value* が文字列の場合、先頭と末尾の空白および全てのアンダースコアを取り除いた後には以下の 10 進数文字列の文法に従わなければなりません:

```
sign           ::=  '+' | '-'
digit          ::=  '0' | '1' | '2' | '3' | '4' | '5' | '6' | '7' | '8' | '9'
indicator      ::=  'e' | 'E'
digits         ::=  digit [digit]...
decimal-part   ::=  digits '.' [digits] | ['.'] digits
exponent-part  ::=  indicator [sign] digits
infinity       ::=  'Infinity' | 'Inf'
nan            ::=  'NaN' [digits] | 'sNaN' [digits]
numeric-value  ::=  decimal-part [exponent-part] | infinity
numeric-string ::=  [sign] numeric-value | [sign] nan
```

他の Unicode 数字も上の `digit` の場所に使うことができます。つまり各書記体系における (アラビア-インド系やデーヴァナーガリーなど) の数字や、全角数字０ (`'\uff10'`) から９ (`'\uff19'`) までなどです。

value を *tuple* にする場合、タプルは三つの要素を持ち、それぞれ符号 (正なら `0` 、負なら `1`)、仮数部を表す数字の *tuple* 、そして指数を表す整数でなければなりません。例えば、`Decimal((0, (1, 4, 1, 4), -3))` は `Decimal('1.414')` を返します。

value を *float* にする場合、二進浮動小数点数値が損失なく正確に等価な Decimal に変換されます。この変換はしばしば 53 桁以上の精度を要求します。例えば、`Decimal(float('1.1'))` は `Decimal('1.1000000000000000888178419700125232338905334472656 25')` に変換されます。

context の精度 (precision) は、記憶される桁数には影響しません。桁数は *value* に指定した桁数だけから決定されます。例えば、演算コンテキストに指定された精度が 3 桁しかなくても、`Decimal('3.00000')` は 5 つのゼロを全て記憶します。

context 引数の目的は、*value* が正しくない形式の文字列であった場合に行う処理を決めることにあります; 演算コンテキストが *InvalidOperation* をトラップするようになっていれば、例外を送出します。それ以外の場合には、コンストラクタは値が `NaN` の *Decimal* を返します。

一度生成すると、*Decimal* オブジェクトは変更不能 (immutable) になります。

バージョン 3.2 で変更: コンストラクタに対する引数に *float* インスタンスも許されるようになりました。

バージョン 3.3 で変更: *FloatOperation* トラップがセットされていた場合 *float* 引数は例外を送出します。デフォルトでトラップはオフです。

バージョン 3.6 で変更: コード中の整数リテラルや浮動小数点リテラルと同様に、アンダースコアを用いて桁をグルーピングできます。

十進浮動小数点オブジェクトは、*float* や *int* のような他の組み込み型と多くの点で似ています。通常の数学演算や特殊メソッドを適用できます。また、*Decimal* オブジェクトはコピーでき、pickle 化でき、print で出力でき、辞書のキーにでき、集合の要素にでき、比較、保存、他の型 (*float* や *int*) への型強制を行えます。

十進オブジェクトの算術演算と整数や浮動小数点数の算術演算には少々違いがあります。十進オブジェクトに対して剰余演算を適用すると、計算結果の符号は除数の符号ではなく **被除数** の符号と一致します:

```
>>> (-7) % 4
1
>>> Decimal(-7) % Decimal(4)
Decimal('-3')
```

整数除算演算子 `//` も同様に、実際の商の切り捨てではなく (0 に近付くように丸めた) 整数部分を返します。そのため通常の恒等式 `x == (x // y) * y + x % y` が維持されます:

```
>>> -7 // 4
-2
>>> Decimal(-7) // Decimal(4)
Decimal('-1')
```

演算子 `%` と演算子 `//` は (それぞれ) 仕様にあるような **剰余** 操作と **整数除算** 操作を実装しています。

Decimal オブジェクトは一般に、算術演算で浮動小数点数や *fractions.Fraction* オブジェクトと組み合わせることができません。例えば、*Decimal* に *float* を足そうとすると、*TypeError* が送出されます。ただし、Python の比較演算子を使って *Decimal* インスタンス `x` と別の数 `y` を比較することができます。これにより、異なる型の数間の等価比較の際に、紛らわしい結果を避けます。

バージョン 3.2 で変更: *Decimal* インスタンスと他の数値型が混在する比較が完全にサポートされるようになりました。

こうした標準的な数値型の特性の他に、十進浮動小数点オブジェクトには様々な特殊メソッドがあります:

`adjusted()`

仮数の先頭の一桁だけが残るように右側の数字を追い出す桁シフトを行い、その結果の指数部を返します: `Decimal('321e+5').adjusted()` は 7 を返します。最上桁の小数点からの相対位置を調べる際に使います。

as_integer_ratio()

与えられた *Decimal* インスタンスを、既約分数で分母が正数の分数として表現した整数のペア (n, d) を返します。

```
>>> Decimal('-3.14').as_integer_ratio()
(-157, 50)
```

変換は正確に行われます。無限大に対しては OverflowError を、NaN に対しては ValueError を送出します。

Added in version 3.6.

as_tuple()

数値を表現するための **名前付きタプル**: DecimalTuple(sign, digittuple, exponent) を返します。

canonical()

引数の標準的 (canonical) エンコーディングを返します。現在のところ、*Decimal* インスタンスのエンコーディングは常に標準的なので、この操作は引数に手を加えずに返します。

compare(*other*, *context=None*)

二つの Decimal インスタンスの値を比較します。*compare()* は Decimal インスタンスを返し、被演算子のどちらかが NaN ならば結果は NaN です:

```
a or b is a NaN  ==> Decimal('NaN')
a < b            ==> Decimal('-1')
a == b           ==> Decimal('0')
a > b            ==> Decimal('1')
```

compare_signal(*other*, *context=None*)

この演算は *compare()* とほとんど同じですが、全ての NaN がシグナルを送るところが異なります。すなわち、どちらの比較対象も発信 (signaling) NaN でないならば無言 (quiet) NaN である比較対象があたかも発信 NaN であるかのように扱われます。

compare_total(*other*, *context=None*)

二つの対象を数値によらず抽象表現によって比較します。*compare()* に似ていますが、結果は *Decimal* に全順序を与えます。この順序づけによると、数値的に等しくても異なった表現を持つ二つの *Decimal* インスタンスの比較は等しくなりません:

```
>>> Decimal('12.0').compare_total(Decimal('12'))
Decimal('-1')
```

無言 NaN と発信 NaN もこの全順序に位置付けられます。この関数の結果は、もし比較対象が同じ表現を持つならば Decimal('0') であり、一つめの比較対象が二つめより下位にあれば Decimal('-1')、

上位にあれば `Decimal('1')` です。全順序の詳細については仕様を参照してください。

この演算はコンテキストに影響されず、静かです。すなわち、フラグは変更されず、丸めは行われません。例外として、2 番目の比較対象の厳密な変換ができない場合、C バージョンのライブラリでは InvalidOperation 例外を送出するかもしれません。

compare_total_mag(*other*, *context=None*)

二つの対象を *compare_total()* のように数値によらず抽象表現によって比較しますが、両者の符号を無視します。`x.compare_total_mag(y)` は `x.copy_abs().compare_total(y.copy_abs())` と等価です。

この演算はコンテキストに影響されず、静かです。すなわち、フラグは変更されず、丸めは行われません。例外として、2 番目の比較対象の厳密な変換ができない場合、C バージョンのライブラリでは InvalidOperation 例外を送出するかもしれません。

conjugate()

self を返すだけです。このメソッドは十進演算仕様に適合するためだけのものです。

copy_abs()

引数の絶対値を返します。この演算はコンテキストに影響されず、静かです。すなわち、フラグは変更されず、丸めは行われません。

copy_negate()

引数の符号を変えて返します。この演算はコンテキストに影響されず、静かです。すなわち、フラグは変更されず、丸めは行われません。

copy_sign(*other*, *context=None*)

最初の演算対象のコピーに二つめと同じ符号を付けて返します。たとえば:

```
>>> Decimal('2.3').copy_sign(Decimal('-1.5'))
Decimal('-2.3')
```

この演算はコンテキストに影響されず、静かです。すなわち、フラグは変更されず、丸めは行われません。例外として、2 番目の比較対象の厳密な変換ができない場合、C バージョンのライブラリでは InvalidOperation 例外を送出するかもしれません。

exp(*context=None*)

与えられた数での (自然) 指数関数 `e**x` の値を返します。結果は *ROUND_HALF_EVEN* 丸めモードで正しく丸められます。

```
>>> Decimal(1).exp()
Decimal('2.718281828459045235360287471')
>>> Decimal(321).exp()
Decimal('2.561702493119680037517373933E+139')
```

classmethod from_float(*f*)

Alternative constructor that only accepts instances of *float* or *int*.

なお、`Decimal.from_float(0.1)` は `Decimal('0.1')` と同じではありません。0.1 は二進浮動小数点数で正確に表せないので、その値は表現できる最も近い値、`0x1.999999999999ap-4` として記憶されます。浮動小数点数での等価な値は `0.1000000000000000055511151231257827021181583404541015625` です。

注釈: Python 3.2 以降では、*Decimal* インスタンスは *float* から直接構成できるようになりました。

```
>>> Decimal.from_float(0.1)
Decimal('0.1000000000000000055511151231257827021181583404541015625')
>>> Decimal.from_float(float('nan'))
Decimal('NaN')
>>> Decimal.from_float(float('inf'))
Decimal('Infinity')
>>> Decimal.from_float(float('-inf'))
Decimal('-Infinity')
```

Added in version 3.1.

fma(*other*, *third*, *context=None*)

融合積和 (fused multiply-add) です。self*other+third を途中結果の積 self*other で丸めを行わずに計算して返します。

```
>>> Decimal(2).fma(3, 5)
Decimal('11')
```

is_canonical()

引数が標準的 (canonical) ならば *True* を返し、そうでなければ *False* を返します。現在のところ、*Decimal* のインスタンスは常に標準的なのでこのメソッドの結果はいつでも *True* です。

is_finite()

引数が有限の数値ならば *True* を、無限大か NaN ならば *False* を返します。

is_infinite()

引数が正または負の無限大ならば *True* を、そうでなければ *False* を返します。

is_nan()

引数が (無言か発信かは問わず) NaN であれば *True* を、そうでなければ *False* を返します。

is_normal(*context=None*)

引数が **正規** *(normal)* の有限数値ならば *True* を返します。引数がゼロ、非正規 (subnormal)、無限大または NaN であれば *False* を返します。

is_qnan()

引数が無言 NaN であれば *True* を、そうでなければ *False* を返します。

is_signed()

引数に負の符号がついていれば *True* を、そうでなければ *False* を返します。注意すべきはゼロや NaN なども符号を持ち得ることです。

is_snan()

引数が発信 NaN であれば *True* を、そうでなければ *False* を返します。

is_subnormal(*context=None*)

引数が非正規数 (subnormal) であれば *True* を、そうでなければ *False* を返します。

is_zero()

引数が (正または負の) ゼロであれば *True* を、そうでなければ *False* を返します。

ln(*context=None*)

演算対象の自然対数 (底 e の対数) を返します。結果は *ROUND_HALF_EVEN* 丸めモードで正しく丸められます。

log10(*context=None*)

演算対象の底 10 の対数を返します。結果は *ROUND_HALF_EVEN* 丸めモードで正しく丸められます。

logb(*context=None*)

非零の数値については、*Decimal* インスタンスとして調整された指数を返します。演算対象がゼロだった場合、`Decimal('-Infinity')` が返され *DivisionByZero* フラグが送出されます。演算対象が無限大だった場合、`Decimal('Infinity')` が返されます。

logical_and(*other*, *context=None*)

logical_and() は二つの **論理引数** (**論理引数** 参照) を取る論理演算です。結果は二つの引数の数字ごとの `and` です。

logical_invert(*context=None*)

logical_invert() は論理演算です。結果は引数の数字ごとの反転です。

logical_or(*other*, *context=None*)

logical_or() は二つの **論理引数** (**論理引数** 参照) を取る論理演算です。結果は二つの引数の数字ごとの `or` です。

logical_xor(*other*, *context=None*)

logical_xor() は二つの **論理引数** (論理引数 参照) を取る論理演算です。結果は二つの引数の数字ごとの排他的論理和です。

max(*other*, *context=None*)

`max(self, other)` と同じですが、値を返す前に現在のコンテキストに即した丸め規則を適用します。また、`NaN` に対して、(コンテキストの設定と、発信か無言どちらのタイプであるかに応じて) シグナルを発行するか無視します。

max_mag(*other*, *context=None*)

max() メソッドに似ていますが、比較は絶対値で行われます。

min(*other*, *context=None*)

`min(self, other)` と同じですが、値を返す前に現在のコンテキストに即した丸め規則を適用します。また、`NaN` に対して、(コンテキストの設定と、発信か無言どちらのタイプであるかに応じて) シグナルを発行するか無視します。

min_mag(*other*, *context=None*)

min() メソッドに似ていますが、比較は絶対値で行われます。

next_minus(*context=None*)

与えられたコンテキスト (またはコンテキストが渡されなければ現スレッドのコンテキスト) において表現可能な、操作対象より小さい最大の数を返します。

next_plus(*context=None*)

与えられたコンテキスト (またはコンテキストが渡されなければ現スレッドのコンテキスト) において表現可能な、操作対象より大きい最小の数を返します。

next_toward(*other*, *context=None*)

二つの比較対象が等しくなければ、一つめの対象に最も近く二つめの対象へ近付く方向の数を返します。もし両者が数値的に等しければ、二つめの対象の符号を採った一つめの対象のコピーを返します。

normalize(*context=None*)

Used for producing canonical values of an equivalence class within either the current context or the specified context.

This has the same semantics as the unary plus operation, except that if the final result is finite it is reduced to its simplest form, with all trailing zeros removed and its sign preserved. That is, while the coefficient is non-zero and a multiple of ten the coefficient is divided by ten and the exponent is incremented by 1. Otherwise (the coefficient is zero) the exponent is set to 0. In all cases the sign is unchanged.

For example, `Decimal('32.100')` and `Decimal('0.321000e+2')` both normalize to the equivalent value `Decimal('32.1')`.

Note that rounding is applied *before* reducing to simplest form.

In the latest versions of the specification, this operation is also known as `reduce`.

number_class(*context=None*)

操作対象の **クラス** を表す文字列を返します。返されるのは以下の 10 種類のいずれかです。

- `"-Infinity"`, 負の無限大であることを示します。
- `"-Normal"`, 負の通常数であることを示します。
- `"-Subnormal"`, 負の非正規数であることを示します。
- `"-Zero"`, 負のゼロであることを示します。
- `"+Zero"`, 正のゼロであることを示します。
- `"+Subnormal"`, 正の非正規数であることを示します。
- `"+Normal"`, 正の通常数であることを示します。
- `"+Infinity"`, 正の無限大であることを示します。
- `"NaN"`, 無言 (quiet) NaN (Not a Number) であることを示します。
- `"sNaN"`, 発信 (signaling) NaN であることを示します。

quantize(*exp*, *rounding=None*, *context=None*)

二つ目の操作対象と同じ指数を持つように丸めを行った、一つめの操作対象と等しい値を返します。

```
>>> Decimal('1.41421356').quantize(Decimal('1.000'))
Decimal('1.414')
```

他の操作と違い、打ち切り (quantize) 操作後の係数の長さが精度を越えた場合には、*InvalidOperation* がシグナルされます。これによりエラー条件がない限り打ち切られた指数が常に右側の引数と同じになることが保証されます。

同様に、他の操作と違い、quantize は Underflow を、たとえ結果が非正規になったり不正確になったとしても、シグナルしません。

二つ目の演算対象の指数が一つ目のそれよりも大きければ丸めが必要かもしれません。この場合、丸めモードは以下のように決められます。`rounding` 引数が与えられていればそれが使われます。そうでなければ `context` 引数で決まります。どちらの引数も渡されなければ現在のスレッドのコンテキストの丸めモードが使われます。

処理結果の指数が `Emax` よりも大きい場合や *Etiny()* よりも小さい場合にエラーが返されます。

radix()

Decimal(10) つまり *Decimal* クラスがその全ての算術を実行する基数を返します。仕様との互換性のために取り入れられています。

remainder_near(*other*, *context=None*)

self を *other* で割った剰余を返します。これは `self % other` とは違って、剰余の絶対値を小さくするように符号が選ばれます。より詳しく言うと、`n` を `self / other` の正確な値に最も近い整数としたときの `self - n * other` が返り値になります。最も近い整数が 2 つある場合には偶数のものが選ばれます。

結果が 0 になる場合の符号は *self* の符号と同じになります。

```
>>> Decimal(18).remainder_near(Decimal(10))
Decimal('-2')
>>> Decimal(25).remainder_near(Decimal(10))
Decimal('5')
>>> Decimal(35).remainder_near(Decimal(10))
Decimal('-5')
```

rotate(*other*, *context=None*)

一つ目の演算対象の数字を二つ目で指定された量だけ巡回 (rotate) した結果を返します。二つめの演算対象は -precision から precision までの範囲の整数でなければなりません。この二つ目の演算対象の絶対値を何桁ずらすかを決めます。そしてもし正の数ならば巡回の方向は左に、そうでなければ右になります。一つ目の演算対象の仮数部は必要ならば精度いっぱいまでゼロで埋められます。符号と指数は変えられません。

same_quantum(*other*, *context=None*)

self と *other* が同じ指数を持っているか、あるいは双方とも `NaN` である場合に真を返します。

この演算はコンテキストに影響されず、静かです。すなわち、フラグは変更されず、丸めは行われません。例外として、2 番目の比較対象の厳密な変換ができない場合、C バージョンのライブラリでは InvalidOperation 例外を送出するかもしれません。

scaleb(*other*, *context=None*)

二つ目の演算対象で調整された指数の一つ目の演算対象を返します。同じことですが、一つめの演算対象を `10**other` 倍したものを返します。二つ目の演算対象は整数でなければなりません。

shift(*other*, *context=None*)

一つ目の演算対象の数字を二つ目で指定された量だけシフトした結果を返します。二つ目の演算対象は -precision から precision までの範囲の整数でなければなりません。この二つ目の演算対象の絶対値が何桁ずらすかを決めます。そしてもし正の数ならばシフトの方向は左に、そうでなければ右になります。一つ目の演算対象の係数は必要ならば精度いっぱいまでゼロで埋められます。符号と指数は変えられません。

sqrt(*context=None*)

引数の平方根を最大精度で求めます。

to_eng_string(*context=None*)

文字列に変換します。指数が必要なら工学表記が使われます。

工学表記法では指数は 3 の倍数になります。これにより、基数の小数部には最大で 3 桁までの数字が残されるとともに、末尾に 1 つまたは 2 つの 0 の付加が必要とされるかもしれません。

たとえば、`Decimal('123E+1')` は `Decimal('1.23E+3')` に変換されます。

to_integral(*rounding=None*, *context=None*)

to_integral_value() メソッドと同じです。`to_integral` の名前は古いバージョンとの互換性のために残されています。

to_integral_exact(*rounding=None*, *context=None*)

最近傍の整数に値を丸め、丸めが起こった場合には *Inexact* または *Rounded* のシグナルを適切に出します。丸めモードは以下のように決められます。`rounding` 引数が与えられていればそれが使われます。そうでなければ `context` 引数で決まります。どちらの引数も渡されなければ現在のスレッドのコンテキストの丸めモードが使われます。

to_integral_value(*rounding=None*, *context=None*)

Inexact や *Rounded* といったシグナルを出さずに最近傍の整数に値を丸めます。*rounding* が指定されていれば適用されます; それ以外の場合、値丸めの方法は *context* の設定か現在のコンテキストの設定になります。

Decimal numbers can be rounded using the *round()* function:

round(number)

round(number, ndigits)

If *ndigits* is not given or `None`, returns the nearest *int* to *number*, rounding ties to even, and ignoring the rounding mode of the *Decimal* context. Raises *OverflowError* if *number* is an infinity or *ValueError* if it is a (quiet or signaling) NaN.

If *ndigits* is an *int*, the context's rounding mode is respected and a *Decimal* representing *number* rounded to the nearest multiple of `Decimal('1E-ndigits')` is returned; in this case, `round(number, ndigits)` is equivalent to `self.quantize(Decimal('1E-ndigits'))`. Returns `Decimal('NaN')` if *number* is a quiet NaN. Raises *InvalidOperation* if *number* is an infinity, a signaling NaN, or if the length of the coefficient after the quantize operation would be greater than the current context's precision. In other words, for the non-corner cases:

- if *ndigits* is positive, return *number* rounded to *ndigits* decimal places;
- if *ndigits* is zero, return *number* rounded to the nearest integer;

- if *ndigits* is negative, return *number* rounded to the nearest multiple of `10**abs(ndigits)`.

例えば:

```
>>> from decimal import Decimal, getcontext, ROUND_DOWN
>>> getcontext().rounding = ROUND_DOWN
>>> round(Decimal('3.75'))     # context rounding ignored
4
>>> round(Decimal('3.5'))      # round-ties-to-even
4
>>> round(Decimal('3.75'), 0)  # uses the context rounding
Decimal('3')
>>> round(Decimal('3.75'), 1)
Decimal('3.7')
>>> round(Decimal('3.75'), -1)
Decimal('0E+1')
```

論理引数

logical_and(), *logical_invert()*, *logical_or()*, および *logical_xor()* メソッドはその引数が **論理引数** であると想定しています。**論理引数** とは *Decimal* インスタンスで指数と符号は共にゼロであり、各桁の数字が 0 か 1 であるものです。

9.4.3 Context オブジェクト

コンテキスト (context) とは、算術演算における環境設定です。コンテキストは計算精度を決定し、値丸めの方法を設定し、シグナルのどれが例外になるかを決め、指数の範囲を制限しています。

多重スレッドで処理を行う場合には各スレッドごとに現在のコンテキストがあり、*getcontext()* や *setcontext()* といった関数でアクセスしたり設定変更できます:

`decimal.getcontext()`

アクティブなスレッドの現在のコンテキストを返します。

`decimal.setcontext(`*c*`)`

アクティブなスレッドのコンテキストを *c* に設定します。

`with` 文と *localcontext()* 関数を使って実行するコンテキストを一時的に変更することもできます。

`decimal.localcontext(`*ctx=None*, ***kwargs*`)`

with 文の入口でアクティブなスレッドのコンテキストを *ctx* のコピーに設定し、with 文を抜ける時に元のコンテキストに復旧する、コンテキストマネージャを返します。コンテキストが指定されなければ、現在のコンテキストのコピーが使われます。*kwargs* 引数は新しいコンテキストの属性を設定するのに使われます。

たとえば、以下のコードでは精度を 42 桁に設定し、計算を実行し、そして元のコンテキストに復帰します:

```
from decimal import localcontext

with localcontext() as ctx:
    ctx.prec = 42   # Perform a high precision calculation
    s = calculate_something()
s = +s  # Round the final result back to the default precision
```

Using keyword arguments, the code would be the following:

```
from decimal import localcontext

with localcontext(prec=42) as ctx:
    s = calculate_something()
s = +s
```

Raises *TypeError* if *kwargs* supplies an attribute that *Context* doesn't support. Raises either *TypeError* or *ValueError* if *kwargs* supplies an invalid value for an attribute.

バージョン 3.11 で変更: *localcontext()* now supports setting context attributes through the use of keyword arguments.

新たなコンテキストは、以下で説明する *Context* コンストラクタを使って生成できます。その他にも、*decimal* モジュールでは作成済みのコンテキストを提供しています:

class decimal.BasicContext

汎用十進演算仕様で定義されている標準コンテキストの一つです。精度は 9 桁に設定されています。丸め規則は *ROUND_HALF_UP* です。すべての演算結果フラグはクリアされています。*Inexact*, *Rounded*, *Subnormal* を除く全ての演算エラートラップが有効 (例外として扱う) になっています。

多くのトラップが有効になっているので、デバッグの際に便利なコンテキストです。

class decimal.ExtendedContext

汎用十進演算仕様で定義されている標準コンテキストの一つです。精度は 9 桁に設定されています。丸め規則は *ROUND_HALF_EVEN* です。すべての演算結果フラグはクリアされています。トラップは全て無効 (演算中に一切例外を送出しない) になっています。

トラップが無効になっているので、エラーの伴う演算結果を `NaN` や `Infinity` にし、例外を送出しないようにしたいアプリケーションに向いたコンテキストです。このコンテキストを使うと、他の場合にはプログラムが停止してしまうような状況があっても実行を完了させられます。

class decimal.DefaultContext

Context コンストラクタが新たなコンテキストを作成するさいに雛形にするコンテキストです。このコンテキストのフィールド (精度の設定など) を変更すると、*Context* コンストラクタが生成する新たなコンテキストに影響を及ぼします。

このコンテキストは、主に多重スレッド環境で便利です。スレッドを開始する前に何らかのフィールドを変更しておくと、システム全体のデフォルト設定に効果を及ぼすことができます。スレッドを開始した後にフィールドを変更すると、競合条件を抑制するためにスレッドを同期化しなければならないので、推奨しません。

単一スレッドの環境では、このコンテキストを使わないよう薦めます。下で述べるように明示的にコンテキストを作成してください。

デフォルトの値は、Context.prec=28, Context.rounding=*ROUND_HALF_EVEN* で、トラップ *Overflow*, *InvalidOperation*, および *DivisionByZero* が有効になっています。

上に挙げた三つのコンテキストに加え、*Context* コンストラクタを使って新たなコンテキストを生成できます。

class decimal.**Context**(*prec=None*, *rounding=None*, *Emin=None*, *Emax=None*, *capitals=None*, *clamp=None*, *flags=None*, *traps=None*)

新たなコンテキストを生成します。あるフィールドが定義されていないか *None* であれば、*DefaultContext* からデフォルト値をコピーします。*flags* フィールドが設定されていいか *None* の場合には、全てのフラグがクリアされます。

prec フィールドは範囲 [1, *MAX_PREC*] 内の整数で、コンテキストにおける算術演算の計算精度を設定します。

rounding オプションは、節 **丸めモード** で挙げられる定数の一つです。

traps および *flags* フィールドには、セットしたいシグナルを列挙します。一般的に、新たなコンテキストを作成するときにはトラップだけを設定し、フラグはクリアしておきます。

Emin および *Emax* フィールドは、許容する指数の外限を指定する整数です。*Emin* は範囲 [*MIN_EMIN*, 0] 内で、*Emax* は範囲 [0, *MAX_EMAX*] 内でなければなりません。

capitals フィールドは 0 または 1 (デフォルト) にします。1 に設定すると、指数記号を大文字 E で出力します。それ以外の場合には Decimal('6.02e+23') のように小文字の e を使います。

clamp フィールドは、0 (デフォルト) または 1 です。1 に設定されると、このコンテキストにおける *Decimal* インスタンスの指数 e は厳密に範囲 Emin - prec + 1 <= e <= Emax - prec + 1 に制限されます。*clamp* が 0 なら、それより弱い条件が支配します: 調整された *Decimal* インスタンスの指数は最大で Emax です。*clamp* が 1 なら、大きな正規数は、可能なら、指数が減らされ、対応する数の 0 が係数に加えられ、指数の制約に合わせられます; これは数の値を保存しますが、有効な末尾の 0 に関する情報を失います。例えば:

```
>>> Context(prec=6, Emax=999, clamp=1).create_decimal('1.23e999')
Decimal('1.23000E+999')
```

clamp の値 1 は、IEEE 754 で規定された固定幅十進交換形式と互換にできます。

Context クラスでは、いくつかの汎用のメソッドの他、現在のコンテキストで算術演算を直接行うた

めのメソッドを数多く定義しています。加えて、*Decimal* の各メソッドについて (*adjusted()* および *as_tuple()* メソッドを例外として) 対応する *Context* のメソッドが存在します。たとえば、*Context* インスタンス `C` と *Decimal* インスタンス `x` に対して、`C.exp(x)` は `x.exp(context=C)` と等価です。それぞれの *Context* メソッドは、Decimal インスタンスが受け付けられるところならどこでも、Python の整数 (*int* のインスタンス) を受け付けます。

clear_flags()

フラグを全て 0 にリセットします。

clear_traps()

トラップを全て 0 にリセットします。

Added in version 3.3.

copy()

コンテキストの複製を返します。

copy_decimal(*num*)

Decimal インスタンス num のコピーを返します。

create_decimal(*num*)

self をコンテキストとする新たな Decimal インスタンスを *num* から生成します。*Decimal* コンストラクタと違い、数値を変換する際にコンテキストの精度、値丸め方法、フラグ、トラップを適用します。

定数値はしばしばアプリケーションの要求よりも高い精度を持っているため、このメソッドが役に立ちます。また、値丸めを即座に行うため、例えば以下のように、入力値に値丸めを行わないために合計値にゼロの加算を追加するだけで結果が変わってしまうといった、現在の精度よりも細かい値の影響が紛れ込む問題を防げるという恩恵もあります。以下の例は、丸められていない入力を使うということは和にゼロを加えると結果が変わり得るという見本です:

```
>>> getcontext().prec = 3
>>> Decimal('3.4445') + Decimal('1.0023')
Decimal('4.45')
>>> Decimal('3.4445') + Decimal(0) + Decimal('1.0023')
Decimal('4.44')
```

このメソッドは IBM 仕様の to-number 演算を実装したものです。引数が文字列の場合、前や後ろに余計な空白を付けたり、アンダースコアを含めたりすることは許されません。

create_decimal_from_float(*f*)

浮動小数点数 *f* から新しい Decimal インスタンスを生成しますが、*self* をコンテキストとして丸めます。*Decimal.from_float()* クラスメソッドとは違い、変換にコンテキストの精度、丸めメソッド、フラグ、そしてトラップが適用されます。

```
>>> context = Context(prec=5, rounding=ROUND_DOWN)
>>> context.create_decimal_from_float(math.pi)
Decimal('3.1415')
>>> context = Context(prec=5, traps=[Inexact])
>>> context.create_decimal_from_float(math.pi)
Traceback (most recent call last):
    ...
decimal.Inexact: None
```

Added in version 3.1.

Etiny()

Emin - prec + 1 に等しい値を返します。演算結果の劣化が起こる桁の最小値です。アンダーフローが起きた場合、指数は *Etiny* に設定されます。

Etop()

Emax - prec + 1 に等しい値を返します。

Decimal を使った処理を行う場合、通常は *Decimal* インスタンスを生成して、算術演算を適用するというアプローチをとります。演算はアクティブなスレッドにおける現在のコンテキストの下で行われます。もう一つのアプローチは、コンテキストのメソッドを使った特定のコンテキスト下での計算です。コンテキストのメソッドは *Decimal* クラスのメソッドに似ているので、ここでは簡単な説明にとどめます。

abs(x)

x の絶対値を返します。

add(x, y)

x と y の和を返します。

canonical(x)

同じ Decimal オブジェクト x を返します。

compare(x, y)

x と y を数値として比較します。

compare_signal(x, y)

二つの演算対象の値を数値として比較します。

compare_total(x, y)

二つの演算対象を抽象的な表現を使って比較します。

compare_total_mag(x, y)

二つの演算対象を抽象的な表現を使い符号を無視して比較します。

copy_abs(*x*)

x のコピーの符号を 0 にセットして返します。

copy_negate(*x*)

x のコピーの符号を反転して返します。

copy_sign(*x*, *y*)

y から *x* に符号をコピーします。

divide(*x*, *y*)

x を *y* で除算した値を返します。

divide_int(*x*, *y*)

x を *y* で除算した値を整数に切り捨てて返します。

divmod(*x*, *y*)

二つの数値間の除算を行い、結果の整数部を返します。

exp(*x*)

`e ** x` を返します。

fma(*x*, *y*, *z*)

x を *y* 倍したものに *z* を加えて返します。

is_canonical(*x*)

x が標準的 (canonical) ならば `True` を返します。そうでなければ `False` です。

is_finite(*x*)

x が有限ならば `True` を返します。そうでなければ `False` です。

is_infinite(*x*)

x が無限ならば `True` を返します。そうでなければ `False` です。

is_nan(*x*)

x が qNaN か sNaN であれば `True` を返します。そうでなければ `False` です。

is_normal(*x*)

x が通常の数ならば `True` を返します。そうでなければ `False` です。

is_qnan(*x*)

x が無言 NaN であれば `True` を返します。そうでなければ `False` です。

is_signed(*x*)

x が負の数であれば `True` を返します。そうでなければ `False` です。

is_snan(*x*)

x が発信 NaN であれば True を返します。そうでなければ False です。

is_subnormal(*x*)

x が非正規数であれば True を返します。そうでなければ False です。

is_zero(*x*)

x がゼロであれば True を返します。そうでなければ False です。

ln(*x*)

x の自然対数 (底 e の対数) を返します。

log10(*x*)

x の底 10 の対数を返します。

logb(*x*)

演算対象の MSD の大きさの指数部を返します。

logical_and(*x*, *y*)

それぞれの桁に論理演算 *and* を当てはめます。

logical_invert(*x*)

x の全ての桁を反転させます。

logical_or(*x*, *y*)

それぞれの桁に論理演算 *or* を当てはめます。

logical_xor(*x*, *y*)

それぞれの桁に論理演算 *xor* を当てはめます。

max(*x*, *y*)

二つの値を数値として比較し、大きいほうを返します。

max_mag(*x*, *y*)

値を符号を無視して数値として比較します。

min(*x*, *y*)

二つの値を数値として比較し、小さいほうを返します。

min_mag(*x*, *y*)

値を符号を無視して数値として比較します。

minus(*x*)

Python における単項マイナス演算子に対応する演算です。

multiply(*x*, *y*)

x と *y* の積を返します。

next_minus(*x*)

x より小さい最大の表現可能な数を返します。

next_plus(*x*)

x より大きい最小の表現可能な数を返します。

next_toward(*x*, *y*)

x に *y* の方向に向かって最も近い数を返します。

normalize(*x*)

x をもっとも単純な形にします。

number_class(*x*)

x のクラスを指し示すものを返します。

plus(*x*)

Python における単項のプラス演算子に対応する演算です。コンテキストにおける精度や値丸めを適用するので、等値 (identity) 演算とは **違います**。

power(*x*, *y*, *modulo=None*)

x の y 乗を計算します。modulo が指定されていればモジュロを取ります。

引数が 2 つの場合、x**y を計算します。x が負の場合、y は整数でなければなりません。y が整数、結果が有限、結果が 'precision' 桁で正確に表現できる、という条件をすべて満たさない場合、結果は不正確になります。結果はコンテキストの丸めモードを使って丸められます。結果は常に、Python バージョンにおいて正しく丸められます。

`Decimal(0) ** Decimal(0)` results in `InvalidOperation`, and if `InvalidOperation` is not trapped, then results in `Decimal('NaN')`.

バージョン 3.3 で変更: C モジュールは *power()* を適切に丸められた *exp()* および *ln()* 関数によって計算します。結果は well-defined ですが、「ほとんどの場合には適切に丸められる」だけです。

引数が 3 つの場合、(x**y) % modulo を計算します。この 3 引数の形式の場合、引数には以下の制限が課せられます。

- 全ての引数は整数
- y は非負でなければならない
- x と y の少なくともどちらかはゼロでない
- modulo は非零で大きくても 'precision' 桁

Context.power(x, y, modulo) で得られる値は (x**y) % modulo を精度無制限で計算して得られるものと同じ値ですが、より効率的に計算されます。結果の指数は x, y, modulo の指数に関係なくゼロです。この計算は常に正確です。

quantize(*x*, *y*)

x に値丸めを適用し、指数を *y* にした値を返します。

radix()

単に 10 を返します。何せ十進ですから :)

remainder(*x*, *y*)

整数除算の剰余を返します。

剰余がゼロでない場合、符号は割られる数の符号と同じになります。

remainder_near(*x*, *y*)

x - y * n を返します。ここで *n* は x / y の正確な値に一番近い整数です (この結果が 0 ならばその符号は *x* の符号と同じです)。

rotate(*x*, *y*)

x の *y* 回巡回したコピーを返します。

same_quantum(*x*, *y*)

2 つの演算対象が同じ指数を持っている場合に True を返します。

scaleb(*x*, *y*)

一つめの演算対象の指数部に二つめの値を加えたものを返します。

shift(*x*, *y*)

x を *y* 回シフトしたコピーを返します。

sqrt(*x*)

x の平方根を精度いっぱいまで求めます。

subtract(*x*, *y*)

x と *y* の間の差を返します。

to_eng_string(*x*)

文字列に変換します。指数が必要なら工学表記が使われます。

工学表記法では指数は 3 の倍数になります。これにより、基数の小数部には最大で 3 桁までの数字が残されるとともに、末尾に 1 つまたは 2 つの 0 の付加が必要とされるかもしれません。

to_integral_exact(*x*)

最近傍の整数に値を丸めます。

to_sci_string(*x*)

数値を科学表記で文字列に変換します。

9.4.4 定数

この節の定数は C モジュールにのみ意味があります。互換性のために、pure Python 版も含まれます。

	32-bit	64-bit
decimal.MAX_PREC	425000000	999999999999999999
decimal.MAX_EMAX	425000000	999999999999999999
decimal.MIN_EMIN	-425000000	-999999999999999999
decimal.MIN_ETINY	-849999999	-1999999999999999997

decimal.HAVE_THREADS

値は True です。現在の Python は常にスレッドを持っているので、非推奨になりました。

バージョン 3.9 で非推奨.

decimal.HAVE_CONTEXTVAR

The default value is True. If Python is configured using the --without-decimal-contextvar option, the C version uses a thread-local rather than a coroutine-local context and the value is False. This is slightly faster in some nested context scenarios.

Added in version 3.8.3.

9.4.5 丸めモード

decimal.ROUND_CEILING

Infinity 方向に丸めます。

decimal.ROUND_DOWN

ゼロ方向に丸めます。

decimal.ROUND_FLOOR

-Infinity 方向に丸めます。

decimal.ROUND_HALF_DOWN

近い方に、引き分けはゼロ方向に向けて丸めます。

decimal.ROUND_HALF_EVEN

近い方に、引き分けは偶数整数方向に向けて丸めます。

decimal.ROUND_HALF_UP

近い方に、引き分けはゼロから遠い方向に向けて丸めます。

decimal.ROUND_UP

ゼロから遠い方向に丸めます。

decimal.ROUND_05UP

ゼロ方向に丸めた後の最後の桁が 0 または 5 ならばゼロから遠い方向に、そうでなければゼロ方向に丸めます。

9.4.6 シグナル

シグナルは、計算中に生じた様々なエラー条件を表現します。各々のシグナルは一つのコンテキストフラグと一つのトラップイネーブラに対応しています。

コンテキストフラグは、該当するエラー条件に遭遇するたびにセットされます。演算後にフラグを調べれば、演算に関する情報 (例えば計算が厳密だったかどうか) がわかります。フラグを調べたら、次の計算を始める前にフラグを全てクリアするようにしてください。

あるコンテキストのトラップイネーブラがあるシグナルに対してセットされている場合、該当するエラー条件が生じると Python の例外を送出します。例えば、*DivisionByZero* が設定されていると、エラー条件が生じた際に *DivisionByZero* 例外を送出します。

class decimal.Clamped

値の表現上の制限に沿わせるために指数部が変更されたことを通知します。

通常、クランプ (clamp) は、指数部がコンテキストにおける指数桁の制限値 Emin および Emax を越えた場合に発生します。可能な場合には、係数部にゼロを加えた表現に合わせて指数部を減らします。

class decimal.DecimalException

他のシグナルの基底クラスで、*ArithmeticError* のサブクラスです。

class decimal.DivisionByZero

有限値をゼロで除算したときのシグナルです。

除算やモジュロ除算、数を負の値で累乗した場合に起きることがあります。このシグナルをトラップしない場合、演算結果は Infinity または -Infinity になり、その符号は演算に使った入力に基づいて決まります。

class decimal.Inexact

値の丸めによって演算結果から厳密さが失われたことを通知します。

このシグナルは値丸め操作中にゼロでない桁を無視した際に生じます。演算結果は値丸め後の値です。シグナルのフラグやトラップは、演算結果の厳密さが失われたことを検出するために使えるだけです。

class decimal.InvalidOperation

無効な演算が実行されたことを通知します。

ユーザが有意な演算結果にならないような操作を要求したことを示します。このシグナルをトラップしない場合、NaN を返します。このシグナルの発生原因として考えられるのは、以下のような状況です:

```
Infinity - Infinity
0 * Infinity
Infinity / Infinity
x % 0
Infinity % x
sqrt(-x) and x > 0
0 ** 0
x ** (non-integer)
x ** Infinity
```

class decimal.Overflow

数値オーバフローを示すシグナルです。

このシグナルは、値丸めを行った後の指数部が Context.Emax より大きいことを示します。シグナルをトラップしない場合、演算結果は値丸めのモードにより、表現可能な最大の数値になるように内側へ引き込んで丸めを行った値か、Infinity になるように外側に丸めた値のいずれかになります。いずれの場合も、*Inexact* および *Rounded* が同時にシグナルされます。

class decimal.Rounded

情報が全く失われていない場合も含み、値丸めが起きたときのシグナルです。

このシグナルは、値丸めによって桁がなくなると常に発生します。なくなった桁がゼロ (例えば 5.00 を丸めて 5.0 になった場合) であってもです。このシグナルをトラップしなければ、演算結果をそのまま返します。このシグナルは有効桁数の減少を検出する際に使います。

class decimal.Subnormal

値丸めを行う前に指数部が Emin より小さかったことを示すシグナルです。

演算結果が微小である場合 (指数が小さすぎる場合) に発生します。このシグナルをトラップしなければ、演算結果をそのまま返します。

class decimal.Underflow

演算結果が値丸めによってゼロになった場合に生じる数値アンダフローです。

演算結果が微小なため、値丸めによってゼロになった場合に発生します。*Inexact* および *Subnormal* シグナルも同時に発生します。

class decimal.FloatOperation

float と Decimal の混合の厳密なセマンティクスを有効にします。

シグナルがトラップされなかった場合 (デフォルト)、*Decimal* コンストラクタ、*create_decimal()* 、およびすべての比較演算子において float と Decimal の混合が許されます。変換も比較も正確です。コンテキストフラグ内に *FloatOperation* を設定することで、混合操作は現れるたびに暗黙に記録されます。*from_float()* や *create_decimal_from_float()* による明示的な変換はフラグを設定しません。

そうでなければ (シグナルがトラップされれば)、等価性比較および明示的な変換のみが静かにに行われ、その他の混合演算は *FloatOperation* を送出します。

これらのシグナルの階層構造をまとめると、以下の表のようになります:

```
exceptions.ArithmeticError(exceptions.Exception)
    DecimalException
        Clamped
        DivisionByZero(DecimalException, exceptions.ZeroDivisionError)
        Inexact
            Overflow(Inexact, Rounded)
            Underflow(Inexact, Rounded, Subnormal)
        InvalidOperation
        Rounded
        Subnormal
        FloatOperation(DecimalException, exceptions.TypeError)
```

9.4.7 浮動小数点数に関する注意

精度を上げて丸め誤差を抑制する

十進浮動小数点数を使うと、十進数表現による誤差を抑制できます (0.1 を正確に表現できるようになります); しかし、ゼロでない桁が一定の精度を越えている場合には、演算によっては依然として値丸めによる誤差を引き起こします。

値丸めによる誤差の影響は、桁落ちを生じるような、ほとんど相殺される量での加算や減算によって増幅されます。Knuth は、十分でない計算精度の下で値丸めを伴う浮動小数点演算を行った結果、加算の結合則や分配則における恒等性が崩れてしまう例を二つ示しています:

```
# Examples from Seminumerical Algorithms, Section 4.2.2.
>>> from decimal import Decimal, getcontext
>>> getcontext().prec = 8

>>> u, v, w = Decimal(11111113), Decimal(-11111111), Decimal('7.51111111')
>>> (u + v) + w
Decimal('9.5111111')
>>> u + (v + w)
Decimal('10')

>>> u, v, w = Decimal(20000), Decimal(-6), Decimal('6.0000003')
>>> (u*v) + (u*w)
Decimal('0.01')
>>> u * (v+w)
Decimal('0.0060000')
```

decimal モジュールでは、最下桁を失わないように十分に計算精度を広げることで、上で問題にしたような恒等性をとりもどせます:

```
>>> getcontext().prec = 20
>>> u, v, w = Decimal(11111113), Decimal(-11111111), Decimal('7.51111111')
>>> (u + v) + w
Decimal('9.51111111')
>>> u + (v + w)
Decimal('9.51111111')
>>>
>>> u, v, w = Decimal(20000), Decimal(-6), Decimal('6.0000003')
>>> (u*v) + (u*w)
Decimal('0.0060000')
>>> u * (v+w)
Decimal('0.0060000')
```

特殊値

decimal モジュールの数体系では、NaN, sNaN, -Infinity Infinity, および二つのゼロ、+0 と -0 といった特殊な値を提供しています。

無限大 (Infinity) は Decimal('Infinity') で直接構築できます。また、*DivisionByZero* をトラップせずにゼロで除算を行った場合にも出てきます。同様に、*Overflow* シグナルをトラップしなければ、表現可能な最大の数値の制限を越えた値を丸めたときに出てきます。

無限大には符号があり (アフィン: affine であり)、算術演算に使用でき、非常に巨大で不確定の (indeterminate) 値として扱われます。例えば、無限大に何らかの定数を加算すると、演算結果は別の無限大になります。

演算によっては結果が不確定になるものがあり、NaN を返します。ただし、*InvalidOperation* シグナルをトラップするようになっていれば例外を送出します。例えば、0/0 は NaN を返します。NaN は「非数値 (not a number)」を表します。このような NaN は暗黙のうちに生成され、一度生成されるとそれを他の計算にも流れてゆき、関係する個々の演算全てが個別の NaN を返すようになります。この挙動は、たまに入力値が欠けるような状況で一連の計算を行う際に便利です --- 特定の計算に対しては無効な結果を示すフラグを立てつつ計算を進められるからです。

一方、NaN の変種である sNaN は関係する全ての演算で演算後にシグナルを送出します。sNaN は、無効な演算結果に対して特別な処理を行うために計算を停止する必要がある場合に便利です。

Python の比較演算は NaN が関わってくると少し驚くようなことがあります。等価性のテストの一方の対象が無言または発信 NaN である場合いつでも *False* を返し (たとえ Decimal('NaN')==Decimal('NaN') でも)、一方で不等価をテストするといつでも *True* を返します。二つの Decimal を <, <=, > または >= を使って比較する試みは一方が NaN である場合には *InvalidOperation* シグナルを送出し、このシグナルをトラップしなければ結果は *False* に終わります。汎用十進演算仕様は直接の比較の振る舞いについて定めていないことに注意しておきましょう。ここでの NaN が関係する比較ルールは IEEE 854 標準から持ってきました (section 5.7 の Table 3 を見て下さい)。厳格に標準遵守を貫くなら、*compare()* および *compare_signal()* メソッドを代わりに使いましょう。

アンダフローの起きた計算は、符号付きのゼロ (signed zero) を返すことがあります。符号は、より高い精度で計算を行った結果の符号と同じになります。符号付きゼロの大きさはやはりゼロなので、正のゼロと負のゼロは等しいとみなされ、符号は単なる参考にすぎません。

二つの符号付きゼロが区別されているのに等価であることに加えて、異なる精度におけるゼロの表現はまちまちなのに、値は等価とみなされるということがあります。これに慣れるには多少時間がかかります。正規化浮動小数点表現に目が慣れてしまうと、以下の計算でゼロに等しい値が返っているとは即座に分かりません:

```
>>> 1 / Decimal('Infinity')
Decimal('0E-1000026')
```

9.4.8 スレッドを使った処理

関数 *getcontext()* は、スレッド毎に別々の *Context* オブジェクトにアクセスします。別のスレッドコンテキストを持つということは、複数のスレッドが互いに影響を及ぼさずに (getcontext().prec=10 のような) 変更を適用できるということです。

同様に、*setcontext()* 関数は自動的に引数のコンテキストを現在のスレッドのコンテキストに設定します。

getcontext() を呼び出す前に *setcontext()* が呼び出されていなければ、現在のスレッドで使うための新たなコンテキストを生成するために *getcontext()* が自動的に呼び出されます。

新たなコンテキストは、*DefaultContext* と呼ばれる雛形からコピーされます。アプリケーションを通じて全てのスレッドに同じ値を使うようにデフォルトを設定したければ、*DefaultContext* オブジェクトを直接変更します。*getcontext()* を呼び出すスレッド間で競合条件が生じないようにするため、*DefaultContext* への変更はいかなるスレッドを開始するよりも **前に** 行わなければなりません。以下に例を示します:

```
# Set applicationwide defaults for all threads about to be launched
DefaultContext.prec = 12
DefaultContext.rounding = ROUND_DOWN
DefaultContext.traps = ExtendedContext.traps.copy()
DefaultContext.traps[InvalidOperation] = 1
setcontext(DefaultContext)

# Afterwards, the threads can be started
t1.start()
t2.start()
t3.start()
 . . .
```

9.4.9 レシピ

Decimal クラスの利用を実演している例をいくつか示します。これらはユーティリティ関数としても利用できます:

```
def moneyfmt(value, places=2, curr='', sep=',', dp='.',
             pos='', neg='-', trailneg=''):
    """Convert Decimal to a money formatted string.

    places:  required number of places after the decimal point
    curr:    optional currency symbol before the sign (may be blank)
    sep:     optional grouping separator (comma, period, space, or blank)
    dp:      decimal point indicator (comma or period)
             only specify as blank when places is zero
    pos:     optional sign for positive numbers: '+', space or blank
    neg:     optional sign for negative numbers: '-', '(', space or blank
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    trailneg:optional trailing minus indicator:  '-', ')', space or blank

    >>> d = Decimal('-1234567.8901')
    >>> moneyfmt(d, curr='$')
    '-$1,234,567.89'
    >>> moneyfmt(d, places=0, sep='.', dp='', neg='', trailneg='-')
    '1.234.568-'
    >>> moneyfmt(d, curr='$', neg='(', trailneg=')')
    '($1,234,567.89)'
    >>> moneyfmt(Decimal(123456789), sep=' ')
    '123 456 789.00'
    >>> moneyfmt(Decimal('-0.02'), neg='<', trailneg='>')
    '<0.02>'

    """
    q = Decimal(10) ** -places      # 2 places --> '0.01'
    sign, digits, exp = value.quantize(q).as_tuple()
    result = []
    digits = list(map(str, digits))
    build, next = result.append, digits.pop
    if sign:
        build(trailneg)
    for i in range(places):
        build(next() if digits else '0')
    if places:
        build(dp)
    if not digits:
        build('0')
    i = 0
    while digits:
        build(next())
        i += 1
        if i == 3 and digits:
            i = 0
            build(sep)
    build(curr)
    build(neg if sign else pos)
    return ''.join(reversed(result))

def pi():
    """Compute Pi to the current precision.

    >>> print(pi())
    3.141592653589793238462643383

    """
    getcontext().prec += 2  # extra digits for intermediate steps
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    three = Decimal(3)      # substitute "three=3.0" for regular floats
    lasts, t, s, n, na, d, da = 0, three, 3, 1, 0, 0, 24
    while s != lasts:
        lasts = s
        n, na = n+na, na+8
        d, da = d+da, da+32
        t = (t * n) / d
        s += t
    getcontext().prec -= 2
    return +s               # unary plus applies the new precision

def exp(x):
    """Return e raised to the power of x.  Result type matches input type.

    >>> print(exp(Decimal(1)))
    2.718281828459045235360287471
    >>> print(exp(Decimal(2)))
    7.389056098930650227230427461
    >>> print(exp(2.0))
    7.38905609893
    >>> print(exp(2+0j))
    (7.38905609893+0j)

    """
    getcontext().prec += 2
    i, lasts, s, fact, num = 0, 0, 1, 1, 1
    while s != lasts:
        lasts = s
        i += 1
        fact *= i
        num *= x
        s += num / fact
    getcontext().prec -= 2
    return +s

def cos(x):
    """Return the cosine of x as measured in radians.

    The Taylor series approximation works best for a small value of x.
    For larger values, first compute x = x % (2 * pi).

    >>> print(cos(Decimal('0.5')))
    0.8775825618903727161162815826
    >>> print(cos(0.5))
    0.87758256189
    >>> print(cos(0.5+0j))
    (0.87758256189+0j)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    """
    getcontext().prec += 2
    i, lasts, s, fact, num, sign = 0, 0, 1, 1, 1, 1
    while s != lasts:
        lasts = s
        i += 2
        fact *= i * (i-1)
        num *= x * x
        sign *= -1
        s += num / fact * sign
    getcontext().prec -= 2
    return +s

def sin(x):
    """Return the sine of x as measured in radians.

    The Taylor series approximation works best for a small value of x.
    For larger values, first compute x = x % (2 * pi).

    >>> print(sin(Decimal('0.5')))
    0.47942553860420300027328793521
    >>> print(sin(0.5))
    0.479425538604
    >>> print(sin(0.5+0j))
    (0.479425538604+0j)

    """
    getcontext().prec += 2
    i, lasts, s, fact, num, sign = 1, 0, x, 1, x, 1
    while s != lasts:
        lasts = s
        i += 2
        fact *= i * (i-1)
        num *= x * x
        sign *= -1
        s += num / fact * sign
    getcontext().prec -= 2
    return +s
```

9.4.10 Decimal FAQ

Q. decimal.Decimal('1234.5') などと打ち込むのは煩わしいのですが、対話式インタプリタを使う際にタイプ量を少なくする方法はありませんか?

A. コンストラクタを 1 文字に縮める人もいるようです:

```
>>> D = decimal.Decimal
>>> D('1.23') + D('3.45')
Decimal('4.68')
```

Q. 小数点以下 2 桁の固定小数点数のアプリケーションの中で、いくつかの入力が余計な桁を保持しているのでこれを丸めなければなりません。その他のものに余計な桁はなくそのまま使えます。どのメソッドを使うのがいいでしょうか?

A. *quantize()* メソッドで固定した桁に丸められます。*Inexact* トラップを設定しておけば、確認にも有用です:

```
>>> TWOPLACES = Decimal(10) ** -2       # same as Decimal('0.01')
```

```
>>> # Round to two places
>>> Decimal('3.214').quantize(TWOPLACES)
Decimal('3.21')
```

```
>>> # Validate that a number does not exceed two places
>>> Decimal('3.21').quantize(TWOPLACES, context=Context(traps=[Inexact]))
Decimal('3.21')
```

```
>>> Decimal('3.214').quantize(TWOPLACES, context=Context(traps=[Inexact]))
Traceback (most recent call last):
   ...
Inexact: None
```

Q. 正当な 2 桁の入力が得られたとして、その正当性をアプリケーション実行中も変わらず保ち続けるにはどうすればいいでしょうか?

A. 加減算あるいは整数との乗算のような演算は自動的に固定小数点を守ります。その他の除算や整数以外の乗算などは小数点以下の桁を変えてしまいますので実行後は *quantize()* ステップが必要です:

```
>>> a = Decimal('102.72')           # Initial fixed-point values
>>> b = Decimal('3.17')
>>> a + b                           # Addition preserves fixed-point
Decimal('105.89')
>>> a - b
Decimal('99.55')
>>> a * 42                          # So does integer multiplication
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Decimal('4314.24')
>>> (a * b).quantize(TWOPLACES)     # Must quantize non-integer multiplication
Decimal('325.62')
>>> (b / a).quantize(TWOPLACES)     # And quantize division
Decimal('0.03')
```

固定小数点のアプリケーションを開発する際は、*quantize()* の段階を扱う関数を定義しておくと便利です:

```
>>> def mul(x, y, fp=TWOPLACES):
...     return (x * y).quantize(fp)
...
>>> def div(x, y, fp=TWOPLACES):
...     return (x / y).quantize(fp)
```

```
>>> mul(a, b)                       # Automatically preserve fixed-point
Decimal('325.62')
>>> div(b, a)
Decimal('0.03')
```

Q. 一つの値に対して多くの表現方法があります。200 と 200.000 と 2E2 と .02E+4 は全て同じ値で違った精度の数です。これらをただ一つの正規化された値に変換することはできますか?

A. *normalize()* メソッドは全ての等しい値をただ一つの表現に直します:

```
>>> values = map(Decimal, '200 200.000 2E2 .02E+4'.split())
>>> [v.normalize() for v in values]
[Decimal('2E+2'), Decimal('2E+2'), Decimal('2E+2'), Decimal('2E+2')]
```

Q. When does rounding occur in a computation?

A. It occurs *after* the computation. The philosophy of the decimal specification is that numbers are considered exact and are created independent of the current context. They can even have greater precision than current context. Computations process with those exact inputs and then rounding (or other context operations) is applied to the *result* of the computation:

```
>>> getcontext().prec = 5
>>> pi = Decimal('3.1415926535')    # More than 5 digits
>>> pi                              # All digits are retained
Decimal('3.1415926535')
>>> pi + 0                          # Rounded after an addition
Decimal('3.1416')
>>> pi - Decimal('0.00005')         # Subtract unrounded numbers, then round
Decimal('3.1415')
>>> pi + 0 - Decimal('0.00005').    # Intermediate values are rounded
Decimal('3.1416')
```

Q. ある種の十進数値はいつも指数表記で表示されます。指数表記以外の表示にする方法はありますか?

A. 値によっては、指数表記だけが有効桁数を表せる表記法なのです。たとえば、5.0E+3 を 5000 と表してしまうと、値は変わりませんが元々の 2 桁という有効数字が反映されません。

もしアプリケーションが有効数字の追跡を等閑視するならば、指数部や末尾のゼロを取り除き、有効数字を忘れ、しかし値を変えずにおくことは容易です:

```
>>> def remove_exponent(d):
...     return d.quantize(Decimal(1)) if d == d.to_integral() else d.normalize()
```

```
>>> remove_exponent(Decimal('5E+3'))
Decimal('5000')
```

Q. 普通の float を *Decimal* に変換できますか?

A. はい。どんな 2 進浮動小数点数も Decimal として正確に表現できます。ただし、正確な変換は直感的に考えたよりも多い桁になることがあります:

```
>>> Decimal(math.pi)
Decimal('3.141592653589793115997963468544185161590576171875')
```

Q. 複雑な計算の中で、精度不足や丸めの異常で間違った結果になっていないことをどうやって保証すれば良いでしょうか。

A. decimal モジュールでは検算は容易です。一番良い方法は、大きめの精度や様々な丸めモードで再計算してみることです。大きく異なった結果が出てきたら、精度不足や丸めの問題や悪条件の入力、または数値計算的に不安定なアルゴリズムを示唆しています。

Q. コンテキストの精度は計算結果には適用されていますが入力には適用されていないようです。様々に異なる精度の入力値を混ぜて計算する時に注意すべきことはありますか?

A. はい。原則として入力値は正確であると見做しておりそれらの値を使った計算も同様です。結果だけが丸められます。入力の強みは "what you type is what you get" (打ち込んだ値が得られる値) という点にあります。入力が丸められないということを忘れていると結果が奇妙に見えるというのは弱点です:

```
>>> getcontext().prec = 3
>>> Decimal('3.104') + Decimal('2.104')
Decimal('5.21')
>>> Decimal('3.104') + Decimal('0.000') + Decimal('2.104')
Decimal('5.20')
```

解決策は、精度を増やすか、単項プラス演算子を使って入力の丸めを強制することです:

```
>>> getcontext().prec = 3
>>> +Decimal('1.23456789')      # unary plus triggers rounding
Decimal('1.23')
```

もしくは、入力を *Context.create_decimal()* を使って生成時に丸めてしまうこともできます:

```
>>> Context(prec=5, rounding=ROUND_DOWN).create_decimal('1.2345678')
Decimal('1.2345')
```

Q. CPython 実装は大きな数に対しても速いでしょうか?

A. はい。CPython 実装と PyPy3 実装では、C/CFFI 版の decimal モジュールは、任意精度の正しい丸めを行う 10 進浮動小数点演算のための高速な libmpdec ライブラリを統合しています。`libmpdec` は Karatsuba multiplication を中程度のサイズの数に対して使い、Number Theoretic Transform を非常に大きな数に対して使います。

The context must be adapted for exact arbitrary precision arithmetic. `Emin` and `Emax` should always be set to the maximum values, `clamp` should always be 0 (the default). Setting `prec` requires some care.

The easiest approach for trying out bignum arithmetic is to use the maximum value for `prec` as well[*2]:

```
>>> setcontext(Context(prec=MAX_PREC, Emax=MAX_EMAX, Emin=MIN_EMIN))
>>> x = Decimal(2) ** 256
>>> x / 128
Decimal('904625697166532776746648320380374280103671755200316906558262375061821325312')
```

For inexact results, *MAX_PREC* is far too large on 64-bit platforms and the available memory will be insufficient:

```
>>> Decimal(1) / 3
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
MemoryError
```

On systems with overallocation (e.g. Linux), a more sophisticated approach is to adjust `prec` to the amount of available RAM. Suppose that you have 8GB of RAM and expect 10 simultaneous operands using a maximum of 500MB each:

```
>>> import sys
>>>
>>> # Maximum number of digits for a single operand using 500MB in 8-byte words
>>> # with 19 digits per word (4-byte and 9 digits for the 32-bit build):
>>> maxdigits = 19 * ((500 * 1024**2) // 8)
>>>
>>> # Check that this works:
>>> c = Context(prec=maxdigits, Emax=MAX_EMAX, Emin=MIN_EMIN)
>>> c.traps[Inexact] = True
>>> setcontext(c)
>>>
```

(次のページに続く)

[*2] バージョン 3.9 で変更: This approach now works for all exact results except for non-integer powers.

(前のページからの続き)

```
>>> # Fill the available precision with nines:
>>> x = Decimal(0).logical_invert() * 9
>>> sys.getsizeof(x)
524288112
>>> x + 2
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  decimal.Inexact: [<class 'decimal.Inexact'>]
```

In general (and especially on systems without overallocation), it is recommended to estimate even tighter bounds and set the *Inexact* trap if all calculations are expected to be exact.

9.5 fractions --- 有理数

ソースコード: Lib/fractions.py

---

fractions モジュールは有理数計算のサポートを提供します。

Fraction インスタンスは一対の整数、他の有理数、または文字列から生成されます。

class fractions.**Fraction**(*numerator=0*, *denominator=1*)

class fractions.**Fraction**(*other_fraction*)

class fractions.**Fraction**(*float*)

class fractions.**Fraction**(*decimal*)

class fractions.**Fraction**(*string*)

The first version requires that *numerator* and *denominator* are instances of *numbers.Rational* and returns a new *Fraction* instance with value `numerator/denominator`. If *denominator* is `0`, it raises a *ZeroDivisionError*. The second version requires that *other_fraction* is an instance of *numbers.Rational* and returns a *Fraction* instance with the same value. The next two versions accept either a *float* or a *decimal.Decimal* instance, and return a *Fraction* instance with exactly the same value. Note that due to the usual issues with binary floating-point (see tut-fp-issues), the argument to `Fraction(1.1)` is not exactly equal to 11/10, and so `Fraction(1.1)` does *not* return `Fraction(11, 10)` as one might expect. (But see the documentation for the *limit_denominator()* method below.) The last version of the constructor expects a string or unicode instance. The usual form for this instance is:

```
[sign] numerator ['/' denominator]
```

ここで、オプションの `sign` は '+' か '-' のどちらかであり、`numerator` および (存在する場合) `denominator` は十進数の数字の文字列です (コード中の整数リテラルと同様、アンダースコアを使っ

て桁を区切れます)。さらに、*float* コンストラクタで受け付けられる有限の値を表す文字列は、*Fraction* コンストラクタでも受け付けられます。どちらの形式でも、入力される文字列は前後に空白があって構いません。以下に、いくつかの例を示します:

```
>>> from fractions import Fraction
>>> Fraction(16, -10)
Fraction(-8, 5)
>>> Fraction(123)
Fraction(123, 1)
>>> Fraction()
Fraction(0, 1)
>>> Fraction('3/7')
Fraction(3, 7)
>>> Fraction(' -3/7 ')
Fraction(-3, 7)
>>> Fraction('1.414213 \t\n')
Fraction(1414213, 1000000)
>>> Fraction('-.125')
Fraction(-1, 8)
>>> Fraction('7e-6')
Fraction(7, 1000000)
>>> Fraction(2.25)
Fraction(9, 4)
>>> Fraction(1.1)
Fraction(2476979795053773, 2251799813685248)
>>> from decimal import Decimal
>>> Fraction(Decimal('1.1'))
Fraction(11, 10)
```

Fraction クラスは抽象基底クラス *numbers.Rational* を継承し、その全てのメソッドと演算を実装します。*Fraction* インスタンスは **ハッシュ可能** で、不変 (immutable) であるものとして扱われます。加えて、*Fraction* には以下のプロパティとメソッドがあります:

バージョン 3.2 で変更: *Fraction* のコンストラクタが *float* および *decimal.Decimal* インスタンスを受け付けるようになりました。

バージョン 3.9 で変更: 今は *math.gcd()* 関数が **分子** (numerator) と **分母** (denominator) の約分で使われています。*math.gcd()* は常に *int* 型の値を返します。以前は、GCD の型は分子と分母に依存していました。

バージョン 3.11 で変更: Underscores are now permitted when creating a *Fraction* instance from a string, following **PEP 515** rules.

バージョン 3.11 で変更: *Fraction* implements `__int__` now to satisfy `typing.SupportsInt` instance checks.

バージョン 3.12 で変更: Space is allowed around the slash for string inputs: `Fraction('2 / 3')`.

バージョン 3.12 で変更: *Fraction* instances now support float-style formatting, with presentation types "e", "E", "f", "F", "g", "G" and "%"".

バージョン 3.13 で変更: Formatting of *Fraction* instances without a presentation type now supports fill, alignment, sign handling, minimum width and grouping.

numerator

有理数を既約分数で表したときの分子。

denominator

有理数を既約分数で表したときの分母。

as_integer_ratio()

Return a tuple of two integers, whose ratio is equal to the original Fraction. The ratio is in lowest terms and has a positive denominator.

Added in version 3.8.

is_integer()

Return True if the Fraction is an integer.

Added in version 3.12.

classmethod from_float(*flt*)

Alternative constructor which only accepts instances of *float* or *numbers.Integral*. Beware that Fraction.from_float(0.3) is not the same value as Fraction(3, 10).

注釈: Python 3.2 以降では、*float* から直接 *Fraction* インスタンスを構築できるようになりました。

---

classmethod from_decimal(*dec*)

Alternative constructor which only accepts instances of *decimal.Decimal* or *numbers.Integral*.

注釈: Python 3.2 以降では、*decimal.Decimal* インスタンスから直接 *Fraction* インスタンスを構築できるようになりました。

---

limit_denominator(*max_denominator=1000000*)

分母が高々 max_denominator である、self に最も近い *Fraction* を見付けて返します。このメソッドは与えられた浮動小数点数の有理数近似を見つけるのに役立ちます:

```
>>> from fractions import Fraction
>>> Fraction('3.1415926535897932').limit_denominator(1000)
Fraction(355, 113)
```

あるいは float で表された有理数を元に戻すのにも使えます:

```
>>> from math import pi, cos
>>> Fraction(cos(pi/3))
Fraction(4503599627370497, 9007199254740992)
>>> Fraction(cos(pi/3)).limit_denominator()
Fraction(1, 2)
>>> Fraction(1.1).limit_denominator()
Fraction(11, 10)
```

__floor__()

最大の *int* <= self を返します。このメソッドは *math.floor()* 関数からでもアクセスできます:

```
>>> from math import floor
>>> floor(Fraction(355, 113))
3
```

__ceil__()

最小の *int* >= self を返します。このメソッドは *math.ceil()* 関数からでもアクセスできます。

__round__()

__round__(*ndigits*)

第一のバージョンは、self に最も近い *int* を偶数丸めで返します。第二のバージョンは、このメソッドは self に最も近い Fraction(1, 10**ndigits) の倍数 (論理的に、ndigits が負なら) を、これも偶数丸めで丸めます。*round()* 関数からでもアクセスできます。

__format__(*format_spec*, */*)

Provides support for formatting of *Fraction* instances via the *str.format()* method, the *format()* built-in function, or Formatted string literals.

If the format_spec format specification string does not end with one of the presentation types 'e', 'E', 'f', 'F', 'g', 'G' or '%' then formatting follows the general rules for fill, alignment, sign handling, minimum width, and grouping as described in the *format specification mini-language*. The "alternate form" flag '#' is supported: if present, it forces the output string to always include an explicit denominator, even when the value being formatted is an exact integer. The zero-fill flag '0' is not supported.

If the format_spec format specification string ends with one of the presentation types 'e', 'E', 'f', 'F', 'g', 'G' or '%' then formatting follows the rules outlined for the *float* type in the 書式指定ミニ言語仕様 section.

ここに例があります:

```
>>> from fractions import Fraction
>>> format(Fraction(103993, 33102), '_')
'103_993/33_102'
>>> format(Fraction(1, 7), '.^+10')
'...+1/7...'
>>> format(Fraction(3, 1), '')
'3'
>>> format(Fraction(3, 1), '#')
'3/1'
>>> format(Fraction(1, 7), '.40g')
'0.1428571428571428571428571428571428571429'
>>> format(Fraction('1234567.855'), '_.2f')
'1_234_567.86'
>>> f"{Fraction(355, 113):*>20.6e}"
'********3.141593e+00'
>>> old_price, new_price = 499, 672
>>> "{:.2%} price increase".format(Fraction(new_price, old_price) - 1)
'34.67% price increase'
```

参考:

numbers **モジュール** 数
: 値の塔を作り上げる抽象基底クラス。

9.6 random --- 疑似乱数を生成する

ソースコード: Lib/random.py

このモジュールでは様々な分布をもつ擬似乱数生成器を実装しています。

整数用に、ある範囲からの一様な選択があります。シーケンス用には、シーケンスからのランダムな要素の一様な選択、リストのランダムな置換をインプレースに生成する関数、順列を置換せずにランダムサンプリングする関数があります。

実数用としては、一様分布、正規分布 (ガウス分布)、対数正規分布、負の指数分布、ガンマおよびベータ分布を計算する関数があります。角度の分布を生成するにはフォン・ミーゼス分布が利用できます。

ほとんど全てのモジュール関数は、基礎となる関数 *random()* に依存します。この関数はランダムな浮動小数点数を半開区間 `0.0 <= X < 1.0` 内に一様に生成します。Python は中心となる乱数生成器としてメルセンヌツイスタを使います。これは 53 ビット精度の浮動小数点を生成し、周期は 2**19937-1 です。本体は C で実装されていて、高速でスレッドセーフです。メルセンヌツイスタは、現存する中で最も広範囲にテストされた乱数生成器のひとつです。しかしながら、メルセンヌツイスタは完全に決定論的であるため、全ての目的に合致しているわけではなく、暗号化の目的には全く向いていません。

このモジュールで提供されている関数は、実際には *random.Random* クラスの隠蔽されたインスタンスのメソッドに束縛されています。内部状態を共有しない生成器を取得するため、自分で *Random* のインスタンスを生成することができます。

Class *Random* can also be subclassed if you want to use a different basic generator of your own devising: see the documentation on that class for more details.

random モジュールは *SystemRandom* クラスも提供していて、このクラスは OS が提供している乱数発生源を利用して乱数を生成するシステム関数 *os.urandom()* を使うものです。

警告: このモジュールの擬似乱数生成器をセキュリティ目的に使用してはいけません。セキュリティや暗号学的な用途については *secrets* モジュールを参照してください。

参考:

M. Matsumoto and T. Nishimura, "Mersenne Twister: A 623-dimensionally equidistributed uniform pseudorandom number generator", ACM Transactions on Modeling and Computer Simulation Vol. 8, No. 1, January pp.3--30 1998.

Complementary-Multiply-with-Carry recipe for a compatible alternative random number generator with a long period and comparatively simple update operations.

注釈: The global random number generator and instances of *Random* are thread-safe. However, in the free-threaded build, concurrent calls to the global generator or to the same instance of *Random* may encounter contention and poor performance. Consider using separate instances of *Random* per thread instead.

9.6.1 保守 (bookkeeping) 関数

`random.seed`(*a=None*, *version=2*)

乱数生成器を初期化します。

a が省略されるか `None` の場合、現在のシステム時刻が使用されます。乱数のソースがオペレーティングシステムによって提供される場合、システム時刻の代わりにそれが使用されます (利用可能性についての詳細は *os.urandom()* 関数を参照)。

a が int の場合、それが直接使われます。

バージョン 2 (デフォルト) では、*str*, *bytes*, *bytearray* オブジェクトは *int* に変換され、そのビットがすべて使用されます。

バージョン 1 (Python の古いバージョンでの乱数列を再現するために提供される) では、*str* と *bytes* に対して適用されるアルゴリズムは、より狭い範囲のシードを生成します。

バージョン 3.2 で変更: 文字列シードのすべてのビットを使うバージョン 2 スキームに移行。

バージョン 3.11 で変更: *seed* は次の型の内のいずれかでなければなりません: None、*int*、*float*、*str*、*bytes*、*bytearray*。

random.getstate()

乱数生成器の現在の内部状態を記憶したオブジェクトを返します。このオブジェクトを *setstate()* に渡して内部状態を復元することができます。

random.setstate(*state*)

state は予め *getstate()* を呼び出して得ておかなくてはなりません。*setstate()* は *getstate()* が呼び出された時の乱数生成器の内部状態を復元します。

9.6.2 バイト列用の関数

random.randbytes(*n*)

n バイトのランダムなバイト列を生成します。

セキュリティトークンを生成する目的で、このメソッドを使用しないでください。代わりに *secrets.token_bytes()* を使用してください。

Added in version 3.9.

9.6.3 整数用の関数

random.randrange(*stop*)

random.randrange(*start*, *stop*[, *step*])

`range(start, stop, step)` の要素からランダムに選ばれた要素を返します。

This is roughly equivalent to `choice(range(start, stop, step))` but supports arbitrarily large ranges and is optimized for common cases.

位置引数のパターンは *range()* 関数の引数と一致します。

Keyword arguments should not be used because they can be interpreted in unexpected ways. For example `randrange(start=100)` is interpreted as `randrange(0, 100, 1)`.

バージョン 3.2 で変更: 一様に分布した値の生成に関して *randrange()* がより洗練されました。以前は `int(random()*n)` のようなやや一様でない分布を生成するスタイルを使用していました。

バージョン 3.12 で変更: 整数以外の型の自動変換はサポートされなくなりました。`randrange(10.0)` や `randrange(Fraction(10, 1))` のような呼び出しは *TypeError* を送出します。

`random.randint(`*a*, *b*`)`

`a <= N <= b` であるようなランダムな整数 *N* を返します。`randrange(a, b+1)` のエイリアスです。

`random.getrandbits(`*k*`)`

k 桁の乱数ビットを持つ Python の整数を生成し、返します。このメソッドはメルセンヌツイスタ生成器で提供されており、その他の乱数生成器でもオプションの API として提供されている場合があります。*getrandbits()* が使用可能な場合、*randrange()* は任意の範囲の乱数を生成できるようになります。

バージョン 3.9 で変更: *k* の値として 0 が許されるようになりました。

9.6.4 シーケンス用の関数

`random.choice(`*seq*`)`

空でないシーケンス *seq* からランダムに要素を返します。*seq* が空のときは、*IndexError* が送出されます。

`random.choices(`*population*, *weights=None*, ***, *cum_weights=None*, *k=1*`)`

population から重複ありで選んだ要素からなる大きさ *k* のリストを返します。*population* が空の場合 *IndexError* を送出します。

weights シーケンスが与えられた場合、相対的な重みに基づいて要素が選ばれます。あるいは、*cum_weights* シーケンスが与えられた場合、累積的な重み (*itertools.accumulate()* を用いて計算されるかもしれません) で要素が選ばれます。例えば、相対的な重み `[10, 5, 30, 5]` は累積的な重み `[10, 15, 45, 50]` と等価です。内部的には、相対的な重みは要素選択の前に累積的な重みに変換されるため、累積的な重みを渡すと手間を省けます。

weights および *cum_weights* が与えられなかった場合、要素は同じ確率で選択されます。重みのシーケンスが与えられた場合、その長さは *population* シーケンスと同じでなければなりません。*weights* と *cum_weights* を同時に与えると *TypeError* が送出されます。

weights や *cum_weights* には *random()* が返す *float* 値と相互に変換できるような、任意の数値型を使用できます (int、float、fraction を含みますが、decimal は除きます)。重みには非負で有限の値を指定することが規定されます。全ての重みが 0 の場合、例外 *ValueError* が送出されます。

与えられた種に対して、同じ重みを持つ *choices()* 関数は、一般に *choice()* を繰り返し呼び出す場合とは異なるシーケンスを生成します。*choices()* で使用されるアルゴリズムは、内部の一貫性とスピードのために浮動小数点演算を使用します。*choice()* で使われるアルゴリズムは、丸め誤差による小さな偏りを避けるために、デフォルトでは選択を繰り返す整数演算になっています。

Added in version 3.6.

バージョン 3.9 で変更: 全ての重みが 0 の場合、例外 *ValueError* を送出します。

random.**shuffle**(*x*)

シーケンス *x* をインプレースにシャッフルします。

イミュータブルなシーケンスをシャッフルしてシャッフルされたリストを新たに返すには、代わりに `sample(x, k=len(x))` を使用してください。

たとえ `len(x)` が小さくても、*x* の並べ替えの総数 (訳注: 要素数の階乗) は大半の乱数生成器の周期よりもすぐに大きくなることに注意してください。つまり、長いシーケンスの大半の並べ替えは決して生成されないだろう、ということです。例えば、長さ 2080 のシーケンスがメルセンヌツイスタ生成器の周期に収まる中で最大のものになります。

バージョン 3.11 で変更: オプション引数 *random* が削除されました。

random.**sample**(*population*, *k*, ***, *counts=None*)

母集団のシーケンスから選ばれた長さ *k* の一意な要素からなるリストを返します。値の置換を行わないランダムサンプリングに用いられます。

母集団自体を変更せずに、母集団内の要素を含む新たなリストを返します。返されたリストは選択された順に並んでいるので、このリストの部分スライスもランダムなサンプルになります。これにより、くじの当選者 (サンプル) を 1 等賞と 2 等賞（の部分スライス）に分けることも可能です。

母集団の要素は **ハッシュ可能** でなくても、ユニークでなくてもかまいません。母集団が繰り返しを含む場合、出現するそれぞれがサンプルに選択されえます。

母集団に重複がある場合はその分だけ 1 つずつ指定するか、キーワード専用オプション引数 *counts* で指定することができます。例えば、`sample(['red', 'blue'], counts=[4, 2], k=5)` は `sample(['red', 'red', 'red', 'red', 'blue', 'blue'], k=5)` と等価になります。

ある範囲の整数からサンプルを取る場合、引数に *range()* オブジェクトを使用してください。大きな母集団の場合、これは特に速く、メモリ効率が良いです: `sample(range(10000000), k=60)`。

サンプルの大きさが母集団の大きさより大きい場合 *ValueError* が送出されます。

バージョン 3.9 で変更: *counts* 引数が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: The *population* must be a sequence. Automatic conversion of sets to lists is no longer supported.

9.6.5 Discrete distributions

The following function generates a discrete distribution.

random.binomialvariate(*n=1*, *p=0.5*)

Binomial distribution. Return the number of successes for *n* independent trials with the probability of success in each trial being *p*:

Mathematically equivalent to:

```
sum(random() < p for i in range(n))
```

The number of trials *n* should be a non-negative integer. The probability of success *p* should be between `0.0 <= p <= 1.0`. The result is an integer in the range `0 <= X <= n`.

Added in version 3.12.

9.6.6 実数分布

以下の関数は特定の実数値分布を生成します。関数の引数の名前は、一般的な数学の慣例で使われている分布の公式の対応する変数から取られています; これらの公式のほとんどはどんな統計学のテキストにも載っています。

random.random()

ランダムな浮動小数点数（範囲は `0.0 <= X < 1.0`）を返します。

random.uniform(*a*, *b*)

`a <= b` であれば `a <= N <= b`、`b < a` であれば `b <= N <= a` であるようなランダムな浮動小数点数 *N* を返します。

The end-point value `b` may or may not be included in the range depending on floating-point rounding in the expression `a + (b-a) * random()`.

random.triangular(*low*, *high*, *mode*)

`low <= N <= high` でありこれら境界値の間に指定された最頻値 *mode* を持つようなランダムな浮動小数点数 *N* を返します。境界 *low* と *high* のデフォルトは 0 と 1 です。最頻値 *mode* 引数のデフォルトは両境界値の中点になり、対称な分布を与えます。

random.betavariate(*alpha*, *beta*)

ベータ分布です。引数の満たすべき条件は `alpha > 0` および `beta > 0` です。0 から 1 の範囲の値を返します。

random.expovariate(*lambd=1.0*)

指数分布です。*lambd* は平均にしたい値の逆数です。(この引数は "lambda" と呼ぶべきなのですが、Python

の予約語なので使えません。) 返す値の範囲は *lambd* が正なら 0 から正の無限大、*lambd* が負なら負の無限大から 0 です。

バージョン 3.12 で変更: `lambd` にデフォルト値を追加しました。

random.gammavariate(*alpha*, *beta*)

Gamma distribution. (*Not* the gamma function!) The shape and scale parameters, *alpha* and *beta*, must have positive values. (Calling conventions vary and some sources define 'beta' as the inverse of the scale).

確率分布関数は:

```
          x ** (alpha - 1) * math.exp(-x / beta)
pdf(x) =  --------------------------------------
            math.gamma(alpha) * beta ** alpha
```

random.gauss(*mu=0.0*, *sigma=1.0*)

正規分布、またはガウス分布と呼ばれます。*mu* は平均であり、*sigma* は標準偏差です。この関数は後で定義する関数 *normalvariate()* より少しだけ高速です。

Multithreading note: When two threads call this function simultaneously, it is possible that they will receive the same return value. This can be avoided in three ways. 1) Have each thread use a different instance of the random number generator. 2) Put locks around all calls. 3) Use the slower, but thread-safe *normalvariate()* function instead.

バージョン 3.11 で変更: *mu* と *sigma* にデフォルト値を追加しました。

random.lognormvariate(*mu*, *sigma*)

対数正規分布です。この分布を自然対数を用いた分布にした場合、平均 *mu* で標準偏差 *sigma* の正規分布になります。*mu* は任意の値を取ることができ、*sigma* はゼロより大きくなければなりません。

random.normalvariate(*mu=0.0*, *sigma=1.0*)

正規分布です。*mu* は平均で、*sigma* は標準偏差です。

バージョン 3.11 で変更: *mu* と *sigma* にデフォルト値を追加しました。

random.vonmisesvariate(*mu*, *kappa*)

mu は平均の角度で、0 から 2**pi* までのラジアンで表されます。*kappa* は濃度パラメータで、ゼロ以上でなければなりません。*kappa* がゼロに等しい場合、この分布は範囲 0 から 2**pi* の一様でランダムな角度の分布に退化します。

random.paretovariate(*alpha*)

パレート分布です。*alpha* は形状パラメータです。

random.**weibullvariate**(*alpha*, *beta*)

ワイブル分布です。*alpha* は尺度パラメタで、*beta* は形状パラメータです。

9.6.7 他の生成器

class random.**Random**([*seed*])

random モジュールがデフォルトで使用する疑似乱数生成器を実装したクラスです。

バージョン 3.11 で変更: Formerly the *seed* could be any hashable object. Now it is limited to: `None`, *int*, *float*, *str*, *bytes*, or *bytearray*.

Subclasses of `Random` should override the following methods if they wish to make use of a different basic generator:

seed(*a=None*, *version=2*)

Override this method in subclasses to customise the *seed()* behaviour of `Random` instances.

getstate()

Override this method in subclasses to customise the *getstate()* behaviour of `Random` instances.

setstate(*state*)

Override this method in subclasses to customise the *setstate()* behaviour of `Random` instances.

random()

Override this method in subclasses to customise the *random()* behaviour of `Random` instances.

Optionally, a custom generator subclass can also supply the following method:

getrandbits(*k*)

Override this method in subclasses to customise the *getrandbits()* behaviour of `Random` instances.

class random.**SystemRandom**([*seed*])

オペレーティングシステムの提供する発生源によって乱数を生成する *os.urandom()* 関数を使うクラスです。すべてのシステムで使えるメソッドではありません。ソフトウェアの状態に依存してはいけませんし、一連の操作は再現不能です。従って、*seed()* メソッドは何の影響も及ぼさず、無視されます。*getstate()* と *setstate()* メソッドが呼び出されると、例外 *NotImplementedError* が送出されます。

9.6.8 再現性について

Sometimes it is useful to be able to reproduce the sequences given by a pseudo-random number generator. By reusing a seed value, the same sequence should be reproducible from run to run as long as multiple threads are not running.

random モジュールのアルゴリズムやシード処理関数のほとんどは、Python バージョン間で変更される対象となりますが、次の二点は変更されないことが保証されています:

- 新しいシード処理メソッドが追加されたら、後方互換なシード処理器が提供されます。
- 生成器の *random()* メソッドは、互換なシード処理器に同じシードが与えられた場合、引き続き同じシーケンスを生成します。

9.6.9 使用例

基礎的な例:

```
>>> random()                            # Random float:  0.0 <= x < 1.0
0.37444887175646646

>>> uniform(2.5, 10.0)                  # Random float:  2.5 <= x <= 10.0
3.1800146073117523

>>> expovariate(1 / 5)                  # Interval between arrivals averaging 5 seconds
5.148957571865031

>>> randrange(10)                       # Integer from 0 to 9 inclusive
7

>>> randrange(0, 101, 2)                # Even integer from 0 to 100 inclusive
26

>>> choice(['win', 'lose', 'draw'])     # Single random element from a sequence
'draw'

>>> deck = 'ace two three four'.split()
>>> shuffle(deck)                       # Shuffle a list
>>> deck
['four', 'two', 'ace', 'three']

>>> sample([10, 20, 30, 40, 50], k=4) # Four samples without replacement
[40, 10, 50, 30]
```

シミュレーション:

```
>>> # Six roulette wheel spins (weighted sampling with replacement)
>>> choices(['red', 'black', 'green'], [18, 18, 2], k=6)
['red', 'green', 'black', 'black', 'red', 'black']

>>> # Deal 20 cards without replacement from a deck
>>> # of 52 playing cards, and determine the proportion of cards
>>> # with a ten-value:  ten, jack, queen, or king.
>>> deal = sample(['tens', 'low cards'], counts=[16, 36], k=20)
>>> deal.count('tens') / 20
0.15

>>> # Estimate the probability of getting 5 or more heads from 7 spins
>>> # of a biased coin that settles on heads 60% of the time.
>>> sum(binomialvariate(n=7, p=0.6) >= 5 for i in range(10_000)) / 10_000
0.4169

>>> # Probability of the median of 5 samples being in middle two quartiles
>>> def trial():
...     return 2_500 <= sorted(choices(range(10_000), k=5))[2] < 7_500
...
>>> sum(trial() for i in range(10_000)) / 10_000
0.7958
```

サンプルの平均の信頼区間を推定するのに、重複ありでリサンプリングして ‘統計的ブートストラップ‘_ を行う例:

```
# https://www.thoughtco.com/example-of-bootstrapping-3126155
from statistics import fmean as mean
from random import choices

data = [41, 50, 29, 37, 81, 30, 73, 63, 20, 35, 68, 22, 60, 31, 95]
means = sorted(mean(choices(data, k=len(data))) for i in range(100))
print(f'The sample mean of {mean(data):.1f} has a 90% confidence '
      f'interval from {means[5]:.1f} to {means[94]:.1f}')
```

薬と偽薬の間に観察された効果の違いについて、統計的有意性、すなわち p 値 を決定するために、リサンプリング順列試験 を行う例:

```
# Example from "Statistics is Easy" by Dennis Shasha and Manda Wilson
from statistics import fmean as mean
from random import shuffle

drug = [54, 73, 53, 70, 73, 68, 52, 65, 65]
placebo = [54, 51, 58, 44, 55, 52, 42, 47, 58, 46]
observed_diff = mean(drug) - mean(placebo)

n = 10_000
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
count = 0
combined = drug + placebo
for i in range(n):
    shuffle(combined)
    new_diff = mean(combined[:len(drug)]) - mean(combined[len(drug):])
    count += (new_diff >= observed_diff)

print(f'{n} label reshufflings produced only {count} instances with a difference')
print(f'at least as extreme as the observed difference of {observed_diff:.1f}.')
print(f'The one-sided p-value of {count / n:.4f} leads us to reject the null')
print(f'hypothesis that there is no difference between the drug and the placebo.')
```

マルチサーバーキューにおける到達時間とサービス提供のシミュレーション:

```
from heapq import heapify, heapreplace
from random import expovariate, gauss
from statistics import mean, quantiles

average_arrival_interval = 5.6
average_service_time = 15.0
stdev_service_time = 3.5
num_servers = 3

waits = []
arrival_time = 0.0
servers = [0.0] * num_servers  # time when each server becomes available
heapify(servers)
for i in range(1_000_000):
    arrival_time += expovariate(1.0 / average_arrival_interval)
    next_server_available = servers[0]
    wait = max(0.0, next_server_available - arrival_time)
    waits.append(wait)
    service_duration = max(0.0, gauss(average_service_time, stdev_service_time))
    service_completed = arrival_time + wait + service_duration
    heapreplace(servers, service_completed)

print(f'Mean wait: {mean(waits):.1f}  Max wait: {max(waits):.1f}')
print('Quartiles:', [round(q, 1) for q in quantiles(waits)])
```

参考:

Statistics for Hackers Jake Vanderplas による統計解析のビデオ。シミュレーション、サンプリング、シャッフル、交差検定といった基本的な概念のみを用いています。

Economics Simulation a simulation of a marketplace by Peter Norvig that shows effective use of many of the tools and distributions provided by this module (gauss, uniform, sample, betavariate, choice, triangular, and randrange).

A Concrete Introduction to Probability (using Python) a tutorial by Peter Norvig covering the basics of probability theory, how to write simulations, and how to perform data analysis using Python.

9.6.10 レシピ

These recipes show how to efficiently make random selections from the combinatoric iterators in the *itertools* module:

```
def random_product(*args, repeat=1):
    "Random selection from itertools.product(*args, **kwds)"
    pools = [tuple(pool) for pool in args] * repeat
    return tuple(map(random.choice, pools))

def random_permutation(iterable, r=None):
    "Random selection from itertools.permutations(iterable, r)"
    pool = tuple(iterable)
    r = len(pool) if r is None else r
    return tuple(random.sample(pool, r))

def random_combination(iterable, r):
    "Random selection from itertools.combinations(iterable, r)"
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    indices = sorted(random.sample(range(n), r))
    return tuple(pool[i] for i in indices)

def random_combination_with_replacement(iterable, r):
    "Choose r elements with replacement.  Order the result to match the iterable."
    # Result will be in set(itertools.combinations_with_replacement(iterable, r)).
    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    indices = sorted(random.choices(range(n), k=r))
    return tuple(pool[i] for i in indices)
```

The default *random()* returns multiples of 2 ⁻⁵³ in the range *0.0* ≤ *x* < *1.0*. All such numbers are evenly spaced and are exactly representable as Python floats. However, many other representable floats in that interval are not possible selections. For example, `0.05954861408025609` isn't an integer multiple of 2 ⁻⁵³.

The following recipe takes a different approach. All floats in the interval are possible selections. The mantissa comes from a uniform distribution of integers in the range *2* ⁻² ≤ *mantissa* < *2* ⁻³. The exponent comes from a geometric distribution where exponents smaller than *-53* occur half as often as the next larger exponent.

```
from random import Random
from math import ldexp
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
class FullRandom(Random):

    def random(self):
        mantissa = 0x10_0000_0000_0000 | self.getrandbits(52)
        exponent = -53
        x = 0
        while not x:
            x = self.getrandbits(32)
            exponent += x.bit_length() - 32
        return ldexp(mantissa, exponent)
```

All *real valued distributions* in the class will use the new method:

```
>>> fr = FullRandom()
>>> fr.random()
0.05954861408025609
>>> fr.expovariate(0.25)
8.87925541791544
```

The recipe is conceptually equivalent to an algorithm that chooses from all the multiples of 2 ☒¹ ☒☒☒ in the range *0.0* ≤ *x* < *1.0*. All such numbers are evenly spaced, but most have to be rounded down to the nearest representable Python float. (The value 2 ☒¹ ☒☒☒ is the smallest positive unnormalized float and is equal to `math.ulp(0.0)`.)

参考:

Generating Pseudo-random Floating-Point Values a paper by Allen B. Downey describing ways to generate more fine-grained floats than normally generated by *random()*.

9.6.11 Command-line usage

Added in version 3.13.

The `random` module can be executed from the command line.

```
python -m random [-h] [-c CHOICE [CHOICE ...] | -i N | -f N] [input ...]
```

以下のオプションが使用できます:

-h, --help

ヘルプメッセージを表示して終了します。

-c CHOICE [CHOICE ...]

--choice CHOICE [CHOICE ...]

Print a random choice, using *choice()*.

-i <N>

--integer <N>

Print a random integer between 1 and N inclusive, using *randint()*.

-f <N>

--float <N>

Print a random floating point number between 1 and N inclusive, using *uniform()*.

If no options are given, the output depends on the input:

- String or multiple: same as *--choice*.
- Integer: same as *--integer*.
- Float: same as *--float*.

9.6.12 Command-line example

Here are some examples of the `random` command-line interface:

```
$ # Choose one at random
$ python -m random egg bacon sausage spam "Lobster Thermidor aux crevettes with a Mornay sauce"
Lobster Thermidor aux crevettes with a Mornay sauce

$ # Random integer
$ python -m random 6
6

$ # Random floating-point number
$ python -m random 1.8
1.7080016272295635

$ # With explicit arguments
$ python  -m random --choice egg bacon sausage spam "Lobster Thermidor aux crevettes with a Mornay␣
↪sauce"
egg

$ python -m random --integer 6
3

$ python -m random --float 1.8
1.5666339105010318
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
$ python -m random --integer 6
5

$ python -m random --float 6
3.1942323316565915
```

9.7 statistics --- 数学的統計関数

Added in version 3.4.

ソースコード: Lib/statistics.py

このモジュールは、数値 (*Real* 型) データを数学的に統計計算するための関数を提供します。

このモジュールは、NumPy, SciPy のような third-party ライブラリや、Minitab、SAS、Matlab のようなプロ統計家向けのフル装備なプロプライエタリ統計パッケージと競合することを意図していません。グラフ関数電卓のレベルを対象としています。

特に明記しない限り、これらの関数は *int*, *float*, *Decimal* そして *Fraction* をサポートします。他の型 (算術型及びそれ以外) は現在サポートされていません。型が混ざったコレクションも未定義で実装依存です。入力データが複数の型からなる場合、*map()* を使用すると正しい結果が得られるでしょう。例: `map(float, input_data)`。

あるデータセットでは欠損値を表すために `NaN` (not a number) を使います。NaN は通常と異なる比較セマンティクスを持つため、ソートやカウントを行う統計関数では、驚きや未定義の振る舞いを引き起こします。影響を受ける関数は `median()`, `median_low()`, `median_high()`, `median_grouped()`, `mode()`, `multimode()`, そして `quantiles()` です。これらの関数を呼ぶ前に、`NaN` 値を取り除く必要があります:

```
>>> from statistics import median
>>> from math import isnan
>>> from itertools import filterfalse

>>> data = [20.7, float('NaN'),19.2, 18.3, float('NaN'), 14.4]
>>> sorted(data)  # This has surprising behavior
[20.7, nan, 14.4, 18.3, 19.2, nan]
>>> median(data)  # This result is unexpected
16.35

>>> sum(map(isnan, data))    # Number of missing values
2
>>> clean = list(filterfalse(isnan, data))  # Strip NaN values
>>> clean
[20.7, 19.2, 18.3, 14.4]
>>> sorted(clean)  # Sorting now works as expected
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
[14.4, 18.3, 19.2, 20.7]
>>> median(clean)       # This result is now well defined
18.75
```

9.7.1 平均及び中心位置の測度

これらの関数は母集団または標本の平均値や標準値を計算します。

mean()	データの算術平均 (いわゆる「平均」) 。
fmean()	Fast, floating point arithmetic mean, with optional weighting.
geometric_mean()	データの幾何平均。
harmonic_mean()	データの調和平均。
kde()	Estimate the probability density distribution of the data.
kde_random()	Random sampling from the PDF generated by kde().
median()	データのメジアン (中央値)。
median_low()	データの low median。
median_high()	データの high median。
median_grouped()	Median (50th percentile) of grouped data.
mode()	離散/名義尺度データの最頻値 (single mode) 。
multimode()	離散/名義尺度データの最頻値 (list of modes) 。
quantiles()	データの等確率での分割。

9.7.2 分散の測度

これらの関数は母集団または標本が標準値や平均値からどれくらい離れているかについて計算します。

pstdev()	データの母標準偏差。
pvariance()	データの母分散。
stdev()	データの標本標準偏差。
variance()	データの標本標準分散。

9.7.3 2 入力間の関係の統計

これらの関数は、2 つの入力間の関係について統計量を計算します。

covariance()	2 変数の標本共分散。
correlation()	ピアソンとスピアマンの相関係数。
linear_regression()	単回帰の傾きと切片。

9.7.4 関数の詳細

註釈: 関数の引数となるデータをソートしておく必要はありません。例の多くがソートされているのは見やすさのためです。

statistics.mean(*data*)

シーケンス型またはイテラブルになり得る *data* の標本算術平均を返します。

算術平均はデータの総和をデータ数で除したものです。単に「平均」と呼ばれることも多いですが、数学における平均の一種に過ぎません。データの中心位置の測度の一つです。

data が空の場合 *StatisticsError* を送出します。

使用例:

```
>>> mean([1, 2, 3, 4, 4])
2.8
>>> mean([-1.0, 2.5, 3.25, 5.75])
2.625

>>> from fractions import Fraction as F
>>> mean([F(3, 7), F(1, 21), F(5, 3), F(1, 3)])
Fraction(13, 21)

>>> from decimal import Decimal as D
>>> mean([D("0.5"), D("0.75"), D("0.625"), D("0.375")])
Decimal('0.5625')
```

注釈: mean は 外れ値 (outliers) の影響を強く受け、必ずしもデータ点の典型例とはなりません。効率が悪いものの、より堅牢な、中心的な傾向 (central tendency) の尺度については、*median()* を参照してください。

標本平均は真の母平均の不偏推定量のため、出来る限り多くの標本から平均を求めると、mean(sample) は真の母平均に収束します (訳注: 大数の法則)。*data* が標本ではなく母集団全体の場合、mean(data) は真

の母平均 μ を計算することと等価です。

---

statistics.**fmean**(*data*, *weights=None*)

data を float に変換し、算術平均を計算します。

This runs faster than the *mean()* function and it always returns a *float*. The *data* may be a sequence or iterable. If the input dataset is empty, raises a *StatisticsError*.

```
>>> fmean([3.5, 4.0, 5.25])
4.25
```

Optional weighting is supported. For example, a professor assigns a grade for a course by weighting quizzes at 20%, homework at 20%, a midterm exam at 30%, and a final exam at 30%:

```
>>> grades = [85, 92, 83, 91]
>>> weights = [0.20, 0.20, 0.30, 0.30]
>>> fmean(grades, weights)
87.6
```

If *weights* is supplied, it must be the same length as the *data* or a *ValueError* will be raised.

Added in version 3.8.

バージョン 3.11 で変更: *weights* のサポートが追加されました。

statistics.**geometric_mean**(*data*)

Convert *data* to floats and compute the geometric mean.

The geometric mean indicates the central tendency or typical value of the *data* using the product of the values (as opposed to the arithmetic mean which uses their sum).

Raises a *StatisticsError* if the input dataset is empty, if it contains a zero, or if it contains a negative value. The *data* may be a sequence or iterable.

No special efforts are made to achieve exact results. (However, this may change in the future.)

```
>>> round(geometric_mean([54, 24, 36]), 1)
36.0
```

Added in version 3.8.

statistics.**harmonic_mean**(*data*, *weights=None*)

Return the harmonic mean of *data*, a sequence or iterable of real-valued numbers. If *weights* is omitted or `None`, then equal weighting is assumed.

調和平均（harmonic mean）は、データの逆数の算術平均 *mean()* の逆数です。例えば、3 つの値 *a*, *b*, *c* の調和平均は “3/(1/a + 1/b + 1/c)“ になります。いずれかの値が 0 の場合、結果は 0 になります。

調和平均は平均の一種で、データの中心位置の測度です。速度のような比 (ratios) や率 (rates) を平均するときにしばしば適切です。

Suppose a car travels 10 km at 40 km/hr, then another 10 km at 60 km/hr. What is the average speed?

```
>>> harmonic_mean([40, 60])
48.0
```

Suppose a car travels 40 km/hr for 5 km, and when traffic clears, speeds-up to 60 km/hr for the remaining 30 km of the journey. What is the average speed?

```
>>> harmonic_mean([40, 60], weights=[5, 30])
56.0
```

StatisticsError is raised if *data* is empty, any element is less than zero, or if the weighted sum isn't positive.

The current algorithm has an early-out when it encounters a zero in the input. This means that the subsequent inputs are not tested for validity. (This behavior may change in the future.)

Added in version 3.6.

バージョン 3.10 で変更: *weights* のサポートが追加されました。

statistics.kde(*data*, *h*, *kernel='normal'*, ***, *cumulative=False*)

Kernel Density Estimation (KDE): Create a continuous probability density function or cumulative distribution function from discrete samples.

The basic idea is to smooth the data using a kernel function. to help draw inferences about a population from a sample.

The degree of smoothing is controlled by the scaling parameter *h* which is called the bandwidth. Smaller values emphasize local features while larger values give smoother results.

The *kernel* determines the relative weights of the sample data points. Generally, the choice of kernel shape does not matter as much as the more influential bandwidth smoothing parameter.

Kernels that give some weight to every sample point include *normal* (*gauss*), *logistic*, and *sigmoid*.

Kernels that only give weight to sample points within the bandwidth include *rectangular* (*uniform*), *triangular*, *parabolic* (*epanechnikov*), *quartic* (*biweight*), *triweight*, and *cosine*.

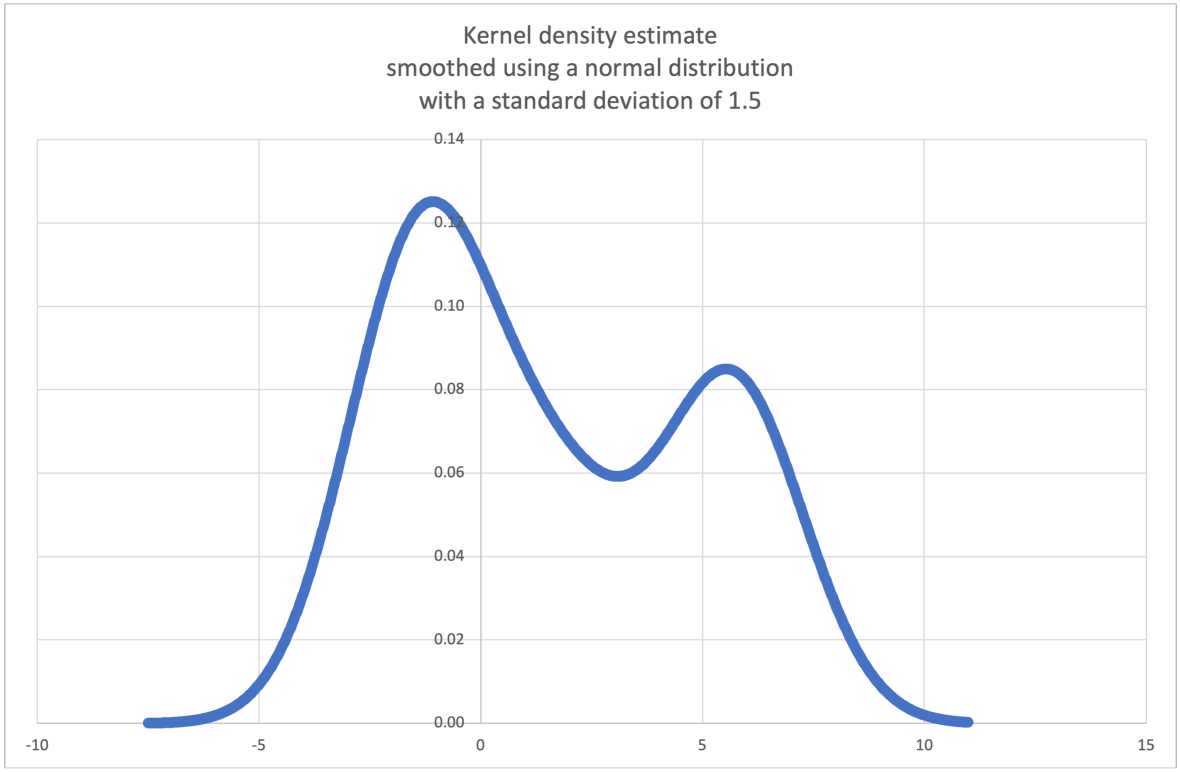
If *cumulative* is true, will return a cumulative distribution function.

A *StatisticsError* will be raised if the *data* sequence is empty.

Wikipedia has an example where we can use *kde()* to generate and plot a probability density function estimated from a small sample:

```
>>> sample = [-2.1, -1.3, -0.4, 1.9, 5.1, 6.2]
>>> f_hat = kde(sample, h=1.5)
>>> xarr = [i/100 for i in range(-750, 1100)]
>>> yarr = [f_hat(x) for x in xarr]
```

The points in `xarr` and `yarr` can be used to make a PDF plot:



Added in version 3.13.

`statistics.kde_random`(*data*, *h*, *kernel='normal'*, ***, *seed=None*)

Return a function that makes a random selection from the estimated probability density function produced by `kde(data, h, kernel)`.

Providing a *seed* allows reproducible selections. In the future, the values may change slightly as more accurate kernel inverse CDF estimates are implemented. The seed may be an integer, float, str, or bytes.

A *StatisticsError* will be raised if the *data* sequence is empty.

Continuing the example for *kde()*, we can use *kde_random()* to generate new random selections from

an estimated probability density function:

```
>>> data = [-2.1, -1.3, -0.4, 1.9, 5.1, 6.2]
>>> rand = kde_random(data, h=1.5, seed=8675309)
>>> new_selections = [rand() for i in range(10)]
>>> [round(x, 1) for x in new_selections]
[0.7, 6.2, 1.2, 6.9, 7.0, 1.8, 2.5, -0.5, -1.8, 5.6]
```

Added in version 3.13.

statistics.**median**(*data*)

一般的な「中央 2 つの平均をとる」方法を使用して、数値データの中央値（中間値）を返します。もし *data* が空の場合、例外 *StatisticsError* が送出されます。*data* はシーケンス型またはイテラブルにもなれます。

中央値は外れ値の影響を受けにくいため、中心位置のロバストな測度です。データ数が奇数の場合は中央の値を返します:

```
>>> median([1, 3, 5])
3
```

データ数が偶数の場合は、中央値は中央に最も近い 2 値の算術平均で補間されます:

```
>>> median([1, 3, 5, 7])
4.0
```

データが離散的で、中央値がデータ点にない値でも構わない場合に適しています。

もしあなたのデータが（注文操作をサポートする）序数で、（追加操作をサポートしない）数値でないならば、代わりに *median_low()* または *median_high()* の使用を検討してください。

statistics.**median_low**(*data*)

数値データの小さい方の中央値 (low median) を返します。もし *data* が空の場合、*StatisticsError* が送出されます。*data* はシーケンス型またはイテラブルにもなれます。

low median は必ずデータに含まれています。データ数が奇数の場合は中央の値を返し、偶数の場合は中央の 2 値の小さい方を返します。

```
>>> median_low([1, 3, 5])
3
>>> median_low([1, 3, 5, 7])
3
```

データが離散的で、中央値が補間値よりもデータ点にある値の方が良い場合に用いてください。

statistics.**median_high**(*data*)

データの大きい方の中央値 (high median) を返します。もし *data* が空の場合、*StatisticsError* が送出されます。*data* はシーケンス型やイテラブルにもなれます。

high median は必ずデータに含まれています。データ数が奇数の場合は中央の値を返し、偶数の場合は中央の 2 値の大きい方を返します。

```
>>> median_high([1, 3, 5])
3
>>> median_high([1, 3, 5, 7])
5
```

データが離散的で、中央値が補間値よりもデータ点にある値の方が良い場合に用いてください。

statistics.**median_grouped**(*data*, *interval=1.0*)

Estimates the median for numeric data that has been grouped or binned around the midpoints of consecutive, fixed-width intervals.

The *data* can be any iterable of numeric data with each value being exactly the midpoint of a bin. At least one value must be present.

The *interval* is the width of each bin.

For example, demographic information may have been summarized into consecutive ten-year age groups with each group being represented by the 5-year midpoints of the intervals:

```
>>> from collections import Counter
>>> demographics = Counter({
...    25: 172,   # 20 to 30 years old
...    35: 484,   # 30 to 40 years old
...    45: 387,   # 40 to 50 years old
...    55:  22,   # 50 to 60 years old
...    65:   6,   # 60 to 70 years old
... })
...
```

The 50th percentile (median) is the 536th person out of the 1071 member cohort. That person is in the 30 to 40 year old age group.

The regular *median()* function would assume that everyone in the tricenarian age group was exactly 35 years old. A more tenable assumption is that the 484 members of that age group are evenly distributed between 30 and 40. For that, we use *median_grouped()*:

```
>>> data = list(demographics.elements())
>>> median(data)
35
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> round(median_grouped(data, interval=10), 1)
37.5
```

The caller is responsible for making sure the data points are separated by exact multiples of *interval*. This is essential for getting a correct result. The function does not check this precondition.

Inputs may be any numeric type that can be coerced to a float during the interpolation step.

statistics.**mode**(*data*)

Return the single most common data point from discrete or nominal *data*. The mode (when it exists) is the most typical value and serves as a measure of central location.

If there are multiple modes with the same frequency, returns the first one encountered in the *data*. If the smallest or largest of those is desired instead, use `min(multimode(data))` or `max(multimode(data))`. If the input *data* is empty, *StatisticsError* is raised.

`mode` は離散データであることを想定していて、1 つの値を返します。これは学校で教わるような最頻値の標準的な取扱いです:

```
>>> mode([1, 1, 2, 3, 3, 3, 3, 4])
3
```

The mode is unique in that it is the only statistic in this package that also applies to nominal (non-numeric) data:

```
>>> mode(["red", "blue", "blue", "red", "green", "red", "red"])
'red'
```

バージョン 3.8 で変更: Now handles multimodal datasets by returning the first mode encountered. Formerly, it raised *StatisticsError* when more than one mode was found.

statistics.**multimode**(*data*)

Return a list of the most frequently occurring values in the order they were first encountered in the *data*. Will return more than one result if there are multiple modes or an empty list if the *data* is empty:

```
>>> multimode('aabbbbccddddeeffffgg')
['b', 'd', 'f']
>>> multimode('')
[]
```

Added in version 3.8.

statistics.**pstdev**(*data*, *mu=None*)

母標準偏差 (母分散の平方根) を返します。引数や詳細は *pvariance()* を参照してください。

```
>>> pstdev([1.5, 2.5, 2.5, 2.75, 3.25, 4.75])
0.986893273527251
```

statistics.**pvariance**(*data*, *mu=None*)

data の母分散を返します。*data* は実数の空でないシーケンスまたはイテラブルです。分散、すなわち 2 次の中心化モーメントはデータの散らばり具合の測度です。分散が大きいデータはばらつきが大きく、分散が小さいデータは平均値のまわりに固まっています。

If the optional second argument *mu* is given, it should be the *population* mean of the *data*. It can also be used to compute the second moment around a point that is not the mean. If it is missing or `None` (the default), the arithmetic mean is automatically calculated.

母集団全体から分散を計算する場合に用いてください。標本から分散を推定する場合は *variance()* を使いましょう。

data が空の場合 *StatisticsError* を送出します。

例:

```
>>> data = [0.0, 0.25, 0.25, 1.25, 1.5, 1.75, 2.75, 3.25]
>>> pvariance(data)
1.25
```

既にデータの平均値を計算している場合、それを第 2 引数 *mu* に渡して再計算を避けることが出来ます:

```
>>> mu = mean(data)
>>> pvariance(data, mu)
1.25
```

Decimal と Fraction がサポートされています:

```
>>> from decimal import Decimal as D
>>> pvariance([D("27.5"), D("30.25"), D("30.25"), D("34.5"), D("41.75")])
Decimal('24.815')

>>> from fractions import Fraction as F
>>> pvariance([F(1, 4), F(5, 4), F(1, 2)])
Fraction(13, 72)
```

注釈: 母集団全体で呼んだ場合は母分散 σ^2 を返します。代わりに標本で呼んだ場合は biased variance s^2、すなわち自由度 N の分散を返します。

If you somehow know the true population mean μ, you may use this function to calculate the variance of a sample, giving the known population mean as the second argument. Provided the data points are

a random sample of the population, the result will be an unbiased estimate of the population variance.

statistics.stdev(*data*, *xbar=None*)

標本標準偏差 (標本分散の平方根) を返します。引数や詳細は *variance()* を参照してください。

```
>>> stdev([1.5, 2.5, 2.5, 2.75, 3.25, 4.75])
1.0810874155219827
```

statistics.variance(*data*, *xbar=None*)

data の標本分散を返します。*data* は少なくとも 2 つの実数の iterable です。分散、すなわち 2 次の中心化モーメントはデータの散らばり具合の測度です。分散が大きいデータはばらつきが大きく、分散が小さいデータは平均値のまわりに固まっています。

If the optional second argument *xbar* is given, it should be the *sample* mean of *data*. If it is missing or `None` (the default), the mean is automatically calculated.

データが母集団の標本であるときに用いてください。母集団全体から分散を計算するには *pvariance()* を参照してください。

data の値が 2 より少ない場合 *StatisticsError* を送出します。

例:

```
>>> data = [2.75, 1.75, 1.25, 0.25, 0.5, 1.25, 3.5]
>>> variance(data)
1.3720238095238095
```

If you have already calculated the sample mean of your data, you can pass it as the optional second argument *xbar* to avoid recalculation:

```
>>> m = mean(data)
>>> variance(data, m)
1.3720238095238095
```

この関数は引数として渡した *xbar* が実際の平均値かどうかチェックしません。任意の値を *xbar* に渡すと無効な結果やありえない結果が返ることがあります。

Decimal と Fraction がサポートされています:

```
>>> from decimal import Decimal as D
>>> variance([D("27.5"), D("30.25"), D("30.25"), D("34.5"), D("41.75")])
Decimal('31.01875')

>>> from fractions import Fraction as F
>>> variance([F(1, 6), F(1, 2), F(5, 3)])
Fraction(67, 108)
```

注釈: Bessel 補正済みの標本分散 s^2、すなわち自由度 N-1 の分散です。与えられたデータ点が代表的 (たとえば独立で均等に分布) な場合、戻り値は母分散の不偏推定量になります。

何らかの方法で真の母平均 μ を知っている場合、それを *pvariance()* の引数 *mu* に渡して標本の分散を計算することが出来ます。

`statistics.quantiles`(*data*, ***, *n=4*, *method='exclusive'*)

Divide *data* into *n* continuous intervals with equal probability. Returns a list of `n - 1` cut points separating the intervals.

Set *n* to 4 for quartiles (the default). Set *n* to 10 for deciles. Set *n* to 100 for percentiles which gives the 99 cuts points that separate *data* into 100 equal sized groups. Raises *StatisticsError* if *n* is not least 1.

The *data* can be any iterable containing sample data. For meaningful results, the number of data points in *data* should be larger than *n*. Raises *StatisticsError* if there is not at least one data point.

The cut points are linearly interpolated from the two nearest data points. For example, if a cut point falls one-third of the distance between two sample values, `100` and `112`, the cut-point will evaluate to `104`.

The *method* for computing quantiles can be varied depending on whether the *data* includes or excludes the lowest and highest possible values from the population.

The default *method* is "exclusive" and is used for data sampled from a population that can have more extreme values than found in the samples. The portion of the population falling below the *i-th* of *m* sorted data points is computed as `i / (m + 1)`. Given nine sample values, the method sorts them and assigns the following percentiles: 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%.

Setting the *method* to "inclusive" is used for describing population data or for samples that are known to include the most extreme values from the population. The minimum value in *data* is treated as the 0th percentile and the maximum value is treated as the 100th percentile. The portion of the population falling below the *i-th* of *m* sorted data points is computed as `(i - 1) / (m - 1)`. Given 11 sample values, the method sorts them and assigns the following percentiles: 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%.

```
# Decile cut points for empirically sampled data
>>> data = [105, 129, 87, 86, 111, 111, 89, 81, 108, 92, 110,
...         100, 75, 105, 103, 109, 76, 119, 99, 91, 103, 129,
...         106, 101, 84, 111, 74, 87, 86, 103, 103, 106, 86,
...         111, 75, 87, 102, 121, 111, 88, 89, 101, 106, 95,
...         103, 107, 101, 81, 109, 104]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> [round(q, 1) for q in quantiles(data, n=10)]
[81.0, 86.2, 89.0, 99.4, 102.5, 103.6, 106.0, 109.8, 111.0]
```

Added in version 3.8.

バージョン 3.13 で変更: No longer raises an exception for an input with only a single data point. This allows quantile estimates to be built up one sample point at a time becoming gradually more refined with each new data point.

statistics.covariance(*x*, *y*, */*)

Return the sample covariance of two inputs *x* and *y*. Covariance is a measure of the joint variability of two inputs.

Both inputs must be of the same length (no less than two), otherwise *StatisticsError* is raised.

例:

```
>>> x = [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> y = [1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3]
>>> covariance(x, y)
0.75
>>> z = [9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1]
>>> covariance(x, z)
-7.5
>>> covariance(z, x)
-7.5
```

Added in version 3.10.

statistics.correlation(*x*, *y*, */*, ***, *method='linear'*)

Return the Pearson's correlation coefficient for two inputs. Pearson's correlation coefficient *r* takes values between -1 and +1. It measures the strength and direction of a linear relationship.

If *method* is "ranked", computes Spearman's rank correlation coefficient for two inputs. The data is replaced by ranks. Ties are averaged so that equal values receive the same rank. The resulting coefficient measures the strength of a monotonic relationship.

Spearman's correlation coefficient is appropriate for ordinal data or for continuous data that doesn't meet the linear proportion requirement for Pearson's correlation coefficient.

Both inputs must be of the same length (no less than two), and need not to be constant, otherwise *StatisticsError* is raised.

Example with Kepler's laws of planetary motion:

```
>>> # Mercury, Venus, Earth, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, and  Neptune
>>> orbital_period = [88, 225, 365, 687, 4331, 10_756, 30_687, 60_190]    # days
>>> dist_from_sun = [58, 108, 150, 228, 778, 1_400, 2_900, 4_500] # million km

>>> # Show that a perfect monotonic relationship exists
>>> correlation(orbital_period, dist_from_sun, method='ranked')
1.0

>>> # Observe that a linear relationship is imperfect
>>> round(correlation(orbital_period, dist_from_sun), 4)
0.9882

>>> # Demonstrate Kepler's third law: There is a linear correlation
>>> # between the square of the orbital period and the cube of the
>>> # distance from the sun.
>>> period_squared = [p * p for p in orbital_period]
>>> dist_cubed = [d * d * d for d in dist_from_sun]
>>> round(correlation(period_squared, dist_cubed), 4)
1.0
```

Added in version 3.10.

バージョン 3.12 で変更: Added support for Spearman's rank correlation coefficient.

statistics.linear_regression(*x*, *y*, */*, ***, *proportional=False*)

Return the slope and intercept of simple linear regression parameters estimated using ordinary least squares. Simple linear regression describes the relationship between an independent variable x and a dependent variable y in terms of this linear function:

$$y = slope * x + intercept + noise$$

where `slope` and `intercept` are the regression parameters that are estimated, and `noise` represents the variability of the data that was not explained by the linear regression (it is equal to the difference between predicted and actual values of the dependent variable).

Both inputs must be of the same length (no less than two), and the independent variable x cannot be constant; otherwise a *StatisticsError* is raised.

For example, we can use the release dates of the Monty Python films to predict the cumulative number of Monty Python films that would have been produced by 2019 assuming that they had kept the pace.

```
>>> year = [1971, 1975, 1979, 1982, 1983]
>>> films_total = [1, 2, 3, 4, 5]
>>> slope, intercept = linear_regression(year, films_total)
>>> round(slope * 2019 + intercept)
16
```

If *proportional* is true, the independent variable x and the dependent variable y are assumed to be directly proportional. The data is fit to a line passing through the origin. Since the *intercept* will always be 0.0, the underlying linear function simplifies to:

$y = slope * x + noise$

Continuing the example from *correlation()*, we look to see how well a model based on major planets can predict the orbital distances for dwarf planets:

```
>>> model = linear_regression(period_squared, dist_cubed, proportional=True)
>>> slope = model.slope

>>> # Dwarf planets:   Pluto,  Eris,    Makemake, Haumea, Ceres
>>> orbital_periods = [90_560, 204_199, 111_845, 103_410, 1_680]  # days
>>> predicted_dist = [math.cbrt(slope * (p * p)) for p in orbital_periods]
>>> list(map(round, predicted_dist))
[5912, 10166, 6806, 6459, 414]

>>> [5_906, 10_152, 6_796, 6_450, 414]  # actual distance in million km
[5906, 10152, 6796, 6450, 414]
```

Added in version 3.10.

バージョン 3.11 で変更: Added support for *proportional*.

9.7.5 例外

例外が 1 つ定義されています:

exception statistics.StatisticsError

統計関係の例外。*ValueError* の派生クラス。

9.7.6 NormalDist オブジェクト

NormalDist is a tool for creating and manipulating normal distributions of a random variable. It is a class that treats the mean and standard deviation of data measurements as a single entity.

Normal distributions arise from the Central Limit Theorem and have a wide range of applications in statistics.

class statistics.NormalDist(*mu=0.0*, *sigma=1.0*)

Returns a new *NormalDist* object where *mu* represents the arithmetic mean and *sigma* represents the standard deviation.

sigma が負の数の場合 *StatisticsError* を送出します。

mean

A read-only property for the arithmetic mean of a normal distribution.

median

A read-only property for the median of a normal distribution.

mode

A read-only property for the mode of a normal distribution.

stdev

A read-only property for the standard deviation of a normal distribution.

variance

A read-only property for the variance of a normal distribution. Equal to the square of the standard deviation.

classmethod from_samples(*data*)

Makes a normal distribution instance with *mu* and *sigma* parameters estimated from the *data* using *fmean()* and *stdev()*.

The *data* can be any *iterable* and should consist of values that can be converted to type *float*. If *data* does not contain at least two elements, raises *StatisticsError* because it takes at least one point to estimate a central value and at least two points to estimate dispersion.

samples(*n*, ***, *seed=None*)

Generates *n* random samples for a given mean and standard deviation. Returns a *list* of *float* values.

If *seed* is given, creates a new instance of the underlying random number generator. This is useful for creating reproducible results, even in a multi-threading context.

バージョン 3.13 で変更.

Switched to a faster algorithm. To reproduce samples from previous versions, use *random.seed()* and *random.gauss()*.

pdf(*x*)

Using a probability density function (pdf), compute the relative likelihood that a random variable *X* will be near the given value *x*. Mathematically, it is the limit of the ratio `P(x <= X < x+dx) / dx` as *dx* approaches zero.

The relative likelihood is computed as the probability of a sample occurring in a narrow range divided by the width of the range (hence the word "density"). Since the likelihood is relative to other points, its value can be greater than `1.0`.

cdf(*x*)

Using a cumulative distribution function (cdf), compute the probability that a random variable *X* will be less than or equal to *x*. Mathematically, it is written `P(X <= x)`.

inv_cdf(*p*)

Compute the inverse cumulative distribution function, also known as the quantile function or the percent-point function. Mathematically, it is written `x : P(X <= x) = p`.

Finds the value *x* of the random variable *X* such that the probability of the variable being less than or equal to that value equals the given probability *p*.

overlap(*other*)

Measures the agreement between two normal probability distributions. Returns a value between 0.0 and 1.0 giving the overlapping area for the two probability density functions.

quantiles(*n=4*)

Divide the normal distribution into *n* continuous intervals with equal probability. Returns a list of (n - 1) cut points separating the intervals.

Set *n* to 4 for quartiles (the default). Set *n* to 10 for deciles. Set *n* to 100 for percentiles which gives the 99 cuts points that separate the normal distribution into 100 equal sized groups.

zscore(*x*)

Compute the Standard Score describing *x* in terms of the number of standard deviations above or below the mean of the normal distribution: `(x - mean) / stdev`.

Added in version 3.9.

Instances of *NormalDist* support addition, subtraction, multiplication and division by a constant. These operations are used for translation and scaling. For example:

```
>>> temperature_february = NormalDist(5, 2.5)             # Celsius
>>> temperature_february * (9/5) + 32                     # Fahrenheit
NormalDist(mu=41.0, sigma=4.5)
```

Dividing a constant by an instance of *NormalDist* is not supported because the result wouldn't be normally distributed.

Since normal distributions arise from additive effects of independent variables, it is possible to add and subtract two independent normally distributed random variables represented as instances of *NormalDist*. For example:

```
>>> birth_weights = NormalDist.from_samples([2.5, 3.1, 2.1, 2.4, 2.7, 3.5])
>>> drug_effects = NormalDist(0.4, 0.15)
>>> combined = birth_weights + drug_effects
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> round(combined.mean, 1)
3.1
>>> round(combined.stdev, 1)
0.5
```

Added in version 3.8.

9.7.7 例とレシピ

Classic probability problems

NormalDist readily solves classic probability problems.

For example, given historical data for SAT exams showing that scores are normally distributed with a mean of 1060 and a standard deviation of 195, determine the percentage of students with test scores between 1100 and 1200, after rounding to the nearest whole number:

```
>>> sat = NormalDist(1060, 195)
>>> fraction = sat.cdf(1200 + 0.5) - sat.cdf(1100 - 0.5)
>>> round(fraction * 100.0, 1)
18.4
```

Find the quartiles and deciles for the SAT scores:

```
>>> list(map(round, sat.quantiles()))
[928, 1060, 1192]
>>> list(map(round, sat.quantiles(n=10)))
[810, 896, 958, 1011, 1060, 1109, 1162, 1224, 1310]
```

Monte Carlo inputs for simulations

To estimate the distribution for a model that isn't easy to solve analytically, *NormalDist* can generate input samples for a Monte Carlo simulation:

```
>>> def model(x, y, z):
...     return (3*x + 7*x*y - 5*y) / (11 * z)
...
>>> n = 100_000
>>> X = NormalDist(10, 2.5).samples(n, seed=3652260728)
>>> Y = NormalDist(15, 1.75).samples(n, seed=4582495471)
>>> Z = NormalDist(50, 1.25).samples(n, seed=6582483453)
>>> quantiles(map(model, X, Y, Z))
[1.4591308524824727, 1.8035946855390597, 2.175091447274739]
```

Approximating binomial distributions

Normal distributions can be used to approximate Binomial distributions when the sample size is large and when the probability of a successful trial is near 50%.

For example, an open source conference has 750 attendees and two rooms with a 500 person capacity. There is a talk about Python and another about Ruby. In previous conferences, 65% of the attendees preferred to listen to Python talks. Assuming the population preferences haven't changed, what is the probability that the Python room will stay within its capacity limits?

```
>>> n = 750             # Sample size
>>> p = 0.65            # Preference for Python
>>> q = 1.0 - p         # Preference for Ruby
>>> k = 500             # Room capacity

>>> # Approximation using the cumulative normal distribution
>>> from math import sqrt
>>> round(NormalDist(mu=n*p, sigma=sqrt(n*p*q)).cdf(k + 0.5), 4)
0.8402

>>> # Exact solution using the cumulative binomial distribution
>>> from math import comb, fsum
>>> round(fsum(comb(n, r) * p**r * q**(n-r) for r in range(k+1)), 4)
0.8402

>>> # Approximation using a simulation
>>> from random import seed, binomialvariate
>>> seed(8675309)
>>> mean(binomialvariate(n, p) <= k for i in range(10_000))
0.8406
```

Naive bayesian classifier

Normal distributions commonly arise in machine learning problems.

Wikipedia has a nice example of a Naive Bayesian Classifier. The challenge is to predict a person's gender from measurements of normally distributed features including height, weight, and foot size.

We're given a training dataset with measurements for eight people. The measurements are assumed to be normally distributed, so we summarize the data with *NormalDist*:

```
>>> height_male = NormalDist.from_samples([6, 5.92, 5.58, 5.92])
>>> height_female = NormalDist.from_samples([5, 5.5, 5.42, 5.75])
>>> weight_male = NormalDist.from_samples([180, 190, 170, 165])
>>> weight_female = NormalDist.from_samples([100, 150, 130, 150])
>>> foot_size_male = NormalDist.from_samples([12, 11, 12, 10])
>>> foot_size_female = NormalDist.from_samples([6, 8, 7, 9])
```

Next, we encounter a new person whose feature measurements are known but whose gender is unknown:

```
>>> ht = 6.0        # height
>>> wt = 130        # weight
>>> fs = 8          # foot size
```

Starting with a 50% prior probability of being male or female, we compute the posterior as the prior times the product of likelihoods for the feature measurements given the gender:

```
>>> prior_male = 0.5
>>> prior_female = 0.5
>>> posterior_male = (prior_male * height_male.pdf(ht) *
...                   weight_male.pdf(wt) * foot_size_male.pdf(fs))

>>> posterior_female = (prior_female * height_female.pdf(ht) *
...                     weight_female.pdf(wt) * foot_size_female.pdf(fs))
```

The final prediction goes to the largest posterior. This is known as the maximum a posteriori or MAP:

```
>>> 'male' if posterior_male > posterior_female else 'female'
'female'
```

第

TEN

関数型プログラミング用モジュール

この章では、関数型プログラミングスタイルをサポートする呼び出し可能で汎用な操作を実現する関数やクラスについて説明します。

この章では以下のモジュールが記述されています:

10.1 itertools --- 効率的なループ用のイテレータ生成関数群

このモジュールは **イテレータ** を構築する部品を実装しています。プログラム言語 APL, Haskell, SML からアイデアを得ていますが、Python に適した形に修正されています。

このモジュールは、高速でメモリ効率に優れ、単独でも組合せても使用することのできるツールを標準化したものです。同時に、このツール群は ” イテレータの代数” を構成していて、pure Python で簡潔かつ効率的なツールを作れるようにしています。

例えば、SML の作表ツール `tabulate(f)` は `f(0)`, `f(1)`, ... のシーケンスを作成します。同じことを Python では *map()* と *count()* を組合せて `map(f, count())` という形で実現できます。

これらのツールと組み込み関数は *operator* モジュール内の高速な関数とともに使うことで見事に動作します。例えば、乗算演算子を 2 つのベクトルにわたってマップすることで効率的な内積計算を実現できます: `sum(starmap(operator.mul, zip(vec1, vec2, strict=True)))`。

無限イテレータ:

イテレータ	引数	結果	使用例
count()	[start[, step]]	start, start+step, start+2*step, ...	`count(10) → 10 11 12 13 14 ...`
cycle()	p	p0, p1, ... plast, p0, p1, ...	`cycle('ABCD') → A B C D A B C D ...`
repeat()	elem [,n]	elem, elem, elem, ... 無限もしくは n 回	`repeat(10, 3) → 10 10 10`

一番短い入力シーケンスで止まるイテレータ:

イテレータ	引数	結果	使用例
accumulate()	p [,func]	p0, p0+p1, p0+p1+p2, ...	`accumulate([1,2,3,4,5]) → 1 3 6 10 15`
batched()	p, n	(p0, p1, ..., p_n-1), ...	`batched('ABCDEFG', n=3) → ABC DEF G`
chain()	p, q, ...	p0, p1, ... plast, q0, q1, ...	`chain('ABC', 'DEF') → A B C D E F`
chain.from_iterable()	iterable	p0, p1, ... plast, q0, q1, ...	`chain.from_iterable(['ABC', 'DEF']) → A B C D E F`
compress()	data, selectors	(d[0] if s[0]), (d[1] if s[1]), ...	`compress('ABCDEF', [1,0,1,0,1,1]) → A C E F`
dropwhile()	predicate, seq	seq[n], seq[n+1], starting when predicate fails	`dropwhile(lambda x: x<5, [1,4,6,3,8]) → 6 3 8`
filterfalse()	predicate, seq	elements of seq where predicate(elem) fails	`filterfalse(lambda x: x<5, [1,4,6,3,8]) → 6 8`
groupby()	iterable[, key]	key(v) の値でグループ化したサブイテレータ	`groupby(['A','B','ABC'], len) → (1, A B) (3, ABC)`
islice()	seq, [start,] stop [, step]	seq[start:stop:step]	`islice('ABCDEFG', 2, None) → C D E F G`
pairwise()	iterable	(p[0], p[1]), (p[1], p[2])	`pairwise('ABCDEFG') → AB BC CD DE EF FG`
starmap()	func, seq	func(*seq[0]), func(*seq[1]), ...	`starmap(pow, [(2,5), (3,2), (10, 3)]) → 32 9 1000`
takewhile()	predicate, seq	seq[0], seq[1], until predicate fails	`takewhile(lambda x: x<5, [1,4,6,3,8]) → 1 4`
tee()	it, n	it1, it2 , ... itn 一つのイテレータを n 個に分ける	`tee('ABC', 2) → A B C, A B C`
zip_longest()	p, q, ...	(p[0], q[0]), (p[1], q[1]), ...	`zip_longest('ABCD', 'xy', fillvalue='-') → Ax By C- D-`

組合せイテレータ:

イテレータ	引数	結果
product()	p, q, ... [repeat=1]	デカルト積、ネストした for ループと等価
permutations()	p[, r]	長さ r のタプル列、重複なしのあらゆる並び
combinations()	p, r	長さ r のタプル列、ソートされた順で重複なし
combinations_with_replacement()	p, r	長さ r のタプル列、ソートされた順で重複あり

使用例	結果
product('ABCD', repeat=2)	AA AB AC AD BA BB BC BD CA CB CC CD DA DB DC DD
permutations('ABCD', 2)	AB AC AD BA BC BD CA CB CD DA DB DC
combinations('ABCD', 2)	AB AC AD BC BD CD
combinations_with_replacement('ABCD', 2)	AA AB AC AD BB BC BD CC CD DD

10.1.1 Itertool 関数

以下の関数は全て、イテレータを作成して返します。無限長のストリームのイテレータを返す関数もあり、この場合にはストリームを中断するような関数かループ処理から使用しなければなりません。

itertools.accumulate(*iterable*[, *function*, *, *initial=None*])

Make an iterator that returns accumulated sums or accumulated results from other binary functions.

The *function* defaults to addition. The *function* should accept two arguments, an accumulated total and a value from the *iterable*.

If an *initial* value is provided, the accumulation will start with that value and the output will have one more element than the input iterable.

およそ次と等価です:

```
def accumulate(iterable, function=operator.add, *, initial=None):
    'Return running totals'
    # accumulate([1,2,3,4,5]) → 1 3 6 10 15
    # accumulate([1,2,3,4,5], initial=100) → 100 101 103 106 110 115
    # accumulate([1,2,3,4,5], operator.mul) → 1 2 6 24 120

    iterator = iter(iterable)
    total = initial
    if initial is None:
        try:
            total = next(iterator)
        except StopIteration:
            return

    yield total
    for element in iterator:
        total = function(total, element)
        yield total
```

The *function* argument can be set to *min()* for a running minimum, *max()* for a running maximum,

or *operator.mul()* for a running product. Amortization tables can be built by accumulating interest and applying payments:

```
>>> data = [3, 4, 6, 2, 1, 9, 0, 7, 5, 8]
>>> list(accumulate(data, max))                # running maximum
[3, 4, 6, 6, 6, 9, 9, 9, 9, 9]
>>> list(accumulate(data, operator.mul))      # running product
[3, 12, 72, 144, 144, 1296, 0, 0, 0, 0]

# Amortize a 5% loan of 1000 with 10 annual payments of 90
>>> update = lambda balance, payment: round(balance * 1.05) - payment
>>> list(accumulate(repeat(90, 10), update, initial=1_000))
[1000, 960, 918, 874, 828, 779, 728, 674, 618, 559, 497]
```

最終的な累積値だけを返す類似の関数については *functools.reduce()* を見てください。

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: Added the optional *function* parameter.

バージョン 3.8 で変更: オプションの *initial* パラメータが追加されました。

itertools.**batched**(*iterable*, *n*, *, *strict=False*)

iterable から得られるデータを *n* 個ごとに一つのタプルにまとめます。一番最後のバッチは *n* 個より少なくなる可能性があります。

If *strict* is true, will raise a *ValueError* if the final batch is shorter than *n*.

入力の iterable から要素を一つづつ取り出し、サイズが *n* になるまでタプルに溜め込みます。入力の iterable は遅延評価され、次のタプルを作るのに必要なだけ要素が取り出されます。タプルは、個数が *n* に到達するか、入力の iterable が尽きるとすぐに出力されます:

```
>>> flattened_data = ['roses', 'red', 'violets', 'blue', 'sugar', 'sweet']
>>> unflattened = list(batched(flattened_data, 2))
>>> unflattened
[('roses', 'red'), ('violets', 'blue'), ('sugar', 'sweet')]
```

およそ次と等価です:

```
def batched(iterable, n, *, strict=False):
    # batched('ABCDEFG', 3) → ABC DEF G
    if n < 1:
        raise ValueError('n must be at least one')
    iterator = iter(iterable)
    while batch := tuple(islice(iterator, n)):
        if strict and len(batch) != n:
            raise ValueError('batched(): incomplete batch')
        yield batch
```

Added in version 3.12.

バージョン 3.13 で変更: Added the *strict* option.

itertools.**chain**(**iterables*)

先頭の iterable の全要素を返し、次に 2 番目の iterable の全要素を返し、と全 iterable の要素を返すイテレータを作成します。連続したシーケンスを一つのシーケンスとして扱う場合に使用します。およそ次と等価です:

```
def chain(*iterables):
    # chain('ABC', 'DEF') → A B C D E F
    for iterable in iterables:
        yield from iterable
```

classmethod chain.**from_iterable**(*iterable*)

chain() のためのもう一つのコンストラクタです。遅延評価される iterable 引数一つから連鎖した入力を受け取ります。この関数は、以下のコードとほぼ等価です:

```
def from_iterable(iterables):
    # chain.from_iterable(['ABC', 'DEF']) → A B C D E F
    for iterable in iterables:
        yield from iterable
```

itertools.**combinations**(*iterable*, *r*)

入力 *iterable* の要素からなる長さ *r* の部分列を返します。

The output is a subsequence of *product()* keeping only entries that are subsequences of the *iterable*. The length of the output is given by *math.comb()* which computes `n! / r! / (n - r)!` when `0 ≤ r ≤ n` or zero when `r > n`.

The combination tuples are emitted in lexicographic order according to the order of the input *iterable*. If the input *iterable* is sorted, the output tuples will be produced in sorted order.

Elements are treated as unique based on their position, not on their value. If the input elements are unique, there will be no repeated values within each combination.

およそ次と等価です:

```
def combinations(iterable, r):
    # combinations('ABCD', 2) → AB AC AD BC BD CD
    # combinations(range(4), 3) → 012 013 023 123

    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    if r > n:
        return
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    indices = list(range(r))

    yield tuple(pool[i] for i in indices)
    while True:
        for i in reversed(range(r)):
            if indices[i] != i + n - r:
                break
        else:
            return
        indices[i] += 1
        for j in range(i+1, r):
            indices[j] = indices[j-1] + 1
        yield tuple(pool[i] for i in indices)
```

itertools.**combinations_with_replacement**(*iterable*, *r*)

入力 *iterable* から、それぞれの要素が複数回現れることを許して、長さ *r* の要素の部分列を返します。

The output is a subsequence of *product()* that keeps only entries that are subsequences (with possible repeated elements) of the *iterable*. The number of subsequence returned is `(n + r - 1)! / r! / (n - 1)!` when `n > 0`.

The combination tuples are emitted in lexicographic order according to the order of the input *iterable*. if the input *iterable* is sorted, the output tuples will be produced in sorted order.

Elements are treated as unique based on their position, not on their value. If the input elements are unique, the generated combinations will also be unique.

およそ次と等価です:

```
def combinations_with_replacement(iterable, r):
    # combinations_with_replacement('ABC', 2) → AA AB AC BB BC CC

    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    if not n and r:
        return
    indices = [0] * r

    yield tuple(pool[i] for i in indices)
    while True:
        for i in reversed(range(r)):
            if indices[i] != n - 1:
                break
        else:
            return
        indices[i:] = [indices[i] + 1] * (r - i)
        yield tuple(pool[i] for i in indices)
```

Added in version 3.1.

itertools.**compress**(*data*, *selectors*)

Make an iterator that returns elements from *data* where the corresponding element in *selectors* is true. Stops when either the *data* or *selectors* iterables have been exhausted. Roughly equivalent to:

```
def compress(data, selectors):
    # compress('ABCDEF', [1,0,1,0,1,1]) → A C E F
    return (datum for datum, selector in zip(data, selectors) if selector)
```

Added in version 3.1.

itertools.**count**(*start=0*, *step=1*)

Make an iterator that returns evenly spaced values beginning with *start*. Can be used with *map()* to generate consecutive data points or with *zip()* to add sequence numbers. Roughly equivalent to:

```
def count(start=0, step=1):
    # count(10) → 10 11 12 13 14 ...
    # count(2.5, 0.5) → 2.5 3.0 3.5 ...
    n = start
    while True:
        yield n
        n += step
```

浮動小数点数でカウントするときは `(start + step * i for i in count())` のように掛け算を使ったコードに置き換えたほうが正確にできることがあります。

バージョン 3.1 で変更: *step* 引数が追加され、非整数の引数が許されるようになりました。

itertools.**cycle**(*iterable*)

Make an iterator returning elements from the *iterable* and saving a copy of each. When the iterable is exhausted, return elements from the saved copy. Repeats indefinitely. Roughly equivalent to:

```
def cycle(iterable):
    # cycle('ABCD') → A B C D A B C D A B C D ...
    saved = []
    for element in iterable:
        yield element
        saved.append(element)
    while saved:
        for element in saved:
            yield element
```

This itertool may require significant auxiliary storage (depending on the length of the iterable).

itertools.**dropwhile**(*predicate*, *iterable*)

Make an iterator that drops elements from the *iterable* while the *predicate* is true and afterwards returns every element. Roughly equivalent to:

```
def dropwhile(predicate, iterable):
    # dropwhile(lambda x: x<5, [1,4,6,3,8]) → 6 3 8

    iterator = iter(iterable)
    for x in iterator:
        if not predicate(x):
            yield x
            break

    for x in iterator:
        yield x
```

Note this does not produce *any* output until the predicate first becomes false, so this itertool may have a lengthy start-up time.

itertools.**filterfalse**(*predicate*, *iterable*)

Make an iterator that filters elements from the *iterable* returning only those for which the *predicate* returns a false value. If *predicate* is `None`, returns the items that are false. Roughly equivalent to:

```
def filterfalse(predicate, iterable):
    # filterfalse(lambda x: x<5, [1,4,6,3,8]) → 6 8
    if predicate is None:
        predicate = bool
    for x in iterable:
        if not predicate(x):
            yield x
```

itertools.**groupby**(*iterable*, *key=None*)

同じキーをもつような要素からなる *iterable* 中のグループに対して、キーとグループを返すようなイテレータを作成します。*key* は各要素に対するキー値を計算する関数です。キーを指定しない場合や `None` にした場合、*key* 関数のデフォルトは恒等関数になり要素をそのまま返します。通常、*iterable* は同じキー関数でソート済みである必要があります。

groupby() の操作は Unix の `uniq` フィルターと似ています。key 関数の値が変わるたびに休止または新しいグループを生成します (このために通常同じ key 関数でソートしておく必要があるのです)。この動作は SQL の入力順に関係なく共通の要素を集約する GROUP BY とは違います。

返されるグループはそれ自体がイテレータで、*groupby()* と *iterable* を共有しています。もととなる *iterable* を共有しているため、*groupby()* オブジェクトの要素取り出しを先に進めると、それ以前の要素であるグループは見えなくなってしまいます。従って、データが後で必要な場合にはリストの形で保存しておく必要があります:

```
groups = []
uniquekeys = []
data = sorted(data, key=keyfunc)
for k, g in groupby(data, keyfunc):
    groups.append(list(g))      # Store group iterator as a list
    uniquekeys.append(k)
```

groupby() はおよそ次と等価です:

```
def groupby(iterable, key=None):
    # [k for k, g in groupby('AAAABBBCCDAABBB')] --> A B C D A B
    # [list(g) for k, g in groupby('AAAABBBCCD')] --> AAAA BBB CC D

    keyfunc = (lambda x: x) if key is None else key
    iterator = iter(iterable)
    exhausted = False

    def _grouper(target_key):
        nonlocal curr_value, curr_key, exhausted
        yield curr_value
        for curr_value in iterator:
            curr_key = keyfunc(curr_value)
            if curr_key != target_key:
                return
            yield curr_value
        exhausted = True

    try:
        curr_value = next(iterator)
    except StopIteration:
        return
    curr_key = keyfunc(curr_value)

    while not exhausted:
        target_key = curr_key
        curr_group = _grouper(target_key)
        yield curr_key, curr_group
        if curr_key == target_key:
            for _ in curr_group:
                pass
```

itertools.**islice**(*iterable*, *stop*)

itertools.**islice**(*iterable*, *start*, *stop*[, *step*])

Make an iterator that returns selected elements from the iterable. Works like sequence slicing but does not support negative values for *start*, *stop*, or *step*.

If *start* is zero or `None`, iteration starts at zero. Otherwise, elements from the iterable are skipped

until *start* is reached.

If *stop* is `None`, iteration continues until the iterator is exhausted, if at all. Otherwise, it stops at the specified position.

If *step* is `None`, the step defaults to one. Elements are returned consecutively unless *step* is set higher than one which results in items being skipped.

およそ次と等価です:

```
def islice(iterable, *args):
    # islice('ABCDEFG', 2) → A B
    # islice('ABCDEFG', 2, 4) → C D
    # islice('ABCDEFG', 2, None) → C D E F G
    # islice('ABCDEFG', 0, None, 2) → A C E G

    s = slice(*args)
    start = 0 if s.start is None else s.start
    stop = s.stop
    step = 1 if s.step is None else s.step
    if start < 0 or (stop is not None and stop < 0) or step <= 0:
        raise ValueError

    indices = count() if stop is None else range(max(start, stop))
    next_i = start
    for i, element in zip(indices, iterable):
        if i == next_i:
            yield element
            next_i += step
```

`itertools.pairwise`(*iterable*)

Return successive overlapping pairs taken from the input *iterable*.

The number of 2-tuples in the output iterator will be one fewer than the number of inputs. It will be empty if the input iterable has fewer than two values.

およそ次と等価です:

```
def pairwise(iterable):
    # pairwise('ABCDEFG') → AB BC CD DE EF FG
    iterator = iter(iterable)
    a = next(iterator, None)
    for b in iterator:
        yield a, b
        a = b
```

Added in version 3.10.

itertools.**permutations**(*iterable*, *r=None*)

Return successive *r* length permutations of elements from the *iterable*.

r が指定されない場合や None の場合、*r* はデフォルトで *iterable* の長さとなり、可能な最長の順列の全てが生成されます。

The output is a subsequence of *product()* where entries with repeated elements have been filtered out. The length of the output is given by *math.perm()* which computes `n! / (n - r)!` when `0 ≤ r ≤ n` or zero when `r > n`.

The permutation tuples are emitted in lexicographic order according to the order of the input *iterable*. If the input *iterable* is sorted, the output tuples will be produced in sorted order.

Elements are treated as unique based on their position, not on their value. If the input elements are unique, there will be no repeated values within a permutation.

およそ次と等価です:

```
def permutations(iterable, r=None):
    # permutations('ABCD', 2) → AB AC AD BA BC BD CA CB CD DA DB DC
    # permutations(range(3)) → 012 021 102 120 201 210

    pool = tuple(iterable)
    n = len(pool)
    r = n if r is None else r
    if r > n:
        return

    indices = list(range(n))
    cycles = list(range(n, n-r, -1))
    yield tuple(pool[i] for i in indices[:r])

    while n:
        for i in reversed(range(r)):
            cycles[i] -= 1
            if cycles[i] == 0:
                indices[i:] = indices[i+1:] + indices[i:i+1]
                cycles[i] = n - i
            else:
                j = cycles[i]
                indices[i], indices[-j] = indices[-j], indices[i]
                yield tuple(pool[i] for i in indices[:r])
                break
        else:
            return
```

itertools.**product**(**iterables*, *repeat=1*)

入力イテラブルのデカルト積です。

ジェネレータ式の入れ子になった for ループとおよそ等価です。たとえば `product(A, B)` は `((x,y) for x in A for y in B)` と同じものを返します。

入れ子ループは走行距離計と同じように右端の要素がイテレーションごとに更新されていきます。このパターンは辞書式順序を作り出し、入力のイテレート可能オブジェクトたちがソートされていれば、直積タプルもソートされた順に出てきます。

イテラブル自身との直積を計算するためには、オプションの *repeat* キーワード引数に繰り返し回数を指定します。たとえば `product(A, repeat=4)` は `product(A, A, A, A)` と同じ意味です。

この関数は以下のコードとおよそ等価ですが、実際の実装ではメモリ中に中間結果を作りません:

```
def product(*iterables, repeat=1):
    # product('ABCD', 'xy') → Ax Ay Bx By Cx Cy Dx Dy
    # product(range(2), repeat=3) → 000 001 010 011 100 101 110 111

    pools = [tuple(pool) for pool in iterables] * repeat

    result = [[]]
    for pool in pools:
        result = [x+[y] for x in result for y in pool]

    for prod in result:
        yield tuple(prod)
```

product() は動作する前に、入力のイテラブルを完全に読み取り、直積を生成するためにメモリ内に値を蓄えます。したがって、入力が有限の場合に限り有用です。

itertools.**repeat**(*object*[, *times*])

Make an iterator that returns *object* over and over again. Runs indefinitely unless the *times* argument is specified.

およそ次と等価です:

```
def repeat(object, times=None):
    # repeat(10, 3) → 10 10 10
    if times is None:
        while True:
            yield object
    else:
        for i in range(times):
            yield object
```

repeat は *map* や *zip* に定数のストリームを与えるためによく利用されます:

```
>>> list(map(pow, range(10), repeat(2)))
[0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
```

itertools.**starmap**(*function*, *iterable*)

Make an iterator that computes the *function* using arguments obtained from the *iterable*. Used instead of *map()* when argument parameters have already been "pre-zipped" into tuples.

The difference between *map()* and *starmap()* parallels the distinction between `function(a,b)` and `function(*c)`. Roughly equivalent to:

```
def starmap(function, iterable):
    # starmap(pow, [(2,5), (3,2), (10,3)]) → 32 9 1000
    for args in iterable:
        yield function(*args)
```

itertools.**takewhile**(*predicate*, *iterable*)

Make an iterator that returns elements from the *iterable* as long as the *predicate* is true. Roughly equivalent to:

```
def takewhile(predicate, iterable):
    # takewhile(lambda x: x<5, [1,4,6,3,8]) → 1 4
    for x in iterable:
        if not predicate(x):
            break
        yield x
```

Note, the element that first fails the predicate condition is consumed from the input iterator and there is no way to access it. This could be an issue if an application wants to further consume the input iterator after *takewhile* has been run to exhaustion. To work around this problem, consider using more-iterools before_and_after() instead.

itertools.**tee**(*iterable*, *n=2*)

一つの iterable から *n* 個の独立したイテレータを返します。

およそ次と等価です:

```
def tee(iterable, n=2):
    iterator = iter(iterable)
    shared_link = [None, None]
    return tuple(_tee(iterator, shared_link) for _ in range(n))

def _tee(iterator, link):
    try:
        while True:
            if link[1] is None:
                link[0] = next(iterator)
                link[1] = [None, None]
            value, link = link
            yield value
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    except StopIteration:
        return
```

一度 *tee()* が生成されたら、もとの *iterable* を他で使ってはいけません。さもなければ、*tee()* オブジェクトの知らない間に *iterable* が先の要素に進んでしまうことになります。

tee iterators are not threadsafe. A *RuntimeError* may be raised when simultaneously using iterators returned by the same *tee()* call, even if the original *iterable* is threadsafe.

tee() はかなり大きなメモリ領域を使用するかもしれません (使用するメモリ量は iterable の大きさに依存します)。一般には、一つのイテレータが他のイテレータよりも先にほとんどまたは全ての要素を消費するような場合には、*tee()* よりも *list()* を使った方が高速です。

itertools.**zip_longest**(**iterables*, *fillvalue=None*)

Make an iterator that aggregates elements from each of the *iterables*.

If the iterables are of uneven length, missing values are filled-in with *fillvalue*. If not specified, *fillvalue* defaults to None.

Iteration continues until the longest iterable is exhausted.

およそ次と等価です:

```
def zip_longest(*iterables, fillvalue=None):
    # zip_longest('ABCD', 'xy', fillvalue='-') → Ax By C- D-

    iterators = list(map(iter, iterables))
    num_active = len(iterators)
    if not num_active:
        return

    while True:
        values = []
        for i, iterator in enumerate(iterators):
            try:
                value = next(iterator)
            except StopIteration:
                num_active -= 1
                if not num_active:
                    return
                iterators[i] = repeat(fillvalue)
                value = fillvalue
            values.append(value)
        yield tuple(values)
```

If one of the iterables is potentially infinite, then the *zip_longest()* function should be wrapped with something that limits the number of calls (for example *islice()* or *takewhile()*).

10.1.2 Itertools レシピ

この節では、既存の itertools を素材としてツールセットを拡張するためのレシピを示します。

The primary purpose of the itertools recipes is educational. The recipes show various ways of thinking about individual tools — for example, that `chain.from_iterable` is related to the concept of flattening. The recipes also give ideas about ways that the tools can be combined — for example, how `starmap()` and `repeat()` can work together. The recipes also show patterns for using itertools with the *operator* and *collections* modules as well as with the built-in itertools such as `map()`, `filter()`, `reversed()`, and `enumerate()`.

A secondary purpose of the recipes is to serve as an incubator. The `accumulate()`, `compress()`, and `pairwise()` itertools started out as recipes. Currently, the `sliding_window()`, `iter_index()`, and `sieve()` recipes are being tested to see whether they prove their worth.

Substantially all of these recipes and many, many others can be installed from the more-itertools project found on the Python Package Index:

```
python -m pip install more-itertools
```

Many of the recipes offer the same high performance as the underlying toolset. Superior memory performance is kept by processing elements one at a time rather than bringing the whole iterable into memory all at once. Code volume is kept small by linking the tools together in a functional style. High speed is retained by preferring "vectorized" building blocks over the use of for-loops and *generators* which incur interpreter overhead.

```
import collections
import contextlib
import functools
import math
import operator
import random

def take(n, iterable):
    "Return first n items of the iterable as a list."
    return list(islice(iterable, n))

def prepend(value, iterable):
    "Prepend a single value in front of an iterable."
    # prepend(1, [2, 3, 4]) → 1 2 3 4
    return chain([value], iterable)

def tabulate(function, start=0):
    "Return function(0), function(1), ..."
    return map(function, count(start))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
def repeatfunc(func, times=None, *args):
    "Repeat calls to func with specified arguments."
    if times is None:
        return starmap(func, repeat(args))
    return starmap(func, repeat(args, times))

def flatten(list_of_lists):
    "Flatten one level of nesting."
    return chain.from_iterable(list_of_lists)

def ncycles(iterable, n):
    "Returns the sequence elements n times."
    return chain.from_iterable(repeat(tuple(iterable), n))

def tail(n, iterable):
    "Return an iterator over the last n items."
    # tail(3, 'ABCDEFG') → E F G
    return iter(collections.deque(iterable, maxlen=n))

def consume(iterator, n=None):
    "Advance the iterator n-steps ahead. If n is None, consume entirely."
    # Use functions that consume iterators at C speed.
    if n is None:
        collections.deque(iterator, maxlen=0)
    else:
        next(islice(iterator, n, n), None)

def nth(iterable, n, default=None):
    "Returns the nth item or a default value."
    return next(islice(iterable, n, None), default)

def quantify(iterable, predicate=bool):
    "Given a predicate that returns True or False, count the True results."
    return sum(map(predicate, iterable))

def first_true(iterable, default=False, predicate=None):
    "Returns the first true value or the *default* if there is no true value."
    # first_true([a,b,c], x) → a or b or c or x
    # first_true([a,b], x, f) → a if f(a) else b if f(b) else x
    return next(filter(predicate, iterable), default)

def all_equal(iterable, key=None):
    "Returns True if all the elements are equal to each other."
    # all_equal('4  ', key=int) → True
    return len(take(2, groupby(iterable, key))) <= 1

def unique_justseen(iterable, key=None):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    "Yield unique elements, preserving order. Remember only the element just seen."
    # unique_justseen('AAAABBBCCDAABBB') --> A B C D A B
    # unique_justseen('ABBcCAD', str.casefold) --> A B c A D
    if key is None:
        return map(operator.itemgetter(0), groupby(iterable))
    return map(next, map(operator.itemgetter(1), groupby(iterable, key)))

def unique_everseen(iterable, key=None):
    "Yield unique elements, preserving order. Remember all elements ever seen."
    # unique_everseen('AAAABBBCCDAABBB') --> A B C D
    # unique_everseen('ABBcCAD', str.casefold) --> A B c D
    seen = set()
    if key is None:
        for element in filterfalse(seen.__contains__, iterable):
            seen.add(element)
            yield element
    else:
        for element in iterable:
            k = key(element)
            if k not in seen:
                seen.add(k)
                yield element

def unique(iterable, key=None, reverse=False):
   "Yield unique elements in sorted order. Supports unhashable inputs."
   # unique([[1, 2], [3, 4], [1, 2]]) --> [1, 2] [3, 4]
   return unique_justseen(sorted(iterable, key=key, reverse=reverse), key=key)

def sliding_window(iterable, n):
    "Collect data into overlapping fixed-length chunks or blocks."
    # sliding_window('ABCDEFG', 4) --> ABCD BCDE CDEF DEFG
    iterator = iter(iterable)
    window = collections.deque(islice(iterator, n - 1), maxlen=n)
    for x in iterator:
        window.append(x)
        yield tuple(window)

def grouper(iterable, n, *, incomplete='fill', fillvalue=None):
    "Collect data into non-overlapping fixed-length chunks or blocks."
    # grouper('ABCDEFG', 3, fillvalue='x') --> ABC DEF Gxx
    # grouper('ABCDEFG', 3, incomplete='strict') --> ABC DEF ValueError
    # grouper('ABCDEFG', 3, incomplete='ignore') --> ABC DEF
    iterators = [iter(iterable)] * n
    match incomplete:
        case 'fill':
            return zip_longest(*iterators, fillvalue=fillvalue)
        case 'strict':
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            return zip(*iterators, strict=True)
        case 'ignore':
            return zip(*iterators)
        case _:
            raise ValueError('Expected fill, strict, or ignore')

def roundrobin(*iterables):
    "Visit input iterables in a cycle until each is exhausted."
    # roundrobin('ABC', 'D', 'EF') → A D E B F C
    # Algorithm credited to George Sakkis
    iterators = map(iter, iterables)
    for num_active in range(len(iterables), 0, -1):
        iterators = cycle(islice(iterators, num_active))
        yield from map(next, iterators)

def partition(predicate, iterable):
    """Partition entries into false entries and true entries.

    If *predicate* is slow, consider wrapping it with functools.lru_cache().
    """
    # partition(is_odd, range(10)) → 0 2 4 6 8   and  1 3 5 7 9
    t1, t2 = tee(iterable)
    return filterfalse(predicate, t1), filter(predicate, t2)

def subslices(seq):
    "Return all contiguous non-empty subslices of a sequence."
    # subslices('ABCD') → A AB ABC ABCD B BC BCD C CD D
    slices = starmap(slice, combinations(range(len(seq) + 1), 2))
    return map(operator.getitem, repeat(seq), slices)

def iter_index(iterable, value, start=0, stop=None):
    "Return indices where a value occurs in a sequence or iterable."
    # iter_index('AABCADEAF', 'A') → 0 1 4 7
    seq_index = getattr(iterable, 'index', None)
    if seq_index is None:
        iterator = islice(iterable, start, stop)
        for i, element in enumerate(iterator, start):
            if element is value or element == value:
                yield i
    else:
        stop = len(iterable) if stop is None else stop
        i = start
        with contextlib.suppress(ValueError):
            while True:
                yield (i := seq_index(value, i, stop))
                i += 1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
def iter_except(func, exception, first=None):
    "Convert a call-until-exception interface to an iterator interface."
    # iter_except(d.popitem, KeyError) → non-blocking dictionary iterator
    with contextlib.suppress(exception):
        if first is not None:
            yield first()
        while True:
            yield func()
```

The following recipes have a more mathematical flavor:

```
def powerset(iterable):
    "powerset([1,2,3]) → () (1,) (2,) (3,) (1,2) (1,3) (2,3) (1,2,3)"
    s = list(iterable)
    return chain.from_iterable(combinations(s, r) for r in range(len(s)+1))

def sum_of_squares(iterable):
    "Add up the squares of the input values."
    # sum_of_squares([10, 20, 30]) → 1400
    return math.sumprod(*tee(iterable))

def reshape(matrix, cols):
    "Reshape a 2-D matrix to have a given number of columns."
    # reshape([(0, 1), (2, 3), (4, 5)], 3) →  (0, 1, 2), (3, 4, 5)
    return batched(chain.from_iterable(matrix), cols, strict=True)

def transpose(matrix):
    "Swap the rows and columns of a 2-D matrix."
    # transpose([(1, 2, 3), (11, 22, 33)]) → (1, 11) (2, 22) (3, 33)
    return zip(*matrix, strict=True)

def matmul(m1, m2):
    "Multiply two matrices."
    # matmul([(7, 5), (3, 5)], [(2, 5), (7, 9)]) → (49, 80), (41, 60)
    n = len(m2[0])
    return batched(starmap(math.sumprod, product(m1, transpose(m2))), n)

def convolve(signal, kernel):
    """Discrete linear convolution of two iterables.
    Equivalent to polynomial multiplication.

    Convolutions are mathematically commutative; however, the inputs are
    evaluated differently.  The signal is consumed lazily and can be
    infinite. The kernel is fully consumed before the calculations begin.

    Article:  https://betterexplained.com/articles/intuitive-convolution/
    Video:    https://www.youtube.com/watch?v=KuXjwB4LzSA
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    """
    # convolve([1, -1, -20], [1, -3]) → 1 -4 -17 60
    # convolve(data, [0.25, 0.25, 0.25, 0.25]) → Moving average (blur)
    # convolve(data, [1/2, 0, -1/2]) → 1st derivative estimate
    # convolve(data, [1, -2, 1]) → 2nd derivative estimate
    kernel = tuple(kernel)[::-1]
    n = len(kernel)
    padded_signal = chain(repeat(0, n-1), signal, repeat(0, n-1))
    windowed_signal = sliding_window(padded_signal, n)
    return map(math.sumprod, repeat(kernel), windowed_signal)

def polynomial_from_roots(roots):
    """Compute a polynomial's coefficients from its roots.

       (x - 5) (x + 4) (x - 3)  expands to:   x³ -4x² -17x + 60
    """
    # polynomial_from_roots([5, -4, 3]) → [1, -4, -17, 60]
    factors = zip(repeat(1), map(operator.neg, roots))
    return list(functools.reduce(convolve, factors, [1]))

def polynomial_eval(coefficients, x):
    """Evaluate a polynomial at a specific value.

    Computes with better numeric stability than Horner's method.
    """
    # Evaluate x³ -4x² -17x + 60 at x = 5
    # polynomial_eval([1, -4, -17, 60], x=5) → 0
    n = len(coefficients)
    if not n:
        return type(x)(0)
    powers = map(pow, repeat(x), reversed(range(n)))
    return math.sumprod(coefficients, powers)

def polynomial_derivative(coefficients):
    """Compute the first derivative of a polynomial.

       f(x)  =  x³ -4x² -17x + 60
       f'(x) = 3x² -8x  -17
    """
    # polynomial_derivative([1, -4, -17, 60]) → [3, -8, -17]
    n = len(coefficients)
    powers = reversed(range(1, n))
    return list(map(operator.mul, coefficients, powers))

def sieve(n):
    "Primes less than n."
    # sieve(30) → 2 3 5 7 11 13 17 19 23 29
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    if n > 2:
        yield 2
    data = bytearray((0, 1)) * (n // 2)
    for p in iter_index(data, 1, start=3, stop=math.isqrt(n) + 1):
        data[p*p : n : p+p] = bytes(len(range(p*p, n, p+p)))
    yield from iter_index(data, 1, start=3)

def factor(n):
    "Prime factors of n."
    # factor(99) → 3 3 11
    # factor(1_000_000_000_000_007) → 47 59 360620266859
    # factor(1_000_000_000_000_403) → 1000000000000403
    for prime in sieve(math.isqrt(n) + 1):
        while not n % prime:
            yield prime
            n //= prime
            if n == 1:
                return
    if n > 1:
        yield n

def totient(n):
    "Count of natural numbers up to n that are coprime to n."
    # https://mathworld.wolfram.com/TotientFunction.html
    # totient(12) → 4 because len([1, 5, 7, 11]) == 4
    for prime in set(factor(n)):
        n -= n // prime
    return n
```

10.2 functools --- 高階関数と呼び出し可能オブジェクトの操作

ソースコード: Lib/functools.py

---

functools モジュールは高階関数、つまり関数に影響を及ぼしたり他の関数を返したりする関数のためのものです。一般に、どんな呼び出し可能オブジェクトでもこのモジュールの目的には関数として扱えます。

モジュール *functools* は以下の関数を定義します:

@functools.cache(*user_function*)

簡単で軽量な無制限の関数キャッシュです。" メモ化 (memoize)" とも呼ばれることがあります。

lru_cache(maxsize=None) と同じ関数を返し、関数の引数に対するルックアップ辞書を含む薄いラッパーを生成します。キャッシュ上の古い値を追い出す必要がないため、キャッシュサイズに制限のある *lru_cache()* よりも軽量で高速です。

例えば:

```
@cache
def factorial(n):
    return n * factorial(n-1) if n else 1

>>> factorial(10)      # no previously cached result, makes 11 recursive calls
3628800
>>> factorial(5)       # just looks up cached value result
120
>>> factorial(12)      # makes two new recursive calls, the other 10 are cached
479001600
```

The cache is threadsafe so that the wrapped function can be used in multiple threads. This means that the underlying data structure will remain coherent during concurrent updates.

It is possible for the wrapped function to be called more than once if another thread makes an additional call before the initial call has been completed and cached.

Added in version 3.9.

@functools.cached_property(*func*)

クラスのメソッドを、値を一度だけ計算して通常の属性としてキャッシュするプロパティに変換します。キャッシュはインスタンスの生存期間にわたって有効です。*property()* に似ていて、さらにキャッシュを行います。計算コストが高く、一度計算すればその後は不変であるようなインスタンスのプロパティに対して有用です。

以下はプログラム例です:

```
class DataSet:

    def __init__(self, sequence_of_numbers):
        self._data = tuple(sequence_of_numbers)

    @cached_property
    def stdev(self):
        return statistics.stdev(self._data)
```

cached_property() のしくみは *property()* とやや異なります。通常のプロパティは、セッター (setter) が定義されない限り書き込みを禁止します。対照的に、*cached_property* は書き込みを許します。

cached_property デコレータはルックアップテーブルで、同名の属性が存在しない場合のみ動作します。動作した場合、*cached_property* は同名の属性に書き込みを行います。その後の属性の読み込みと書き込みは *cached_property* メソッドより優先され、通常の属性のように働きます。

キャッシュされた値は属性を削除することで取り除くことができます。これにより *cached_property* メソッドを再度実行することが可能になります。

The *cached_property* does not prevent a possible race condition in multi-threaded usage. The getter function could run more than once on the same instance, with the latest run setting the cached value. If the cached property is idempotent or otherwise not harmful to run more than once on an instance, this is fine. If synchronization is needed, implement the necessary locking inside the decorated getter function or around the cached property access.

このデコレータは **PEP 412** のキー共有辞書のインターフェースを持ちます。これは、インスタンス辞書がより多くのスペースを使う可能性があることを意味します。

また、このデコレータは各インスタンスの `__dict__` 属性が可変のマッピングであることを要求します。すなわち、このデコレータはいくつかの型、たとえばメタクラス (型インスタンスの `__dict__` 属性はクラスの名前空間に対する読み込み専用のプロキシであるため) や、`__slots__` を指定していてその中に `__dict__` を含まない型 (それ自体が `__dict__` 属性を提供しないため) に対しては動作しないことを意味します。

If a mutable mapping is not available or if space-efficient key sharing is desired, an effect similar to *cached_property()* can also be achieved by stacking *property()* on top of *lru_cache()*. See faq-cache-method-calls for more details on how this differs from *cached_property()*.

Added in version 3.8.

バージョン 3.12 で変更: Prior to Python 3.12, `cached_property` included an undocumented lock to ensure that in multi-threaded usage the getter function was guaranteed to run only once per instance. However, the lock was per-property, not per-instance, which could result in unacceptably high lock contention. In Python 3.12+ this locking is removed.

`functools.cmp_to_key(`*func*`)`

古いスタイルの比較関数を *key function* に変換します。key 関数を受け取るツール (*sorted()*, *min()*, *max()*, *heapq.nlargest()*, *heapq.nsmallest()*, *itertools.groupby()* など) と共に使用します。この関数は、主に比較関数を使っていた Python 2 からプログラムの移行のための変換ツールとして使われます。

比較関数は 2 つの引数を受け取り、それらを比較し、" より小さい" 場合は負の数を、同値の場合には 0 を、" より大きい" 場合には正の数を返す、あらゆる呼び出し可能オブジェクトです。key 関数は呼び出し可能オブジェクトで、1 つの引数を受け取り、ソートキーとして使われる値を返します。

以下はプログラム例です:

```
sorted(iterable, key=cmp_to_key(locale.strcoll))  # locale-aware sort order
```

ソートの例と簡単なチュートリアルは sortinghowto を参照して下さい。

Added in version 3.2.

`@functools.lru_cache(`*user_function*`)`

`@functools.lru_cache`(*maxsize=128*, *typed=False*)

関数をメモ化用の呼び出し可能オブジェクトでラップし、最近の呼び出し最大 *maxsize* 回まで保存するするデコレータです。高価な関数や I/O に束縛されている関数を定期的に同じ引数で呼び出すときに、時間を節約できます。

The cache is threadsafe so that the wrapped function can be used in multiple threads. This means that the underlying data structure will remain coherent during concurrent updates.

It is possible for the wrapped function to be called more than once if another thread makes an additional call before the initial call has been completed and cached.

結果のキャッシュには辞書が使われるので、関数の位置引数およびキーワード引数は **ハッシュ可能** でなくてはなりません。

引数のパターンが異なる場合は、異なる呼び出しと見なされ別々のキャッシュエントリーとなります。例えば、`f(a=1, b=2)` と `f(b=2, a=1)` はキーワード引数の順序が異なっているので、2 つの別個のキャッシュエントリーになります。

user_function が指定された場合、それは呼び出し可能でなければなりません。これにより *lru_cache* デコレータがユーザー関数に直接適用できるようになります。このとき *maxsize* の値はデフォルトの 128 となります:

```
@lru_cache
def count_vowels(sentence):
    return sum(sentence.count(vowel) for vowel in 'AEIOUaeiou')
```

maxsize が `None` に設定された場合は、LRU 機能は無効化され、キャッシュは際限無く大きくなります。

If *typed* is set to true, function arguments of different types will be cached separately. If *typed* is false, the implementation will usually regard them as equivalent calls and only cache a single result. (Some types such as *str* and *int* may be cached separately even when *typed* is false.)

Note, type specificity applies only to the function's immediate arguments rather than their contents. The scalar arguments, `Decimal(42)` and `Fraction(42)` are be treated as distinct calls with distinct results. In contrast, the tuple arguments `('answer', Decimal(42))` and `('answer', Fraction(42))` are treated as equivalent.

The wrapped function is instrumented with a `cache_parameters()` function that returns a new *dict* showing the values for *maxsize* and *typed*. This is for information purposes only. Mutating the values has no effect.

キャッシュ効率の測定や *maxsize* パラメータの調整をしやすくするため、ラップされた関数には `cache_info()` 関数が追加されます。この関数は *hits*, *misses*, *maxsize*, *currsize* を示す *named tuple* を返します。

このデコレータは、キャッシュの削除と無効化のための `cache_clear()` 関数も提供します。

元々の基底の関数には、__wrapped__ 属性を通してアクセスできます。これはキャッシュを回避して、または関数を別のキャッシュでラップして、内観するのに便利です。

The cache keeps references to the arguments and return values until they age out of the cache or until the cache is cleared.

If a method is cached, the self instance argument is included in the cache. See faq-cache-method-calls

LRU (least recently used) キャッシュ は、最も新しい呼び出しが次の呼び出しで最も現れやすいとき (例えば、最もニュースサーバの人気の記事が日ごとに変わる傾向にある場合) に最も最も効率よくはたらきます。キャッシュのサイズ制限は、キャッシュがウェブサーバの長期間に渡るプロセスにおける限界を超えては大きくならないことを保証します。

In general, the LRU cache should only be used when you want to reuse previously computed values. Accordingly, it doesn't make sense to cache functions with side-effects, functions that need to create distinct mutable objects on each call (such as generators and async functions), or impure functions such as time() or random().

静的 web コンテンツ の LRU キャッシュの例:

```
@lru_cache(maxsize=32)
def get_pep(num):
    'Retrieve text of a Python Enhancement Proposal'
    resource = f'https://peps.python.org/pep-{num:04d}'
    try:
        with urllib.request.urlopen(resource) as s:
            return s.read()
    except urllib.error.HTTPError:
        return 'Not Found'

>>> for n in 8, 290, 308, 320, 8, 218, 320, 279, 289, 320, 9991:
...     pep = get_pep(n)
...     print(n, len(pep))

>>> get_pep.cache_info()
CacheInfo(hits=3, misses=8, maxsize=32, currsize=8)
```

キャッシュを使って 動的計画法 の技法を実装し、フィボナッチ数 を効率よく計算する例:

```
@lru_cache(maxsize=None)
def fib(n):
    if n < 2:
        return n
    return fib(n-1) + fib(n-2)

>>> [fib(n) for n in range(16)]
[0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> fib.cache_info()
CacheInfo(hits=28, misses=16, maxsize=None, currsize=16)
```

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: *typed* オプションが追加されました。

バージョン 3.8 で変更: *user_function* オプションが追加されました。

バージョン 3.9 で変更: Added the function `cache_parameters()`

`@functools.total_ordering`

ひとつ以上の拡張順序比較メソッド (rich comparison ordering methods) を定義したクラスを受け取り、残りを実装するクラスデコレータです。このデコレータは全ての拡張順序比較演算をサポートするための労力を軽減します:

引数のクラスは、`__lt__()`, `__le__()`, `__gt__()`, `__ge__()` の中からどれか 1 つと、`__eq__()` メソッドを定義する必要があります。

例えば:

```
@total_ordering
class Student:
    def _is_valid_operand(self, other):
        return (hasattr(other, "lastname") and
                hasattr(other, "firstname"))
    def __eq__(self, other):
        if not self._is_valid_operand(other):
            return NotImplemented
        return ((self.lastname.lower(), self.firstname.lower()) ==
                (other.lastname.lower(), other.firstname.lower()))
    def __lt__(self, other):
        if not self._is_valid_operand(other):
            return NotImplemented
        return ((self.lastname.lower(), self.firstname.lower()) <
                (other.lastname.lower(), other.firstname.lower()))
```

注釈: このデコレータにより、完全に順序の付いた振る舞いの良い型を簡単に作ることができますが、実行速度は遅くなり、派生した比較メソッドのスタックトレースは複雑になります。性能ベンチマークにより、これがアプリケーションのボトルネックになっていることがわかった場合は、代わりに 6 つの拡張比較メソッドをすべて実装すれば、簡単にスピードアップを図れるでしょう。

注釈: This decorator makes no attempt to override methods that have been declared in the class *or its superclasses*. Meaning that if a superclass defines a comparison operator, *total_ordering* will not implement it again, even if the original method is abstract.

Added in version 3.2.

バージョン 3.4 で変更: Returning `NotImplemented` from the underlying comparison function for unrecognised types is now supported.

`functools.partial`(*func*, /, **args*, ***keywords*)

新しい *partial* **オブジェクト** を返します。このオブジェクトは呼び出されると位置引数 *args* とキーワード引数 *keywords* 付きで呼び出された *func* のように振る舞います。呼び出しに際してさらなる引数が渡された場合、それらは *args* に付け加えられます。追加のキーワード引数が渡された場合には、それらで *keywords* を拡張または上書きします。おおよそ次のコードと等価です:

```
def partial(func, /, *args, **keywords):
    def newfunc(*fargs, **fkeywords):
        newkeywords = {**keywords, **fkeywords}
        return func(*args, *fargs, **newkeywords)
    newfunc.func = func
    newfunc.args = args
    newfunc.keywords = keywords
    return newfunc
```

関数 *partial()* は、関数の位置引数・キーワード引数の一部を「凍結」した部分適用として使われ、簡素化された引数形式をもった新たなオブジェクトを作り出します。例えば、*partial()* を使って *base* 引数のデフォルトが 2 である *int()* 関数のように振る舞う呼び出し可能オブジェクトを作ることができます:

```
>>> from functools import partial
>>> basetwo = partial(int, base=2)
>>> basetwo.__doc__ = 'Convert base 2 string to an int.'
>>> basetwo('10010')
18
```

`class functools.partialmethod`(*func*, /, **args*, ***keywords*)

partial と似た動作をする新しい *partialmethod* 記述子 (デスクリプタ) を返します。直接呼び出しではなく、メソッド定義としての使用が目的であることのみが、partial とは異なります。

func は、*descriptor* または呼び出し可能オブジェクトである必要があります (通常の関数など、両方の性質を持つオブジェクトは記述子として扱われます。)

func が記述子 (Python の通常の関数、*classmethod()*、*staticmethod()*、`abstractmethod()` または別の *partialmethod* のインスタンスなど) の場合、`__get__` への呼び出しは下層の記述子に委譲され、返り値として適切な *partial* **オブジェクト** が返されます。

func が記述子以外の呼び出し可能オブジェクトである場合、適切な束縛メソッドが動的に作成されます。この func は、メソッドとして使用された場合、Python の通常の関数と同様に動作します。*partialmethod* コンストラクタに *args* と *keywords* が渡されるよりも前に、*self* 引数が最初の位置引数として挿入されます。

以下はプログラム例です:

```
>>> class Cell:
...     def __init__(self):
...         self._alive = False
...     @property
...     def alive(self):
...         return self._alive
...     def set_state(self, state):
...         self._alive = bool(state)
...     set_alive = partialmethod(set_state, True)
...     set_dead = partialmethod(set_state, False)
...
>>> c = Cell()
>>> c.alive
False
>>> c.set_alive()
>>> c.alive
True
```

Added in version 3.4.

`functools.reduce`(*function*, *iterable*, [*initial*,]/)

Apply *function* of two arguments cumulatively to the items of *iterable*, from left to right, so as to reduce the iterable to a single value. For example, `reduce(lambda x, y: x+y, [1, 2, 3, 4, 5])` calculates `((((1+2)+3)+4)+5)`. The left argument, *x*, is the accumulated value and the right argument, *y*, is the update value from the *iterable*. If the optional *initial* is present, it is placed before the items of the iterable in the calculation, and serves as a default when the iterable is empty. If *initial* is not given and *iterable* contains only one item, the first item is returned.

およそ次と等価です:

```
initial_missing = object()

def reduce(function, iterable, initial=initial_missing, /):
    it = iter(iterable)
    if initial is initial_missing:
        value = next(it)
    else:
        value = initial
    for element in it:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        value = function(value, element)
    return value
```

全ての中間値を返すイテレータについては *itertools.accumulate()* を参照してください。

@functools.singledispatch

関数を **シングルディスパッチ ジェネリック関数** に変換します。

To define a generic function, decorate it with the `@singledispatch` decorator. When defining a function using `@singledispatch`, note that the dispatch happens on the type of the first argument:

```
>>> from functools import singledispatch
>>> @singledispatch
... def fun(arg, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Let me just say,", end=" ")
...     print(arg)
```

関数にオーバーロード実装を追加するには、デコレータとして使用できる、ジェネリック関数の `register()` 属性を使用します。型アノテーションが付いている関数については、このデコレータは 1 つ目の引数の型を自動的に推測します。

```
>>> @fun.register
... def _(arg: int, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Strength in numbers, eh?", end=" ")
...     print(arg)
...
>>> @fun.register
... def _(arg: list, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Enumerate this:")
...     for i, elem in enumerate(arg):
...         print(i, elem)
```

types.UnionType and *typing.Union* can also be used:

```
>>> @fun.register
... def _(arg: int | float, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Strength in numbers, eh?", end=" ")
...     print(arg)
...
>>> from typing import Union
>>> @fun.register
... def _(arg: Union[list, set], verbose=False):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     if verbose:
...         print("Enumerate this:")
...     for i, elem in enumerate(arg):
...         print(i, elem)
...
```

型アノテーションを使っていないコードについては、デコレータに適切な型引数を明示的に渡せます:

```
>>> @fun.register(complex)
... def _(arg, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Better than complicated.", end=" ")
...     print(arg.real, arg.imag)
...
```

`register()` 属性を関数形式で使用すると、*lambda* 関数と既存の関数の登録を有効にできます:

```
>>> def nothing(arg, verbose=False):
...     print("Nothing.")
...
>>> fun.register(type(None), nothing)
```

The `register()` attribute returns the undecorated function. This enables decorator stacking, *pickling*, and the creation of unit tests for each variant independently:

```
>>> @fun.register(float)
... @fun.register(Decimal)
... def fun_num(arg, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Half of your number:", end=" ")
...     print(arg / 2)
...
>>> fun_num is fun
False
```

汎用関数は、呼び出されると 1 つ目の引数の型でディスパッチします:

```
>>> fun("Hello, world.")
Hello, world.
>>> fun("test.", verbose=True)
Let me just say, test.
>>> fun(42, verbose=True)
Strength in numbers, eh? 42
>>> fun(['spam', 'spam', 'eggs', 'spam'], verbose=True)
Enumerate this:
0 spam
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
1 spam
2 eggs
3 spam
>>> fun(None)
Nothing.
>>> fun(1.23)
0.615
```

特定の型について登録された実装が存在しない場合、その型のメソッド解決順序が、汎用の実装をさらに検索するために使用されます。`@singledispatch` でデコレートされた元の関数は基底の *object* 型に登録されます。これは、他によりよい実装が見つからないことを意味します。

抽象基底クラス (*abstract base class*) に対して実装が登録されると、基底クラスの仮想サブクラスに対してもその実装がディスパッチされます:

```
>>> from collections.abc import Mapping
>>> @fun.register
... def _(arg: Mapping, verbose=False):
...     if verbose:
...         print("Keys & Values")
...     for key, value in arg.items():
...         print(key, "=>", value)
...
>>> fun({"a": "b"})
a => b
```

指定された型に対して、汎用関数がどの実装を選択するかを確認するには、`dispatch()` 属性を使用します:

```
>>> fun.dispatch(float)
<function fun_num at 0x1035a2840>
>>> fun.dispatch(dict)    # note: default implementation
<function fun at 0x103fe0000>
```

登録されたすべての実装にアクセスするには、読み出し専用の `registry` 属性を使用します:

```
>>> fun.registry.keys()
dict_keys([<class 'NoneType'>, <class 'int'>, <class 'object'>,
          <class 'decimal.Decimal'>, <class 'list'>,
          <class 'float'>])
>>> fun.registry[float]
<function fun_num at 0x1035a2840>
>>> fun.registry[object]
<function fun at 0x103fe0000>
```

Added in version 3.4.

バージョン 3.7 で変更: `register()` 属性が型アノテーションの使用をサポートするようになりました。

バージョン 3.11 で変更: The `register()` attribute now supports *types.UnionType* and *typing.Union* as type annotations.

class functools.singledispatchmethod(*func*)

メソッドを **シングルディスパッチ ジェネリック関数** に変換します。

To define a generic method, decorate it with the `@singledispatchmethod` decorator. When defining a function using `@singledispatchmethod`, note that the dispatch happens on the type of the first non-*self* or non-*cls* argument:

```
class Negator:
    @singledispatchmethod
    def neg(self, arg):
        raise NotImplementedError("Cannot negate a")

    @neg.register
    def _(self, arg: int):
        return -arg

    @neg.register
    def _(self, arg: bool):
        return not arg
```

`@singledispatchmethod` は *@classmethod* など他のデコレータとの入れ子構造をサポートします。`dispatcher.register` を可能にするためには、`singledispatchmethod` は入れ子構造の中で **最も外側** のデコレータでなければなりません。この `Negator` クラスの例では、クラスのインスタンスにではなく、クラスに `neg` メソッドが紐付きます:

```
class Negator:
    @singledispatchmethod
    @classmethod
    def neg(cls, arg):
        raise NotImplementedError("Cannot negate a")

    @neg.register
    @classmethod
    def _(cls, arg: int):
        return -arg

    @neg.register
    @classmethod
    def _(cls, arg: bool):
        return not arg
```

同様のパターンが他の似たようなデコレータに対しても適用できます: *@staticmethod*, *@abstractmethod* など。

Added in version 3.8.

functools.update_wrapper(*wrapper*, *wrapped*, *assigned=WRAPPER_ASSIGNMENTS*, *updated=WRAPPER_UPDATES*)

Update a *wrapper* function to look like the *wrapped* function. The optional arguments are tuples to specify which attributes of the original function are assigned directly to the matching attributes on the wrapper function and which attributes of the wrapper function are updated with the corresponding attributes from the original function. The default values for these arguments are the module level constants `WRAPPER_ASSIGNMENTS` (which assigns to the wrapper function's `__module__`, `__name__`, `__qualname__`, `__annotations__`, `__type_params__`, and `__doc__`, the documentation string) and `WRAPPER_UPDATES` (which updates the wrapper function's `__dict__`, i.e. the instance dictionary).

内観や別の目的 (例えば、*lru_cache()* のようなキャッシュするデコレータの回避) のために元の関数にアクセスできるように、この関数はラップされている関数を参照するラッパーに自動的に `__wrapped__` 属性を追加します。

この関数は主に関数を包んでラッパーを返す **デコレータ** 関数の中で使われるよう意図されています。もしラッパー関数がアップデートされないとすると、返される関数のメタデータは元の関数の定義ではなくラッパー関数の定義を反映してしまい、これは通常あまり有益ではありません。

update_wrapper() は、関数以外の呼び出し可能オブジェクトにも使えます。*assigned* または *updated* で指名され、ラップされるオブジェクトに存在しない属性は、すべて無視されます (すなわち、ラッパー関数にそれらの属性を設定しようとは試みられません)。しかし、*updated* で指名された属性がラッパー関数自身に存在しないなら *AttributeError* が送出されます。

バージョン 3.2 で変更: The `__wrapped__` attribute is now automatically added. The `__annotations__` attribute is now copied by default. Missing attributes no longer trigger an *AttributeError*.

バージョン 3.4 で変更: ラップされた関数が `__wrapped__` を定義していない場合でも、`__wrapped__` が常にラップされた関数を参照するようになりました。(bpo-17482 を参照)

バージョン 3.12 で変更: The `__type_params__` attribute is now copied by default.

@functools.wraps(*wrapped*, *assigned=WRAPPER_ASSIGNMENTS*, *updated=WRAPPER_UPDATES*)

これはラッパー関数を定義するときに *update_wrapper()* を関数デコレータとして呼び出す便宜関数です。これは `partial(update_wrapper, wrapped=wrapped, assigned=assigned, updated=updated)` と等価です。例えば:

```
>>> from functools import wraps
>>> def my_decorator(f):
...     @wraps(f)
...     def wrapper(*args, **kwds):
...         print('Calling decorated function')
...         return f(*args, **kwds)
...     return wrapper
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...
>>> @my_decorator
... def example():
...     """Docstring"""
...     print('Called example function')
...
>>> example()
Calling decorated function
Called example function
>>> example.__name__
'example'
>>> example.__doc__
'Docstring'
```

このデコレータ・ファクトリを使用しないと、上の例中の関数の名前は `'wrapper'` となり、元の `example()` のドキュメンテーション文字列は失われてしまいます。

10.2.1 partial オブジェクト

partial オブジェクトは、*partial()* 関数によって作られる呼び出し可能オブジェクトです。オブジェクトには読み出し専用の属性が三つあります:

partial.func

呼び出し可能オブジェクトまたは関数です。*partial* オブジェクトの呼び出しは新しい引数とキーワードと共に *func* に転送されます。

partial.args

最左の位置引数で、*partial* オブジェクトの呼び出し時にその呼び出しの際の位置引数の前に追加されます。

partial.keywords

partial オブジェクトの呼び出し時に渡されるキーワード引数です。

partial objects are like `function` objects in that they are callable, weak referenceable, and can have attributes. There are some important differences. For instance, the *__name__* and `__doc__` attributes are not created automatically. Also, *partial* objects defined in classes behave like static methods and do not transform into bound methods during instance attribute look-up.

10.3 operator --- 関数形式の標準演算子

ソースコード: Lib/operator.py

---

operator モジュールは、Python の組み込み演算子に対応する効率的な関数群を提供します。例えば、operator.add(x, y) は式 x+y と等価です。多くの関数名は、特殊メソッドに使われている名前から前後の二重アンダースコアを除いたものと同じです。後方互換性のため、ほとんどの関数に二重アンダースコアを付けたままのバージョンがあります。簡潔さのために、二重アンダースコアが無いバージョンの方が好まれます。

これらの関数は、オブジェクト比較、論理演算、数学演算、シーケンス演算をするものに分類されます。

オブジェクト比較関数は全てのオブジェクトで有効で、関数の名前はサポートする拡張比較演算子からとられています:

operator.**lt**(*a*, *b*)

operator.**le**(*a*, *b*)

operator.**eq**(*a*, *b*)

operator.**ne**(*a*, *b*)

operator.**ge**(*a*, *b*)

operator.**gt**(*a*, *b*)

operator.**__lt__**(*a*, *b*)

operator.**__le__**(*a*, *b*)

operator.**__eq__**(*a*, *b*)

operator.**__ne__**(*a*, *b*)

operator.**__ge__**(*a*, *b*)

operator.**__gt__**(*a*, *b*)

> *a* と *b* の ” 拡張比較 (rich comparisons)” を行います。具体的には、lt(a, b) は a < b 、le(a, b) は a <= b 、eq(a, b) は a == b 、ne(a, b) は a != b 、gt(a, b) は a > b 、そして ge(a, b) は a >= b と等価です。これらの関数はどのような値を返してもよく、ブール値として解釈できてもできなくてもかまいません。拡張比較の詳細については comparisons を参照してください。

論理演算もまた全てのオブジェクトに対して適用でき、真理値判定、同一性判定およびブール演算をサポートします:

operator.**not_**(*obj*)

operator.**__not__**(*obj*)

> not *obj* の結果を返します。(オブジェクトインスタンスには __not__() メソッドは無いので注意してください; インタープリターコアがこの演算を定義しているだけです。結果は __bool__() および __len__() メソッドに影響されます。)

operator.**truth**(*obj*)

obj が真の場合 *True* を返し、そうでない場合 *False* を返します。この関数は *bool* のコンストラクタ呼び出しと同等です。

operator.**is_**(*a*, *b*)

`a is b` を返します。オブジェクトの同一性を判定します。

operator.**is_not**(*a*, *b*)

`a is not b` を返します。オブジェクトの同一性を判定します。

演算子で最も多いのは数学演算およびビット単位の演算です:

operator.**abs**(*obj*)

operator.**__abs__**(*obj*)

obj の絶対値を返します。

operator.**add**(*a*, *b*)

operator.**__add__**(*a*, *b*)

数値 *a* および *b* について `a + b` を返します。

operator.**and_**(*a*, *b*)

operator.**__and__**(*a*, *b*)

a と *b* のビット単位論理積を返します。

operator.**floordiv**(*a*, *b*)

operator.**__floordiv__**(*a*, *b*)

`a // b` を返します。

operator.**index**(*a*)

operator.**__index__**(*a*)

整数に変換された *a* を返します。`a.__index__()` と同等です。

バージョン 3.10 で変更: 結果は常に厳密な *int* 型です。以前は、結果は `int` のサブクラスのインスタンスのこともありました。

operator.**inv**(*obj*)

operator.**invert**(*obj*)

operator.**__inv__**(*obj*)

operator.**__invert__**(*obj*)

obj のビット単位反転を返します。`~obj` と同じです。

operator.**lshift**(*a*, *b*)

operator.__lshift__(*a*, *b*)

a の *b* ビット左シフトを返します。

operator.mod(*a*, *b*)

operator.__mod__(*a*, *b*)

a % b を返します。

operator.mul(*a*, *b*)

operator.__mul__(*a*, *b*)

数値 *a* および *b* について a * b を返します。

operator.matmul(*a*, *b*)

operator.__matmul__(*a*, *b*)

a @ b を返します。

Added in version 3.5.

operator.neg(*obj*)

operator.__neg__(*obj*)

負の *obj* (-obj) を返します。

operator.or_(*a*, *b*)

operator.__or__(*a*, *b*)

a と *b* のビット単位論理和を返します。

operator.pos(*obj*)

operator.__pos__(*obj*)

正の *obj* (+obj) を返します。

operator.pow(*a*, *b*)

operator.__pow__(*a*, *b*)

数値 *a* および *b* について a ** b を返します。

operator.rshift(*a*, *b*)

operator.__rshift__(*a*, *b*)

a の *b* ビット右シフトを返します。

operator.sub(*a*, *b*)

operator.__sub__(*a*, *b*)

a - b を返します。

operator.truediv(*a*, *b*)

operator.**__truediv__**(*a*, *b*)

2/3 が 0 ではなく 0.66 となるような `a / b` を返します。" 真の" 除算としても知られています。

operator.**xor**(*a*, *b*)

operator.**__xor__**(*a*, *b*)

a および *b* のビット単位排他的論理和を返します。

シーケンスを扱う演算子（いくつかの演算子はマッピングも扱います）には以下のようなものがあります:

operator.**concat**(*a*, *b*)

operator.**__concat__**(*a*, *b*)

シーケンス *a* および *b* について `a + b` を返します。

operator.**contains**(*a*, *b*)

operator.**__contains__**(*a*, *b*)

`b in a` の判定結果を返します。被演算子が左右反転しているので注意してください。

operator.**countOf**(*a*, *b*)

a の中に *b* が出現する回数を返します。

operator.**delitem**(*a*, *b*)

operator.**__delitem__**(*a*, *b*)

a でインデクスが *b* の値を削除します。

operator.**getitem**(*a*, *b*)

operator.**__getitem__**(*a*, *b*)

a でインデクスが *b* の値を返します。

operator.**indexOf**(*a*, *b*)

a で最初に *b* が出現する場所のインデクスを返します。

operator.**setitem**(*a*, *b*, *c*)

operator.**__setitem__**(*a*, *b*, *c*)

a でインデクスが *b* の値を *c* に設定します。

operator.**length_hint**(*obj*, *default=0*)

オブジェクト *obj* の概算の長さを返します。最初に実際の長さを、次に `object.__length_hint__()` を使って概算の長さを、そして最後にデフォルトの値を返そうとします。

Added in version 3.4.

次の操作は呼び出し可能オブジェクト (callable) で動作します。

operator.call(*obj*, /, **args*, ***kwargs*)

operator.__call__(*obj*, /, **args*, ***kwargs*)

obj(*args, **kwargs) を返します。

Added in version 3.11.

operator モジュールは属性とアイテムの汎用的な検索のための道具も定義しています。*map()*, *sorted()*, *itertools.groupby()*, や関数を引数に取るその他の関数に対して高速にフィールドを抽出する際に引数として使うと便利です。

operator.attrgetter(*attr*)

operator.attrgetter(**attrs*)

演算対象から *attr* を取得する呼び出し可能なオブジェクトを返します。二つ以上の属性を要求された場合には、属性のタプルを返します。属性名はドットを含むこともできます。例えば:

- f = attrgetter('name') とした後で、f(b) を呼び出すと b.name を返します。
- f = attrgetter('name', 'date') とした後で、f(b) を呼び出すと (b.name, b.date) を返します。
- f = attrgetter('name.first', 'name.last') とした後で、f(b) を呼び出すと (b.name.first, b.name.last) を返します。

次と等価です:

```
def attrgetter(*items):
    if any(not isinstance(item, str) for item in items):
        raise TypeError('attribute name must be a string')
    if len(items) == 1:
        attr = items[0]
        def g(obj):
            return resolve_attr(obj, attr)
    else:
        def g(obj):
            return tuple(resolve_attr(obj, attr) for attr in items)
    return g

def resolve_attr(obj, attr):
    for name in attr.split("."):
        obj = getattr(obj, name)
    return obj
```

operator.itemgetter(*item*)

operator.itemgetter(**items*)

演算対象からその __getitem__() メソッドを使って *item* を取得する呼び出し可能なオブジェクトを返します。二つ以上のアイテムを要求された場合には、アイテムのタプルを返します。例えば:

- `f = itemgetter(2)` とした後で、`f(r)` を呼び出すと `r[2]` を返します。
- `g = itemgetter(2, 5, 3)` とした後で、`g(r)` を呼び出すと `(r[2], r[5], r[3])` を返します。

次と等価です:

```
def itemgetter(*items):
    if len(items) == 1:
        item = items[0]
        def g(obj):
            return obj[item]
    else:
        def g(obj):
            return tuple(obj[item] for item in items)
    return g
```

アイテムは被演算子の `__getitem__()` メソッドが受け付けるどんな型でも構いません。辞書ならば任意の **ハッシュ可能** な値を受け付けます。リスト、タプル、文字列などはインデックスかスライスを受け付けます:

```
>>> itemgetter(1)('ABCDEFG')
'B'
>>> itemgetter(1, 3, 5)('ABCDEFG')
('B', 'D', 'F')
>>> itemgetter(slice(2, None))('ABCDEFG')
'CDEFG'
>>> soldier = dict(rank='captain', name='dotterbart')
>>> itemgetter('rank')(soldier)
'captain'
```

itemgetter() を使って特定のフィールドをタプルレコードから取り出す例:

```
>>> inventory = [('apple', 3), ('banana', 2), ('pear', 5), ('orange', 1)]
>>> getcount = itemgetter(1)
>>> list(map(getcount, inventory))
[3, 2, 5, 1]
>>> sorted(inventory, key=getcount)
[('orange', 1), ('banana', 2), ('apple', 3), ('pear', 5)]
```

operator.**methodcaller**(*name*, */*, **args*, ***kwargs*)

引数の *name* メソッドを呼び出す呼び出し可能オブジェクトを返します。追加の引数および/またはキーワード引数が与えられると、これらもそのメソッドに引き渡されます。例えば:

- `f = methodcaller('name')` とした後で、`f(b)` を呼び出すと `b.name()` を返します。
- `f = methodcaller('name', 'foo', bar=1)` とした後で、`f(b)` を呼び出すと `b.name('foo', bar=1)` を返します。

次と等価です:

```
def methodcaller(name, /, *args, **kwargs):
    def caller(obj):
        return getattr(obj, name)(*args, **kwargs)
    return caller
```

10.3.1 演算子から関数への対応表

下のテーブルでは、個々の抽象的な操作が、どのように Python 構文上の各演算子や *operator* モジュールの関数に対応しているかを示しています。

演算	操作	関数
加算	`a + b`	`add(a, b)`
結合	`seq1 + seq2`	`concat(seq1, seq2)`
包含判定	`obj in seq`	`contains(seq, obj)`
除算	`a / b`	`truediv(a, b)`
除算	`a // b`	`floordiv(a, b)`
ビット単位論理積	`a & b`	`and_(a, b)`
ビット単位排他的論理和	`a ^ b`	`xor(a, b)`
ビット単位反転	`~ a`	`invert(a)`
ビット単位論理和	`a | b`	`or_(a, b)`
冪乗	`a ** b`	`pow(a, b)`
同一性	`a is b`	`is_(a, b)`
同一性	`a is not b`	`is_not(a, b)`
インデクス指定の代入	`obj[k] = v`	`setitem(obj, k, v)`
インデクス指定の削除	`del obj[k]`	`delitem(obj, k)`
インデクス指定	`obj[k]`	`getitem(obj, k)`
左シフト	`a << b`	`lshift(a, b)`
剰余	`a % b`	`mod(a, b)`
乗算	`a * b`	`mul(a, b)`
行列の乗算	`a @ b`	`matmul(a, b)`
(算術) 負	`- a`	`neg(a)`
(論理) 否	`not a`	`not_(a)`
正	`+ a`	`pos(a)`
右シフト	`a >> b`	`rshift(a, b)`
スライス指定の代入	`seq[i:j] = values`	`setitem(seq, slice(i, j), values)`
スライス指定の削除	`del seq[i:j]`	`delitem(seq, slice(i, j))`
スライス指定	`seq[i:j]`	`getitem(seq, slice(i, j))`

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

演算	操作	関数
文字列書式化	`s % obj`	`mod(s, obj)`
減算	`a - b`	`sub(a, b)`
真理値判定	`obj`	`truth(obj)`
順序付け	`a < b`	`lt(a, b)`
順序付け	`a <= b`	`le(a, b)`
等価性	`a == b`	`eq(a, b)`
不等性	`a != b`	`ne(a, b)`
順序付け	`a >= b`	`ge(a, b)`
順序付け	`a > b`	`gt(a, b)`

10.3.2 インプレース (in-place) 演算子

多くの演算に「インプレース」版があります。以下の関数はそうした演算子の通常の文法に比べてより素朴な呼び出し方を提供します。たとえば、文 `x += y` は `x = operator.iadd(x, y)` と等価です。別の言い方をすると、`z = operator.iadd(x, y)` は複合文 `z = x; z += y` と等価です。

なお、これらの例では、インプレースメソッドが呼び出されたとき、計算と代入は二段階に分けて行われます。以下に挙げるインプレース関数は、インプレースメソッドを呼び出してその第一段階だけを行います。第二段階の代入は扱われません。

文字列、数、タプルのようなイミュータブルなターゲットでは、更新された値が計算されますが、入力変数に代入し返されはしません。

```
>>> a = 'hello'
>>> iadd(a, ' world')
'hello world'
>>> a
'hello'
```

リストや辞書のようなミュータブルなターゲットでは、インプレースメソッドは更新を行うので、その後に代入をする必要はありません。

```
>>> s = ['h', 'e', 'l', 'l', 'o']
>>> iadd(s, [' ', 'w', 'o', 'r', 'l', 'd'])
['h', 'e', 'l', 'l', 'o', ' ', 'w', 'o', 'r', 'l', 'd']
>>> s
['h', 'e', 'l', 'l', 'o', ' ', 'w', 'o', 'r', 'l', 'd']
```

operator.iadd(a, b)

operator.__iadd__(*a*, *b*)

a = iadd(a, b) は a += b と等価です。

operator.iand(*a*, *b*)

operator.__iand__(*a*, *b*)

a = iand(a, b) は a &= b と等価です。

operator.iconcat(*a*, *b*)

operator.__iconcat__(*a*, *b*)

a = iconcat(a, b) は二つのシーケンス *a* と *b* に対し a += b と等価です。

operator.ifloordiv(*a*, *b*)

operator.__ifloordiv__(*a*, *b*)

a = ifloordiv(a, b) は a //= b と等価です。

operator.ilshift(*a*, *b*)

operator.__ilshift__(*a*, *b*)

a = ilshift(a, b) は a <<= b と等価です。

operator.imod(*a*, *b*)

operator.__imod__(*a*, *b*)

a = imod(a, b) は a %= b と等価です。

operator.imul(*a*, *b*)

operator.__imul__(*a*, *b*)

a = imul(a, b) は a *= b と等価です。

operator.imatmul(*a*, *b*)

operator.__imatmul__(*a*, *b*)

a = imatmul(a, b) は a @= b と等価です。

Added in version 3.5.

operator.ior(*a*, *b*)

operator.__ior__(*a*, *b*)

a = ior(a, b) は a |= b と等価です。

operator.ipow(*a*, *b*)

operator.__ipow__(*a*, *b*)

a = ipow(a, b) は a **= b と等価です。

operator.irshift(*a*, *b*)

operator.__irshift__(*a*, *b*)

a = irshift(a, b) は a >>= b と等価です。

operator.isub(*a*, *b*)

operator.__isub__(*a*, *b*)

a = isub(a, b) は a -= b と等価です。

operator.itruediv(*a*, *b*)

operator.__itruediv__(*a*, *b*)

a = itruediv(a, b) は a /= b と等価です。

operator.ixor(*a*, *b*)

operator.__ixor__(*a*, *b*)

a = ixor(a, b) は a ^= b と等価です。

第

ELEVEN

ファイルとディレクトリへのアクセス

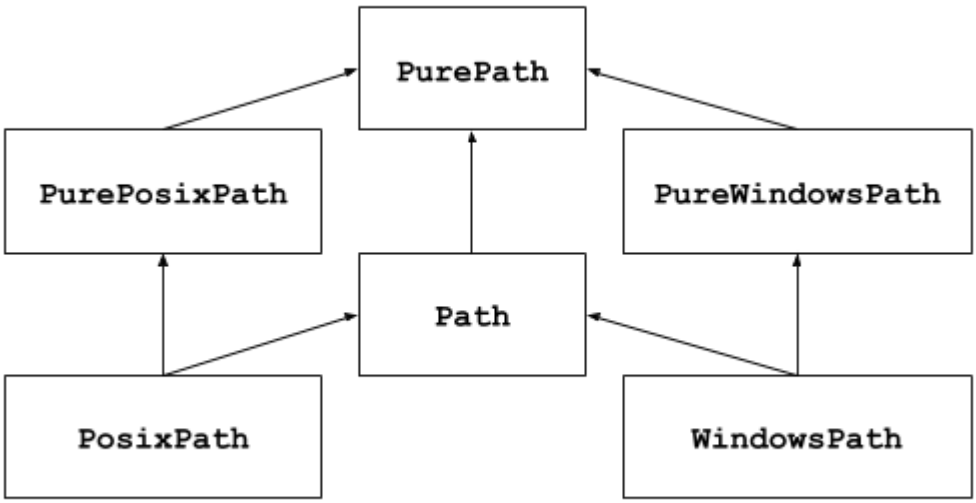
この章で説明されるモジュールはディスクのファイルやディレクトリを扱います。たとえば、ファイルの属性を読むためのモジュール、ファイルパスを移植可能な方式で操作する、テンポラリファイルを作成するためのモジュールです。この章の完全な一覧は:

11.1 pathlib --- オブジェクト指向のファイルシステムパス

Added in version 3.4.

ソースコード: Lib/pathlib/

このモジュールはファイルシステムのパスを表すクラスを提供していて、様々なオペレーティングシステムについての適切な意味論をそれらのクラスに持たせています。Path クラスは **純粋パス** と **具象パス** からなります。純粋パスは I/O を伴わない純粋な計算操作を提供します。具象パスは純粋パスを継承していますが、I/O 操作も提供しています。



あなたが今までこのモジュールを使用したことがない場合や、タスクに適しているのがどのクラスかわからない場合は、*Path* はきっとあなたに必要なものでしょう。*Path* はコードが実行されているプラットフォーム用の **具象パス** のインスタンスを作成します。

純粋パスは、以下のようないくつかの特殊なケースで有用です:

1. Unix マシン上で Windows のパスを扱いたいとき (またはその逆)。Unix 上で実行しているときに *WindowsPath* のインスタンスを作成することはできませんが、*PureWindowsPath* なら可能になります。
2. 実際に OS にアクセスすることなしにパスを操作するだけのコードを確認したいとき。この場合、純粋クラスのインスタンスを一つ作成すれば、それが OS にアクセスすることはないので便利です。

参考:

PEP 428: The pathlib module -- オブジェクト指向のファイルシステムパス。

参考:

文字列による低水準のパス操作の場合は *os.path* も使用できます。

11.1.1 基本的な使い方

メインクラスをインポートします:

```
>>> from pathlib import Path
```

サブディレクトリの一覧を取得します:

```
>>> p = Path('.')
>>> [x for x in p.iterdir() if x.is_dir()]
[PosixPath('.hg'), PosixPath('docs'), PosixPath('dist'),
 PosixPath('__pycache__'), PosixPath('build')]
```

このディレクトリツリー内の Python ソースファイルの一覧を取得します:

```
>>> list(p.glob('**/*.py'))
[PosixPath('test_pathlib.py'), PosixPath('setup.py'),
 PosixPath('pathlib.py'), PosixPath('docs/conf.py'),
 PosixPath('build/lib/pathlib.py')]
```

ディレクトリツリー内を移動します:

```
>>> p = Path('/etc')
>>> q = p / 'init.d' / 'reboot'
>>> q
PosixPath('/etc/init.d/reboot')
>>> q.resolve()
PosixPath('/etc/rc.d/init.d/halt')
```

パスのプロパティを問い合わせます:

```
>>> q.exists()
True
>>> q.is_dir()
False
```

ファイルを開きます:

```
>>> with q.open() as f: f.readline()
...
'#!/bin/bash\n'
```

11.1.2 例外

exception pathlib.UnsupportedOperation

An exception inheriting *NotImplementedError* that is raised when an unsupported operation is called on a path object.

Added in version 3.13.

11.1.3 純粋パス

純粋パスオブジェクトは実際にファイルシステムにアクセスしないパス操作処理を提供します。これらのクラスにアクセスするには 3 つの方法があり、それらを **フレーバー** と呼んでいます:

class pathlib.**PurePath**(**pathsegments*)

システムのパスのフレーバーを表すジェネリッククラスです (インスタンスを作成することで *PurePosixPath* または *PureWindowsPath* のどちらかが作成されます):

```
>>> PurePath('setup.py')      # Running on a Unix machine
PurePosixPath('setup.py')
```

pathsegments の各要素は、パスの構成要素を表す文字列か、パスオブジェクトなどの、*os.PathLike* インターフェースを実装するオブジェクトである必要があります。*os.PathLike* インターフェースでは、*__fspath__()* メソッドが文字列を返します:

```
>>> PurePath('foo', 'some/path', 'bar')
PurePosixPath('foo/some/path/bar')
>>> PurePath(Path('foo'), Path('bar'))
PurePosixPath('foo/bar')
```

pathsegments が空のとき、現在のディレクトリとみなされます:

```
>>> PurePath()
PurePosixPath('.')
```

あるパス構成要素が絶対パスである場合、それより前の要素はすべて無視されます (*os.path.join()* と同様):

```
>>> PurePath('/etc', '/usr', 'lib64')
PurePosixPath('/usr/lib64')
>>> PureWindowsPath('c:/Windows', 'd:bar')
PureWindowsPath('d:bar')
```

Windows の場合、ルート相対パス (例えば `r'\foo'`) があってもドライブ名はそのまま変わりません:

```
>>> PureWindowsPath('c:/Windows', '/Program Files')
PureWindowsPath('c:/Program Files')
```

単一スラッシュと等価な複数スラッシュやシングルドットは簡略化されますが、ダブルドット (`'..'`) や先頭に位置するダブルスラッシュ (`'//'`) は簡略化されません。これは、様々な理由でパスの意味が簡略化した場合と異なってしまうからです (例: シンボリックリンク、UNC パス):

```
>>> PurePath('foo//bar')
PurePosixPath('foo/bar')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> PurePath('//foo/bar')
PurePosixPath('//foo/bar')
>>> PurePath('foo/./bar')
PurePosixPath('foo/bar')
>>> PurePath('foo/../bar')
PurePosixPath('foo/../bar')
```

(通常 `PurePosixPath('foo/../bar')` は `PurePosixPath('bar')` と等価になりますが、`foo` が他のディレクトリへのシンボリックリンクの場合は等価になりません)

純粋パスオブジェクトは *os.PathLike* インターフェースを実装しており、そのインターフェースを受理する箇所ならどこでも使用することができます。

バージョン 3.6 で変更: *os.PathLike* インターフェースがサポートされました。

class pathlib.**PurePosixPath**(**pathsegments*)

PurePath のサブクラスです。このパスフレーバーは非 Windows パスを表します:

```
>>> PurePosixPath('/etc')
PurePosixPath('/etc')
```

pathsegments の指定は *PurePath* と同じです。

class pathlib.**PureWindowsPath**(**pathsegments*)

PurePath のサブクラスです。このパスフレーバー UNC paths を含む Windows ファイルシステムパスを表します:

```
>>> PureWindowsPath('c:/Program Files/')
PureWindowsPath('c:/Program Files')
>>> PureWindowsPath('//server/share/file')
PureWindowsPath('//server/share/file')
```

pathsegments の指定は *PurePath* と同じです。

これらクラスはあらゆるシステムコールを行わないため、起動しているシステムにかかわらずインスタンスを作成できます。

全般的な性質

パスオブジェクトはイミュータブルで :term:‘ハッシュ可能 <hashable>‘です。同じフレーバーのパスオブジェクトは比較ならびに順序付け可能です。これらのプロパティは、フレーバーのケースフォールディング (訳注: 比較のために正規化すること、例えば全て大文字にする) のセマンティクスに従います。

```
>>> PurePosixPath('foo') == PurePosixPath('FOO')
False
>>> PureWindowsPath('foo') == PureWindowsPath('FOO')
True
>>> PureWindowsPath('FOO') in { PureWindowsPath('foo') }
True
>>> PureWindowsPath('C:') < PureWindowsPath('d:')
True
```

異なるフレーバーのパスオブジェクト同士の比較は等価になることはなく、順序付けもできません:

```
>>> PureWindowsPath('foo') == PurePosixPath('foo')
False
>>> PureWindowsPath('foo') < PurePosixPath('foo')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: '<' not supported between instances of 'PureWindowsPath' and 'PurePosixPath'
```

演算子

スラッシュ演算子を使って、*os.path.join()* のように子パスを作成することができます。スラッシュの右側が絶対パスである場合、左側のパスは無視されます。Windows 環境で、右側のパスがルート相対パス (例: `r'\foo'`) である場合、ドライブ名はリセットされません:

```
>>> p = PurePath('/etc')
>>> p
PurePosixPath('/etc')
>>> p / 'init.d' / 'apache2'
PurePosixPath('/etc/init.d/apache2')
>>> q = PurePath('bin')
>>> '/usr' / q
PurePosixPath('/usr/bin')
>>> p / '/an_absolute_path'
PurePosixPath('/an_absolute_path')
>>> PureWindowsPath('c:/Windows', '/Program Files')
PureWindowsPath('c:/Program Files')
```

os.PathLike を実装したオブジェクトが受理できる箇所ならどこでも、パスオブジェクトが使用できます:

```
>>> import os
>>> p = PurePath('/etc')
>>> os.fspath(p)
'/etc'
```

パスオブジェクトの文字列表現はそのシステム自身の Raw ファイルシステムパス (ネイティブの形式、例えば Windows では区切り文字がバックスラッシュ) になり、文字列としてファイルパスを取るあらゆる関数に渡すことができます:

```
>>> p = PurePath('/etc')
>>> str(p)
'/etc'
>>> p = PureWindowsPath('c:/Program Files')
>>> str(p)
'c:\\Program Files'
```

同様に、パスオブジェクトを *bytes* で呼び出すと、Raw ファイルシステムパスを *os.fsencode()* でエンコードされたバイト列オブジェクトで返します:

```
>>> bytes(p)
b'/etc'
```

注釈: *bytes* での呼び出しは Unix 上での使用のみ推奨します。Windows では Unicode 形式が標準的なファイルシステムパス表現になります。

個別の構成要素へのアクセス

パスの個別の ” 構成要素” へアクセスするには、以下のプロパティを使用します:

PurePath.parts

パスのさまざまな構成要素へのアクセス手段を提供するタプルになります:

```
>>> p = PurePath('/usr/bin/python3')
>>> p.parts
('/', 'usr', 'bin', 'python3')

>>> p = PureWindowsPath('c:/Program Files/PSF')
>>> p.parts
('c:\\', 'Program Files', 'PSF')
```

(ドライブ名とローカルルートは単一要素にまとめられます)

メソッドとプロパティ

純粋パスは以下のメソッドとプロパティを提供します:

PurePath.parser

The implementation of the *os.path* module used for low-level path parsing and joining: either posixpath or ntpath.

Added in version 3.13.

PurePath.drive

ドライブ文字または名前を表す文字列があればそれになります:

```
>>> PureWindowsPath('c:/Program Files/').drive
'c:'
>>> PureWindowsPath('/Program Files/').drive
''
>>> PurePosixPath('/etc').drive
''
```

UNC 共有名もドライブとみなされます:

```
>>> PureWindowsPath('//host/share/foo.txt').drive
'\\\\host\\share'
```

PurePath.root

ローカルまたはグローバルルートを表す文字列があればそれになります:

```
>>> PureWindowsPath('c:/Program Files/').root
'\\'
>>> PureWindowsPath('c:Program Files/').root
''
>>> PurePosixPath('/etc').root
'/'
```

UNC 共有名は常にルートを持ちます:

```
>>> PureWindowsPath('//host/share').root
'\\'
```

PurePosixPath でパスの先頭が 3 つ以上の連続したスラッシュである場合、余分なスラッシュは除去されます:

```
>>> PurePosixPath('//etc').root
'//'
>>> PurePosixPath('///etc').root
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
'/'
>>> PurePosixPath('////etc').root
'/'
```

注釈: この挙動は、以下に示す、*The Open Group Base Specifications Issue 6* の 4.11 Pathname Resolution に沿ったものです:

"A pathname that begins with two successive slashes may be interpreted in an implementation-defined manner, although more than two leading slashes shall be treated as a single slash."

PurePath.**anchor**

ドライブとルートを結合した文字列になります:

```
>>> PureWindowsPath('c:/Program Files/').anchor
'c:\\'
>>> PureWindowsPath('c:Program Files/').anchor
'c:'
>>> PurePosixPath('/etc').anchor
'/'
>>> PureWindowsPath('//host/share').anchor
'\\\\host\\share\\'
```

PurePath.**parents**

パスの論理的な上位パスにアクセスできるイミュータブルなシーケンスになります:

```
>>> p = PureWindowsPath('c:/foo/bar/setup.py')
>>> p.parents[0]
PureWindowsPath('c:/foo/bar')
>>> p.parents[1]
PureWindowsPath('c:/foo')
>>> p.parents[2]
PureWindowsPath('c:/')
```

バージョン 3.10 で変更: parents シーケンスが、スライス と負のインデックスをサポートするようになりました。

PurePath.**parent**

パスの論理的な上位パスになります:

```
>>> p = PurePosixPath('/a/b/c/d')
>>> p.parent
PurePosixPath('/a/b/c')
```

アンカーの位置を超えることや空のパスになる位置には対応していません:

```
>>> p = PurePosixPath('/')
>>> p.parent
PurePosixPath('/')
>>> p = PurePosixPath('.')
>>> p.parent
PurePosixPath('.')
```

注釈: これは純粋な字句操作であるため、以下のような挙動になります:

```
>>> p = PurePosixPath('foo/..')
>>> p.parent
PurePosixPath('foo')
```

任意のファイルシステムパスを上位方向に移動したい場合、シンボリックリンクの解決や `".."` 要素の除去のため、最初に *Path.resolve()* を呼ぶことを推奨します。

PurePath.name

パス要素の末尾を表す文字列があればそれになります。ドライブやルートは含まれません:

```
>>> PurePosixPath('my/library/setup.py').name
'setup.py'
```

UNC ドライブ名は考慮されません:

```
>>> PureWindowsPath('//some/share/setup.py').name
'setup.py'
>>> PureWindowsPath('//some/share').name
''
```

PurePath.suffix

The last dot-separated portion of the final component, if any:

```
>>> PurePosixPath('my/library/setup.py').suffix
'.py'
>>> PurePosixPath('my/library.tar.gz').suffix
'.gz'
>>> PurePosixPath('my/library').suffix
''
```

This is commonly called the file extension.

バージョン 3.14 で変更: A single dot (”`.`”) is considered a valid suffix.

PurePath.**suffixes**

A list of the path's suffixes, often called file extensions:

```
>>> PurePosixPath('my/library.tar.gar').suffixes
['.tar', '.gar']
>>> PurePosixPath('my/library.tar.gz').suffixes
['.tar', '.gz']
>>> PurePosixPath('my/library').suffixes
[]
```

バージョン 3.14 で変更: A single dot (".") is considered a valid suffix.

PurePath.**stem**

パス要素の末尾から拡張子を除いたものになります:

```
>>> PurePosixPath('my/library.tar.gz').stem
'library.tar'
>>> PurePosixPath('my/library.tar').stem
'library'
>>> PurePosixPath('my/library').stem
'library'
```

PurePath.**as_posix**()

フォワードスラッシュ (/) を使用したパスを表す文字列を返します:

```
>>> p = PureWindowsPath('c:\\windows')
>>> str(p)
'c:\\windows'
>>> p.as_posix()
'c:/windows'
```

PurePath.**is_absolute**()

パスが絶対パスかどうかを返します。パスが絶対パスとみなされるのは、ルートと (フレーバーが許す場合) ドライブとの両方が含まれる場合です:

```
>>> PurePosixPath('/a/b').is_absolute()
True
>>> PurePosixPath('a/b').is_absolute()
False

>>> PureWindowsPath('c:/a/b').is_absolute()
True
>>> PureWindowsPath('/a/b').is_absolute()
False
>>> PureWindowsPath('c:').is_absolute()
False
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> PureWindowsPath('//some/share').is_absolute()
True
```

PurePath.**is_relative_to**(*other*)

このパスが *other* パスに対して相対なのかそうでないのかの結果を返します。

```
>>> p = PurePath('/etc/passwd')
>>> p.is_relative_to('/etc')
True
>>> p.is_relative_to('/usr')
False
```

This method is string-based; it neither accesses the filesystem nor treats ".." segments specially. The following code is equivalent:

```
>>> u = PurePath('/usr')
>>> u == p or u in p.parents
False
```

Added in version 3.9.

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: 追加の引数指定は非推奨となりました。指定された場合は *other* と連結されます。

PurePath.**is_reserved**()

PureWindowsPath の場合はパスが Windows 上で予約されていれば `True` を返し、そうでなければ `False` を返します。*PurePosixPath* の場合は常に `False` を返します。

バージョン 3.13 で変更: Windows path names that contain a colon, or end with a dot or a space, are considered reserved. UNC paths may be reserved.

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: This method is deprecated; use *os.path.isreserved()* to detect reserved paths on Windows.

PurePath.**joinpath**(**pathsegments*)

このメソッドの呼び出しは、与えられた *pathsegments* のパスを順番に結合することと等価です。

```
>>> PurePosixPath('/etc').joinpath('passwd')
PurePosixPath('/etc/passwd')
>>> PurePosixPath('/etc').joinpath(PurePosixPath('passwd'))
PurePosixPath('/etc/passwd')
>>> PurePosixPath('/etc').joinpath('init.d', 'apache2')
PurePosixPath('/etc/init.d/apache2')
>>> PureWindowsPath('c:').joinpath('/Program Files')
PureWindowsPath('c:/Program Files')
```

PurePath.**full_match**(*pattern*, ***, *case_sensitive=None*)

Match this path against the provided glob-style pattern. Return `True` if matching is successful, `False` otherwise. For example:

```
>>> PurePath('a/b.py').full_match('a/*.py')
True
>>> PurePath('a/b.py').full_match('*.py')
False
>>> PurePath('/a/b/c.py').full_match('/a/**')
True
>>> PurePath('/a/b/c.py').full_match('**/*.py')
True
```

参考:

Pattern language documentation.

他のメソッドと同様に、大文字小文字の区別はプラットフォームの設定に従います:

```
>>> PurePosixPath('b.py').full_match('*.PY')
False
>>> PureWindowsPath('b.py').full_match('*.PY')
True
```

Set *case_sensitive* to `True` or `False` to override this behaviour.

Added in version 3.13.

PurePath.**match**(*pattern*, ***, *case_sensitive=None*)

Match this path against the provided non-recursive glob-style pattern. Return `True` if matching is successful, `False` otherwise.

This method is similar to *full_match()*, but empty patterns aren't allowed (*ValueError* is raised), the recursive wildcard "**" isn't supported (it acts like non-recursive "*"), and if a relative pattern is provided, then matching is done from the right:

```
>>> PurePath('a/b.py').match('*.py')
True
>>> PurePath('/a/b/c.py').match('b/*.py')
True
>>> PurePath('/a/b/c.py').match('a/*.py')
False
```

バージョン 3.12 で変更: The *pattern* parameter accepts a *path-like object*.

バージョン 3.12 で変更: *case_sensitive* 引数が追加されました。

PurePath.**relative_to**(*other*, *walk_up=False*)

other で表されたパスから現在のパスへの相対パスを返します。それが不可能だった場合は *ValueError* が送出されます:

```
>>> p = PurePosixPath('/etc/passwd')
>>> p.relative_to('/')
PurePosixPath('etc/passwd')
>>> p.relative_to('/etc')
PurePosixPath('passwd')
>>> p.relative_to('/usr')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "pathlib.py", line 941, in relative_to
    raise ValueError(error_message.format(str(self), str(formatted)))
ValueError: '/etc/passwd' is not in the subpath of '/usr' OR one path is relative and the␣
↪other is absolute.
```

When *walk_up* is false (the default), the path must start with *other*. When the argument is true, `..` entries may be added to form the relative path. In all other cases, such as the paths referencing different drives, *ValueError* is raised.:

```
>>> p.relative_to('/usr', walk_up=True)
PurePosixPath('../etc/passwd')
>>> p.relative_to('foo', walk_up=True)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "pathlib.py", line 941, in relative_to
    raise ValueError(error_message.format(str(self), str(formatted)))
ValueError: '/etc/passwd' is not on the same drive as 'foo' OR one path is relative and the␣
↪other is absolute.
```

> **警告:** This function is part of *PurePath* and works with strings. It does not check or access the underlying file structure. This can impact the *walk_up* option as it assumes that no symlinks are present in the path; call *resolve()* first if necessary to resolve symlinks.

バージョン 3.12 で変更: *walk_up* 引数が追加されました（`walk_up=False` を指定すると以前の動作と同じになります）。

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: 追加の位置引数の指定は非推奨となりました。指定された場合は *other* と連結されます。

PurePath.**with_name**(*name*)

現在のパスの *name* 部分を変更したパスを返します。オリジナルパスに *name* 部分がない場合は ValueError が送出されます:

```
>>> p = PureWindowsPath('c:/Downloads/pathlib.tar.gz')
>>> p.with_name('setup.py')
PureWindowsPath('c:/Downloads/setup.py')
>>> p = PureWindowsPath('c:/')
>>> p.with_name('setup.py')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "/home/antoine/cpython/default/Lib/pathlib.py", line 751, in with_name
    raise ValueError("%r has an empty name" % (self,))
ValueError: PureWindowsPath('c:/') has an empty name
```

PurePath.**with_stem**(*stem*)

現在のパスの *stem* 部分を変更したパスを返します。オリジナルパスに *stem* 部分がない場合は ValueError が送出されます:

```
>>> p = PureWindowsPath('c:/Downloads/draft.txt')
>>> p.with_stem('final')
PureWindowsPath('c:/Downloads/final.txt')
>>> p = PureWindowsPath('c:/Downloads/pathlib.tar.gz')
>>> p.with_stem('lib')
PureWindowsPath('c:/Downloads/lib.gz')
>>> p = PureWindowsPath('c:/')
>>> p.with_stem('')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "/home/antoine/cpython/default/Lib/pathlib.py", line 861, in with_stem
    return self.with_name(stem + self.suffix)
  File "/home/antoine/cpython/default/Lib/pathlib.py", line 851, in with_name
    raise ValueError("%r has an empty name" % (self,))
ValueError: PureWindowsPath('c:/') has an empty name
```

Added in version 3.9.

PurePath.**with_suffix**(*suffix*)

suffix を変更した新しいパスを返します。元のパスに suffix が無かった場合、代わりに新しい *suffix* が追加されます。*suffix* が空文字列だった場合、元の suffix は除去されます:

```
>>> p = PureWindowsPath('c:/Downloads/pathlib.tar.gz')
>>> p.with_suffix('.bz2')
PureWindowsPath('c:/Downloads/pathlib.tar.bz2')
>>> p = PureWindowsPath('README')
>>> p.with_suffix('.txt')
PureWindowsPath('README.txt')
>>> p = PureWindowsPath('README.txt')
>>> p.with_suffix('')
PureWindowsPath('README')
```

バージョン 3.14 で変更: A single dot (”.”) is considered a valid suffix. In previous versions, *ValueError* is raised if a single dot is supplied.

PurePath.**with_segments**(**pathsegments*)

Create a new path object of the same type by combining the given *pathsegments*. This method is called whenever a derivative path is created, such as from *parent* and *relative_to()*. Subclasses may override this method to pass information to derivative paths, for example:

```
from pathlib import PurePosixPath

class MyPath(PurePosixPath):
    def __init__(self, *pathsegments, session_id):
        super().__init__(*pathsegments)
        self.session_id = session_id

    def with_segments(self, *pathsegments):
        return type(self)(*pathsegments, session_id=self.session_id)

etc = MyPath('/etc', session_id=42)
hosts = etc / 'hosts'
print(hosts.session_id)  # 42
```

Added in version 3.12.

11.1.4 具象パス

具象パスは純粋パスクラスのサブクラスです。純粋パスが提供する操作に加え、パスオブジェクト上でシステムコールを呼ぶメソッドも提供しています。具象パスのインスタンスを作成するには 3 つの方法があります:

class pathlib.**Path**(**pathsegments*)

PurePath のサブクラスであり、システムのパスフレーバーの具象パスを表します (このインスタンスの作成で *PosixPath* か *WindowsPath* のどちらかが作成されます):

```
>>> Path('setup.py')
PosixPath('setup.py')
```

pathsegments の指定は *PurePath* と同じです。

class pathlib.**PosixPath**(**pathsegments*)

Path および *PurePosixPath* のサブクラスで、非 Windows ファイルシステムの具象パスを表します:

```
>>> PosixPath('/etc')
PosixPath('/etc')
```

pathsegments の指定は *PurePath* と同じです。

バージョン 3.13 で変更: Raises *UnsupportedOperation* on Windows. In previous versions, *NotImplementedError* was raised instead.

class pathlib.**WindowsPath**(**pathsegments*)

Path および *PureWindowsPath* のサブクラスで、Windows ファイルシステムの具象パスを表します:

```
>>> WindowsPath('c:/Program Files/')
WindowsPath('c:/Program Files')
```

pathsegments の指定は *PurePath* と同じです。

バージョン 3.13 で変更: Raises *UnsupportedOperation* on non-Windows platforms. In previous versions, *NotImplementedError* was raised instead.

インスタンスを作成できるのはシステムと一致するフレーバーのみです (互換性のないパスフレーバーでのシステムコールの許可はバグやアプリケーションの異常終了の原因になります):

```
>>> import os
>>> os.name
'posix'
>>> Path('setup.py')
PosixPath('setup.py')
>>> PosixPath('setup.py')
PosixPath('setup.py')
>>> WindowsPath('setup.py')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "pathlib.py", line 798, in __new__
    % (cls.__name__,))
UnsupportedOperation: cannot instantiate 'WindowsPath' on your system
```

Some concrete path methods can raise an *OSError* if a system call fails (for example because the path doesn't exist).

Parsing and generating URIs

Concrete path objects can be created from, and represented as, 'file' URIs conforming to **RFC 8089**.

注釈: File URIs are not portable across machines with different *filesystem encodings*.

---

classmethod Path.**from_uri**(*uri*)

Return a new path object from parsing a 'file' URI. For example:

```
>>> p = Path.from_uri('file:///etc/hosts')
PosixPath('/etc/hosts')
```

On Windows, DOS device and UNC paths may be parsed from URIs:

```
>>> p = Path.from_uri('file:///c:/windows')
WindowsPath('c:/windows')
>>> p = Path.from_uri('file://server/share')
WindowsPath('//server/share')
```

Several variant forms are supported:

```
>>> p = Path.from_uri('file:////server/share')
WindowsPath('//server/share')
>>> p = Path.from_uri('file://///server/share')
WindowsPath('//server/share')
>>> p = Path.from_uri('file:c:/windows')
WindowsPath('c:/windows')
>>> p = Path.from_uri('file:/c|/windows')
WindowsPath('c:/windows')
```

ValueError is raised if the URI does not start with `file:`, or the parsed path isn't absolute.

Added in version 3.13.

`Path.as_uri()`

Represent the path as a 'file' URI. *ValueError* is raised if the path isn't absolute.

```
>>> p = PosixPath('/etc/passwd')
>>> p.as_uri()
'file:///etc/passwd'
>>> p = WindowsPath('c:/Windows')
>>> p.as_uri()
'file:///c:/Windows'
```

For historical reasons, this method is also available from *PurePath* objects. However, its use of *os.fsencode()* makes it strictly impure.

Querying file type and status

バージョン 3.8 で変更: *exists()*, *is_dir()*, *is_file()*, *is_mount()*, *is_symlink()*, *is_block_device()*, *is_char_device()*, *is_fifo()*, *is_socket()* は、OS レベルで表現不能な文字を含むパスに対して、例外を送出する代わりに `False` を返すようになりました。

バージョン 3.14 で変更: The methods given above now return `False` instead of raising any *OSError* exception from the operating system. In previous versions, some kinds of *OSError* exception are raised, and others suppressed. The new behaviour is consistent with *os.path.exists()*, *os.path.isdir()*, etc. Use *stat()* to retrieve the file status without suppressing exceptions.

`Path.stat`(*, *follow_symlinks=True*)

(*os.stat()* と同様の) 現在のパスについて *os.stat_result* オブジェクトが含む情報を返します。値はそれぞれのメソッドを呼び出した時点のものになります。

このメソッドは通常はシンボリックリンクをたどります。シンボリックリンクに対して stat したい場合は `follow_symlinks=False` とするか、*lstat()* を利用してください。

```
>>> p = Path('setup.py')
>>> p.stat().st_size
956
>>> p.stat().st_mtime
1327883547.852554
```

バージョン 3.10 で変更: *follow_symlinks* パラメータが追加されました。

`Path.lstat`()

Path.stat() のように振る舞いますが、パスがシンボリックリンクを指していた場合、リンク先ではなくシンボリックリンク自身の情報を返します。

`Path.exists`(*, *follow_symlinks=True*)

Return `True` if the path points to an existing file or directory. `False` will be returned if the path is invalid, inaccessible or missing. Use *Path.stat()* to distinguish between these cases.

このメソッドは通常はシンボリックリンクをたどります。シンボリックリンクが存在するかを確認したい場合は `follow_symlinks=False` 引数を追加してください。

```
>>> Path('.').exists()
True
>>> Path('setup.py').exists()
True
>>> Path('/etc').exists()
True
>>> Path('nonexistentfile').exists()
False
```

バージョン 3.12 で変更: *follow_symlinks* パラメータが追加されました。

Path.**is_file**(*, *follow_symlinks=True*)

Return `True` if the path points to a regular file. `False` will be returned if the path is invalid, inaccessible or missing, or if it points to something other than a regular file. Use *Path.stat()* to distinguish between these cases.

This method normally follows symlinks; to exclude symlinks, add the argument `follow_symlinks=False`.

バージョン 3.13 で変更: *follow_symlinks* パラメータが追加されました。

Path.**is_dir**(*, *follow_symlinks=True*)

Return `True` if the path points to a directory. `False` will be returned if the path is invalid, inaccessible or missing, or if it points to something other than a directory. Use *Path.stat()* to distinguish between these cases.

This method normally follows symlinks; to exclude symlinks to directories, add the argument `follow_symlinks=False`.

バージョン 3.13 で変更: *follow_symlinks* パラメータが追加されました。

Path.**is_symlink**()

Return `True` if the path points to a symbolic link, even if that symlink is broken. `False` will be returned if the path is invalid, inaccessible or missing, or if it points to something other than a symbolic link. Use *Path.stat()* to distinguish between these cases.

Path.**is_junction**()

パスがジャンクションを指している場合は `True` を返し、それ以外の場合は `False` を返します。現在は Windows のみジャンクションをサポートしています。

Added in version 3.12.

Path.**is_mount**()

パスがマウントポイント *mount point* (ファイルシステムの中で異なるファイルシステムがマウントされているところ) なら、`True` を返します。POSIX では、この関数は *path* の親ディレクトリである `path/..` が *path* と異なるデバイス上にあるか、あるいは `path/..` と *path* が同じデバイス上の同じ i-node を指しているかをチェックします --- これによって全ての Unix 系システムと POSIX 標準でマウントポイントが検出できます。Windows では、マウントポイントはドライブレターを持つルート (e.g. `c:\`)、共有 UNC(e.g. `\\server\share`) またはマウントされたファイルシステムのディレクトリです。

Added in version 3.7.

バージョン 3.12 で変更: Windows のサポートが追加されました。

Path.**is_socket**()

Return `True` if the path points to a Unix socket. `False` will be returned if the path is invalid, inaccessible or missing, or if it points to something other than a Unix socket. Use *Path.stat()* to distinguish between these cases.

Path.**is_fifo**()

Return `True` if the path points to a FIFO. `False` will be returned if the path is invalid, inaccessible or missing, or if it points to something other than a FIFO. Use *Path.stat()* to distinguish between these cases.

Path.**is_block_device**()

Return `True` if the path points to a block device. `False` will be returned if the path is invalid, inaccessible or missing, or if it points to something other than a block device. Use *Path.stat()* to distinguish between these cases.

Path.**is_char_device**()

Return `True` if the path points to a character device. `False` will be returned if the path is invalid, inaccessible or missing, or if it points to something other than a character device. Use *Path.stat()* to distinguish between these cases.

Path.**samefile**(*other_path*)

このパスが参照するファイルが *other_path* (Path オブジェクトか文字列) と同じであれば `True` を、異なるファイルであれば `False` を返します。意味的には *os.path.samefile()* および *os.path.samestat()* と同じです。

なんらかの理由でどちらかのファイルにアクセスできない場合は *OSError* が送出されます。

```
>>> p = Path('spam')
>>> q = Path('eggs')
>>> p.samefile(q)
False
>>> p.samefile('spam')
True
```

Added in version 3.5.

Reading and writing files

Path.**open**(*mode='r'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

組み込み関数 *open()* のようにパスが指しているファイルを開きます:

```
>>> p = Path('setup.py')
>>> with p.open() as f:
...     f.readline()
...
'#!/usr/bin/env python3\n'
```

Path.**read_text**(*encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

指定されたファイルの内容を文字列としてデコードして返します:

```
>>> p = Path('my_text_file')
>>> p.write_text('Text file contents')
18
>>> p.read_text()
'Text file contents'
```

ファイルを開いた後に閉じます。オプションのパラメーターの意味は *open()* と同じです。

Added in version 3.5.

バージョン 3.13 で変更: *newline* パラメータが追加されました。

Path.**read_bytes**()

指定されたファイルの内容をバイナリオブジェクトで返します:

```
>>> p = Path('my_binary_file')
>>> p.write_bytes(b'Binary file contents')
20
>>> p.read_bytes()
b'Binary file contents'
```

Added in version 3.5.

Path.**write_text**(*data*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

指定されたファイルをテキストモードで開き、*data* を書き込み、ファイルを閉じます:

```
>>> p = Path('my_text_file')
>>> p.write_text('Text file contents')
18
>>> p.read_text()
'Text file contents'
```

同じ名前のファイルが存在する場合は上書きされます。オプションのパラメーターの意味は *open()* と同じです。

Added in version 3.5.

バージョン 3.10 で変更: *newline* パラメータが追加されました。

Path.**write_bytes**(*data*)

指定されたファイルをバイトモードで開き、*data* を書き込み、ファイルを閉じます:

```
>>> p = Path('my_binary_file')
>>> p.write_bytes(b'Binary file contents')
20
>>> p.read_bytes()
b'Binary file contents'
```

同じ名前のファイルがすでにあれば上書きされます。

Added in version 3.5.

Reading directories

Path.**iterdir**()

パスがディレクトリを指していた場合、ディレクトリの内容のパスオブジェクトを yield します:

```
>>> p = Path('docs')
>>> for child in p.iterdir(): child
...
PosixPath('docs/conf.py')
PosixPath('docs/_templates')
PosixPath('docs/make.bat')
PosixPath('docs/index.rst')
PosixPath('docs/_build')
PosixPath('docs/_static')
PosixPath('docs/Makefile')
```

The children are yielded in arbitrary order, and the special entries `'.'` and `'..'` are not included. If a file is removed from or added to the directory after creating the iterator, it is unspecified whether a path object for that file is included.

If the path is not a directory or otherwise inaccessible, *OSError* is raised.

Path.**glob**(*pattern*, ***, *case_sensitive=None*, *recurse_symlinks=False*)

現在のパスが表すディレクトリ内で相対 *pattern* に一致する (あらゆる種類の) すべてのファイルを yield します:

```
>>> sorted(Path('.').glob('*.py'))
[PosixPath('pathlib.py'), PosixPath('setup.py'), PosixPath('test_pathlib.py')]
>>> sorted(Path('.').glob('*/*.py'))
[PosixPath('docs/conf.py')]
>>> sorted(Path('.').glob('**/*.py'))
[PosixPath('build/lib/pathlib.py'),
 PosixPath('docs/conf.py'),
 PosixPath('pathlib.py'),
 PosixPath('setup.py'),
 PosixPath('test_pathlib.py')]
```

参考:

Pattern language documentation.

デフォルトまたは *case_sensitive* キーワード専用引数に `None` を指定した場合、このメソッドはパスの一致判定にプラットフォームに依存した大文字小文字のルールを使用します。一般的に POSIX は大文字と小文字を区別し、Windows は区別しません。*case_sensitive* を `True` または `False` に設定するとこの動作を上書きします。

By default, or when the *recurse_symlinks* keyword-only argument is set to `False`, this method follows symlinks except when expanding "`**`" wildcards. Set *recurse_symlinks* to `True` to always follow symlinks.

引数 `self`, `pattern` を指定して **監査イベント** `pathlib.Path.glob` を送出します。

バージョン 3.12 で変更: *case_sensitive* 引数が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: The *recurse_symlinks* parameter was added.

バージョン 3.13 で変更: The *pattern* parameter accepts a *path-like object*.

バージョン 3.13 で変更: Any *OSError* exceptions raised from scanning the filesystem are suppressed. In previous versions, such exceptions are suppressed in many cases, but not all.

`Path.rglob`(*pattern*, *, *case_sensitive=None*, *recurse_symlinks=False*)

Glob the given relative *pattern* recursively. This is like calling *Path.glob()* with "`**/`" added in front of the *pattern*.

参考:

Pattern language and *Path.glob()* documentation.

引数 `self`, `pattern` を指定して **監査イベント** `pathlib.Path.rglob` を送出します。

バージョン 3.12 で変更: *case_sensitive* 引数が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: The *recurse_symlinks* parameter was added.

バージョン 3.13 で変更: The *pattern* parameter accepts a *path-like object*.

`Path.walk`(*top_down=True*, *on_error=None*, *follow_symlinks=False*)

Generate the file names in a directory tree by walking the tree either top-down or bottom-up.

For each directory in the directory tree rooted at *self* (including *self* but excluding '.' and '..'), the method yields a 3-tuple of `(dirpath, dirnames, filenames)`.

dirpath is a *Path* to the directory currently being walked, *dirnames* is a list of strings for the names of subdirectories in *dirpath* (excluding `'.'` and `'..'`), and *filenames* is a list of strings for the names of the non-directory files in *dirpath*. To get a full path (which begins with *self*) to a file or directory in *dirpath*, do `dirpath / name`. Whether or not the lists are sorted is file system-dependent.

If the optional argument *top_down* is true (which is the default), the triple for a directory is generated before the triples for any of its subdirectories (directories are walked top-down). If *top_down* is false, the triple for a directory is generated after the triples for all of its subdirectories (directories are walked bottom-up). No matter the value of *top_down*, the list of subdirectories is retrieved before the triples for the directory and its subdirectories are walked.

When *top_down* is true, the caller can modify the *dirnames* list in-place (for example, using `del` or slice assignment), and *Path.walk()* will only recurse into the subdirectories whose names remain in *dirnames*. This can be used to prune the search, or to impose a specific order of visiting, or even to inform *Path.walk()* about directories the caller creates or renames before it resumes *Path.walk()* again. Modifying *dirnames* when *top_down* is false has no effect on the behavior of *Path.walk()* since the directories in *dirnames* have already been generated by the time *dirnames* is yielded to the caller.

By default, errors from *os.scandir()* are ignored. If the optional argument *on_error* is specified, it should be a callable; it will be called with one argument, an *OSError* instance. The callable can handle the error to continue the walk or re-raise it to stop the walk. Note that the filename is available as the `filename` attribute of the exception object.

By default, *Path.walk()* does not follow symbolic links, and instead adds them to the *filenames* list. Set *follow_symlinks* to true to resolve symlinks and place them in *dirnames* and *filenames* as appropriate for their targets, and consequently visit directories pointed to by symlinks (where supported).

注釈: *follow_symlinks* に True を指定すると、シンボリックリンクが親ディレクトリを指していた場合に、無限ループになることに注意してください。*Path.walk()* はすでにたどったディレクトリを管理したりはしません。

注釈: *Path.walk()* assumes the directories it walks are not modified during execution. For example,

if a directory from *dirnames* has been replaced with a symlink and *follow_symlinks* is false, *Path.walk()* will still try to descend into it. To prevent such behavior, remove directories from *dirnames* as appropriate.

注釈: Unlike *os.walk()*, *Path.walk()* lists symlinks to directories in *filenames* if *follow_symlinks* is false.

This example displays the number of bytes used by all files in each directory, while ignoring `__pycache__` directories:

```
from pathlib import Path
for root, dirs, files in Path("cpython/Lib/concurrent").walk(on_error=print):
  print(
      root,
      "consumes",
      sum((root / file).stat().st_size for file in files),
      "bytes in",
      len(files),
      "non-directory files"
  )
  if '__pycache__' in dirs:
        dirs.remove('__pycache__')
```

This next example is a simple implementation of *shutil.rmtree()*. Walking the tree bottom-up is essential as *rmdir()* doesn't allow deleting a directory before it is empty:

```
# Delete everything reachable from the directory "top".
# CAUTION:  This is dangerous! For example, if top == Path('/'),
# it could delete all of your files.
for root, dirs, files in top.walk(top_down=False):
    for name in files:
        (root / name).unlink()
    for name in dirs:
        (root / name).rmdir()
```

Added in version 3.12.

Creating files and directories

`Path.touch`(*mode=0o666*, *exist_ok=True*)

Create a file at this given path. If *mode* is given, it is combined with the process's `umask` value to determine the file mode and access flags. If the file already exists, the function succeeds when *exist_ok* is true (and its modification time is updated to the current time), otherwise *FileExistsError* is raised.

参考:

The *open()*, *write_text()* and *write_bytes()* methods are often used to create files.

`Path.mkdir`(*mode=0o777*, *parents=False*, *exist_ok=False*)

Create a new directory at this given path. If *mode* is given, it is combined with the process's `umask` value to determine the file mode and access flags. If the path already exists, *FileExistsError* is raised.

parents の値が真の場合、このパスの親ディレクトリを必要に応じて作成します; それらのアクセス制限はデフォルト値が取られ、*mode* は使用されません (POSIX の `mkdir -p` コマンドを真似ています)。

parents の値が偽の場合 (デフォルト)、親ディレクトリがないと *FileNotFoundError* を送出します。

exist_ok の値が (デフォルトの) 偽の場合、対象のディレクトリがすでに存在すると *FileExistsError* を送出します。

If *exist_ok* is true, *FileExistsError* will not be raised unless the given path already exists in the file system and is not a directory (same behavior as the POSIX `mkdir -p` command).

バージョン 3.5 で変更: *exist_ok* 引数が追加されました。

`Path.symlink_to`(*target*, *target_is_directory=False*)

Make this path a symbolic link pointing to *target*.

On Windows, a symlink represents either a file or a directory, and does not morph to the target dynamically. If the target is present, the type of the symlink will be created to match. Otherwise, the symlink will be created as a directory if *target_is_directory* is true or a file symlink (the default) otherwise. On non-Windows platforms, *target_is_directory* is ignored.

```
>>> p = Path('mylink')
>>> p.symlink_to('setup.py')
>>> p.resolve()
PosixPath('/home/antoine/pathlib/setup.py')
>>> p.stat().st_size
956
>>> p.lstat().st_size
8
```

注釈: 引数の並び (link, target) は *os.symlink()* とは逆です。

バージョン 3.13 で変更: Raises *UnsupportedOperation* if *os.symlink()* is not available. In previous versions, *NotImplementedError* was raised.

Path.**hardlink_to**(*target*)

このパスを *target* と同じファイルへのハードリンクにします。

注釈: 引数の並び (link, target) は *os.link()* とは逆です。

Added in version 3.10.

バージョン 3.13 で変更: Raises *UnsupportedOperation* if *os.link()* is not available. In previous versions, *NotImplementedError* was raised.

Copying, renaming and deleting

Path.**copy**(*target*, ***, *follow_symlinks=True*)

Copy the contents of this file to the *target* file. If *target* specifies a file that already exists, it will be replaced.

If *follow_symlinks* is false, and this file is a symbolic link, *target* will be created as a symbolic link. If *follow_symlinks* is true and this file is a symbolic link, *target* will be a copy of the symlink target.

注釈: This method uses operating system functionality to copy file content efficiently. The OS might also copy some metadata, such as file permissions. After the copy is complete, users may wish to call *Path.chmod()* to set the permissions of the target file.

警告: On old builds of Windows (before Windows 10 build 19041), this method raises *OSError* when a symlink to a directory is encountered and *follow_symlinks* is false.

Added in version 3.14.

Path.**copytree**(*target*, ***, *follow_symlinks=True*, *dirs_exist_ok=False*, *ignore=None*, *on_error=None*)

Recursively copy this directory tree to the given destination.

If a symlink is encountered in the source tree, and *follow_symlinks* is true (the default), the symlink's target is copied. Otherwise, the symlink is recreated in the destination tree.

If the destination is an existing directory and *dirs_exist_ok* is false (the default), a *FileExistsError* is raised. Otherwise, the copying operation will continue if it encounters existing directories, and files within the destination tree will be overwritten by corresponding files from the source tree.

If *ignore* is given, it should be a callable accepting one argument: a file or directory path within the source tree. The callable may return true to suppress copying of the path.

If *on_error* is given, it should be a callable accepting one argument: an instance of *OSError*. The callable may re-raise the exception or do nothing, in which case the copying operation continues. If *on_error* isn't given, exceptions are propagated to the caller.

Added in version 3.14.

`Path.rename`(*target*)

Rename this file or directory to the given *target*, and return a new `Path` instance pointing to *target*. On Unix, if *target* exists and is a file, it will be replaced silently if the user has permission. On Windows, if *target* exists, *FileExistsError* will be raised. *target* can be either a string or another path object:

```
>>> p = Path('foo')
>>> p.open('w').write('some text')
9
>>> target = Path('bar')
>>> p.rename(target)
PosixPath('bar')
>>> target.open().read()
'some text'
```

The target path may be absolute or relative. Relative paths are interpreted relative to the current working directory, *not* the directory of the `Path` object.

It is implemented in terms of *os.rename()* and gives the same guarantees.

バージョン 3.8 で変更: Added return value, return the new `Path` instance.

`Path.replace`(*target*)

Rename this file or directory to the given *target*, and return a new `Path` instance pointing to *target*. If *target* points to an existing file or empty directory, it will be unconditionally replaced.

The target path may be absolute or relative. Relative paths are interpreted relative to the current working directory, *not* the directory of the `Path` object.

バージョン 3.8 で変更: Added return value, return the new `Path` instance.

Path.**unlink**(*missing_ok=False*)

このファイルまたはシンボリックリンクを削除します。パスがディレクトリを指している場合は *Path.rmdir()* を使用してください。

missing_ok の値が (デフォルトの) 偽の場合、対象のファイルが存在しないと *FileNotFoundError* を送出します。

missing_ok の値が真の場合、*FileExistsError* 例外を送出しません (POSIX の `rm -f` コマンドの挙動と同じ)。

バージョン 3.8 で変更: *missing_ok* 引数が追加されました。

Path.**rmdir**()

現在のディレクトリを削除します。ディレクトリは空でなければなりません。

Permissions and ownership

Path.**owner**(***, *follow_symlinks=True*)

Return the name of the user owning the file. *KeyError* is raised if the file's user identifier (UID) isn't found in the system database.

This method normally follows symlinks; to get the owner of the symlink, add the argument `follow_symlinks=False`.

バージョン 3.13 で変更: Raises *UnsupportedOperation* if the *pwd* module is not available. In earlier versions, *NotImplementedError* was raised.

バージョン 3.13 で変更: *follow_symlinks* パラメータが追加されました。

Path.**group**(***, *follow_symlinks=True*)

Return the name of the group owning the file. *KeyError* is raised if the file's group identifier (GID) isn't found in the system database.

This method normally follows symlinks; to get the group of the symlink, add the argument `follow_symlinks=False`.

バージョン 3.13 で変更: Raises *UnsupportedOperation* if the *grp* module is not available. In earlier versions, *NotImplementedError* was raised.

バージョン 3.13 で変更: *follow_symlinks* パラメータが追加されました。

Path.**chmod**(*mode*, ***, *follow_symlinks=True*)

os.chmod() のようにファイルのモードとアクセス権限を変更します。

このメソッドは通常シンボリックリンクをたどります。一部の Unix ではシンボリックリンク自体のパーミッション変更をサポートしています。そのようなプラットフォームでは引数に “follow_symlinks=False“

を追加するか、*lchmod()* を使用してください。

```
>>> p = Path('setup.py')
>>> p.stat().st_mode
33277
>>> p.chmod(0o444)
>>> p.stat().st_mode
33060
```

バージョン 3.10 で変更: *follow_symlinks* パラメータが追加されました。

Path.lchmod(*mode*)

Path.chmod() のように振る舞いますが、パスがシンボリックリンクを指していた場合、リンク先ではなくシンボリックリンク自身のモードが変更されます。

その他のメソッド

classmethod Path.cwd()

(*os.getcwd()* が返す) 現在のディレクトリを表す新しいパスオブジェクトを返します:

```
>>> Path.cwd()
PosixPath('/home/antoine/pathlib')
```

classmethod Path.home()

ユーザーのホームディレクトリ (*os.path.expanduser()* での ~ の返り値) を表す新しいパスオブジェクトを返します。ホームディレクトリが解決できない場合は、*RuntimeError* を送出します。

```
>>> Path.home()
PosixPath('/home/antoine')
```

Added in version 3.5.

Path.expanduser()

パス要素 ~ および ~user を *os.path.expanduser()* が返すように展開した新しいパスオブジェクトを返します。ホームディレクトリが解決できない場合は、*RuntimeError* を送出します。

```
>>> p = PosixPath('~/films/Monty Python')
>>> p.expanduser()
PosixPath('/home/eric/films/Monty Python')
```

Added in version 3.5.

Path.readlink()

(*os.readlink()* が返す) シンボリックリンクが指すパスを返します:

```
>>> p = Path('mylink')
>>> p.symlink_to('setup.py')
>>> p.readlink()
PosixPath('setup.py')
```

Added in version 3.9.

バージョン 3.13 で変更: Raises *UnsupportedOperation* if *os.readlink()* is not available. In previous versions, *NotImplementedError* was raised.

Path.absolute()

正規化やシンボリックリンクの解決をせずに、パスを絶対パスにします。新しいパスオブジェクトを返します:

```
>>> p = Path('tests')
>>> p
PosixPath('tests')
>>> p.absolute()
PosixPath('/home/antoine/pathlib/tests')
```

Path.resolve(*strict=False*)

パスを絶対パスにし、あらゆるシンボリックリンクを解決します。新しいパスオブジェクトが返されます:

```
>>> p = Path()
>>> p
PosixPath('.')
>>> p.resolve()
PosixPath('/home/antoine/pathlib')
```

"`..`" 要素は除去されます (このような挙動を示すのはこのメソッドだけです):

```
>>> p = Path('docs/../setup.py')
>>> p.resolve()
PosixPath('/home/antoine/pathlib/setup.py')
```

If a path doesn't exist or a symlink loop is encountered, and *strict* is `True`, *OSError* is raised. If *strict* is `False`, the path is resolved as far as possible and any remainder is appended without checking whether it exists.

バージョン 3.6 で変更: *strict* 引数を追加しました (3.6 以前の挙動は strict です)。

バージョン 3.13 で変更: Symlink loops are treated like other errors: *OSError* is raised in strict mode, and no exception is raised in non-strict mode. In previous versions, *RuntimeError* is raised no matter the value of *strict*.

11.1.5 Pattern language

The following wildcards are supported in patterns for *full_match()*, *glob()* and *rglob()*:

** (entire segment)
: Matches any number of file or directory segments, including zero.

* (entire segment)
: Matches one file or directory segment.

* (part of a segment)
: Matches any number of non-separator characters, including zero.

?
: Matches one non-separator character.

[seq]
: Matches one character in *seq*.

[!seq]
: Matches one character not in *seq*.

For a literal match, wrap the meta-characters in brackets. For example, `"[?]"` matches the character `"?"`.

The "**" wildcard enables recursive globbing. A few examples:

Pattern	意味
"**/*"	Any path with at least one segment.
"**/*.py"	Any path with a final segment ending ".py".
"assets/**"	Any path starting with "assets/".
"assets/**/*"	Any path starting with "assets/", excluding "assets/" itself.

注釈: Globbing with the "**" wildcard visits every directory in the tree. Large directory trees may take a long time to search.

バージョン 3.13 で変更: Globbing with a pattern that ends with "**" returns both files and directories. In previous versions, only directories were returned.

In *Path.glob()* and *rglob()*, a trailing slash may be added to the pattern to match only directories.

バージョン 3.11 で変更: Globbing with a pattern that ends with a pathname components separator (*sep* or *altsep*) returns only directories.

11.1.6 Comparison to the glob module

The patterns accepted and results generated by *Path.glob()* and *Path.rglob()* differ slightly from those by the *glob* module:

1. Files beginning with a dot are not special in pathlib. This is like passing `include_hidden=True` to *glob.glob()*.
2. "`**`" pattern components are always recursive in pathlib. This is like passing `recursive=True` to *glob.glob()*.
3. "`**`" pattern components do not follow symlinks by default in pathlib. This behaviour has no equivalent in *glob.glob()*, but you can pass `recurse_symlinks=True` to *Path.glob()* for compatible behaviour.
4. Like all *PurePath* and *Path* objects, the values returned from *Path.glob()* and *Path.rglob()* don't include trailing slashes.
5. The values returned from pathlib's `path.glob()` and `path.rglob()` include the *path* as a prefix, unlike the results of `glob.glob(root_dir=path)`.
6. The values returned from pathlib's `path.glob()` and `path.rglob()` may include *path* itself, for example when globbing "`**`", whereas the results of `glob.glob(root_dir=path)` never include an empty string that would correspond to *path*.

11.1.7 Comparison to the os and os.path modules

pathlib implements path operations using *PurePath* and *Path* objects, and so it's said to be *object-oriented*. On the other hand, the *os* and *os.path* modules supply functions that work with low-level `str` and `bytes` objects, which is a more *procedural* approach. Some users consider the object-oriented style to be more readable.

Many functions in *os* and *os.path* support `bytes` paths and *paths relative to directory descriptors*. These features aren't available in pathlib.

Python's `str` and `bytes` types, and portions of the *os* and *os.path* modules, are written in C and are very speedy. pathlib is written in pure Python and is often slower, but rarely slow enough to matter.

pathlib's path normalization is slightly more opinionated and consistent than *os.path*. For example, whereas *os.path.abspath()* eliminates "`..`" segments from a path, which may change its meaning if symlinks are involved, *Path.absolute()* preserves these segments for greater safety.

pathlib's path normalization may render it unsuitable for some applications:

1. pathlib normalizes `Path("my_folder/")` to `Path("my_folder")`, which changes a path's meaning

when supplied to various operating system APIs and command-line utilities. Specifically, the absence of a trailing separator may allow the path to be resolved as either a file or directory, rather than a directory only.

2. pathlib normalizes `Path("./my_program")` to `Path("my_program")`, which changes a path's meaning when used as an executable search path, such as in a shell or when spawning a child process. Specifically, the absence of a separator in the path may force it to be looked up in `PATH` rather than the current directory.

As a consequence of these differences, pathlib is not a drop-in replacement for *os.path*.

Corresponding tools

下にあるのは、様々な *os* 関数とそれに相当する *PurePath* あるいは *Path* の同等のものとの対応表です。

os と *os.path*	*pathlib*
os.path.abspath()	*Path.absolute()*
os.path.realpath()	*Path.resolve()*
os.chmod()	*Path.chmod()*
os.mkdir()	*Path.mkdir()*
os.makedirs()	*Path.mkdir()*
os.rename()	*Path.rename()*
os.replace()	*Path.replace()*
os.rmdir()	*Path.rmdir()*
os.remove(), *os.unlink()*	*Path.unlink()*
os.getcwd()	*Path.cwd()*
os.path.exists()	*Path.exists()*
os.path.expanduser()	*Path.expanduser()* および *Path.home()*
os.listdir()	*Path.iterdir()*
os.walk()	*Path.walk()*
os.path.isdir()	*Path.is_dir()*
os.path.isfile()	*Path.is_file()*
os.path.islink()	*Path.is_symlink()*
os.link()	*Path.hardlink_to()*
os.symlink()	*Path.symlink_to()*
os.readlink()	*Path.readlink()*
os.path.relpath()	*PurePath.relative_to()*
os.stat()	*Path.stat()*, *Path.owner()*, *Path.group()*
os.path.isabs()	*PurePath.is_absolute()*
os.path.join()	*PurePath.joinpath()*
os.path.basename()	*PurePath.name*
os.path.dirname()	*PurePath.parent*
os.path.samefile()	*Path.samefile()*
os.path.splitext()	*PurePath.stem* および *PurePath.suffix*

11.2 os.path --- 一般的なパス名操作

ソースコード: Lib/genericpath.py, Lib/posixpath.py (POSIX) 、Lib/ntpath.py (Windows) 。

This module implements some useful functions on pathnames. To read or write files see *open()*, and for accessing the filesystem see the *os* module. The path parameters can be passed as strings, or bytes, or any object implementing the *os.PathLike* protocol.

Unix シェルとは異なり、Python はあらゆるパス展開を **自動的には** 行いません。アプリケーションがシェルのようなパス展開を必要とした場合は、*expanduser()* や *expandvars()* といった関数を明示的に呼び出すことで行えます。(*glob* モジュールも参照してください)

参考:

pathlib モジュールは高水準のパスオブジェクトを提供します。

注釈: 以下のすべての関数は、そのパラメータにバイト列のみ、あるいは文字列のみ受け付けます。パスまたはファイル名を返す場合、返り値は同じ型のオブジェクトになります。

注釈: OS によって異なるパス名の決まりがあるため、標準ライブラリにはこのモジュールのいくつかのバージョンが含まれています。*os.path* モジュールは常に現在 Python が動作している OS に適したパスモジュールであるため、ローカルのパスを扱うのに適しています。各々のモジュールをインポートして **常に** 一つのフォーマットを利用することも可能です。これらはすべて同じインターフェースを持っています:

- `posixpath` UNIX スタイルのパス用
- `ntpath` Windows パス用

バージョン 3.8 で変更: *exists()*、*lexists()*、*isdir()*、*isfile()*、*islink()*、および *ismount()* は、OS レベルで表現できない文字列を含む可能性がある例外を送出する代わりに `False` を返すようになりました。

`os.path.abspath`(*path*)

パス名 *path* の正規化された絶対パスを返します。ほとんどのプラットフォームでは、これは関数 *normpath()* を次のように呼び出した時と等価です: `normpath(join(os.getcwd(), path))`。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

`os.path.basename`(*path*)

パス名 *path* の末尾のファイル名部分を返します。これは関数 *split()* に *path* を渡した時に返されるペアの 2 番めの要素です。この関数が返すのは Unix の **basename** とは異なります; Unix の **basename** は `'/foo/bar/'` に対して `'bar'` を返しますが、関数 *basename()* は空文字列 (`''`) を返します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

`os.path.commonpath`(*paths*)

Return the longest common sub-path of each pathname in the iterable *paths*. Raise *ValueError* if *paths* contain both absolute and relative pathnames, the *paths* are on the different drives or if *paths* is empty. Unlike *commonprefix()*, this returns a valid path.

Added in version 3.5.

バージョン 3.6 で変更: *path-like objects* のシーケンスを受け入れるようになりました。

バージョン 3.13 で変更: Any iterable can now be passed, rather than just sequences.

os.path.commonprefix(*list*)

list 内のすべてのパスに共通する接頭辞のうち、最も長いものを (パス名の 1 文字 1 文字を判断して) 返します。*list* が空の場合、空文字列 (`''`) を返します。

注釈: この関数は一度に 1 文字ずつ処理するため、不正なパスを返す場合があります。有効なパスを取得するためには、*commonpath()* を参照してください。

```
>>> os.path.commonprefix(['/usr/lib', '/usr/local/lib'])
'/usr/l'

>>> os.path.commonpath(['/usr/lib', '/usr/local/lib'])
'/usr'
```

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.dirname(*path*)

パス名 *path* のディレクトリ名を返します。これは関数 *split()* に *path* を渡した時に返されるペアの 1 番めの要素です。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.exists(*path*)

path が実在するパスかオープンしているファイル記述子を参照している場合 `True` を返します。壊れたシンボリックリンクについては `False` を返します。一部のプラットフォームでは、たとえ *path* が物理的に存在していたとしても、要求されたファイルに対する *os.stat()* の実行権がなければこの関数が `False` を返すことがあります。

バージョン 3.3 で変更: *path* は整数でも可能になりました: それがオープンしているファイル記述子なら `True` が返り、それ以外なら `False` が返ります。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.lexists(*path*)

Return `True` if *path* refers to an existing path, including broken symbolic links. Equivalent to *exists()* on platforms lacking *os.lstat()*.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**expanduser**(*path*)

Unix および Windows では、与えられた引数の先頭のパス要素 ~ 、または ~user を、*user* のホームディレクトリのパスに置き換えて返します。

Unix では、先頭の ~ は、環境変数 HOME が設定されているならその値に置き換えられます。設定されていない場合は、現在のユーザのホームディレクトリをビルトインモジュール *pwd* を使ってパスワードディレクトリから探して置き換えます。先頭の ~user については、直接パスワードディレクトリから探します。

On Windows, USERPROFILE will be used if set, otherwise a combination of HOMEPATH and HOMEDRIVE will be used. An initial ~user is handled by checking that the last directory component of the current user's home directory matches USERNAME, and replacing it if so.

置き換えに失敗したり、引数のパスがチルダで始まっていなかった場合は、パスをそのまま返します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: Windows で HOME は参照しなくなりました。

os.path.**expandvars**(*path*)

引数のパスの環境変数を展開して返します。引数の中の $name または ${name} のような形式の文字列は環境変数、*name* の値に置き換えられます。不正な変数名や存在しない変数名の場合には変換されず、そのまま返します。

Windows では、$name や ${name} の形式に加えて、%name% の形式もサポートされています。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**getatime**(*path*)

path に最後にアクセスした時刻を返します。返り値は、エポック (*time* モジュールを参照) からの経過秒数を与える浮動小数点数です。ファイルが存在しない、あるいはアクセスできなかった場合は *OSError* を送出します。

os.path.**getmtime**(*path*)

path に最後に更新した時刻を返します。返り値は、エポック (*time* モジュールを参照) からの経過秒数を与える浮動小数点数です。ファイルが存在しない、あるいはアクセスできなかった場合は *OSError* を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**getctime**(*path*)

システムの ctime、Unix 系など一部のシステムでは最後にメタデータが変更された時刻、Windows などその他のシステムでは *path* の作成時刻を返します。返り値はエポック (*time* モジュールを参照) からの経過時間を示す秒数になります。ファイルが存在しない、あるいはアクセスできなかった場合は *OSError* を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**getsize**(*path*)

path のサイズをバイト数で返します。ファイルが存在しない、あるいはアクセスできなかった場合は *OSError* を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**isabs**(*path*)

Return `True` if *path* is an absolute pathname. On Unix, that means it begins with a slash, on Windows that it begins with two (back)slashes, or a drive letter, colon, and (back)slash together.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.13 で変更: On Windows, returns `False` if the given path starts with exactly one (back)slash.

os.path.**isfile**(*path*)

path が **存在する** 一般ファイルなら `True` を返します。この関数はシンボリックリンクの先を辿るので、同じパスに対して *islink()* と *isfile()* の両方が真を返すことがあります。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**isdir**(*path*)

path が **存在する** ディレクトリなら `True` を返します。この関数はシンボリックリンクの先を辿るので、同じパスに対して *islink()* と *isdir()* の両方が真を返すことがあります。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**isjunction**(*path*)

Return `True` if *path* refers to an *existing* directory entry that is a junction. Always return `False` if junctions are not supported on the current platform.

Added in version 3.12.

os.path.**islink**(*path*)

path が **存在する** ディレクトリを指すシンボリックリンクなら `True` を返します。Python ランタイムがシンボリックリンクをサポートしていないプラットフォームでは、常に `False` を返します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**ismount**(*path*)

パス名 *path* がマウントポイント *mount point* (ファイルシステムの中で異なるファイルシステムがマウントされているところ) なら、`True` を返します。POSIX では、この関数は *path* の親ディレクトリである *path*`/..` が *path* と異なるデバイス上にあるか、あるいは *path*`/..` と *path* が同じデバイス上の同じ i-node を指しているかをチェックします --- これによって全ての Unix 系システムと POSIX 標準でマウントポイントが検出できます。だたし、同じファイルシステムの bind mount の信頼できる検出はできませ

ん。Windows では、ドライブレターを持つルートと共有 UNC は常にマウントポイントであり、また他のパスでは、入力のパスが異なるデバイスからのものか見るために `GetVolumePathName` が呼び出されます。

バージョン 3.4 で変更: Added support for detecting non-root mount points on Windows.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

`os.path.isdevdrive`(*path*)

Return `True` if pathname *path* is located on a Windows Dev Drive. A Dev Drive is optimized for developer scenarios, and offers faster performance for reading and writing files. It is recommended for use for source code, temporary build directories, package caches, and other IO-intensive operations.

May raise an error for an invalid path, for example, one without a recognizable drive, but returns `False` on platforms that do not support Dev Drives. See the Windows documentation for information on enabling and creating Dev Drives.

Added in version 3.12.

バージョン 3.13 で変更: The function is now available on all platforms, and will always return `False` on those that have no support for Dev Drives

`os.path.isreserved`(*path*)

Return `True` if *path* is a reserved pathname on the current system.

On Windows, reserved filenames include those that end with a space or dot; those that contain colons (i.e. file streams such as "name:stream"), wildcard characters (i.e. `'*?"<>'`), pipe, or ASCII control characters; as well as DOS device names such as "NUL", "CON", "CONIN$", "CONOUT$", "AUX", "PRN", "COM1", and "LPT1".

注釈: This function approximates rules for reserved paths on most Windows systems. These rules change over time in various Windows releases. This function may be updated in future Python releases as changes to the rules become broadly available.

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.13.

`os.path.join`(*path*, **paths*)

Join one or more path segments intelligently. The return value is the concatenation of *path* and all members of **paths*, with exactly one directory separator following each non-empty part, except the last. That is, the result will only end in a separator if the last part is either empty or ends in a separator. If a segment is an absolute path (which on Windows requires both a drive and a root), then all previous segments are ignored and joining continues from the absolute path segment.

On Windows, the drive is not reset when a rooted path segment (e.g., `r'\foo'`) is encountered. If a segment is on a different drive or is an absolute path, all previous segments are ignored and the drive is reset. Note that since there is a current directory for each drive, `os.path.join("c:", "foo")` represents a path relative to the current directory on drive `C:` (`c:foo`), not `c:\foo`.

バージョン 3.6 で変更: *path* と *paths* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

`os.path.normcase`(*path*)

パス名の大文字・小文字を正規化します。Windows では、パス名にある文字を全て小文字に、スラッシュをバックスラッシュに変換します。他のオペレーティングシステムでは、パスを変更せずに返します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

`os.path.normpath`(*path*)

パスを正規化します。余分な区切り文字や上位レベル参照を除去し、`A//B`、`A/B/`、`A/./B` や `A/foo/../B` などはすべて `A/B` になります。この文字列操作は、シンボリックリンクを含むパスの意味を変えてしまう場合があります。Windows では、スラッシュをバックスラッシュに変換します。大文字小文字の正規化には *`normcase()`* を使用してください。

注釈:

On POSIX systems, in accordance with IEEE Std 1003.1 2013 Edition; 4.13 Pathname Resolution, if a pathname begins with exactly two slashes, the first component following the leading characters may be interpreted in an implementation-defined manner, although more than two leading characters shall be treated as a single character.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

`os.path.realpath`(*path*, *, *strict=False*)

Return the canonical path of the specified filename, eliminating any symbolic links encountered in the path (if they are supported by the operating system). On Windows, this function will also resolve MS-DOS (also called 8.3) style names such as `C:\\PROGRA~1` to `C:\\Program Files`.

If a path doesn't exist or a symlink loop is encountered, and *strict* is `True`, *`OSError`* is raised. If *strict* is `False` these errors are ignored, and so the result might be missing or otherwise inaccessible.

注釈: This function emulates the operating system's procedure for making a path canonical, which differs slightly between Windows and UNIX with respect to how links and subsequent path components interact.

Operating system APIs make paths canonical as needed, so it's not normally necessary to call this

function.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: Windows においてシンボリックリンクとジャンクションが解決されるようになりました。

バージョン 3.10 で変更: *strict* 引数が追加されました。

os.path.**relpath**(*path*, *start=os.curdir*)

カレントディレクトリあるいはオプションの *start* ディレクトリからの *path* への相対パスを返します。これはパス計算で行っており、ファイルシステムにアクセスして *path* や *start* の存在や性質を確認することはありません。Windows では、*path* と *start* が異なるドライブの場合、*ValueError* を送出します。

start defaults to *os.curdir*.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**samefile**(*path1*, *path2*)

引数の両パス名が同じファイルまたはディレクトリを参照している場合、True を返します。これは、デバイス番号と i-node 番号で決定されます。どちらかのパス名への *os.stat()* 呼び出しが失敗した場合、例外が送出されます。

バージョン 3.2 で変更: Windows サポートを追加しました。

バージョン 3.4 で変更: Windows が他のプラットフォームと同じ実装を使用するようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**sameopenfile**(*fp1*, *fp2*)

ファイル記述子 *fp1* と *fp2* が同じファイルを参照していたら True を返します。

バージョン 3.2 で変更: Windows サポートを追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**samestat**(*stat1*, *stat2*)

stat タプル *stat1* と *stat2* が同じファイルを参照していれば True を返します。これらのタプルは *os.fstat()* 、*os.lstat()* あるいは *os.stat()* の返り値で構いません。この関数は *samefile()* と *sameopenfile()* を使用した比較に基いて実装しています。

バージョン 3.4 で変更: Windows サポートを追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.split(*path*)

パス名 *path* を (head, tail) のペアに分割します。*tail* はパス名の構成要素の末尾で、*head* はそれより前の部分です。*tail* はスラッシュを含みません; もし *path* がスラッシュで終わっていれば *tail* は空文字列になります。もし *path* にスラッシュがなければ、*head* は空文字になります。*path* が空文字なら、*head* と *tail* の両方が空文字になります。*head* の末尾のスラッシュは *head* がルートディレクトリ (または 1 個以上のスラッシュだけ) でない限り取り除かれます。join(head, tail) は常に *path* と同じ場所を返しますが、文字列としては異なるかもしれません。関数 *dirname()*, *basename()* も参照してください。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.splitdrive(*path*)

パス名 *path* を (drive, tail) のペアに分割します。*drive* はマウントポイントか空文字列になります。ドライブ指定をサポートしていないシステムでは、*drive* は常に空文字になります。どの場合でも、drive + tail は *path* と等しくなります。

Windows では、パス名はドライブ名/UNC 共有ポイントと相対パスに分割されます。

パスがドライブレターを含む場合、ドライブレターにはコロンまでが含まれます:

```
>>> splitdrive("c:/dir")
("c:", "/dir")
```

If the path contains a UNC path, drive will contain the host name and share:

```
>>> splitdrive("//host/computer/dir")
("//host/computer", "/dir")
```

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.splitroot(*path*)

Split the pathname *path* into a 3-item tuple (drive, root, tail) where *drive* is a device name or mount point, *root* is a string of separators after the drive, and *tail* is everything after the root. Any of these items may be the empty string. In all cases, drive + root + tail will be the same as *path*.

On POSIX systems, *drive* is always empty. The *root* may be empty (if *path* is relative), a single forward slash (if *path* is absolute), or two forward slashes (implementation-defined per IEEE Std 1003.1-2017; 4.13 Pathname Resolution.) For example:

```
>>> splitroot('/home/sam')
('', '/', 'home/sam')
>>> splitroot('//home/sam')
('', '//', 'home/sam')
>>> splitroot('///home/sam')
('', '/', '//home/sam')
```

On Windows, *drive* may be empty, a drive-letter name, a UNC share, or a device name. The *root* may be empty, a forward slash, or a backward slash. For example:

```
>>> splitroot('C:/Users/Sam')
('C:', '/', 'Users/Sam')
>>> splitroot('//Server/Share/Users/Sam')
('//Server/Share', '/', 'Users/Sam')
```

Added in version 3.12.

os.path.**splitext**(*path*)

Split the pathname *path* into a pair `(root, ext)` such that `root + ext == path`, and the extension, *ext*, is empty or begins with a period and contains at most one period.

If the path contains no extension, *ext* will be `''`:

```
>>> splitext('bar')
('bar', '')
```

If the path contains an extension, then *ext* will be set to this extension, including the leading period. Note that previous periods will be ignored:

```
>>> splitext('foo.bar.exe')
('foo.bar', '.exe')
>>> splitext('/foo/bar.exe')
('/foo/bar', '.exe')
```

Leading periods of the last component of the path are considered to be part of the root:

```
>>> splitext('.cshrc')
('.cshrc', '')
>>> splitext('/foo/....jpg')
('/foo/....jpg', '')
```

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.path.**supports_unicode_filenames**

ファイル名に任意の Unicode 文字列を (システムの制限内で) 使用できる場合は `True` になります。

11.3 fileinput --- 複数の入力ストリームをまたいだ行を反復する

ソースコード: Lib/fileinput.py

このモジュールは標準入力やファイルの並びにまたがるループを素早く書くためのヘルパークラスと関数を提供しています。単一のファイルを読み書きしたいだけなら、*open()* を参照してください。

典型的な使い方は以下の通りです:

```
import fileinput
for line in fileinput.input(encoding="utf-8"):
    process(line)
```

このスクリプトは sys.argv[1:] に列挙されている全てのファイルの行に渡って反復処理を行います。もし列挙されているものがなければ、sys.stdin がデフォルトとして扱われます。ファイル名として '-' が与えられた場合も、sys.stdin に置き換えられ、*mode* と *openhook* は無視されます。別のファイル名リストを使いたい時には、そのリストを *input()* の最初の引数に与えます。ファイル名が 1 つでも受け付けます。

全てのファイルはデフォルトでテキストモードでオープンされます。しかし、*input()* や *FileInput* をコールする際に *mode* パラメータを指定すれば、これをオーバーライドすることができます。オープン中あるいは読み込み中に I/O エラーが発生した場合には、*OSError* が発生します。

バージョン 3.3 で変更: 以前は *IOError* が送出されました; それは現在 *OSError* のエイリアスです。

sys.stdin が 2 回以上使われた場合は、2 回目以降は行を返しません。ただしインタラクティブに利用している時や明示的にリセット (sys.stdin.seek(0) を使う) を行った場合はその限りではありません。

空のファイルは開いた後すぐ閉じられます。空のファイルはファイル名リストの最後にある場合にしか外部に影響を与えません。

ファイルの各行は、各種改行文字まで含めて返されます。ファイルの最後が改行文字で終っていない場合には、改行文字で終わらない行が返されます。

You can control how files are opened by providing an opening hook via the *openhook* parameter to *fileinput.input()* or *FileInput()*. The hook must be a function that takes two arguments, *filename* and *mode*, and returns an accordingly opened file-like object. If *encoding* and/or *errors* are specified, they will be passed to the hook as additional keyword arguments. This module provides a *hook_compressed()* to support compressed files.

以下の関数がこのモジュールの基本的なインターフェースです:

fileinput.input(*files=None*, *inplace=False*, *backup=''*, ***, *mode='r'*, *openhook=None*, *encoding=None*, *errors=None*)

FileInput クラスのインスタンスを作ります。生成されたインスタンスは、このモジュールの関数群が利

用するグローバルな状態として利用されます。この関数への引数は *FileInput* クラスのコンストラクタへ渡されます。

FileInput のインスタンスは `with` 文の中でコンテキストマネージャーとして使用できます。次の例では、仮に例外が生じたとしても `with` 文から抜けた後で *input* は閉じられます:

```
with fileinput.input(files=('spam.txt', 'eggs.txt'), encoding="utf-8") as f:
    for line in f:
        process(line)
```

バージョン 3.2 で変更: コンテキストマネージャとして使うことができるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: キーワード引数 *mode* と *openhook* は、キーワード専用引数になりました。

バージョン 3.10 で変更: The keyword-only parameter *encoding* and *errors* are added.

以下の関数は *fileinput.input()* 関数によって作られたグローバルな状態を利用します。アクティブな状態が無い場合には、*RuntimeError* が発生します。

fileinput.filename()

現在読み込み中のファイル名を返します。一行目が読み込まれる前は `None` を返します。

fileinput.fileno()

現在のファイルの ” ファイル記述子” を整数値で返します。ファイルがオープンされていない場合 (最初の行の前、ファイルとファイルの間) は `-1` を返します。

fileinput.lineno()

最後に読み込まれた行の、累積した行番号を返します。1 行目が読み込まれる前は `0` を返します。最後のファイルの最終行が読み込まれた後には、その行の行番号を返します。

fileinput.filelineno()

現在のファイル中での行番号を返します。1 行目が読み込まれる前は `0` を返します。最後のファイルの最終行が読み込まれた後には、その行のファイル中での行番号を返します。

fileinput.isfirstline()

最後に読み込まれた行がファイルの 1 行目なら `True` 、そうでなければ `False` を返します。

fileinput.isstdin()

最後に読み込まれた行が `sys.stdin` から読み込まれていれば `True` 、そうでなければ `False` を返します。

fileinput.nextfile()

現在のファイルを閉じます。次の繰り返しでは (存在すれば) 次のファイルの最初の行が読み込まれます。閉じたファイルの読み込まれなかった行は、累積の行数にカウントされません。ファイル名は次のファイルの最初の行が読み込まれるまで変更されません。最初の行の読み込みが行われるまでは、この関数は呼び出

されても何もしませんので、最初のファイルをスキップするために利用することはできません。最後のファイルの最終行が読み込まれた後にも、この関数は呼び出されても何もしません。

`fileinput.close()`

シーケンスを閉じます。

このモジュールのシーケンスの振舞いを実装しているクラスのサブクラスを作ることもできます:

class fileinput.FileInput(*files=None*, *inplace=False*, *backup=''*, ***, *mode='r'*, *openhook=None*, *encoding=None*, *errors=None*)

FileInput クラスはモジュールの関数に対応するメソッド *filename()* 、*fileno()* 、*lineno()* 、*filelineno()* 、*isfirstline()* 、*isstdin()* 、*nextfile()* および *close()* を実装しています。**イテラブル** であることに加えて、次の入力行を返す *readline()* メソッドがあります。シーケンスはシーケンシャルに読み込むことしかできません。つまりランダムアクセスと *readline()* を混在させることはできません。

mode を使用すると、*open()* に渡すファイルモードを指定することができます。これは `'r'` および `'rb'` のうちのいずれかとなります。

openhook を指定する場合は、ふたつの引数 *filename* と *mode* をとる関数でなければなりません。この関数の返り値は、オープンしたファイルオブジェクトとなります。*inplace* と *openhook* を同時に使うことはできません。

You can specify *encoding* and *errors* that is passed to *open()* or *openhook*.

FileInput のインスタンスは `with` 文の中でコンテキストマネージャーとして使用できます。次の例では、仮に例外が生じたとしても `with` 文から抜けた後で *input* は閉じられます:

```
with FileInput(files=('spam.txt', 'eggs.txt')) as input:
    process(input)
```

バージョン 3.2 で変更: コンテキストマネージャとして使うことができるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: キーワード引数 *mode* と *openhook* は、キーワード専用引数になりました。

バージョン 3.10 で変更: The keyword-only parameter *encoding* and *errors* are added.

バージョン 3.11 で変更: The `'rU'` and `'U'` modes and the `__getitem__()` method have been removed.

インプレース (in-place) フィルタオプション: キーワード引数 `inplace=True` が *fileinput.input()* か *FileInput* クラスのコンストラクタに渡された場合には、入力ファイルはバックアップファイルに移動され、標準出力が入力ファイルに設定されます (バックアップファイルと同じ名前のファイルが既に存在していた場合には、警告無しに置き替えられます)。これによって入力ファイルをその場で書き替えるフィルタを書くことができます。キーワード引数 *backup* (通常は `backup='.<拡張子>'` という形で利用します) が与えられていた場合、バックアップファイルの拡張子として利用され、バックアップファイルは削除されずに残ります。デフォルトで

は、拡張子は '.bak' になっていて、出力先のファイルが閉じられればバックアップファイルも消されます。インプレースフィルタ機能は、標準入力を読み込んでいる間は無効にされます。

このモジュールには、次のふたつのオープン時フックが用意されています:

fileinput.**hook_compressed**(*filename*, *mode*, *, *encoding=None*, *errors=None*)

gzip や bzip2 で圧縮された (拡張子が '.gz' や '.bz2' の) ファイルを、*gzip* モジュールや *bz2* モジュールを使って透過的にオープンします。ファイルの拡張子が '.gz' や '.bz2' でない場合は、通常通りファイルをオープンします (つまり、*open()* をコールする際に伸長を行いません)。

The *encoding* and *errors* values are passed to *io.TextIOWrapper* for compressed files and open for normal files.

使用例: `fi = fileinput.FileInput(openhook=fileinput.hook_compressed, encoding="utf-8")`

バージョン 3.10 で変更: The keyword-only parameter *encoding* and *errors* are added.

fileinput.**hook_encoded**(*encoding*, *errors=None*)

各ファイルを *open()* でオープンするフックを返します。指定した *encoding* および *errors* でファイルを読み込みます。

使用例: `fi = fileinput.FileInput(openhook=fileinput.hook_encoded("utf-8", "surrogateescape"))`

バージョン 3.6 で変更: オプションの *errors* 引数が追加されました。

バージョン 3.10 で非推奨: This function is deprecated since *fileinput.input()* and *FileInput* now have *encoding* and *errors* parameters.

11.4 stat --- stat() の結果を解釈する

ソースコード: Lib/stat.py

---

stat モジュールでは、*os.stat()* 、*os.lstat()* 、および *os.fstat()* が存在する場合に、これらの関数が返す内容を解釈するための定数や関数を定義しています。stat() 、fstat() 、および lstat() の関数呼び出しについての完全な記述はシステムのドキュメントを参照してください。

バージョン 3.4 で変更: stat モジュールは、C 実装に裏付けされるようになりました。

stat モジュールでは、特殊なファイル型を判別するための以下の関数を定義しています:

stat.**S_ISDIR**(*mode*)

ファイルのモードがディレクトリの場合にゼロでない値を返します。

stat.S_ISCHR(*mode*)

ファイルのモードがキャラクタ型の特殊デバイスファイルの場合にゼロでない値を返します。

stat.S_ISBLK(*mode*)

ファイルのモードがブロック型の特殊デバイスファイルの場合にゼロでない値を返します。

stat.S_ISREG(*mode*)

ファイルのモードが通常ファイルの場合にゼロでない値を返します。

stat.S_ISFIFO(*mode*)

ファイルのモードが FIFO (名前つきパイプ) の場合にゼロでない値を返します。

stat.S_ISLNK(*mode*)

ファイルのモードがシンボリックリンクの場合にゼロでない値を返します。

stat.S_ISSOCK(*mode*)

ファイルのモードがソケットの場合にゼロでない値を返します。

stat.S_ISDOOR(*mode*)

ファイルのモードがドアの場合にゼロでない値を返します。

Added in version 3.4.

stat.S_ISPORT(*mode*)

ファイルのモードがイベントポートの場合にゼロでない値を返します。

Added in version 3.4.

stat.S_ISWHT(*mode*)

ファイルのモードがホワイトアウトの場合にゼロでない値を返します。

Added in version 3.4.

より一般的なファイルのモードを操作するための二つの関数が定義されています:

stat.S_IMODE(*mode*)

os.chmod() で設定することのできる一部のファイルモード --- すなわち、ファイルの許可ビット (permission bits) に加え、(サポートされているシステムでは) スティッキービット (sticky bit)、実行グループ ID 設定 (set-group-id) および実行ユーザ ID 設定 (set-user-id) ビット --- を返します。

stat.S_IFMT(*mode*)

Return the portion of the file's mode that describes the file type (used by the S_IS*() functions above).

Normally, you would use the `os.path.is*()` functions for testing the type of a file; the functions here are useful when you are doing multiple tests of the same file and wish to avoid the overhead of the `stat()` system call for each test. These are also useful when checking for information about a file that isn't handled by *os.path*, like the tests for block and character devices.

以下はプログラム例です:

```
import os, sys
from stat import *

def walktree(top, callback):
    '''recursively descend the directory tree rooted at top,
       calling the callback function for each regular file'''

    for f in os.listdir(top):
        pathname = os.path.join(top, f)
        mode = os.lstat(pathname).st_mode
        if S_ISDIR(mode):
            # It's a directory, recurse into it
            walktree(pathname, callback)
        elif S_ISREG(mode):
            # It's a file, call the callback function
            callback(pathname)
        else:
            # Unknown file type, print a message
            print('Skipping %s' % pathname)

def visitfile(file):
    print('visiting', file)

if __name__ == '__main__':
    walktree(sys.argv[1], visitfile)
```

ファイルのモードを人間が可読な文字列に変換するために、追加のユーティリティ関数が提供されています。

stat.filemode(*mode*)

ファイルのモードを '-rwxrwxrwx' 形式の文字列に変換します。

Added in version 3.3.

バージョン 3.4 で変更: この関数は、*S_IFDOOR* 、*S_IFPORT* 、*S_IFWHT* をサポートしています。

以下の全ての変数は、*os.stat()* 、*os.fstat()* 、または *os.lstat()* が返す 10 要素のタプルにおけるインデクスを単にシンボル定数化したものです。

stat.ST_MODE

I ノードの保護モード。

stat.ST_INO

I ノード番号。

stat.ST_DEV

I ノードが存在するデバイス。

stat.ST_NLINK

該当する I ノードへのリンク数。

stat.ST_UID

ファイルの所持者のユーザ ID。

stat.ST_GID

ファイルの所持者のグループ ID。

stat.ST_SIZE

通常ファイルではバイトサイズ; いくつかの特殊ファイルでは処理待ちのデータ量。

stat.ST_ATIME

最後にアクセスした時刻。

stat.ST_MTIME

最後に変更された時刻。

stat.ST_CTIME

オペレーティングシステムから返される”ctime”。ある OS(Unix など) では最後にメタデータが更新された時間となり、別の OS(Windows など) では作成時間となります (詳細については各プラットフォームのドキュメントを参照してください)。

” ファイルサイズ” の解釈はファイルの型によって異なります。通常のファイルの場合、サイズはファイルの大きさをバイトで表したものです。ほとんどの Unix 系 (特に Linux) における FIFO やソケットの場合、” サイズ” は *os.stat()* 、*os.fstat()* 、あるいは *os.lstat()* を呼び出した時点で読み出し待ちであったデータのバイト数になります; この値は時に有用で、特に上記の特殊なファイルを非ブロックモードで開いた後にポーリングを行いたいといった場合に便利です。他のキャラクタ型およびブロック型デバイスにおけるサイズフィールドの意味はさらに異なっていて、背後のシステムコールの実装によります。

以下の変数は、*ST_MODE* フィールドで使用されるフラグを定義しています。

最初に挙げる、以下のフラグを使うよりは、上記の関数を使うほうがポータブルです:

stat.S_IFSOCK

ソケット。

stat.S_IFLNK

シンボリックリンク。

stat.S_IFREG

通常のファイル。

stat.S_IFBLK

ブロックデバイス。

stat.S_IFDIR

ディレクトリ。

stat.S_IFCHR

キャラクターデバイス。

stat.S_IFIFO

FIFO。

stat.S_IFDOOR

ドア。

Added in version 3.4.

stat.S_IFPORT

イベントポート。

Added in version 3.4.

stat.S_IFWHT

ホワイトアウト。

Added in version 3.4.

注釈: *S_IFDOOR* 、*S_IFPORT* 、または *S_IFWHT* は、プラットフォームがこれらのファイルタイプをサポートしていない場合、0 として定義されます。

以下のフラグは、*os.chmod()* の *mode* 引数に使うこともできます:

stat.S_ISUID

UID ビットを設定する。

stat.S_ISGID

グループ ID ビットを設定する。このビットには幾つかの特殊ケースがあります。ディレクトリに対して

設定されていた場合、BSD のセマンティクスが利用される事を示しています。すなわち、そこに作成されるファイルは、作成したプロセスの有効グループ ID (effective group ID) ではなくそのディレクトリのグループ ID を継承し、そこに作成されるディレクトリにも *S_ISGID* ビットが設定されます。グループ実行ビット (*S_IXGRP*) が設定されていないファイルに対してこのビットが設定されていた場合、強制ファイル/レコードロックを意味します (*S_ENFMT* も参照してください)。

stat.S_ISVTX

スティッキービット。このビットがディレクトリに対して設定されているとき、そのディレクトリ内のファイルは、そのファイルのオーナー、あるいはそのディレクトリのオーナーか特権プロセスのみが、リネームや削除をすることが出来ることを意味しています。

stat.S_IRWXU

ファイルオーナーの権限に対するマスク。

stat.S_IRUSR

オーナーがリード権限を持っている。

stat.S_IWUSR

オーナーがライト権限を持っている。

stat.S_IXUSR

オーナーが実行権限を持っている。

stat.S_IRWXG

グループの権限に対するマスク。

stat.S_IRGRP

グループがリード権限を持っている。

stat.S_IWGRP

グループがライト権限を持っている。

stat.S_IXGRP

グループが実行権限を持っている。

stat.S_IRWXO

その他 (グループ外) の権限に対するマスク。

stat.S_IROTH

その他はリード権限を持っている。

stat.S_IWOTH

その他はライト権限を持っている。

stat.S_IXOTH

その他は実行権限を持っている。

stat.S_ENFMT

System V ファイルロック強制。このフラグは *S_ISGID* と共有されています。グループ実行ビット (*S_IXGRP*) が設定されていないファイルでは、ファイル/レコードのロックが強制されます。

stat.S_IREAD

S_IRUSR の、Unix V7 のシノニム。

stat.S_IWRITE

S_IWUSR の、Unix V7 のシノニム。

stat.S_IEXEC

S_IXUSR の、Unix V7 のシノニム。

以下のフラグを *os.chflags()* の *flags* 引数として利用できます:

stat.UF_SETTABLE

All user settable flags.

Added in version 3.13.

stat.UF_NODUMP

ファイルをダンプしない。

stat.UF_IMMUTABLE

ファイルは変更されない。

stat.UF_APPEND

ファイルは追記しかされない。

stat.UF_OPAQUE

ユニオンファイルシステムのスタックを通したとき、このディレクトリは不透明です。

stat.UF_NOUNLINK

ファイルはリネームや削除されない。

stat.UF_COMPRESSED

ファイルは圧縮して保存される (macOS 10.6+)。

stat.UF_TRACKED

Used for handling document IDs (macOS)

Added in version 3.13.

stat.UF_DATAVAULT

The file needs an entitlement for reading or writing (macOS 10.13+)

Added in version 3.13.

stat.UF_HIDDEN

ファイルは GUI で表示されるべきでない (macOS 10.5+)。

stat.SF_SETTABLE

All super-user changeable flags

Added in version 3.13.

stat.SF_SUPPORTED

All super-user supported flags

利用可能な環境: macOS

Added in version 3.13.

stat.SF_SYNTHETIC

All super-user read-only synthetic flags

利用可能な環境: macOS

Added in version 3.13.

stat.SF_ARCHIVED

ファイルはアーカイブされているかもしれません。

stat.SF_IMMUTABLE

ファイルは変更されない。

stat.SF_APPEND

ファイルは追記しかされない。

stat.SF_RESTRICTED

The file needs an entitlement to write to (macOS 10.13+)

Added in version 3.13.

stat.SF_NOUNLINK

ファイルはリネームや削除されない。

stat.SF_SNAPSHOT

このファイルはスナップショットファイルです。

stat.SF_FIRMLINK

The file is a firmlink (macOS 10.15+)

Added in version 3.13.

stat.SF_DATALESS

The file is a dataless object (macOS 10.15+)

Added in version 3.13.

詳しい情報は *BSD か macOS システムの man page *chflags(2)* を参照してください。

Windows では、*os.stat()* が返す st_file_attributes メンバー内のビットを検証する際に、以下のファイル属性定数を使用できます。これらの定数の意味について詳しくは、Windows API documentation を参照してください。

stat.FILE_ATTRIBUTE_ARCHIVE

stat.FILE_ATTRIBUTE_COMPRESSED

stat.FILE_ATTRIBUTE_DEVICE

stat.FILE_ATTRIBUTE_DIRECTORY

stat.FILE_ATTRIBUTE_ENCRYPTED

stat.FILE_ATTRIBUTE_HIDDEN

stat.FILE_ATTRIBUTE_INTEGRITY_STREAM

stat.FILE_ATTRIBUTE_NORMAL

stat.FILE_ATTRIBUTE_NOT_CONTENT_INDEXED

stat.FILE_ATTRIBUTE_NO_SCRUB_DATA

stat.FILE_ATTRIBUTE_OFFLINE

stat.FILE_ATTRIBUTE_READONLY

stat.FILE_ATTRIBUTE_REPARSE_POINT

stat.FILE_ATTRIBUTE_SPARSE_FILE

stat.FILE_ATTRIBUTE_SYSTEM

stat.FILE_ATTRIBUTE_TEMPORARY

stat.FILE_ATTRIBUTE_VIRTUAL

Added in version 3.5.

Windows では、*os.lstat()* が返す st_reparse_tag メンバーとの比較に次の定数が 使えます。これらはよく知られている定数ですが、全てを網羅したリストではありません。

stat.IO_REPARSE_TAG_SYMLINK

stat.IO_REPARSE_TAG_MOUNT_POINT

stat.IO_REPARSE_TAG_APPEXECLINK

Added in version 3.8.

11.5 filecmp --- ファイルとディレクトリの比較

ソースコード: Lib/filecmp.py

---

filecmp モジュールでは、ファイルおよびディレクトリを比較するため、様々な時間／正確性のトレードオフに関するオプションを備えた関数を定義しています。ファイルの比較については、*difflib* モジュールも参照してください。

filecmp モジュールでは以下の関数を定義しています:

filecmp.cmp(*f1*, *f2*, *shallow=True*)

名前が *f1* および *f2* のファイルを比較し、二つのファイルが同じらしければ True を返し、そうでなければ False を返します。

If *shallow* is true and the *os.stat()* signatures (file type, size, and modification time) of both files are identical, the files are taken to be equal.

Otherwise, the files are treated as different if their sizes or contents differ.

可搬性と効率のために、この関数は外部プログラムを一切呼び出さないので注意してください。

この関数は過去の比較と結果のキャッシュを使用します。ファイルの *os.stat()* 情報が変更された場合、キャッシュの項目は無効化されます。*clear_cache()* を使用して全キャッシュを削除することが出来ます。

filecmp.cmpfiles(*dir1*, *dir2*, *common*, *shallow=True*)

dir1 と *dir2* ディレクトリの中の、*common* で指定されたファイルを比較します。

ファイル名からなる 3 つのリスト: *match*, *mismatch*, *errors* を返します。*match* には双方のディレクトリで一致したファイルのリストが含まれ、*mismatch* にはそうでないファイル名のリストが入ります。そして *errors* は比較されなかったファイルが列挙されます。*errors* になるのは、片方あるいは両方のディレクトリに存在しなかった、ユーザーにそのファイルを読む権限がなかった、その他何らかの理由で比較を完了することができなかった場合です。

引数 *shallow* はその意味も標準の設定も *filecmp.cmp()* と同じです。

例えば、cmpfiles('a', 'b', ['c', 'd/e']) は a/c を b/c と、a/d/e を b/d/e と、それぞれ比較します。'c' と 'd/e' はそれぞれ、返される 3 つのリストのいずれかに登録されます。

filecmp.clear_cache()

filecmp のキャッシュをクリアします。背後のファイルシステムの mtime 分解能未満でのファイル変更後にすぐに比較するような場合に有用です。

Added in version 3.4.

11.5.1 dircmp クラス

class filecmp.dircmp(*a*, *b*, *ignore=None*, *hide=None*, *shallow=True*)

Construct a new directory comparison object, to compare the directories *a* and *b*. *ignore* is a list of names to ignore, and defaults to *filecmp.DEFAULT_IGNORES*. *hide* is a list of names to hide, and defaults to `[os.curdir, os.pardir]`.

The *dircmp* class compares files by doing *shallow* comparisons as described for *filecmp.cmp()* by default using the *shallow* parameter.

バージョン 3.13 で変更: Added the *shallow* parameter.

dircmp クラスは以下のメソッドを提供しています:

report()

a と *b* の比較を (*sys.stdout* に) 表示します。

report_partial_closure()

a および *b* およびそれらの直下にある共通のサブディレクトリ間での比較結果を出力します。

report_full_closure()

a および *b* およびそれらの共通のサブディレクトリ間での比較結果を (再帰的に比較して) 出力します。

dircmp クラスは、比較されているディレクトリ階層に関する様々な情報のビットを得るために使用することのできる、興味深い属性を数多く提供しています。

Note that via `__getattr__()` hooks, all attributes are computed lazily, so there is no speed penalty if only those attributes which are lightweight to compute are used.

left

ディレクトリ *a* です。

right

ディレクトリ *b* です。

left_list

a にあるファイルおよびサブディレクトリです。*hide* および *ignore* でフィルタされています。

right_list

b にあるファイルおよびサブディレクトリです。*hide* および *ignore* でフィルタされています。

common

a および *b* の両方にあるファイルおよびサブディレクトリです。

left_only

a だけにあるファイルおよびサブディレクトリです。

right_only

b だけにあるファイルおよびサブディレクトリです。

common_dirs

a および *b* の両方にあるサブディレクトリです。

common_files

a および *b* の両方にあるファイルです。

common_funny

a および *b* の両方にあり、ディレクトリ間でタイプが異なるか、*os.stat()* がエラーを報告するような名前です。

same_files

クラスのファイル比較オペレータを用いて *a* と *b* の両方において同一のファイルです。

diff_files

a と *b* の両方に存在し、クラスのファイル比較オペレータに基づいて内容が異なるファイルです。

funny_files

a および *b* 両方にあるが、比較されなかったファイルです。

subdirs

A dictionary mapping names in *common_dirs* to *dircmp* instances (or MyDirCmp instances if this instance is of type MyDirCmp, a subclass of *dircmp*).

バージョン 3.10 で変更: Previously entries were always *dircmp* instances. Now entries are the same type as *self*, if *self* is a subclass of *dircmp*.

filecmp.DEFAULT_IGNORES

Added in version 3.4.

デフォルトで *dircmp* に無視されるディレクトリのリストです。

これは `subdirs` 属性を使用して 2 つのディレクトリを再帰的に探索して、共通の異なるファイルを示すための単純化された例です:

```
>>> from filecmp import dircmp
>>> def print_diff_files(dcmp):
...     for name in dcmp.diff_files:
...         print("diff_file %s found in %s and %s" % (name, dcmp.left,
...               dcmp.right))
...     for sub_dcmp in dcmp.subdirs.values():
...         print_diff_files(sub_dcmp)
...
>>> dcmp = dircmp('dir1', 'dir2')
>>> print_diff_files(dcmp)
```

11.6 tempfile --- 一時ファイルやディレクトリの作成

ソースコード: Lib/tempfile.py

This module creates temporary files and directories. It works on all supported platforms. *TemporaryFile*, *NamedTemporaryFile*, *TemporaryDirectory*, and *SpooledTemporaryFile* are high-level interfaces which provide automatic cleanup and can be used as *context managers*. *mkstemp()* and *mkdtemp()* are lower-level functions which require manual cleanup.

ユーザが呼び出し可能な全ての関数とコンストラクタは追加の引数を受け取ります。その引数によって一時ファイルやディレクトリの場所と名前を直接操作することが出来ます。このモジュールに使用されるファイル名はランダムな文字を含みます。そのためファイルは共有された一時ディレクトリに安全に作成されます。後方互換性を保つために引数の順序は若干奇妙です。分かりやすさのためにキーワード引数を使用してください。

このモジュールではユーザが呼び出し可能な以下の項目を定義しています:

tempfile.TemporaryFile(*mode='w+b'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *newline=None*, *suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*, ***, *errors=None*)

一時的な記憶領域として使うことの出来る *file-like object* を返します。ファイルは *mkstemp()* と同じルールにより安全に作成されます。オブジェクトは閉じられる (オブジェクトのガベージコレクションによる暗黙的なものも含みます) とすぐに破壊されます。Unix では、そのファイルのディレクトリエントリは全く作成されないか、ファイル作成後すぐに削除されます。これは他のプラットフォームではサポートされません。よって、この関数で作成された一時ファイルがファイルシステムで可視な名前を持つかどうかをコードで当てにすべきではありません。

The resulting object can be used as a *context manager* (see 使用例). On completion of the context or destruction of the file object the temporary file will be removed from the filesystem.

作成されたファイルを閉じることなく読み書きできるように、*mode* 引数のデフォルトは `'w+b'` です。保存されるデータに関わらず全てのプラットフォーム上で一貫して動作するようにバイナリモードが使用されます。*buffering*、*encoding*、*errors*、*newline* は、*open()* に対する引数として解釈されます。

dir、*prefix*、*suffix* 引数の意味とデフォルトは *mkstemp()* のものと同じです。

返されたオブジェクトは、POSIX プラットフォームでは本物のファイルオブジェクトです。それ以外のプラットフォームでは、`file` 属性が下層の本物のファイルであるファイル様オブジェクトです。

The *os.O_TMPFILE* flag is used if it is available and works (Linux-specific, requires Linux kernel 3.11 or later).

On platforms that are neither Posix nor Cygwin, TemporaryFile is an alias for NamedTemporaryFile.

引数 `fullpath` を指定して **監査イベント** `tempfile.mkstemp` を送出します。

バージョン 3.5 で変更: The *os.O_TMPFILE* flag is now used if available.

バージョン 3.8 で変更: *errors* 引数が追加されました。

tempfile.NamedTemporaryFile(*mode='w+b'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *newline=None*, *suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*, *delete=True*, ***, *errors=None*, *delete_on_close=True*)

This function operates exactly as *TemporaryFile()* does, except the following differences:

- This function returns a file that is guaranteed to have a visible name in the file system.
- To manage the named file, it extends the parameters of *TemporaryFile()* with *delete* and *delete_on_close* parameters that determine whether and how the named file should be automatically deleted.

The returned object is always a *file-like object* whose `file` attribute is the underlying true file object. This file-like object can be used in a `with` statement, just like a normal file. The name of the temporary file can be retrieved from the `name` attribute of the returned file-like object. On Unix, unlike with the *TemporaryFile()*, the directory entry does not get unlinked immediately after the file creation.

If *delete* is true (the default) and *delete_on_close* is true (the default), the file is deleted as soon as it is closed. If *delete* is true and *delete_on_close* is false, the file is deleted on context manager exit only, or else when the *file-like object* is finalized. Deletion is not always guaranteed in this case (see `object.__del__()`). If *delete* is false, the value of *delete_on_close* is ignored.

Therefore to use the name of the temporary file to reopen the file after closing it, either make sure not to delete the file upon closure (set the *delete* parameter to be false) or, in case the temporary file is created in a `with` statement, set the *delete_on_close* parameter to be false. The latter approach is recommended as it provides assistance in automatic cleaning of the temporary file upon the context manager exit.

Opening the temporary file again by its name while it is still open works as follows:

- On POSIX the file can always be opened again.
- On Windows, make sure that at least one of the following conditions are fulfilled:

- *delete* is false
- additional open shares delete access (e.g. by calling *os.open()* with the flag `O_TEMPORARY`)
- *delete* is true but *delete_on_close* is false. Note, that in this case the additional opens that do not share delete access (e.g. created via builtin *open()*) must be closed before exiting the context manager, else the *os.unlink()* call on context manager exit will fail with a *PermissionError*.

On Windows, if *delete_on_close* is false, and the file is created in a directory for which the user lacks delete access, then the *os.unlink()* call on exit of the context manager will fail with a *PermissionError*. This cannot happen when *delete_on_close* is true because delete access is requested by the open, which fails immediately if the requested access is not granted.

On POSIX (only), a process that is terminated abruptly with SIGKILL cannot automatically delete any NamedTemporaryFiles it created.

引数 `fullpath` を指定して **監査イベント** `tempfile.mkstemp` を送出します。

バージョン 3.8 で変更: *errors* 引数が追加されました。

バージョン 3.12 で変更: Added *delete_on_close* parameter.

class tempfile.SpooledTemporaryFile(*max_size=0*, *mode='w+b'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *newline=None*, *suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*, ***, *errors=None*)

This class operates exactly as *TemporaryFile()* does, except that data is spooled in memory until the file size exceeds *max_size*, or until the file's *fileno()* method is called, at which point the contents are written to disk and operation proceeds as with *TemporaryFile()*.

rollover()

The resulting file has one additional method, `rollover()`, which causes the file to roll over to an on-disk file regardless of its size.

The returned object is a file-like object whose `_file` attribute is either an *io.BytesIO* or *io.TextIOWrapper* object (depending on whether binary or text *mode* was specified) or a true file object, depending on whether *rollover()* has been called. This file-like object can be used in a `with` statement, just like a normal file.

バージョン 3.3 で変更: the truncate method now accepts a *size* argument.

バージョン 3.8 で変更: *errors* 引数が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: Fully implements the *io.BufferedIOBase* and *io.TextIOBase* abstract base classes (depending on whether binary or text *mode* was specified).

class tempfile.TemporaryDirectory(*suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*, *ignore_cleanup_errors=False*, ***, *delete=True*)

This class securely creates a temporary directory using the same rules as *mkdtemp()*. The resulting object can be used as a *context manager* (see 使用例). On completion of the context or destruction of the temporary directory object, the newly created temporary directory and all its contents are removed from the filesystem.

name

The directory name can be retrieved from the `name` attribute of the returned object. When the returned object is used as a *context manager*, the `name` will be assigned to the target of the `as` clause in the `with` statement, if there is one.

cleanup()

The directory can be explicitly cleaned up by calling the `cleanup()` method. If *ignore_cleanup_errors* is true, any unhandled exceptions during explicit or implicit cleanup (such as a *PermissionError* removing open files on Windows) will be ignored, and the remaining removable items deleted on a "best-effort" basis. Otherwise, errors will be raised in whatever context cleanup occurs (the `cleanup()` call, exiting the context manager, when the object is garbage-collected or during interpreter shutdown).

The *delete* parameter can be used to disable cleanup of the directory tree upon exiting the context. While it may seem unusual for a context manager to disable the action taken when exiting the context, it can be useful during debugging or when you need your cleanup behavior to be conditional based on other logic.

引数 `fullpath` を指定して 監査イベント `tempfile.mkdtemp` を送出します。

Added in version 3.2.

バージョン 3.10 で変更: *ignore_cleanup_errors* 引数が追加されました。

バージョン 3.12 で変更: Added the *delete* parameter.

tempfile.mkstemp(*suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*, *text=False*)

可能な限り最も安全な手段で一時ファイルを生成します。プラットフォームが *os.open()* の *os.O_EXCL* フラグを正しく実装している限り、ファイルの作成で競合が起こることはありません。作成したユーザのユーザ ID からのみファイルを読み書き出来ます。プラットフォームがファイルが実行可能かどうかを示す許可ビットを使用している場合、ファイルは誰からも実行不可です。このファイルのファイル記述子は子プロセスに継承されません。

TemporaryFile() と違って、*mkstemp()* のユーザは用済みになった時に一時ファイルを削除しなければなりません。

suffix が `None` でない場合、ファイル名はその接尾辞で終わります。そうでない場合、接尾辞はありませ

ん。*mkstemp()* はファイル名と接尾辞の間にドットを追加しません。必要であれば *suffix* の先頭につけてください。

prefix が None でない場合、ファイル名はその接頭辞で始まります。そうでない場合、デフォルトの接頭辞が使われます。必要に応じ、デフォルトは *gettempprefix()* または *gettempprefixb()* の返り値です。

dir が None でない場合、ファイルはそのディレクトリ下に作成されます。None の場合、デフォルトのディレクトリが使われます。デフォルトのディレクトリはプラットフォームに依存するリストから選ばれますが、アプリケーションのユーザは *TMPDIR*、*TEMP*、または *TMP* 環境変数を設定することでディレクトリの場所を管理することができます。そのため、生成されるファイル名が、os.popen() で外部コマンドにクォーティング無しで渡すことができるなどといった、扱いやすい性質を持つ保証はありません。

suffix、*prefix*、*dir* のいずれかが None でない場合、それらは同じ型でなければなりません。bytes の場合、返された名前は str でなはく bytes です。他の挙動はデフォルトで返り値を bytes に強制的にしたい場合は suffix=b'' を渡してください。

text に真を指定した場合は、ファイルはテキストモードで開かれます。そうでない場合 (デフォルト) は、ファイルはバイナリモードで開かれます。

mkstemp() は開かれたファイルを扱うための OS レベルのハンドル (*os.open()* が返すものと同じ) とファイルの絶対パス名が順番に並んだタプルを返します。

引数 fullpath を指定して **監査イベント** tempfile.mkstemp を送出します。

バージョン 3.5 で変更: *suffix*、*prefix*、*dir* は bytes の返り値を得るために bytes で渡すことが出来ます。それ以前は str のみ許されていました。適切なデフォルト値を使用するよう、*suffix* と *prefix* は None を受け入れ、デフォルトにするようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *dir* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

tempfile.mkdtemp(*suffix=None*, *prefix=None*, *dir=None*)

可能な限り安全な方法で一時ディレクトリを作成します。ディレクトリの生成で競合は発生しません。ディレクトリを作成したユーザ ID だけが、このディレクトリに対して内容を読み出したり、書き込んだり、検索したりすることができます。

mkdtemp() のユーザは用済みになった時に一時ディレクトリとその中身を削除しなければなりません。

prefix, *suffix*, *dir* 引数は *mkstemp()* 関数のものと同じです。

mkdtemp() は新たに生成されたディレクトリの絶対パス名を返します。

引数 fullpath を指定して **監査イベント** tempfile.mkdtemp を送出します。

バージョン 3.5 で変更: *suffix*、*prefix*、*dir* は bytes の返り値を得るために bytes で渡すことが出来ます。それ以前は str のみ許されていました。適切なデフォルト値を使用するよう、*suffix* と *prefix* は None を受け入れ、デフォルトにするようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *dir* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.12 で変更: *mkdtemp()* now always returns an absolute path, even if *dir* is relative.

tempfile.gettempdir()

一時ファイルに用いられるディレクトリの名前を返します。これはモジュール内の全ての関数の *dir* 引数のデフォルト値を定義します。

Python は呼び出したユーザがファイルを作ることの出来るディレクトリを検索するのに標準的なリストを使用します。そのリストは:

1. 環境変数 `TMPDIR` で与えられているディレクトリ名。
2. 環境変数 `TEMP` で与えられているディレクトリ名。
3. 環境変数 `TMP` で与えられているディレクトリ名。
4. プラットフォーム依存の場所:
   - Windows ではディレクトリ `C:\TEMP` 、`C:\TMP` 、`\TEMP` 、および `\TMP` の順。
   - その他の全てのプラットフォームでは、`/tmp` 、`/var/tmp` 、および `/usr/tmp` の順。
5. 最後の手段として、現在の作業ディレクトリ。

この検索の結果はキャッシュされます。以下の *tempdir* の記述を参照してください。

バージョン 3.10 で変更: Always returns a str. Previously it would return any *tempdir* value regardless of type so long as it was not `None`.

tempfile.gettempdirb()

gettempdir() と同じですが返り値は bytes です。

Added in version 3.5.

tempfile.gettempprefix()

一時ファイルを生成する際に使われるファイル名の接頭辞を返します。これにはディレクトリ部は含まれません。

tempfile.gettempprefixb()

gettempprefix() と同じですが返り値は bytes です。

Added in version 3.5.

The module uses a global variable to store the name of the directory used for temporary files returned by *gettempdir()*. It can be set directly to override the selection process, but this is discouraged. All functions in this module take a *dir* argument which can be used to specify the directory. This is the recommended approach that does not surprise other unsuspecting code by changing global API behavior.

tempfile.tempdir

When set to a value other than None, this variable defines the default value for the *dir* argument to the functions defined in this module, including its type, bytes or str. It cannot be a *path-like object*.

tempdir が (デフォルトの) None の場合、*gettempprefix()* を除く上記のいずれかの関数を呼び出す際は常に *gettempdir()* で述べられているアルゴリズムによって初期化されます。

注釈: Beware that if you set tempdir to a bytes value, there is a nasty side effect: The global default return type of *mkstemp()* and *mkdtemp()* changes to bytes when no explicit prefix, suffix, or dir arguments of type str are supplied. Please do not write code expecting or depending on this. This awkward behavior is maintained for compatibility with the historical implementation.

11.6.1 使用例

tempfile モジュールの典型的な使用法のいくつかの例を挙げます:

```
>>> import tempfile

# create a temporary file and write some data to it
>>> fp = tempfile.TemporaryFile()
>>> fp.write(b'Hello world!')
# read data from file
>>> fp.seek(0)
>>> fp.read()
b'Hello world!'
# close the file, it will be removed
>>> fp.close()

# create a temporary file using a context manager
>>> with tempfile.TemporaryFile() as fp:
...     fp.write(b'Hello world!')
...     fp.seek(0)
...     fp.read()
b'Hello world!'
>>>
# file is now closed and removed

# create a temporary file using a context manager
# close the file, use the name to open the file again
>>> with tempfile.NamedTemporaryFile(delete_on_close=False) as fp:
...     fp.write(b'Hello world!')
...     fp.close()
... # the file is closed, but not removed
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
... # open the file again by using its name
...     with open(fp.name, mode='rb') as f:
...         f.read()
b'Hello world!'
>>>
# file is now removed

# create a temporary directory using the context manager
>>> with tempfile.TemporaryDirectory() as tmpdirname:
...     print('created temporary directory', tmpdirname)
>>>
# directory and contents have been removed
```

11.6.2 非推奨の関数と変数

一時ファイルを作成する歴史的な手法は、まず *mktemp()* 関数でファイル名を作り、その名前を使ってファイルを作成するというものでした。残念ながらこの方法は安全ではありません。なぜなら、*mktemp()* の呼び出しと最初のプロセスが続いてファイル作成を試みる間に、異なるプロセスがその名前でファイルを同時に作成するかもしれないからです。解決策は二つのステップを同時に行い、ファイルをすぐに作成するというものです。この方法は *mkstemp()* や上述している他の関数で使用されています。

tempfile.mktemp(*suffix=''*, *prefix='tmp'*, *dir=None*)

バージョン 2.3 で非推奨: 代わりに *mkstemp()* を使って下さい。

呼び出し時には存在しなかった、ファイルの絶対パス名を返します。*prefix*、*suffix*、*dir* 引数は *mkstemp()* のものと似ていますが、bytes のファイル名、`suffix=None`、そして `prefix=None` がサポートされていない点で異なります。

警告: この関数を使うとプログラムのセキュリティホールになる可能性があります。この関数がファイル名を返した後、あなたがそのファイル名を使って次に何かをしようとする段階に至る前に、誰か他の人間があなたを出し抜くことができてしまいます。*mktemp()* の利用は、*NamedTemporaryFile()* に `delete=False` 引数を渡すことで、簡単に置き換えることができます:

```
>>> f = NamedTemporaryFile(delete=False)
>>> f.name
'/tmp/tmptjujjt'
>>> f.write(b"Hello World!\n")
13
>>> f.close()
>>> os.unlink(f.name)
>>> os.path.exists(f.name)
False
```

11.7 glob --- Unix 形式のパス名のパターン展開

ソースコード: Lib/glob.py

---

glob モジュールは Unix シェルで使われているルールに従い指定されたパターンに一致するすべてのパス名を見つけ出します。返される結果の順序は不定です。チルダ展開は行われませんが、*, ?, および [] で表現される文字範囲については正しくマッチされます。これは、関数 *os.scandir()* および *fnmatch.fnmatch()* を使用して行われており、実際にサブシェルを呼び出しているわけではありません。

ドット (.) で始まるファイルは、同じくドットで始まるパターンにのみマッチします。この動作は *fnmatch.fnmatch()* や *pathlib.Path.glob()* とは異なります。(チルダやシェル変数の展開には、*os.path.expanduser()* と *os.path.expandvars()* を使ってください。)

リテラルにマッチさせるには、メタ文字を括弧に入れてください。例えば、'[?]' は文字 '?' にマッチします。

The *glob* module defines the following functions:

glob.glob(*pathname*, *, *root_dir=None*, *dir_fd=None*, *recursive=False*, *include_hidden=False*)

パスの仕様を含む文字列 *pathname* にマッチするパス名のリストを返します。戻り値のリストは空になる可能性があります。*pathname* は (/usr/src/Python-1.5/Makefile のような) 絶対パスも、(../../Tools/*/*.gif のような) 相対パスもどちらも指定可能で、シェル形式のワイルドカードを含めることもできます。参照先が存在しない、壊れたシンボリックリンクも (シェルの場合と同様に) 結果に含まれます。結果がソートされているかどうかはファイルシステムによります。条件を満たすファイルがこの関数の呼び出し中に追加または削除された場合、それらのファイルに対するパス名が結果に含まれるかどうかはの動作は不定です。

root_dir が None でない場合、その値は検索のルートディレクトリを指定する path-like オブジェクト でなければなりません。これは *glob()* を呼び出す前にカレントディレクトリを変更したのと同じ効果を持ちます。*pathname* が相対パスの場合、戻り値のリストは *root_dir* からの相対パスを含むことになります。

この関数は *dir_fd* パラメタで **ディレクトリ記述子への相対パス** をサポートしています。

recursive が真の場合、パターン "**" はあらゆるファイルや 0 個以上のディレクトリ、サブディレクトリおよびディレクトリへのシンボリックリンクにマッチします。パターンの末尾が *os.sep* または *os.altsep* の場合、ファイルは一致しません。

include_hidden が真の場合、パターン "**" は隠しディレクトリにマッチします。

引数 pathname, recursive を指定して **監査イベント** glob.glob を送出します。

引数 pathname, recursive, root_dir, dir_fd を指定して **監査イベント** glob.glob/2 を送出します。

注釈: パターン "**" を大きなディレクトリツリーで使用するととてつもなく時間がかかるかもしれま

せん。

注釈: This function may return duplicate path names if *pathname* contains multiple "**" patterns and *recursive* is true.

バージョン 3.5 で変更: "**" を使った再帰的な glob がサポートされました。

バージョン 3.10 で変更: *root_dir* と *dir_fd* 引数が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: *include_hidden* パラメータが追加されました。

glob.**iglob**(*pathname*, ***, *root_dir=None*, *dir_fd=None*, *recursive=False*, *include_hidden=False*)

実際には一度にすべてを格納せずに、*glob()* と同じ値を順に生成する **イテレーター** を返します。

引数 `pathname`, `recursive` を指定して **監査イベント** `glob.glob` を送出します。

引数 `pathname`, `recursive`, `root_dir`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `glob.glob/2` を送出します。

注釈: This function may return duplicate path names if *pathname* contains multiple "**" patterns and *recursive* is true.

バージョン 3.5 で変更: "**" を使った再帰的な glob がサポートされました。

バージョン 3.10 で変更: *root_dir* と *dir_fd* 引数が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: *include_hidden* パラメータが追加されました。

glob.**escape**(*pathname*)

すべての特殊文字 (`'?'` 、`'*'` 、`'['`) をエスケープします。特殊文字を含んでいる可能性のある任意のリテラル文字列をマッチさせたいときに便利です。drive/UNC sharepoints の特殊文字はエスケープされません。たとえば Windows では `escape('//?/c:/Quo vadis?.txt')` は `'//?/c:/Quo vadis[?].txt'` を返します。

Added in version 3.4.

glob.**translate**(*pathname*, ***, *recursive=False*, *include_hidden=False*, *seps=None*)

Convert the given path specification to a regular expression for use with *re.match()*. The path specification can contain shell-style wildcards.

例えば:

```
>>> import glob, re
>>>
>>> regex = glob.translate('**/*.txt', recursive=True, include_hidden=True)
>>> regex
'(?s:(?:.+/)?[^/]*\\.txt)\\Z'
>>> reobj = re.compile(regex)
>>> reobj.match('foo/bar/baz.txt')
<re.Match object; span=(0, 15), match='foo/bar/baz.txt'>
```

Path separators and segments are meaningful to this function, unlike *fnmatch.translate()*. By default wildcards do not match path separators, and * pattern segments match precisely one path segment.

If *recursive* is true, the pattern segment "**" will match any number of path segments.

If *include_hidden* is true, wildcards can match path segments that start with a dot (.).

A sequence of path separators may be supplied to the *seps* argument. If not given, *os.sep* and *altsep* (if available) are used.

参考:

pathlib.PurePath.full_match() and *pathlib.Path.glob()* methods, which call this function to implement pattern matching and globbing.

Added in version 3.13.

11.7.1 使用例

Consider a directory containing the following files: `1.gif`, `2.txt`, `card.gif` and a subdirectory `sub` which contains only the file `3.txt`. *glob()* will produce the following results. Notice how any leading components of the path are preserved.

```
>>> import glob
>>> glob.glob('./[0-9].*')
['./1.gif', './2.txt']
>>> glob.glob('*.gif')
['1.gif', 'card.gif']
>>> glob.glob('?.gif')
['1.gif']
>>> glob.glob('**/*.txt', recursive=True)
['2.txt', 'sub/3.txt']
>>> glob.glob('./**/', recursive=True)
['./', './sub/']
```

ディレクトリが . で始まるファイルを含んでいる場合、デフォルトでそれらはマッチしません。例えば、`card.gif`

と .card.gif を含むディレクトリを考えてください:

```
>>> import glob
>>> glob.glob('*.gif')
['card.gif']
>>> glob.glob('.c*')
['.card.gif']
```

参考:

The *fnmatch* module offers shell-style filename (not path) expansion.

参考:

pathlib モジュールは高水準のパスオブジェクトを提供します。

11.8 fnmatch --- Unix のファイル名パターンマッチ

ソースコード: Lib/fnmatch.py

このモジュールは Unix のシェル形式のワイルドカードに対応しています。これらは、(*re* モジュールでドキュメント化されている) 正規表現とは **異なります** 。シェル形式のワイルドカードで使われる特殊文字は、次のとおりです。

Pattern	意味
*	すべてにマッチします
?	任意の一文字にマッチします
[seq]	*seq* にある任意の文字にマッチします
[!seq]	*seq* にない任意の文字にマッチします

リテラルにマッチさせるには、メタ文字を括弧に入れてください。例えば、'[?]' は文字 '?' にマッチします。

ファイル名の区切り文字 (Unix では '/') はこのモジュールに固有なものでは **ない** ことに注意してください。パス名展開については、*glob* モジュールを参照してください (*glob* はパス名の部分にマッチさせるのに *filter()* を使っています)。同様に、ピリオドで始まるファイル名はこのモジュールに固有ではなくて、* と ? のパターンでマッチします。

以下の関数 *fnmatch()*, *fnmatchcase()*, *filter()* では、**最大サイズ** 32768 の *functools.lru_cache()* をコンパイル済みの正規表現パターンのキャッシュに使用していることにも注意してください。

fnmatch.**fnmatch**(*name*, *pat*)

ファイルの文字列 *name* がパターン文字列 *pat* にマッチするかテストして、True または False のいずれ

かを返します。どちらの引数とも *os.path.normcase()* を使って、大文字、小文字が正規化されます。オペレーティングシステムが標準でどうなっているかに関係なく、大文字、小文字を区別して比較する場合には、*fnmatchcase()* が使用できます。

次の例では、カレントディレクトリにある、拡張子が `.txt` である全てのファイルを表示しています:

```
import fnmatch
import os

for file in os.listdir('.'):
    if fnmatch.fnmatch(file, '*.txt'):
        print(file)
```

fnmatch.**fnmatchcase**(*name*, *pat*)

ファイル名の文字列 *name* がパターン文字列 *pat* にマッチするかテストして、`True` または `False` を返します。比較は大文字、小文字を区別し、*os.path.normcase()* は適用しません。

fnmatch.**filter**(*names*, *pat*)

パターン *pat* にマッチする *iterable* の *names* を要素とするリストを構築します。`[n for n in names if fnmatch(n, pat)]` と同じですが、より効率よく実装されています。

fnmatch.**translate**(*pat*)

シェルスタイルのパターン *pat* を、*re.match()* で使用するための正規表現に変換して返します。

例:

```
>>> import fnmatch, re
>>>
>>> regex = fnmatch.translate('*.txt')
>>> regex
'(?s:.*\\.txt)\\Z'
>>> reobj = re.compile(regex)
>>> reobj.match('foobar.txt')
<re.Match object; span=(0, 10), match='foobar.txt'>
```

参考:

glob **モジュール**

Unix シェル形式のパス展開。

11.9 linecache --- テキストラインへのランダムアクセス

ソースコード: Lib/linecache.py

---

linecache モジュールは、キャッシュ (一つのファイルから何行も読んでおくのが一般的です) を使って、内部で最適化を図りつつ、Python ソースファイルの任意の行を取得するのを可能にします。*traceback* モジュールは、整形されたトレースバックにソースコードを含めるためにこのモジュールを利用しています。

tokenize.open() 関数は、ファイルを開くために使用されます。この関数は、*tokenize.detect_encoding()* を使用してファイルのエンコーディングを取得します。エンコーディングトークンが存在しない場合、デフォルトの UTF-8 になります。

linecache モジュールでは次の関数が定義されています:

linecache.**getline**(*filename*, *lineno*, *module_globals=None*)

filename という名前のファイルから *lineno* 行目を取得します。この関数は決して例外を発生させません --- エラーの際には `''` を返します (行末の改行文字は、見つかった行に含まれます)。

filename という名前のファイルが見付からなかった場合、この関数は最初に *module_globals* にある **PEP 302** `__loader__` を確認します。ローダーが存在していて、`get_source` メソッドが実装されていた場合、ソースコードの行を決定します (`get_source()` が `None` を返した場合は、`''` が返ります)。最後に、*filename* が相対ファイル名だった場合、モジュール検索パス `sys.path` のエントリからの相対パスを探します。

linecache.**clearcache**()

キャッシュをクリアします。それまでに *getline()* を使って読み込んだファイルの行が必要でなくなったら、この関数を使ってください。

linecache.**checkcache**(*filename=None*)

キャッシュが有効かどうかを確認します。キャッシュしたファイルがディスク上で変更された可能性があり、更新後のバージョンが必要な場合にこの関数を使用します。*filename* が与えられない場合、全てのキャッシュエントリを確認します。

linecache.**lazycache**(*filename*, *module_globals*)

後々の呼び出しで *module_globals* が `None` となっていても、ファイルの形式でないモジュールの行を後から *getline()* で取得するのに十分な詳細を把握しておきます。この関数により、モジュールの globals を無限に持ち運ぶ必要無しに、実際に必要な行まで I/O を行う必要がなくなります。

Added in version 3.5.

以下はプログラム例です:

```
>>> import linecache
>>> linecache.getline(linecache.__file__, 8)
'import sys\n'
```

11.10 shutil --- 高水準のファイル操作

ソースコード: Lib/shutil.py

---

shutil モジュールはファイルやファイルの集まりに対する高水準の操作方法を多数提供します。特にファイルのコピーや削除のための関数が用意されています。個別のファイルに対する操作については、*os* モジュールも参照してください。

> **警告:** 高水準のファイルコピー関数 (*shutil.copy()*, *shutil.copy2()*) でも、ファイルのメタデータの全てをコピーすることはできません。
>
> POSIX プラットフォームでは、これは ACL やファイルのオーナー、グループが失われることを意味しています。Mac OS では、リソースフォーク (resource fork) やその他のメタデータが利用されません。これは、リソースが失われ、ファイルタイプや生成者コード (creator code) が正しくなくなることを意味しています。Windows では、ファイルオーナー、ACL、代替データストリームがコピーされません。

11.10.1 ディレクトリとファイルの操作

shutil.copyfileobj(*fsrc*, *fdst*[, *length*])

Copy the contents of the *file-like object* *fsrc* to the file-like object *fdst*. The integer *length*, if given, is the buffer size. In particular, a negative *length* value means to copy the data without looping over the source data in chunks; by default the data is read in chunks to avoid uncontrolled memory consumption. Note that if the current file position of the *fsrc* object is not 0, only the contents from the current file position to the end of the file will be copied.

shutil.copyfile(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

Copy the contents (no metadata) of the file named *src* to a file named *dst* and return *dst* in the most efficient way possible. *src* and *dst* are *path-like objects* or path names given as strings.

dst は完全な対象ファイル名でなければなりません。対象としてディレクトリ名を指定したい場合は *copy()* を参照してください。*src* と *dst* が同じファイルだった場合、*SameFileError* を送出します。

dst は書き込み可能でなければなりません。そうでない場合、*OSError* 例外を送出します。*dst* がすでに存在する場合、そのファイルは置き換えられます。キャラクタデバイスやブロックデバイスなどの特殊なファイルとパイプをこの関数でコピーすることはできません。

follow_symlinks が偽で *src* がシンボリックリンクの場合、*src* のリンク先をコピーする代わりに新しいシンボリックリンクを作成します。

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.copyfile を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 以前は *OSError* の代わりに *IOError* が送出されていました。*follow_symlinks* 引数が追加されました。*dst* を返すようになりました。

バージョン 3.4 で変更: *Error* の代わりに *SameFileError* を送出します。後者は前者のサブクラスなのでこの変更は後方互換です。

バージョン 3.8 で変更: ファイルのコピーをより効率的に行うため、プラットフォーム特有の高速なコピーを行うシステムコールが利用されることがあります。**プラットフォーム依存の効率的なコピー操作** を参照してください。

exception shutil.SameFileError

copyfile() のコピー元と先が同じファイルの場合送出されます。

Added in version 3.4.

shutil.copymode(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

Copy the permission bits from *src* to *dst*. The file contents, owner, and group are unaffected. *src* and *dst* are *path-like objects* or path names given as strings. If *follow_symlinks* is false, and both *src* and *dst* are symbolic links, *copymode()* will attempt to modify the mode of *dst* itself (rather than the file it points to). This functionality is not available on every platform; please see *copystat()* for more information. If *copymode()* cannot modify symbolic links on the local platform, and it is asked to do so, it will do nothing and return.

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.copymode を送出します。

バージョン 3.3 で変更: *follow_symlinks* 引数が追加されました。

shutil.copystat(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

Copy the permission bits, last access time, last modification time, and flags from *src* to *dst*. On Linux, *copystat()* also copies the "extended attributes" where possible. The file contents, owner, and group are unaffected. *src* and *dst* are *path-like objects* or path names given as strings.

follow_symlinks が偽の場合、*src* と *dst* の両方がシンボリックリンクであれば、*copystat()* はリンク先ではなくてシンボリックリンク自体を操作します。*src* からシンボリックリンクの情報を読み込み、*dst* のシンボリックリンクにその情報を書き込みます。

注釈: すべてのプラットフォームでシンボリックリンクの検査と変更ができるわけではありません。Python はその機能が利用かどうかを調べる方法を用意しています。

- os.chmod in os.supports_follow_symlinks が True の場合 *copystat()* はシンボリックリンクのパーミッションを変更できます。
- os.utime in os.supports_follow_symlinks が True の場合 *copystat()* はシンボリックリンクの最終アクセス時間と最終変更時間を変更できます。
- os.chflags in os.supports_follow_symlinks が True の場合 *copystat()* はシンボリックリンクのフラグを変更できます。(os.chflags がないプラットフォームもあります。)

機能の幾つか、もしくは全てが利用できないプラットフォームでシンボリックリンクを変更しようとした場合、*copystat()* は可能な限り全てをコピーします。*copystat()* が失敗を返すことはありません。

より詳しい情報は *os.supports_follow_symlinks* を参照して下さい。

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.copystat を送出します。

バージョン 3.3 で変更: *follow_symlinks* 引数と Linux の拡張属性がサポートされました。

shutil.copy(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

ファイル *src* をファイルまたはディレクトリ *dst* にコピーします。*src* と *dst* は両方共 term:*path-like object* または文字列でなければなりません。*dst* がディレクトリを指定している場合、ファイルは *dst* の中に、*src* のベースファイル名を使ってコピーされます。*dst* が既に存在するファイルを指定している場合、それは置き換えられます。新しく作成したファイルのパスを返します。

follow_symlinks が偽で、*src* がシンボリックリンクの場合、*dst* はシンボリックリンクとして作成されます。*follow_symlinks* が真で *src* がシンボリックリンクの場合、*dst* には *src* のリンク先のファイルがコピーされます。

copy() はファイルのデータとパーミッションをコピーします。(*os.chmod()* を参照) その他の、ファイルの作成時間や変更時間などのメタデータはコピーしません。コピー元のファイルのメタデータを保存したい場合は、copy2() を利用してください。

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.copyfile を送出します。

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.copymode を送出します。

バージョン 3.3 で変更: *follow_symlinks* 引数が追加されました。新しく作成されたファイルのパスを返すようになりました。

バージョン 3.8 で変更: ファイルのコピーをより効率的に行うため、プラットフォーム特有の高速なコピーを行うシステムコールが利用されることがあります。**プラットフォーム依存の効率的なコピー操作** を参照してください。

shutil.copy2(*src*, *dst*, ***, *follow_symlinks=True*)

copy2() はファイルのメタデータを保持しようとすることを除けば *copy()* と等価です。

When *follow_symlinks* is false, and *src* is a symbolic link, *copy2()* attempts to copy all metadata from the *src* symbolic link to the newly created *dst* symbolic link. However, this functionality is not available on all platforms. On platforms where some or all of this functionality is unavailable, *copy2()* will preserve all the metadata it can; *copy2()* never raises an exception because it cannot preserve file metadata.

copy2() はファイルのメタデータをコピーするために *copystat()* を利用します。シンボリックリンクのメタデータを変更するためのプラットフォームサポートについては *copystat()* を参照して下さい。

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.copyfile を送出します。

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.copystat を送出します。

バージョン 3.3 で変更: *follow_symlinks* 引数が追加されました。拡張ファイルシステム属性もコピーしようと試みます (現在は Linux のみ)。新しく作成されたファイルへのパスを返すようになりました。

バージョン 3.8 で変更: ファイルのコピーをより効率的に行うため、プラットフォーム特有の高速なコピーを行うシステムコールが利用されることがあります。**プラットフォーム依存の効率的なコピー操作** を参照してください。

shutil.ignore_patterns(**patterns*)

このファクトリ関数は、*copytree()* 関数の *ignore* 引数に渡すための呼び出し可能オブジェクトを作成します。glob 形式の *patterns* にマッチするファイルやディレクトリが無視されます。下の例を参照してください。

shutil.copytree(*src*, *dst*, *symlinks=False*, *ignore=None*, *copy_function=copy2*, *ignore_dangling_symlinks=False*, *dirs_exist_ok=False*)

Recursively copy an entire directory tree rooted at *src* to a directory named *dst* and return the destination directory. All intermediate directories needed to contain *dst* will also be created by default.

各ディレクトリのパーミッション、最終アクセス時間、最終変更時間は *copystat()* でコピーされます。それぞれのファイルは *copy2()* でコピーされます。

symlinks が真の場合、ソースツリー内のシンボリックリンクは新しいツリーでもシンボリックになり、元のシンボリックリンクのメタデータはプラットフォームが許す限りコピーされます。偽の場合や省略された場合、リンク先のファイルの内容とメタデータが新しいツリーにコピーされます。

When *symlinks* is false, if the file pointed to by the symlink doesn't exist, an exception will be added in the list of errors raised in an *Error* exception at the end of the copy process. You can set the optional *ignore_dangling_symlinks* flag to true if you want to silence this exception. Notice that this option has no effect on platforms that don't support *os.symlink()*.

ignore は *copytree()* が走査しているディレクトリと *os.listdir()* が返すその内容のリストを引数として受け取ることのできる呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。*copytree()* は再帰的に呼び出されるので、*ignore* はコピーされる各ディレクトリ毎に呼び出されます。*ignore* の戻り値はカレント

ディレクトリに相対的なディレクトリ名およびファイル名のシーケンス（すなわち第二引数の項目のサブセット）でなければなりません。それらの名前はコピー中に無視されます。*ignore_patterns()* を用いて glob 形式のパターンによって無視する呼び出し可能オブジェクトを作成することが出来ます。

例外が発生した場合、理由のリストとともに *Error* を送出します。

copy_function は各ファイルをコピーするために利用される呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。*copy_function* はコピー元のパスとコピー先のパスを引数に呼び出されます。デフォルトでは *copy2()* が利用されますが、同じ特徴を持つ関数 (*shutil.copy()* など) ならどれでも利用可能です。

If *dirs_exist_ok* is false (the default) and *dst* already exists, a *FileExistsError* is raised. If *dirs_exist_ok* is true, the copying operation will continue if it encounters existing directories, and files within the *dst* tree will be overwritten by corresponding files from the *src* tree.

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.copytree を送出します。

バージョン 3.2 で変更: Added the *copy_function* argument to be able to provide a custom copy function. Added the *ignore_dangling_symlinks* argument to silence dangling symlinks errors when *symlinks* is false.

バージョン 3.3 で変更: *symlinks* が偽の場合メタデータをコピーします。*dst* を返すようになりました。

バージョン 3.8 で変更: ファイルのコピーをより効率的に行うため、プラットフォーム特有の高速なコピーを行うシステムコールが利用されることがあります。**プラットフォーム依存の効率的なコピー操作** を参照してください。

バージョン 3.8 で変更: Added the *dirs_exist_ok* parameter.

shutil.rmtree(*path*, *ignore_errors=False*, *onerror=None*, ***, *onexc=None*, *dir_fd=None*)

Delete an entire directory tree; *path* must point to a directory (but not a symbolic link to a directory). If *ignore_errors* is true, errors resulting from failed removals will be ignored; if false or omitted, such errors are handled by calling a handler specified by *onexc* or *onerror* or, if both are omitted, exceptions are propagated to the caller.

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** をサポートしています。

注釈: 必要な fd ベースの関数をサポートしているプラットフォームでは、シンボリックリンク攻撃に耐性のあるバージョンの *rmtree()* がデフォルトで利用されます。それ以外のプラットフォームでは、*rmtree()* の実装はシンボリックリンク攻撃の影響を受けます。適当なタイミングと環境で攻撃者はファイルシステム上のシンボリックリンクを操作して、それ以外の方法ではアクセス不可能なファイルを削除することが出来ます。アプリケーションは、どちらのバージョンの *rmtree()* が利用されているかを知るために関数のデータ属性 *rmtree.avoids_symlink_attacks* を利用することができます。

If *onexc* is provided, it must be a callable that accepts three parameters: *function*, *path*, and *excinfo*.

The first parameter, *function*, is the function which raised the exception; it depends on the platform and implementation. The second parameter, *path*, will be the path name passed to *function*. The third parameter, *excinfo*, is the exception that was raised. Exceptions raised by *onexc* will not be caught.

The deprecated *onerror* is similar to *onexc*, except that the third parameter it receives is the tuple returned from *sys.exc_info()*.

引数 `path`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `shutil.rmtree` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: プラットフォームが fd ベースの関数をサポートする場合に自動的に使用されるシンボリックリンク攻撃に耐性のあるバージョンが追加されました。

バージョン 3.8 で変更: Windows では、ディレクトリへのジャンクションを削除する際にリンク先ディレクトリにあるファイルを削除しなくなりました。

バージョン 3.11 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.12 で変更: Added the *onexc* parameter, deprecated *onerror*.

バージョン 3.13 で変更: `rmtree()` now ignores *FileNotFoundError* exceptions for all but the top-level path. Exceptions other than *OSError* and subclasses of `OSError` are now always propagated to the caller.

rmtree.avoids_symlink_attacks

プラットフォームと実装がシンボリックリンク攻撃に耐性のあるバージョンの *rmtree()* を提供しているかどうかを示します。現在のところ、この属性は fd ベースのディレクトリアクセス関数をサポートしているプラットフォームでのみ真になります。

Added in version 3.3.

shutil.move(*src*, *dst*, *copy_function=copy2*)

Recursively move a file or directory (*src*) to another location and return the destination.

If *dst* is an existing directory or a symlink to a directory, then *src* is moved inside that directory. The destination path in that directory must not already exist.

If *dst* already exists but is not a directory, it may be overwritten depending on *os.rename()* semantics.

If the destination is on the current filesystem, then *os.rename()* is used. Otherwise, *src* is copied to the destination using *copy_function* and then removed. In case of symlinks, a new symlink pointing to the target of *src* will be created as the destination and *src* will be removed.

If *copy_function* is given, it must be a callable that takes two arguments, *src* and the destination, and will be used to copy *src* to the destination if *os.rename()* cannot be used. If the source is a directory, *copytree()* is called, passing it the *copy_function*. The default *copy_function* is *copy2()*.

Using *copy()* as the *copy_function* allows the move to succeed when it is not possible to also copy the metadata, at the expense of not copying any of the metadata.

引数 src, dst` を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.move を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 異なるファイルシステムに対する明示的なシンボリックリンク処理が追加されました。これにより GNU **mv** の振る舞いに適応するようになります。*dst* を返すようになりました。

バージョン 3.5 で変更: キーワード引数 *copy_function* が追加されました。

バージョン 3.8 で変更: ファイルのコピーをより効率的に行うため、プラットフォーム特有の高速なコピーを行うシステムコールが利用されることがあります。**プラットフォーム依存の効率的なコピー操作** を参照してください。

バージョン 3.9 で変更: *src* と *dst* が両方とも *path-like object* を受け付けるようになりました。

shutil.disk_usage(*path*)

指定されたパスについて、ディスクの利用状況を、名前付きタプル (*named tuple*) で返します。このタプルには *total*, *used*, *free* という属性があり、それぞれトータル、使用中、空きの容量をバイト単位で示します。*path* はファイルまたはディレクトリです。

注釈: On Unix filesystems, *path* must point to a path within a **mounted** filesystem partition. On those platforms, CPython doesn't attempt to retrieve disk usage information from non-mounted filesystems.

Added in version 3.3.

バージョン 3.8 で変更: Windows においても *path* にディレクトリだけでなくファイルを指定できるようになりました。

Availability: Unix, Windows。

shutil.chown(*path*, *user=None*, *group=None*, ***, *dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

指定された *path* のオーナー *user* と/または *group* を変更します。

user はシステムのユーザー名か uid です。*group* も同じです。少なくともどちらかの引数を指定する必要があります。

内部で利用している *os.chown()* も参照してください。

引数 path, user, group を指定して **監査イベント** shutil.chown を送出します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

バージョン 3.13 で変更: Added *dir_fd* and *follow_symlinks* parameters.

shutil.which(*cmd*, *mode=os.F_OK | os.X_OK*, *path=None*)

cmd を実行しようとした時に実行される実行ファイルのパスを返します。*cmd* を呼び出せない場合は None を返します。

mode is a permission mask passed to *os.access()*, by default determining if the file exists and is executable.

path is a "PATH string" specifying the lookup directory list. When no *path* is specified, the results of *os.environ()* are used, returning either the "PATH" value or a fallback of *os.defpath*.

On Windows, the current directory is prepended to the *path* if *mode* does not include os.X_OK. When the *mode* does include os.X_OK, the Windows API NeedCurrentDirectoryForExePathW will be consulted to determine if the current directory should be prepended to *path*. To avoid consulting the current working directory for executables: set the environment variable NoDefaultCurrentDirectoryInExePath.

Also on Windows, the PATHEXT variable is used to resolve commands that may not already include an extension. For example, if you call shutil.which("python"), *which()* will search PATHEXT to know that it should look for python.exe within the *path* directories. For example, on Windows:

```
>>> shutil.which("python")
'C:\\Python33\\python.EXE'
```

This is also applied when *cmd* is a path that contains a directory component:

```
>> shutil.which("C:\\Python33\\python")
'C:\\Python33\\python.EXE'
```

Added in version 3.3.

バージョン 3.8 で変更: *bytes* 型も使用できるようになりました。*cmd* が *bytes* 型の場合、戻り値も *bytes* 型です。

バージョン 3.12 で変更: On Windows, the current directory is no longer prepended to the search path if *mode* includes os.X_OK and WinAPI NeedCurrentDirectoryForExePathW(cmd) is false, else the current directory is prepended even if it is already in the search path; PATHEXT is used now even when *cmd* includes a directory component or ends with an extension that is in PATHEXT; and filenames that have no extension can now be found.

バージョン 3.12.1 で変更: On Windows, if *mode* includes os.X_OK, executables with an extension in PATHEXT will be preferred over executables without a matching extension. This brings behavior closer to that of Python 3.11.

exception shutil.Error

この例外は複数ファイルの操作を行っているときに生じる例外をまとめたものです。*copytree()* に対しては例外の引数は 3 つのタプル (*srcname*, *dstname*, *exception*) からなるリストです。

プラットフォーム依存の効率的なコピー操作

Python 3.8 から、ファイルのコピーを伴う全ての関数 (*copyfile()*, *copy()*, *copy2()*, *copytree()*, および *move()*) はより効率的なファイルのコピーのためにプラットフォーム特有の " 高速なコピー" を行うことがあります (bpo-33671 を参照してください). ここで " 高速なコピー" とは、"`outfd.write(infd.read())`" のように Python が管理するユーザー空間のバッファを利用することを避け、コピー操作がカーネル空間内で行われることを意味します。

macOS では fcopyfile がファイルの内容（メタデータを除く）をコピーするために利用されます。

Linux では *os.sendfile()* が利用されます。

Windows では *shutil.copyfile()* はより大きなバッファサイズをデフォルトとして使います (6 KiB の代わりに 1 MiB が使われます)。また、*memoryview()* ベースの変形である *shutil.copyfileobj()* が使われます。

高速なコピー操作が失敗して出力ファイルにデータが書き込まれなかった場合、shutil はユーザーへの通知なしでより効率の低い *copyfileobj()* 関数にフォールバックします。

バージョン 3.8 で変更.

copytree の例

ignore_patterns() ヘルパ関数を利用する例です:

```
from shutil import copytree, ignore_patterns

copytree(source, destination, ignore=ignore_patterns('*.pyc', 'tmp*'))
```

この例では、`.pyc` ファイルと、`tmp` で始まる全てのファイルやディレクトリを除いて、全てをコピーします。

ignore 引数にロギングさせる別の例です。

```
from shutil import copytree
import logging

def _logpath(path, names):
    logging.info('Working in %s', path)
    return []   # nothing will be ignored

copytree(source, destination, ignore=_logpath)
```

rmtree の例

This example shows how to remove a directory tree on Windows where some of the files have their read-only bit set. It uses the onexc callback to clear the readonly bit and reattempt the remove. Any subsequent failure will propagate.

```
import os, stat
import shutil

def remove_readonly(func, path, _):
    "Clear the readonly bit and reattempt the removal"
    os.chmod(path, stat.S_IWRITE)
    func(path)

shutil.rmtree(directory, onexc=remove_readonly)
```

11.10.2 アーカイブ化操作

Added in version 3.2.

バージョン 3.5 で変更: *xztar* 形式のサポートが追加されました。

圧縮とアーカイブ化されているファイルの読み書きの高水準なユーティリティも提供されています。これらは *zipfile* 、*tarfile* モジュールに依拠しています。

shutil.make_archive(*base_name*, *format*[, *root_dir*[, *base_dir*[, *verbose*[, *dry_run*[, *owner*[, *group*[, *logger*]]]]]]])

アーカイブファイル (zip や tar) を作成してその名前を返します。

base_name is the name of the file to create, including the path, minus any format-specific extension.

format is the archive format: one of "zip" (if the *zlib* module is available), "tar", "gztar" (if the *zlib* module is available), "bztar" (if the *bz2* module is available), or "xztar" (if the *lzma* module is available).

root_dir はアーカイブファイルのルートとなるディレクトリです。アーカイブに含まれる全てのパスは *root_dir* からの相対パスになります。これは、アーカイブファイルを生成する前に *root_dir* へ移動することに相当します。

base_dir はアーカイブを開始するディレクトリです。すなわち、*base_dir* アーカイブに含まれるファイルとディレクトリに対する共通のプレフィックスになります。*base_dir* は *root_dir* からの相対パスでなければなりません。*base_dir* と *root_dir* を組み合わせて使う方法については *base_dir* を使ったアーカイブ化の例 を参照してください。

root_dir と *base_dir* のどちらも、デフォルトはカレントディレクトリです。

dry_run が真の場合、アーカイブは作成されませんが実行される操作は *logger* に記録されます。

owner と *group* は、tar アーカイブを作成するときに使われます。デフォルトでは、カレントのオーナーとグループを使います。

logger は **PEP 282** に互換なオブジェクトでなければなりません。これは普通は *logging.Logger* のインスタンスです。

verbose 引数は使用されず、非推奨です。

引数 *base_name*', `format`, `root_dir`, `base_dir``を指定して :ref:`監査イベント <auditing>` ``shutil.make_archive` を送出します。

注 釈: This function is not thread-safe when custom archivers registered with *register_archive_format()* do not support the *root_dir* argument. In this case it temporarily changes the current working directory of the process to *root_dir* to perform archiving.

バージョン 3.8 で変更: `format="tar"` で作成されたアーカイブでは、レガシーな GNU 形式に代わってモダンな pax (POSIX.1-2001) 形式が使われます。

バージョン 3.10.6 で変更: This function is now made thread-safe during creation of standard `.zip` and tar archives.

`shutil.get_archive_formats()`

アーカイブ化をサポートしているフォーマットのリストを返します。返されるシーケンスのそれぞれの要素は、タプル `(name, description)` です。

デフォルトでは、*shutil* は次のフォーマットを提供しています。

- *zip*: ZIP ファイル (*zlib* モジュールが利用可能な場合)。
- *tar*: 非圧縮の tar ファイル。POSIX.1-2001 pax 形式が使われます。
- *gztar*: gzip で圧縮された tar ファイル (*zlib* モジュールが利用可能な場合)。
- *bztar*: bzip2 で圧縮された tar ファイル (*bz2* モジュールが利用可能な場合)。
- *xztar*: xz で圧縮された tar ファイル (*lzma* モジュールが利用可能な場合)。

register_archive_format() を使って、新しいフォーマットを登録したり、既存のフォーマットに独自のアーカイバを提供したりできます。

`shutil.register_archive_format(`*name*, *function*[, *extra_args*[, *description*]]`)`

アーカイバをフォーマット *name* に登録します。

function はアーカイブのアンパックに使用される呼び出し可能オブジェクトです。*funciton* は作成するファイルの *base_name*、続いてアーカイブを開始する元の *base_dir* (デフォルトは *os.curdir*) を受け取ります。さらなる引数は、次のキーワード引数として渡されます: *owner*, *group*, *dry_run* ならびに *logger* (*make_archive()* に渡されます)。

If *function* has the custom attribute `function.supports_root_dir` set to `True`, the *root_dir* argument is passed as a keyword argument. Otherwise the current working directory of the process is temporarily changed to *root_dir* before calling *function*. In this case *make_archive()* is not thread-safe.

extra_args は、与えられた場合、`(name, value)` の対のシーケンスで、アーカイバ呼び出し可能オブジェクトが使われるときに追加のキーワード引数として使われます。

description は、アーカイバのリストを返す *get_archive_formats()* で使われます。デフォルトでは空の文字列です。

バージョン 3.12 で変更: Added support for functions supporting the *root_dir* argument.

`shutil.unregister_archive_format(`*name*`)`

アーカイブフォーマット *name* を、サポートされているフォーマットのリストから取り除きます。

`shutil.unpack_archive(`*filename*[, *extract_dir*[, *format*[, *filter*]]]`)`

アーカイブをアンパックします。*filename* はアーカイブのフルパスです。

extract_dir はアーカイブをアンパックする先のディレクトリ名です。指定されなかった場合は現在の作業ディレクトリを利用します。

format はアーカイブフォーマットで、"zip", "tar", "gztar", "bztar", "xztar" あるいは *register_unpack_format()* で登録したその他のフォーマットのどれかです。指定されなかった場合、*unpack_archive()* はアーカイブファイル名の拡張子に対して登録されたアンパッカーを利用します。アンパッカーが見つからなかった場合、*ValueError* を発生させます。

The keyword-only *filter* argument is passed to the underlying unpacking function. For zip files, *filter* is not accepted. For tar files, it is recommended to set it to `'data'`, unless using features specific to tar and UNIX-like filesystems. (See *Extraction filters* for details.) The `'data'` filter will become the default for tar files in Python 3.14.

引数 `filename`, `extract_dir`, `format` を指定して **監査イベント** `shutil.unpack_archive` を送出します。

> **警告:** Never extract archives from untrusted sources without prior inspection. It is possible that files are created outside of the path specified in the *extract_dir* argument, e.g. members that have absolute filenames starting with "/" or filenames with two dots "..".

バージョン 3.7 で変更: *filename* と *extract_dir* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.12 で変更: Added the *filter* argument.

shutil.register_unpack_format(*name*, *extensions*, *function*[, *extra_args*[, *description*]])

アンパック用のフォーマットを登録します。*name* はフォーマット名で、*extensions* はそのフォーマットに対応する拡張子 (例えば Zip ファイルに対して `.zip`) のリストです。

function is the callable that will be used to unpack archives. The callable will receive:

- the path of the archive, as a positional argument;
- the directory the archive must be extracted to, as a positional argument;
- possibly a *filter* keyword argument, if it was given to *unpack_archive()*;
- additional keyword arguments, specified by *extra_args* as a sequence of `(name, value)` tuples.

フォーマットの説明として *description* を指定することができます。これは *get_unpack_formats()* 関数によって返されます。

shutil.unregister_unpack_format(*name*)

アンパックフォーマットを登録解除します。*name* はフォーマットの名前です。

shutil.get_unpack_formats()

登録されているすべてのアンパックフォーマットをリストで返します。戻り値のリストの各要素は `(name, extensions, description)` の形のタプルです。

デフォルトでは、*shutil* は次のフォーマットを提供しています。

- *zip*: ZIP ファイル (対応するモジュールが利用可能な場合にのみ圧縮ファイルはアンパックされます)。
- *tar*: 圧縮されていない tar ファイル。
- *gztar*: gzip で圧縮された tar ファイル (*zlib* モジュールが利用可能な場合)。
- *bztar*: bzip2 で圧縮された tar ファイル (*bz2* モジュールが利用可能な場合)。
- *xztar*: xz で圧縮された tar ファイル (*lzma* モジュールが利用可能な場合)。

register_unpack_format() を使って新しいフォーマットや既存のフォーマットに対する別のアンパッカーを登録することができます。

アーカイブ化の例

この例では、ユーザの .ssh ディレクトリにあるすべてのファイルを含む、gzip された tar ファイルアーカイブを作成します:

```
>>> from shutil import make_archive
>>> import os
>>> archive_name = os.path.expanduser(os.path.join('~', 'myarchive'))
>>> root_dir = os.path.expanduser(os.path.join('~', '.ssh'))
>>> make_archive(archive_name, 'gztar', root_dir)
'/Users/tarek/myarchive.tar.gz'
```

結果のアーカイブは、以下のものを含みます:

```
$ tar -tzvf /Users/tarek/myarchive.tar.gz
drwx------ tarek/staff       0 2010-02-01 16:23:40 ./
-rw-r--r-- tarek/staff     609 2008-06-09 13:26:54 ./authorized_keys
-rwxr-xr-x tarek/staff      65 2008-06-09 13:26:54 ./config
-rwx------ tarek/staff     668 2008-06-09 13:26:54 ./id_dsa
-rwxr-xr-x tarek/staff     609 2008-06-09 13:26:54 ./id_dsa.pub
-rw------- tarek/staff    1675 2008-06-09 13:26:54 ./id_rsa
-rw-r--r-- tarek/staff     397 2008-06-09 13:26:54 ./id_rsa.pub
-rw-r--r-- tarek/staff   37192 2010-02-06 18:23:10 ./known_hosts
```

base_dir を使ったアーカイブ化の例

この例では、上記の例 と同じく *make_archive()* の使い方を示しますが、ここでは特に *base_dir* の使い方を説明します。以下のようなディレクトリ構造があるとします。

```
$ tree tmp
tmp
└── root
    └── structure
        ├── content
        │   └── please_add.txt
        └── do_not_add.txt
```

作成するアーカイブには please_add.txt が含まれますが、いっぽう do_not_add.txt は含まないようにします。この場合以下のようにします。

```
>>> from shutil import make_archive
>>> import os
>>> archive_name = os.path.expanduser(os.path.join('~', 'myarchive'))
>>> make_archive(
...     archive_name,
...     'tar',
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     root_dir='tmp/root',
...     base_dir='structure/content',
... )
'/Users/tarek/my_archive.tar'
```

アーカイブに含まれるファイルをリストすると、以下のようになります。

```
$ python -m tarfile -l /Users/tarek/myarchive.tar
structure/content/
structure/content/please_add.txt
```

11.10.3 出力ターミナルのサイズの取得

shutil.**get_terminal_size**(*fallback=(columns, lines)*)

ターミナルウィンドウのサイズを取得します。

幅と高さについて、それぞれ COLUMNS と LINES という環境変数をチェックします。その変数が定義されていて値が正の整数であればそれを利用します。

典型的な COLUMNS や LINES が定義されていない場合には、*sys.__stdout__* に接続されているターミナルに *os.get_terminal_size()* を呼び出して問い合わせます。

システムが対応していない場合やターミナルに接続していないなどの理由でターミナルサイズの問い合わせに失敗した場合、fallback 引数に与えられた値を利用します。fallback のデフォルト値は (80, 24) で、これは多くのターミナルエミュレーターが利用しているデフォルトサイズです。

戻り値は *os.terminal_size* 型の名前付きタプルです。

参考: The Single UNIX Specification, Version 2, Other Environment Variables.

Added in version 3.3.

バージョン 3.11 で変更: The fallback values are also used if *os.get_terminal_size()* returns zeroes.

参考:

os **モジュール** オペレーティングシステムのインターフェース、Python の **ファイルオブジェクト** より低レベルでのファイル操作を含みます。

io **モジュール** Python 組み込みの I/O ライブラリで、抽象クラスとファイル I/O のようないくつかの具象クラスを含みます。

open() 組み込み関数

Python で読み書きのためにファイルを開く標準的な方法です。

第

TWELVE

データの永続化

この章で解説されるモジュール群は Python データをディスクに永続的な形式で保存します。モジュール *pickle* とモジュール *marshal* は多くの Python データ型をバイト列に変換し、バイト列から再生成します。様々な DBM 関連モジュールはハッシュを基にした、文字列から他の文字列へのマップを保存するファイルフォーマット群をサポートします。

この章で解説されるモジュールのリスト:

12.1 pickle --- Python オブジェクトの直列化

ソースコード: Lib/pickle.py

---

pickle モジュールは Python オブジェクトの直列化および直列化されたオブジェクトの復元のためのバイナリプロトコルを実装しています。*"Pickle* **化***"* は Python オブジェクト階層をバイトストリームに変換する処理、*"* **非** *pickle* **化***"* は (**バイナリファイル** または **バイトライクオブジェクト** から) バイトストリームをオブジェクト階層に復元する処理を意味します。pickle 化 (および非 pickle 化) は " 直列化 (serialization)"、" 整列化 (marshalling)"、あるいは[*1] " 平坦化 (flattening)" とも呼ばれますが、混乱を避けるため、ここでは "Pickle 化"、" 非 pickle 化" で統一します。

警告: pickle モジュールは **安全ではありません** 。信頼できるデータのみを非 pickle 化してください。

非 pickle 化の過程で任意のコードを実行する ような、悪意ある pickle オブジェクトを生成することが可能です。信頼できない提供元からのデータや、改竄された可能性のあるデータの非 pickle 化は絶対に行わないでください。

データが改竄されていないことを保証したい場合は、*hmac* による鍵付きハッシュ化を検討してください。

[*1] *marshal* モジュールと間違えないように注意してください。

信頼できないデータを処理する場合 *json* のようなより安全な直列化形式の方が適切でしょう。*json* との比較 を参照してください。

12.1.1 他の Python モジュールとの関係

marshal との比較

Python には *marshal* と呼ばれるより原始的な直列化モジュールがありますが、一般的に Python オブジェクトを直列化する方法としては *pickle* を選ぶべきです。*marshal* は基本的に .pyc ファイルをサポートするために存在しています。

pickle モジュールはいくつかの点で *marshal* と明確に異なります:

- *pickle* モジュールでは、同じオブジェクトが再度直列化されることのないよう、すでに直列化されたオブジェクトについて追跡情報を保持します。*marshal* はこれを行いません。

  この機能は再帰的オブジェクトと共有オブジェクトの両方に重要な関わりをもっています。再帰的オブジェクトとは自分自身に対する参照を持っているオブジェクトです。再帰的オブジェクトは marshal で扱うことができず、実際、再帰的オブジェクトを marshal 化しようとすると Python インタプリタをクラッシュさせてしまいます。共有オブジェクトは、直列化しようとするオブジェクト階層の異なる複数の場所で同じオブジェクトに対する参照が存在する場合に生じます。*pickle* はそのようなオブジェクトを一度だけ保存し、その他全ての参照がそのマスターコピーを指し示すことを保証します。共有オブジェクトを共有のままにしておくことは、変更可能なオブジェクトの場合には非常に重要です。

- *marshal* はユーザ定義クラスやそのインスタンスを直列化するために使うことができません。*pickle* はクラスインスタンスを透過的に保存したり復元したりすることができますが、クラス定義をインポートすることが可能で、かつオブジェクトが保存された際と同じモジュールで定義されていなければなりません。

- *marshal* の直列化形式は Python のバージョン間での移植性を保証していません。.pyc ファイルをサポートすることが主な役割であるため、Python 開発者は必要があれば直列化形式に非互換な変更を加える権利を有しています。いっぽう *pickle* の直列化形式は、互換性のあるプロトコルを選ぶという条件のもとで Python リリース間の後方互換性が保証されます。また処理すべきデータが Python 2 と Python 3 の間で非互換な型を含む場合も、pickle 化および非 pickle 化のコードはそのような互換性を破る言語の境界を適切に取り扱います。

json との比較

pickle プロトコルと JSON (JavaScript Object Notation) との基本的な違いは以下のとおりです:

- JSON はテキストの直列化フォーマット (大抵の場合 utf-8 にエンコードされますが、その出力は Unicode 文字列です) で、pickle はバイナリの直列化フォーマットです;
- JSON は人間が読める形式ですが、pickle はそうではありません;
- JSON は相互運用可能で Python 以外でも広く使用されていますが、pickle は Python 固有です;
- JSON は、デフォルトでは Python の組み込み型の一部しか表現することができず、カスタムクラスに対しても行えません; pickle は極めて多くの Python 組み込み型を表現できます (その多くは賢い Python 内省機構によって自動的に行われます; 複雑なケースでは **固有のオブジェクト** *API* によって対応できます)。
- pickle とは異なり、信頼できない JSON を復元するだけでは、任意のコードを実行できる脆弱性は発生しません。

参考:

json モジュール: JSON への直列化および復元を行うための標準ライブラリモジュール。

12.1.2 データストリームの形式

The data format used by *pickle* is Python-specific. This has the advantage that there are no restrictions imposed by external standards such as JSON (which can't represent pointer sharing); however it means that non-Python programs may not be able to reconstruct pickled Python objects.

デフォルトでは、*pickle* データフォーマットは比較的コンパクトなバイナリ表現を使用します。サイズの抑制目的の最適化が必要なら、pickle されたデータを効率的に **圧縮する** ことができます。

pickletools モジュールには *pickle* によって生成されたデータストリームを解析するためのツールが含まれます。*pickletools* のソースコードには、pickle プロトコルで使用される命令コードに関する詳細なコメントがあります。

現在 pickle 化には 6 種類のプロトコルを使用できます。より高いプロトコルを使用するほど、作成された pickle を読み込むためにより高い Python のバージョンが必要になります。

- プロトコルバージョン 0 はオリジナルの「人間に判読可能な」プロトコルで、Python の初期のバージョンとの後方互換性を持ちます。
- プロトコルバージョン 1 は旧形式のバイナリフォーマットで、これも Python の初期バージョンと互換性があります。
- プロトコルバージョン 2 は Python 2.3 で導入されました。このバージョンでは **新方式のクラス** のより効率的な pickle 化を提供しました。プロトコル 2 による改良に関する情報は **PEP 307** を参照してください。

- プロトコルバージョン 3 は Python 3 で追加されました。*bytes* オブジェクトを明示的にサポートしており、Python 2.x で unpickle することはできません。これは Python 3.0 から 3.7 のデフォルトプロトコルでした。
- プロトコルバージョン 4 は Python 3.4 で追加されました。このバージョンでは巨大なオブジェクトのサポート、より多くの種類のオブジェクトの pickle 化、および一部のデータ形式の最適化が行われました。これは Python 3.8 からのデフォルトプロトコルです。プロトコル 4 による改良に関する情報は **PEP 3154** を参照してください。
- プロトコルバージョン 5 は Python 3.8 で追加されました。このバージョンでは帯域外データのサポートが追加され、また帯域内データに対するパフォーマンスが向上します。プロトコルバージョン 5 によってもたらされる改善についての情報は **PEP 574** を参照してください。

注釈: 直列化は永続性より原始的な概念です。*pickle* はファイルオブジェクトの読み書きを行いますが、永続オブジェクトの命名に関する問題にも、(さらに困難な) 永続オブジェクトへの並列アクセスに関する問題にも対応しません。*pickle* モジュールは複雑なオブジェクトをバイトストリームに変換し、バイトストリームから同じ内部構造のオブジェクトに復元することができます。これらのバイトストリームはファイルに出力されることが多いでしょうが、ネットワークを介して送信したり、データベースに格納することもありえます。*shelve* モジュールは、オブジェクトを DBM 方式のデータベースファイル上で pickle 化および非 pickle 化するシンプルなインターフェースを提供します。

12.1.3 モジュールインターフェース

オブジェクト階層を直列化するには、*dumps()* 関数を呼ぶだけです。同様に、データストリームを復元するには、*loads()* 関数を呼びます。しかし、直列化および復元に対してより多くのコントロールを行いたい場合、それぞれ *Pickler* または *Unpickler* オブジェクトを作成することができます。

pickle モジュールは以下の定数を提供しています:

pickle.HIGHEST_PROTOCOL

利用可能なうち最も高い **プロトコルバージョン** (整数)。この値は *protocol* 値として関数 *dump()* および *dumps()* と、*Pickler* コンストラクターに渡すことができます。

pickle.DEFAULT_PROTOCOL

pickle 化に使われるデフォルトの **プロトコルバージョン** (整数)。*HIGHEST_PROTOCOL* よりも小さい場合があります。現在のデフォルトプロトコルは 4 です。このプロトコルは Python3.4 で初めて導入され、その前のバージョンとは互換性がありません。

バージョン 3.0 で変更: デフォルトプロトコルは 3 です。

バージョン 3.8 で変更: デフォルトプロトコルは 4 です。

この pickle 化の手続きを便利にするために、*pickle* モジュールでは以下の関数を提供しています:

pickle.dump(*obj*, *file*, *protocol=None*, ***, *fix_imports=True*, *buffer_callback=None*)

オブジェクト *obj* を pickle 化し、すでにオープンしている **ファイルオブジェクト** *file* に書き込みます。`Pickler(file, protocol).dump(obj)` と等価です。

引数 *file*, *protocol*, *fix_imports* および *buffer_callback* は *Pickler* のコンストラクタと同じ意味になります。

バージョン 3.8 で変更: *buffer_callback* 引数が追加されました。

pickle.dumps(*obj*, *protocol=None*, ***, *fix_imports=True*, *buffer_callback=None*)

ファイルに書く代わりに、*bytes* オブジェクトとしてオブジェクト *obj* の pickle 表現を返します。

引数 *protocol*, *fix_imports* および *buffer_callback* は *Pickler* のコンストラクタと同じ意味になります。

バージョン 3.8 で変更: *buffer_callback* 引数が追加されました。

pickle.load(*file*, ***, *fix_imports=True*, *encoding='ASCII'*, *errors='strict'*, *buffers=None*)

あるオブジェクトの pickle 化表現を、オープンしている **ファイルオブジェクト** *file* から読み込み、その中で指定されているオブジェクト階層に再構成して返します。これは `Unpickler(file).load()` と等価です。

pickle のプロトコルバージョンは自動的に検出されます。したがって protocol 引数は必要ありません。pickle 化オブジェクト表現より後のバイト列は無視されます。

引数 *file*, *fix_imports*, *encoding*, *errors*, *strict* および *buffers* は *Unpickler* のコンストラクタと同じ意味になります。

バージョン 3.8 で変更: *buffers* 引数が追加されました。

pickle.loads(*data*, */*, ***, *fix_imports=True*, *encoding='ASCII'*, *errors='strict'*, *buffers=None*)

オブジェクトのピックル化表現 *data* から再構成されたオブジェクト階層を返します。*data* は バイトライクオブジェクト (*bytes-like object*) でなければなりません。

pickle のプロトコルバージョンは自動的に検出されます。したがって protocol 引数は必要ありません。pickle 化オブジェクト表現より後のバイト列は無視されます。

引数 *fix_imports*, *encoding*, *errors*, *strict* および *buffers* は *Unpickler* のコンストラクタと同じ意味になります。

バージョン 3.8 で変更: *buffers* 引数が追加されました。

pickle モジュールでは 3 つの例外を定義しています:

exception pickle.PickleError

他の pickle 化例外の共通基底クラス。*Exception* を継承しています。

exception pickle.PicklingError

Pickler が pickle 化不可能なオブジェクトに遭遇したときに送出されるエラー。*PickleError* を継承しています。

どんな種類のオブジェクトが pickle 化できるのか確認するには *pickle* **化、非** *pickle* **化できるもの** を参照してください。

exception pickle.UnpicklingError

データ破損やセキュリティ違反のような、オブジェクトを非 pickle 化するのに問題がある場合に送出されるエラー。*PickleError* を継承します。

非 picke 化の最中に他の例外が送出されることもあるので注意してください。これには AttributeError, EOFError, ImportError, IndexError が含まれます (ただし必ずしもこれらに限定されません)。

pickle モジュールでは、3 つのクラス *Pickler*, *Unpickler* および *PickleBuffer* を提供しています:

class pickle.Pickler(*file*, *protocol=None*, ***, *fix_imports=True*, *buffer_callback=None*)

pickle 化されたオブジェクトのデータストリームを書き込むためのバイナリファイルを引数にとります。

任意の引数 *protocol* は、整数で、pickle 化で使用するプロトコルを指定します; サポートされているプロトコルは 0 から *HIGHEST_PROTOCOL* までになります。指定されない場合、*DEFAULT_PROTOCOL* が使用されます。負数が与えられた場合、*HIGHEST_PROTOCOL* が使用されます。

引数 *file* は、1 バイトの引数一つを受け付ける write() メソッドを持たなければなりません。すなわち、*file* には、バイナリの書き込み用にオープンされたファイルオブジェクト、*io.BytesIO* オブジェクト、このインターフェースに適合するその他のカスタムオブジェクトをとることができます。

fix_imports が真であり、かつ、*protocol* が 3 未満の場合、pickle は新しい Python 3 の名前と Python 2 で使用されていた古いモジュール名との対応付けを試みるので、pickle データストリームは Python 2 でも読み込み可能です。

If *buffer_callback* is `None` (the default), buffer views are serialized into *file* as part of the pickle stream.

If *buffer_callback* is not `None`, then it can be called any number of times with a buffer view. If the callback returns a false value (such as `None`), the given buffer is *out-of-band*; otherwise the buffer is serialized in-band, i.e. inside the pickle stream.

It is an error if *buffer_callback* is not `None` and *protocol* is `None` or smaller than 5.

バージョン 3.8 で変更: *buffer_callback* 引数が追加されました。

dump(*obj*)

obj の pickle 化表現を、コンストラクターで与えられた、すでにオープンしているファイルオブジェクトに書き込みます。

persistent_id(*obj*)

デフォルトでは何もしません。このメソッドはサブクラスがオーバーライドできるように存在します。

persistent_id() が None を返す場合、通常通り *obj* が pickle 化されます。それ以外の値を返した場合、*Pickler* がその値を *obj* のために永続的な ID として出力するようになります。この永続的な ID の意味は *Unpickler.persistent_load()* によって定義されています。*persistent_id()* によって返された値自身は永続的な ID を持つことができないことに注意してください。

詳細および使用例については **外部オブジェクトの永続化** を参照してください。

バージョン 3.13 で変更: Add the default implementation of this method in the C implementation of Pickler.

dispatch_table

pickler オブジェクトのディスパッチテーブルは *copyreg.pickle()* を使用して宣言できる種類の *reduction functions* のレジストリです。これはキーがクラスでその値が減少関数のマッピング型オブジェクトです。減少関数は関連するクラスの引数を 1 個とり、*__reduce__()* メソッドと同じインターフェースでなければなりません。

デフォルトでは、pickler オブジェクトは *dispatch_table* 属性を持たず、代わりに *copyreg* モジュールによって管理されるグローバルなディスパッチテーブルを使用します。しかし、特定の pickler オブジェクトによる pickle 化をカスタマイズするために *dispatch_table* 属性に dict-like オブジェクトを設定することができます。あるいは、*Pickler* のサブクラスが *dispatch_table* 属性を持てば、そのクラスのインスタンスに対するデフォルトのディスパッチテーブルとして使用されます。

使用例については **ディスパッチテーブル** を参照してください。

Added in version 3.3.

reducer_override(*obj*)

Pickler のサブクラスで定義可能な特殊なリデューサ (reducer) です。このメソッドは *dispatch_table* 内のいかなるリデューサよりも優先されます。このメソッドは *__reduce__()* メソッドのインターフェースと適合していなければなりません。また、メソッドが *NotImplemented* を返すことにより、*dispatch_table* に登録されたリデューサにフォールバックして obj を直列化することもできます。

詳細な例については、**型、関数、その他のオブジェクトに対するリダクションのカスタマイズ** を参照してください。

Added in version 3.8.

fast

廃止予定です。真値が設定されれば高速モードを有効にします。高速モードは、メモの使用を無効にします。それにより余分な PUT 命令コードを生成しなくなるので pickle 化処理が高速化します。自己

参照オブジェクトに対しては使用すべきではありません。さもなければ *Pickler* に無限再帰を起こさせるでしょう。

よりコンパクトな pickle 化を必要とする場合は、*pickletools.optimize()* を使用してください。

class pickle.Unpickler(*file*, ***, *fix_imports=True*, *encoding='ASCII'*, *errors='strict'*, *buffers=None*)

これは pickle データストリームの読み込みのためにバイナリファイルをとります。

pickle のプロトコルバージョンは自動的に検出されます。したがって protocol 引数は必要ありません。

引数 *file* は *io.BufferedIOBase* のインターフェースと同様に、整数を引数にとる read() 、バッファを引数にとる readinto() 、引数を取らない readline() の 3 つのメソッドを持たなければなりません。したがって、*file* はバイナリ読み込みモードでオープンされたディスク上のファイル、*io.BytesIO* オブジェクト、または上記インターフェース要件を満たす任意のカスタムオブジェクトのいずれかです。

オプション引数 *fix_imports*, *encoding* および *errors* は Python 2 で生成された pickle ストリームに対する互換性サポートを制御するために使われます。*fix_imports* が真の場合、pickle は古い Python 2 の名前を Python 3 の新しい名前に対応づけようとします。*encoding* と *errors* は pickle に Python 2 で pickle 化された 8 ビット文字列をデコードする方法を指定します; これらの引数のデフォルト値はそれぞれ 'ASCII' と 'strict' です。*encoding* は 8 ビット文字列インスタンスをバイトオブジェクトとして読み込む場合は 'bytes' を指定します。Python 2 で pickle 化された NumPy 配列および *datetime*, *date*, *time* の各インスタンスを非 pickle 化するためには `encoding='latin1'` を使う必要があります。

If *buffers* is `None` (the default), then all data necessary for deserialization must be contained in the pickle stream. This means that the *buffer_callback* argument was `None` when a *Pickler* was instantiated (or when *dump()* or *dumps()* was called).

If *buffers* is not `None`, it should be an iterable of buffer-enabled objects that is consumed each time the pickle stream references an *out-of-band* buffer view. Such buffers have been given in order to the *buffer_callback* of a Pickler object.

バージョン 3.8 で変更: *buffers* 引数が追加されました。

load()

コンストラクターで与えられたオープンしたファイルオブジェクトからオブジェクトの pickle 化表現を読み込み、その中で指定されたオブジェクト階層に再構成して返します。オブジェクトの pickle 化表現より後のバイト列は無視されます。

persistent_load(*pid*)

デフォルトで *UnpicklingError* を送出します。

もし定義されていれば、*persistent_load()* は永続的な ID *pid* によって指定されたオブジェクトを返す必要があります。永続的な ID が無効な場合、*UnpicklingError* を送出しなければなりません。

詳細および使用例については **外部オブジェクトの永続化** を参照してください。

バージョン 3.13 で変更: Add the default implementation of this method in the C implementation of `Unpickler`.

find_class(*module*, *name*)

必要なら *module* をインポートして、そこから *name* という名前のオブジェクトを返します。ここで *module* および *name* 引数は *str* オブジェクトです。その名前が示唆することに反して *find_class()* は関数を探すためにも使われることに注意してください。

サブクラスは、どんな型のオブジェクトを、どのようにロードするか (潜在的にはセキュリティリスクの減少) に関する制御を得るためにこれをオーバーライドすることができます。詳細に関しては **グローバル変数を制限する** を参照してください。

引数 `modulet`, `name` を指定して **監査イベント** `pickle.find_class` を送出します。

class pickle.**PickleBuffer**(*buffer*)

pickle 可能なデータをあらわすバッファのラッパーです。*buffer* はバッファライクなオブジェクト (*bytes-like object*) や N 次元配列のような バッファ機能を提供する オブジェクトでなければなりません。

PickleBuffer はそれ自身バッファ機能を提供します。したがってこのクラスのインスタンスを、バッファ機能を提供するオブジェクトを期待する *memoryview* など他の API に渡すことが可能です。

PickleBuffer オブジェクトはプロトコル 5 以上でのみ直列化可能で、**アウトオブバウンド** *(out-of-band)* **の直列化** に対応しています。

Added in version 3.8.

raw()

このバッファの背後にあるメモリ領域への *memoryview* を返します。戻り値のオブジェクトはフォーマット `B` (符号なしバイト) の C-連続な 1 次元のメモリビューです。バッファが C-連続でも Fortran-連続でもない場合 *BufferError* 例外が送出されます。

release()

PickleBuffer オブジェクトを通じてアクセスされる背後のバッファを解放します。

12.1.4 pickle 化、非 pickle 化できるもの

以下の型は pickle 化できます:

- 組み込み定数 (`None`, `True`, `False`, `Ellipsis`, と *NotImplemented*)
- 整数、浮動小数点数、複素数
- 文字列、バイト列、バイト配列
- pickle 化可能なオブジェクトからなるタプル、リスト、集合および辞書

- モジュールのトップレベルで定義された関数 (`def` で定義されたもののみで `lambda` で定義されたものは含まない)
- モジュールのトップレベルで定義されているクラス
- *`__getstate__()`* メソッドを呼び出した結果が pickle 化可能であるようなクラスのインスタンス (詳細は **クラスインスタンスの** *pickle* **化** を参照)。

pickle 化できないオブジェクトを pickle 化しようとすると、*`PicklingError`* 例外が送出されます。この例外が起きたとき、すでに元のファイルには未知の長さのバイト列が書き込まれている場合があります。極端に再帰的なデータ構造を pickle 化しようとした場合には再帰の深さ制限を越えてしまうかもしれず、この場合には *`RecursionError`* が送出されます。この制限は、*`sys.setrecursionlimit()`* で慎重に上げていくことは可能です。

関数 (組込みおよびユーザー定義) は、値ではなく、完全 **修飾名** で pickle 化されます。[*2] これは、関数名のみがそれを含んでいるモジュールおよびクラスの名前をともなって pickle 化されることを意味します。関数のコードやその属性は pickle 化されません。すなわち、非 pickle 化する環境で定義したモジュールがインポート可能な状態になっており、そのモジュール内に関数名のオブジェクトが含まれていなければなりません。この条件を満たさなかった場合は例外が送出されます。[*3]

クラスも同様に完全修飾名で pickle 化されるので、unpickle 化環境には同じ制限が課せられます。クラス中のコードやデータは何も pickle 化されないので、以下の例ではクラス属性 `attr` が unpickle 化環境で復元されないことに注意してください:

```
class Foo:
    attr = 'A class attribute'

picklestring = pickle.dumps(Foo)
```

pickle 化可能な関数やクラスがモジュールのトップレベルで定義されていなければならないのはこれらの制限のためです。

同様に、クラスのインスタンスが pickle 化された際、そのクラスのコードおよびデータはオブジェクトと一緒に pickle 化されることはありません。インスタンスのデータのみが pickle 化されます。この仕様は、クラス内のバグを修正したりメソッドを追加した後でも、そのクラスの以前のバージョンで作られたオブジェクトを読み出せるように意図的に行われています。あるクラスの多くのバージョンで使われるような長命なオブジェクトを作ろうと計画しているなら、そのクラスの *`__setstate__()`* メソッドによって適切な変換が行われるようにオブジェクトのバージョン番号を入れておくとよいかもしれません。

[*2] なぜ `lambda` 関数を pickle 化できないかというと、すべての `lambda` 関数は同じ名前: `<lambda>` を共有しているからです。
[*3] 送出される例外は *`ImportError`* や *`AttributeError`* になるはずですが、他の例外も起こりえます。

12.1.5 クラスインスタンスの pickle 化

この節では、クラスインスタンスがどのように pickle 化または非 pickle 化されるのかを定義したり、カスタマイズしたり、コントロールしたりするのに利用可能な一般的機構について説明します。

ほとんどの場合、インスタンスを pickle 化できるようにするために追加のコードは必要ありません。デフォルトで、pickle はインスタンスのクラスと属性を内省によって検索します。クラスインスタンスが非 pickle 化される場合、通常その `__init__()` メソッドは実行 **されません** 。デフォルトの振る舞いは、最初に初期化されていないインスタンスを作成して、次に保存された属性を復元します。次のコードはこの振る舞いの実装を示しています:

```
def save(obj):
    return (obj.__class__, obj.__dict__)

def restore(cls, attributes):
    obj = cls.__new__(cls)
    obj.__dict__.update(attributes)
    return obj
```

クラスは、いくつかの特殊メソッドを提供することによって、デフォルトの振る舞いを変更することができます:

object.__getnewargs_ex__()

プロトコル 2 以上の場合、*__getnewargs_ex__()* メソッドを実装したクラスは `__new__()` メソッドに渡された値の非 pickle 化の方法を指示することができます。このメソッドは、オブジェクトの生成に必要な位置引数のタプル *args* と名前付き引数の辞書 *kwargs* のペア `(args, kwargs)` を返さなければなりません。これらは非 pickle 化に際して `__new__()` メソッドに渡されます。

クラスの `__new__()` メソッドがキーワード専用引数を求める場合はこのメソッドを実装すべきです。そうしない場合、互換性のため *__getnewargs__()* メソッドの実装を推奨します。

バージョン 3.6 で変更: *__getnewargs_ex__()* がプロトコル 2 と 3 でも使われるようになりました。

object.__getnewargs__()

このメソッドは *__getnewargs_ex__()* と同じような機能を提供しますが、位置引数のみをサポートします。このメソッドは引数のタプル `args` を返さなければならず、戻り値は非 pickle 化に際して `__new__()` メソッドに渡されます。

__getnewargs_ex__() が定義されていると *__getnewargs__()* は呼び出しません。

バージョン 3.6 で変更: Python 3.6 以前のプロトコル 2 と 3 では、*__getnewargs_ex__()* の代わりに *__getnewargs__()* が呼び出されていました。

object.__getstate__()

Classes can further influence how their instances are pickled by overriding the method *__getstate__()*. It is called and the returned object is pickled as the contents for the instance, instead of a default state. There are several cases:

- For a class that has no instance *__dict__* and no `__slots__`, the default state is `None`.
- For a class that has an instance *__dict__* and no `__slots__`, the default state is `self.__dict__`.
- For a class that has an instance *__dict__* and `__slots__`, the default state is a tuple consisting of two dictionaries: `self.__dict__`, and a dictionary mapping slot names to slot values. Only slots that have a value are included in the latter.
- For a class that has `__slots__` and no instance *__dict__*, the default state is a tuple whose first item is `None` and whose second item is a dictionary mapping slot names to slot values described in the previous bullet.

バージョン 3.11 で変更: Added the default implementation of the `__getstate__()` method in the *object* class.

`object.__setstate__`(*state*)

非 pickle 化に際して、クラスが *__setstate__()* を定義している場合、それは非 pickle 化された状態とともに呼び出されます。その場合、状態オブジェクトが辞書でなければならないという要求はありません。そうでなければ、pickle された状態は辞書で、その要素は新しいインスタンスの辞書に割り当てられます。

注釈: If *__reduce__()* returns a state with value `None` at pickling, the *__setstate__()* method will not be called upon unpickling.

__getstate__() および *__setstate__()* メソッドの使い方に関する詳細な情報については **状態を持つオブジェクトの扱い** 節を参照してください。

注釈: 非 pickle 化に際しては、`__getattr__()`, `__getattribute__()`, または `__setattr__()` といったメソッドがインスタンスに対して呼ばれることがあります。これらのメソッドが何らかの内部の不変な条件が真であることを必要とする場合、その型は `__new__()` メソッドを実装してそのような不変な条件を構築すべきです。なぜならばインスタンスの非 pickle 化においては `__init__()` メソッドは呼ばれないからです。

これらから見るように、pickle は上記のメソッドを直接使用しません。実際には、これらのメソッドは *__reduce__()* 特殊メソッドを実装するコピープロトコルの一部です。コピープロトコルは、pickle 化とオブジェクトのコピーに必要な、データを取得するための統一されたインターフェースを提供します。[*4]

強力ですが、クラスに *__reduce__()* メソッドを直接実装することはエラーを起こしやすくなります。この理由のため、クラスの設計者は可能なかぎり高レベルインターフェース (*__getnewargs_ex__()*、*__getstate__()* および *__setstate__()*) を使用するべきです。公開はしているものの、`__reduce__()` の使用は、あくまでオプションとして、より効果的な pickle 化につながる場合、あるいはその両方の場合のみにしてください。

[*4] *copy* モジュールは、浅いコピーと深いコピーの操作にこのプロトコルを使用します。

object.__reduce__()

このインターフェースは現在、以下のように定義されています。*__reduce__()* メソッドは引数を取らず、文字列あるいは (こちらの方が好まれますが) タプルのいずれかを返すべきです (返されたオブジェクトは、しばしば "reduce value" と呼ばれます)。

文字列が返された場合、その文字列はグローバル変数の名前として解釈されます。それはオブジェクトのモジュールから見たローカル名であるべきです; pickle モジュールは、オブジェクトのモジュールを決定するためにモジュールの名前空間を検索します。この振る舞いは、典型的にシングルトンで便利です。

タプルが返された場合、それは 2〜6 要素長でなければなりません。オプションのアイテムは省略することができます。あるいはそれらの値として None を渡すことができます。各要素の意味は順に:

- オブジェクトの初期バージョンを作成するために呼ばれる呼び出し可能オブジェクト。
- 呼出し可能オブジェクトに対する引数のタプル。呼出し可能オブジェクトが引数を受け取らない場合、空のタプルが与えられなければなりません。
- 任意で、前述のオブジェクトの *__setstate__()* メソッドに渡されるオブジェクトの状態。オブジェクトがそのようなメソッドを持たない場合、値は辞書でなければならず、それはオブジェクトの *__dict__* 属性に追加されます。
- 任意で、連続した要素を yield する (シーケンスではなく) イテレーター。これらの要素は obj.append(item) を使用して、あるいはバッチでは obj.extend(list_of_items) を使用して、オブジェクトに追加されます。これは主としてリストのサブクラスに対して使用されますが、適切なシグネチャを持つ *append* と *extend* メソッド があるかぎり、他のクラスで使用することもできます。(append() または extend() のどちらが使用されるかは、どの pickle プロトコルバージョンが使われるかに加えて追加されるアイテムの数にも依存します。したがって、両方をサポートする必要があります)
- 任意で、連続する key-value ペアを yield する (シーケンスでなく) イテレーター。これらの要素は obj[key] = value を使用して、オブジェクトに格納されます。これは主として辞書のサブクラスに対して使用されますが、__setitem__() を実装しているかぎり他のクラスで使用することもできます。
- 任意で、シグネチャが (obj, state) である呼び出し可能オブジェクト。このオブジェクトは、obj のスタティックな *__setstate__()* メソッドの代わりに、ユーザーがオブジェクトの状態を更新する方法をプログラム的に制御することを許します。None 以外の場合、この呼び出し可能オブジェクトは obj の *__setstate__()* メソッドに優先します。

  Added in version 3.8: 任意の 6 番目のタプル要素 (obj, state) が追加されました。

object.__reduce_ex__(*protocol*)

別の方法として、*__reduce_ex__()* メソッドを定義することもできます。唯一の違いは、このメソッドは単一の整数引数、プロトコルバージョンを取る必要があるということです。もし定義された場合、pickle は *__reduce__()* メソッドよりもこのメソッドを優先します。さらに、*__reduce__()* は自動的に拡張版の

同義語になります。このメソッドの主な用途は、古い Python リリースに対して後方互換性のある reduce value を提供することです。

外部オブジェクトの永続化

オブジェクトの永続化のために、*pickle* モジュールは、pickle データストリーム外のオブジェクトに対する参照の概念をサポートしています。そのようなオブジェクトは永続的 ID によって参照されます。それは、英数文字の文字列 (プロトコル 0 に対して)[*5] あるいは単に任意のオブジェクト (より新しい任意のプロトコルに対して) のいずれかです。

そのような永続的 ID の分解能は *pickle* モジュールでは定義されていません; これはこの分解能を pickler および unpickler のそれぞれ *persistent_id()* および *persistent_load()* 上でのユーザー定義メソッドに移譲します。

外部の永続的 ID を持つ pickle オブジェクトの pickler は、引数にオブジェクトを取り、None かオブジェクトの永続的 ID を返すカスタム *persistent_id()* メソッドを持たなくてはなりません。None を返す場合、pickler は通常通りマーカーとともにオブジェクトを pickle 化するため、unpickler はそれを永続的 ID として認識します。

外部オブジェクトを非 pickle 化するには、unpickler は永続的 ID オブジェクトを取り被参照オブジェクトを返すカスタム *persistent_load()* メソッドを持たなくてはなりません。

これは、外部のオブジェクトを参照によって pickle 化するために永続的 ID をどのように使用するかを示す包括的な例です。

```
# Simple example presenting how persistent ID can be used to pickle
# external objects by reference.

import pickle
import sqlite3
from collections import namedtuple

# Simple class representing a record in our database.
MemoRecord = namedtuple("MemoRecord", "key, task")

class DBPickler(pickle.Pickler):

    def persistent_id(self, obj):
        # Instead of pickling MemoRecord as a regular class instance, we emit a
        # persistent ID.
        if isinstance(obj, MemoRecord):
            # Here, our persistent ID is simply a tuple, containing a tag and a
            # key, which refers to a specific record in the database.
            return ("MemoRecord", obj.key)
```

(次のページに続く)

[*5] 英数文字に関する制限は、プロトコル 0 では永続的な ID が改行文字によって区切られるという事実によります。そのため、永続的な ID に何らかの改行文字が含まれると、結果として生じる pickle 化されたデータは判読不能になります。

(前のページからの続き)

```
        else:
            # If obj does not have a persistent ID, return None. This means obj
            # needs to be pickled as usual.
            return None


class DBUnpickler(pickle.Unpickler):

    def __init__(self, file, connection):
        super().__init__(file)
        self.connection = connection

    def persistent_load(self, pid):
        # This method is invoked whenever a persistent ID is encountered.
        # Here, pid is the tuple returned by DBPickler.
        cursor = self.connection.cursor()
        type_tag, key_id = pid
        if type_tag == "MemoRecord":
            # Fetch the referenced record from the database and return it.
            cursor.execute("SELECT * FROM memos WHERE key=?", (str(key_id),))
            key, task = cursor.fetchone()
            return MemoRecord(key, task)
        else:
            # Always raises an error if you cannot return the correct object.
            # Otherwise, the unpickler will think None is the object referenced
            # by the persistent ID.
            raise pickle.UnpicklingError("unsupported persistent object")


def main():
    import io
    import pprint

    # Initialize and populate our database.
    conn = sqlite3.connect(":memory:")
    cursor = conn.cursor()
    cursor.execute("CREATE TABLE memos(key INTEGER PRIMARY KEY, task TEXT)")
    tasks = (
        'give food to fish',
        'prepare group meeting',
        'fight with a zebra',
        )
    for task in tasks:
        cursor.execute("INSERT INTO memos VALUES(NULL, ?)", (task,))

    # Fetch the records to be pickled.
    cursor.execute("SELECT * FROM memos")
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    memos = [MemoRecord(key, task) for key, task in cursor]
    # Save the records using our custom DBPickler.
    file = io.BytesIO()
    DBPickler(file).dump(memos)

    print("Pickled records:")
    pprint.pprint(memos)

    # Update a record, just for good measure.
    cursor.execute("UPDATE memos SET task='learn italian' WHERE key=1")

    # Load the records from the pickle data stream.
    file.seek(0)
    memos = DBUnpickler(file, conn).load()

    print("Unpickled records:")
    pprint.pprint(memos)


if __name__ == '__main__':
    main()
```

ディスパッチテーブル

pickle 化に依存する他のコードの邪魔をせずに、一部のクラスの pickle 化だけをカスタマイズしたい場合、プライベートのディスパッチテーブルを持つ pickler を作成することができます。

copyreg モジュールによって管理されるグローバルなディスパッチテーブルは copyreg.dispatch_table として利用可能です。したがって、copyreg.dispatch_table の修正済のコピーをプライベートのディスパッチテーブルとして使用することを選択できます。

例えば

```
f = io.BytesIO()
p = pickle.Pickler(f)
p.dispatch_table = copyreg.dispatch_table.copy()
p.dispatch_table[SomeClass] = reduce_SomeClass
```

これは SomeClass クラスを特別に扱うプライベートのディスパッチテーブルを持つ *pickle.Pickler* のインスタンスを作成します。あるいは、次のコード

```
class MyPickler(pickle.Pickler):
    dispatch_table = copyreg.dispatch_table.copy()
    dispatch_table[SomeClass] = reduce_SomeClass
f = io.BytesIO()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
p = MyPickler(f)
```

does the same but all instances of `MyPickler` will by default share the private dispatch table. On the other hand, the code

```
copyreg.pickle(SomeClass, reduce_SomeClass)
f = io.BytesIO()
p = pickle.Pickler(f)
```

modifies the global dispatch table shared by all users of the *copyreg* module.

状態を持つオブジェクトの扱い

Here's an example that shows how to modify pickling behavior for a class. The `TextReader` class below opens a text file, and returns the line number and line contents each time its `readline()` method is called. If a `TextReader` instance is pickled, all attributes *except* the file object member are saved. When the instance is unpickled, the file is reopened, and reading resumes from the last location. The `__setstate__()` and `__getstate__()` methods are used to implement this behavior.

```
class TextReader:
    """Print and number lines in a text file."""

    def __init__(self, filename):
        self.filename = filename
        self.file = open(filename)
        self.lineno = 0

    def readline(self):
        self.lineno += 1
        line = self.file.readline()
        if not line:
            return None
        if line.endswith('\n'):
            line = line[:-1]
        return "%i: %s" % (self.lineno, line)

    def __getstate__(self):
        # Copy the object's state from self.__dict__ which contains
        # all our instance attributes. Always use the dict.copy()
        # method to avoid modifying the original state.
        state = self.__dict__.copy()
        # Remove the unpicklable entries.
        del state['file']
        return state
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def __setstate__(self, state):
        # Restore instance attributes (i.e., filename and lineno).
        self.__dict__.update(state)
        # Restore the previously opened file's state. To do so, we need to
        # reopen it and read from it until the line count is restored.
        file = open(self.filename)
        for _ in range(self.lineno):
            file.readline()
        # Finally, save the file.
        self.file = file
```

使用例は以下のようになるでしょう:

```
>>> reader = TextReader("hello.txt")
>>> reader.readline()
'1: Hello world!'
>>> reader.readline()
'2: I am line number two.'
>>> new_reader = pickle.loads(pickle.dumps(reader))
>>> new_reader.readline()
'3: Goodbye!'
```

12.1.6 型、関数、その他のオブジェクトに対するリダクションのカスタマイズ

Added in version 3.8.

dispatch_table は、ときにその柔軟性が十分でないがことあります。特に、オブジェクトの型以外の別の条件で pickle 化をカスタマイズしたい場合や、関数やクラスを使って pickle 化をカスタマイズしたい場合などです。

そのような場合、*Pickler* クラスから派生したサブクラスで *reducer_override()* メソッドを実装することができます。このメソッドは任意のリダクション用タプルを返すことができます (*__reduce__()* を参照してください)。もしくは、従来の振る舞いにフォールバックするために *NotImplemented* を返すこともできます。

dispatch_table と *reducer_override()* の両方が定義されている場合、*reducer_override()* メソッドが優先されます。

注釈: パフォーマンス上の理由により、次に挙げるオブジェクトに対しては *reducer_override()* が呼ばれないことがあります: `None`, `True`, `False`, および *int*, *float*, *bytes*, *str*, *dict*, *set*, *frozenset*, *list*, *tuple* の厳密なインスタンス。

以下は特定のクラスを pickle 化して再構成する単純な例です:

```
import io
import pickle

class MyClass:
    my_attribute = 1

class MyPickler(pickle.Pickler):
    def reducer_override(self, obj):
        """Custom reducer for MyClass."""
        if getattr(obj, "__name__", None) == "MyClass":
            return type, (obj.__name__, obj.__bases__,
                          {'my_attribute': obj.my_attribute})
        else:
            # For any other object, fallback to usual reduction
            return NotImplemented

f = io.BytesIO()
p = MyPickler(f)
p.dump(MyClass)

del MyClass

unpickled_class = pickle.loads(f.getvalue())

assert isinstance(unpickled_class, type)
assert unpickled_class.__name__ == "MyClass"
assert unpickled_class.my_attribute == 1
```

12.1.7 アウトオブバウンドバッファ

Added in version 3.8.

ある状況では、*pickle* モジュールは大量のデータを転送するために使われます。そのため、メモリのコピーを最小限に抑えてパフォーマンスとリソースの消費を良好な状態に保つことが重要になることがあります。しかし、オブジェクトのグラフ的構造をシーケンシャルなバイトストリームに変換する *pickle* モジュールの通常の処理は、本質的に pickle ストリームへの、または pickle ストリームからのデータのコピーを伴います。

この制約は、生産者 *provider* (変換されるオブジェクトの型の実装) と消費者 *consumer* (通信システムの実装) が pickle プロトコル 5 以上で提供されるアウトオブバウンドのデータ転送機能をサポートしていれば回避できます。

生産者 API

pickle 化される大きなサイズのデータオブジェクトは、プロトコル 5 以上でサポートされた *__reduce_ex__()* メソッドを実装しなければなりません。このメソッドは大きなデータに対して (*bytes* オブジェクトなどの代わりに) *PickleBuffer* インスタンスを返します。

PickleBuffer オブジェクトは背後にあるバッファがアウトオブバウンドのデータ転送に適合していることを **知らせます** 。これらのオブジェクトは *pickle* モジュールの通常の使い方との互換性を保っています。しかし、消費者側で *pickle* モジュールに対してそれらのバッファを自身で処理することを事前に知らせることもできます。

消費者 API

通信システムは、オブジェクトグラフを直列化するときに生成された *PickleBuffer* オブジェクトのカスタマイズされた処理を有効化することができます。

送信側は *buffer_callback* 引数を *Pickler* (または *dump()* や *dumps()* 関数) に渡す必要があります。この関数はオブジェクトグラフを pickle 化するときに生成されるそれぞれの *PickleBuffer* を引数として呼ばれます。*buffer_callback* によって蓄積されたバッファは、それが保持するデータのコピーを pickle ストリームに送らず、軽量なマーカーが挿入されるだけです。

受信側は *buffers* 引数を *Unpickler* (または *load()* や *loads()* 関数) に渡す必要があります。これは *buffer_callback* に渡されたバッファのイテラブルです。このイテラブルは *buffer_callback* に渡されたのと同じ順番でバッファを返さなければなりません。これらのバッファは、pickle 化処理によって *PickleBuffer* オブジェクトを生成したオブジェクトの再構築処理で期待されるデータを提供します。

送信側と受信側の間で、通信システムはアウトオブバウンドバッファの独自の転送メカニズムを自由に実装することができます。見込みのある最適化としては、共有メモリの利用や、データタイプ依存のデータ圧縮などが考えられます。

使用例

以下は、アウトオブバウンドのバッファを使った pickle 処理に関与することができるサブクラス *bytearray* を実装したささいな例です:

```
class ZeroCopyByteArray(bytearray):

    def __reduce_ex__(self, protocol):
        if protocol >= 5:
            return type(self)._reconstruct, (PickleBuffer(self),), None
        else:
            # PickleBuffer is forbidden with pickle protocols <= 4.
            return type(self)._reconstruct, (bytearray(self),)

    @classmethod
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def _reconstruct(cls, obj):
        with memoryview(obj) as m:
            # Get a handle over the original buffer object
            obj = m.obj
            if type(obj) is cls:
                # Original buffer object is a ZeroCopyByteArray, return it
                # as-is.
                return obj
            else:
                return cls(obj)
```

再構成関数 (_reconstruct クラスメソッド) は、受け取ったバッファが持っているオブジェクトを、それが正しい型であれば、そのまま返します。これは、このおもちゃのような例において、ゼロコピーの挙動を模擬的に行う簡単な方法です。

消費者側では、これらのオブジェクトを通常の方法で pickle 化することができます。この場合非直列化処理は元のオブジェクトのコピーを返します:

```
b = ZeroCopyByteArray(b"abc")
data = pickle.dumps(b, protocol=5)
new_b = pickle.loads(data)
print(b == new_b)  # True
print(b is new_b)  # False: a copy was made
```

いっぽう直列化において *buffer_callback* を設定し、非直列化において蓄積されたバッファを渡した場合、コピーではなく元のオブジェクトを得ることができます:

```
b = ZeroCopyByteArray(b"abc")
buffers = []
data = pickle.dumps(b, protocol=5, buffer_callback=buffers.append)
new_b = pickle.loads(data, buffers=buffers)
print(b == new_b)  # True
print(b is new_b)  # True: no copy was made
```

この例では *bytearray* がそれ自身メモリを割り当てるという性質による制限があります: すなわち、他のオブジェクトのメモリを参照する *bytearray* を生成することはできません。しかし、NumPy 配列のようなサードパーティのデータ型ではそのような制限はなく、異なるプロセス間または異なるシステム間で、ゼロコピー (または最小限のコピー) での pickle 処理の利用が可能です。

参考:

PEP 574 -- Pickle プロトコルバージョン 5 による帯域外データ

12.1.8 グローバル変数を制限する

デフォルトで、非 pickle 化は pickle データ内で見つけたあらゆるクラスや関数をインポートします。多くのアプリケーションでは、この振る舞いは受け入れられません。なぜなら、それによって unpickler が任意のコードをインポートして実行することが可能になるからです。この手の巧妙に作られた pickle データストリームがロードされたときに何を行うかをちょっと考えてみてください:

```
>>> import pickle
>>> pickle.loads(b"cos\nsystem\n(S'echo hello world'\ntR.")
hello world
0
```

この例において、unpickler は *os.system()* 関数をインポートして、次に文字列の引数 "echo hello world" を適用しています。この例は無害ですが、システムを破壊する例を想像するのは難しくありません。

この理由のため、*Unpickler.find_class()* をカスタマイズすることで非 pickle 化で何を得るかを制御したくなるかもしれません。その名前が示唆するのと異なり、*Unpickler.find_class()* はグローバル (クラスや関数) が必要とした時にはいつでも呼びだされます。したがって、グローバルを完全に禁止することも安全なサブセットに制限することも可能です。

これは、一部の安全なクラスについてのみ *builtins* モジュールからロードすることを許可する unpickler の例です:

```
import builtins
import io
import pickle

safe_builtins = {
    'range',
    'complex',
    'set',
    'frozenset',
    'slice',
}

class RestrictedUnpickler(pickle.Unpickler):

    def find_class(self, module, name):
        # Only allow safe classes from builtins.
        if module == "builtins" and name in safe_builtins:
            return getattr(builtins, name)
        # Forbid everything else.
        raise pickle.UnpicklingError("global '%s.%s' is forbidden" %
                                     (module, name))

def restricted_loads(s):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    """Helper function analogous to pickle.loads()."""
    return RestrictedUnpickler(io.BytesIO(s)).load()
```

この unpickler が働く使用例は次のように意図されます:

```
>>> restricted_loads(pickle.dumps([1, 2, range(15)]))
[1, 2, range(0, 15)]
>>> restricted_loads(b"cos\nsystem\n(S'echo hello world'\ntR.")
Traceback (most recent call last):
  ...
pickle.UnpicklingError: global 'os.system' is forbidden
>>> restricted_loads(b'cbuiltins\neval\n'
...                  b'(S\'getattr(__import__("os"), "system")'
...                  b'("echo hello world")\'\ntR.')
Traceback (most recent call last):
  ...
pickle.UnpicklingError: global 'builtins.eval' is forbidden
```

この例が示すように、非 pickle 化を認めるものに注意しなければなりません。したがって、セキュリティが重要な場合は *xmlrpc.client* の marshal API や、サードパーティのソリューションのような別の選択肢を考慮した方がよいでしょう。

12.1.9 性能

pickle プロトコルの最近のバージョン (プロトコル 2 以降) は一部の一般的な機能と組み込みデータ型を効率的にバイナリにエンコードするよう考慮されています。また、*pickle* モジュールは C 言語で書かれた透過的オプティマイザーを持っています。

12.1.10 使用例

最も単純なコードでは、*dump()* および *load()* 関数を使用してください。

```
import pickle

# An arbitrary collection of objects supported by pickle.
data = {
    'a': [1, 2.0, 3+4j],
    'b': ("character string", b"byte string"),
    'c': {None, True, False}
}

with open('data.pickle', 'wb') as f:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # Pickle the 'data' dictionary using the highest protocol available.
    pickle.dump(data, f, pickle.HIGHEST_PROTOCOL)
```

次の例は、pickle 化されたデータを読み込みます。

```
import pickle

with open('data.pickle', 'rb') as f:
    # The protocol version used is detected automatically, so we do not
    # have to specify it.
    data = pickle.load(f)
```

参考:

copyreg **モジュール** 拡
: 張型を登録するための Pickle インターフェース構成機構。

pickletools **モジュール**
: pickle データの処理や分析を行うためのツール。

shelve **モジュール** オ
: ブジェクトのインデクス付きデータベース; *pickle* を使います。

copy **モジュール** オ
: ブジェクトの浅いコピーおよび深いコピー。

marshal **モジュール** 組
: み込み型の高性能な直列化。

脚注

12.2 copyreg --- pickle サポート関数を登録する

ソースコード: Lib/copyreg.py

---

copyreg モジュールは、特定のオブジェクトを pickle する際に使われる関数を定義する手段を提供します。*pickle* モジュールと *copy* モジュールは、オブジェクトを pickle/コピーする場合にそれらの関数を使用します。このモジュールは、クラスでないオブジェクトコンストラクタに関する設定情報を提供します。そのようなコンストラクタは、ファクトリ関数か、クラスインスタンスかもしれません。

copyreg.**constructor**(*object*)
: *object* を有効なコンストラクタであると宣言します。*object* が呼び出し可能でなければ (したがってコンストラクタとして有効でなければ)、*TypeError* を発生します。

copyreg.**pickle**(*type*, *function*, *constructor_ob=None*)

function が型 *type* のオブジェクトに対する" リダクション" 関数として使われるように宣言します。*function* は文字列か、2 要素から 6 要素を含んだタプルを返さなければなりません。*function* のインターフェースについての詳細は *dispatch_table* を参照してください。

constructor_ob は古い機能で、現在は無視されますが、値を渡す場合は呼び出し可能 (callable) でなければなりません。

pickler オブジェクトまたは *pickle.Pickler* のサブクラスの *dispatch_table* 属性を、リダクション関数の宣言のために使うこともできるということは覚えておいてください。

12.2.1 使用例

下記の例は、pickle 関数を登録する方法と、それがどのように使用されるかを示そうとしています:

```
>>> import copyreg, copy, pickle
>>> class C:
...     def __init__(self, a):
...         self.a = a
...
>>> def pickle_c(c):
...     print("pickling a C instance...")
...     return C, (c.a,)
...
>>> copyreg.pickle(C, pickle_c)
>>> c = C(1)
>>> d = copy.copy(c)
pickling a C instance...
>>> p = pickle.dumps(c)
pickling a C instance...
```

12.3 shelve --- Python オブジェクトの永続化

ソースコード: Lib/shelve.py

" シェルフ (shelf, 棚)" は辞書に似た永続性を持つオブジェクトです。"dbm" データベースとの違いは、シェルフの値 (キーではありません！) は実質上どんな Python オブジェクトにも --- *pickle* モジュールが扱えるなら何でも --- できるということです。これにはほとんどのクラスインスタンス、再帰的なデータ型、沢山の共有されたサブオブジェクトを含むオブジェクトが含まれます。キーは通常の文字列です。

shelve.**open**(*filename*, *flag='c'*, *protocol=None*, *writeback=False*)

永続的な辞書を開きます。指定された *filename* は、根底にあるデータベースの基本ファイル名となります。

副作用として、*filename* には拡張子がつけられる場合があり、ひとつ以上のファイルが生成される可能性もあります。デフォルトでは、根底にあるデータベースファイルは読み書き可能なように開かれます。オプションの *flag* パラメータは *dbm.open()* における *flag* パラメータと同様に解釈されます。

By default, pickles created with *pickle.DEFAULT_PROTOCOL* are used to serialize values. The version of the pickle protocol can be specified with the *protocol* parameter.

Python の意味論により、シェルフには永続的な辞書の可変エントリがいつ変更されたかを知る術がありません。デフォルトでは、変更されたオブジェクトはシェルフに代入されたとき **だけ** 書き込まれます (使用例 参照)。オプションの *writeback* パラメータが `True` に設定されている場合は、アクセスされたすべてのエントリはメモリ上にキャッシュされ、*sync()* および *close()* を呼び出した際に書き戻されます; この機能は永続的な辞書上の可変の要素に対する変更を容易にしますが、多数のエントリがアクセスされた場合、膨大な量のメモリがキャッシュのために消費され、アクセスされた全てのエントリを書き戻す (アクセスされたエントリが可変であるか、あるいは実際に変更されたかを決定する方法は存在しないのです) ために、ファイルを閉じる操作が非常に低速になります。

バージョン 3.10 で変更: *pickle.DEFAULT_PROTOCOL* is now used as the default pickle protocol.

バージョン 3.11 で変更: Accepts *path-like object* for filename.

注釈: シェルフが自動的に閉じることに依存しないでください; それがもう必要ない場合は常に *close()* を明示的に呼ぶか、*shelve.open()* をコンテキストマネージャとして使用してください:

```
with shelve.open('spam') as db:
    db['eggs'] = 'eggs'
```

警告: *shelve* モジュールは裏で *pickle* を使っているので、信頼できないソースからシェルフを読み込むのは危険です。pickle と同じく、shelf の読み込みでも任意のコードを実行できるからです。

Shelf objects support most of methods and operations supported by dictionaries (except copying, constructors and operators `|` and `|=`). This eases the transition from dictionary based scripts to those requiring persistent storage.

追加でサポートされるメソッドが二つあります:

`Shelf.sync()`

シェルフが *writeback* を *True* にセットして開かれている場合に、キャッシュ中の全てのエントリを書き戻します。また可能な場合は、キャッシュを空にしてディスク上の永続的な辞書を同期します。このメソッドはシェルフを *close()* によって閉じるとき自動的に呼び出されます。

Shelf.close()

永続的な **辞書** オブジェクトを同期して閉じます。既に閉じられているシェルフに対して呼び出すと *ValueError* を出し失敗します。

参考:

Persistent dictionary recipe with widely supported storage formats and having the speed of native dictionaries.

12.3.1 制限事項

- どのデータベースパッケージが使われるか (例えば *dbm.ndbm* 、*dbm.gnu*) は、どのインターフェースが利用可能かに依存します。従って、データベースを *dbm* を使って直接開く方法は安全ではありません。データベースはまた、*dbm* が使われた場合 (不幸なことに) その制約に縛られます --- これはデータベースに記録されたオブジェクト (の pickle 化された表現) はかなり小さくなければならず、キー衝突が生じた場合に、稀にデータベースを更新することができなくなることを意味します。
- *shelve* モジュールは、シェルフに置かれたオブジェクトの **並列した** 読み出し/書き込みアクセスをサポートしません (複数の同時読み出しアクセスは安全です)。あるプログラムが書き込みのために開かれたシェルフを持っているとき、他のプログラムはそのシェルフを読み書きのために開いてはいけません。この問題を解決するために Unix のファイルロック機構を使うことができますが、この機構は Unix のバージョン間で異なり、使われているデータベースの実装について知識が必要となります。
- On macOS *dbm.ndbm* can silently corrupt the database file on updates, which can cause hard crashes when trying to read from the database.

class shelve.Shelf(*dict*, *protocol=None*, *writeback=False*, *keyencoding='utf-8'*)

collections.abc.MutableMapping のサブクラスで、*dict* オブジェクト内に pickle 化された値を保持します。

By default, pickles created with *pickle.DEFAULT_PROTOCOL* are used to serialize values. The version of the pickle protocol can be specified with the *protocol* parameter. See the *pickle* documentation for a discussion of the pickle protocols.

writeback パラメータが `True` に設定されていれば、アクセスされたすべてのエントリはメモリ上にキャッシュされ、ファイルを閉じる際に *dict* に書き戻されます; この機能により、可変のエントリに対して自然な操作が可能になりますが、さらに多くのメモリを消費し、辞書をファイルと同期して閉じる際に長い時間がかかるようになります。

keyencoding パラメータは、shelf の背後にある dict に対して使われる前にキーをエンコードするのに使用されるエンコーディングです。

Shelf オブジェクトは、コンテキストマネージャとしても使用できます。この場合、`with` ブロックが終了する際に、自動的に閉じられます。

バージョン 3.2 で変更: *keyencoding* パラメータを追加; 以前はキーは常に UTF-8 でエンコードされていました。

バージョン 3.4 で変更: コンテキストマネージャーサポートが追加されました。

バージョン 3.10 で変更: *pickle.DEFAULT_PROTOCOL* is now used as the default pickle protocol.

class shelve.**BsdDbShelf**(*dict*, *protocol=None*, *writeback=False*, *keyencoding='utf-8'*)

A subclass of *Shelf* which exposes `first()`, `next()`, `previous()`, `last()` and `set_location()` methods. These are available in the third-party `bsddb` module from pybsddb but not in other database modules. The *dict* object passed to the constructor must support those methods. This is generally accomplished by calling one of `bsddb.hashopen()`, `bsddb.btopen()` or `bsddb.rnopen()`. The optional *protocol*, *writeback*, and *keyencoding* parameters have the same interpretation as for the *Shelf* class.

class shelve.**DbfilenameShelf**(*filename*, *flag='c'*, *protocol=None*, *writeback=False*)

Shelf のサブクラスで、辞書に似たオブジェクトの代わりに *filename* を受理します。根底にあるファイルは *dbm.open()* を使って開かれます。デフォルトでは、ファイルは読み書き可能な状態で開かれます。オプションの *flag* パラメータは *open()* 関数におけるパラメータと同様に解釈されます。オプションの *protocol* および *writeback* パラメータは *Shelf* クラスにおけるパラメータと同様に解釈されます。

12.3.2 使用例

インターフェースは以下のコードに集約されています (`key` は文字列で、`data` は任意のオブジェクトです):

```
import shelve

d = shelve.open(filename)  # open -- file may get suffix added by low-level
                           # library

d[key] = data              # store data at key (overwrites old data if
                           # using an existing key)
data = d[key]              # retrieve a COPY of data at key (raise KeyError
                           # if no such key)
del d[key]                 # delete data stored at key (raises KeyError
                           # if no such key)

flag = key in d            # true if the key exists
klist = list(d.keys())     # a list of all existing keys (slow!)

# as d was opened WITHOUT writeback=True, beware:
d['xx'] = [0, 1, 2]        # this works as expected, but...
d['xx'].append(3)          # *this doesn't!* -- d['xx'] is STILL [0, 1, 2]!

# having opened d without writeback=True, you need to code carefully:
temp = d['xx']             # extracts the copy
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
temp.append(5)              # mutates the copy
d['xx'] = temp              # stores the copy right back, to persist it

# or, d=shelve.open(filename,writeback=True) would let you just code
# d['xx'].append(5) and have it work as expected, BUT it would also
# consume more memory and make the d.close() operation slower.

d.close()                   # close it
```

参考:

dbm モジュール
: dbm スタイルのデータベースに対する共通インターフェース。

pickle モジュール
: *shelve* によって使われるオブジェクト整列化機構。

12.4 marshal --- 内部使用向けの Python オブジェクト直列化

This module contains functions that can read and write Python values in a binary format. The format is specific to Python, but independent of machine architecture issues (e.g., you can write a Python value to a file on a PC, transport the file to a Mac, and read it back there). Details of the format are undocumented on purpose; it may change between Python versions (although it rarely does).[*1]

This is not a general "persistence" module. For general persistence and transfer of Python objects through RPC calls, see the modules *pickle* and *shelve*. The *marshal* module exists mainly to support reading and writing the "pseudo-compiled" code for Python modules of .pyc files. Therefore, the Python maintainers reserve the right to modify the marshal format in backward incompatible ways should the need arise. The format of code objects is not compatible between Python versions, even if the version of the format is the same. De-serializing a code object in the incorrect Python version has undefined behavior. If you're serializing and de-serializing Python objects, use the *pickle* module instead -- the performance is comparable, version independence is guaranteed, and pickle supports a substantially wider range of objects than marshal.

警告: *marshal* モジュールは、誤ったデータや悪意を持って作成されたデータに対する安全性を考慮していません。信頼できない、もしくは認証されていない出所からのデータを非整列化してはなりません。

[*1] このモジュールの名前は (特に) Modula-3 の設計者の間で使われていた用語の一つに由来しています。彼らはデータを自己充足的な形式で輸送する操作に " 整列化 (marshalling)" という用語を使いました。厳密に言えば、" 整列させる (to marshal)" とは、あるデータを (例えば RPC バッファのように) 内部表現形式から外部表現形式に変換することを意味し、" 非整列化 (unmarshalling)" とはその逆を意味します。

Not all Python object types are supported; in general, only objects whose value is independent from a particular invocation of Python can be written and read by this module. The following types are supported: booleans, integers, floating point numbers, complex numbers, strings, bytes, bytearrays, tuples, lists, sets, frozensets, dictionaries, and code objects (if *allow_code* is true), where it should be understood that tuples, lists, sets, frozensets and dictionaries are only supported as long as the values contained therein are themselves supported. The singletons *None*, *Ellipsis* and *StopIteration* can also be marshalled and unmarshalled. For format *version* lower than 3, recursive lists, sets and dictionaries cannot be written (see below).

bytes-like オブジェクトを操作する関数と同様に、ファイルの読み書きを行う関数が提供されています。

このモジュールでは、以下の関数が定義されています。

marshal.dump(*value*, *file*, *version=version*, */*, ***, *allow_code=True*)

開かれたファイルに値を書き込みます。値はサポートされている型でなくてはなりません。file は書き込み可能な **バイナリファイル** である必要があります。

If the value has (or contains an object that has) an unsupported type, a *ValueError* exception is raised --- but garbage data will also be written to the file. The object will not be properly read back by *load()*. Code objects are only supported if *allow_code* is true.

version 引数は `dump` が使用するデータフォーマットを指定します (下記を参照してください)。

引数 `value`, `version` を指定して **監査イベント** `marshal.dumps` を送出します。

バージョン 3.13 で変更: Added the *allow_code* parameter.

marshal.load(*file*, */*, ***, *allow_code=True*)

Read one value from the open file and return it. If no valid value is read (e.g. because the data has a different Python version's incompatible marshal format), raise *EOFError*, *ValueError* or *TypeError*. Code objects are only supported if *allow_code* is true. The file must be a readable *binary file*.

引数無しで **監査イベント** `marshal.load` を送出します。

注釈: サポートされていない型を含むオブジェクトが *dump()* で整列化されている場合、*load()* は整列化不能な値を `None` で置き換えます。

バージョン 3.10 で変更: This call used to raise a `code.__new__` audit event for each code object. Now it raises a single `marshal.load` event for the entire load operation.

バージョン 3.13 で変更: Added the *allow_code* parameter.

marshal.dumps(*value*, *version=version*, */*, ***, *allow_code=True*)

Return the bytes object that would be written to a file by `dump(value, file)`. The value must be

a supported type. Raise a *ValueError* exception if value has (or contains an object that has) an unsupported type. Code objects are only supported if *allow_code* is true.

version 引数は `dumps` が使用するデータフォーマットを指定します (下記を参照してください)。

引数 `value`, `version` を指定して **監査イベント** `marshal.dumps` を送出します。

バージョン 3.13 で変更: Added the *allow_code* parameter.

`marshal.loads`(*bytes*, */*, ***, *allow_code=True*)

Convert the *bytes-like object* to a value. If no valid value is found, raise *EOFError*, *ValueError* or *TypeError*. Code objects are only supported if *allow_code* is true. Extra bytes in the input are ignored.

引数 `bytes` を指定して **監査イベント** `marshal.loads` を送出します。

バージョン 3.10 で変更: This call used to raise a `code.__new__` audit event for each code object. Now it raises a single `marshal.loads` event for the entire load operation.

バージョン 3.13 で変更: Added the *allow_code* parameter.

これに加えて、以下の定数が定義されています:

`marshal.version`

このモジュールが利用するバージョンを表します。バージョン 0 は歴史的なフォーマットです。バージョン 1 は文字列の再利用をします。バージョン 2 は浮動小数点数にバイナリフォーマットを使用します。バージョン 3 はオブジェクトのインスタンス化と再帰をサポートします。現在のバージョンは 4 です。

脚注

12.5 `dbm` --- Unix " データベース" へのインターフェース

ソースコード: Lib/dbm/___init___.py

---

dbm is a generic interface to variants of the DBM database:

- *dbm.sqlite3*
- *dbm.gnu*
- *dbm.ndbm*

If none of these modules are installed, the slow-but-simple implementation in module *dbm.dumb* will be used. There is a third party interface to the Oracle Berkeley DB.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外。

このモジュールは WebAssembly プラットフォームと iOS では動作しないか、利用不可です。WASM 上での利用可能性についてのさらなる情報は *WebAssembly* **プラットフォーム** を、iOS 上での利用可能性についてのさらなる情報は *iOS* を見てください。

exception dbm.error

サポートされているモジュールそれぞれによって送出される可能性のある例外を含むタプル。これにはユニークな例外があり、最初の要素として同じく *dbm.error* という名前の例外が含まれます --- *dbm.error* が送出される場合、後者 (訳注:タプルの dbm.error ではなく例外 *dbm.error*) が使用されます。

dbm.**whichdb**(*filename*)

This function attempts to guess which of the several simple database modules available --- *dbm.sqlite3*, *dbm.gnu*, *dbm.ndbm*, or *dbm.dumb* --- should be used to open a given file.

Return one of the following values:

- None if the file can't be opened because it's unreadable or doesn't exist
- the empty string ('') if the file's format can't be guessed
- a string containing the required module name, such as 'dbm.ndbm' or 'dbm.gnu'

バージョン 3.11 で変更: *filename* accepts a *path-like object*.

dbm.**open**(*file*, *flag='r'*, *mode=0o666*)

Open a database and return the corresponding database object.

パラメータ

- **file** (*path-like object*) -- The database file to open.

  If the database file already exists, the *whichdb()* function is used to determine its type and the appropriate module is used; if it does not exist, the first submodule listed above that can be imported is used.

- **flag** (str) --
  - 'r' (default): Open existing database for reading only.
  - 'w': Open existing database for reading and writing.
  - 'c': Open database for reading and writing, creating it if it doesn't exist.
  - 'n': Always create a new, empty database, open for reading and writing.
- **mode** (int) -- The Unix file access mode of the file (default: octal 0o666), used only when the database has to be created.

バージョン 3.11 で変更: *file* accepts a *path-like object*.

The object returned by *open()* supports the same basic functionality as a *dict*; keys and their corresponding values can be stored, retrieved, and deleted, and the `in` operator and the `keys()` method are available, as well as `get()` and `setdefault()` methods.

Key and values are always stored as *bytes*. This means that when strings are used they are implicitly converted to the default encoding before being stored.

これらのオブジェクトは、`with` 文での使用にも対応しています。with 文を使用した場合、終了時に自動的に閉じられます。

バージョン 3.2 で変更: `get()` and `setdefault()` methods are now available for all *dbm* backends.

バージョン 3.4 で変更: Added native support for the context management protocol to the objects returned by *open()*.

バージョン 3.8 で変更: Deleting a key from a read-only database raises a database module specific exception instead of *KeyError*.

以下の例ではホスト名と対応するタイトルをいくつか記録し、データベースの内容を出力します:

```
import dbm

# Open database, creating it if necessary.
with dbm.open('cache', 'c') as db:

    # Record some values
    db[b'hello'] = b'there'
    db['www.python.org'] = 'Python Website'
    db['www.cnn.com'] = 'Cable News Network'

    # Note that the keys are considered bytes now.
    assert db[b'www.python.org'] == b'Python Website'
    # Notice how the value is now in bytes.
    assert db['www.cnn.com'] == b'Cable News Network'

    # Often-used methods of the dict interface work too.
    print(db.get('python.org', b'not present'))

    # Storing a non-string key or value will raise an exception (most
    # likely a TypeError).
    db['www.yahoo.com'] = 4

# db is automatically closed when leaving the with statement.
```

参考:

shelve モジュール
: 非文字列データを記録する永続化モジュール。

個々のサブモジュールは以降の節で説明されます。

12.5.1 dbm.sqlite3 --- SQLite backend for dbm

Added in version 3.13.

Source code: Lib/dbm/sqlite3.py

This module uses the standard library *sqlite3* module to provide an SQLite backend for the *dbm* module. The files created by *dbm.sqlite3* can thus be opened by *sqlite3*, or any other SQLite browser, including the SQLite CLI.

dbm.sqlite3.**open**(*filename*, */*, *flag='r'*, *mode=0o666*)

Open an SQLite database. The returned object behaves like a *mapping*, implements a `close()` method, and supports a "closing" context manager via the `with` keyword.

パラメータ

- **filename** (*path-like object*) -- The path to the database to be opened.
- **flag** (str) --
  - `'r'` (default): Open existing database for reading only.
  - `'w'`: Open existing database for reading and writing.
  - `'c'`: Open database for reading and writing, creating it if it doesn't exist.
  - `'n'`: Always create a new, empty database, open for reading and writing.
- **mode** -- The Unix file access mode of the file (default: octal `0o666`), used only when the database has to be created.

12.5.2 dbm.gnu --- GNU database manager

ソースコード: Lib/dbm/gnu.py

The *dbm.gnu* module provides an interface to the GDBM (GNU dbm) library, similar to the *dbm.ndbm* module, but with additional functionality like crash tolerance.

注釈: The file formats created by *dbm.gnu* and *dbm.ndbm* are incompatible and can not be used interchangeably.

---

exception dbm.gnu.error

I/O エラーのような *dbm.gnu* 特有のエラーで送出されます。誤ったキーの指定のように、一般的なマップ型のエラーに対しては *KeyError* が送出されます。

dbm.gnu.open(*filename*, *flag='r'*, *mode=0o666*, */*)

Open a GDBM database and return a gdbm object.

パラメータ

- **filename** (*path-like object*) -- The database file to open.
- **flag** (str) --
  - 'r' (default): Open existing database for reading only.
  - 'w': Open existing database for reading and writing.
  - 'c': Open database for reading and writing, creating it if it doesn't exist.
  - 'n': Always create a new, empty database, open for reading and writing.

  The following additional characters may be appended to control how the database is opened:
  - 'f': Open the database in fast mode. Writes to the database will not be synchronized.
  - 's': Synchronized mode. Changes to the database will be written immediately to the file.
  - 'u': Do not lock database.

  Not all flags are valid for all versions of GDBM. See the *open_flags* member for a list of supported flag characters.
- **mode** (int) -- The Unix file access mode of the file (default: octal 0o666), used only when the database has to be created.

例外

error -- If an invalid *flag* argument is passed.

バージョン 3.11 で変更: *filename* accepts a *path-like object*.

dbm.gnu.open_flags

A string of characters the *flag* parameter of *open()* supports.

gdbm objects behave similar to *mappings*, but items() and values() methods are not supported. The following methods are also provided:

gdbm.**firstkey**()

It's possible to loop over every key in the database using this method and the *nextkey()* method. The traversal is ordered by GDBM's internal hash values, and won't be sorted by the key values. This method returns the starting key.

gdbm.**nextkey**(*key*)

データベースの順方向探索において、*key* よりも後に来るキーを返します。以下のコードはデータベース db について、キー全てを含むリストをメモリ上に生成することなく全てのキーを出力します:

```
k = db.firstkey()
while k is not None:
    print(k)
    k = db.nextkey(k)
```

gdbm.**reorganize**()

If you have carried out a lot of deletions and would like to shrink the space used by the GDBM file, this routine will reorganize the database. gdbm objects will not shorten the length of a database file except by using this reorganization; otherwise, deleted file space will be kept and reused as new (key, value) pairs are added.

gdbm.**sync**()

データベースが高速モードで開かれていた場合、このメソッドはディスクにまだ書き込まれていないデータを全て書き込ませます。

gdbm.**close**()

Close the GDBM database.

gdbm.**clear**()

Remove all items from the GDBM database.

Added in version 3.13.

12.5.3 dbm.ndbm --- New Database Manager

ソースコード: Lib/dbm/ndbm.py

The *dbm.ndbm* module provides an interface to the NDBM (New Database Manager) library. This module can be used with the "classic" NDBM interface or the GDBM compatibility interface.

注釈: The file formats created by *dbm.gnu* and *dbm.ndbm* are incompatible and can not be used interchangeably.

警告: The NDBM library shipped as part of macOS has an undocumented limitation on the size of values, which can result in corrupted database files when storing values larger than this limit. Reading such corrupted files can result in a hard crash (segmentation fault).

exception dbm.ndbm.error

I/O エラーのような *dbm.ndbm* 特有のエラーで送出されます。誤ったキーの指定のように、一般的なマップ型のエラーに対しては *KeyError* が送出されます。

dbm.ndbm.library

Name of the NDBM implementation library used.

dbm.ndbm.open(*filename*, *flag='r'*, *mode=0o666*, */*)

Open an NDBM database and return an ndbm object.

パラメータ

- **filename** (*path-like object*) -- The basename of the database file (without the .dir or .pag extensions).
- **flag** (str) --
  - 'r' (default): Open existing database for reading only.
  - 'w': Open existing database for reading and writing.
  - 'c': Open database for reading and writing, creating it if it doesn't exist.
  - 'n': Always create a new, empty database, open for reading and writing.
- **mode** (int) -- The Unix file access mode of the file (default: octal 0o666), used only when the database has to be created.

ndbm objects behave similar to *mappings*, but items() and values() methods are not supported. The following methods are also provided:

バージョン 3.11 で変更: Accepts *path-like object* for filename.

ndbm.close()

Close the NDBM database.

ndbm.clear()

Remove all items from the NDBM database.

Added in version 3.13.

12.5.4 dbm.dumb --- 可搬性のある DBM 実装

ソースコード: Lib/dbm/dumb.py

注釈: *dbm.dumb* モジュールは、*dbm* が頑健なモジュールを他に見つけることができなかった際の最後の手段とされています。*dbm.dumb* モジュールは速度を重視して書かれているわけではなく、他のデータベースモジュールのように重い使い方をするためのものではありません。

The *dbm.dumb* module provides a persistent *dict*-like interface which is written entirely in Python. Unlike other *dbm* backends, such as *dbm.gnu*, no external library is required.

The dbm.dumb module defines the following:

exception dbm.dumb.error

I/O エラーのような *dbm.dumb* 特有のエラーの際に送出されます。不正なキーを指定したときのような、一般的な対応付けエラーの際には *KeyError* が送出されます。

dbm.dumb.open(*filename*, *flag='c'*, *mode=0o666*)

Open a dbm.dumb database. The returned database object behaves similar to a *mapping*, in addition to providing *sync()* and *close()* methods.

パラメータ

- **filename** -- The basename of the database file (without extensions). A new database creates the following files:
  - *filename*.dat
  - *filename*.dir
- **flag** (str) --
  - 'r': Open existing database for reading only.
  - 'w': Open existing database for reading and writing.
  - 'c' (default): Open database for reading and writing, creating it if it doesn't exist.
  - 'n': Always create a new, empty database, open for reading and writing.
- **mode** (int) -- The Unix file access mode of the file (default: octal 0o666), used only when the database has to be created.

> **警告:** 十分に大きかったり複雑だったりするエントリーのあるデータベースを読み込んでいるときに、Python の抽象構文木コンパイラのスタックの深さの限界を越えるせいで、Python インタプリタをクラッシュさせることができます。

バージョン 3.5 で変更: *open()* always creates a new database when *flag* is `'n'`.

バージョン 3.8 で変更: A database opened read-only if *flag* is `'r'`. A database is not created if it does not exist if *flag* is `'r'` or `'w'`.

バージョン 3.11 で変更: *filename* accepts a *path-like object*.

In addition to the methods provided by the *collections.abc.MutableMapping* class, the following methods are provided:

`dumbdbm.sync()`

ディスク上の辞書とデータファイルを同期します。このメソッドは `Shelve.sync()` メソッドから呼び出されます。

`dumbdbm.close()`

Close the database.

12.6 sqlite3 --- SQLite データベース用の DB-API 2.0 インターフェース

ソースコード: Lib/sqlite3/ SQLite は、軽量なディスク上のデータベースを提供する C ライブラリです。別のサーバプロセスを用意する必要なく、SQL クエリー言語の非標準的な一種を使用してデータベースにアクセスできます。一部のアプリケーションは内部データ保存に SQLite を使えます。また、SQLite を使ってアプリケーションのプロトタイプを作り、その後そのコードを PostgreSQL や Oracle のような大規模データベースに移植するということも可能です。

The `sqlite3` module was written by Gerhard Häring. It provides an SQL interface compliant with the DB-API 2.0 specification described by **PEP 249**, and requires SQLite 3.15.2 or newer.

この文書には大きく分けて 4 つの節があります:

- **チュートリアル** `sqlite3` モジュールの使い方を学びます。
- **リファレンス** このモジュールが定義するクラスと関数について説明します。
- **ハウツー・ガイド** 特定のタスクの処理方法について詳しく説明します。
- **説明** トランザクション制御の背景をより深く掘り下げて説明します。

参考:

https://www.sqlite.org
: SQLite のウェブページ。ここの文書ではサポートされる SQL 方言の文法と使えるデータ型を説明しています。

https://www.w3schools.com/sql/
: SQL 学習に効くチュートリアル、リファレンス、実例集。

PEP 249 - Database API Specification 2.0
: Marc-Andre Lemburg により書かれた PEP。

12.6.1 チュートリアル

このチュートリアルでは、あなたは基本的な `sqlite3` 機能を使用して、例としてモンティ・パイソンの映画のデータベースを作成します。あなたがカーソル (cursors) やトランザクション (transactions) を含むデータベースの基本概念を理解していることを前提としています。

最初に、新しいデータベースを作成し、データベース接続 (connection) を開いて `sqlite3` が動作できるようにする必要があります。*`sqlite3.connect()`* を呼び出して、データベース `tutorial.db` への接続を現在の作業ディレクトリに作成します。存在しない場合は暗黙的に作成します。

```
import sqlite3
con = sqlite3.connect("tutorial.db")
```

返された *`Connection`* オブジェクト `con` は、ディスク上のデータベースへの接続を表します。

SQL 文を実行し、SQL クエリから結果を取得するには、データベース・カーソルを使用する必要があります。*`con.cursor()`* を呼び出して *`Cursor`* を作成してください:

```
cur = con.cursor()
```

さて、今やデータベース接続とカーソルを取得したので、タイトル (title) とリリース年 (year) と、レビュー・スコア (score) の列 (columns) を持つデータベース・テーブル `movie` を作成できます。簡単にするために、テーブル宣言では列名だけを使用できます。SQLite の 柔軟な型付け (flexible typing) 機能のおかげで、データ型の指定はオプションになっています。*`cur.execute(...)`* を呼び出して `CREATE TABLE` 文を実行してください:

```
cur.execute("CREATE TABLE movie(title, year, score)")
```

SQLite に組み込みの `sqlite_master` テーブルに対してクエリを実行することで、新しいテーブルが作成されたことを確認できます。このテーブルには、`movie` テーブル定義のエントリが含まれているはずです (詳細は The Schema Table 参照)。*`cur.execute(...)`* を呼び出してクエリを実行して、その結果を `res` に代入し、結果の行 (row) を取得するために *`res.fetchone()`* を呼び出します:

```
>>> res = cur.execute("SELECT name FROM sqlite_master")
>>> res.fetchone()
('movie',)
```

クエリがテーブルの名前を含む **タプル** を返すので、テーブルが作成されたことがわかります。存在しないテーブル spam に対して sqlite_master をクエリすると、res.fetchone() は None を返します:

```
>>> res = cur.execute("SELECT name FROM sqlite_master WHERE name='spam'")
>>> res.fetchone() is None
True
```

ここで、INSERT 文を実行して SQL のリテラルとして提供された 2 行のデータを追加し、再度 *cur.execute(...)* を呼び出して追加します:

```
cur.execute("""
    INSERT INTO movie VALUES
        ('Monty Python and the Holy Grail', 1975, 8.2),
        ('And Now for Something Completely Different', 1971, 7.5)
""")
```

INSERT 文は、変更がデータベースに保存される前にコミットする必要がある、トランザクションを暗黙的に開きます (詳細は、**トランザクション制御** 参照)。トランザクションをコミットするために接続オブジェクト (connection object) の *con.commit()* を呼び出して下さい:

```
con.commit()
```

SELECT クエリを実行することで、データが正しく挿入されたことを確認できます。結果のすべての行を返すには、おなじみの *cur.execute(...)* を使用して結果を res に代入し、*res.fetchall()* を呼び出して下さい:

```
>>> res = cur.execute("SELECT score FROM movie")
>>> res.fetchall()
[(8.2,), (7.5,)]
```

結果は、2 つの **タプル** の **リスト** で、それぞれのタプルにその行の score 値が含まれています。

ここで、*cur.executemany(...)* を呼び出して、さらに 3 行挿入します:

```
data = [
    ("Monty Python Live at the Hollywood Bowl", 1982, 7.9),
    ("Monty Python's The Meaning of Life", 1983, 7.5),
    ("Monty Python's Life of Brian", 1979, 8.0),
]
cur.executemany("INSERT INTO movie VALUES(?, ?, ?)", data)
con.commit()  # Remember to commit the transaction after executing INSERT.
```

data をクエリに結び付け (bind) するために ? プレースホルダが使用されていることに注意してください。SQL

インジェクション攻撃 (SQL injection attacks) を避けるために、Python の値を SQL 文に結び付けするには、常に 文字列フォーマット の代わりにプレースホルダを使用してください (詳細は **プレースホルダを使用して** *SQL* **クエリに値を結び付ける方法** 参照)。

SELECT クエリを実行することで、新しい行が挿入されたことを確認できます。今回は、クエリの結果を反復処理します:

```
>>> for row in cur.execute("SELECT year, title FROM movie ORDER BY year"):
...     print(row)
(1971, 'And Now for Something Completely Different')
(1975, 'Monty Python and the Holy Grail')
(1979, "Monty Python's Life of Brian")
(1982, 'Monty Python Live at the Hollywood Bowl')
(1983, "Monty Python's The Meaning of Life")
```

各行 (row) は **タプル** の (year, title) の 2 つの項目であり、クエリで選択された列 (columns) にマッチします。

最後に、*con.close()* を呼び出して既存の接続 (connection) を閉じ、新しい接続を開き、新しいカーソルを作成してから、データベースに対してクエリを実行して、データベースがディスクに書き込まれたことを確認します:

```
>>> con.close()
>>> new_con = sqlite3.connect("tutorial.db")
>>> new_cur = new_con.cursor()
>>> res = new_cur.execute("SELECT title, year FROM movie ORDER BY score DESC")
>>> title, year = res.fetchone()
>>> print(f'The highest scoring Monty Python movie is {title!r}, released in {year}')
The highest scoring Monty Python movie is 'Monty Python and the Holy Grail', released in 1975
>>> new_con.close()
```

これで、あなたは、sqlite3 モジュールを使用して SQLite データベースを作成し、複数の方法でデータを挿入し、そこから値を取得することができるようになりました。

参考:

- **ハウツー・ガイド** も参考にしてください:
  - **プレースホルダを使用して** *SQL* **クエリに値を結び付ける方法**
  - **カスタム** *Python* **型を** *SQLite* **値に適合させる方法**
  - *SQLite* **値をカスタム** *Python* **型に変換する方法**
  - **接続** *(connection)* **コンテキストマネージャの使い方**
  - **行工場** *(row factories)* **の作成方法と使用方法**
- **トランザクション制御** トランザクション制御の背景についてより深く掘り下げた説明。

12.6.2 リファレンス

モジュール関数

sqlite3.connect(*database*, *timeout=5.0*, *detect_types=0*, *isolation_level='DEFERRED'*, *check_same_thread=True*, *factory=sqlite3.Connection*, *cached_statements=128*, *uri=False*, ***, *autocommit=sqlite3.LEGACY_TRANSACTION_CONTROL*)

SQLite データベースとの接続 (connection) を開きます。

パラメータ

- **database** (*path-like object*) -- The path to the database file to be opened. You can pass `":memory:"` to create an SQLite database existing only in memory, and open a connection to it.
- **timeout** (`float`) -- テーブルがロックされている場合、*OperationalError* を送出する前に接続を待機する秒数。別の接続がテーブルを変更するためにトランザクションを開くと、そのテーブルはトランザクションがコミットされるまでロックされます。デフォルトは 5 秒です。
- **detect_types** (`int`) -- *register_converter()* で登録された変換関数を使用して、*SQLite でネイティブにサポートされている型* 以外のデータ型を検出して、Python 型に変換するかどうか、そして、その変換方法を制御します。これは、*PARSE_DECLTYPES* と *PARSE_COLNAMES* を (ビット論理和 `|` を使用して) 任意の組み合わせで設定することで有効になります。両方のフラグが設定されている場合、宣言された型よりも列名が優先されます。*detect_types* パラメータが設定されている場合でも、生成されたフィールド (たとえば `max(data)`) の型は検出できず、代わりに *str* が返されます。デフォルト (`0`) では、データ型検出は無効になっています。
- **isolation_level** (`str` / *None*) -- Control legacy transaction handling behaviour. See *Connection.isolation_level* and *isolation_level* *属性に依るトランザクション制御* for more information. Can be `"DEFERRED"` (default), `"EXCLUSIVE"` or `"IMMEDIATE"`; or `None` to disable opening transactions implicitly. Has no effect unless *Connection.autocommit* is set to *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL* (the default).
- **check_same_thread** (`bool`) -- `True` (これがデフォルトです) なら、データベース接続を作成したスレッド以外のスレッドがデータベース接続を使用すると、*ProgrammingError* が送出されます。`False` なら、接続は複数のスレッドからアクセスできます。ただし、データの破損を避けるために、ユーザーによる書き込み操作の直列化が必要になることがあります。詳細は *threadsafety* を参照してください。
- **factory** (`Connection`) -- デフォルトの *Connection* クラスでない場合に接続 (connection) を作成する *Connection* のカスタム・サブクラスです。
- **cached_statements** (`int`) -- `sqlite3` がこの接続 (connection) のために内部的にキャッシュする SQL 文 (statements) の数で、パース時のオーバーヘッドを回避します。デフォルト

では、128 文 (statements) です。

- **uri** (bool) -- True に設定すると、*database* は、ファイル・パス (path) とオプションのクエリ文字列を含む URI (Uniform Resource Identifier) として解釈されます。スキームの部分は "file:" でなければならず、パス (path) は相対パスまたは絶対パスにすることができます。クエリ文字列により、パラメーターを SQLite に渡すことができ、さまざまな *SQLite URI の操作方法* が有効になります。

- **autocommit** (bool) -- Control **PEP 249** transaction handling behaviour. See *Connection.autocommit* and *autocommit 属性に依るトランザクション制御* for more information. *autocommit* currently defaults to *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL*. The default will change to False in a future Python release.

戻り値の型

Connection

引数 database を指定して **監査イベント** sqlite3.connect を送出します。

引数 connection_handle を指定して **監査イベント** sqlite3.connect/handle を送出します。

バージョン 3.4 で変更: uri パラメータが追加されました。

バージョン 3.7 で変更: *database* は、文字列だけでなく、*path-like object* にすることもできるようになりました。

バージョン 3.10 で変更: Added the sqlite3.connect/handle auditing event.

バージョン 3.12 で変更: Added the *autocommit* parameter.

バージョン 3.13 で変更: Positional use of the parameters *timeout*, *detect_types*, *isolation_level*, *check_same_thread*, *factory*, *cached_statements*, and *uri* is deprecated. They will become keyword-only parameters in Python 3.15.

sqlite3.complete_statement(*statement*)

文字列 *statement* が 1 つ以上の完全な SQL 文を含んでいるように見える場合、True を返します。閉じられていない文字列リテラルがないことと、文がセミコロンで終了していることを確認する以外の、構文の検証やパースは行われません。

例えば:

```
>>> sqlite3.complete_statement("SELECT foo FROM bar;")
True
>>> sqlite3.complete_statement("SELECT foo")
False
```

この関数は、コマンドライン入力時に便利で、入力されたテキストが完全な SQL 文を形成しているように見えるかどうか、または *execute()* を呼び出す前に追加の入力が必要かどうかを判断するのに使えます。

実際の使用例については、Lib/sqlite3/__main__.py の `runsource()` を参照してください。

`sqlite3.enable_callback_tracebacks`(*flag*, /)

コールバックのトレースバックを有効または無効にします。デフォルトでは、ユーザー定義関数や集計関数や変換関数や authorizer コールバックなどではトレースバックを取得しません。それらをデバッグしたい場合は、*flag* を `True` に設定してこの関数を呼び出し。その後、*sys.stderr* のコールバックからトレースバックを取得します。機能を再び無効にするには `False` を使用します。

注釈: Errors in user-defined function callbacks are logged as unraisable exceptions. Use an *unraisable hook handler* for introspection of the failed callback.

`sqlite3.register_adapter`(*type*, *adapter*, /)

adapter **呼び出し可能オブジェクト** を登録して、Python 型の *type* を SQLite の型に適合させます。適合関数 (adapter) アダプターは、Python 型 *type* の Python オブジェクトを唯一の引数として使用して呼び出され、*SQLite* **がネイティブに理解する型** の値を返す必要があります。

`sqlite3.register_converter`(*typename*, *converter*, /)

converter **呼び出し可能オブジェクト** を登録して、*typename* 型の SQLite オブジェクトを指定の型の Python オブジェクトに変換します。変換関数 (converter)、*typename* 型のすべての SQLite 値に対して呼び出されます。変換関数には *bytes* オブジェクトが渡され、目的の Python 型のオブジェクトを返す必要があります。型検出の仕組みについては、*connect()* のパラメーター *detect_types* を参照してください。

注釈: *typename* とクエリ内の型の名前は、大文字小文字を区別せずにマッチングされます。

モジュール定数

`sqlite3.LEGACY_TRANSACTION_CONTROL`

古いスタイル (Python 3.12 より前) のトランザクション制御の振る舞いを選択するには、*autocommit* に、この定数を設定します。詳細については *isolation_level* **属性に依るトランザクション制御** を参照してください。

`sqlite3.PARSE_COLNAMES`

このフラグ値を *connect()* の *detect_types* パラメーターに渡し、クエリの列 (column) 名からパースされた型名を変換関数辞書 (converter dictionary) のキーとして使用して変換関数を探します。型名は角括弧 (`[]`) で囲む必要があります。

```
SELECT p as "p [point]" FROM test;  ! will look up converter "point"
```

このフラグは `|` (ビット論理和) 演算子を使用して *PARSE_DECLTYPES* と組み合わせることができます。

sqlite3.PARSE_DECLTYPES

このフラグ値を *connect()* の *detect_types* パラメーターに渡して、各列 (column) で宣言した型を使用して変換関数を探します。型は、データベース・テーブルの作成時に宣言します。sqlite3 は、宣言された型の、最初の単語を、変換関数辞書 (converter dictionary) のキーとして使用して、変換関数を探します。例えば:

```
CREATE TABLE test(
   i integer primary key,  ! will look up a converter named "integer"
   p point,                ! will look up a converter named "point"
   n number(10)            ! will look up a converter named "number"
 )
```

このフラグは | (ビット論理和) 演算子を使用して *PARSE_COLNAMES* と組み合わせることができます。

sqlite3.SQLITE_OK

sqlite3.SQLITE_DENY

sqlite3.SQLITE_IGNORE

Connection.set_authorizer() に渡す **呼び出し可能オブジェクト** が返す必要のあるフラグ。これらは以下の意味です:

- アクセスは許可されました (SQLITE_OK)
- 当該 SQL 文全体の実行をエラーで中止 (abort) する必要があります (SQLITE_DENY)
- 列 (column) は NULL 値として扱う必要がありますが、当該 SQL 文の実行は続行する必要があります (SQLITE_IGNORE)

sqlite3.apilevel

サポートされている DB-API レベルを示す文字列定数。DB-API で必要です。"2.0" とハードコーディングされています。

sqlite3.paramstyle

sqlite3 モジュールが期待するパラメータ・マーカーのフォーマットの種類をあらわす文字列定数です。DB-API で必要です。"qmark" とハードコーディングされています。

注釈: named DB-API パラメータ・スタイルもサポートされています。

---

sqlite3.sqlite_version

文字列 としての、ランタイム SQLite ライブラリのバージョン番号。

sqlite3.sqlite_version_info

整数 の **タプル** としての、ランタイム SQLite ライブラリのバージョン番号。

sqlite3.**threadsafety**

sqlite3 モジュールがサポートするスレッドセーフのレベルを示す、DB-API 2.0 で必要な整数定数。この属性は、背後の SQLite ライブラリのコンパイル時のデフォルトの SQLite スレッド・モード (threading mode) に基づいて設定されます。SQLite のスレッド・モードは以下のとおりです:

1. **シングル・スレッド**: このモードでは、すべてのミューテックスが無効になり、一度に複数のスレッドで SQLite を使用するのは安全ではありません。
2. **マルチ・スレッド**: このモードでは、1 つのデータベース接続が 2 つ以上のスレッドで同時に使用されない限り、複数のスレッドで SQLite を安全に使用できます。
3. **直列化**: 直列化 (serialized) モードでは、SQLite を複数のスレッドで制限なく安全に使用できます。

SQLite スレッド・モードと、DB-API 2.0 のスレッドセーフ・レベルとの対応は以下のとおりです:

SQLite スレッド・モード	スレッドセーフ・レベル (threadsafety)	SQLITE_THREADSAFE	DB-API 2.0 での意味
シングル・スレッド	0	0	スレッドはモジュールを共有できません
マルチ・スレッド	1	2	スレッドはモジュールを共有できますが、接続は共有できません
直列化	3	1	スレッドは、モジュールや接続やカーソルを共有できます

バージョン 3.11 で変更: 1 とハード・コーディングする代わりに *threadsafety* を動的に設定します。

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_DEFENSIVE**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_DQS_DDL**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_DQS_DML**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_ENABLE_FKEY**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_ENABLE_FTS3_TOKENIZER**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_ENABLE_LOAD_EXTENSION**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_ENABLE_QPSG**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_ENABLE_TRIGGER**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_ENABLE_VIEW**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_LEGACY_ALTER_TABLE**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_LEGACY_FILE_FORMAT**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_NO_CKPT_ON_CLOSE**

sqlite3.**SQLITE_DBCONFIG_RESET_DATABASE**

sqlite3.SQLITE_DBCONFIG_TRIGGER_EQP

sqlite3.SQLITE_DBCONFIG_TRUSTED_SCHEMA

sqlite3.SQLITE_DBCONFIG_WRITABLE_SCHEMA

これらの定数は、*Connection.setconfig()* メソッド や *getconfig()* メソッドで使用されます。

これらの定数が利用できるかどうかは、Python にコンパイルされた SQLite のバージョンによって異なります。

Added in version 3.12.

参考:

https://www.sqlite.org/c3ref/c_dbconfig_defensive.html
SQLite docs: Database Connection Configuration Options

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: The `version` and `version_info` constants.

Connection オブジェクト

class sqlite3.Connection

開いた SQLite データベースの各々は、*sqlite3.connect()* を使用して作成される `Connection` オブジェクトによって表されます。`Connection` オブジェクトの主な目的は *Cursor* オブジェクトの作成と トランザクション制御 です。

参考:

- 接続 *(connection)* ショートカット・メソッドの使い方
- 接続 *(connection)* コンテキストマネージャの使い方

バージョン 3.13 で変更: A *ResourceWarning* is emitted if *close()* is not called before a `Connection` object is deleted.

SQLite データベース接続 (connection) には、以下の属性とメソッドがあります:

cursor(*factory=Cursor*)

Cursor オブジェクトを作成して返します。cursor メソッドは、単一のオプション・パラメーター *factory* を受け入れます。*factory* を指定する場合、これは *Cursor* またはそのサブクラスのインスタンスを返す 呼び出し可能オブジェクト である必要があります。

blobopen(*table*, *column*, *row*, */*, ***, *readonly=False*, *name='main'*)

既存の BLOB (Binary Large OBject) への *Blob* ハンドルを開きます。

パラメータ

- **table** (str) -- 当該 BLOB が配置されているテーブルの名前。
- **column** (str) -- 当該 BLOB が配置されている列 (column) の名前。
- **row** (str) -- 当該 BLOB が配置されている行 (row) の名前。
- **readonly** (bool) -- 書き込み権限なしで BLOB を開く必要がある場合は、True に設定します。デフォルトは False です。
- **name** (str) -- 当該 BLOB が配置されているデータベース名。デフォルトは "main" です。

例外

OperationalError -- WITHOUT ROWID テーブルで BLOB を開こうとしたとき。

戻り値の型

Blob

注釈: *Blob* クラスを使用して BLOB のサイズを変更することはできません。SQL 関数 zeroblob を使用すると、固定サイズのブロブを作成します。

Added in version 3.11.

commit()

保留中のトランザクションをデータベースにコミットします。*autocommit* が True または開いているトランザクションがない場合、このメソッドは何も行いません。autocommit が False の場合に保留中のトランザクションがこのメソッドによってコミットされた場合、新しいトランザクションが暗黙に開かれます。

rollback()

保留中のトランザクションの先頭にロールバックします。*autocommit* が True または開いているトランザクションがない場合、このメソッドは何も行いません。autocommit が False の場合に保留中のトランザクションがこのメソッドによってロールバックされた場合、新しいトランザクションが暗黙に開かれます。

close()

データベース接続を閉じます。*autocommit* が False の場合、保留中のトランザクションは暗黙にロールバックされます。autocommit が True または *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL* の場合、暗黙のトランザクション制御は実行されませんので、保留中の変更が失われないように、データベース接続を閉じる前に必ず *commit()* を行ってください。

execute(*sql*, *parameters=()*, */*)

新しい *Cursor* オブジェクトを作成し、指定の *sql* と *parameters* で *execute()* を呼び出します。新

しいカーソル・オブジェクトを返します。

executemany(*sql*, *parameters*, /)

新しい *Cursor* オブジェクトを作成し、与えられた *sql* と *parameters* で *executemany()* を呼び出します。新しいカーソル・オブジェクトを返します。

executescript(*sql_script*, /)

新しい *Cursor* オブジェクトを作成し、指定された *sql_script* で *executescript()* を呼び出します。新しいカーソル・オブジェクトを返します。

create_function(*name*, *narg*, *func*, *, *deterministic=False*)

ユーザ定義 SQL 関数を作成または削除します。

パラメータ

- **name** (str) -- SQL 関数の名前。
- **narg** (int) -- SQL 関数が受け入れることができる引数の数。-1 を指定すると、任意の数の引数を取ることができます。
- **func** (*callback* | None) -- この SQL 関数が呼び出されたときに起動される **呼び出し可能オブジェクト** 。この呼び出し可能オブジェクトは、*SQLite* **によってネイティブにサポートされる型** を返す必要があります。既存の SQL 関数を削除するには、None に設定します。
- **deterministic** (bool) -- True の場合、作成された SQL 関数は決定論的 (deterministic : 入力が同一なら常に同一の答えを返す) としてマークされ、SQLite が追加の最適化を実行できるようになります。

バージョン 3.8 で変更: Added the *deterministic* parameter.

例:

```
>>> import hashlib
>>> def md5sum(t):
...     return hashlib.md5(t).hexdigest()
>>> con = sqlite3.connect(":memory:")
>>> con.create_function("md5", 1, md5sum)
>>> for row in con.execute("SELECT md5(?)", (b"foo",)):
...     print(row)
('acbd18db4cc2f85cedef654fccc4a4d8',)
>>> con.close()
```

バージョン 3.13 で変更: Passing *name*, *narg*, and *func* as keyword arguments is deprecated. These parameters will become positional-only in Python 3.15.

create_aggregate(*name*, *n_arg*, *aggregate_class*)

ユーザ定義集計関数を作成または削除します。

パラメータ

- **name** (str) -- SQL 集計関数の名前。
- **n_arg** (int) -- SQL 集計関数が受け入れることができる引数の数。-1 を指定すると、任意の数の引数を取ることができます。
- **aggregate_class** (*class* | None) -- クラスは以下のメソッドを実装する必要があります:
  - step(): 集計に行 (row) を足し込みます。
  - finalize(): 集計の最終結果を *SQLite* **でネイティブにサポートされている型** として返します。

  step() メソッドが受け入れなければならない引数の数は *n_arg* によって制御されます。

  既存の SQL 集計関数を削除するには、None に設定します。

例:

```
class MySum:
    def __init__(self):
        self.count = 0

    def step(self, value):
        self.count += value

    def finalize(self):
        return self.count

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.create_aggregate("mysum", 1, MySum)
cur = con.execute("CREATE TABLE test(i)")
cur.execute("INSERT INTO test(i) VALUES(1)")
cur.execute("INSERT INTO test(i) VALUES(2)")
cur.execute("SELECT mysum(i) FROM test")
print(cur.fetchone()[0])

con.close()
```

バージョン 3.13 で変更: Passing *name*, *n_arg*, and *aggregate_class* as keyword arguments is deprecated. These parameters will become positional-only in Python 3.15.

create_window_function(*name*, *num_params*, *aggregate_class*, */*)

ユーザー定義の集計ウインドウ関数を作成または削除します。

パラメータ

- **name** (str) -- 作成または削除する SQL 集計ウインドウ関数の名前。

- **num_params** (int) -- SQL 集計ウィンドウ関数が受け入れることができる引数の数。-1 を指定した場合、任意の数の引数を取ることができます。
- **aggregate_class** (*class* | None) -- クラスは以下のメソッドを実装する必要があります:
  - step(): 現在のウィンドウに行を足し込みます。
  - value(): 集計の現在の値を返します。
  - inverse(): 現在のウインドウから指定の行 (row) の分を削除します。
  - finalize(): 集計の最終結果を *SQLite* **でネイティブにサポートされている型** として返します。

    step() メソッドと value() メソッドが受け入れなければならない引数の数は *num_params* によって制御されます。

    None に設定すると、既存の SQL 集計ウィンドウ関数が削除されます。

例外

NotSupportedError -- 集計ウィンドウ関数をサポートしていない 3.25.0 より古いバージョンの SQLite で使用した場合に送出されます。

Added in version 3.11.

例:

```
# Example taken from https://www.sqlite.org/windowfunctions.html#udfwinfunc
class WindowSumInt:
    def __init__(self):
        self.count = 0

    def step(self, value):
        """Add a row to the current window."""
        self.count += value

    def value(self):
        """Return the current value of the aggregate."""
        return self.count

    def inverse(self, value):
        """Remove a row from the current window."""
        self.count -= value

    def finalize(self):
        """Return the final value of the aggregate.

        Any clean-up actions should be placed here.
        """
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        return self.count


con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.execute("CREATE TABLE test(x, y)")
values = [
    ("a", 4),
    ("b", 5),
    ("c", 3),
    ("d", 8),
    ("e", 1),
]
cur.executemany("INSERT INTO test VALUES(?, ?)", values)
con.create_window_function("sumint", 1, WindowSumInt)
cur.execute("""
    SELECT x, sumint(y) OVER (
        ORDER BY x ROWS BETWEEN 1 PRECEDING AND 1 FOLLOWING
    ) AS sum_y
    FROM test ORDER BY x
""")
print(cur.fetchall())
con.close()
```

create_collation(*name*, *callable*, */*)

照合関数 (collating function) *callable* を使用して *name* という名前の照合 (collation) を作成します。*callable* には 2 つの **文字列** 引数が渡され、**整数** を返す必要があります:

- 1 番目の文字列が 2 番目の文字列よりも高い順位ならば 1 を返す
- 1 番目の文字列が 2 番目の文字列よりも低い順位ならば -1 を返す
- 1 番目の文字列と 2 番目の文字列が同じ順位ならば 0 を返す

以下は逆順での照合例です:

```
def collate_reverse(string1, string2):
    if string1 == string2:
        return 0
    elif string1 < string2:
        return 1
    else:
        return -1

con = sqlite3.connect(":memory:")
con.create_collation("reverse", collate_reverse)

cur = con.execute("CREATE TABLE test(x)")
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
cur.executemany("INSERT INTO test(x) VALUES(?)", [("a",), ("b",)])
cur.execute("SELECT x FROM test ORDER BY x COLLATE reverse")
for row in cur:
    print(row)
con.close()
```

照合関数を削除するには *callable* を `None` に設定します。

バージョン 3.11 で変更: 照合の名前には任意のユニコード文字を含めることができます。以前は ASCII 文字のみが許可されていました。

interrupt()

このメソッドを別のスレッドから呼び出して、この接続 (connection) で、実行中のすべてのクエリを中止 (abort) させます。中止 (abort) させられたクエリは *OperationalError* を送出します。

set_authorizer(*authorizer_callback*)

データベース内のテーブルの列 (column) にアクセスしようとするたびに起動される **呼び出し可能オブジェクト** *authorizer_callback* を登録します。このコールバックは背後の SQLite ライブラリによって列 (column) へのアクセスがどのように処理されるかを通知するために、*SQLITE_OK* または *SQLITE_DENY* または *SQLITE_IGNORE* のいずれかを返さなければなりません。

コールバックの最初の引数は、承認 (authorize) される操作の種類を示します。2 番目と 3 番目の引数は、最初の引数に応じて、引数または `None` になります。4 番目の引数は、該当する場合、データベースの名前 (”main” や ”temp” 等) です。5 番目の引数は、アクセス試行を担当する最も内側のトリガーまたはビューの名前です。このアクセス試行が入力 SQL コードから直接行われた場合は `None` です。

最初の引数に指定可能な値と、最初の引数に応じた 2 番目と 3 番目の引数の意味については、SQLite のドキュメントを参照してください。必要なすべての定数は `sqlite3` モジュールで利用できます。

authorizer_callback として `None` を渡すと、承認機構 (authorizer) が無効になります。

バージョン 3.11 で変更: `None` を使用して承認機構 (authorizer) を無効にするサポートが追加されました。

バージョン 3.13 で変更: Passing *authorizer_callback* as a keyword argument is deprecated. The parameter will become positional-only in Python 3.15.

set_progress_handler(*progress_handler*, *n*)

SQLite 仮想マシンの命令を *n* 個実行するごとに呼び出されるように、**呼び出し可能オブジェクト** *progress_handler* を登録します。これは、GUI の更新など、長時間実行される操作中に SQLite から呼び出されるようにしたい場合に便利です。

以前にインストールした progress ハンドラーをクリアしたい場合は、*progress_handler* に `None` を指定してメソッドを呼び出します。

ハンドラー関数からゼロ以外の値を返すと、現在実行中のクエリを終了 (terminate) し、*DatabaseError* 例外を送出します。

バージョン 3.13 で変更: Passing *progress_handler* as a keyword argument is deprecated. The parameter will become positional-only in Python 3.15.

set_trace_callback(*trace_callback*)

SQLite バックエンドによって実際に実行される SQL 文ごとに起動される **呼び出し可能オブジェクト** *trace_callback* を登録します。

コールバックに渡される唯一の引数は、(*str* として渡される) 実行中の SQL 文です。コールバックの戻り値は無視されます。バックエンドは、*Cursor.execute()* メソッドに渡された SQL 文を実行するだけではないことに注意してください。sqlite3 モジュールの **トランザクション管理** や、現在のデータベース内で定義されたトリガーの実行その他も行います。

trace_callback として None を渡すと、トレース・コールバックが無効になります。

注釈: トレース・コールバックで送出した例外は伝播されません。開発およびデバッグの補助として、*enable_callback_tracebacks()* を使用して、トレース・コールバックで送出した例外からのトレースバックの出力を有効にします。

Added in version 3.3.

バージョン 3.13 で変更: Passing *trace_callback* as a keyword argument is deprecated. The parameter will become positional-only in Python 3.15.

enable_load_extension(*enabled*, /)

enabled が True の場合、SQLite エンジンが共有ライブラリから SQLite 拡張機能をロードできるようにします。True 以外の場合は、SQLite 拡張機能の読み込みを許可しません。SQLite 拡張機能では、新しい関数の定義、または集計の定義、またはまったく新しい仮想テーブルの実装を定義できます。よく知られている拡張機能の 1 つは、SQLite と共に配布される全文検索拡張機能です。

注釈: sqlite3 モジュールは、デフォルトではロード可能な拡張機能をサポートするようにビルドされていません。一部のプラットフォーム (特に macOS) には、この機能なしでコンパイルされた SQLite ライブラリがあるためです。ロード可能な拡張機能のサポートを得るには、**configure** に --enable-loadable-sqlite-extensions オプションを渡す必要があります。

引数 connection, enabled を指定して **監査イベント** sqlite3.enable_load_extension を送出します。

Added in version 3.2.

バージョン 3.10 で変更: sqlite3.enable_load_extension 監査イベントを追加しました。

```
con.enable_load_extension(True)

# Load the fulltext search extension
con.execute("select load_extension('./fts3.so')")

# alternatively you can load the extension using an API call:
# con.load_extension("./fts3.so")

# disable extension loading again
con.enable_load_extension(False)

# example from SQLite wiki
con.execute("CREATE VIRTUAL TABLE recipe USING fts3(name, ingredients)")
con.executescript("""
    INSERT INTO recipe (name, ingredients) VALUES('broccoli stew', 'broccoli peppers␣
↪cheese tomatoes');
    INSERT INTO recipe (name, ingredients) VALUES('pumpkin stew', 'pumpkin onions garlic␣
↪celery');
    INSERT INTO recipe (name, ingredients) VALUES('broccoli pie', 'broccoli cheese␣
↪onions flour');
    INSERT INTO recipe (name, ingredients) VALUES('pumpkin pie', 'pumpkin sugar flour␣
↪butter');
    """)
for row in con.execute("SELECT rowid, name, ingredients FROM recipe WHERE name MATCH 'pie
↪'"):
    print(row)
```

load_extension(*path*, */*, ***, *entrypoint=None*)

共有ライブラリから SQLite 拡張機能 (extension) をロードします。このメソッドを呼び出す前に *enable_load_extension()* で拡張機能の読み込みを有効にしてください。

パラメータ

- **path** (str) -- SQLite 拡張機能 (extension) へのパス (path)。
- **entrypoint** (str | *None*) -- エントリ・ポイント名。None (デフォルト) の場合、SQLite は自分自身でエントリ・ポイント名を推測します。詳細については、SQLite ドキュメント Loading an Extension を参照してください。

引数 connection, path を指定して **監査イベント** sqlite3.load_extension を送出します。

Added in version 3.2.

バージョン 3.10 で変更: sqlite3.load_extension 監査イベントを追加しました。

バージョン 3.12 で変更: Added the *entrypoint* parameter.

iterdump(*, *filter=None*)

データベースを SQL ソース・コードとしてダンプする *iterator* を返します。後で復元するためにメモリ内データベースを保存する場合に便利です。**sqlite3** シェルの `.dump` コマンドに似ています。

パラメータ

filter (*str* / *None*) -- An optional `LIKE` pattern for database objects to dump, e.g. `prefix_%`. If `None` (the default), all database objects will be included.

例:

```
# Convert file example.db to SQL dump file dump.sql
con = sqlite3.connect('example.db')
with open('dump.sql', 'w') as f:
    for line in con.iterdump():
        f.write('%s\n' % line)
con.close()
```

参考:

How to handle non-UTF-8 text encodings

バージョン 3.13 で変更: *filter* パラメータが追加されました。

backup(*target*, *, *pages=-1*, *progress=None*, *name='main'*, *sleep=0.250*)

SQLite データベースのバックアップを作成します。

データベースが他のクライアントによってアクセスされている場合、または同一の接続によって並行にアクセスされている場合でも機能します。

パラメータ

- **target** (*Connection*) -- バックアップ先のデータベース接続 (connection)。
- **pages** (*int*) -- 一度にコピーするページ数。0 以下の場合、データベース全体がワンステップでコピーされます。デフォルトは -1 です。
- **progress** (*callback* | None) -- 呼び出し可能オブジェクト <callable>‘を設定すると、バックアップの指定ページ数単位の反復ごとに 3 つの整数引数で呼び出されます。*status* は、最後の反復時のステータスで、*remaining* はまだコピーされていない残りのページ数で、*total* はコピーされるページの合計です。デフォルトは “None‘ です。
- **name** (*str*) -- バックアップするデータベース名。`"main"` (メイン・データベース。これがデフォルトです)、または `"temp"` (一時データベース)、または `ATTACH DATABASE` SQL 文を使用して取り付けられたカスタム・データベース名の、いずれかです。
- **sleep** (*float*) -- バックアップの指定ページ数単位の反復ごとにスリープする秒数。

例 1. 既存のデータベースを別のデータベースにコピーします:

```
def progress(status, remaining, total):
    print(f'Copied {total-remaining} of {total} pages...')

src = sqlite3.connect('example.db')
dst = sqlite3.connect('backup.db')
with dst:
    src.backup(dst, pages=1, progress=progress)
dst.close()
src.close()
```

例 2. 既存のデータベースを臨時コピー (transient copy) にコピーします。

```
src = sqlite3.connect('example.db')
dst = sqlite3.connect(':memory:')
src.backup(dst)
dst.close()
src.close()
```

Added in version 3.7.

参考:

How to handle non-UTF-8 text encodings

getlimit(*category*, */*)

接続 (connection) の実行時制限を取得します。

パラメータ

category (int) -- 問い合わせを行う実行時制限カテゴリー (SQLite limit category)。

戻り値の型

int

例外

ProgrammingError -- *category* に、背後の SQLite ライブラリが認識できないカテゴリーを指定した場合に送出されます。

例: *Connection* の con の SQL 文の最大長を照会します (デフォルトは 1000000000 です):

```
>>> con.getlimit(sqlite3.SQLITE_LIMIT_SQL_LENGTH)
1000000000
```

Added in version 3.11.

setlimit(*category*, *limit*, */*)

接続の実行時制限を設定します。コンパイル時上限を超えて制限を増やそうとすると、暗黙のうちにコ

ンパイル時上限に切り捨てられます。制限が変更されたかどうかに関係なく、制限の以前の値が返されます。

パラメータ

- **category** (int) -- SQLite limit category を設定する。
- **limit** (int) -- 新しい制限の値。負数の場合、現在の制限は変更されません。

戻り値の型

int

例外

ProgrammingError -- *category* に、背後の SQLite ライブラリが認識できないカテゴリーを指定した場合に送出されます。

class:*Connection* の `con` に対して、取り付けられるデータベース (attached databases) の数を 1 に制限します (デフォルトの制限は 10 です):

```
>>> con.setlimit(sqlite3.SQLITE_LIMIT_ATTACHED, 1)
10
>>> con.getlimit(sqlite3.SQLITE_LIMIT_ATTACHED)
1
```

Added in version 3.11.

getconfig(*op*, */*)

ブール値の接続構成オプションを問い合わせます。

パラメータ

op (int) -- *SQLITE_DBCONFIG code* を指定します。

戻り値の型

bool

Added in version 3.12.

setconfig(*op*, *enable=True*, */*)

ブール値の接続構成オプションを設定します。

パラメータ

- **op** (int) -- *SQLITE_DBCONFIG code* を指定します。
- **enable** (bool) -- 設定オプションを有効にする必要がある場合は `True` (デフォルト)。無効にする場合は `False` を指定します。

Added in version 3.12.

serialize(*, *name='main'*)

データベースを *bytes* オブジェクトに直列化 (serialize) します。通常のディスク上のデータベース・ファイルの場合、直列化はディスク・ファイルの単なるコピーです。インメモリ・データベースまたは "temp" データベースの場合、直列化は、そのデータベースがディスクにバックアップされた場合にディスクに書き込まれるバイト・シーケンスと同じです。

パラメータ

name (str) -- 直列化するデータベース名。デフォルトは "main" です。

戻り値の型

bytes

注釈: このメソッドは、背後の SQLite ライブラリに直列化 API がある場合にのみ使用できます。

Added in version 3.11.

deserialize(*data*, */*, *, *name='main'*)

直列化 されたデータベースを *Connection* に、脱直列化 (deserialize) します。このメソッドにより、データベース接続はデータベース *name* から切断され、そして、*data* に含まれる直列化データに基づいて、データベース *name* がインメモリ・データベースとして再度開かれます。

パラメータ

- **data** (bytes) -- 直列化されたデータベース。
- **name** (str) -- 脱直列化 (deserialize) したデータを入れるデータベース名。デフォルトは "main" です。

例外

- *OperationalError* -- データベース接続が読み取りトランザクションやバックアップ操作中の場合。
- *DatabaseError* -- *data* に有効な SQLite データベースが含まれていない場合。
- *OverflowError* -- *len(data)* が 2**63 - 1 より大きい場合。

注釈: このメソッドは、背後の SQLite ライブラリに脱直列化 API がある場合にのみ使用できます。

Added in version 3.11.

autocommit

この属性は、**PEP 249** 対応のトランザクションの振る舞いを制御します。autocommit には以下の 3

つの値が指定できます:

- False: **PEP 249** 対応のトランザクションの振る舞いを選びます。これは、sqlite3 が、トランザクションが常に開いていることを保証することを意味します。トランザクションを閉じるには、*commit()* や *rollback()* を使用します。

  これが autocommit の推奨値です。

- True: SQLite の autocommit mode を使用します。このモードでは *commit()* や *rollback()* は効果がありません。

- *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL*: Python 3.12 より前 (**PEP 249** 非対応) のトランザクション制御。詳細については *isolation_level* を参照してください。

  これが、今のところは、autocommit のデフォルト値です。

autocommit を False に変更すると新しいトランザクションが開き、True に変更すると保留中のトランザクションがコミットされます。

詳細は *autocommit* **属性に依るトランザクション制御** を参照してください。

注釈: *isolation_level* 属性は、*autocommit* の値が *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL* でない限り、効果がありません。

Added in version 3.12.

in_transaction

この読み取り専用属性は、低レベルの SQLite autocommit mode に対応します。

トランザクションがアクティブな場合 (コミットされていない変更がある場合) は True 、それ以外の場合は False です。

Added in version 3.2.

isolation_level

sqlite3 の **旧来のトランザクション処理モード** を制御します。None に設定すると、トランザクションは暗黙に開かれることはありません。背後の SQLite の SQLite transaction behaviour に対応する "DEFERRED" または "IMMEDIATE" または "EXCLUSIVE" のいずれかに設定すると、暗黙のトランザクション管理 が実行されます。

connect() の *isolation_level* パラメーターでオーバーライドされない場合、デフォルトは "" で、これは "DEFERRED" の別名です。

注釈: トランザクション処理を制御するには、isolation_level を使用するよりも *autocommit* を

使用することをお勧めします。*autocommit* が *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL* (これがデフォルトです) に設定されていない限り、isolation_level は効果がありません。

row_factory

この接続から作成された *Cursor* オブジェクトの初期 *row_factory* 。この属性に割り当てを行っても、この接続に属する、すでに存在するカーソルの row_factory には影響せず、この属性に割り当てを行った後に作成する新しいカーソルのみに影響します。デフォルトでは None です。つまり、各行は **タプル** として返されます。

詳細は **行工場** *(row factories)* **の作成方法と使用方法** をご覧下さい。

text_factory

A *callable* that accepts a *bytes* parameter and returns a text representation of it. The callable is invoked for SQLite values with the TEXT data type. By default, this attribute is set to *str*.

See *How to handle non-UTF-8 text encodings* for more details.

total_changes

データベース接続が開かれてから、変更または挿入または削除されたデータベース行の総数を返します。

Cursor オブジェクト

Cursor オブジェクトは、SQL 文を実行し、取得操作 (fetch operation) のコンテキストを管理するために使用されるデータベース・カーソル (database cursor) を表します。カーソルは、*Connection.cursor()* または **接続** *(connection)* **ショートカット・メソッド** の、いずれかを使用して作成されます。

カーソル・オブジェクトは **イテレータ** です。つまり、SELECT クエリに対して *execute()* した場合、結果の行 (rows) を取得するためには、カーソルを単純に反復 (iterate) できます:

```
for row in cur.execute("SELECT t FROM data"):
    print(row)
```

class sqlite3.Cursor

Cursor インスタンスは以下の属性やメソッドを持ちます。

execute(*sql*, *parameters=()*, */*)

Execute a single SQL statement, optionally binding Python values using *placeholders*.

パラメータ

- **sql** (str) -- 単一の SQL 文。

- **parameters** (*dict* | *sequence*) -- *sql* のプレースホルダに結び付け (bind) する Python 値。名前付きプレースホルダが使用されている場合は `dict` です。名前のないプレースホルダが使用されている場合は sequence です。**プレースホルダを使用して *SQL* クエリに値を結び付ける方法** を参照してください。

例外

ProgrammingError -- *sql* に複数の SQL 文が含まれている場合。

autocommit が *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL* で、かつ、*isolation_level* が `None` で無く、かつ、*sql* が `INSERT` または `UPDATE` または `DELETE` または `REPLACE` 文で、かつ、開いているトランザクションがない場合、*sql* を実行する前にトランザクションが暗黙に開かれます。

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: **名前付きプレースホルダー** が使用され、かつ、パラメーターが *dict* ではなくシーケンスである場合、*DeprecationWarning* を送出します。Python 3.14 以降では、代わりに *ProgrammingError* を送出します。

複数の SQL 文を実行するには *executescript()* を使用します。

executemany(*sql*, *parameters*, */*)

parameters のすべての item に対して、**パラメーター化** された DML (Data Manipulation Language) SQL 文である *sql* を繰り返し実行します。

execute() と同一の暗黙のトランザクション処理を使用します。

パラメータ

- **sql** (*str*) -- 単一の DML 文。
- **parameters** (*iterable*) -- *sql* のプレースホルダに結び付け (bind) するためのパラメータの iterable 。**プレースホルダを使用して *SQL* クエリに値を結び付ける方法** 参照。

例外

ProgrammingError -- If *sql* contains more than one SQL statement, or is not a DML statement.

例:

```
rows = [
    ("row1",),
    ("row2",),
]
# cur is an sqlite3.Cursor object
cur.executemany("INSERT INTO data VALUES(?)", rows)
```

注釈: RETURNING 句 (RETURNING clauses) を含む DML 文を含め、結果の行はすべて破棄さ

れます。

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: **名前付きプレースホルダー** が使用され、かつ、パラメーターが *dict* ではなくシーケンスである場合、*DeprecationWarning* を送出します。Python 3.14 以降では、代わりに *ProgrammingError* を送出します。

executescript(*sql_script*, /)

sql_script 内の複数の SQL 文を実行します。*autocommit* が *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL* で、かつ、保留中のトランザクションがある場合、暗黙の `COMMIT` 文が最初に実行されます。その他の暗黙のトランザクション制御は実行されませんので、トランザクション制御を *sql_script* に追加しなければなりません。

sql_script は **文字列** でなければなりません。

例:

```
# cur is an sqlite3.Cursor object
cur.executescript("""
    BEGIN;
    CREATE TABLE person(firstname, lastname, age);
    CREATE TABLE book(title, author, published);
    CREATE TABLE publisher(name, address);
    COMMIT;
""")
```

fetchone()

row_factory が `None` の場合、次の行のクエリ結果セットを **タプル** として返します。それ以外の場合は、それを行工場 (row factory) に渡し、その結果を返します。これ以上データが無い場合は `None` を返します。

fetchmany(*size=cursor.arraysize*)

クエリ結果の次の行セットを *list* として返します。行がそれ以上ない場合は、空のリストを返します。

呼び出しごとに取得する行数は、*size* パラメーターで指定されます。*size* が指定されていない場合、*arraysize* が取得する行数を決定します。有効な行の数が *size* 未満の場合は、有効な数の行が返されます。

size 引数とパフォーマンスの関係についての注意です。パフォーマンスを最適化するためには、大抵、arraysize 属性を利用するのがベストです。*size* 引数を利用したのであれば、次回の *fetchmany()* の呼び出しでも *size* 引数に同一の値を指定するのがのがベストです。

fetchall()

クエリ結果の (残りの) すべての行を *list* として返します。有効な行がない場合は、空のリストを返

します。*arraysize* 属性は、この操作のパフォーマンスに影響を与える可能性があることに注意してください。

close()

(__del__ が呼び出される時ではなく、) 今すぐカーソルを閉じます。

この時点から、このカーソルは使用できなくなります。今後、このカーソルで何らかの操作を試みると、*ProgrammingError* 例外が送出されます。

setinputsizes(*sizes*, /)

DB-API で必要です。sqlite3 では何もしません。

setoutputsize(*size*, *column=None*, /)

DB-API で必要です。sqlite3 では何もしません。

arraysize

fetchmany によって返される行 (row) 数を制御する、読み取りと書き込みが可能な属性。デフォルト値は 1 で、これは呼び出しごとに 1 行が取得されることを意味します。

connection

カーソルが属する SQLite データベース *Connection* を提供する読み取り専用属性。*con.cursor()* と呼び出して作成した *Cursor* オブジェクトには、*con* を参照する *connection* 属性があります:

```
>>> con = sqlite3.connect(":memory:")
>>> cur = con.cursor()
>>> cur.connection == con
True
>>> con.close()
```

description

最後のクエリの列 (column) 名を提供する読み取り専用属性。Python DB API との互換性を維持するために、各列ごとに 7 項目のタプルで、先頭の項目が列名、残りの 6 項目が None です。

この属性は SELECT 文にマッチする行 (row) が 1 つもなかった場合でもセットされます。

lastrowid

最後に挿入された行の行 ID (row id) を提供する読み取り専用属性。*execute()* で INSERT または REPLACE 文が成功した後にのみ更新されます。他の SQL 文や、*executemany()* の後や、*executescript()* の後や、挿入が失敗した場合、lastrowid の値は変更されません。lastrowid の初期値は None です。

注釈: WITHOUT ROWID テーブルへの挿入 (insert) は記録されません。

バージョン 3.6 で変更: REPLACE 文のサポートが追加されました。

rowcount

INSERT や UPDATE や DELETE や REPLACE 文で変更された行数を提供する読み取り専用属性。CTE (共通テーブル式) クエリを含む他の SQL 文は -1 です。*execute()* と *executemany()* メソッドのみにおいて、SQL 文 (statement) 実行の完了後に更新されます。なぜなら rowcount を更新するためには、結果の行を取得 (fetch) しなければならないからです。

row_factory

この **カーソル** から取得された行の表現方法を制御します。None の場合、行は **タプル** として表されます。*sqlite3.Row* に設定することもできます。そしてまた、*Cursor* オブジェクトと、行の値の **タプル** の、2 つの引数を受け取り、SQLite の行 (row) を表すカスタム・オブジェクトを返す、**呼び出し可能オブジェクト** に設定することもできます。

カーソル・オブジェクト の作成時に *Connection.row_factory* の値をこの属性のデフォルト値として設定します。この属性に割り当てても、親接続 (parent connection) の *Connection.row_factory* には影響しません。

詳細は **行工場** *(row factories)* **の作成方法と使用方法** をご覧下さい。

Row オブジェクト

class sqlite3.Row

Row インスタンスは、*Connection* オブジェクトの、高度に最適化された *row_factory* の役割をします。反復 (iteration) や、等しいかどうかのテスト (equality testing) や、*len()* 関数や 、列名 (column name) とインデックスによる **マッピング** のアクセスを、サポートします。

列名 (column names) と値 (values) が全く同一である 2 つの Row オブジェクトを比較すると、等しいと見なされます。

詳細は **行工場** *(row factories)* **の作成方法と使用方法** をご覧下さい。

keys()

列名 (column names) の **リスト** を **文字列** として返します。クエリの直後であれば、それは *Cursor.description* の各タプルの最初のメンバーです。

バージョン 3.5 で変更: スライスがサポートされました。

Blob オブジェクト

class sqlite3.Blob

Added in version 3.11.

Blob インスタンスは、SQLite の BLOB とデータを読み書きできる *file-like object* です。*len(blob)* を呼び出して、Blob のサイズ (バイト数) を取得します。Blob データに直接アクセスするには、インデックスと **スライス** を使用します。

Blob を **コンテキストマネージャ** として使用して、使用後に Blob ハンドルが確実に閉じられるようにします。

```
con = sqlite3.connect(":memory:")
con.execute("CREATE TABLE test(blob_col blob)")
con.execute("INSERT INTO test(blob_col) VALUES(zeroblob(13))")

# Write to our blob, using two write operations:
with con.blobopen("test", "blob_col", 1) as blob:
    blob.write(b"hello, ")
    blob.write(b"world.")
    # Modify the first and last bytes of our blob
    blob[0] = ord("H")
    blob[-1] = ord("!")

# Read the contents of our blob
with con.blobopen("test", "blob_col", 1) as blob:
    greeting = blob.read()

print(greeting)  # outputs "b'Hello, world!'"
con.close()
```

close()

Blob を閉じます。

この時点から、BLOB は使用できなくなります。BLOB に対してさらに操作を試みると、*Error* (またはそのサブクラスの) 例外を送出します。

read(*length=-1*, */*)

BLOB の現在のオフセット位置から *length* バイトのデータを読み取り返します。BLOB の現在のオフセット位置から末尾までの残りが *length* バイトよりも少ない場合、末尾までのデータを読み取ります。*length* が指定されていない場合、または負数の場合、*read()* は BLOB の現在のオフセット位置から末尾までのデータを読み取ります。

write(*data*, */*)

BLOB の現在のオフセット位置から *data* を書き込みます。この関数では BLOB の長さを変更できません。BLOB の末尾を超えて書き込もうとすると *ValueError* を送出します。

tell()

BLOB の現在のオフセット位置 (current access position) を返します。

seek(*offset*, *origin=os.SEEK_SET*, */*)

Set the current access position of the blob to *offset*. The *origin* argument defaults to *os.SEEK_SET* (absolute blob positioning). Other values for *origin* are *os.SEEK_CUR* (seek relative to the current position) and *os.SEEK_END* (seek relative to the blob's end).

PrepareProtocol オブジェクト

class sqlite3.PrepareProtocol

PrepareProtocol 型の唯一の目的は、*SQLite* でネイティブにサポートされている型 に オブジェクト自身で適合 *(adapt)* できるオブジェクトの **PEP 246** スタイルの適合プロトコルとして機能することです。

例外

例外の階層は DB-API 2.0 (**PEP 249**) で定義されています。

exception sqlite3.Warning

この例外は、現在 sqlite3 モジュールでは送出しませんが、ユーザー定義関数が挿入処理中にデータを切り捨てる場合など、sqlite3 を使用するアプリケーションによって送出されるる可能性があります。Warning は *Exception* のサブクラスです。

exception sqlite3.Error

このモジュールの他の例外の基底となるクラス。これを使用すると、1 つの except 文ですべてのエラーをキャッチできます。Error は *Exception* のサブクラスです。

例外が SQLite ライブラリ内で発生した場合、以下の 2 つの属性が例外に追加されます:

sqlite_errorcode

SQLite API からの数値エラー・コード

Added in version 3.11.

sqlite_errorname

SQLite API からの数値エラー・コードの記号名

Added in version 3.11.

exception sqlite3.InterfaceError

低レベルの SQLite C API の誤用により送出される例外。つまり、この例外が送出された場合、おそらく sqlite3 モジュールのバグを示しています。InterfaceError は *Error* のサブクラスです。

exception sqlite3.DatabaseError

データベースに関連するエラーに対して送出される例外。これは、いくつかの種類のデータベース・エラーの基底の例外として機能します。これを特殊化 (specialise) したサブクラスを介して暗黙的にのみ送出されます。DatabaseError は *Error* のサブクラスです。

exception sqlite3.DataError

範囲外の数値や長すぎる文字列など、処理されたデータの問題によって発生したエラーに対して送出される例外。DataError は *DatabaseError* のサブクラスです。

exception sqlite3.OperationalError

データベースの操作に関連し、必ずしもプログラマの制御下にないエラーに対して発生する例外。たとえば、データベース・パスが見つからないとか、トランザクションを処理できませんでした等。OperationalError は *DatabaseError* のサブクラスです。

exception sqlite3.IntegrityError

データベースの参照整合性が影響を受ける場合に発生する例外。たとえば外部キーのチェック (foreign key check) が失敗したとき。*DatabaseError* のサブクラスです。

exception sqlite3.InternalError

SQLite が内部エラーに遭遇したときに発生する例外。これが送出された場合、ランタイム SQLite ライブラリに問題があることを示している可能性があります。InternalError は *DatabaseError* のサブクラスです。

exception sqlite3.ProgrammingError

sqlite3 API プログラミング・エラーに対して送出される例外。たとえば、クエリに間違った数のバインディング (結び付け) を指定したり、閉じた後の *Connection* を操作しようとしたりしたとき。ProgrammingError は *DatabaseError* のサブクラスです。

exception sqlite3.NotSupportedError

メソッドまたはデータベース API が 背後の SQLite ライブラリでサポートしていない場合に送出される例外。たとえば、背後の SQLite ライブラリが決定論的関数 (deterministic functions) をサポートしていない場合に、*create_function()* で *deterministic* を True に設定したとき。NotSupportedError は *DatabaseError* のサブクラスです。

SQLite と Python の型

SQLite は以下の型をネイティブにサポートします: NULL, INTEGER, REAL, TEXT, BLOB。

したがって、次の Python の型は問題なく SQLite に送り込めます:

Python の型	SQLite の型
None	NULL
int	INTEGER
float	REAL
str	TEXT
bytes	BLOB

SQLite の型から Python の型へのデフォルトでの変換は以下の通りです:

SQLite の型	Python の型
NULL	None
INTEGER	*int*
REAL	*float*
TEXT	*text_factory* に依存する。デフォルトでは *str* 。
BLOB	*bytes*

sqlite3 モジュールの型システムは 2 つの方法で拡張可能です。**オブジェクト適合関数** *(adapter)* を介して SQLite データベースに追加の Python 型を格納できます。または、**変換関数** *(converter)* を介して sqlite3 モジュールが SQLite 型を Python 型に変換できます。

デフォルトの適合関数 (adapters) とデフォルトの変換関数 (converters)(非推奨)

注釈: デフォルトの適合関数 (adapters) とデフォルトの変換関数 (converters) は、Python 3.12 以降非推奨になりました。代わりに、**適合関数と変換関数のレシピ集** を利用して、あなたのニーズに合わせて仕立てて下さい。

非推奨の、デフォルトの適合関数 (adapters) とデフォルトの変換関数 (converters) は以下のもので構成されています:

- *datetime.date* オブジェクトを ISO 8601 形式の **文字列** にする適合関数 (adapter)。
- *datetime.datetime* オブジェクトを ISO 8601 形式の文字列にする適合関数 (adapter)。
- ”date” と **宣言された** 型を *datetime.date* オブジェクトにする変換関数 (converter)。
- ”timestamp” と宣言された型を *datetime.datetime* オブジェクトにする変換関数 (converter)。小数部分は 6 桁 (マイクロ秒の精度) に切り捨てられます。

注釈: デフォルトの ”timestamp” 変換関数は、データベース内の UTC オフセットを無視し、常に素朴 (naive)

な *datetime.datetime* オブジェクトを返します。timestamp で UTC オフセットを保持するには、変換関数を無効のままにするか、あるいは、オフセット対応の変換関数を *register_converter()* に登録します。

バージョン 3.12 で非推奨.

コマンドライン・インターフェース

sqlite3 モジュールは、単純な SQLite シェルを提供するために、インタプリタで -m スイッチを使用してスクリプトとして呼び出すことができます。引数は以下のとおりです:

```
python -m sqlite3 [-h] [-v] [filename] [sql]
```

.quit または CTRL-D を入力するとシェルを終了 (exit) します。

-h, --help

CLI ヘルプを表示。

-v, --version

背後の SQLite ライブラリのバージョンを出力します。

Added in version 3.12.

12.6.3 ハウツー・ガイド

プレースホルダを使用して SQL クエリに値を結び付ける方法

たいてい、SQL 操作は Python 変数の値を使う必要があります。しかし、Python の文字列操作を使用してクエリを組み立てるのは SQL インジェクション攻撃 (SQL injection attacks) に対して脆弱なので注意が必要です。たとえば、攻撃者は以下のように単純にシングルクォートを閉じて OR TRUE を挿入してすべての行を選択できます:

```
>>> # Never do this -- insecure!
>>> symbol = input()
' OR TRUE; --
>>> sql = "SELECT * FROM stocks WHERE symbol = '%s'" % symbol
>>> print(sql)
SELECT * FROM stocks WHERE symbol = '' OR TRUE; --'
>>> cur.execute(sql)
```

代わりに、DB-API のパラメータ割り当てを使います。クエリ文字列に Python の変数を挿入するには、クエリ文字列中でプレースホルダを使用し、かつ、カーソルの *execute()* メソッドの 2 番目の引数に Python の変数を値の タプル として指定することにより、実際の値をクエリに割り当てます。

SQL 文では、疑問符 (qmark スタイル) または名前付きプレースホルダー (名前付きスタイル) の 2 種類のプレースホルダーのいずれかを使用できます。qmark スタイルの場合、*parameters* は、シーケンス でなければならず、

シーケンスの長さがプレースホルダーの数と一致する必要があります。そうでなければ、*ProgrammingError* を送出します。名前付きスタイルの場合、*parameters* は *dict* (またはそのサブクラス) のインスタンスである必要があり、すべての名前付きパラメーターのキーが含まれている必要があります。余分な項目は無視されます。両方のスタイルの例を以下に示します。

```
con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.execute("CREATE TABLE lang(name, first_appeared)")

# This is the named style used with executemany():
data = (
    {"name": "C", "year": 1972},
    {"name": "Fortran", "year": 1957},
    {"name": "Python", "year": 1991},
    {"name": "Go", "year": 2009},
)
cur.executemany("INSERT INTO lang VALUES(:name, :year)", data)

# This is the qmark style used in a SELECT query:
params = (1972,)
cur.execute("SELECT * FROM lang WHERE first_appeared = ?", params)
print(cur.fetchall())
con.close()
```

注釈: **PEP 249** numeric プレースホルダは **サポートされていません** 。使用すると、名前付きプレースホルダとして解釈されます。

カスタム Python 型を SQLite 値に適合させる方法

SQLite は、限られたデータ型のみをネイティブにサポートします。カスタム Python 型を SQLite データベースに保存するには、*SQLite* **がネイティブに理解できる** *Python* **型** のいずれかに **適合** (adapt) させます。

Python オブジェクトを SQLite の型に適合させる方法は 2 つあります。それは、オブジェクト自体を適合させる方法と、*adapter callable* を使用する方法です。後者は前者よりも優先されます。カスタム型をエクスポートするライブラリの場合、その型がそれ自体を適合させる事ができるようにすることが理にかなっている場合があります。アプリケーション開発者としては、カスタム適合関数を登録して直接制御する方が理にかなっている場合もあります。

適合可能オブジェクトの書き方

直交座標系 (Cartesian coordinate system) で x と y のペアで座標を表す、Point クラスがあるとします。この x と y のペアはセミコロンで区切られたテキスト文字列としてデータベースに保存されます。これは、適合した値を返す __conform__(self, protocol) メソッドを追加することで実装できます。*protocol* に渡されるオブジェクトは、*PrepareProtocol* 型になります。

```
class Point:
    def __init__(self, x, y):
        self.x, self.y = x, y

    def __conform__(self, protocol):
        if protocol is sqlite3.PrepareProtocol:
            return f"{self.x};{self.y}"

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()

cur.execute("SELECT ?", (Point(4.0, -3.2),))
print(cur.fetchone()[0])
con.close()
```

適合用呼び出し可能オブジェクト (adapter callables) の登録方法

別の策としては、Python オブジェクトを SQLite 互換の型に変換する関数を作成することが挙げられます。この関数は、*register_adapter()* を使用して登録できます。

```
class Point:
    def __init__(self, x, y):
        self.x, self.y = x, y

def adapt_point(point):
    return f"{point.x};{point.y}"

sqlite3.register_adapter(Point, adapt_point)

con = sqlite3.connect(":memory:")
cur = con.cursor()

cur.execute("SELECT ?", (Point(1.0, 2.5),))
print(cur.fetchone()[0])
con.close()
```

SQLite 値をカスタム Python 型に変換する方法

適合関数 (adapter) を使用すると、カスタム Python 型から SQLite 値に変換できます。SQLite 値 から カスタム Python 型に変換できるようにするためには、**変換関数** (converters) を使用します。

それでは `Point` クラスの話に戻るとしましょう。先程は x 座標と y 座標をセミコロンで区切られた文字列として SQLite に格納しました。

まず、文字列をパラメーターとして受け取り、そこから `Point` オブジェクトを構築する変換関数を定義します。

注釈: 変換関数には、基になる SQLite データ型に関係なく、**常に** *bytes* オブジェクトで渡されます。

```
def convert_point(s):
    x, y = map(float, s.split(b";"))
    return Point(x, y)
```

与えられた SQLite 値をどの時点で変換すべきかを `sqlite3` に伝える必要があります。これは、*connect()* の *detect_types* パラメータを使用して、データベースに接続する際に行います。以下の 3 つの選択肢があります:

- 暗黙的: *detect_types* に *PARSE_DECLTYPES* と設定。
- 明示的: *detect_types* に *PARSE_COLNAMES* と設定。
- 両方: *detect_types* に `sqlite3.PARSE_DECLTYPES | sqlite3.PARSE_COLNAMES` を設定。列名での指定は、宣言時の型よりも優先されます。

以下の例では、暗黙的なアプローチと明示的なアプローチについて表しています:

```
class Point:
    def __init__(self, x, y):
        self.x, self.y = x, y

    def __repr__(self):
        return f"Point({self.x}, {self.y})"

def adapt_point(point):
    return f"{point.x};{point.y}"

def convert_point(s):
    x, y = list(map(float, s.split(b";")))
    return Point(x, y)

# Register the adapter and converter
sqlite3.register_adapter(Point, adapt_point)
sqlite3.register_converter("point", convert_point)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# 1) Parse using declared types
p = Point(4.0, -3.2)
con = sqlite3.connect(":memory:", detect_types=sqlite3.PARSE_DECLTYPES)
cur = con.execute("CREATE TABLE test(p point)")

cur.execute("INSERT INTO test(p) VALUES(?)", (p,))
cur.execute("SELECT p FROM test")
print("with declared types:", cur.fetchone()[0])
cur.close()
con.close()

# 2) Parse using column names
con = sqlite3.connect(":memory:", detect_types=sqlite3.PARSE_COLNAMES)
cur = con.execute("CREATE TABLE test(p)")

cur.execute("INSERT INTO test(p) VALUES(?)", (p,))
cur.execute('SELECT p AS "p [point]" FROM test')
print("with column names:", cur.fetchone()[0])
cur.close()
con.close()
```

適合関数と変換関数のレシピ集

この節では一般的な適合関数と変換関数のレシピを紹介します。

```
import datetime
import sqlite3

def adapt_date_iso(val):
    """Adapt datetime.date to ISO 8601 date."""
    return val.isoformat()

def adapt_datetime_iso(val):
    """Adapt datetime.datetime to timezone-naive ISO 8601 date."""
    return val.isoformat()

def adapt_datetime_epoch(val):
    """Adapt datetime.datetime to Unix timestamp."""
    return int(val.timestamp())

sqlite3.register_adapter(datetime.date, adapt_date_iso)
sqlite3.register_adapter(datetime.datetime, adapt_datetime_iso)
sqlite3.register_adapter(datetime.datetime, adapt_datetime_epoch)

def convert_date(val):
    """Convert ISO 8601 date to datetime.date object."""
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    return datetime.date.fromisoformat(val.decode())

def convert_datetime(val):
    """Convert ISO 8601 datetime to datetime.datetime object."""
    return datetime.datetime.fromisoformat(val.decode())

def convert_timestamp(val):
    """Convert Unix epoch timestamp to datetime.datetime object."""
    return datetime.datetime.fromtimestamp(int(val))

sqlite3.register_converter("date", convert_date)
sqlite3.register_converter("datetime", convert_datetime)
sqlite3.register_converter("timestamp", convert_timestamp)
```

接続 (connection) ショートカット・メソッドの使い方

Connection クラスのメソッド *execute()* と *executemany()* と *executescript()* を使うことで、(しばしば余計な) *Cursor* オブジェクトをわざわざ作り出さずに済むので、コードをより簡潔に書くことができます。*Cursor* オブジェクトは暗黙裡に生成され、ショートカット・メソッドの戻り値として受け取ることができます。この方法を使えば、SELECT 文を実行してその結果について反復することが、*Connection* オブジェクトに対する呼び出し一つで行なえます。

```
# Create and fill the table.
con = sqlite3.connect(":memory:")
con.execute("CREATE TABLE lang(name, first_appeared)")
data = [
    ("C++", 1985),
    ("Objective-C", 1984),
]
con.executemany("INSERT INTO lang(name, first_appeared) VALUES(?, ?)", data)

# Print the table contents
for row in con.execute("SELECT name, first_appeared FROM lang"):
    print(row)

print("I just deleted", con.execute("DELETE FROM lang").rowcount, "rows")

# close() is not a shortcut method and it's not called automatically;
# the connection object should be closed manually
con.close()
```

接続 (connection) コンテキストマネージャの使い方

Connection オブジェクトは、コンテキスト・マネージャーとして使用でき、コンテキスト・マネージャーとして使用すると、with ブロックを離れるときに、開いているトランザクションを自動的にコミットまたはロールバックします。with 文のブロックが例外なく終了すると、トランザクションはコミットされます。このコミットが失敗した、または、with 文のブロックでキャッチされなかった例外が発生した場合、トランザクションはロールバックされます。*autocommit* が False の場合、コミット後またはロールバック後に新しいトランザクションが暗黙に開かれます。

with 文のブロックを離れるときに開いているトランザクションがない、または、*autocommit* が True の場合、コンテキスト・マネージャは何も行いません。

注釈: The context manager neither implicitly opens a new transaction nor closes the connection. If you need a closing context manager, consider using *contextlib.closing()*.

```
con = sqlite3.connect(":memory:")
con.execute("CREATE TABLE lang(id INTEGER PRIMARY KEY, name VARCHAR UNIQUE)")

# Successful, con.commit() is called automatically afterwards
with con:
    con.execute("INSERT INTO lang(name) VALUES(?)", ("Python",))

# con.rollback() is called after the with block finishes with an exception,
# the exception is still raised and must be caught
try:
    with con:
        con.execute("INSERT INTO lang(name) VALUES(?)", ("Python",))
except sqlite3.IntegrityError:
    print("couldn't add Python twice")

# Connection object used as context manager only commits or rollbacks transactions,
# so the connection object should be closed manually
con.close()
```

SQLite URI の操作方法

URI の小技をいくつか紹介します:

- データベースを読み取り専用で開きます:

```
>>> con = sqlite3.connect("file:tutorial.db?mode=ro", uri=True)
>>> con.execute("CREATE TABLE readonly(data)")
Traceback (most recent call last):
OperationalError: attempt to write a readonly database
```

- まだ存在しない場合、新しいデータベース・ファイルを暗黙に作成しません。なお、新しいファイルが作成できない場合には *OperationalError* が送出されます:

```
>>> con = sqlite3.connect("file:nosuchdb.db?mode=rw", uri=True)
Traceback (most recent call last):
OperationalError: unable to open database file
```

- 共有の名前付きインメモリ・データベースを作成します:

```
db = "file:mem1?mode=memory&cache=shared"
con1 = sqlite3.connect(db, uri=True)
con2 = sqlite3.connect(db, uri=True)
with con1:
    con1.execute("CREATE TABLE shared(data)")
    con1.execute("INSERT INTO shared VALUES(28)")
res = con2.execute("SELECT data FROM shared")
assert res.fetchone() == (28,)

con1.close()
con2.close()
```

パラメータのリストを含む、この機能の詳細については、SQLite URI documentation を参照してください。

行工場 (row factories) の作成方法と使用方法

デフォルトでは、sqlite3 は各行 (row) を **タプル** として表します。**タプル** があなたのニーズと合わない場合は、*sqlite3.Row* クラスまたはカスタム *row_factory* を使用できます。

row_factory は *Cursor* と *Connection* の両方に属性として存在しますが、その接続 (connection) から作成されたすべてのカーソルが同一の行工場 (row factory) を使用するようにするために、*Connection.row_factory* を設定することをお勧めします。

Row は、**タプル** に対してメモリ・オーバーヘッドとパフォーマンスへの影響を最小限に抑えながら、列 (row) へのインデックスによるアクセスと、列への (大文字と小文字を区別しない) 名前によるアクセスを提供します。Row を行工場 (row factory) として使用するには、row_factory 属性に割り当てます:

```
>>> con = sqlite3.connect(":memory:")
>>> con.row_factory = sqlite3.Row
```

このように設定すると、クエリは :class:‘!Row‘オブジェクトを返すようになります:

```
>>> res = con.execute("SELECT 'Earth' AS name, 6378 AS radius")
>>> row = res.fetchone()
>>> row.keys()
['name', 'radius']
>>> row[0]          # Access by index.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
'Earth'
>>> row["name"]    # Access by name.
'Earth'
>>> row["RADIUS"]  # Column names are case-insensitive.
6378
>>> con.close()
```

注釈: The `FROM` clause can be omitted in the `SELECT` statement, as in the above example. In such cases, SQLite returns a single row with columns defined by expressions, e.g. literals, with the given aliases `expr AS alias`.

各列名が各値にマップされた *dict* として行を返す、カスタム *row_factory* を作成することもできます:

```
def dict_factory(cursor, row):
    fields = [column[0] for column in cursor.description]
    return {key: value for key, value in zip(fields, row)}
```

これを使うと、クエリは **タプル** の代わりに `dict` を返すようになります:

```
>>> con = sqlite3.connect(":memory:")
>>> con.row_factory = dict_factory
>>> for row in con.execute("SELECT 1 AS a, 2 AS b"):
...     print(row)
{'a': 1, 'b': 2}
>>> con.close()
```

以下の行工場 (row factory) は **名前付きタプル** を返します:

```
from collections import namedtuple

def namedtuple_factory(cursor, row):
    fields = [column[0] for column in cursor.description]
    cls = namedtuple("Row", fields)
    return cls._make(row)
```

`namedtuple_factory()` は以下のようにして使う事ができます:

```
>>> con = sqlite3.connect(":memory:")
>>> con.row_factory = namedtuple_factory
>>> cur = con.execute("SELECT 1 AS a, 2 AS b")
>>> row = cur.fetchone()
>>> row
Row(a=1, b=2)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> row[0]  # Indexed access.
1
>>> row.b   # Attribute access.
2
>>> con.close()
```

上記レシピをチューニングすれば、*namedtuple* の代わりに *dataclass* または、その他のカスタム・クラスを使用するように適合 (adapt) させることができます。

How to handle non-UTF-8 text encodings

By default, `sqlite3` uses *str* to adapt SQLite values with the `TEXT` data type. This works well for UTF-8 encoded text, but it might fail for other encodings and invalid UTF-8. You can use a custom *text_factory* to handle such cases.

Because of SQLite's flexible typing, it is not uncommon to encounter table columns with the `TEXT` data type containing non-UTF-8 encodings, or even arbitrary data. To demonstrate, let's assume we have a database with ISO-8859-2 (Latin-2) encoded text, for example a table of Czech-English dictionary entries. Assuming we now have a *Connection* instance `con` connected to this database, we can decode the Latin-2 encoded text using this *text_factory*:

```
con.text_factory = lambda data: str(data, encoding="latin2")
```

For invalid UTF-8 or arbitrary data in stored in `TEXT` table columns, you can use the following technique, borrowed from the unicode-howto:

```
con.text_factory = lambda data: str(data, errors="surrogateescape")
```

注釈: The `sqlite3` module API does not support strings containing surrogates.

参考:

unicode-howto

12.6.4 説明

トランザクション制御

sqlite3 は、データベース・トランザクションを開くかどうか、いつ、どのように開くかを制御する複数の方法を提供します。*autocommit* 属性に依るトランザクション制御 が推奨されますが、*isolation_level* 属性に依るトランザクション制御 は Python 3.12 より前の動作を保持します。

autocommit 属性に依るトランザクション制御

トランザクションの動作を制御する推奨方法は、*Connection.autocommit* 属性を使用することです。この属性は *connect()* の *autocommit* パラメータを使用して設定して頂けるとありがたいです。

autocommit を False に設定することをお勧めします。そうすると **PEP 249** 対応のトランザクション制御を行います。これは以下のことを意味します:

- sqlite3 はトランザクションが常に開いていることを保証します。そのため、*connect()* や *Connection.commit()* や *Connection.rollback()* は暗黙に新しいトランザクションを開きます (1 つ目については保留中のトランザクションを閉じた直後で、後の 2 つについてはその直後に、です)。sqlite3 はトランザクションを開くときに BEGIN DEFERRED 文を使用します。
- トランザクションは、commit() を使用して明示的にコミットする必要があります。
- トランザクションは、rollback() を使用して明示的にロールバックする必要があります。
- データベースの保留中に行った変更は *close()* された場合、暗黙のロールバックが実行されます。

autocommit を True に設定して、SQLite の autocommit mode を有効にします。このモードでは、*Connection.commit()* と *Connection.rollback()* は効果がありません。SQLite の自動コミット・モード (autocommit mode) は、**PEP 249** 対応の *Connection.autocommit* 属性とは異なることに注意してください。*Connection.in_transaction* を使用して、低レベル SQLite 自動コミット・モードを問い合わせします。

autocommit を *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL* に設定して、トランザクション制御の振る舞いを *Connection.isolation_level* 属性に任せます。詳細については *isolation_level* 属性に依るトランザクション制御 を参照してください。

isolation_level 属性に依るトランザクション制御

注釈: 推奨のトランザクション制御方法は、*autocommit* 属性を使用することです。*autocommit* 属性に依るトランザクション制御 を参照してください。

Connection.autocommit が *LEGACY_TRANSACTION_CONTROL* (これがデフォルトです) に設定されている場合、トランザクションの振る舞いは *Connection.isolation_level* 属性を使用して制御されます。

LEGACY_TRANSACTION_CONTROL 以外の場合、isolation_level は効果がありません。

接続属性 *isolation_level* が None で無いのなら、*execute()* や *executemany()* が INSERT または UPDATE または DELETE または REPLACE 文を実行する前に新しいトランザクションが暗黙に開かれます。それ以外の SQL 文では暗黙のトランザクション処理は行われません。*commit()* メソッドや *rollback()* メソッドを使用して、保留中のトランザクションをそれぞれコミットおよびロールバックします。あなたは、背後にある SQLite ライブラリのトランザクションの振る舞い (SQLite transaction behaviour) — つまり、sqlite3 が暗黙に実行する BEGIN 文の有無とその種類 – を、*isolation_level* 属性を介して選択できます。

isolation_level が None に設定されていると、トランザクションは暗黙に開かれません。これにより、背後にある SQLite ライブラリを自動コミット・モード (autocommit mode) にしたまま、明示的な SQL 文を使用して、ユーザが独自のトランザクション処理を行えるようにします。背後にある SQLite ライブラリの自動コミット・モードは、*in_transaction* 属性を使用して問い合わせできます。

executescript() メソッドは、*isolation_level* の値に関係なく、与えられた SQL スクリプトの実行前に、保留中のトランザクションを暗黙にコミットします。

バージョン 3.6 で変更: sqlite3 は、DDL 文の前に、開いているトランザクションを暗黙にコミットしていました。これはもはや当てはまりません。

バージョン 3.12 で変更: 推奨のトランザクションを制御方法は、*autocommit* 属性を使用することです。

第

THIRTEEN

データ圧縮とアーカイブ

この章で説明されるモジュールは zlib, gzip, bzip2, lzma アルゴリズムによるデータの圧縮と、ZIP, tar フォーマットのアーカイブ作成をサポートします。*shutil* モジュールで提供される **アーカイブ化操作** も参照してください。

13.1 zlib --- gzip 互換の圧縮

このモジュールは、データ圧縮を必要とするアプリケーションが zlib ライブラリを使って圧縮および展開を行えるようにします。zlib ライブラリ自身の Web ページは https://www.zlib.net です。Python モジュールと zlib ライブラリの 1.1.3 より前のバージョンには互換性のない部分があることが知られています。1.1.3 には セキュリティホール が存在するため、1.1.4 以降のバージョンを利用することを推奨します。

zlib の関数にはたくさんのオプションがあり、場合によっては特定の順番で使わなければなりません。このドキュメントではそれら順番についてすべてを説明しようとはしていません。詳細は公式サイト http://www.zlib.net/manual.html にある zlib のマニュアルを参照してください。

.gz ファイルの読み書きのためには、*gzip* モジュールを参照してください。

このモジュールで利用可能な例外と関数を以下に示します:

exception zlib.error

圧縮および展開時のエラーによって送出される例外です。

zlib.adler32(*data*[, *value*])

data の Adler-32 チェックサムを計算します (Adler-32 チェックサムは、おおむね CRC32 と同等の信頼性を持ちながら、はるかに高速に計算できます)。結果は、符号のない 32 ビットの整数です。*value* が与えられている場合、チェックサム計算の初期値として使われます。与えられていない場合、デフォルト値の 1 が使われます。*value* を与えることで、複数の入力を結合したデータ全体にわたり、通しのチェックサムを計算できます。このアルゴリズムは暗号論的には強力ではなく、認証やデジタル署名などに用いるべきでは

ありません。また、チェックサムアルゴリズムとして設計されているため、汎用のハッシュアルゴリズムには向きません。

バージョン 3.0 で変更: The result is always unsigned.

zlib.compress(*data*, */*, *level=-1*, *wbits=MAX_WBITS*)

Compresses the bytes in *data*, returning a bytes object containing compressed data. *level* is an integer from `0` to `9` or `-1` controlling the level of compression; `1` (Z_BEST_SPEED) is fastest and produces the least compression, `9` (Z_BEST_COMPRESSION) is slowest and produces the most. `0` (Z_NO_COMPRESSION) is no compression. The default value is `-1` (Z_DEFAULT_COMPRESSION). Z_DEFAULT_COMPRESSION represents a default compromise between speed and compression (currently equivalent to level 6).

The *wbits* argument controls the size of the history buffer (or the "window size") used when compressing data, and whether a header and trailer is included in the output. It can take several ranges of values, defaulting to `15` (MAX_WBITS):

- +9 to +15: The base-two logarithm of the window size, which therefore ranges between 512 and 32768. Larger values produce better compression at the expense of greater memory usage. The resulting output will include a zlib-specific header and trailer.
- − 9 to − 15: Uses the absolute value of *wbits* as the window size logarithm, while producing a raw output stream with no header or trailing checksum.
- +25 to +31 = 16 + (9 to 15): Uses the low 4 bits of the value as the window size logarithm, while including a basic **gzip** header and trailing checksum in the output.

Raises the *error* exception if any error occurs.

バージョン 3.6 で変更: *level* can now be used as a keyword parameter.

バージョン 3.11 で変更: The *wbits* parameter is now available to set window bits and compression type.

zlib.compressobj(*level=-1*, *method=DEFLATED*, *wbits=MAX_WBITS*,
memLevel=DEF_MEM_LEVEL, *strategy=Z_DEFAULT_STRATEGY*[, *zdict*])

一度にメモリ上に置くことができないようなデータストリームを圧縮するための圧縮オブジェクトを返します。

level は圧縮レベルです。`0` から `9` 、または `-1` の整数を取り、`1` (Z_BEST_SPEED) は最も高速で最小限の圧縮を行い、`9` (Z_BEST_COMPRESSION) は最も低速で最大限の圧縮を行います。`0` (Z_NO_COMPRESSION) は圧縮しません。デフォルトは `-1` です (Z_DEFAULT_COMPRESSION)。Z_DEFAULT_COMPRESSION は、速度と圧縮の間のデフォルトの妥協点 (現在、レベル 6 に対応します) を表します。

method は圧縮アルゴリズムです。現在、`DEFLATED` のみサポートされています。

The *wbits* parameter controls the size of the history buffer (or the "window size"), and what header and trailer format will be used. It has the same meaning as *described for compress()*.

memLevel 引数は内部圧縮状態用に使用されるメモリ量を制御します。有効な値は 1 から 9 です。大きい値ほど多くのメモリを消費しますが、より速く、より小さな出力を作成します。

strategy は圧縮アルゴリズムの調整に使用されます。指定可能な値は、Z_DEFAULT_STRATEGY, Z_FILTERED, Z_HUFFMAN_ONLY, Z_RLE (zlib 1.2.0.1) および Z_FIXED (zlib 1.2.2.2) です。

zdict は定義済み圧縮辞書です。これは圧縮されるデータ内で繰り返し現れると予想されるサブシーケンスを含む (*bytes* オブジェクトのような) バイト列のシーケンスです。最も一般的と思われるサブシーケンスは辞書の末尾に来なければなりません。

バージョン 3.3 で変更: *zdict* パラメータとキーワード引数のサポートが追加されました。

zlib.**crc32**(*data*[, *value*])

data の CRC (Cyclic Redundancy Check, 巡回冗長検査) チェックサムを計算します。結果は、符号のない 32 ビットの整数です。*value* が与えられている場合、チェックサム計算の初期値として使われます。与えられていない場合、デフォルト値の 0 が使われます。*value* を与えることで、複数の入力を結合したデータ全体にわたり、通しのチェックサムを計算できます。このアルゴリズムは暗号論的には強力ではなく、認証やデジタル署名などに用いるべきではありません。また、チェックサムアルゴリズムとして設計されているため、汎用のハッシュアルゴリズムには向きません。

バージョン 3.0 で変更: The result is always unsigned.

zlib.**decompress**(*data*, */*, *wbits=MAX_WBITS*, *bufsize=DEF_BUF_SIZE*)

Decompresses the bytes in *data*, returning a bytes object containing the uncompressed data. The *wbits* parameter depends on the format of *data*, and is discussed further below. If *bufsize* is given, it is used as the initial size of the output buffer. Raises the *error* exception if any error occurs.

The *wbits* parameter controls the size of the history buffer (or "window size"), and what header and trailer format is expected. It is similar to the parameter for *compressobj()*, but accepts more ranges of values:

- +8 to +15: The base-two logarithm of the window size. The input must include a zlib header and trailer.
- 0: Automatically determine the window size from the zlib header. Only supported since zlib 1.2.3.5.
- −8 to −15: Uses the absolute value of *wbits* as the window size logarithm. The input must be a raw stream with no header or trailer.
- +24 to +31 = 16 + (8 to 15): Uses the low 4 bits of the value as the window size logarithm. The input must include a gzip header and trailer.

- +40 to +47 = 32 + (8 to 15): Uses the low 4 bits of the value as the window size logarithm, and automatically accepts either the zlib or gzip format.

When decompressing a stream, the window size must not be smaller than the size originally used to compress the stream; using a too-small value may result in an *error* exception. The default *wbits* value corresponds to the largest window size and requires a zlib header and trailer to be included.

bufsize は展開されたデータを保持するためのバッファサイズの初期値です。バッファの空きは必要に応じて必要なだけ増加するので、必ずしも正確な値を指定する必要はありません。この値のチューニングでできることは、`malloc()` が呼ばれる回数を数回減らすことぐらいです。

バージョン 3.6 で変更: *wbits* and *bufsize* can be used as keyword arguments.

`zlib.decompressobj`(*wbits=MAX_WBITS*[, *zdict*])

一度にメモリ上に置くことができないようなデータストリームを展開するための展開オブジェクトを返します。

The *wbits* parameter controls the size of the history buffer (or the "window size"), and what header and trailer format is expected. It has the same meaning as *described for decompress()*.

zdict パラメータには定義済み圧縮辞書を指定します。このパラメータを指定する場合、展開するデータを圧縮した際に使用した辞書と同じものでなければなりません。

注釈: *zdict* が (*bytearray* のような) 変更可能オブジェクトの場合、*decompressobj()* の呼び出しとデコンプレッサの `decompress()` メソッドの最初の呼び出しの間に辞書の内容を変更してはいけません。

バージョン 3.3 で変更: パラメータに *zdict* を追加しました。

圧縮オブジェクトは以下のメソッドをサポートしています:

`Compress.compress`(*data*)

data を圧縮し、圧縮されたデータを含むバイト列オブジェクトを返します。この文字列は少なくとも *data* の一部分のデータに対する圧縮データを含みます。このデータは以前に呼んだ *compress()* が返した出力と結合することができます。入力の一部は以後の処理のために内部バッファに保存されることもあります。

`Compress.flush`([*mode*])

未処理の全入力データが処理され、この未処理部分を圧縮したデータを含むバイト列オブジェクトが返されます。*mode* は定数 `Z_NO_FLUSH`、`Z_PARTIAL_FLUSH`、`Z_SYNC_FLUSH`、`Z_FULL_FLUSH`、`Z_BLOCK` (zlib 1.2.3.4)、または `Z_FINISH` のいずれかをとり、デフォルト値は `Z_FINISH` です。`Z_FINISH` を除く全ての定数はこれ以後にもデータバイト文字列を圧縮できるモードです。一方、`Z_FINISH` は圧縮ストリームを閉じ、これ以後のデータの圧縮を停止します。*mode* に `Z_FINISH` を指定して *flush()* メソッドを呼び出した後は、*compress()* メソッドを再び呼ぶべきではありません。唯一の現実的な操作はこのオブジェクトを削除することだけです。

Compress.**copy**()

圧縮オブジェクトのコピーを返します。これを使うと先頭部分が共通している複数のデータを効率的に圧縮することができます。

バージョン 3.8 で変更: Added *copy.copy()* and *copy.deepcopy()* support to compression objects.

展開オブジェクトは以下のメソッドと属性をサポートしています:

Decompress.**unused_data**

圧縮データの末尾より後のバイト列が入ったバイト列オブジェクトです。すなわち、この値は圧縮データの入っているバイト列の最後の文字が利用可能になるまでは `b""` のままとなります。入力バイト文字列すべてが圧縮データを含んでいた場合、この属性は `b""` 、すなわち空バイト列になります。

Decompress.**unconsumed_tail**

展開されたデータを収めるバッファの長さ制限を超えたために、直近の *decompress()* 呼び出しで処理しきれなかったデータを含むバイト列オブジェクトです。このデータはまだ zlib 側からは見えていないので、正しい展開出力を得るには以降の *decompress()* メソッド呼び出しに (場合によっては後続のデータが追加された) データを差し戻さなければなりません。

Decompress.**eof**

圧縮データストリームの終了に達したかどうかを示すブール値です。

これは、正常な形式の圧縮ストリームと、不完全あるいは切り詰められたストリームとを区別することを可能にします。

Added in version 3.3.

Decompress.**decompress**(*data*, *max_length=0*)

data を展開し、少なくとも *string* の一部分に対応する展開されたデータを含むバイト列オブジェクトを返します。このデータは以前に *decompress()* メソッドを呼んだ時に返された出力と結合することができます。入力データの一部分が以後の処理のために内部バッファに保存されることもあります。

オプションパラメータ *max_length* が非ゼロの場合、返される展開データの長さが *max_length* 以下に制限されます。このことは入力した圧縮データの全てが処理されるとは限らないことを意味し、処理されなかったデータは *unconsumed_tail* 属性に保存されます。展開処理を継続する場合、この保存されたバイト文字列を以降の *decompress()* 呼び出しに渡さなくてはなりません。*max_length* が 0 の場合、全ての入力が展開され、*unconsumed_tail* 属性は空になります。

バージョン 3.6 で変更: *max_length* can be used as a keyword argument.

Decompress.**flush**(*length*)

未処理の入力データをすべて処理し、最終的に圧縮されなかった残りの出力バイト列オブジェクトを返します。*flush()* を呼んだ後、*decompress()* を再度呼ぶべきではありません。このときできる唯一の現実的な操作はオブジェクトの削除だけです。

オプション引数 *length* には出力バッファの初期サイズを指定します。

`Decompress.copy()`

展開オブジェクトのコピーを返します。これを使うとデータストリームの途中にある展開オブジェクトの状態を保存でき、未来のある時点で行なわれるストリームのランダムなシークをスピードアップするのに利用できます。

バージョン 3.8 で変更: Added *copy.copy()* and *copy.deepcopy()* support to decompression objects.

使用している zlib ライブラリのバージョン情報を以下の定数で確認できます:

`zlib.ZLIB_VERSION`

モジュールのビルド時に使用された zlib ライブラリのバージョン文字列です。これは *ZLIB_RUNTIME_VERSION* で確認できる、実行時に使用している実際の zlib ライブラリのバージョンとは異なる場合があります。

`zlib.ZLIB_RUNTIME_VERSION`

インタプリタが読み込んだ実際の zlib ライブラリのバージョン文字列です。

Added in version 3.3.

参考:

gzip **モジュール**
gzip 形式ファイルへの読み書きを行うモジュール。

http://www.zlib.net
zlib ライブラリホームページ。

http://www.zlib.net/manual.html
zlib ライブラリの多くの関数の意味と使い方を解説したマニュアル。

13.2 gzip --- gzip ファイルのサポート

ソースコード: Lib/gzip.py

このモジュールは、GNU の **gzip** や **gunzip** のようにファイルを圧縮、展開するシンプルなインターフェイスを提供しています。

データ圧縮は *zlib* モジュールで提供されています。

gzip は *GzipFile* クラスと、簡易関数 *open()*、*compress()*、および *decompress()* を提供しています。*GzipFile* クラスは通常の **ファイルオブジェクト** と同様に **gzip** 形式のファイルを読み書きし、データを自動的に圧縮または展開します。

compress や **pack** 等によって作成され、**gzip** や **gunzip** が展開できる他のファイル形式についてはこのモジュールは対応していないので注意してください。

このモジュールは以下の項目を定義しています:

gzip.open(*filename*, *mode='rb'*, *compresslevel=9*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

gzip 圧縮ファイルをバイナリまたはテキストモードで開き、**ファイルオブジェクト** を返します。

引数 *filename* には実際のファイル名 (*str* または *bytes* オブジェクト) か、既存のファイルオブジェクトを指定します。

引数 *mode* には、バイナリモード用に 'r'、'rb'、'a'、'ab'、'w'、'wb'、'x'、または 'xb'、テキストモード用に 'rt'、'at'、'wt'、または 'xt' を指定できます。デフォルトは 'rb' です。

引数 *compresslevel* は *GzipFile* コンストラクタと同様に 0 から 9 の整数を取ります。

バイナリモードでは、この関数は *GzipFile* コンストラクタ GzipFile(filename, mode, compresslevel) と等価です。この時、引数 *encoding*、*errors*、および *newline* を指定してはいけません。

テキストモードでは、*GzipFile* オブジェクトが作成され、指定されたエンコーディング、エラーハンドラの挙動、および改行文字で *io.TextIOWrapper* インスタンスにラップされます。

バージョン 3.3 で変更: *filename* にファイルオブジェクト指定のサポート、テキストモードのサポート、および引数に *encoding*、*errors*、および *newline* を追加しました。

バージョン 3.4 で変更: Added support for the 'x', 'xb' and 'xt' modes.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

exception gzip.BadGzipFile

An exception raised for invalid gzip files. It inherits from *OSError*. *EOFError* and *zlib.error* can also be raised for invalid gzip files.

Added in version 3.8.

class gzip.GzipFile(*filename=None*, *mode=None*, *compresslevel=9*, *fileobj=None*, *mtime=None*)

Constructor for the *GzipFile* class, which simulates most of the methods of a *file object*, with the exception of the *truncate()* method. At least one of *fileobj* and *filename* must be given a non-trivial value.

クラスの新しいインスタンスは、*fileobj* に基づいて作成されます。*fileobj* は通常のファイル、*io.BytesIO* オブジェクト、そしてその他ファイルをシミュレートできるオブジェクトでかまいません。値はデフォルトでは *None* で、その場合ファイルオブジェクトを生成するために *filename* を開きます。

fileobj が None でない場合、*filename* 引数は **gzip** ファイルヘッダにインクルードされることのみに使用されます。**gzip** ファイルヘッダは圧縮されていないファイルの元の名前をインクルードするかもしれませ

ん。認識可能な場合、規定値は *fileobj* のファイル名です。そうでない場合、規定値は空の文字列で、元のファイル名はヘッダにはインクルードされません。

The *mode* argument can be any of `'r'`, `'rb'`, `'a'`, `'ab'`, `'w'`, `'wb'`, `'x'`, or `'xb'`, depending on whether the file will be read or written. The default is the mode of *fileobj* if discernible; otherwise, the default is `'rb'`. In future Python releases the mode of *fileobj* will not be used. It is better to always specify *mode* for writing.

ファイルは常にバイナリモードで開かれることに注意してください。圧縮ファイルをテキストモードで開く場合、*open()* (または *GzipFile* を *io.TextIOWrapper* でラップしたオブジェクト) を使ってください。

引数 *compresslevel* は `0` から `9` の整数を取り、圧縮レベルを制御します; `1` は最も高速で最小限の圧縮を行い、`9` は最も低速ですが最大限の圧縮を行います。`0` は圧縮しません。デフォルトは `9` です。

The optional *mtime* argument is the timestamp requested by gzip. The time is in Unix format, i.e., seconds since 00:00:00 UTC, January 1, 1970. If *mtime* is omitted or `None`, the current time is used. Use *mtime* = 0 to generate a compressed stream that does not depend on creation time.

See below for the *mtime* attribute that is set when decompressing.

Calling a *GzipFile* object's `close()` method does not close *fileobj*, since you might wish to append more material after the compressed data. This also allows you to pass an *io.BytesIO* object opened for writing as *fileobj*, and retrieve the resulting memory buffer using the *io.BytesIO* object's *getvalue()* method.

GzipFile supports the *io.BufferedIOBase* interface, including iteration and the `with` statement. Only the *truncate()* method isn't implemented.

GzipFile は以下のメソッドと属性も提供しています:

peek(*n*)

ファイル内の位置を移動せずに展開した *n* バイトを読み込みます。呼び出し要求を満たすために、圧縮ストリームに対して最大 1 回の単一読み込みが行われます。返されるバイト数はほぼ要求した値になります。

注釈: *peek()* の呼び出しでは *GzipFile* のファイル位置は変わりませんが、下層のファイルオブジェクトの位置が変わる惧れがあります。(e.g. *GzipFile* が *fileobj* 引数で作成された場合)

Added in version 3.2.

mode

`'rb'` は読み込み用、`'wb'` は書き込み用です。

バージョン 3.13 で変更: In previous versions it was an integer `1` or `2`.

mtime

When decompressing, this attribute is set to the last timestamp in the most recently read header. It is an integer, holding the number of seconds since the Unix epoch (00:00:00 UTC, January 1, 1970). The initial value before reading any headers is `None`.

name

The path to the gzip file on disk, as a *str* or *bytes*. Equivalent to the output of *os.fspath()* on the original input path, with no other normalization, resolution or expansion.

バージョン 3.1 で変更: `with` 文がサポートされました。*mtime* コンストラクタ引数と *mtime* 属性が追加されました。

バージョン 3.2 で変更: ゼロパディングされたファイルやシーク出来ないファイルがサポートされました。

バージョン 3.3 で変更: *io.BufferedIOBase.read1()* メソッドを実装しました。

バージョン 3.4 で変更: `'x'` ならびに `'xb'` モードがサポートされました。

バージョン 3.5 で変更: 任意の **バイトライクオブジェクト** の書き込みがサポートされました。*read()* メソッドが `None` を引数として受け取るようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.9 で非推奨: Opening *GzipFile* for writing without specifying the *mode* argument is deprecated.

バージョン 3.12 で変更: Remove the `filename` attribute, use the *name* attribute instead.

`gzip.compress`(*data*, *compresslevel=9*, ***, *mtime=None*)

data を圧縮し、圧縮データを含む *bytes* オブジェクトを返します。*compresslevel* と *mtime* の意味は上記 *GzipFile* コンストラクタと同じです。

Added in version 3.2.

バージョン 3.8 で変更: Added the *mtime* parameter for reproducible output.

バージョン 3.11 で変更: Speed is improved by compressing all data at once instead of in a streamed fashion. Calls with *mtime* set to `0` are delegated to *zlib.compress()* for better speed. In this situation the output may contain a gzip header "OS" byte value other than 255 "unknown" as supplied by the underlying zlib implementation.

バージョン 3.13 で変更: The gzip header OS byte is guaranteed to be set to 255 when this function is used as was the case in 3.10 and earlier.

`gzip.decompress`(*data*)

Decompress the *data*, returning a *bytes* object containing the uncompressed data. This function is capable of decompressing multi-member gzip data (multiple gzip blocks concatenated together). When

the data is certain to contain only one member the *zlib.decompress()* function with *wbits* set to 31 is faster.

Added in version 3.2.

バージョン 3.11 で変更: Speed is improved by decompressing members at once in memory instead of in a streamed fashion.

13.2.1 使い方の例

圧縮されたファイルを読み込む例:

```
import gzip
with gzip.open('/home/joe/file.txt.gz', 'rb') as f:
    file_content = f.read()
```

GZIP 圧縮されたファイルを作成する例:

```
import gzip
content = b"Lots of content here"
with gzip.open('/home/joe/file.txt.gz', 'wb') as f:
    f.write(content)
```

既存のファイルを GZIP 圧縮する例:

```
import gzip
import shutil
with open('/home/joe/file.txt', 'rb') as f_in:
    with gzip.open('/home/joe/file.txt.gz', 'wb') as f_out:
        shutil.copyfileobj(f_in, f_out)
```

バイナリ文字列を GZIP 圧縮する例:

```
import gzip
s_in = b"Lots of content here"
s_out = gzip.compress(s_in)
```

参考:

zlib モジュール
: gzip ファイル形式のサポートを行うために必要な基本ライブラリモジュール。

13.2.2 コマンドラインインターフェイス

gzip モジュールは、ファイルを圧縮、展開するための簡単なコマンドラインインターフェースを提供しています。

Once executed the *gzip* module keeps the input file(s).

バージョン 3.8 で変更: Add a new command line interface with a usage. By default, when you will execute the CLI, the default compression level is 6.

コマンドラインオプション

file

If *file* is not specified, read from *sys.stdin*.

--fast

Indicates the fastest compression method (less compression).

--best

Indicates the slowest compression method (best compression).

-d, --decompress

Decompress the given file.

-h, --help

ヘルプメッセージを出力します

13.3 bz2 --- bzip2 圧縮のサポート

ソースコード: Lib/bz2.py

このモジュールは、bzip2 アルゴリズムを用いて圧縮・展開を行う包括的なインターフェイスを提供します。

bz2 モジュールには以下のクラスや関数があります:

- 圧縮ファイルを読み書きするための *open()* 関数と *BZ2File* クラス。
- インクリメンタルにデータを圧縮・展開するための *BZ2Compressor* および *BZ2Decompressor* クラス。
- 一度に圧縮・展開を行う *compress()* および *decompress()* 関数。

13.3.1 ファイルの圧縮/解凍

bz2.open(*filename*, *mode='rb'*, *compresslevel=9*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

bzip2 圧縮されたファイルを、バイナリモードかテキストモードでオープンし、**ファイルオブジェクト** を返します。

BZ2File のコンストラクタと同様に、引数 *filename* には実際のファイル名 (*str* または *bytes* オブジェクト) か、読み書きする既存のファイルオブジェクトを指定します。

引数 *mode* には、バイナリモード用に `'r'`、`'rb'`、`'w'`、`'wb'`、`'x'`、`'xb'`、`'a'`、あるいは `'ab'`、テキストモード用に `'rt'`、`'wt'`、`'xt'`、あるいは `'at'` を指定できます。デフォルトは `'rb'` です。

引数 *compresslevel* には *BZ2File* コンストラクタと同様に 1 から 9 の整数を指定します。

バイナリモードでは、この関数は *BZ2File* コンストラクタ `BZ2File(filename, mode, compresslevel=compresslevel)` と等価です。この時、引数 *encoding*、*errors*、および *newline* を指定してはいけません。

テキストモードでは、*BZ2File* オブジェクトが作成され、指定されたエンコーディング、エラーハンドラの挙動、および改行文字で *io.TextIOWrapper* にラップされます。

Added in version 3.3.

バージョン 3.4 で変更: `'x'` (排他的作成) モードが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

class bz2.BZ2File(*filename*, *mode='r'*, ***, *compresslevel=9*)

bzip2 圧縮ファイルをバイナリモードでオープンします。

filename が *str* あるいは *bytes* オブジェクトの場合、それを名前とするファイルを直接開きます。そうでない場合、*filename* は圧縮データを読み書きする **ファイルオブジェクト** でなくてはなりません。

引数 *mode* は読み込みモードの `'r'` (デフォルト)、上書きモードの `'w'`、排他的作成モードの `'x'`、あるいは追記モードの `'a'` のいずれかを指定できます。これらはそれぞれ `'rb'`、`'wb'`、`'xb'` および `'ab'` と等価です。

filename が (実際のファイル名でなく) ファイルオブジェクトの場合、`'w'` はファイルを上書きせず、`'a'` と等価になります。

mode が `'w'` あるいは `'a'` の場合、*compresslevel* に圧縮レベルを `1` から `9` の整数で指定できます。圧縮率は `1` が最低で、`9` (デフォルト値) が最高です。

mode の値が `'r'` の場合、入力ファイルは複数の圧縮ストリームでも構いません。

BZ2File には、*io.BufferedIOBase* で規定されているメソッドや属性のうち、*detach()* と *truncate()* を除くすべてが備わっています。イテレーションと `with` 文をサポートしています。

BZ2File also provides the following methods and attributes:

peek([*n*])

ファイル上の現在位置を変更せずにバッファのデータを返します。このメソッドは少なくとも 1 バイトのデータを返します (EOF の場合を除く)。返される正確なバイト数は規定されていません。

注釈: *peek()* の呼び出しでは *BZ2File* のファイル位置は変わりませんが、下層のファイルオブジェクトの位置が変わる惧れがあります (e.g. *BZ2File* を *filename* にファイルオブジェクトを渡して作成した場合)。

Added in version 3.3.

fileno()

Return the file descriptor for the underlying file.

Added in version 3.3.

readable()

Return whether the file was opened for reading.

Added in version 3.3.

seekable()

Return whether the file supports seeking.

Added in version 3.3.

writable()

Return whether the file was opened for writing.

Added in version 3.3.

read1(*size=-1*)

Read up to *size* uncompressed bytes, while trying to avoid making multiple reads from the underlying stream. Reads up to a buffer's worth of data if size is negative.

Returns `b''` if the file is at EOF.

Added in version 3.3.

readinto(*b*)

Read bytes into *b*.

Returns the number of bytes read (0 for EOF).

Added in version 3.3.

mode

`'rb'` は読み込み用、`'wb'` は書き込み用です。

Added in version 3.13.

name

The bzip2 file name. Equivalent to the *name* attribute of the underlying *file object*.

Added in version 3.13.

バージョン 3.1 で変更: `with` 構文のサポートが追加されました。

バージョン 3.3 で変更: *filename* が実際のファイル名でなく **ファイルオブジェクト** だった場合のサポートが追加されました。

`'a'` (追記) モードが追加され、複数のストリームの読み込みがサポートされました。

バージョン 3.4 で変更: `'x'` (排他的作成) モードが追加されました。

バージョン 3.5 で変更: *read()* メソッドが `None` を引数として受け取るようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.9 で変更: *buffering* パラメータは削除されました。Python 3.0 からは無視され非推奨となっています。開かれたファイルオブジェクトを渡し、ファイルの開きかたを制御します。

compresslevel パラメータはキーワード専用になりました。

バージョン 3.10 で変更: このクラスは、複数の同時読み出しや書き込みにおいては、既存の *gzip* や *lzma* などの同等のクラスのように、スレッド安全ではありません。

13.3.2 逐次圧縮および展開

class bz2.BZ2Compressor(*compresslevel=9*)

新しくコンプレッサオブジェクトを作成します。このオブジェクトはデータの逐次的な圧縮に使用できます。一度に圧縮したい場合は、*compress()* 関数を使ってください。

引数 *compresslevel* を指定する場合は、`1` から `9` までの整数を与えてください。デフォルト値は `9` です。

compress(*data*)

データをコンプレッサオブジェクトに渡します。戻り値は圧縮されたデータですが、圧縮データを返すことができない場合は空のバイト文字列を返します。

コンプレッサオブジェクトにデータをすべて渡し終えたら、*flush()* メソッドを呼び出し、圧縮プロセスを完了させてください。

flush()

圧縮プロセスを完了させ、内部バッファに残っている圧縮済みデータを返します。

このメソッドを呼び出すと、それ以後コンプレッサオブジェクトは使用できなくなります。

class bz2.BZ2Decompressor

新しくデコンプレッサオブジェクトを作成します。このオブジェクトは逐次的なデータ展開に使用できます。一度に展開したい場合は、*decompress()* 関数を使ってください。

注釈: このクラスは、*decompress()* や *BZ2File* とは異なり、複数の圧縮レベルが混在しているデータを透過的に扱うことができません。*BZ2Decompressor* クラスを用いて、複数のストリームからなるデータを展開する場合は、それぞれのストリームについてデコンプレッサオブジェクトを用意してください。

---

decompress(*data*, *max_length=-1*)

data (*bytes-like object*) を展開し、未圧縮のデータを bytes で返します。*data* の一部は、後で *decompress()* の呼び出しに使用するため内部でバッファされている場合があります。返されたデータは、以前の *decompress()* の呼び出しの出力に連結する必要があります。

max_length が非負の場合、最大 *max_length* バイトの展開データを返します。この制限に達して、出力がさらに生成できる場合、*needs_input* が False に設定されます。この場合、*decompress()* を次に呼び出すと、*data* を b'' として提供し、出力をさらに取得することができます。

入力データの全てが圧縮され返された (*max_length* バイトより少ないためか *max_length* が負のため) 場合、*needs_input* 属性は True になります。

ストリームの終端に到達した後にデータを展開しようとすると *EOFError* が送出されます。ストリームの終端の後ろの全てのデータは無視され、その部分は *unused_data* 属性に保存されます。

バージョン 3.5 で変更: max_length パラメータが追加されました。

eof

ストリーム終端記号に到達した場合 True を返します。

Added in version 3.3.

unused_data

圧縮ストリームの末尾以降に存在したデータを表します。

ストリームの末尾に達する前には、この属性には b'' という値が収められています。

needs_input

decompress() メソッドが、新しい非圧縮入力を必要とせずにさらに展開データを提供できる場合、False です。

Added in version 3.5.

13.3.3 一括圧縮/解凍

bz2.compress(*data*, *compresslevel=9*)

バイト類オブジェクト の *data* を圧縮します。

引数 *compresslevel* を指定する場合は、1 から 9 までの整数を与えてください。デフォルト値は 9 です。

逐次的にデータを圧縮したい場合は、*BZ2Compressor* を使ってください。

bz2.decompress(*data*)

バイト類オブジェクト の *data* を展開します。

data が複数の圧縮ストリームから成る場合、そのすべてを展開します。

逐次的に展開を行う場合は、*BZ2Decompressor* を使ってください。

バージョン 3.3 で変更: 複数ストリームの入力をサポートしました。

13.3.4 使い方の例

以下は、典型的な *bz2* モジュールの利用方法です。

compress() と *decompress()* を使い、圧縮して展開する実演をしています:

```
>>> import bz2
>>> data = b"""\
... Donec rhoncus quis sapien sit amet molestie. Fusce scelerisque vel augue
... nec ullamcorper. Nam rutrum pretium placerat. Aliquam vel tristique lorem,
... sit amet cursus ante. In interdum laoreet mi, sit amet ultrices purus
... pulvinar a. Nam gravida euismod magna, non varius justo tincidunt feugiat.
... Aliquam pharetra lacus non risus vehicula rutrum. Maecenas aliquam leo
... felis. Pellentesque semper nunc sit amet nibh ullamcorper, ac elementum
... dolor luctus. Curabitur lacinia mi ornare consectetur vestibulum."""
>>> c = bz2.compress(data)
>>> len(data) / len(c)  # Data compression ratio
1.513595166163142
>>> d = bz2.decompress(c)
>>> data == d  # Check equality to original object after round-trip
True
```

BZ2Compressor を使い、逐次圧縮をしています:

```
>>> import bz2
>>> def gen_data(chunks=10, chunksize=1000):
...     """Yield incremental blocks of chunksize bytes."""
...     for _ in range(chunks):
...         yield b"z" * chunksize
...
>>> comp = bz2.BZ2Compressor()
>>> out = b""
>>> for chunk in gen_data():
...     # Provide data to the compressor object
...     out = out + comp.compress(chunk)
...
>>> # Finish the compression process.  Call this once you have
>>> # finished providing data to the compressor.
>>> out = out + comp.flush()
```

上の例は、非常に ” ランダムでない” データストリーム (チャンク `b"z"` のストリーム) です。ランダムなデータは圧縮率が低い傾向にある一方、揃っていて、繰り返しのあるデータは通常は高い圧縮率を叩き出します。

bzip2 圧縮されたファイルをバイナリモードで読み書きしています:

```
>>> import bz2
>>> data = b"""\
... Donec rhoncus quis sapien sit amet molestie. Fusce scelerisque vel augue
... nec ullamcorper. Nam rutrum pretium placerat. Aliquam vel tristique lorem,
... sit amet cursus ante. In interdum laoreet mi, sit amet ultrices purus
... pulvinar a. Nam gravida euismod magna, non varius justo tincidunt feugiat.
... Aliquam pharetra lacus non risus vehicula rutrum. Maecenas aliquam leo
... felis. Pellentesque semper nunc sit amet nibh ullamcorper, ac elementum
... dolor luctus. Curabitur lacinia mi ornare consectetur vestibulum."""
>>> with bz2.open("myfile.bz2", "wb") as f:
...     # Write compressed data to file
...     unused = f.write(data)
...
>>> with bz2.open("myfile.bz2", "rb") as f:
...     # Decompress data from file
...     content = f.read()
...
>>> content == data  # Check equality to original object after round-trip
True
```

13.4 lzma --- LZMA アルゴリズムを使用した圧縮

Added in version 3.3.

ソースコード: Lib/lzma.py

このモジュールは LZMA 圧縮アルゴリズムを使用したデータ圧縮および展開のためのクラスや便利な関数を提供しています。また、**xz** ユーティリティを使用した `.xz` およびレガシーな `.lzma` ファイル形式へのファイルインターフェイスの他、RAW 圧縮ストリームもサポートしています。

このモジュールが提供するインターフェイスは *bz2* モジュールと非常によく似ています。*LZMAFile* と *bz2.BZ2File* はスレッドセーフでは **ない** 点に注意してください。そのため、単一の *LZMAFile* インスタンスを複数スレッドから使用する場合は、ロックで保護する必要があります。

exception lzma.**LZMAError**

この例外は圧縮あるいは展開中にエラーが発生した場合、または圧縮/展開状態の初期化中に送出されます。

13.4.1 圧縮ファイルへの読み書き

lzma.**open**(*filename*, *mode='rb'*, ***, *format=None*, *check=-1*, *preset=None*, *filters=None*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

LZMA 圧縮ファイルをバイナリまたはテキストモードでオープンし、**ファイルオブジェクト** を返します。

filename 引数には、ファイルをオープンする際には実際のファイル名 (*str*、*bytes*、または *path-like* オブジェクトとして指定します) か、読み込みまたは書き込むためであれば、すでに存在するファイルオブジェクトを指定できます。

引数 *mode* は、バイナリモードでは `"r"`、`"rb"`、`"w"`、`"wb"`、`"x"`、`"xb"`、`"a"`、あるいは `"ab"` の、テキストモードでは `"rt"`、`"wt"`、`"xt"`、あるいは `"at"` のいずれかになります。デフォルトは `"rb"` です。

読み込み用にファイルをオープンした場合、引数 *format* および *filters* は *LZMADecompressor* と同じ意味になります。この時、引数 *check* および *preset* は使用しないでください。

書き出し用にオープンした場合、引数 *format*、*check*、*preset*、および *filters* は *LZMACompressor* と同じ意味になります。

バイナリモードでは、この関数は *LZMAFile* コンストラクタと等価になります (`LZMAFile(filename, mode, ...)`)。この場合、引数 *encoding*、*errors*、および *newline* を指定しなければなりません。

テキストモードでは、*LZMAFile* オブジェクトが生成され、指定したエンコーディング、エラーハンドラの挙動、および改行コードで *io.TextIOWrapper* にラップされます。

バージョン 3.4 で変更: `"x"`, `"xb"`, `"xt"` モードのサポートが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

class lzma.LZMAFile(*filename=None*, *mode='r'*, ***, *format=None*, *check=-1*, *preset=None*, *filters=None*)

LZMA 圧縮ファイルをバイナリモードで開きます。

LZMAFile はすでにオープンしている *file object* をラップ、または名前付きファイルを直接操作できます。引数 *filename* にはラップするファイルオブジェクトかオープンするファイル名 (*str* オブジェクトま、*bytes* オブジェクト、または *path-like* オブジェクト) を指定します。既存のファイルオブジェクトをラップした場合、*LZMAFile* をクローズしてもラップしたファイルはクローズされません。

引数 *mode* は読み込みモードの `"r"` (デフォルト)、上書きモードの `"w"`、排他的生成モードの `"x"`、あるいは追記モードの `"a"` のいずれかを指定できます。これらはそれぞれ `"rb"`、`"wb"`、`"xb"`、および `"ab"` と等価です。

filename が (実際のファイル名でなく) ファイルオブジェクトの場合、`"w"` モードはファイルを上書きせず、`"a"` と等価になります。

読み込みモードでファイルをオープンした時、入力ファイルは複数に分割された圧縮ストリームを連結したものでもかまいません。これらは透過的に単一論理ストリームとしてデコードされます。

読み込み用にファイルをオープンした場合、引数 *format* および *filters* は *LZMADecompressor* と同じ意味になります。この時、引数 *check* および *preset* は使用しないでください。

書き出し用にオープンした場合、引数 *format*、*check*、*preset*、および *filters* は *LZMACompressor* と同じ意味になります。

LZMAFile には、*io.BufferedIOBase* で規定されているメソッドや属性のうち、*detach()* と *truncate()* を除くすべてが備わっています。イテレーションと `with` 文をサポートしています。

以下のメソッドと属性も提供されています:

peek(*size=-1*)

ファイル上の現在位置を変更せずにバッファのデータを返します。EOF に達しない限り、少なくとも 1 バイトが返されます。返される正確なバイト数は規定されていません (引数 *size* は無視されます)。

注釈: *peek()* の呼び出しでは *LZMAFile* のファイル位置は変わりませんが、下層のファイルオブジェクトの位置が変わる惧れがあります。(e.g. *LZMAFile* を *filename* にファイルオブジェクトを渡して作成した場合)

---

mode

`'rb'` は読み込み用、`'wb'` は書き込み用です。

Added in version 3.13.

name

lzma ファイルの名前。基礎である *file object* の *name* 属性と同様です。

Added in version 3.13.

バージョン 3.4 で変更: `'x'`, `'xb'` モードがサポートが追加されました。

バージョン 3.5 で変更: *read()* メソッドが None を引数として受け取るようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

13.4.2 メモリ上での圧縮と展開

class lzma.LZMACompressor(*format=FORMAT_XZ*, *check=-1*, *preset=None*, *filters=None*)

データをインクリメンタルに圧縮する圧縮オブジェクトを作成します。

大量の単一データを圧縮する、より便利な方法については *compress()* を参照してください。

引数 *format* には使用するコンテナフォーマットを指定します。以下の値が指定できます:

- **FORMAT_XZ**: The `.xz` コンテナフォーマット。デフォルトのフォーマットです。
- **FORMAT_ALONE**: レガシーな `.lzma` コンテナフォーマット。このフォーマットは `.xz` より制限があります -- インテグリティチェックや複数フィルタをサポートしていません。
- **FORMAT_RAW**: 特定のコンテナフォーマットを使わない、生のデータストリーム。このフォーマット指定子はインテグリティチェックをサポートしておらず、(圧縮および展開双方のために) 常にカスタムフィルタチェインを指定する必要があります。さらに、この方法で圧縮されたデータは FORMAT_AUTO を使っても展開できません (*LZMADecompressor* を参照)。

引数 *check* には圧縮データに組み込むインテグリティチェックのタイプを指定します。このチェックは展開時に使用され、データが破損していないことを保証します。以下の値が指定できます:

- CHECK_NONE: インテグリティチェックなし。FORMAT_ALONE および FORMAT_RAW のデフォルト (かつ唯一指定可能な値) です。
- CHECK_CRC32: 32-bit 巡回冗長検査。
- CHECK_CRC64: 64-bit 巡回冗長検査。FORMAT_XZ のデフォルトです。
- CHECK_SHA256: 256-bit セキュアハッシュアルゴリズム (SHA)。

指定したチェック方法がサポートされていない場合、*LZMAError* が送出されます。

圧縮設定はプリセット圧縮レベル (引数 *preset* で指定) またはカスタムフィルタチェイン (引数 *filters* で指定) のどちらかを指定します。

引数 *preset* を指定する場合、0 から 9 までの整数値でなければならず、オプションで定数 PRESET_EXTREME を論理和指定できます。*preset* も *filters* も指定されなかった場合、デフォルトの挙動として PRESET_DEFAULT (プリセットレベル 6) が使用されます。高いプリセット値を指定すると圧縮率が上がりますが、圧縮にかかる時間が長くなります。

注釈: CPU の使用量が多いのに加えて、高いプリセットで圧縮を行うには、メモリをずっと多く必要とします (さらに、生成される出力も展開により多くのメモリを必要とします)。例えば、プリセットが 9 の場合、*LZMACompressor* オブジェクトのオーバーヘッドは 800 MiB にまで高くなる場合があります。このため、通常はデフォルトのプリセットを使用するのがよいでしょう。

引数 *filters* を指定する場合、フィルタチェイン指定子でなければなりません。詳しくは **カスタムフィルタチェインの指定** を参照してください。

compress(*data*)

data (*bytes* オブジェクト) を圧縮し、少なくともその一部が圧縮されたデータを格納する *bytes* オブジェクトを返します。*data* の一部は、後で *compress()* および *flush()* の呼び出しに使用するため内部でバッファされている場合があります。返すデータは以前の *compress()* 呼び出しの出力を連結したものです。

flush()

圧縮処理を終了し、コンプレッサの内部バッファにあるあらゆるデータを格納する *bytes* オブジェクトを返します。

コンプレッサはこのメソッドが呼び出された後は使用できません。

class lzma.LZMADecompressor(*format=FORMAT_AUTO*, *memlimit=None*, *filters=None*)

データをインクリメンタルに展開するために使用できる展開オブジェクトを作成します。

圧縮されたストリーム全体を一度に展開にする、より便利な方法については、*decompress()* を参照してください。

引数 *format* には使用するコンテナフォーマットを指定します。デフォルトは FORMAT_AUTO で、.xz および .lzma ファイルを展開できます。その他に指定できる値は、FORMAT_XZ、FORMAT_ALONE、および FORMAT_RAW です。

引数 *memlimit* にはデコンプレッサが使用できるメモリ量をバイトで指定します。この引数を指定した場合、そのメモリ量で展開ができないと *LZMAError* を送出します。

引数 *filters* には展開されるストリームの作成に使用するフィルタチェインを指定します。この引数を使用する際は、引数 *format* に FORMAT_RAW を指定しなければなりません。フィルタチェインについての詳細

は **カスタムフィルタチェインの指定** を参照してください。

注釈: このクラスは *decompress()* および *LZMAFile* と異なり、複数の圧縮ストリームを含む入力を透過的に扱いません。*LZMADecompressor* で複数ストリーム入力を展開するには、各ストリームごとに新しいデコンプレッサを作成しなければなりません。

---

decompress(*data*, *max_length=-1*)

data (*bytes-like object*) を展開し、未圧縮のデータを bytes で返します。*data* の一部は、後で *decompress()* の呼び出しに使用するため内部でバッファされている場合があります。返されたデータは、以前の *decompress()* の呼び出しの出力に連結する必要があります。

max_length が非負の場合、最大 *max_length* バイトの展開データを返します。この制限に達して、出力がさらに生成できる場合、*needs_input* が `False` に設定されます。この場合、*decompress()* を次に呼び出すと、*data* を `b''` として提供し、出力をさらに取得することができます。

入力データの全てが圧縮され返された (*max_length* バイトより少ないためか *max_length* が負のため) 場合、*needs_input* 属性は `True` になります。

ストリームの終端に到達した後にデータを展開しようとすると *EOFError* が送出されます。ストリームの終端の後ろの全てのデータは無視され、その部分は *unused_data* 属性に保存されます。

バージョン 3.5 で変更: `max_length` パラメータが追加されました。

check

入力ストリームに使用されるインテグリティチェックの ID です。これは何のインテグリティチェックが使用されているか決定するために十分な入力がデコードされるまでは `CHECK_UNKNOWN` になることがあります。

eof

ストリーム終端記号に到達した場合 `True` を返します。

unused_data

圧縮ストリームの末尾以降に存在したデータを表します。

ストリームの末尾に達する前は、これは `b""` になります。

needs_input

decompress() メソッドが、新しい非圧縮入力を必要とせずにさらに展開データを提供できる場合、`False` です。

Added in version 3.5.

lzma.compress(*data*, *format=FORMAT_XZ*, *check=-1*, *preset=None*, *filters=None*)

data (*bytes* オブジェクト) を圧縮し、圧縮データを *bytes* オブジェクトとして返します。

引数 *format*、*check*、*preset*、および *filters* についての説明は上記の *LZMACompressor* を参照してください。

lzma.**decompress**(*data*, *format=FORMAT_AUTO*, *memlimit=None*, *filters=None*)

data (*bytes* オブジェクト) を展開し、展開データを *bytes* オブジェクトとして返します。

data が複数の明確な圧縮ストリームの連結だった場合、すべてのストリームを展開し、結果の連結を返します。

引数 *format*、*memlimit*、および *filters* の説明は、上記 *LZMADecompressor* を参照してください。

13.4.3 その他

lzma.**is_check_supported**(*check*)

指定したインテグリティチェックがシステムでサポートされていれば True を返します。

CHECK_NONE および CHECK_CRC32 は常にサポートされています。CHECK_CRC64 および CHECK_SHA256 は **liblzma** が機能制限セットでコンパイルされている場合利用できないことがあります。

13.4.4 カスタムフィルタチェインの指定

フィルタチェイン指定子は、辞書のシーケンスで、各辞書は ID と単一フィルタのオプションからなります。各辞書はキー "id" を持たなければならず、フィルタ依存のオプションを指定する追加キーを持つ場合もあります。有効なフィルタ ID は以下のとおりです:

- 圧縮フィルタ:
  - FILTER_LZMA1 (FORMAT_ALONE と共に使用)
  - FILTER_LZMA2 (FORMAT_XZ および FORMAT_RAW と共に使用)
- デルタフィルター:
  - FILTER_DELTA
- ブランチコールジャンプ (BCJ) フィルター:
  - FILTER_X86
  - FILTER_IA64
  - FILTER_ARM
  - FILTER_ARMTHUMB
  - FILTER_POWERPC

- FILTER_SPARC

一つのフィルタチェインは 4 個までのフィルタを定義することができ、空にはできません。チェインの最後は圧縮フィルタでなくてはならず、その他のフィルタはデルタまたは BCJ フィルタでなければなりません。

圧縮フィルタは以下のオプション (追加エントリとしてフィルタを表す辞書に指定) をサポートしています:

- preset: 明示されていないオプションのデフォルト値のソースとして使用する圧縮プリセット。
- dict_size: 辞書のサイズのバイト数。これは、4 KiB から 1.5 GiB の間にしてください (両端を含みます)。
- lc: リテラルコンテキストビットの数。
- lp: リテラル位置ビットの数。lc + lp で最大 4 までです。
- pb: 位置ビットの数。最大で 4 までです。
- mode: MODE_FAST または MODE_NORMAL。
- nice_len: マッチに ” 良い” とみなす長さ。273 以下でなければなりません。
- mf: 使用するマッチファインダ -- MF_HC3、MF_HC4、MF_BT2、MF_BT3、または MF_BT4。
- depth: マッチファインダが使用する検索の最大深度。0 (デフォルト) では他のフィルタオプションをベースに自動選択します。

デルタフィルターは、バイト間の差異を保存し、特定の状況で、コンプレッサーに対してさらに反復的な入力を生成します。デルタフィルターは、1 つのオプション dist のみをサポートします。これは差し引くバイトどうしの距離を示します。デフォルトは 1 で、隣接するバイトの差異を扱います。

The BCJ filters are intended to be applied to machine code. They convert relative branches, calls and jumps in the code to use absolute addressing, with the aim of increasing the redundancy that can be exploited by the compressor. These filters support one option, start_offset. This specifies the address that should be mapped to the beginning of the input data. The default is 0.

13.4.5 使用例

圧縮ファイルからの読み込み:

```
import lzma
with lzma.open("file.xz") as f:
    file_content = f.read()
```

圧縮ファイルの作成:

```
import lzma
data = b"Insert Data Here"
with lzma.open("file.xz", "w") as f:
    f.write(data)
```

メモリ上でデータを圧縮:

```
import lzma
data_in = b"Insert Data Here"
data_out = lzma.compress(data_in)
```

逐次圧縮:

```
import lzma
lzc = lzma.LZMACompressor()
out1 = lzc.compress(b"Some data\n")
out2 = lzc.compress(b"Another piece of data\n")
out3 = lzc.compress(b"Even more data\n")
out4 = lzc.flush()
# Concatenate all the partial results:
result = b"".join([out1, out2, out3, out4])
```

すでにオープンしているファイルへの圧縮データの書き出し:

```
import lzma
with open("file.xz", "wb") as f:
    f.write(b"This data will not be compressed\n")
    with lzma.open(f, "w") as lzf:
        lzf.write(b"This *will* be compressed\n")
    f.write(b"Not compressed\n")
```

カスタムフィルタチェインを使った圧縮ファイルの作成:

```
import lzma
my_filters = [
    {"id": lzma.FILTER_DELTA, "dist": 5},
    {"id": lzma.FILTER_LZMA2, "preset": 7 | lzma.PRESET_EXTREME},
]
with lzma.open("file.xz", "w", filters=my_filters) as f:
    f.write(b"blah blah blah")
```

13.5 zipfile --- ZIP アーカイブの処理

Source code: Lib/zipfile/

ZIP は一般によく知られているアーカイブ (書庫化) および圧縮の標準ファイルフォーマットです。このモジュールでは ZIP 形式のファイルの作成、読み書き、追記、書庫内のファイル一覧の作成を行うためのツールを提供します。より高度な使い方でこのモジュールを利用したいのであれば、PKZIP Application Note に定義されている ZIP ファイルフォーマットの理解が必要になるでしょう。

このモジュールは現在マルチディスク ZIP ファイルを扱うことはできません。ZIP64 拡張を利用する ZIP ファイル (サイズが 4 GiB を超えるような ZIP ファイル) は扱えます。このモジュールは暗号化されたアーカイブの復号をサポートしますが、現在暗号化ファイルを作成することはできません。C 言語ではなく、Python で実装されているため、復号は非常に遅くなっています。

このモジュールは以下の項目を定義しています:

exception zipfile.BadZipFile

正常ではない ZIP ファイルに対して送出されるエラーです。

Added in version 3.2.

exception zipfile.BadZipfile

BadZipFile の別名です。過去のバージョンの Python との互換性のために用意されています。

バージョン 3.2 で非推奨.

exception zipfile.LargeZipFile

ZIP ファイルが ZIP64 の機能を必要としているが、その機能が有効化されていない場合に送出されるエラーです。

class zipfile.ZipFile

ZIP ファイルの読み書きのためのクラスです。コンストラクタの詳細については、*ZipFile* **オブジェクト** 節を参照してください。

class zipfile.Path

pathlib.Path インターフェースの一部を実装したクラスです。*importlib.resources.abc.Traversable* インターフェースは完全に実装しています。

Added in version 3.8.

class zipfile.PyZipFile

Python ライブラリを含む、ZIP アーカイブを作成するためのクラスです。

class zipfile.ZipInfo(*filename='NoName'*, *date_time=(1980, 1, 1, 0, 0, 0)*)

アーカイブ内の 1 個のメンバの情報を取得するために使うクラスです。このクラスのインスタンスは *ZipFile* オブジェクトの *getinfo()* および *infolist()* メソッドによって返されます。ほとんどの *zipfile* モジュールの利用者はこのクラスのインスタンスを作成する必要はなく、このモジュールによって作成されたものを使用できます。*filename* はアーカイブメンバのフルネームでなければならず、*date_time* はファイルが最後に変更された日時を表す 6 個のフィールドのタプルでなければなりません; フィールドは *ZipInfo* **オブジェクト** 節で説明されています。

バージョン 3.13 で変更: A public `compress_level` attribute has been added to expose the formerly protected `_compresslevel`. The older protected name continues to work as a property for backwards compatibility.

zipfile.is_zipfile(*filename*)

filename が正しいマジックナンバをもつ ZIP ファイルの時に `True` を返し、そうでない場合 `False` を返します。*filename* にはファイルやファイルライクオブジェクトを渡すこともできます。

バージョン 3.1 で変更: ファイルおよびファイルライクオブジェクトをサポートしました。

zipfile.ZIP_STORED

アーカイブメンバを圧縮しない (複数ファイルを一つにまとめるだけ) ことを表す数値定数です。

zipfile.ZIP_DEFLATED

通常の ZIP 圧縮方法を表す数値定数です。これには *zlib* モジュールが必要です。

zipfile.ZIP_BZIP2

BZIP2 圧縮方法を表す数値定数です。これには *bz2* モジュールが必要です。

Added in version 3.3.

zipfile.ZIP_LZMA

LZMA 圧縮方法を表す数値定数です。これには *lzma* モジュールが必要です。

Added in version 3.3.

注釈: ZIP ファイルフォーマット仕様は 2001 年より bzip2 圧縮を、2006 年より LZMA 圧縮をサポートしていますが、(過去の Python リリースを含む) 一部のツールはこれら圧縮方式をサポートしていないため、ZIP ファイルの処理を全く受け付けないか、あるいは個々のファイルの抽出に失敗する場合があります。

参考:

PKZIP Application Note

ZIP ファイルフォーマットおよびアルゴリズムを作成した Phil Katz によるドキュメント。

Info-ZIP Home Page
: Info-ZIP プロジェクトによる ZIP アーカイブプログラムおよびプログラム開発ライブラリに関する情報。

13.5.1 ZipFile オブジェクト

class zipfile.ZipFile(*file*, *mode='r'*, *compression=ZIP_STORED*, *allowZip64=True*, *compresslevel=None*, ***, *strict_timestamps=True*, *metadata_encoding=None*)

ZIP ファイルを開きます。*file* はファイルのパス (文字列) か、ファイルライクオブジェクト、*path-like object* のいずれかです。

mode パラメータには、既存のファイルを読み込む場合は `'r'` 、内容を消去して新しいファイルに書き込む場合は `'w'` 、既存のファイルの末尾に追加する場合は `'a'` 、ファイルが存在しない場合にのみファイルを作成して書き込む場合は `'x'` を指定します。*mode* が `'x'` で *file* が既存のファイルを指している場合、*FileExistsError* が発生します。*mode* が `'a'` で *file* が既存の ZIP ファイルを指している場合、新しい ZIP アーカイブがそのファイルに追加されます。*file* が ZIP ファイルでない場合は、ファイルの末尾にあたらしい ZIP アーカイブが追加されます。これは、既存のファイル (例えば `python.exe`) に ZIP アーカイブを付け加える用途を想定したものです。*mode* が `'a'` で *file* が存在しない場合は、ファイルが作成されます。*mode* が `'r'` か `'a'` の場合、ファイルはシーク可能である必要があります。

compression is the ZIP compression method to use when writing the archive, and should be *ZIP_STORED*, *ZIP_DEFLATED*, *ZIP_BZIP2* or *ZIP_LZMA*; unrecognized values will cause *NotImplementedError* to be raised. If *ZIP_DEFLATED*, *ZIP_BZIP2* or *ZIP_LZMA* is specified but the corresponding module (*zlib*, *bz2* or *lzma*) is not available, *RuntimeError* is raised. The default is *ZIP_STORED*.

If *allowZip64* is `True` (the default) zipfile will create ZIP files that use the ZIP64 extensions when the zipfile is larger than 4 GiB. If it is `false` *zipfile* will raise an exception when the ZIP file would require ZIP64 extensions.

The *compresslevel* parameter controls the compression level to use when writing files to the archive. When using *ZIP_STORED* or *ZIP_LZMA* it has no effect. When using *ZIP_DEFLATED* integers `0` through `9` are accepted (see *zlib* for more information). When using *ZIP_BZIP2* integers `1` through `9` are accepted (see *bz2* for more information).

The *strict_timestamps* argument, when set to `False`, allows to zip files older than 1980-01-01 at the cost of setting the timestamp to 1980-01-01. Similar behavior occurs with files newer than 2107-12-31, the timestamp is also set to the limit.

When mode is `'r'`, *metadata_encoding* may be set to the name of a codec, which will be used to decode metadata such as the names of members and ZIP comments.

ファイルがモード `'w'`、`'x'` または `'a'` で作成され、その後そのアーカイブにファイルを追加することなく **クローズ** された場合、空のアーカイブのための適切な ZIP 構造がファイルに書き込まれます。

ZipFile はコンテキストマネージャにもなっているので、`with` 文をサポートしています。次の例では、*myzip* は `with` 文のブロックが終了したときに、(たとえ例外が発生したとしても) クローズされます:

```
with ZipFile('spam.zip', 'w') as myzip:
    myzip.write('eggs.txt')
```

注釈: *metadata_encoding* is an instance-wide setting for the ZipFile. It is not currently possible to set this on a per-member basis.

This attribute is a workaround for legacy implementations which produce archives with names in the current locale encoding or code page (mostly on Windows). According to the .ZIP standard, the encoding of metadata may be specified to be either IBM code page (default) or UTF-8 by a flag in the archive header. That flag takes precedence over *metadata_encoding*, which is a Python-specific extension.

バージョン 3.2 で変更: *ZipFile* をコンテキストマネージャとして使用できるようになりました。

バージョン 3.3 で変更: *bzip2* および *lzma* 圧縮をサポートしました。

バージョン 3.4 で変更: ZIP64 拡張がデフォルトで有効になりました。

バージョン 3.5 で変更: seek 出来ないストリームのサポートが追加されました。`'x'` モードのサポートが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: Previously, a plain *RuntimeError* was raised for unrecognized compression values.

バージョン 3.6.2 で変更: *file* 引数が *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: *compresslevel* パラメータが追加されました。

バージョン 3.8 で変更: The *strict_timestamps* keyword-only parameter.

バージョン 3.11 で変更: Added support for specifying member name encoding for reading metadata in the zipfile's directory and file headers.

`ZipFile.close()`

アーカイブファイルをクローズします。*close()* はプログラムを終了する前に必ず呼び出さなければなりません。さもないとアーカイブ上の重要なレコードが書き込まれません。

`ZipFile.getinfo(`*name*`)`

アーカイブメンバ *name* に関する情報を持つ *ZipInfo* オブジェクトを返します。アーカイブに含まれないファイル名に対して *getinfo()* を呼び出すと、*KeyError* が送出されます。

ZipFile.**infolist**()

アーカイブに含まれる各メンバの *ZipInfo* オブジェクトからなるリストを返します。既存のアーカイブファイルを開いている場合、リストの順番は実際の ZIP ファイル中のメンバの順番と同じになります。

ZipFile.**namelist**()

アーカイブメンバの名前のリストを返します。

ZipFile.**open**(*name*, *mode='r'*, *pwd=None*, ***, *force_zip64=False*)

Access a member of the archive as a binary file-like object. *name* can be either the name of a file within the archive or a *ZipInfo* object. The *mode* parameter, if included, must be `'r'` (the default) or `'w'`. *pwd* is the password used to decrypt encrypted ZIP files as a *bytes* object.

open() はコンテキストマネージャでもあるので `with` 文をサポートしています:

```
with ZipFile('spam.zip') as myzip:
    with myzip.open('eggs.txt') as myfile:
        print(myfile.read())
```

With *mode* `'r'` the file-like object (`ZipExtFile`) is read-only and provides the following methods: *read()*, *readline()*, *readlines()*, *seek()*, *tell()*, *__iter__()*, *__next__()*. These objects can operate independently of the ZipFile.

With `mode='w'`, a writable file handle is returned, which supports the *write()* method. While a writable file handle is open, attempting to read or write other files in the ZIP file will raise a *ValueError*.

In both cases the file-like object has also attributes `name`, which is equivalent to the name of a file within the archive, and `mode`, which is `'rb'` or `'wb'` depending on the input mode.

When writing a file, if the file size is not known in advance but may exceed 2 GiB, pass `force_zip64=True` to ensure that the header format is capable of supporting large files. If the file size is known in advance, construct a *ZipInfo* object with *file_size* set, and use that as the *name* parameter.

注釈: *open()*、*read()*、および *extract()* メソッドには、ファイル名または *ZipInfo* オブジェクトを指定できます。これは重複する名前のメンバを含む ZIP ファイルを読み込むときにそのメリットを享受できるでしょう。

バージョン 3.6 で変更: Removed support of `mode='U'`. Use *io.TextIOWrapper* for reading compressed text files in *universal newlines* mode.

バージョン 3.6 で変更: *ZipFile.open()* can now be used to write files into the archive with the `mode='w'` option.

バージョン 3.6 で変更: Calling *open()* on a closed ZipFile will raise a *ValueError*. Previously, a *RuntimeError* was raised.

バージョン 3.13 で変更: Added attributes `name` and `mode` for the writeable file-like object. The value of the `mode` attribute for the readable file-like object was changed from `'r'` to `'rb'`.

`ZipFile.extract`(*member*, *path=None*, *pwd=None*)

Extract a member from the archive to the current working directory; *member* must be its full name or a *ZipInfo* object. Its file information is extracted as accurately as possible. *path* specifies a different directory to extract to. *member* can be a filename or a *ZipInfo* object. *pwd* is the password used for encrypted files as a *bytes* object.

作成された (ディレクトリか新ファイルの) 正規化されたパスを返します。

注釈: メンバのファイル名が絶対パスなら、ドライブ/UNC sharepoint および先頭の (バック) スラッシュは取り除かれます。例えば、Unix で `///foo/bar` は `foo/bar` となり、Window で `C:\foo\bar` は `foo\bar` となります。また、メンバのファイル名に含まれる全ての `".."` は取り除かれます。例えば、`../../foo../../ba..r` は `foo../ba..r` となります。Windows では、不正な文字 (`:`, `<`, `>`, `|`, `"`, `?`, および `*`) はアンダースコア (`_`) で置き換えられます。

バージョン 3.6 で変更: Calling *extract()* on a closed ZipFile will raise a *ValueError*. Previously, a *RuntimeError* was raised.

バージョン 3.6.2 で変更: *path* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

`ZipFile.extractall`(*path=None*, *members=None*, *pwd=None*)

Extract all members from the archive to the current working directory. *path* specifies a different directory to extract to. *members* is optional and must be a subset of the list returned by *namelist()*. *pwd* is the password used for encrypted files as a *bytes* object.

警告: 信頼できないソースからきた Zip ファイルを、事前に中身をチェックせずに展開してはいけません。ファイルを *path* の外側に作成することができるからです。例えば、`"/"` で始まる絶対パスを持ったメンバーや、2 つのドット `".."` を持つファイル名などの場合です。このモジュールはそれを避けようとします。*extract()* の注釈を参照してください。

バージョン 3.6 で変更: Calling *extractall()* on a closed ZipFile will raise a *ValueError*. Previously, a *RuntimeError* was raised.

バージョン 3.6.2 で変更: *path* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

ZipFile.**printdir**()

アーカイブの内容の一覧を sys.stdout に出力します。

ZipFile.**setpassword**(*pwd*)

Set *pwd* (a *bytes* object) as default password to extract encrypted files.

ZipFile.**read**(*name*, *pwd=None*)

Return the bytes of the file *name* in the archive. *name* is the name of the file in the archive, or a *ZipInfo* object. The archive must be open for read or append. *pwd* is the password used for encrypted files as a *bytes* object and, if specified, overrides the default password set with *setpassword()*. Calling *read()* on a ZipFile that uses a compression method other than *ZIP_STORED*, *ZIP_DEFLATED*, *ZIP_BZIP2* or *ZIP_LZMA* will raise a *NotImplementedError*. An error will also be raised if the corresponding compression module is not available.

バージョン 3.6 で変更: Calling *read()* on a closed ZipFile will raise a *ValueError*. Previously, a *RuntimeError* was raised.

ZipFile.**testzip**()

Read all the files in the archive and check their CRC's and file headers. Return the name of the first bad file, or else return None.

バージョン 3.6 で変更: Calling *testzip()* on a closed ZipFile will raise a *ValueError*. Previously, a *RuntimeError* was raised.

ZipFile.**write**(*filename*, *arcname=None*, *compress_type=None*, *compresslevel=None*)

Write the file named *filename* to the archive, giving it the archive name *arcname* (by default, this will be the same as *filename*, but without a drive letter and with leading path separators removed). If given, *compress_type* overrides the value given for the *compression* parameter to the constructor for the new entry. Similarly, *compresslevel* will override the constructor if given. The archive must be open with mode 'w', 'x' or 'a'.

注釈: The ZIP file standard historically did not specify a metadata encoding, but strongly recommended CP437 (the original IBM PC encoding) for interoperability. Recent versions allow use of UTF-8 (only). In this module, UTF-8 will automatically be used to write the member names if they contain any non-ASCII characters. It is not possible to write member names in any encoding other than ASCII or UTF-8.

注釈: アーカイブ名はアーカイブルートに対する相対パスでなければなりません。言い換えると、アーカイブ名はパスセパレータで始まってはいけません。

注釈: もし、arcname (arcname が与えられない場合は、filename) が null byte を含むなら、アーカイブ中のファイルのファイル名は、null byte までで切り詰められます。

注釈: A leading slash in the filename may lead to the archive being impossible to open in some zip programs on Windows systems.

バージョン 3.6 で変更: Calling *write()* on a ZipFile created with mode 'r' or a closed ZipFile will raise a *ValueError*. Previously, a *RuntimeError* was raised.

ZipFile.**writestr**(*zinfo_or_arcname*, *data*, *compress_type=None*, *compresslevel=None*)

Write a file into the archive. The contents is *data*, which may be either a *str* or a *bytes* instance; if it is a *str*, it is encoded as UTF-8 first. *zinfo_or_arcname* is either the file name it will be given in the archive, or a *ZipInfo* instance. If it's an instance, at least the filename, date, and time must be given. If it's a name, the date and time is set to the current date and time. The archive must be opened with mode 'w', 'x' or 'a'.

If given, *compress_type* overrides the value given for the *compression* parameter to the constructor for the new entry, or in the *zinfo_or_arcname* (if that is a *ZipInfo* instance). Similarly, *compresslevel* will override the constructor if given.

注釈: *ZipInfo* インスタンスを引数 *zinfo_or_arcname* として与えた場合、与えられた *ZipInfo* インスタンスのメンバーである *compress_type* で指定された圧縮方法が使われます。デフォルトでは、*ZipInfo* コンストラクターが、このメンバーを *ZIP_STORED* に設定します。

バージョン 3.2 で変更: 引数 *compress_type* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: Calling *writestr()* on a ZipFile created with mode 'r' or a closed ZipFile will raise a *ValueError*. Previously, a *RuntimeError* was raised.

ZipFile.**mkdir**(*zinfo_or_directory*, *mode=511*)

Create a directory inside the archive. If *zinfo_or_directory* is a string, a directory is created inside the archive with the mode that is specified in the *mode* argument. If, however, *zinfo_or_directory* is a *ZipInfo* instance then the *mode* argument is ignored.

The archive must be opened with mode 'w', 'x' or 'a'.

Added in version 3.11.

以下のデータ属性も利用することができます:

ZipFile.filename

ZIP ファイルの名前です。

ZipFile.debug

使用するデバッグ出力レベルです。この属性は 0 (デフォルト、何も出力しない) から 3 (最も多く出力する) までの値に設定することができます。デバッグ情報は sys.stdout に出力されます。

ZipFile.comment

ZIP ファイルに *bytes* オブジェクトとして関連付けられたコメントです。モード 'w' 、'x' または 'a' で作成された *ZipFile* インスタンスへコメントを割り当てる場合、文字列長は 65535 バイトまでにしてください。その長さを超えたコメントは切り捨てられます。

13.5.2 Path オブジェクト

class zipfile.Path(*root*, *at=''*)

Construct a Path object from a root zipfile (which may be a *ZipFile* instance or file suitable for passing to the *ZipFile* constructor).

at specifies the location of this Path within the zipfile, e.g. 'dir/file.txt', 'dir/', or ''. Defaults to the empty string, indicating the root.

Path objects expose the following features of *pathlib.Path* objects:

Path objects are traversable using the / operator or joinpath.

Path.name

The final path component.

Path.open(*mode='r'*, ***, *pwd*, ****)

Invoke *ZipFile.open()* on the current path. Allows opening for read or write, text or binary through supported modes: 'r', 'w', 'rb', 'wb'. Positional and keyword arguments are passed through to *io.TextIOWrapper* when opened as text and ignored otherwise. pwd is the pwd parameter to *ZipFile.open()*.

バージョン 3.9 で変更: Added support for text and binary modes for open. Default mode is now text.

バージョン 3.11.2 で変更: The encoding parameter can be supplied as a positional argument without causing a *TypeError*. As it could in 3.9. Code needing to be compatible with unpatched 3.10 and 3.11 versions must pass all *io.TextIOWrapper* arguments, encoding included, as keywords.

Path.iterdir()

Enumerate the children of the current directory.

Path.**is_dir**()

Return `True` if the current context references a directory.

Path.**is_file**()

Return `True` if the current context references a file.

Path.**is_symlink**()

Return `True` if the current context references a symbolic link.

Added in version 3.12.

バージョン 3.13 で変更: Previously, `is_symlink` would unconditionally return `False`.

Path.**exists**()

Return `True` if the current context references a file or directory in the zip file.

Path.**suffix**

The last dot-separated portion of the final component, if any. This is commonly called the file extension.

Added in version 3.11: Added *Path.suffix* property.

Path.**stem**

The final path component, without its suffix.

Added in version 3.11: Added *Path.stem* property.

Path.**suffixes**

A list of the path's suffixes, commonly called file extensions.

Added in version 3.11: Added *Path.suffixes* property.

Path.**read_text**(*, **)

Read the current file as unicode text. Positional and keyword arguments are passed through to *io.TextIOWrapper* (except `buffer`, which is implied by the context).

バージョン 3.11.2 で変更: The `encoding` parameter can be supplied as a positional argument without causing a *TypeError*. As it could in 3.9. Code needing to be compatible with unpatched 3.10 and 3.11 versions must pass all *io.TextIOWrapper* arguments, `encoding` included, as keywords.

Path.**read_bytes**()

Read the current file as bytes.

Path.**joinpath**(**other*)

Return a new Path object with each of the *other* arguments joined. The following are equivalent:

```
>>> Path(...).joinpath('child').joinpath('grandchild')
>>> Path(...).joinpath('child', 'grandchild')
>>> Path(...) / 'child' / 'grandchild'
```

バージョン 3.10 で変更: Prior to 3.10, `joinpath` was undocumented and accepted exactly one parameter.

The zipp project provides backports of the latest path object functionality to older Pythons. Use `zipp.Path` in place of `zipfile.Path` for early access to changes.

13.5.3 PyZipFile オブジェクト

PyZipFile コンストラクタは *ZipFile* コンストラクタと同じパラメータに加え、*optimize* パラメータをとります。

class zipfile.PyZipFile(*file*, *mode='r'*, *compression=ZIP_STORED*, *allowZip64=True*, *optimize=-1*)

バージョン 3.2 で変更: Added the *optimize* parameter.

バージョン 3.4 で変更: ZIP64 拡張がデフォルトで有効になりました。

インスタンスは *ZipFile* オブジェクトのメソッドの他に、追加のメソッドを 1 個持ちます:

writepy(*pathname*, *basename=''*, *filterfunc=None*)

`*.py` ファイルを探し、一致するファイルをアーカイブに追加します。

PyZipFile に *optimize* 引数が与えられない場合、あるいは `-1` が指定された場合、対応するファイルは `*.pyc` ファイルで、必要に応じてコンパイルします。

PyZipFile の *optimize* パラメータが `0`、`1`、あるいは `2` の場合、それを最適化レベル (*compile()* 参照) とするファイルのみが、必要に応じてコンパイルされアーカイブに追加されます。

If *pathname* is a file, the filename must end with `.py`, and just the (corresponding `*.pyc`) file is added at the top level (no path information). If *pathname* is a file that does not end with `.py`, a *RuntimeError* will be raised. If it is a directory, and the directory is not a package directory, then all the files `*.pyc` are added at the top level. If the directory is a package directory, then all `*.pyc` are added under the package name as a file path, and if any subdirectories are package directories, all of these are added recursively in sorted order.

basename は内部が使用するためだけのものです。

filterfunc を与える場合、単一の文字列引数を取る関数を渡してください。これには (個々のフルパスを含む) それぞれのパスがアーカイブに加えられる前に渡されます。*filterfunc* が偽を返せば、そのパスはアーカイブに追加されず、ディレクトリだった場合はその中身が無視されます。例として、私たちのテ

ストファイルが全て test ディレクトリの中にあるか、test 文字列で始まるとしましょう。*filterfunc* を使ってそれらを除外出来ます:

```
>>> zf = PyZipFile('myprog.zip')
>>> def notests(s):
...     fn = os.path.basename(s)
...     return (not (fn == 'test' or fn.startswith('test_')))
...
>>> zf.writepy('myprog', filterfunc=notests)
```

writepy() メソッドは以下のようなファイル名でアーカイブを作成します:

```
string.pyc                  # Top level name
test/__init__.pyc           # Package directory
test/testall.pyc            # Module test.testall
test/bogus/__init__.pyc     # Subpackage directory
test/bogus/myfile.pyc       # Submodule test.bogus.myfile
```

バージョン 3.4 で変更: Added the *filterfunc* parameter.

バージョン 3.6.2 で変更: *pathname* 引数が *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: Recursion sorts directory entries.

13.5.4 ZipInfo オブジェクト

ZipInfo クラスのインスタンスは、*ZipFile* オブジェクトの *getinfo()* および *infolist()* メソッドによって返されます。各オブジェクトは ZIP アーカイブ内の 1 個のメンバに関する情報を格納します。

There is one classmethod to make a *ZipInfo* instance for a filesystem file:

classmethod ZipInfo.**from_file**(*filename*, *arcname=None*, ***, *strict_timestamps=True*)

Construct a *ZipInfo* instance for a file on the filesystem, in preparation for adding it to a zip file.

filename should be the path to a file or directory on the filesystem.

If *arcname* is specified, it is used as the name within the archive. If *arcname* is not specified, the name will be the same as *filename*, but with any drive letter and leading path separators removed.

The *strict_timestamps* argument, when set to `False`, allows to zip files older than 1980-01-01 at the cost of setting the timestamp to 1980-01-01. Similar behavior occurs with files newer than 2107-12-31, the timestamp is also set to the limit.

Added in version 3.6.

バージョン 3.6.2 で変更: *filename* 引数が *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: Added the *strict_timestamps* keyword-only parameter.

インスタンスは以下のメソッドと属性を持ちます:

ZipInfo.is_dir()

アーカイブのメンバーがディレクトリの場合に `True` を返します。

This uses the entry's name: directories should always end with `/`.

Added in version 3.6.

ZipInfo.filename

アーカイブ中のファイル名。

ZipInfo.date_time

アーカイブメンバの最終更新日時。6 つの値からなるタプルになります:

インデックス	値
0	西暦年 (>= 1980)
1	月 (1 から始まる)
2	日 (1 から始まる)
3	時 (0 から始まる)
4	分 (0 から始まる)
5	秒 (0 から始まる)

注釈: ZIP ファイルフォーマットは 1980 年より前のタイムスタンプをサポートしていません。

ZipInfo.compress_type

アーカイブメンバの圧縮形式。

ZipInfo.comment

Comment for the individual archive member as a *bytes* object.

ZipInfo.extra

拡張フィールドデータ。この *bytes* オブジェクトに含まれているデータの内部構成については、PKZIP Application Note でコメントされています。

ZipInfo.create_system

ZIP アーカイブを作成したシステムを記述する文字列。

ZipInfo.**create_version**

このアーカイブを作成した PKZIP のバージョン。

ZipInfo.**extract_version**

このアーカイブを展開する際に必要な PKZIP のバージョン。

ZipInfo.**reserved**

予約領域。ゼロでなくてはなりません。

ZipInfo.**flag_bits**

ZIP フラグビット列。

ZipInfo.**volume**

ファイルヘッダのボリューム番号。

ZipInfo.**internal_attr**

内部属性。

ZipInfo.**external_attr**

外部ファイル属性。

ZipInfo.**header_offset**

ファイルヘッダへのバイトオフセット。

ZipInfo.**CRC**

圧縮前のファイルの CRC-32 チェックサム。

ZipInfo.**compress_size**

圧縮後のデータのサイズ。

ZipInfo.**file_size**

圧縮前のファイルのサイズ。

13.5.5 コマンドラインインターフェイス

zipfile モジュールは、ZIP アーカイブを操作するための簡単なコマンドラインインターフェースを提供しています。

ZIP アーカイブを新規に作成したい場合、*-c* オプションの後にまとめたいファイルを列挙してください:

```
$ python -m zipfile -c monty.zip spam.txt eggs.txt
```

ディレクトリを渡すこともできます:

```
$ python -m zipfile -c monty.zip life-of-brian_1979/
```

ZIP アーカイブを特定のディレクトリに展開したい場合、*-e* オプションを使用してください:

```
$ python -m zipfile -e monty.zip target-dir/
```

ZIP アーカイブ内のファイル一覧を表示するには *-l* を使用してください:

```
$ python -m zipfile -l monty.zip
```

コマンドラインオプション

-l <zipfile>

--list <zipfile>

zipfile 内のファイル一覧を表示します。

-c <zipfile> <source1> ... <sourceN>

--create <zipfile> <source1> ... <sourceN>

ソースファイルから zipfile を作成します。

-e <zipfile> <output_dir>

--extract <zipfile> <output_dir>

zipfile を対象となるディレクトリに展開します。

-t <zipfile>

--test <zipfile>

zipfile が有効かどうか調べます。

--metadata-encoding <encoding>

Specify encoding of member names for *-l*, *-e* and *-t*.

Added in version 3.11.

13.5.6 Decompression pitfalls

The extraction in zipfile module might fail due to some pitfalls listed below.

From file itself

Decompression may fail due to incorrect password / CRC checksum / ZIP format or unsupported compression method / decryption.

File System limitations

Exceeding limitations on different file systems can cause decompression failed. Such as allowable characters in the directory entries, length of the file name, length of the pathname, size of a single file, and number of files, etc.

Resources limitations

The lack of memory or disk volume would lead to decompression failed. For example, decompression bombs (aka ZIP bomb) apply to zipfile library that can cause disk volume exhaustion.

Interruption

Interruption during the decompression, such as pressing control-C or killing the decompression process may result in incomplete decompression of the archive.

Default behaviors of extraction

Not knowing the default extraction behaviors can cause unexpected decompression results. For example, when extracting the same archive twice, it overwrites files without asking.

13.6 `tarfile` --- tar アーカイブファイルの読み書き

ソースコード: Lib/tarfile.py

---

tarfile モジュールは、gzip、bz2、および lzma 圧縮されたものを含む、tar アーカイブを読み書きできます。`.zip` ファイルの読み書きには *zipfile* モジュールか、あるいは *shutil* の高水準関数を使用してください。

いくつかの事実と形態:

- モジュールが利用可能な場合、*gzip*、*bz2* ならびに *lzma* で圧縮されたアーカイブを読み書きします。
- POSIX.1-1988 (ustar) フォーマットの読み書きをサポートしています。
- *longname* および *longlink* 拡張を含む GNU tar フォーマットの読み書きをサポートしています。スパースファイルの復元を含む *sparse* 拡張は読み込みのみサポートしています。

- POSIX.1-2001 (pax) フォーマットの読み書きをサポートしています。
- ディレクトリ、一般ファイル、ハードリンク、シンボリックリンク、fifo、キャラクターデバイスおよびブロックデバイスを処理します。また、タイムスタンプ、アクセス許可や所有者のようなファイル情報の取得および保存が可能です。

バージョン 3.3 で変更: *lzma* 圧縮をサポートしました。

バージョン 3.12 で変更: Archives are extracted using a *filter*, which makes it possible to either limit surprising/dangerous features, or to acknowledge that they are expected and the archive is fully trusted. By default, archives are fully trusted, but this default is deprecated and slated to change in Python 3.14.

`tarfile.open`(*name=None*, *mode='r'*, *fileobj=None*, *bufsize=10240*, ***kwargs*)

パス名 *name* の *TarFile* オブジェクトを返します。*TarFile* オブジェクトと、利用できるキーワード引数に関する詳細な情報については、*TarFile* **オブジェクト** 節を参照してください。

mode は `'filemode[:compression]'` の形式をとる文字列でなければなりません。デフォルトの値は `'r'` です。以下に *mode* のとりうる組み合わせすべてを示します:

mode	action
`'r'` または `'r:*'`	圧縮方法に関して透過的に、読み込み用にオープンします (推奨)。
`'r:'`	非圧縮で読み込み用に排他的にオープンします。
`'r:gz'`	gzip 圧縮で読み込み用にオープンします。
`'r:bz2'`	bzip2 圧縮で読み込み用にオープンします。
`'r:xz'`	lzma 圧縮で読み込み用にオープンします。
`'x'` or `'x:'`	圧縮せずに tarfile を排他的に作成します。tarfile が既存の場合 *FileExistsError* 例外を送出します。
`'x:gz'`	gzip 圧縮で tarfile を作成します。tarfile が既存の場合 *FileExistsError* 例外を送出します。
`'x:bz2'`	bzip2 圧縮で tarfile を作成します。tarfile が既存の場合 *FileExistsError* 例外を送出します。
`'x:xz'`	lzma 圧縮で tarfile を作成します。tarfile が既存の場合 *FileExistsError* 例外を送出します。
`'a'` または `'a:'`	非圧縮で追記用にオープンします。ファイルが存在しない場合は新たに作成されます。
`'w'` または `'w:'`	非圧縮で書き込み用にオープンします。
`'w:gz'`	gzip 圧縮で書き込み用にオープンします。
`'w:bz2'`	bzip2 圧縮で書き込み用にオープンします。
`'w:xz'`	lzma 圧縮で書き込み用にオープンします。

'a:gz'、'a:bz2'、'a:xz' は利用できないことに注意して下さい。もし *mode* が、ある (圧縮した) ファイルを読み込み用にオープンするのに適していないなら、*ReadError* が送出されます。これを防ぐには *mode* 'r' を使って下さい。もし圧縮方式がサポートされていなければ、*CompressionError* が送出されます。

もし *fileobj* が指定されていれば、それは *name* でバイナリモードでオープンされた **ファイルオブジェクト** の代替として使うことができます。そのファイルオブジェクトの位置が 0 であることを前提に動作します。

For modes 'w:gz', 'x:gz', 'w|gz', 'w:bz2', 'x:bz2', 'w|bz2', *tarfile.open()* accepts the keyword argument *compresslevel* (default 9) to specify the compression level of the file.

'w:xz' および 'x:xz' モードの場合、*tarfile.open()* はファイルの圧縮レベルを指定するキーワード引数 *preset* を受け付けます。

For special purposes, there is a second format for *mode*: 'filemode|[compression]'. *tarfile.open()* will return a *TarFile* object that processes its data as a stream of blocks. No random seeking will be done on the file. If given, *fileobj* may be any object that has a *read()* or *write()* method (depending on the *mode*) that works with bytes. *bufsize* specifies the blocksize and defaults to 20 * 512 bytes. Use this variant in combination with e.g. sys.stdin.buffer, a socket *file object* or a tape device. However, such a *TarFile* object is limited in that it does not allow random access, see **使用例**. The currently possible modes:

モード	動作
'r|*'	tar ブロックの *stream* を圧縮方法に関して透過的に読み込み用にオープンします。
'r|'	非圧縮 tar ブロックの *stream* を読み込み用にオープンします。
'r|gz'	gzip 圧縮の *stream* を読み込み用にオープンします。
'r|bz2'	bzip2 圧縮の *stream* を読み込み用にオープンします。
'r|xz'	lzma 圧縮の *stream* を読み込み用にオープンします。
'w|'	非圧縮の *stream* を書き込み用にオープンします。
'w|gz'	gzip 圧縮の *stream* を書き込み用にオープンします。
'w|bz2'	bzip2 圧縮の *stream* を書き込み用にオープンします。
'w|xz'	lzma 圧縮の *stream* を書き込み用にオープンします。

バージョン 3.5 で変更: 'x' (排他的作成) モードが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *name* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.12 で変更: The *compresslevel* keyword argument also works for streams.

class tarfile.TarFile

tar アーカイブを読み書きするためのクラスです。このクラスを直接使わないこと: 代わりに *tarfile.open()* を使ってください。*TarFile* **オブジェクト** を参照してください。

tarfile.**is_tarfile**(*name*)

もし *name* が tar アーカイブファイルであり、*tarfile* モジュールで読み込める場合に *True* を返します。*name* は *str*、ファイルまたは file-like オブジェクトです。

バージョン 3.9 で変更: ファイルおよびファイルライクオブジェクトをサポートしました。

tarfile モジュールは以下の例外を定義しています:

exception tarfile.TarError

すべての *tarfile* 例外のための基本クラスです。

exception tarfile.ReadError

tar アーカイブがオープンされた時、*tarfile* モジュールで操作できないか、あるいは何か無効であるとき送出されます。

exception tarfile.CompressionError

圧縮方法がサポートされていないか、あるいはデータを正しくデコードできない時に送出されます。

exception tarfile.StreamError

ストリームのような *TarFile* オブジェクトで典型的な制限のために送出されます。

exception tarfile.ExtractError

TarFile.extract() を使った時に **致命的でない** エラーに対して送出されます。ただし *TarFile.errorlevel*== 2 の場合に限ります。

exception tarfile.HeaderError

TarInfo.frombuf() メソッドが取得したバッファーが不正だったときに送出されます。

exception tarfile.FilterError

Base class for members *refused* by filters.

tarinfo

Information about the member that the filter refused to extract, as *TarInfo*.

exception tarfile.AbsolutePathError

Raised to refuse extracting a member with an absolute path.

exception tarfile.OutsideDestinationError

Raised to refuse extracting a member outside the destination directory.

exception tarfile.SpecialFileError

Raised to refuse extracting a special file (e.g. a device or pipe).

exception tarfile.AbsoluteLinkError

Raised to refuse extracting a symbolic link with an absolute path.

exception tarfile.LinkOutsideDestinationError

Raised to refuse extracting a symbolic link pointing outside the destination directory.

モジュールレベルで以下の定数が利用できます。

tarfile.ENCODING

既定の文字エンコーディング。Windows では `'utf-8'` 、それ以外では *sys.getfilesystemencoding()* の返り値です。

tarfile.REGTYPE

tarfile.AREGTYPE

A regular file *type*.

tarfile.LNKTYPE

A link (inside tarfile) *type*.

tarfile.SYMTYPE

A symbolic link *type*.

tarfile.CHRTYPE

A character special device *type*.

tarfile.BLKTYPE

A block special device *type*.

tarfile.DIRTYPE

A directory *type*.

tarfile.FIFOTYPE

A FIFO special device *type*.

tarfile.CONTTYPE

A contiguous file *type*.

tarfile.GNUTYPE_LONGNAME

A GNU tar longname *type*.

tarfile.GNUTYPE_LONGLINK

A GNU tar longlink *type*.

tarfile.**GNUTYPE_SPARSE**

A GNU tar sparse file *type*.

以下の各定数は、*tarfile* モジュールが作成できる tar アーカイブフォーマットを定義しています。詳細は、**サポートしている *tar* フォーマット** を参照してください。

tarfile.**USTAR_FORMAT**

POSIX.1-1988 (ustar) フォーマット。

tarfile.**GNU_FORMAT**

GNU tar フォーマット。

tarfile.**PAX_FORMAT**

POSIX.1-2001 (pax) フォーマット。

tarfile.**DEFAULT_FORMAT**

アーカイブを作成する際のデフォルトのフォーマット。現在は *PAX_FORMAT* です。

バージョン 3.8 で変更: 新しいアーカイブのデフォルトフォーマットが *GNU_FORMAT* から *PAX_FORMAT* に変更されました。

参考:

zipfile **モジュール**

zipfile 標準モジュールのドキュメント。

アーカイブ化操作

shutil が提供するより高水準のアーカイブ機能についてのドキュメント。

GNU tar manual, Basic Tar Format

GNU tar 拡張機能を含む、tar アーカイブファイルのためのドキュメント。

13.6.1 TarFile オブジェクト

TarFile オブジェクトは、tar アーカイブへのインターフェースを提供します。tar アーカイブは一連のブロックです。アーカイブメンバー (保存されたファイル) は、ヘッダーブロックとそれに続くデータブロックで構成されています。一つの tar アーカイブにファイルを何回も保存することができます。各アーカイブメンバーは、*TarInfo* オブジェクトで確認できます。詳細については *TarInfo* **オブジェクト** を参照してください。

TarFile オブジェクトは `with` 文のコンテキストマネージャーとして利用できます。with ブロックが終了したときにオブジェクトはクローズされます。例外が発生した時、内部で利用されているファイルオブジェクトのみがクローズされ、書き込み用にオープンされたアーカイブのファイナライズは行われないことに注意してください。**使用例** 節のユースケースを参照してください。

Added in version 3.2: コンテキスト管理のプロトコルがサポートされました。

class tarfile.TarFile(*name=None*, *mode='r'*, *fileobj=None*, *format=DEFAULT_FORMAT*, *tarinfo=TarInfo*, *dereference=False*, *ignore_zeros=False*, *encoding=ENCODING*, *errors='surrogateescape'*, *pax_headers=None*, *debug=0*, *errorlevel=1*, *stream=False*)

以下のすべての引数はオプションで、インスタンス属性としてもアクセスできます。

name is the pathname of the archive. *name* may be a *path-like object*. It can be omitted if *fileobj* is given. In this case, the file object's `name` attribute is used if it exists.

mode は、既存のアーカイブから読み込むための `'r'`、既存のアーカイブに追記するための `'a'`、既存のファイルがあれば上書きして新しいファイルを作成する `'w'` 、あるいは存在しない場合にのみ新しいファイルを作成する `'x'` のいずれかです。

fileobj が与えられていれば、それを使ってデータを読み書きします。もしそれが決定できれば、*mode* は *fileobj* のモードで上書きされます。*fileobj* は位置 0 から利用されます。

注釈: *TarFile* をクローズした時、*fileobj* はクローズされません。

---

format はアーカイブの書き込みフォーマットを制御します。モジュールレベルで定義されている、*USTAR_FORMAT*、*GNU_FORMAT*、あるいは *PAX_FORMAT* のいずれかである必要があります。読み出しのときは、1 つのアーカイブに異なるフォーマットが混在していたとしても、フォーマットは自動的に検知されます。

tarinfo 引数を利用して、デフォルトの *TarInfo* クラスを別のクラスで置き換えることができます。

dereference が *False* だった場合、シンボリックリンクやハードリンクがアーカイブに追加されます。*True* だった場合、リンクのターゲットとなるファイルの内容がアーカイブに追加されます。シンボリックリンクをサポートしていないシステムでは効果がありません。

ignore_zeros が *False* だった場合、空ブロックをアーカイブの終端として扱います。*True* だった場合、空の (無効な) ブロックをスキップして、可能な限り多くのメンバーを取得しようとします。このオプションは、連結されたり、壊れたアーカイブファイルを扱うときにのみ、意味があります。

debug は `0` (デバッグメッセージ無し) から `3` (全デバッグメッセージ) まで設定できます。このメッセージは `sys.stderr` に書き込まれます。

errorlevel controls how extraction errors are handled, see *the corresponding attribute*.

引数 *encoding* および *errors* にはアーカイブの読み書きやエラー文字列の変換に使用する文字エンコーディングを指定します。ほとんどのユーザーはデフォルト設定のままで動作します。詳細に関しては *Unicode* **に関する問題** 節を参照してください。

引数 *pax_headers* は、オプションの文字列辞書で、*format* が *PAX_FORMAT* だった場合に pax グローバルヘッダーに追加されます。

If *stream* is set to *True* then while reading the archive info about files in the archive are not cached, saving memory.

バージョン 3.2 で変更: 引数 *errors* のデフォルトが `'surrogateescape'` になりました。

バージョン 3.5 で変更: `'x'` (排他的作成) モードが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *name* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.13 で変更: Add the *stream* parameter.

classmethod TarFile.**open**(...)

代替コンストラクターです。モジュールレベルでの *tarfile.open()* 関数は、実際はこのクラスメソッドへのショートカットです。

TarFile.**getmember**(*name*)

メンバー *name* に対する *TarInfo* オブジェクトを返します。*name* がアーカイブに見つからなければ、*KeyError* が送出されます。

注釈: アーカイブ内にメンバーが複数ある場合は、最後に出現するものが最新のバージョンとみなされます。

TarFile.**getmembers**()

TarInfo アーカイブのメンバーをオブジェクトのリストとして返します。このリストはアーカイブ内のメンバーと同じ順番です。

TarFile.**getnames**()

メンバーをその名前のリストを返します。これは *getmembers()* で返されるリストと同じ順番です。

TarFile.**list**(*verbose=True*, ***, *members=None*)

内容の一覧を `sys.stdout` に出力します。*verbose* が *False* の場合、メンバー名のみ表示します。*True* の場合、`ls -l` に似た出力を生成します。オプションの *members* を与える場合、*getmembers()* が返すリストのサブセットである必要があります。

バージョン 3.5 で変更: *members* 引数が追加されました。.

TarFile.**next**()

TarFile が読み込み用にオープンされている時、アーカイブの次のメンバーを *TarInfo* オブジェクトとして返します。もしそれ以上利用可能なものがなければ、*None* を返します。

TarFile.**extractall**(*path='.'*, *members=None*, ***, *numeric_owner=False*, *filter=None*)

すべてのメンバーをアーカイブから現在の作業ディレクトリまたは *path* に抽出します。オプションの *members* が与えられるときには、*getmembers()* で返されるリストの一部でなければなりません。所有者、

変更時刻、アクセス権限のようなディレクトリ情報はすべてのメンバーが抽出された後にセットされます。これは二つの問題を回避するためです。一つはディレクトリの変更時刻はその中にファイルが作成されるたびにリセットされるということ、もう一つはディレクトリに書き込み許可がなければその中のファイル抽出は失敗してしまうということです。

numeric_owner が *True* の場合、tarfile の uid と gid 数値が抽出されたファイルのオーナー/グループを設定するために使用されます。False の場合、tarfile の名前付きの値が使用されます。

The *filter* argument specifies how `members` are modified or rejected before extraction. See *Extraction filters* for details. It is recommended to set this explicitly depending on which *tar* features you need to support.

> **警告:** 内容を信頼できない tar アーカイブを、事前の内部チェック前に展開してはいけません。ファイルが *path* の外側に作られる可能性があります。例えば、`"/"` で始まる絶対パスのファイル名や、2 重ドット `".."` で始まるパスのファイル名です。
>
> Set `filter='data'` to prevent the most dangerous security issues, and read the *Extraction filters* section for details.

バージョン 3.5 で変更: *numeric_owner* 引数が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *path* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.12 で変更: *filter* パラメータが追加されました。

`TarFile.extract`(*member*, *path=''*, *set_attrs=True*, ***, *numeric_owner=False*, *filter=None*)

アーカイブからメンバーの完全な名前を使って、現在のディレクトリに展開します。ファイル情報はできる限り正確に展開されます。*member* はファイル名もしくは *TarInfo* オブジェクトです。*path* を使って別のディレクトリを指定することもできます。*path* は *path-like object* でも構いません。*set_attrs* が false でない限り、ファイルの属性 (所有者、最終更新時刻、モード) は設定されます。

The *numeric_owner* and *filter* arguments are the same as for *extractall()*.

注釈: *extract()* メソッドはいくつかの展開に関する問題を扱いません。ほとんどの場合、*extractall()* メソッドの利用を考慮するべきです。

> **警告:** *extractall()* の警告を参してください。
>
> Set `filter='data'` to prevent the most dangerous security issues, and read the *Extraction filters* section for details.

バージョン 3.2 で変更: パラメーターに *set_attrs* を追加しました。

バージョン 3.5 で変更: *numeric_owner* 引数が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *path* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.12 で変更: *filter* パラメータが追加されました。

TarFile.extractfile(*member*)

アーカイブからメンバーをファイルオブジェクトとして抽出します。*member* はファイル名でも *TarInfo* オブジェクトでも構いません。*member* が一般ファイルまたはリンクの場合、*io.BufferedReader* オブジェクトが返されます。存在するそれ以外のメンバーでは、*None* が返されます。それ以外の場合、*None* が返されます。アーカイブに *member* が存在しない場合は *KeyError* が送出されます。

バージョン 3.3 で変更: 戻り値が *io.BufferedReader* オブジェクトになりました。

バージョン 3.13 で変更: The returned *io.BufferedReader* object has the `mode` attribute which is always equal to `'rb'`.

TarFile.errorlevel: *int*

If *errorlevel* is `0`, errors are ignored when using *TarFile.extract()* and *TarFile.extractall()*. Nevertheless, they appear as error messages in the debug output when *debug* is greater than 0. If `1` (the default), all *fatal* errors are raised as *OSError* or *FilterError* exceptions. If `2`, all *non-fatal* errors are raised as *TarError* exceptions as well.

Some exceptions, e.g. ones caused by wrong argument types or data corruption, are always raised.

Custom *extraction filters* should raise *FilterError* for *fatal* errors and *ExtractError* for *non-fatal* ones.

Note that when an exception is raised, the archive may be partially extracted. It is the user's responsibility to clean up.

TarFile.extraction_filter

Added in version 3.12.

The *extraction filter* used as a default for the *filter* argument of *extract()* and *extractall()*.

The attribute may be `None` or a callable. String names are not allowed for this attribute, unlike the *filter* argument to *extract()*.

If `extraction_filter` is `None` (the default), calling an extraction method without a *filter* argument will raise a `DeprecationWarning`, and fall back to the *fully_trusted* filter, whose dangerous behavior matches previous versions of Python.

In Python 3.14+, leaving `extraction_filter=None` will cause extraction methods to use the *data* filter by default.

The attribute may be set on instances or overridden in subclasses. It also is possible to set it on the `TarFile` class itself to set a global default, although, since it affects all uses of *tarfile*, it is best practice to only do so in top-level applications or *site configuration*. To set a global default this way, a filter function needs to be wrapped in *staticmethod()* to prevent injection of a `self` argument.

TarFile.add(*name*, *arcname=None*, *recursive=True*, ***, *filter=None*)

ファイル *name* をアーカイブに追加します。*name* は、任意のファイルタイプ (ディレクトリ、fifo、シンボリックリンク等) です。*arcname* が与えられている場合は、それはアーカイブ内のファイルの代替名を指定します。デフォルトではディレクトリは再帰的に追加されます。これは、*recursive* を *False* に設定すると避けられます。再帰処理はソートされた順序でエントリーを追加します。*filter* が与えられた場合、それは *TarInfo* オブジェクトを引数として受け取り、操作した *TarInfo* オブジェクトを返す関数でなければなりません。代わりに *None* を返した場合、*TarInfo* オブジェクトはアーカイブから除外されます。使用例 にある例を参照してください。

バージョン 3.2 で変更: *filter* パラメータが追加されました。

バージョン 3.7 で変更: 再帰処理はソートされた順序でエントリーを追加するようになりました。

TarFile.addfile(*tarinfo*, *fileobj=None*)

Add the *TarInfo* object *tarinfo* to the archive. If *tarinfo* represents a non zero-size regular file, the *fileobj* argument should be a *binary file*, and `tarinfo.size` bytes are read from it and added to the archive. You can create *TarInfo* objects directly, or by using *gettarinfo()*.

バージョン 3.13 で変更: *fileobj* must be given for non-zero-sized regular files.

TarFile.gettarinfo(*name=None*, *arcname=None*, *fileobj=None*)

os.stat() の結果か、既存のファイルに相当するものから、*TarInfo* オブジェクトを作成します。このファイルは、*name* で名付けられるか、ファイル記述子を持つ *file object* *fileobj* として指定されます。*name* は *path-like object* でも構いません。*arcname* が与えられた場合、アーカイブ内のファイルに対して代替名を指定します。与えられない場合、名前は *fileobj* の *name* 属性 *name* 属性から取られます。名前はテキスト文字列にしてください。

TarInfo の属性の一部は、*addfile()* を使用して追加する前に修正できます。ファイルオブジェクトが、ファイルの先頭にある通常のファイルオブジェクトでない場合、*size* などの属性は修正が必要かもしれません。これは、*GzipFile* などの属性に当てはまります。*name* も修正できるかもしれず、この場合、*arcname* はダミーの文字列にすることができます。

バージョン 3.6 で変更: *name* パラメタが *path-like object* を受け付けるようになりました。

TarFile.close()

TarFile をクローズします。書き込みモードでは、完了ゼロブロックが 2 個アーカイブに追加されます。

TarFile.pax_headers: *dict*

pax グローバルヘッダーに含まれる key-value ペアの辞書です。

13.6.2 TarInfo オブジェクト

TarInfo オブジェクトは *TarFile* の一つのメンバーを表します。ファイルに必要なすべての属性 (ファイルタイプ、ファイルサイズ、時刻、アクセス権限、所有者等のような) を保存する他に、そのタイプを決定するのに役に立ついくつかのメソッドを提供します。これにはファイルのデータそのものは **含まれません** 。

TarInfo objects are returned by *TarFile*'s methods *getmember()*, *getmembers()* and *gettarinfo()*.

Modifying the objects returned by *getmember()* or *getmembers()* will affect all subsequent operations on the archive. For cases where this is unwanted, you can use *copy.copy()* or call the *replace()* method to create a modified copy in one step.

Several attributes can be set to `None` to indicate that a piece of metadata is unused or unknown. Different *TarInfo* methods handle `None` differently:

- The *extract()* or *extractall()* methods will ignore the corresponding metadata, leaving it set to a default.
- *addfile()* will fail.
- *list()* will print a placeholder string.

class tarfile.**TarInfo**(*name=''*)

TarInfo オブジェクトを作成します。

classmethod TarInfo.**frombuf**(*buf*, *encoding*, *errors*)

TarInfo オブジェクトを文字列バッファー *buf* から作成して返します。

バッファーが不正な場合 *HeaderError* を送出します。

classmethod TarInfo.**fromtarfile**(*tarfile*)

TarFile オブジェクトの *tarfile* から、次のメンバーを読み込んで、それを *TarInfo* オブジェクトとして返します。

TarInfo.**tobuf**(*format=DEFAULT_FORMAT*, *encoding=ENCODING*, *errors='surrogateescape'*)

TarInfo オブジェクトから文字列バッファーを作成します。引数についての情報は、*TarFile* クラスのコンストラクターを参照してください。

バージョン 3.2 で変更: 引数 *errors* のデフォルトが `'surrogateescape'` になりました。

TarInfo オブジェクトには以下のデータ属性があります:

TarInfo.**name**: *str*

アーカイブメンバーの名前。

TarInfo.**size**: *int*

バイト単位でのサイズ。

TarInfo.**mtime**: *int* | *float*

Time of last modification in seconds since the *epoch*, as in *os.stat_result.st_mtime*.

バージョン 3.12 で変更: Can be set to None for *extract()* and *extractall()*, causing extraction to skip applying this attribute.

TarInfo.**mode**: *int*

Permission bits, as for *os.chmod()*.

バージョン 3.12 で変更: Can be set to None for *extract()* and *extractall()*, causing extraction to skip applying this attribute.

TarInfo.**type**

ファイルタイプ。*type* は通常、定数 *REGTYPE*、*AREGTYPE*、*LNKTYPE*、*SYMTYPE*、*DIRTYPE*、*FIFOTYPE*、*CONTTYPE*、*CHRTYPE*、*BLKTYPE*、あるいは *GNUTYPE_SPARSE* のいずれかです。*TarInfo* オブジェクトのタイプをもっと簡単に解決するには、下記の is*() メソッドを使って下さい。

TarInfo.**linkname**: *str*

リンク先ファイルの名前。これはタイプ *LNKTYPE* と *SYMTYPE* の *TarInfo* オブジェクトにだけ存在します。

For symbolic links (SYMTYPE), the *linkname* is relative to the directory that contains the link. For hard links (LNKTYPE), the *linkname* is relative to the root of the archive.

TarInfo.**uid**: *int*

ファイルメンバーを保存した元のユーザーのユーザー ID。

バージョン 3.12 で変更: Can be set to None for *extract()* and *extractall()*, causing extraction to skip applying this attribute.

TarInfo.**gid**: *int*

ファイルメンバーを保存した元のユーザーのグループ ID。

バージョン 3.12 で変更: Can be set to None for *extract()* and *extractall()*, causing extraction to skip applying this attribute.

TarInfo.**uname**: *str*

ファイルメンバーを保存した元のユーザーのユーザー名。

バージョン 3.12 で変更: Can be set to None for *extract()* and *extractall()*, causing extraction to skip applying this attribute.

TarInfo.**gname**: *str*

ファイルメンバーを保存した元のユーザーのグループ名。

バージョン 3.12 で変更: Can be set to None for *extract()* and *extractall()*, causing extraction to skip applying this attribute.

TarInfo.**chksum**: *int*

Header checksum.

TarInfo.**devmajor**: *int*

Device major number.

TarInfo.**devminor**: *int*

Device minor number.

TarInfo.**offset**: *int*

The tar header starts here.

TarInfo.**offset_data**: *int*

The file's data starts here.

TarInfo.**sparse**

Sparse member information.

TarInfo.**pax_headers**: *dict*

pax 拡張ヘッダーに関連付けられた、key-value ペアの辞書。

TarInfo.**replace**(*name=...*, *mtime=...*, *mode=...*, *linkname=...*, *uid=...*, *gid=...*, *uname=...*, *gname=...*, *deep=True*)

Added in version 3.12.

Return a *new* copy of the TarInfo object with the given attributes changed. For example, to return a TarInfo with the group name set to 'staff', use:

```
new_tarinfo = old_tarinfo.replace(gname='staff')
```

By default, a deep copy is made. If *deep* is false, the copy is shallow, i.e. pax_headers and any custom attributes are shared with the original TarInfo object.

TarInfo オブジェクトは便利な照会用のメソッドもいくつか提供しています:

TarInfo.**isfile**()

Return *True* if the *TarInfo* object is a regular file.

TarInfo.**isreg**()

isfile() と同じです。

TarInfo.isdir()

ディレクトリの場合に *True* を返します。

TarInfo.issym()

シンボリックリンクの場合に *True* を返します。

TarInfo.islnk()

ハードリンクの場合に *True* を返します。

TarInfo.ischr()

キャラクターデバイスの場合に *True* を返します。

TarInfo.isblk()

ブロックデバイスの場合に *True* を返します。

TarInfo.isfifo()

FIFO の場合に *True* を返します。

TarInfo.isdev()

キャラクターデバイス、ブロックデバイスあるいは FIFO のいずれかの場合に *True* を返します。

13.6.3 Extraction filters

Added in version 3.12.

The *tar* format is designed to capture all details of a UNIX-like filesystem, which makes it very powerful. Unfortunately, the features make it easy to create tar files that have unintended -- and possibly malicious -- effects when extracted. For example, extracting a tar file can overwrite arbitrary files in various ways (e.g. by using absolute paths, `..` path components, or symlinks that affect later members).

In most cases, the full functionality is not needed. Therefore, *tarfile* supports extraction filters: a mechanism to limit functionality, and thus mitigate some of the security issues.

参考:

PEP 706

Contains further motivation and rationale behind the design.

The *filter* argument to *TarFile.extract()* or *extractall()* can be:

- the string `'fully_trusted'`: Honor all metadata as specified in the archive. Should be used if the user trusts the archive completely, or implements their own complex verification.
- the string `'tar'`: Honor most *tar*-specific features (i.e. features of UNIX-like filesystems), but block features that are very likely to be surprising or malicious. See *tar_filter()* for details.

- the string `'data'`: Ignore or block most features specific to UNIX-like filesystems. Intended for extracting cross-platform data archives. See *data_filter()* for details.
- `None` (default): Use *TarFile.extraction_filter*.

  If that is also `None` (the default), raise a `DeprecationWarning`, and fall back to the `'fully_trusted'` filter, whose dangerous behavior matches previous versions of Python.

  In Python 3.14, the `'data'` filter will become the default instead. It's possible to switch earlier; see *TarFile.extraction_filter*.
- A callable which will be called for each extracted member with a *TarInfo* describing the member and the destination path to where the archive is extracted (i.e. the same path is used for all members):

  ```
  filter(member: TarInfo, path: str, /) -> TarInfo | None
  ```

  The callable is called just before each member is extracted, so it can take the current state of the disk into account. It can:

  – return a *TarInfo* object which will be used instead of the metadata in the archive, or

  – return `None`, in which case the member will be skipped, or

  – raise an exception to abort the operation or skip the member, depending on *errorlevel*. Note that when extraction is aborted, *extractall()* may leave the archive partially extracted. It does not attempt to clean up.

Default named filters

The pre-defined, named filters are available as functions, so they can be reused in custom filters:

`tarfile.fully_trusted_filter`(*member*, *path*)

Return *member* unchanged.

This implements the `'fully_trusted'` filter.

`tarfile.tar_filter`(*member*, *path*)

Implements the `'tar'` filter.

- Strip leading slashes (`/` and *os.sep*) from filenames.
- *Refuse* to extract files with absolute paths (in case the name is absolute even after stripping slashes, e.g. `C:/foo` on Windows). This raises *AbsolutePathError*.
- *Refuse* to extract files whose absolute path (after following symlinks) would end up outside the destination. This raises *OutsideDestinationError*.

- Clear high mode bits (setuid, setgid, sticky) and group/other write bits (*S_IWGRP* | *S_IWOTH*).

Return the modified `TarInfo` member.

`tarfile.data_filter`(*member*, *path*)

Implements the `'data'` filter. In addition to what `tar_filter` does:

- *Refuse* to extract links (hard or soft) that link to absolute paths, or ones that link outside the destination.

  This raises *AbsoluteLinkError* or *LinkOutsideDestinationError*.

  Note that such files are refused even on platforms that do not support symbolic links.

- *Refuse* to extract device files (including pipes). This raises *SpecialFileError*.

- For regular files, including hard links:

  – Set the owner read and write permissions (*S_IRUSR* | *S_IWUSR*).

  – Remove the group & other executable permission (*S_IXGRP* | *S_IXOTH*) if the owner doesn't have it (*S_IXUSR*).

- For other files (directories), set `mode` to `None`, so that extraction methods skip applying permission bits.

- Set user and group info (`uid`, `gid`, `uname`, `gname`) to `None`, so that extraction methods skip setting it.

Return the modified `TarInfo` member.

Filter errors

When a filter refuses to extract a file, it will raise an appropriate exception, a subclass of *FilterError*. This will abort the extraction if *TarFile.errorlevel* is 1 or more. With `errorlevel=0` the error will be logged and the member will be skipped, but extraction will continue.

Hints for further verification

Even with `filter='data'`, *tarfile* is not suited for extracting untrusted files without prior inspection. Among other issues, the pre-defined filters do not prevent denial-of-service attacks. Users should do additional checks.

Here is an incomplete list of things to consider:

- Extract to a *new temporary directory* to prevent e.g. exploiting pre-existing links, and to make it easier to clean up after a failed extraction.

- When working with untrusted data, use external (e.g. OS-level) limits on disk, memory and CPU usage.
- Check filenames against an allow-list of characters (to filter out control characters, confusables, foreign path separators, etc.).
- Check that filenames have expected extensions (discouraging files that execute when you "click on them" , or extension-less files like Windows special device names).
- Limit the number of extracted files, total size of extracted data, filename length (including symlink length), and size of individual files.
- Check for files that would be shadowed on case-insensitive filesystems.

Also note that:

- Tar files may contain multiple versions of the same file. Later ones are expected to overwrite any earlier ones. This feature is crucial to allow updating tape archives, but can be abused maliciously.
- *tarfile* does not protect against issues with "live" data, e.g. an attacker tinkering with the destination (or source) directory while extraction (or archiving) is in progress.

Supporting older Python versions

Extraction filters were added to Python 3.12, but may be backported to older versions as security updates. To check whether the feature is available, use e.g. `hasattr(tarfile, 'data_filter')` rather than checking the Python version.

The following examples show how to support Python versions with and without the feature. Note that setting `extraction_filter` will affect any subsequent operations.

- Fully trusted archive:

```
my_tarfile.extraction_filter = (lambda member, path: member)
my_tarfile.extractall()
```

- Use the `'data'` filter if available, but revert to Python 3.11 behavior (`'fully_trusted'`) if this feature is not available:

```
my_tarfile.extraction_filter = getattr(tarfile, 'data_filter',
                                       (lambda member, path: member))
my_tarfile.extractall()
```

- Use the `'data'` filter; *fail* if it is not available:

```
my_tarfile.extractall(filter=tarfile.data_filter)
```

もしくは:

```
my_tarfile.extraction_filter = tarfile.data_filter
my_tarfile.extractall()
```

- Use the `'data'` filter; *warn* if it is not available:

```
if hasattr(tarfile, 'data_filter'):
    my_tarfile.extractall(filter='data')
else:
    # remove this when no longer needed
    warn_the_user('Extracting may be unsafe; consider updating Python')
    my_tarfile.extractall()
```

Stateful extraction filter example

While *tarfile*'s extraction methods take a simple *filter* callable, custom filters may be more complex objects with an internal state. It may be useful to write these as context managers, to be used like this:

```
with StatefulFilter() as filter_func:
    tar.extractall(path, filter=filter_func)
```

Such a filter can be written as, for example:

```
class StatefulFilter:
    def __init__(self):
        self.file_count = 0

    def __enter__(self):
        return self

    def __call__(self, member, path):
        self.file_count += 1
        return member

    def __exit__(self, *exc_info):
        print(f'{self.file_count} files extracted')
```

13.6.4 コマンドラインインターフェイス

Added in version 3.4.

tarfile モジュールは、tar アーカイブを操作するための簡単なコマンドラインインターフェースを提供しています。

tar アーカイブを新規に作成したい場合、*-c* オプションの後にまとめたいファイル名のリストを指定してください:

```
$ python -m tarfile -c monty.tar  spam.txt eggs.txt
```

ディレクトリを渡すこともできます:

```
$ python -m tarfile -c monty.tar life-of-brian_1979/
```

tar アーカイブをカレントディレクトリに展開したい場合、*-e* オプションを使用してください:

```
$ python -m tarfile -e monty.tar
```

ディレクトリ名を渡すことで tar アーカイブを別のディレクトリに取り出すこともできます:

```
$ python -m tarfile -e monty.tar  other-dir/
```

tar アーカイブ内のファイル一覧を表示するには *-l* を使用してください:

```
$ python -m tarfile -l monty.tar
```

コマンドラインオプション

-l <tarfile>

--list <tarfile>

tarfile 内のファイル一覧を表示します。

-c <tarfile> <source1> ... <sourceN>

--create <tarfile> <source1> ... <sourceN>

ソースファイルから tarfile を作成します。

-e <tarfile> [<output_dir>]

--extract <tarfile> [<output_dir>]

output_dir が指定されていない場合、カレントディレクトリに tarfile を展開します。

-t <tarfile>

--test <tarfile>

tarfile が有効かどうか調べます。

-v, --verbose

詳細も出力します。

--filter <filtername>

Specifies the *filter* for `--extract`. See *Extraction filters* for details. Only string names are accepted (that is, `fully_trusted`, `tar`, and `data`).

13.6.5 使用例

tar アーカイブから現在のディレクトリにすべて抽出する方法:

```
import tarfile
tar = tarfile.open("sample.tar.gz")
tar.extractall(filter='data')
tar.close()
```

tar アーカイブの一部を、リストの代わりにジェネレーター関数を利用して *TarFile.extractall()* で展開する方法:

```
import os
import tarfile

def py_files(members):
    for tarinfo in members:
        if os.path.splitext(tarinfo.name)[1] == ".py":
            yield tarinfo

tar = tarfile.open("sample.tar.gz")
tar.extractall(members=py_files(tar))
tar.close()
```

非圧縮 tar アーカイブをファイル名のリストから作成する方法:

```
import tarfile
tar = tarfile.open("sample.tar", "w")
for name in ["foo", "bar", "quux"]:
    tar.add(name)
tar.close()
```

`with` 文を利用した同じ例:

```
import tarfile
with tarfile.open("sample.tar", "w") as tar:
    for name in ["foo", "bar", "quux"]:
        tar.add(name)
```

gzip 圧縮 tar アーカイブを作成してメンバー情報のいくつかを表示する方法:

```
import tarfile
tar = tarfile.open("sample.tar.gz", "r:gz")
for tarinfo in tar:
    print(tarinfo.name, "is", tarinfo.size, "bytes in size and is ", end="")
    if tarinfo.isreg():
        print("a regular file.")
    elif tarinfo.isdir():
        print("a directory.")
    else:
        print("something else.")
tar.close()
```

TarFile.add() 関数の *filter* 引数を利用してユーザー情報をリセットしながらアーカイブを作成する方法:

```
import tarfile
def reset(tarinfo):
    tarinfo.uid = tarinfo.gid = 0
    tarinfo.uname = tarinfo.gname = "root"
    return tarinfo
tar = tarfile.open("sample.tar.gz", "w:gz")
tar.add("foo", filter=reset)
tar.close()
```

13.6.6 サポートしている tar フォーマット

tarfile モジュールは 3 種類の tar フォーマットを作成することができます:

- POSIX.1-1988 ustar format (*USTAR_FORMAT*). ファイル名の長さは 256 文字までで、リンク名の長さは 100 文字までです。最大のファイルサイズは 8GiB です。このフォーマットは古くて制限が多いですが、広くサポートされています。
- GNU tar format (*GNU_FORMAT*). 長いファイル名とリンク名、8GiB を超えるファイルやスパース (sparse) ファイルをサポートしています。これは GNU/Linux システムにおいてデファクト・スタンダードになっています。*tarfile* モジュールは長いファイル名を完全にサポートしています。スパースファイルは読み込みのみサポートしています。
- The POSIX.1-2001 pax format (*PAX_FORMAT*). It is the most flexible format with virtually no limits. It supports long filenames and linknames, large files and stores pathnames in a portable way. Modern tar

implementations, including GNU tar, bsdtar/libarchive and star, fully support extended *pax* features; some old or unmaintained libraries may not, but should treat *pax* archives as if they were in the universally supported *ustar* format. It is the current default format for new archives.

It extends the existing *ustar* format with extra headers for information that cannot be stored otherwise. There are two flavours of pax headers: Extended headers only affect the subsequent file header, global headers are valid for the complete archive and affect all following files. All the data in a pax header is encoded in *UTF-8* for portability reasons.

他にも、読み込みのみサポートしている tar フォーマットがいくつかあります:

- ancient V7 フォーマット。これは Unix 7th Edition から存在する、最初の tar フォーマットです。通常のファイルとディレクトリのみ保存します。名前は 100 文字を超えてはならず、ユーザー/グループ名に関する情報は保存されません。いくつかのアーカイブは、フィールドが ASCII でない文字を含む場合に、ヘッダーのチェックサムの計算を誤ります。
- SunOS tar 拡張フォーマット。POSIX.1-2001 pax フォーマットの亜流ですが、互換性がありません。

13.6.7 Unicode に関する問題

tar フォーマットは、もともとテープドライブにファイルシステムのバックアップをとる目的で設計されました。現在、tar アーカイブはファイルを配布する際に一般的に用いられ、ネットワーク上で交換されています。オリジナルフォーマットが抱える一つの問題は (他の多くのフォーマットでも同じですが)、様々な文字エンコーディングのサポートについて考慮していないことです。例えば、*UTF-8* システム上で作成された通常の tar アーカイブは、非 *ASCII* 文字を含んでいた場合、*Latin-1* システムでは正しく読み取ることができません。テキストのメタデータ (ファイル名、リンク名、ユーザー/グループ名など) は破壊されます。残念なことに、アーカイブのエンコーディングを自動検出する方法はありません。pax フォーマットはこの問題を解決するために設計されました。これは非 ASCII メタデータをユニバーサル文字エンコーディング *UTF-8* を使用して格納します。

tarfile における文字変換処理の詳細は *TarFile* クラスのキーワード引数 *encoding* および *errors* によって制御されます。

encoding はアーカイブのメタデータに使用する文字エンコーディングを指定します。デフォルト値は *sys.getfilesystemencoding()* で、フォールバックとして `'ascii'` が使用されます。アーカイブの読み書き時に、メタデータはそれぞれデコードまたはエンコードしなければなりません。*encoding* に適切な値が設定されていない場合、その変換は失敗することがあります。

引数 *errors* は文字を変換できない時の扱いを指定します。指定できる値は **エラーハンドラ** 節を参照してください。デフォルトのスキームは `'surrogateescape'` で、Python はそのファイルシステムの呼び出しも使用します。**ファイル名、コマンドライン引数、および環境変数** を参照してください。

デフォルトの *PAX_FORMAT* アーカイブでは、メタデータはすべて *UTF-8* で格納されるため、*encoding* は通常指定する必要はありません。*encoding* は、まれにある、バイナリの pax ヘッダーがデコードされた場合、あるいはサロゲート文字を含む文字列が格納されていた場合に使用されます。

第

FOURTEEN

ファイルフォーマット

この章で説明されるモジュールはマークアップや E メールでない様々なファイルフォーマットを構文解析します。

14.1 csv --- CSV ファイルの読み書き

ソースコード: Lib/csv.py

CSV (Comma Separated Values、カンマ区切り値列) と呼ばれる形式は、スプレッドシートやデータベース間でのデータのインポートやエクスポートにおける最も一般的な形式です。CSV フォーマットは、**RFC 4180** によって標準的な方法でフォーマットを記述する試みが行われる以前から長年使用されました。明確に定義された標準がないということは、異なるアプリケーション によって生成されたり取り込まれたりするデータ間では、しばしば微妙な違いが発生するということを意味します。こうした違いのために、複数のデータ源から得られた CSV ファイルを処理する作業が鬱陶しいものになることがあります。とはいえ、デリミタ (delimiter) やクオート文字の 相違はあっても、全体的な形式は十分似通っているため、こうしたデータを効率的に操作し、データの読み書きにおける細々としたことをプログラマ から隠蔽するような単一のモジュールを書くことは可能です。

csv モジュールでは、CSV 形式で書かれたテーブル状のデータを読み書きするためのクラスを実装しています。このモジュールを使うことで、プログラマは Excel で使われている CSV 形式に関して詳しい知識をもっていなくても、" このデータを Excel で推奨されている形式で書いてください" とか、" データを Excel で作成されたこのファイルから読み出してください" と言うことができます。プログラマはまた、他のアプリケーションが解釈できる CSV 形式を記述したり、独自の特殊な目的をもった CSV 形式を定義することができます。

csv モジュールの *reader* および *writer* オブジェクトはシーケンス型を読み書きします。プログラマは *DictReader* や *DictWriter* クラスを使うことで、データを辞書形式で読み書きすることもできます。

参考:

PEP 305 - CSV File API
: Python へのこのモジュールの追加を提案している Python 改良案 (PEP: Python Enhancement Proposal)。

14.1.1 モジュールコンテンツ

csv モジュールでは以下の関数を定義しています:

csv.**reader**(*csvfile*, *dialect='excel'*, ***fmtparams*)

Return a *reader object* that will process lines from the given *csvfile*. A csvfile must be an iterable of strings, each in the reader's defined csv format. A csvfile is most commonly a file-like object or list. If *csvfile* is a file object, it should be opened with `newline=''`.[*1] An optional *dialect* parameter can be given which is used to define a set of parameters specific to a particular CSV dialect. It may be an instance of a subclass of the *Dialect* class or one of the strings returned by the *list_dialects()* function. The other optional *fmtparams* keyword arguments can be given to override individual formatting parameters in the current dialect. For full details about the dialect and formatting parameters, see section *Dialect* クラスと書式化パラメータ.

csv ファイルから読み込まれた各行は、文字列のリストとして返されます。`QUOTE_NONNUMERIC` フォーマットオプションが指定された場合を除き、データ型の変換が自動的に行われることはありません (このオプションが指定された場合、クォートされていないフィールドは浮動小数点数に変換されます)。

短い利用例:

```
>>> import csv
>>> with open('eggs.csv', newline='') as csvfile:
...     spamreader = csv.reader(csvfile, delimiter=' ', quotechar='|')
...     for row in spamreader:
...         print(', '.join(row))
Spam, Spam, Spam, Spam, Spam, Baked Beans
Spam, Lovely Spam, Wonderful Spam
```

csv.**writer**(*csvfile*, *dialect='excel'*, ***fmtparams*)

ユーザが与えたデータをデリミタで区切られた文字列に変換し、与えられたファイルオブジェクトに書き込むための writer オブジェクトを返します。*csvfile* は *write()* メソッドを持つ任意のオブジェクトです。*csvfile* がファイルオブジェクトの場合、`newline=''` として開くべきですp. 832, *1 。オプションとして *dialect* 引数を与えることができ、利用する CSV 表現形式 (dialect) を指定することができます。*dialect* パラメータは *Dialect* クラスのサブクラスのインスタンスか、*list_dialects()* 関数が返す文字列の 1 つにすることができます。別のオプション引数である *fmtparams* キーワード引数は、現在の表現形式における個々の書式パラメータを上書きするために与えることができます。dialect と書式パラメータについての詳細は、*Dialect* クラスと書式化パラメータ 節を参照してください。DB API を実装するモジュールとのインターフェースを可能な限り容易にするために、*None* は空文字列として書き込まれます。この処理は可逆な変換ではありませんが、SQL で NULL データ値を CSV にダンプする処理を、`cursor.fetch*` 呼び出しによって返されたデータを前処理することなく簡単に行うことができます。他の非文字列データは、書

[*1] `newline=''` が指定されない場合、クォートされたフィールド内の改行は適切に解釈されず、書き込み時に `\r\n` を行末に用いる処理系では余分な `\r` が追加されてしまいます。csv モジュールは独自 (*universal*) の改行処理を行うため、`newline=''` を指定することは常に安全です。

き出される前に *str()* を使って文字列に変換されます。

短い利用例:

```
import csv
with open('eggs.csv', 'w', newline='') as csvfile:
    spamwriter = csv.writer(csvfile, delimiter=' ',
                            quotechar='|', quoting=csv.QUOTE_MINIMAL)
    spamwriter.writerow(['Spam'] * 5 + ['Baked Beans'])
    spamwriter.writerow(['Spam', 'Lovely Spam', 'Wonderful Spam'])
```

csv.register_dialect(*name*[, *dialect*[, ***fmtparams*]])

dialect を *name* と関連付けます。*name* は文字列でなければなりません。表現形式 (dialect) は *Dialect* のサブクラスを渡すか、またはキーワード引数 *fmtparams* 、もしくは両方で指定できますが、キーワード引数の方が優先されます。表現形式と書式化パラメータについての詳細は、*Dialect* **クラスと書式化パラメータ** 節を参照してください。

csv.unregister_dialect(*name*)

name に関連づけられた表現形式を表現形式レジストリから削除します。*name* が表現形式名でない場合には *Error* を送出します。

csv.get_dialect(*name*)

name に関連づけられた表現形式を返します。*name* が表現形式名でない場合には *Error* を送出します。この関数は不変の *Dialect* を返します。

csv.list_dialects()

登録されている全ての表現形式を返します。

csv.field_size_limit([*new_limit*])

パーサが許容する現在の最大フィールドサイズを返します。*new_limit* が渡されたときは、その値が新しい上限になります。

csv モジュールでは以下のクラスを定義しています:

class csv.DictReader(*f*, *fieldnames=None*, *restkey=None*, *restval=None*, *dialect='excel'*, **args*, ***kwds*)

通常の reader のように動作しますが、個々の行の情報を *dict* にマップするオブジェクトを生成します。マップのキーは省略可能な *fieldnames* パラメータで与えられます。

The *fieldnames* parameter is a *sequence*. If *fieldnames* is omitted, the values in the first row of file *f* will be used as the fieldnames and will be omitted from the results. If *fieldnames* is provided, they will be used and the first row will be included in the results. Regardless of how the fieldnames are determined, the dictionary preserves their original ordering.

行がフィールド名より多くのフィールドを持っていた場合、残りのデータはリストに入れられて、*restkey* により指定されたフィールド名 (デフォルトでは `None`) で保存されます。空白でない行がフィールド名よ

りも少ないフィールドしか持たない場合、足りない値は *restval* の値 (デフォルトは None) によって埋められます。

その他の省略可能またはキーワード形式のパラメータは、ベースになっている *reader* インスタンスに渡されます。

fieldnames に渡された引数がイテレータの場合、*list* に変換されます。

バージョン 3.6 で変更: 返される行の型は OrderedDict になりました。

バージョン 3.8 で変更: 返される行の型は *dict* になりました。

短い利用例:

```
>>> import csv
>>> with open('names.csv', newline='') as csvfile:
...     reader = csv.DictReader(csvfile)
...     for row in reader:
...         print(row['first_name'], row['last_name'])
...
Eric Idle
John Cleese

>>> print(row)
{'first_name': 'John', 'last_name': 'Cleese'}
```

class csv.DictWriter(*f*, *fieldnames*, *restval=''*, *extrasaction='raise'*, *dialect='excel'*, **args*, ***kwds*)

通常の writer のように動作しますが、辞書を出力行にマップするオブジェクトを生成します。*fieldnames* パラメータは、*writerow()* メソッドに渡された辞書の値がどのような順番でファイル *f* に書かれるかを指定するキーの *sequence* です。*writerow()* メソッドに渡された辞書に *fieldnames* には存在しないキーが含まれている場合、オプションの *extrasaction* パラメータによってどんな動作を行うかが指定されます。この値がデフォルト値である 'raise' に設定されている場合、*ValueError* が送出されます。'ignore' に設定されている場合、辞書の余分な値は無視されます。その他のパラメータはベースになっている *writer* インスタンスに渡されます。

DictReader クラスとは異なり、*DictWriter* の *fieldnames* パラメータは省略可能ではありません。

fieldnames に渡された引数がイテレータの場合、*list* に変換されます。

短い利用例:

```
import csv

with open('names.csv', 'w', newline='') as csvfile:
    fieldnames = ['first_name', 'last_name']
    writer = csv.DictWriter(csvfile, fieldnames=fieldnames)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    writer.writeheader()
    writer.writerow({'first_name': 'Baked', 'last_name': 'Beans'})
    writer.writerow({'first_name': 'Lovely', 'last_name': 'Spam'})
    writer.writerow({'first_name': 'Wonderful', 'last_name': 'Spam'})
```

class csv.Dialect

Dialect クラスはコンテナクラスです。その属性に、ダブルクォート、空白文字、デリミタなどの扱い方に関する情報を含みます。CSV には厳密な規格がないため、アプリケーションによって生成される CSV データはそれぞれ僅かに異なります。*Dialect* クラスのインスタンスは *reader* と *writer* のインスタンスの挙動を定義します。

All available *Dialect* names are returned by *list_dialects()*, and they can be registered with specific *reader* and *writer* classes through their initializer (`__init__`) functions like this:

```
import csv

with open('students.csv', 'w', newline='') as csvfile:
    writer = csv.writer(csvfile, dialect='unix')
```

class csv.excel

excel クラスは Excel で生成される CSV ファイルの通常のプロパティを定義します。これは `'excel'` という名前の dialect として登録されています。

class csv.excel_tab

excel_tab クラスは Excel で生成されるタブ分割ファイルの通常のプロパティを定義します。これは `'excel-tab'` という名前の dialect として登録されています。

class csv.unix_dialect

unix_dialect クラスは UNIX システムで生成される CSV ファイルの通常のプロパティ (行終端記号として `'\n'` を用い全てのフィールドをクォートするもの) を定義します。これは `'unix'` という名前の dialect として登録されています。

Added in version 3.2.

class csv.Sniffer

Sniffer クラスは CSV ファイルの書式を推理するために用いられるクラスです。

Sniffer クラスではメソッドを二つ提供しています:

sniff(*sample*, *delimiters=None*)

与えられた *sample* を解析し、発見されたパラメータを反映した *Dialect* サブクラスを返します。オプションの *delimiters* パラメータを与えた場合、有効なデリミタ文字を含んでいるはずの文字列として解釈されます。

has_header(*sample*)

Analyze the sample text (presumed to be in CSV format) and return *True* if the first row appears to be a series of column headers. Inspecting each column, one of two key criteria will be considered to estimate if the sample contains a header:

- 2 番目から n 番目の行は数値を含みます。
- the second through n-th rows contain strings where at least one value's length differs from that of the putative header of that column.

1 行目の後の 20 行がサンプリングされます。半分以上の行 + 列が条件を満たす場合、*True* が返されます。

注釈: このメソッドは大雑把なヒューリスティックであり、結果が偽陽性や偽陰性である可能性があります。

Sniffer の利用例:

```
with open('example.csv', newline='') as csvfile:
    dialect = csv.Sniffer().sniff(csvfile.read(1024))
    csvfile.seek(0)
    reader = csv.reader(csvfile, dialect)
    # ... process CSV file contents here ...
```

csv モジュールでは以下の定数を定義しています:

csv.QUOTE_ALL

writer オブジェクトに対し、全てのフィールドをクオートするように指示します。

csv.QUOTE_MINIMAL

writer オブジェクトに対し、*delimiter* 、*quotechar* または *lineterminator* に含まれる任意の文字のような特別な文字を含むフィールドだけをクオートするように指示します。

csv.QUOTE_NONNUMERIC

writer オブジェクトに対し、全ての非数値フィールドをクオートするように指示します。

reader オブジェクトに、クォーテーションで囲まれていないすべてのフィールドを *float* 型に変換するよう指示します。

csv.QUOTE_NONE

writer オブジェクトに対し、フィールドを決してクオートしないように指示します。現在の *delimiter* が出力データ中に現れた場合、現在設定されている *escapechar* 文字が前に付けられます。*escapechar* がセットされていない場合、エスケープが必要な文字に遭遇した writer は *Error* を送出します。

reader オブジェクトに、クオート文字に対する特殊処理を行わないよう指示します。

csv.**QUOTE_NOTNULL**

Instructs *writer* objects to quote all fields which are not `None`. This is similar to *QUOTE_ALL*, except that if a field value is `None` an empty (unquoted) string is written.

Instructs *reader* objects to interpret an empty (unquoted) field as `None` and to otherwise behave as *QUOTE_ALL*.

Added in version 3.12.

csv.**QUOTE_STRINGS**

Instructs *writer* objects to always place quotes around fields which are strings. This is similar to *QUOTE_NONNUMERIC*, except that if a field value is `None` an empty (unquoted) string is written.

Instructs *reader* objects to interpret an empty (unquoted) string as `None` and to otherwise behave as *QUOTE_NONNUMERIC*.

Added in version 3.12.

csv モジュールでは以下の例外を定義しています:

exception csv.**Error**

全ての関数において、エラーが検出された際に送出される例外です。

14.1.2 Dialect クラスと書式化パラメータ

To make it easier to specify the format of input and output records, specific formatting parameters are grouped together into dialects. A dialect is a subclass of the *Dialect* class containing various attributes describing the format of the CSV file. When creating *reader* or *writer* objects, the programmer can specify a string or a subclass of the *Dialect* class as the dialect parameter. In addition to, or instead of, the *dialect* parameter, the programmer can also specify individual formatting parameters, which have the same names as the attributes defined below for the *Dialect* class.

Dialect は以下の属性をサポートしています:

Dialect.**delimiter**

フィールド間を分割するのに用いられる 1 文字からなる文字列です。デフォルトでは `','` です。

Dialect.**doublequote**

フィールド内に現れた *quotechar* のインスタンスで、クオートではないその文字自身でなければならない文字をどのようにクオートするかを制御します。*True* の場合、この文字は二重化されます。*False* の場合、*escapechar* は *quotechar* の前に置かれます。デフォルトでは *True* です。

出力においては、*doublequote* が *False* で *escapechar* がセットされていない場合、フィールド内に *quotechar* が現れると *Error* が送出されます。

Dialect.escapechar

writer が、*quoting* が *QUOTE_NONE* に設定されている場合に *delimiter* をエスケープするため、および、*doublequote* が *False* の場合に *quotechar* をエスケープするために用いられる、1 文字からなる文字列です。読み込み時には *escapechar* はそれに引き続く文字の特別な意味を取り除きます。デフォルトでは *None* で、エスケープを行ないません。

バージョン 3.11 で変更: 空の *escapechar* は許可されていません。

Dialect.lineterminator

writer が作り出す各行を終端する際に用いられる文字列です。デフォルトでは `'\r\n'` です。

注釈: *reader* は `'\r'` または `'\n'` のどちらかを行末と認識するようにハードコードされており、*lineterminator* を無視します。この振る舞いは将来変更されるかもしれません。

Dialect.quotechar

delimiter や *quotechar* といった特殊文字を含むか、改行文字を含むフィールドをクオートする際に用いられる 1 文字からなる文字列です。デフォルトでは `'"'` です。

バージョン 3.11 で変更: 空の *quotechar* は許可されていません。

Dialect.quoting

クオートがいつ writer によって生成されるか、また reader によって認識されるかを制御します。*QUOTE_* constants* のいずれかをとることができ、デフォルトでは *QUOTE_MINIMAL* です。

Dialect.skipinitialspace

True の場合、*delimiter* の直後に続く空白は無視されます。デフォルトでは *False* です。

Dialect.strict

`True` の場合、不正な CSV 入力に対して *Error* を送出します。デフォルトでは `False` です。

14.1.3 reader オブジェクト

reader オブジェクト (*DictReader* インスタンス、および *reader()* 関数によって返されたオブジェクト) は、以下の public なメソッドを持っています:

csvreader.__next__()

reader の反復可能なオブジェクトから、現在の表現形式 (*Dialect*) に基づいて次の行を解析してリスト

（オブジェクトが *reader()* から返された場合）または辞書（ *DictReader* のインスタンスの場合）として返します。通常は `next(reader)` のようにして呼び出すことになります。

reader オブジェクトには以下の公開属性があります:

csvreader.dialect

パーサで使われる表現形式の読み出し専用の記述です。

csvreader.line_num

ソースイテレータから読んだ行数です。この数は返されるレコードの数とは、レコードが複数行に亘ることがあるので、一致しません。

DictReader オブジェクトは、以下の public な属性を持っています:

DictReader.fieldnames

オブジェクトを生成するときに渡されなかった場合、この属性は最初のアクセス時か、ファイルから最初のレコードを読み出したときに初期化されます。

14.1.4 writer オブジェクト

writer オブジェクト (*DictWriter* インスタンス、および *writer()* 関数によって返されたオブジェクト) は、以下の public なメソッドを持っています: *row* には、*writer* オブジェクトの場合には文字列か数値のイテラブルを指定し、*DictWriter* オブジェクトの場合はフィールド名をキーとして対応する文字列か数値を格納した辞書オブジェクトを指定します (数値は *str()* で変換されます)。複素数を出力する場合、値をかっこで囲んで出力します。このため、CSV ファイルを読み込むアプリケーションで（そのアプリケーションが複素数をサポートしていたとしても）問題が発生する場合があります。

csvwriter.writerow(*row*)

現在の表現形式 (*Dialect*.) に沿ってフォーマットされた *row* パラメータを writer のファイルオブジェクトに書き込みます。ファイルオブジェクトの *write* メソッドを呼び出した際の戻り値を返します。

バージョン 3.5 で変更: 任意のイテラブルのサポートの追加。

csvwriter.writerows(*rows*)

rows 引数 (上で解説した *row* オブジェクトのイテラブル) の全ての要素を現在の表現形式に基づいて書式化し、writer のファイルオブジェクトに書き込みます。

writer オブジェクトには以下の公開属性があります:

csvwriter.dialect

writer で使われる表現形式の読み出し専用の記述です。

DictWriter のオブジェクトは以下の public メソッドを持っています:

DictWriter.writeheader()

Write a row with the field names (as specified in the constructor) to the writer's file object, formatted according to the current dialect. Return the return value of the *csvwriter.writerow()* call used internally.

Added in version 3.2.

バージョン 3.8 で変更: *writeheader()* は内部的に利用している *csvwriter.writerow()* メソッドの返り値を返すようになりました。

14.1.5 使用例

最も簡単な CSV ファイル読み込みの例です:

```
import csv
with open('some.csv', newline='') as f:
    reader = csv.reader(f)
    for row in reader:
        print(row)
```

別の書式での読み込み:

```
import csv
with open('passwd', newline='') as f:
    reader = csv.reader(f, delimiter=':', quoting=csv.QUOTE_NONE)
    for row in reader:
        print(row)
```

上に対して、単純な書き込みのプログラム例は以下のようになります。

```
import csv
with open('some.csv', 'w', newline='') as f:
    writer = csv.writer(f)
    writer.writerows(someiterable)
```

open() が CSV ファイルの読み込みに使われるため、ファイルはデフォルトではシステムのデフォルトエンコーディングでユニコード文字列にデコードされます (*locale.getencoding()* を参照)。他のエンコーディングを用いてデコードするには、open の引数 encoding を設定して、以下のようにします:

```
import csv
with open('some.csv', newline='', encoding='utf-8') as f:
    reader = csv.reader(f)
    for row in reader:
        print(row)
```

システムのデフォルトエンコーディング以外で書き込む場合も同様です。出力ファイルを開く際に引数 encoding を明示してください。

新しい表現形式の登録:

```
import csv
csv.register_dialect('unixpwd', delimiter=':', quoting=csv.QUOTE_NONE)
with open('passwd', newline='') as f:
    reader = csv.reader(f, 'unixpwd')
```

もう少し手の込んだ reader の使い方 --- エラーを捉えてレポートします。

```
import csv, sys
filename = 'some.csv'
with open(filename, newline='') as f:
    reader = csv.reader(f)
    try:
        for row in reader:
            print(row)
    except csv.Error as e:
        sys.exit('file {}, line {}: {}'.format(filename, reader.line_num, e))
```

このモジュールは文字列の解析は直接サポートしませんが、簡単にできます。

```
import csv
for row in csv.reader(['one,two,three']):
    print(row)
```

脚注

14.2 configparser --- 設定ファイルのパーサー

ソースコード: Lib/configparser.py

このモジュールは、Microsoft Windows の INI ファイルに似た構造を持ったベーシックな設定用言語を実装した *ConfigParser* クラスを提供します。このクラスを使ってユーザーが簡単にカスタマイズできる Python プログラムを作ることができます。

注釈: このライブラリでは、Windows のレジストリ用に拡張された INI 文法はサポート **していません** 。

参考:

モジュール *tomllib*

TOML is a well-specified format for application configuration files. It is specifically designed to be an improved version of INI.

shlex モジュール ア

プリケーション設定ファイルにも使える、Unix シェルに似たミニ言語の作成を支援します。

json モジュール

The `json` module implements a subset of JavaScript syntax which is sometimes used for configuration, but does not support comments.

14.2.1 クイックスタート

次のような、非常に簡単な設定ファイルを例に考えましょう:

```
[DEFAULT]
ServerAliveInterval = 45
Compression = yes
CompressionLevel = 9
ForwardX11 = yes

[forge.example]
User = hg

[topsecret.server.example]
Port = 50022
ForwardX11 = no
```

INI ファイルの構造は 下のセクション で解説します。基本的に、ファイルは複数のセクションからなり、各セクションは複数のキーと値を持ちます。*configparser* のクラス群はそれらのファイルを読み書きできます。まずは上のような設定ファイルをプログラムから作成してみましょう。

```
>>> import configparser
>>> config = configparser.ConfigParser()
>>> config['DEFAULT'] = {'ServerAliveInterval': '45',
...                      'Compression': 'yes',
...                      'CompressionLevel': '9'}
>>> config['forge.example'] = {}
>>> config['forge.example']['User'] = 'hg'
>>> config['topsecret.server.example'] = {}
>>> topsecret = config['topsecret.server.example']
>>> topsecret['Port'] = '50022'     # mutates the parser
>>> topsecret['ForwardX11'] = 'no'  # same here
>>> config['DEFAULT']['ForwardX11'] = 'yes'
>>> with open('example.ini', 'w') as configfile:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...    config.write(configfile)
...
```

この例でわかるように、config parser は辞書のように扱うことができます。辞書との違いは **後に** 説明しますが、このインターフェイスは辞書に対して期待するのととても近い動作をします。

これで設定ファイルを作成して保存できました。次はこれを読み込み直して、中のデータを取り出してみましょう。

```
>>> config = configparser.ConfigParser()
>>> config.sections()
[]
>>> config.read('example.ini')
['example.ini']
>>> config.sections()
['forge.example', 'topsecret.server.example']
>>> 'forge.example' in config
True
>>> 'python.org' in config
False
>>> config['forge.example']['User']
'hg'
>>> config['DEFAULT']['Compression']
'yes'
>>> topsecret = config['topsecret.server.example']
>>> topsecret['ForwardX11']
'no'
>>> topsecret['Port']
'50022'
>>> for key in config['forge.example']:
...     print(key)
user
compressionlevel
serveraliveinterval
compression
forwardx11
>>> config['forge.example']['ForwardX11']
'yes'
```

上の例からわかるように、API はとても直感的です。唯一の魔術は、`DEFAULT` セクションが他の全てのセクションのためのデフォルト値を提供していることです[*1]。また、セクション内の各キーは大文字小文字を区別せず、全て小文字で保存されていることにも注意してください[p. 843, *1]。

It is possible to read several configurations into a single *ConfigParser*, where the most recently added configuration has the highest priority. Any conflicting keys are taken from the more recent configuration

[*1] 設定パーサーは大々的にカスタマイズできます。脚注の参照で概説された挙動の変更に関心がある場合、*Customizing Parser Behaviour* セクションを参照してください。

while the previously existing keys are retained.

```
>>> another_config = configparser.ConfigParser()
>>> another_config.read('example.ini')
['example.ini']
>>> another_config['topsecret.server.example']['Port']
'50022'
>>> another_config.read_string("[topsecret.server.example]\nPort=48484")
>>> another_config['topsecret.server.example']['Port']
'48484'
>>> another_config.read_dict({"topsecret.server.example": {"Port": 21212}})
>>> another_config['topsecret.server.example']['Port']
'21212'
>>> another_config['topsecret.server.example']['ForwardX11']
'no'
```

This behaviour is equivalent to a *ConfigParser.read()* call with several files passed to the *filenames* parameter.

14.2.2 サポートされるデータ型

Config parser は値のデータ型について何も推論せず、常に文字列のまま内部に保存します。他のデータ型が必要な場合は自分で変換する必要があります:

```
>>> int(topsecret['Port'])
50022
>>> float(topsecret['CompressionLevel'])
9.0
```

このタスクはとても一般的なため、設定パーサーでは整数、浮動小数点数、真偽値を扱うための手頃なゲッターメソッドが提供されています。真偽値の扱いは一筋縄ではいきません。文字列を `bool()` に渡しても、`bool('False')` が `True` になってしまいます。そこで config parser は *getboolean()* を提供しています。このメソッドは大文字小文字を区別せず、`'yes'`/`'no'`、`'on'`/`'off'`、`'true'`/`'false'`、`'1'`/`'0'` を真偽値として認識します[*1]。例えば:

```
>>> topsecret.getboolean('ForwardX11')
False
>>> config['forge.example'].getboolean('ForwardX11')
True
>>> config.getboolean('forge.example', 'Compression')
True
```

config parser では、*getboolean()* 以外に *getint()* と *getfloat()* メソッドも提供されています。独自のコンバーターの登録、提供されたメソッドのカスタマイズもできます。p. 843, *1

14.2.3 代替値

As with a dictionary, you can use a section's *get()* method to provide fallback values:

```
>>> topsecret.get('Port')
'50022'
>>> topsecret.get('CompressionLevel')
'9'
>>> topsecret.get('Cipher')
>>> topsecret.get('Cipher', '3des-cbc')
'3des-cbc'
```

デフォルト値は代替値よりも優先されることに注意してください。例えば上の例では、'CompressionLevel' キーは 'DEFAULT' セクションにしか存在しません。その値を 'topsecret.server.example' から取得しようとした場合、代替値を指定しても常にデフォルト値を返します:

```
>>> topsecret.get('CompressionLevel', '3')
'9'
```

One more thing to be aware of is that the parser-level *get()* method provides a custom, more complex interface, maintained for backwards compatibility. When using this method, a fallback value can be provided via the `fallback` keyword-only argument:

```
>>> config.get('forge.example', 'monster',
...            fallback='No such things as monsters')
'No such things as monsters'
```

同様の `fallback` 引数を、*getint()* 、*getfloat()* と *getboolean()* メソッドでも使えます。例えば:

```
>>> 'BatchMode' in topsecret
False
>>> topsecret.getboolean('BatchMode', fallback=True)
True
>>> config['DEFAULT']['BatchMode'] = 'no'
>>> topsecret.getboolean('BatchMode', fallback=True)
False
```

14.2.4 サポートする INI ファイルの構造

A configuration file consists of sections, each led by a `[section]` header, followed by key/value entries separated by a specific string (= or : by default[p. 843, *1]). By default, section names are case sensitive but keys are not[p. 843, *1]. Leading and trailing whitespace is removed from keys and values. Values can be omitted if the parser is configured to allow it[p. 843, *1], in which case the key/value delimiter may also be left out. Values can also span multiple lines, as long as they are indented deeper than the first line of the value.

Depending on the parser's mode, blank lines may be treated as parts of multiline values or ignored.

By default, a valid section name can be any string that does not contain '\n'. To change this, see *ConfigParser.SECTCRE*.

The first section name may be omitted if the parser is configured to allow an unnamed top level section with `allow_unnamed_section=True`. In this case, the keys/values may be retrieved by *UNNAMED_SECTION* as in `config[UNNAMED_SECTION]`.

設定ファイルには先頭に特定の文字 (デフォルトでは # および ;[p. 843, *1]) をつけてコメントをつけることができます。コメントは、他の内容がない行に置くことができ、インデントされていても構いません。[p. 843, *1]

例えば:

```
[Simple Values]
key=value
spaces in keys=allowed
spaces in values=allowed as well
spaces around the delimiter = obviously
you can also use : to delimit keys from values

[All Values Are Strings]
values like this: 1000000
or this: 3.14159265359
are they treated as numbers? : no
integers, floats and booleans are held as: strings
can use the API to get converted values directly: true

[Multiline Values]
chorus: I'm a lumberjack, and I'm okay
    I sleep all night and I work all day

[No Values]
key_without_value
empty string value here =

[You can use comments]
# like this
; or this

# By default only in an empty line.
# Inline comments can be harmful because they prevent users
# from using the delimiting characters as parts of values.
# That being said, this can be customized.

    [Sections Can Be Indented]
        can_values_be_as_well = True
        does_that_mean_anything_special = False
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        purpose = formatting for readability
        multiline_values = are
            handled just fine as
            long as they are indented
            deeper than the first line
            of a value
        # Did I mention we can indent comments, too?
```

14.2.5 Unnamed Sections

The name of the first section (or unique) may be omitted and values retrieved by the *UNNAMED_SECTION* attribute.

```
>>> config = """
... option = value
...
... [  Section 2  ]
... another = val
... """
>>> unnamed = configparser.ConfigParser(allow_unnamed_section=True)
>>> unnamed.read_string(config)
>>> unnamed.get(configparser.UNNAMED_SECTION, 'option')
'value'
```

14.2.6 値の補間

コア機能に加えて、*ConfigParser* は補間 (interpolation, 内挿とも) をサポートします。これは `get()` コールが値を返す前に、その値に対して前処理を行えることを意味します。

class configparser.BasicInterpolation

ConfigParser が使用するデフォルト実装です。値に、同じセクションか特別なデフォルトセクション中[p. 843, *1] の他の値を参照するフォーマット文字列を含めることができます。追加のデフォルト値を初期化時に提供できます。

例えば:

```
[Paths]
home_dir: /Users
my_dir: %(home_dir)s/lumberjack
my_pictures: %(my_dir)s/Pictures

[Escape]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# use a %% to escape the % sign (% is the only character that needs to be escaped):
gain: 80%%
```

上の例では、*interpolation* に `BasicInterpolation()` を設定した *ConfigParser* が `%(home_dir)s` を `home_dir` の値 (このケースでは `/Users`) として解決しています、その結果 `%(my_dir)s` は `/Users/lumberjack` になります。全ての補間は必要に応じて実行されるため、設定ファイル中で参照の連鎖をもつキーを特定の順序で記述する必要はありません。

`interpolation` に `None` を設定すれば、パーサーは単に `my_pictures` の値として `%(my_dir)s/Pictures` を返し、`my_dir` の値として `%(home_dir)s/lumberjack` を返します。

class configparser.**ExtendedInterpolation**

`zc.buildout` で使用されるような、より高度な文法を実装した補間ハンドラの別の選択肢です。拡張された補間は、他のセクション中の値を示すのに `${section:option}` と書けます。補間は複数のレベルに及べます、利便性のために、もし `section:` の部分が省略されると、現在のセクションがデフォルト値となります (スペシャルセクション中のデフォルト値を使用することもできます)。

たとえば、上記の basic interpolation で指定した設定は、extended interpolation を使うと下記のようになります:

```
[Paths]
home_dir: /Users
my_dir: ${home_dir}/lumberjack
my_pictures: ${my_dir}/Pictures

[Escape]
# use a $$ to escape the $ sign ($ is the only character that needs to be escaped):
cost: $$80
```

他のセクションから値を持ってくることもできます:

```
[Common]
home_dir: /Users
library_dir: /Library
system_dir: /System
macports_dir: /opt/local

[Frameworks]
Python: 3.2
path: ${Common:system_dir}/Library/Frameworks/

[Arthur]
nickname: Two Sheds
last_name: Jackson
my_dir: ${Common:home_dir}/twosheds
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
my_pictures: ${my_dir}/Pictures
python_dir: ${Frameworks:path}/Python/Versions/${Frameworks:Python}
```

14.2.7 マップ型プロトコルアクセス

Added in version 3.2.

マップ型プロトコルアクセスは、カスタムオブジェクトを辞書であるかのように使うための機能の総称です。*configparser* の場合、マップ型インターフェースの実装は `parser['section']['option']` 表記を使います。

とくに、`parser['section']` はパーサー内のそのセクションのデータへのプロキシを返します。つまり、値はコピーされるのではなく必要に応じてオリジナルのパーサーから取られます。さらに重要なことに、セクションのプロキシの値が変更されると、オリジナルのパーサー中の値が実際に変更されます。

configparser は可能な限り実際の辞書と近い振る舞いをします。マップ型インターフェースは *MutableMapping* を矛盾なく完成します。しかし、考慮するべき違いがいくつかあります:

- デフォルトでは、セクション内の全てのキーは大文字小文字の区別なくアクセスできます[p. 843, *1]。例えば、`for option in parser["section"]` は `optionxform` されたオプションキー名のみを yield します。つまり小文字のキーがデフォルトです。同時に、キー `'a'` を含むセクションにおいて、どちらの式も `True` を返します:

  ```
  "a" in parser["section"]
  "A" in parser["section"]
  ```

- 全てのセクションは `DEFAULTSECT` 値を持ち、すなわちセクションで `.clear()` してもセクションは見た目上空になりません。これは、デフォルト値は (技術的にはそこにないので) セクションから削除できないためです。デフォルト値が上書きされた場合、それが削除されるとデフォルト値が再び見えるようになります。デフォルト値を削除しようとすると *KeyError* が発生します。

- `DEFAULTSECT` はパーサーから取り除けません:

  - 削除しようとすると *ValueError* が発生します。
  - `parser.clear()` はこれをそのまま残し、
  - `parser.popitem()` がこれを返すことはありません。

- `parser.get(section, option, **kwargs)` - 第二引数は代替値では **ありません**。ただし、セクションごとの `get()` メソッドはマップ型プロトコルと旧式の configparser API の両方に互換です。

- `parser.items()` はマップ型プロトコルと互換です (DEFAULTSECT を含む *section_name*, *section_proxy* 対のリストを返します)。ただし、このメソッドは `parser.items(section, raw, vars)`

のようにして引数を与えることでも呼び出せます。後者の呼び出しは指定された `section` の *option*, *value* 対のリストを、(`raw=True` が与えられない限り) 全ての補間を展開して返します。

マップ型プロトコルは、既存のレガシーな API の上に実装されているので、オリジナルのインターフェースを上書きする派生クラスもまたは期待どおりにはたらきます。

14.2.8 パーサーの振る舞いをカスタマイズする

INI フォーマットの変種は、それを使うアプリケーションの数と同じくらい多く存在します。*configparser* は、可能な限り広い範囲の INI スタイルを集めた集合をサポートするために、非常に役立ちます。デフォルトの機能は主に歴史的背景によって決められたので、機能によってはカスタマイズしてお使いください。

The most common way to change the way a specific config parser works is to use the `__init__()` options:

- *defaults*, デフォルト値: `None`

  このオプションは最初に `DEFAULT` セクションに加えられるキー-値の対の辞書を受け付けます。

  Hint: if you want to specify default values for a specific section, use *read_dict()* before you read the actual file.

- *dict_type*, デフォルト値: *dict*

  このオプションはマップ型プロトコルの振る舞い方や書き込まれる設定ファイルの見た目に大きく影響します。標準の辞書では、全てのセクションはパーサーに加えられた順に並びます。同じことがセクション内のオプションにも言えます。

  セクションとオプションをライトバック時にソートするためなどに、別の辞書型も使えます。

  注意: 一度の操作でキー-値の対を複数追加する方法もあります。そのような操作に普通の辞書を使うと、キーの並びは挿入順になります。例えば:

```
>>> parser = configparser.ConfigParser()
>>> parser.read_dict({'section1': {'key1': 'value1',
...                                'key2': 'value2',
...                                'key3': 'value3'},
...                   'section2': {'keyA': 'valueA',
...                                'keyB': 'valueB',
...                                'keyC': 'valueC'},
...                   'section3': {'foo': 'x',
...                                'bar': 'y',
...                                'baz': 'z'}
... })
>>> parser.sections()
['section1', 'section2', 'section3']
>>> [option for option in parser['section3']]
['foo', 'bar', 'baz']
```

- *allow_no_value*, デフォルト値: `False`

  一部の設定ファイルには値のない設定項目がありますが、それ以外は `ConfigParser` がサポートする文法に従います。コンストラクタの *allow_no_value* 引数で、そのような値を許可することができます。

```
>>> import configparser

>>> sample_config = """
... [mysqld]
...   user = mysql
...   pid-file = /var/run/mysqld/mysqld.pid
...   skip-external-locking
...   old_passwords = 1
...   skip-bdb
...   # we don't need ACID today
...   skip-innodb
... """
>>> config = configparser.ConfigParser(allow_no_value=True)
>>> config.read_string(sample_config)

>>> # Settings with values are treated as before:
>>> config["mysqld"]["user"]
'mysql'

>>> # Settings without values provide None:
>>> config["mysqld"]["skip-bdb"]

>>> # Settings which aren't specified still raise an error:
>>> config["mysqld"]["does-not-exist"]
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError: 'does-not-exist'
```

- *delimiters*, デフォルト値: `('=', ':')`

  デリミタはセクション内でキーを値から区切る部分文字列です。行中で最初に現れた区切り部分文字列がデリミタと見なされます。つまり値にはデリミタを含めることができます (キーには含めることができません)。

  `ConfigParser.write()` の *space_around_delimiters* 引数も参照してください。

- *comment_prefixes*, デフォルト値: `('#', ';')`

- *inline_comment_prefixes*, デフォルト値: `None`

  コメント接頭辞は設定ファイル中で有効なコメントの開始を示す文字列です。*comment_prefixes* は他の内容がない行 (インデントは自由) にのみ使用でき、*inline_comment_prefixes* は任意の有効な値 (例えば、セクション名、オプション、空行も可能) の後に使えます。デフォルトではインラインコメントは無効化されていて、`'#'` と `';'` を行全体のコメントに使用します。

バージョン 3.2 で変更: 以前のバージョンの *configparser* の振る舞いは `comment_prefixes=('#',';')` および `inline_comment_prefixes=(';',)` に該当します。

設定パーサーはコメント接頭辞のエスケープをサポートしないので、*inline_comment_prefixes* はユーザーがコメント接頭辞として使われる文字を含むオプション値を指定するのを妨げる可能性があります。疑わしい場合には、*inline_comment_prefixes* を設定しないようにしてください。どのような状況でも、複数行にわたる値で、行の先頭にコメント接頭辞文字を保存する唯一の方法は、次の例のように接頭辞を補間することです:

```
>>> from configparser import ConfigParser, ExtendedInterpolation
>>> parser = ConfigParser(interpolation=ExtendedInterpolation())
>>> # the default BasicInterpolation could be used as well
>>> parser.read_string("""
... [DEFAULT]
... hash = #
...
... [hashes]
... shebang =
...   ${hash}!/usr/bin/env python
...   ${hash} -*- coding: utf-8 -*-
...
... extensions =
...   enabled_extension
...   another_extension
...   #disabled_by_comment
...   yet_another_extension
...
... interpolation not necessary = if # is not at line start
... even in multiline values = line #1
...   line #2
...   line #3
... """)
>>> print(parser['hashes']['shebang'])

#!/usr/bin/env python
# -*- coding: utf-8 -*-
>>> print(parser['hashes']['extensions'])

enabled_extension
another_extension
yet_another_extension
>>> print(parser['hashes']['interpolation not necessary'])
if # is not at line start
>>> print(parser['hashes']['even in multiline values'])
line #1
line #2
line #3
```

- *strict*, デフォルト値: `True`

  When set to `True`, the parser will not allow for any section or option duplicates while reading from a single source (using *read_file()*, *read_string()* or *read_dict()*). It is recommended to use strict parsers in new applications.

  バージョン 3.2 で変更: 以前のバージョンの *configparser* の振る舞いは `strict=False` に該当します。

- *empty_lines_in_values*, デフォルト値: `True`

  設定パーサーでは、キーよりもその値を深くインデントするかぎり、複数行にまたがる値を使えます。デフォルトのパーサーはさらにその値の間に空行を置けます。同時に、キーは読みやすくするため任意にインデントできます。結果として、設定ファイルが大きく複雑になったとき、ユーザーがファイル構造を見失いやすいです。この例をご覧ください:

  ```
  [Section]
  key = multiline
    value with a gotcha

   this = is still a part of the multiline value of 'key'
  ```

  これは特にプロポーショナルフォントを使ってファイルを編集しているユーザーにとって問題になることがあります。だから、アプリケーションの値に空行が必要ないなら、空行を認めないべきです。これによって空行で必ずキーが分かれます。上の例では、2 つのキー、`key` および `this` が作られます。

- *default_section*, デフォルト値: `configparser.DEFAULTSECT` (すなわち: `"DEFAULT"`)

  他のセクションのデフォルト値や補間目的での特別なセクションを認める慣行はこのライブラリの明確なコンセプトの一つで、ユーザーは複雑で宣言的な設定を作成できます。このセクションは通常 `"DEFAULT"` と呼ばれますが、任意の有効なセクション名を指すようにカスタマイズできます。典型的な値には `"general"` や `"common"` があります。与えられた名前はソースを読み込む際にデフォルトセクションを認識するのに使われ、設定をファイルに書き戻すときにも使われます。現在の値は `parser_instance.default_section` 属性から取り出すことができ、実行時 (すなわちファイルを別のフォーマットに変換するとき) に変更することもできます。

- *interpolation*, デフォルト値: `configparser.BasicInterpolation`

  補間の振る舞いは、*interpolation* 引数を通してカスタムハンドラを与えることでカスタマイズできます。`None` 引数を使うと補間を完全に無効にできます。`ExtendedInterpolation()` は、`zc.buildout` に影響を受けたより高度な補間を提供します。この話題に **特化したドキュメントのセクション** をご覧ください。*RawConfigParser* のデフォルト値は `None` です。

- *converters*, デフォルト値: 未設定

  Config parsers provide option value getters that perform type conversion. By default *getint()*, *getfloat()*, and *getboolean()* are implemented. Should other getters be desirable, users may define them in a subclass or pass a dictionary where each key is a name of the converter and each value

is a callable implementing said conversion. For instance, passing `{'decimal': decimal.Decimal}` would add `getdecimal()` on both the parser object and all section proxies. In other words, it will be possible to write both `parser_instance.getdecimal('section', 'key', fallback=0)` and `parser_instance['section'].getdecimal('key', 0)`.

コンバーターがパーサーの状態にアクセスする必要がある場合、設定パーサーサブクラスでメソッドとして実装することができます。このメソッドの名前が `get` から始まる場合、すべてのセクションプロキシで、辞書と互換性のある形式で利用できます (上記の `getdecimal()` の例を参照)。

これらのパーサー引数のデフォルト値を上書きすれば、さらに進んだカスタマイズができます。デフォルトはクラスで定義されているので、派生クラスや属性の代入で上書きできます。

`ConfigParser.BOOLEAN_STATES`

デフォルトでは、*getboolean()* を使うことで、設定パーサーは以下の値を `True` と見なします: `'1'`, `'yes'`, `'true'`, `'on'` 。以下の値を `False` と見なします: `'0'`, `'no'`, `'false'`, `'off'` 。文字列と対応するブール値のカスタム辞書を指定することでこれを上書きできます。たとえば:

```
>>> custom = configparser.ConfigParser()
>>> custom['section1'] = {'funky': 'nope'}
>>> custom['section1'].getboolean('funky')
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Not a boolean: nope
>>> custom.BOOLEAN_STATES = {'sure': True, 'nope': False}
>>> custom['section1'].getboolean('funky')
False
```

ほかの典型的なブール値ペアには `accept`/`reject` や `enabled`/`disabled` などがあります。

`ConfigParser.optionxform`(*option*)

このメソッドは読み込み、取得、設定操作のたびにオプション名を変換します。デフォルトでは名前を小文字に変換します。従って設定ファイルが書き込まれるとき、すべてのキーは小文字になります。それがふさわしくなければ、このメソッドを上書きしてください。例えば:

```
>>> config = """
... [Section1]
... Key = Value
...
... [Section2]
... AnotherKey = Value
... """
>>> typical = configparser.ConfigParser()
>>> typical.read_string(config)
>>> list(typical['Section1'].keys())
['key']
>>> list(typical['Section2'].keys())
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
['anotherkey']
>>> custom = configparser.RawConfigParser()
>>> custom.optionxform = lambda option: option
>>> custom.read_string(config)
>>> list(custom['Section1'].keys())
['Key']
>>> list(custom['Section2'].keys())
['AnotherKey']
```

注釈: The optionxform function transforms option names to a canonical form. This should be an idempotent function: if the name is already in canonical form, it should be returned unchanged.

ConfigParser.SECTCRE

セクションヘッダを解析するのに使われる、コンパイルされた正規表現です。デフォルトでは [section] が "section" という名前にマッチします。空白はセクション名の一部と見なされるので、[larch] は " larch " という名のセクションとして読み込まれます。これがふさわしくない場合、このメソッドを上書きしてください。例えば:

```
>>> import re
>>> config = """
... [Section 1]
... option = value
...
... [  Section 2  ]
... another = val
... """
>>> typical = configparser.ConfigParser()
>>> typical.read_string(config)
>>> typical.sections()
['Section 1', '  Section 2  ']
>>> custom = configparser.ConfigParser()
>>> custom.SECTCRE = re.compile(r"\[ *(?P<header>[^]]+?) *\]")
>>> custom.read_string(config)
>>> custom.sections()
['Section 1', 'Section 2']
```

注釈: ConfigParser オブジェクトはオプション行の認識に OPTCRE 属性も使いますが、これを上書きすることは推奨されません。上書きするとコンストラクタオプション *allow_no_value* および *delimiters* に干渉します。

14.2.9 レガシーな API の例

主に後方互換性問題の理由から、*configparser* は get/set メソッドを明示するレガシーな API も提供します。メソッドを以下に示すように使うこともできますが、新しいプロジェクトではマップ型プロトコルでアクセスするのが望ましいです。レガシーな API は時折高度で、低レベルで、まったく直感的ではありません。

設定ファイルを書き出す例:

```
import configparser

config = configparser.RawConfigParser()

# Please note that using RawConfigParser's set functions, you can assign
# non-string values to keys internally, but will receive an error when
# attempting to write to a file or when you get it in non-raw mode. Setting
# values using the mapping protocol or ConfigParser's set() does not allow
# such assignments to take place.
config.add_section('Section1')
config.set('Section1', 'an_int', '15')
config.set('Section1', 'a_bool', 'true')
config.set('Section1', 'a_float', '3.1415')
config.set('Section1', 'baz', 'fun')
config.set('Section1', 'bar', 'Python')
config.set('Section1', 'foo', '%(bar)s is %(baz)s!')

# Writing our configuration file to 'example.cfg'
with open('example.cfg', 'w') as configfile:
    config.write(configfile)
```

設定ファイルを読み込む例:

```
import configparser

config = configparser.RawConfigParser()
config.read('example.cfg')

# getfloat() raises an exception if the value is not a float
# getint() and getboolean() also do this for their respective types
a_float = config.getfloat('Section1', 'a_float')
an_int = config.getint('Section1', 'an_int')
print(a_float + an_int)

# Notice that the next output does not interpolate '%(bar)s' or '%(baz)s'.
# This is because we are using a RawConfigParser().
if config.getboolean('Section1', 'a_bool'):
    print(config.get('Section1', 'foo'))
```

補間するには、*ConfigParser* を使ってください:

```
import configparser

cfg = configparser.ConfigParser()
cfg.read('example.cfg')

# Set the optional *raw* argument of get() to True if you wish to disable
# interpolation in a single get operation.
print(cfg.get('Section1', 'foo', raw=False))  # -> "Python is fun!"
print(cfg.get('Section1', 'foo', raw=True))   # -> "%(bar)s is %(baz)s!"

# The optional *vars* argument is a dict with members that will take
# precedence in interpolation.
print(cfg.get('Section1', 'foo', vars={'bar': 'Documentation',
                                       'baz': 'evil'}))

# The optional *fallback* argument can be used to provide a fallback value
print(cfg.get('Section1', 'foo'))
      # -> "Python is fun!"

print(cfg.get('Section1', 'foo', fallback='Monty is not.'))
      # -> "Python is fun!"

print(cfg.get('Section1', 'monster', fallback='No such things as monsters.'))
      # -> "No such things as monsters."

# A bare print(cfg.get('Section1', 'monster')) would raise NoOptionError
# but we can also use:

print(cfg.get('Section1', 'monster', fallback=None))
      # -> None
```

どちらの型の ConfigParsers でもデフォルト値が利用できます。使われているオプションがどこにも定義されていなければ、そのデフォルト値が補間に使われます。

```
import configparser

# New instance with 'bar' and 'baz' defaulting to 'Life' and 'hard' each
config = configparser.ConfigParser({'bar': 'Life', 'baz': 'hard'})
config.read('example.cfg')

print(config.get('Section1', 'foo'))     # -> "Python is fun!"
config.remove_option('Section1', 'bar')
config.remove_option('Section1', 'baz')
print(config.get('Section1', 'foo'))     # -> "Life is hard!"
```

14.2.10 ConfigParser オブジェクト

class configparser.ConfigParser(*defaults=None*, *dict_type=dict*, *allow_no_value=False*, *delimiters=('=', ':')*, *comment_prefixes=('#', ';')*, *inline_comment_prefixes=None*, *strict=True*, *empty_lines_in_values=True*, *default_section=configparser.DEFAULTSECT*, *interpolation=BasicInterpolation()*, *converters={}*)

主要な設定パーサーです。*defaults* が与えられれば、その辞書の持つ初期値で初期化されます。*dict_type* が与えられれば、それがセクションの一覧、セクション中のオプション、およびデフォルト値の辞書オブジェクトを作成するのに使われます。

delimiters が与えられた場合、キーと値を分割する部分文字列の組み合わせとして使われます。*comment_prefixes* が与えられた場合、他の内容がない行のコメントに接頭する部分文字列の組み合わせとして使われます。コメントはインデントできます。*inline_comment_prefixes* が与えられた場合、非空行のコメントに接頭する部分文字列としての組み合わせとして使われます。

strict が `True` (デフォルト) であれば、パーサーは単一のソース (ファイル、文字列、辞書) 中にセクションやオプションの重複を認めず、*DuplicateSectionError* や *DuplicateOptionError* を送出します。*empty_lines_in_values* が `False` (デフォルト: `True`) なら、空行はそれぞれオプションの終わりを示します。*allow_no_value* が `True` (デフォルト: `False`) なら、値のないオプションが受け付けられます。そのオプションの値は `None` となり、後端のデリミタを除いてシリアル化されます。

When *default_section* is given, it specifies the name for the special section holding default values for other sections and interpolation purposes (normally named `"DEFAULT"`). This value can be retrieved and changed at runtime using the `default_section` instance attribute. This won't re-evaluate an already parsed config file, but will be used when writing parsed settings to a new config file.

補間の動作は、*interpolation* 引数を通してカスタムハンドラを与えることでカスタマイズできます。`None` 引数を使うと補間を完全に無効にできます。`ExtendedInterpolation()` は、`zc.buildout` に影響を受けたより高度な補間を提供します。この件に **特化したドキュメントのセクション** を参照してください。

補間に使われるすべてのオプション名は、他のオプション名参照と同様に、*optionxform()* メソッドを通して渡されます。例えば、*optionxform()* のデフォルトの実装を使うと、値 `foo %(bar)s` と `foo %(BAR)s` は等しくなります。

When *converters* is given, it should be a dictionary where each key represents the name of a type converter and each value is a callable implementing the conversion from string to the desired datatype. Every converter gets its own corresponding `get*()` method on the parser object and section proxies.

バージョン 3.1 で変更: デフォルトの *dict_type* は *collections.OrderedDict* です。

バージョン 3.2 で変更: *allow_no_value*, *delimiters*, *comment_prefixes*, *strict*, *empty_lines_in_values*, *default_section* および *interpolation* が追加されました。

バージョン 3.5 で変更: *converters* 引数が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: The *defaults* argument is read with *read_dict()*, providing consistent behavior across the parser: non-string keys and values are implicitly converted to strings.

バージョン 3.8 で変更: The default *dict_type* is *dict*, since it now preserves insertion order.

バージョン 3.13 で変更: Raise a *MultilineContinuationError* when *allow_no_value* is `True`, and a key without a value is continued with an indented line.

defaults()

インスタンス全体で使われるデフォルト値の辞書を返します。

sections()

利用できるセクションのリストを返します。*default section* はリストに含まれません。

add_section(*section*)

section という名のセクションをインスタンスに追加します。与えられた名前のセクション名がすでに存在したら、*DuplicateSectionError* が送出されます。*default section* 名が渡されたら、*ValueError* が送出されます。セクションの名前は文字列でなければなりません。そうでなければ、*TypeError* が送出されます。

バージョン 3.2 で変更: 文字列でないセクション名は *TypeError* を送出します。

has_section(*section*)

指名された *section* が設定中に存在するかを示します。*default section* は認識されません。

options(*section*)

指定された *section* 中で利用できるオプションのリストを返します。

has_option(*section*, *option*)

与えられた *section* が存在し、与えられた *option* を含む場合、*True* を返します。それ以外の場合には、*False* を返します。指定された *section* が *None* または空文字列の場合、DEFAULT が仮定されます。

read(*filenames*, *encoding=None*)

ファイル名の iterable を読み込んでパースしようと試みます。正常にパースできたファイル名のリストを返します。

もし *filenames* が文字列か *bytes* オブジェクトか *path-like object* なら、この引数は 1 つのファイル名として扱われます。*filenames* 中に開けないファイルがある場合、そのファイルは無視されます。この挙動は、設定ファイルが置かれる可能性のある場所 (例えば、カレントディレクトリ、ホームディレクトリ、システム全体の設定を行うディレクトリ) のイテラブルを指定して、イテラブルの中で存在する全ての設定ファイルを読むことを想定して設計されています。

どの設定ファイルも存在しなかった場合、*ConfigParser* のインスタンスは 空のデータセットを持ちます。初期値の設定ファイルを先に読み込んでおく必要があるアプリケーションでは、オプションのファイルを読み込むために *read()* を呼ぶ前に 、まず *read_file()* を用いて必要なファイルを読み込んでください:

```
import configparser, os

config = configparser.ConfigParser()
config.read_file(open('defaults.cfg'))
config.read(['site.cfg', os.path.expanduser('~/.myapp.cfg')],
            encoding='cp1250')
```

バージョン 3.2 で変更: Added the *encoding* parameter. Previously, all files were read using the default encoding for *open()*.

バージョン 3.6.1 で変更: *filenames* 引数が *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: *filenames* 引数が *bytes* オブジェクトを受け入れるようになりました。

read_file(*f*, *source=None*)

設定データを *f* から読み込んで解析します。*f* は Unicode 文字列を yield するイテラブル (例えばテキストモードで開かれたファイル) です。

Optional argument *source* specifies the name of the file being read. If not given and *f* has a `name` attribute, that is used for *source*; the default is `'<???>'`.

Added in version 3.2: `readfp()` を置き換えます。

read_string(*string*, *source='<string>'*)

設定データを文字列から解析します。

オプションの引数 *source* はコンテキストにおける渡された文字列の名前を指定します。与えられなければ、`'<string>'` が使われます。これは一般にファイルシステムパスや URL にします。

Added in version 3.2.

read_dict(*dictionary*, *source='<dict>'*)

辞書的な `items()` メソッドを提供する任意のオブジェクトから設定を読み込みます。キーはセクション名で、値はそのセクションに現れるキーと値をもつ辞書です。使われた辞書型が順序を保存するなら、セクションおよびそのキーは順に加えられます。値は自動で文字列に変換されます。

オプションの引数 *source* はコンテキストにおける渡された辞書の名前を指定します。与えられなければ、`<dict>` が使われます。

このメソッドを使ってパーサー間で状態をコピーできます。

Added in version 3.2.

get(*section*, *option*, ***, *raw=False*, *vars=None*[, *fallback*])

指名された *section* の *option* の値を取得します。*vars* が提供されるなら、それは辞書でなければならず、(与えられたなら) *vars*, *section*, *DEFAULTSECT* 内からこの順で *option* が探索されます。*fallback* の値として `None` を与えられます。

raw が真でない時には、全ての `'%'` 置換は展開されてから返されます。置換後の値はオプションと同じ順序で探されます。

バージョン 3.2 で変更: 引数 *raw*, *vars* および *fallback* は、(特にマッピングプロトコルを使用するときに) ユーザーが第 3 引数を *fallback* フォールバックとして使おうとしないように、キーワード専用となりました。

getint(*section*, *option*, ***, *raw=False*, *vars=None*[, *fallback*])

指定された *section* 中の *option* を整数に型強制する補助メソッドです。*raw*, *vars* および *fallback* の説明は *get()* を参照してください。

getfloat(*section*, *option*, ***, *raw=False*, *vars=None*[, *fallback*])

指定された *section* 中の *option* を浮動小数点数に型強制する補助メソッドです。*raw*, *vars* および *fallback* の説明は *get()* を参照してください。

getboolean(*section*, *option*, ***, *raw=False*, *vars=None*[, *fallback*])

指定された *section* 中の *option* をブール値に型強制する補助メソッドです。なお、このオプションで受け付けられる値はこのメソッドが `True` を返す `'1'`, `'yes'`, `'true'`, および `'on'`, と、このメソッドが `False` を返す `'0'`, `'no'`, `'false'`, and `'off'` です。その他のいかなる値も *ValueError* を送出します。*raw*, *vars* および *fallback* の説明は *get()* を参照してください。

items(*raw=False*, *vars=None*)

items(*section*, *raw=False*, *vars=None*)

section が与えられなければ、DEFAULTSECT を含めた *section_name*, *section_proxy* の対のリストを返します。

与えられれば、与えられた *section* 中のオプションの *name*, *value* の対のリストを返します。オプションの引数は *get()* メソッドに与えるものと同じ意味を持ちます。

バージョン 3.8 で変更: *vars* に現れる項目は結果に表れなくなりました。以前の挙動は、実際のパーサーオプションを補間のために与えられた変数と混合していました。

set(*section*, *option*, *value*)

与えられたセクションが存在すれば、与えられたオプションを指定された値に設定します。そうでなければ *NoSectionError* を送出します。*option* および *value* は文字列でなければなりません。そうでなければ *TypeError* が送出されます。

write(*fileobject*, *space_around_delimiters=True*)

設定の表現を指定された *file object* に書き込みます。*fileobject* は (文字列を受け付ける) テキスト

モードで開かれていなければなりません。この表現は後で *read()* を呼び出すことでパースできます。*space_around_delimiters* が真なら、キーと値の間のデリミタはスペースで囲まれます。

注釈: Comments in the original configuration file are not preserved when writing the configuration back. What is considered a comment, depends on the given values for *comment_prefix* and *inline_comment_prefix*.

---

remove_option(*section*, *option*)

指定された *option* を指定された *section* から削除します。セクションが存在しなければ、*NoSectionError* を送出します。オプションが存在して削除されれば、*True* を返します。そうでなければ *False* を返します。

remove_section(*section*)

指定された *section* を設定から削除します。セクションが実際に存在すれば、`True` を返します。そうでなければ `False` を返します。

optionxform(*option*)

入力ファイルに現れた、またはクライアントコードで渡されたオプション名 *option* を内部構造で実際に使われる形式に変換します。デフォルトの実装では *option* の小文字版を返します。派生クラスでこれを上書きするか、クライアントコードでインスタンス上のこの名前の属性を設定して、この動作に影響を与えることができます。

このメソッドを使うためにパーサーを派生クラス化させる必要はなく、インスタンス上で、これを文字列引数をとって文字列を返す関数に設定できます。例えば、これを `str` に設定すると、オプション名に大文字小文字の区別をつけられます:

```
cfgparser = ConfigParser()
cfgparser.optionxform = str
```

なお、設定ファイルを読み込むとき、オプション名の周りの空白は *optionxform()* が呼び出される前に取り除かれます。

configparser.UNNAMED_SECTION

A special object representing a section name used to reference the unnamed section (see *Unnamed Sections*).

configparser.MAX_INTERPOLATION_DEPTH

The maximum depth for recursive interpolation for *get()* when the *raw* parameter is false. This is relevant only when the default *interpolation* is used.

14.2.11 RawConfigParser オブジェクト

class configparser.**RawConfigParser**(*defaults=None*, *dict_type=dict*, *allow_no_value=False*, ***, *delimiters=('=', ':')*, *comment_prefixes=('#', ';')*, *inline_comment_prefixes=None*, *strict=True*, *empty_lines_in_values=True*, *default_section=configparser.DEFAULTSECT*[, *interpolation*])

Legacy variant of the *ConfigParser*. It has interpolation disabled by default and allows for non-string section names, option names, and values via its unsafe `add_section` and `set` methods, as well as the legacy `defaults=` keyword argument handling.

バージョン 3.8 で変更: The default *dict_type* is *dict*, since it now preserves insertion order.

注釈: 代わりに内部に保存する値の型を検査する *ConfigParser* を使うことを検討してください。補間を望まない場合、`ConfigParser(interpolation=None)` を使用できます。

---

add_section(*section*)

インスタンスに *section* という名のセクションを追加します。与えられた名前のセクションがすでに存在すれば、*DuplicateSectionError* が送出されます。*default section* 名が渡されると、*ValueError* が送出されます。

section の型は検査されないため、ユーザーは非文字列の名前付きセクションを作ることができます。この振る舞いはサポートされておらず、内部エラーを起こす可能性があります。

set(*section*, *option*, *value*)

与えられたセクションが存在していれば、オプションを指定された値に設定します。セクションが存在しなければ *NoSectionError* を発生させます。*RawConfigParser* (あるいは *raw* パラメータをセットした *ConfigParser*) を文字列型でない値の **内部的な** 格納場所として使うことは可能ですが、すべての機能 (置換やファイルへの出力を含む) がサポートされるのは文字列を値として使った場合だけです。

ユーザーは、このメソッドを使って非文字列の値をキーに代入できます。この振る舞いはサポートされておらず、非 raw モードでの値の取得や、ファイルへの書き出しを試みた際にエラーの原因となりえます。このような代入を許さない **マッピングプロトコル API を使用してください**。

14.2.12 例外

exception configparser.**Error**

他の全ての *configparser* 例外の基底クラスです。

exception configparser.**NoSectionError**

指定したセクションが見つからなかった時に起きる例外です。

exception configparser.**DuplicateSectionError**

Exception raised if *add_section()* is called with the name of a section that is already present or in strict parsers when a section if found more than once in a single input file, string or dictionary.

バージョン 3.2 で変更: Added the optional *source* and *lineno* attributes and parameters to `__init__()`.

exception configparser.**DuplicateOptionError**

strict なパーサーで、単一の入力ファイル、文字列、辞書中に同じオプションが複数回現れたときに送出される例外です。これはミススペルや大文字小文字の区別に関係するエラー、例えば辞書の二つのキーが同じ大文字小文字の区別のない設定キーを表すこと、を捕捉します。

exception configparser.**NoOptionError**

指定されたオプションが指定されたセクションに見つからないときに送出される例外です。

exception configparser.**InterpolationError**

文字列の補間中に問題が起きた時に発生する例外の基底クラスです。

exception configparser.**InterpolationDepthError**

繰り返しの回数が *MAX_INTERPOLATION_DEPTH* を超えたために文字列補間が完了しなかったときに送出される例外です。*InterpolationError* の派生クラスです。

exception configparser.**InterpolationMissingOptionError**

InterpolationError の派生クラスで、値が参照しているオプションが見つからない場合に発生する例外です。

exception configparser.**InterpolationSyntaxError**

置換がなされるソーステキストが要求された文法を満たさないときに送出される例外です。*InterpolationError* の派生クラスです。

exception configparser.**MissingSectionHeaderError**

セクションヘッダを持たないファイルを構文解析しようとした時に起きる例外です。

exception configparser.**ParsingError**

ファイルの構文解析中にエラーが起きた場合に発生する例外です。

バージョン 3.12 で変更: The `filename` attribute and `__init__()` constructor argument were removed. They have been available using the name `source` since 3.2.

exception configparser.MultilineContinuationError

Exception raised when a key without a corresponding value is continued with an indented line.

Added in version 3.13.

脚注

14.3 tomllib --- TOML ファイルの解析

Added in version 3.11.

ソースコード: Lib/tomllib

このモジュールは TOML（Tom's Obvious Minimal Language, https://toml.io）を解析するインターフェースを提供します。このモジュールは TOML の書き出しはサポートしません。

参考:

Tomli-W パッケージ は TOML の書き込み用にこのモジュールと組み合わせて使用でき、標準ライブラリの *marshal* や *pickle* モジュールなどでユーザーによく知られている書き込み API を提供します。

参考:

TOML Kit パッケージ は、スタイルを保持した読み書きに対応した TOML ライブラリです。存在する TOML ファイルを編集するときにこのモジュールの代わりに使用することを推奨します。

このモジュールは以下の関数を定義しています:

tomllib.load(*fp*, */*, ***, *parse_float=float*)

TOML ファイルを読み込みます。第 1 引数には読み込み可能なバイナリのファイルオブジェクトを指定します。戻り値は *dict* です。TOML の型は *conversion table* を使用して Python のデータ型に変換されます。

parse_float は、全てのデコードされる TOML の浮動小数点数文字列に対して呼ばれます。デフォルトでは、`float(num_str)` と等価です。これは TOML 浮動小数点数に対して他のデータ型やパーサ (たとえば *decimal.Decimal*) を使うのに使えます。呼び出し可能オブジェクトは *dict* や *list* 以外を返す必要があり、そうでない場合は *ValueError* が送出されます。

無効な TOML ドキュメントの場合は *TOMLDecodeError* が送出されます。

tomllib.**loads**(*s*, */*, ***, *parse_float=float*)

str から TOML を読み込みます。戻り値は *dict* です。TOML の型は *conversion table* を使用して Python のデータ型に変換されます。*parse_float* 引数は *load()* と同じ意味を持ちます。

無効な TOML ドキュメントの場合は *TOMLDecodeError* が送出されます。

次の例外がサポートされています:

exception tomllib.**TOMLDecodeError**

ValueError のサブクラスです。

14.3.1 使用例

TOML ファイルを解析します:

```
import tomllib

with open("pyproject.toml", "rb") as f:
    data = tomllib.load(f)
```

TOML の文字列を解析します:

```
import tomllib

toml_str = """
python-version = "3.11.0"
python-implementation = "CPython"
"""

data = tomllib.loads(toml_str)
```

14.3.2 変換表

TOML	Python
TOML ドキュメント	辞書
string	str
整数	int
浮動小数点数	float（*parse_float* で設定可能）
boolean	真偽値型 (bool)
オフセット付きの日時に日地	datetime.datetime（`tzinfo` 属性は `datetime.timezone` のインスタンスが設定される）
ローカルの日時	datetime.datetime（`tzinfo` 属性は `None` に設定される）
ローカルの日付	datetime.date
ローカルの時刻	datetime.time
配列	リスト
テーブル	辞書
インラインテーブル	辞書
テーブルの配列	辞書のリスト

14.4 `netrc` --- netrc ファイルの処理

ソースコード: Lib/netrc.py

---

netrc クラスは、Unix `ftp` プログラムや他の FTP クライアントで用いられる netrc ファイル形式を解析し、カプセル化 (encapsulate) します。

class `netrc.netrc`(*[file]*)

netrc のインスタンスやサブクラスのインスタンスは netrc ファイルのデータをカプセル化します。初期化の際の引数が存在する場合、解析対象となるファイルの指定になります。引数がない場合、(*os.path.expanduser()* で特定される) ユーザのホームディレクトリ下にある `.netrc` が読み出されます。ファイルが見付からなかった場合は *FileNotFoundError* 例外が送出されます。解析エラーが発生した場合、ファイル名、行番号、解析を中断したトークンに関する情報の入った *NetrcParseError* を送出します。POSIX システムにおいて引数を指定しない場合、ファイルのオーナシップやパーミッションが安全でない (プロセスを実行しているユーザ以外が所有者であるか、誰にでも読み書き出来てしまう) のに `.netrc` ファイル内にパスワードが含まれていると、*NetrcParseError* を送出します。このセキュリティ的な振る舞いは、ftp などの `.netrc` を使うプログラムと同じものです。

バージョン 3.4 で変更: POSIX パーミッションのチェックが追加されました。

バージョン 3.7 で変更: 引数で *file* が渡されなかったときは、.netrc ファイルの場所を探すのに *os.path.expanduser()* が使われるようになりました。

バージョン 3.10 で変更: *netrc* は、ロケール固有のエンコーディングを使用する前に、UTF-8 でのエンコーディングを試みます。netrc ファイルのエントリがすべてのトークンを含む必要はなくなりました。欠落したトークンのデフォルト値は空文字列です。すべてのトークンとその値は空白や非 ASCII 文字のような任意の文字を使用できるようになりました。ログイン名が匿名の場合、セキュリティチェックはトリガーしません。

exception netrc.**NetrcParseError**

ソーステキストに構文上のエラーがある場合に、*netrc* クラスで発生する例外。この例外のインスタンスは 3 つの興味深い属性を提供します:

msg

エラーのテキストによる説明。

filename

ソースファイルの名前。

lineno

エラーが見つかった行番号。

14.4.1 netrc オブジェクト

netrc インスタンスは以下のメソッドを持っています:

netrc.**authenticators**(*host*)

host の認証情報として、三要素のタプル (login, account, password) を返します。与えられた host に対するエントリが netrc ファイルにない場合、'default' エントリに関連付けられたタプルが返されます。host に対応するエントリがなく、default エントリもない場合、None を返します。

netrc.**__repr__**()

クラスの持っているデータを netrc ファイルの書式に従った文字列で出力します。(コメントは無視され、エントリが並べ替えられる可能性があります。)

netrc のインスタンスは以下の public なインスタンス変数を持っています:

netrc.**hosts**

ホスト名を (login, account, password) からなるタプルに対応づけている辞書です。'default' エントリがある場合、その名前の擬似ホスト名として表現されます。

netrc.**macros**

マクロ名を文字列のリストに対応付けている辞書です。

14.5 plistlib --- Apple .plist ファイルを生成・解析する

ソースコード: Lib/plistlib.py

このモジュールは Apple (主に macOS と iOS) で使われる「プロパティーリスト」ファイルを読み書きするインターフェイスを提供します。このモジュールはバイナリと XML の plist ファイルの両方をサポートします。

プロパティーリスト (.plist) ファイル形式は基本的型のオブジェクト、たとえば辞書やリスト、数、文字列など、に対する単純な直列化です。たいてい、トップレベルのオブジェクトは辞書です。

plist ファイルを書き出したり解析したりするには *dump()* や *load()* 関数を利用します。

バイトオブジェクトや文字列オブジェクトの plist データを扱うためには *dumps()* や *loads()* を利用します。

値は文字列、整数、浮動小数点数、ブール型、タプル、リスト、辞書 (ただし文字列だけがキーになれます)、*bytes*、*bytearray* または *datetime.datetime* のオブジェクトです。

バージョン 3.4 で変更: 新しい API となり、古い API は非推奨となりました。バイナリ形式の plist がサポートされました。

バージョン 3.8 で変更: バイナリの plist で NSKeyedArchiver や NSKeyedUnarchiver によって使用される *UID* トークンの読み込み・書き込みのサポートが追加されました。

バージョン 3.9 で変更: 古い API が削除されました。

参考:

PList マニュアルページ
: このファイル形式の Apple の文書。

このモジュールは以下の関数を定義しています:

plistlib.load(*fp*, *, *fmt=None*, *dict_type=dict*, *aware_datetime=False*)
: plist ファイルを読み込みます。*fp* は読み込み可能かつバイナリのファイルオブジェクトです。展開されたルートオブジェクト (通常は辞書です) を返します。

  fmt はファイルの形式で、次の値が有効です。

  - *None*: ファイル形式を自動検出します
  - *FMT_XML*: XML ファイル形式です
  - *FMT_BINARY*: バイナリの plist 形式です

  dict_type は、plist ファイルから読み出された辞書に使われる型です。

  aware_datetime が true の場合、datetime.datetime 型によるフィールドは、*datetime.UTC* の tzinfo 付きで *aware* **オブジェクト** として作成されます。

FMT_XML 形式の XML データは *xml.parsers.expat* にある Expat パーサーを使って解析されます。不正な形式の XML に対して送出される可能性のある例外については、そちらの文書を参照してください。plist 解析器では、未知の要素は単純に無視されます。

バイナリ形式のパーサーは、ファイルを解析できない場合に `InvalidFileException` を送出します。

Added in version 3.4.

バージョン 3.13 で変更: キーワード専用引数 *aware_datetime* が追加されました。

plistlib.loads(*data*, ***, *fmt=None*, *dict_type=dict*, *aware_datetime=False*)

バイナリまたは文字列オブジェクトから plist をロードします。キーワード引数の説明については、*load()* を参照してください。

Added in version 3.4.

バージョン 3.13 で変更: *fmt* が *FMT_XML* の場合、*data* は文字列たり得ます。

plistlib.dump(*value*, *fp*, ***, *fmt=FMT_XML*, *sort_keys=True*, *skipkeys=False*, *aware_datetime=False*)

plist ファイルに *value* を書き込みます。*Fp* は、書き込み可能なバイナリファイルオブジェクトにしてください。

fmt 引数は plist ファイルの形式を指定し、次のいずれかの値をとることができます。

- *FMT_XML*: XML 形式の plist ファイルです
- *FMT_BINARY*: バイナリ形式の plist ファイルです

sort_keys が真 (デフォルト) の場合、辞書内のキーは、plist にソートされた順序で書き込まれます。偽の場合、ディクショナリのイテレートの順序で書き込まれます。

skipkeys が偽 (デフォルト) の場合、この関数は辞書のキーが文字列でない場合に *TypeError* を送出します。真の場合、そのようなキーは読み飛ばされます。

aware_datetime が True で、`datetime.datetime` 型のすべてのフィールドが *aware* **オブジェクト** に設定されているとき、書き込みの前に UTC タイムゾーンに変換されます。

TypeError が、オブジェクトがサポート外の型のものであったりサポート外の型のオブジェクトを含むコンテナだった場合に、送出されます。

(バイナリの) plist ファイル内で表現できない整数値に対しては、*OverflowError* が送出されます。

Added in version 3.4.

バージョン 3.13 で変更: キーワード専用引数 *aware_datetime* が追加されました。

plistlib.dumps(*value*, ***, *fmt=FMT_XML*, *sort_keys=True*, *skipkeys=False*, *aware_datetime=False*)

value を plist 形式のバイトオブジェクトとして返します。この関数のキーワード引数の説明については、*dump()* を参照してください。

Added in version 3.4.

以下のクラスが使用可能です:

class plistlib.UID(*data*)

int をラップします。これは NSKeyedArchiver でエンコードされた UID を含むデータ、の読み込みや書き込みに使用されます (PList マニュアルを参照) 。

これは一つ、data 属性を持ち、これにより UID の int 値を取得することができます。data は `0 <= data < 2**64` の範囲内でなければなりません。

Added in version 3.8.

以下の定数が利用可能です:

plistlib.FMT_XML

plist ファイルの XML 形式です

Added in version 3.4.

plistlib.FMT_BINARY

plist ファイルのバイナリ形式です

Added in version 3.4.

14.5.1 使用例

plist を作ります:

```
import datetime
import plistlib

pl = dict(
    aString = "Doodah",
    aList = ["A", "B", 12, 32.1, [1, 2, 3]],
    aFloat = 0.1,
    anInt = 728,
    aDict = dict(
        anotherString = "<hello & hi there!>",
        aThirdString = "M\xe4ssig, Ma\xdf",
        aTrueValue = True,
        aFalseValue = False,
    ),
    someData = b"<binary gunk>",
    someMoreData = b"<lots of binary gunk>" * 10,
    aDate = datetime.datetime.now()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
)
print(plistlib.dumps(pl).decode())
```

plist を解析します:

```
import plistlib

plist = b"""<plist version="1.0">
<dict>
    <key>foo</key>
    <string>bar</string>
</dict>
</plist>"""
pl = plistlib.loads(plist)
print(pl["foo"])
```

第

FIFTEEN

暗号関連のサービス

この章で記述されているモジュールでは、暗号の本質に関わる様々なアルゴリズムを実装しています。これらは必要に応じてインストールすることで使用できます。概要を以下に示します:

15.1 hashlib --- セキュアハッシュとメッセージダイジェスト

ソースコード: Lib/hashlib.py

This module implements a common interface to many different secure hash and message digest algorithms. Included are the FIPS secure hash algorithms SHA1, SHA224, SHA256, SHA384, SHA512, (defined in the FIPS 180-4 standard), the SHA-3 series (defined in the FIPS 202 standard) as well as RSA's MD5 algorithm (defined in internet **RFC 1321**). The terms "secure hash" and "message digest" are interchangeable. Older algorithms were called message digests. The modern term is secure hash.

注釈: adler32 や crc32 ハッシュ関数は *zlib* モジュールで提供されています。

15.1.1 ハッシュアルゴリズム

There is one constructor method named for each type of *hash*. All return a hash object with the same simple interface. For example: use *sha256()* to create a SHA-256 hash object. You can now feed this object with *bytes-like objects* (normally *bytes*) using the *update* method. At any point you can ask it for the *digest* of the concatenation of the data fed to it so far using the *digest()* or *hexdigest()* methods.

To allow multithreading, the Python *GIL* is released while computing a hash supplied more than 2047 bytes of data at once in its constructor or *.update* method.

Constructors for hash algorithms that are always present in this module are *sha1()*, *sha224()*, *sha256()*, *sha384()*, *sha512()*, *sha3_224()*, *sha3_256()*, *sha3_384()*, *sha3_512()*, *shake_128()*, *shake_256()*,

blake2b(), and *blake2s()*. *md5()* is normally available as well, though it may be missing or blocked if you are using a rare "FIPS compliant" build of Python. These correspond to *algorithms_guaranteed*.

Additional algorithms may also be available if your Python distribution's *hashlib* was linked against a build of OpenSSL that provides others. Others *are not guaranteed available* on all installations and will only be accessible by name via *new()*. See *algorithms_available*.

警告: Some algorithms have known hash collision weaknesses (including MD5 and SHA1). Refer to Attacks on cryptographic hash algorithms and the *hashlib-seealso* section at the end of this document.

Added in version 3.6: SHA3 (Keccak) and SHAKE constructors *sha3_224()*, *sha3_256()*, *sha3_384()*, *sha3_512()*, *shake_128()*, *shake_256()* were added. *blake2b()* and *blake2s()* were added. バージョン 3.9 で変更: All hashlib constructors take a keyword-only argument *usedforsecurity* with default value `True`. A false value allows the use of insecure and blocked hashing algorithms in restricted environments. `False` indicates that the hashing algorithm is not used in a security context, e.g. as a non-cryptographic one-way compression function.

バージョン 3.9 で変更: Hashlib now uses SHA3 and SHAKE from OpenSSL if it provides it.

バージョン 3.12 で変更: For any of the MD5, SHA1, SHA2, or SHA3 algorithms that the linked OpenSSL does not provide we fall back to a verified implementation from the HACL* project.

15.1.2 使用法

To obtain the digest of the byte string `b"Nobody inspects the spammish repetition"`:

```
>>> import hashlib
>>> m = hashlib.sha256()
>>> m.update(b"Nobody inspects")
>>> m.update(b" the spammish repetition")
>>> m.digest()
b'\x03\x1e\xdd}Ae\x15\x93\xc5\xfe\\\x00o\xa5u+7\xfd\xdf\xf7\xbcN\x84:\xa6\xaf\x0c\x95\x0fK\x94\x06'
>>> m.hexdigest()
'031edd7d41651593c5fe5c006fa5752b37fddff7bc4e843aa6af0c950f4b9406'
```

もっと簡潔に書くと、このようになります:

```
>>> hashlib.sha256(b"Nobody inspects the spammish repetition").hexdigest()
'031edd7d41651593c5fe5c006fa5752b37fddff7bc4e843aa6af0c950f4b9406'
```

15.1.3 Constructors

hashlib.new(*name*, [*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

Is a generic constructor that takes the string *name* of the desired algorithm as its first parameter. It also exists to allow access to the above listed hashes as well as any other algorithms that your OpenSSL library may offer.

Using *new()* with an algorithm name:

```
>>> h = hashlib.new('sha256')
>>> h.update(b"Nobody inspects the spammish repetition")
>>> h.hexdigest()
'031edd7d41651593c5fe5c006fa5752b37fddff7bc4e843aa6af0c950f4b9406'
```

hashlib.md5([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha1([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha224([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha256([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha384([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha512([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha3_224([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha3_256([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha3_384([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.sha3_512([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

Named constructors such as these are faster than passing an algorithm name to *new()*.

15.1.4 属性

Hashlib provides the following constant module attributes:

hashlib.algorithms_guaranteed

このモジュールによってすべてのプラットフォームでサポートされていることが保証されるハッシュアルゴリズムの名前を含む集合です。一部のアップストリームのベンダーが提供する奇妙な "FIPS 準拠の"

Python ビルドでは md5 のサポートを除外していますが、その場合であっても 'md5' がリストに含まれることに注意してください。

Added in version 3.2.

hashlib.**algorithms_available**

実行中の Python インタープリタで利用可能なハッシュアルゴリズム名の set です。これらの名前は *new()* に渡すことができます。*algorithms_guaranteed* は常にサブセットです。この set の中に同じアルゴリズムが違う名前で複数回現れることがあります (OpenSSL 由来)。

Added in version 3.2.

15.1.5 Hash Objects

コンストラクタが返すハッシュオブジェクトには、次のような定数属性が用意されています:

hash.**digest_size**

生成されたハッシュのバイト数。

hash.**block_size**

内部で使われるハッシュアルゴリズムのブロックのバイト数。

ハッシュオブジェクトには次のような属性があります:

hash.**name**

このハッシュの正規名です。常に小文字で、*new()* の引数として渡してこのタイプの別のハッシュを生成することができます。

バージョン 3.4 で変更: name 属性は CPython には最初からありましたが、Python 3.4 までは正式に明記されていませんでした。そのため、プラットフォームによっては存在しないかもしれません。

ハッシュオブジェクトには次のようなメソッドがあります:

hash.**update**(*data*)

hash オブジェクトを *bytes-like object* で更新します。このメソッドの呼出しの繰り返しは、それらの引数を全て結合した引数で単一の呼び出しをした際と同じになります。すなわち `m.update(a); m.update(b)` は `m.update(a + b)` と等価です。

hash.**digest**()

これまで *update()* メソッドに渡されたデータのダイジェスト値を返します。これは *digest_size* と同じ長さの、0 から 255 の範囲全てを含み得るバイトの列です。

hash.**hexdigest**()

digest() と似ていますが、倍の長さの、16 進形式文字列を返します。これは、電子メールなどの非バイナリ環境で値を交換する場合に便利です。

hash.**copy**()

ハッシュオブジェクトのコピー (" クローン") を返します。これは、最初の部分文字列が共通なデータのダイジェストを効率的に計算するために使用します。

15.1.6 SHAKE 可変長ダイジェスト

hashlib.**shake_128**([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.**shake_256**([*data*,]*, *usedforsecurity=True*)

The *shake_128()* and *shake_256()* algorithms provide variable length digests with length_in_bits//2 up to 128 or 256 bits of security. As such, their digest methods require a length. Maximum length is not limited by the SHAKE algorithm.

shake.**digest**(*length*)

Return the digest of the data passed to the *update()* method so far. This is a bytes object of size *length* which may contain bytes in the whole range from 0 to 255.

shake.**hexdigest**(*length*)

Like *digest()* except the digest is returned as a string object of double length, containing only hexadecimal digits. This may be used to exchange the value in email or other non-binary environments.

Example use:

```
>>> h = hashlib.shake_256(b'Nobody inspects the spammish repetition')
>>> h.hexdigest(20)
'44709d6fcb83d92a76dcb0b668c98e1b1d3dafe7'
```

15.1.7 File hashing

The hashlib module provides a helper function for efficient hashing of a file or file-like object.

hashlib.**file_digest**(*fileobj*, *digest*, */*)

Return a digest object that has been updated with contents of file object.

fileobj must be a file-like object opened for reading in binary mode. It accepts file objects from builtin *open()*, *BytesIO* instances, SocketIO objects from *socket.socket.makefile()*, and similar. The function may bypass Python's I/O and use the file descriptor from *fileno()* directly. *fileobj* must be

assumed to be in an unknown state after this function returns or raises. It is up to the caller to close *fileobj*.

digest must either be a hash algorithm name as a *str*, a hash constructor, or a callable that returns a hash object.

例:

```
>>> import io, hashlib, hmac
>>> with open(hashlib.__file__, "rb") as f:
...     digest = hashlib.file_digest(f, "sha256")
...
>>> digest.hexdigest()
'...'
```

```
>>> buf = io.BytesIO(b"somedata")
>>> mac1 = hmac.HMAC(b"key", digestmod=hashlib.sha512)
>>> digest = hashlib.file_digest(buf, lambda: mac1)
```

```
>>> digest is mac1
True
>>> mac2 = hmac.HMAC(b"key", b"somedata", digestmod=hashlib.sha512)
>>> mac1.digest() == mac2.digest()
True
```

Added in version 3.11.

15.1.8 鍵導出

鍵の導出 (derivation) と引き伸ばし (stretching) のアルゴリズムはセキュアなパスワードのハッシュ化のために設計されました。`sha1(password)` のような甘いアルゴリズムは、ブルートフォース攻撃に抵抗できません。良いパスワードハッシュ化は調節可能で、遅くて、salt を含まなければなりません。

hashlib.pbkdf2_hmac(*hash_name*, *password*, *salt*, *iterations*, *dklen=None*)

この関数は PKCS#5 のパスワードに基づいた鍵導出関数 2 を提供しています。疑似乱数関数として HMAC を使用しています。

文字列 *hash_name* は、HMAC のハッシュダイジェストアルゴリズムの望ましい名前で、例えば 'sha1' や 'sha256' です。*password* と *salt* はバイト列のバッファとして解釈されます。アプリケーションとライブラリは、*password* を適切な長さ (例えば 1024) に制限すべきです。*salt* は *os.urandom()* のような適切なソースからの、およそ 16 バイトかそれ以上のバイト列にするべきです。

The number of *iterations* should be chosen based on the hash algorithm and computing power. As of 2022, hundreds of thousands of iterations of SHA-256 are suggested. For rationale as to why and how

to choose what is best for your application, read *Appendix A.2.2* of NIST-SP-800-132. The answers on the stackexchange pbkdf2 iterations question explain in detail.

dklen is the length of the derived key in bytes. If *dklen* is `None` then the digest size of the hash algorithm *hash_name* is used, e.g. 64 for SHA-512.

```
>>> from hashlib import pbkdf2_hmac
>>> our_app_iters = 500_000  # Application specific, read above.
>>> dk = pbkdf2_hmac('sha256', b'password', b'bad salt' * 2, our_app_iters)
>>> dk.hex()
'15530bba69924174860db778f2c6f8104d3aaf9d26241840c8c4a641c8d000a9'
```

Function only available when Python is compiled with OpenSSL.

Added in version 3.4.

バージョン 3.12 で変更: Function now only available when Python is built with OpenSSL. The slow pure Python implementation has been removed.

hashlib.scrypt(*password*, ***, *salt*, *n*, *r*, *p*, *maxmem=0*, *dklen=64*)

この関数は、**RFC 7914** で定義される scrypt のパスワードに基づいた鍵導出関数を提供します。

password と *salt* は *bytes-like object* でなければなりません。アプリケーションとライブラリは、*password* を適切な長さ (例えば 1024) に制限すべきです。*salt* は *os.urandom()* のような適切なソースからの、およそ 16 バイトかそれ以上のバイト列にするべきです。

n is the CPU/Memory cost factor, *r* the block size, *p* parallelization factor and *maxmem* limits memory (OpenSSL 1.1.0 defaults to 32 MiB). *dklen* is the length of the derived key in bytes.

Added in version 3.6.

15.1.9 BLAKE2

BLAKE2 is a cryptographic hash function defined in **RFC 7693** that comes in two flavors:

- **BLAKE2b**, optimized for 64-bit platforms and produces digests of any size between 1 and 64 bytes,
- **BLAKE2s**, optimized for 8- to 32-bit platforms and produces digests of any size between 1 and 32 bytes.

BLAKE2 supports **keyed mode** (a faster and simpler replacement for HMAC), **salted hashing**, **personalization**, and **tree hashing**.

このモジュールのハッシュオブジェクトは標準ライブラリーの *hashlib* オブジェクトの API に従います。

ハッシュオブジェクトの作成

新しいハッシュオブジェクトは、コンストラクタ関数を呼び出すことで生成されます:

hashlib.blake2b(*data=b''*, ***, *digest_size=64*, *key=b''*, *salt=b''*, *person=b''*, *fanout=1*, *depth=1*, *leaf_size=0*, *node_offset=0*, *node_depth=0*, *inner_size=0*, *last_node=False*, *usedforsecurity=True*)

hashlib.blake2s(*data=b''*, ***, *digest_size=32*, *key=b''*, *salt=b''*, *person=b''*, *fanout=1*, *depth=1*, *leaf_size=0*, *node_offset=0*, *node_depth=0*, *inner_size=0*, *last_node=False*, *usedforsecurity=True*)

These functions return the corresponding hash objects for calculating BLAKE2b or BLAKE2s. They optionally take these general parameters:

- *data*: initial chunk of data to hash, which must be *bytes-like object*. It can be passed only as positional argument.
- *digest_size*: 出力するダイジェストのバイト数。
- *key*: key for keyed hashing (up to 64 bytes for BLAKE2b, up to 32 bytes for BLAKE2s).
- *salt*: salt for randomized hashing (up to 16 bytes for BLAKE2b, up to 8 bytes for BLAKE2s).
- *person*: personalization string (up to 16 bytes for BLAKE2b, up to 8 bytes for BLAKE2s).

下の表は一般的なパラメータの上限 (バイト単位) です:

Hash	digest_size	len(key)	len(salt)	len(person)
BLAKE2b	64	64	16	16
BLAKE2s	32	32	8	8

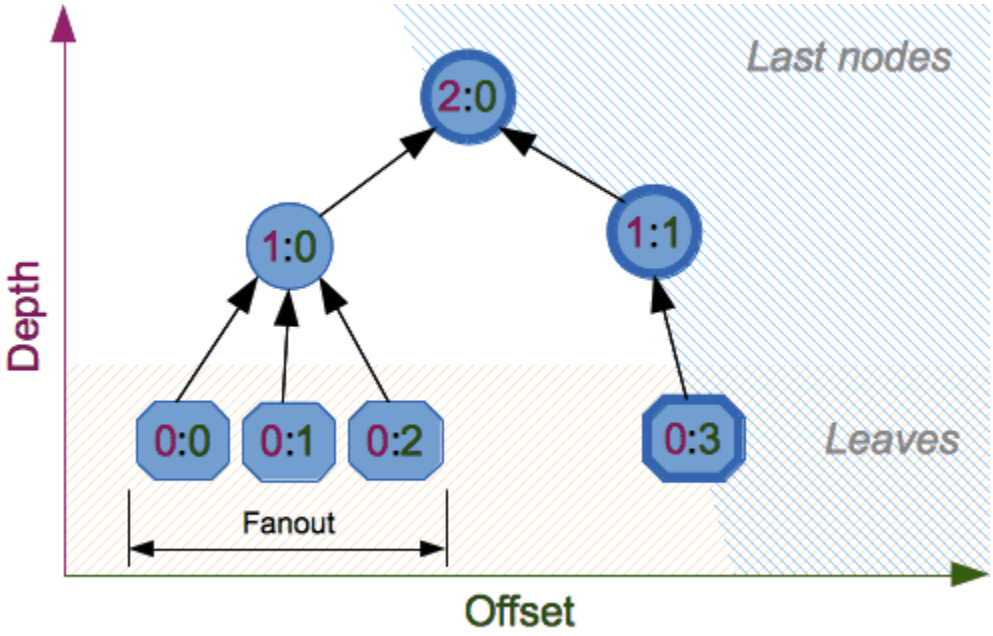
注釈: BLAKE2 specification defines constant lengths for salt and personalization parameters, however, for convenience, this implementation accepts byte strings of any size up to the specified length. If the length of the parameter is less than specified, it is padded with zeros, thus, for example, `b'salt'` and `b'salt\x00'` is the same value. (This is not the case for *key*.)

これらのサイズは以下に述べるモジュール *constants* で利用できます。

コンストラクタ関数は以下のツリーハッシングパラメタを受け付けます:

- *fanout*: fanout (0 to 255, 0 if unlimited, 1 in sequential mode).
- *depth*: ツリーの深さの最大値（1 から 255 までの値で、無制限であれば 255、シーケンスモードでは 1)。

- *leaf_size*: maximal byte length of leaf (0 to `2**32-1`, 0 if unlimited or in sequential mode).
- *node_offset*: node offset (0 to `2**64-1` for BLAKE2b, 0 to `2**48-1` for BLAKE2s, 0 for the first, leftmost, leaf, or in sequential mode).
- *node_depth*: node depth (0 to 255, 0 for leaves, or in sequential mode).
- *inner_size*: inner digest size (0 to 64 for BLAKE2b, 0 to 32 for BLAKE2s, 0 in sequential mode).
- *last_node*: boolean indicating whether the processed node is the last one (`False` for sequential mode).



See section 2.10 in BLAKE2 specification for comprehensive review of tree hashing.

定数

`blake2b.SALT_SIZE`

`blake2s.SALT_SIZE`

ソルト長（コンストラクタが受け付けれる最大長）

`blake2b.PERSON_SIZE`

`blake2s.PERSON_SIZE`

Personalization string length (maximum length accepted by constructors).

`blake2b.MAX_KEY_SIZE`

blake2s.**MAX_KEY_SIZE**

最大キー長

blake2b.**MAX_DIGEST_SIZE**

blake2s.**MAX_DIGEST_SIZE**

ハッシュ関数が出力しうるダイジェストの最大長

使用例

簡単なハッシュ化

To calculate hash of some data, you should first construct a hash object by calling the appropriate constructor function (*blake2b()* or *blake2s()*), then update it with the data by calling *update()* on the object, and, finally, get the digest out of the object by calling *digest()* (or *hexdigest()* for hex-encoded string).

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> h = blake2b()
>>> h.update(b'Hello world')
>>> h.hexdigest()

↪'6ff843ba685842aa82031d3f53c48b66326df7639a63d128974c5c14f31a0f33343a8c65551134ed1ae0f2b0dd2bb495dc81039e3eeb0aa1
↪'
```

As a shortcut, you can pass the first chunk of data to update directly to the constructor as the positional argument:

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> blake2b(b'Hello world').hexdigest()

↪'6ff843ba685842aa82031d3f53c48b66326df7639a63d128974c5c14f31a0f33343a8c65551134ed1ae0f2b0dd2bb495dc81039e3eeb0aa1
↪'
```

You can call *hash.update()* as many times as you need to iteratively update the hash:

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> items = [b'Hello', b' ', b'world']
>>> h = blake2b()
>>> for item in items:
...     h.update(item)
...
>>> h.hexdigest()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
↪'6ff843ba685842aa82031d3f53c48b66326df7639a63d128974c5c14f31a0f33343a8c65551134ed1ae0f2b0dd2bb495dc81039e3eeb0aa1
↪'
```

Using different digest sizes

BLAKE2 はダイジェストの長さを、BLAKE2b では 64 バイトまで、BLAKE2s では 32 バイトまでのダイジェスト長を指定できます。例えば SHA-1 を、出力を同じ長さのままで BLAKE2b で置き換えるには、BLAKE2b に 20 バイトのダイジェストを生成するように指示できます:

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> h = blake2b(digest_size=20)
>>> h.update(b'Replacing SHA1 with the more secure function')
>>> h.hexdigest()
'd24f26cf8de66472d58d4e1b1774b4c9158b1f4c'
>>> h.digest_size
20
>>> len(h.digest())
20
```

Hash objects with different digest sizes have completely different outputs (shorter hashes are *not* prefixes of longer hashes); BLAKE2b and BLAKE2s produce different outputs even if the output length is the same:

```
>>> from hashlib import blake2b, blake2s
>>> blake2b(digest_size=10).hexdigest()
'6fa1d8fcfd719046d762'
>>> blake2b(digest_size=11).hexdigest()
'eb6ec15daf9546254f0809'
>>> blake2s(digest_size=10).hexdigest()
'1bf21a98c78a1c376ae9'
>>> blake2s(digest_size=11).hexdigest()
'567004bf96e4a25773ebf4'
```

Keyed hashing

Keyed hashing can be used for authentication as a faster and simpler replacement for Hash-based message authentication code (HMAC). BLAKE2 can be securely used in prefix-MAC mode thanks to the indifferentiability property inherited from BLAKE.

This example shows how to get a (hex-encoded) 128-bit authentication code for message `b'message data'` with key `b'pseudorandom key'`:

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> h = blake2b(key=b'pseudorandom key', digest_size=16)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> h.update(b'message data')
>>> h.hexdigest()
'3d363ff7401e02026f4a4687d4863ced'
```

As a practical example, a web application can symmetrically sign cookies sent to users and later verify them to make sure they weren't tampered with:

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> from hmac import compare_digest
>>>
>>> SECRET_KEY = b'pseudorandomly generated server secret key'
>>> AUTH_SIZE = 16
>>>
>>> def sign(cookie):
...     h = blake2b(digest_size=AUTH_SIZE, key=SECRET_KEY)
...     h.update(cookie)
...     return h.hexdigest().encode('utf-8')
>>>
>>> def verify(cookie, sig):
...     good_sig = sign(cookie)
...     return compare_digest(good_sig, sig)
>>>
>>> cookie = b'user-alice'
>>> sig = sign(cookie)
>>> print("{0},{1}".format(cookie.decode('utf-8'), sig))
user-alice,b'43b3c982cf697e0c5ab22172d1ca7421'
>>> verify(cookie, sig)
True
>>> verify(b'user-bob', sig)
False
>>> verify(cookie, b'0102030405060708090a0b0c0d0e0f00')
False
```

Even though there's a native keyed hashing mode, BLAKE2 can, of course, be used in HMAC construction with *hmac* module:

```
>>> import hmac, hashlib
>>> m = hmac.new(b'secret key', digestmod=hashlib.blake2s)
>>> m.update(b'message')
>>> m.hexdigest()
'e3c8102868d28b5ff85fc35dda07329970d1a01e273c37481326fe0c861c8142'
```

Randomized hashing

By setting *salt* parameter users can introduce randomization to the hash function. Randomized hashing is useful for protecting against collision attacks on the hash function used in digital signatures.

> Randomized hashing is designed for situations where one party, the message preparer, generates all or part of a message to be signed by a second party, the message signer. If the message preparer is able to find cryptographic hash function collisions (i.e., two messages producing the same hash value), then they might prepare meaningful versions of the message that would produce the same hash value and digital signature, but with different results (e.g., transferring $1,000,000 to an account, rather than $10). Cryptographic hash functions have been designed with collision resistance as a major goal, but the current concentration on attacking cryptographic hash functions may result in a given cryptographic hash function providing less collision resistance than expected. Randomized hashing offers the signer additional protection by reducing the likelihood that a preparer can generate two or more messages that ultimately yield the same hash value during the digital signature generation process --- even if it is practical to find collisions for the hash function. However, the use of randomized hashing may reduce the amount of security provided by a digital signature when all portions of the message are prepared by the signer.
>
> (NIST SP-800-106 "Randomized Hashing for Digital Signatures")

In BLAKE2 the salt is processed as a one-time input to the hash function during initialization, rather than as an input to each compression function.

警告: *Salted hashing* (or just hashing) with BLAKE2 or any other general-purpose cryptographic hash function, such as SHA-256, is not suitable for hashing passwords. See BLAKE2 FAQ for more information.

```
>>> import os
>>> from hashlib import blake2b
>>> msg = b'some message'
>>> # Calculate the first hash with a random salt.
>>> salt1 = os.urandom(blake2b.SALT_SIZE)
>>> h1 = blake2b(salt=salt1)
>>> h1.update(msg)
>>> # Calculate the second hash with a different random salt.
>>> salt2 = os.urandom(blake2b.SALT_SIZE)
>>> h2 = blake2b(salt=salt2)
>>> h2.update(msg)
>>> # The digests are different.
>>> h1.digest() != h2.digest()
True
```

Personalization

Sometimes it is useful to force hash function to produce different digests for the same input for different purposes. Quoting the authors of the Skein hash function:

> We recommend that all application designers seriously consider doing this; we have seen many protocols where a hash that is computed in one part of the protocol can be used in an entirely different part because two hash computations were done on similar or related data, and the attacker can force the application to make the hash inputs the same. Personalizing each hash function used in the protocol summarily stops this type of attack.
>
> (The Skein Hash Function Family, p. 21)

BLAKE2 は *person* 引数にバイト列を渡すことでパーソナライズできます:

```
>>> from hashlib import blake2b
>>> FILES_HASH_PERSON = b'MyApp Files Hash'
>>> BLOCK_HASH_PERSON = b'MyApp Block Hash'
>>> h = blake2b(digest_size=32, person=FILES_HASH_PERSON)
>>> h.update(b'the same content')
>>> h.hexdigest()
'20d9cd024d4fb086aae819a1432dd2466de12947831b75c5a30cf2676095d3b4'
>>> h = blake2b(digest_size=32, person=BLOCK_HASH_PERSON)
>>> h.update(b'the same content')
>>> h.hexdigest()
'cf68fb5761b9c44e7878bfb2c4c9aea52264a80b75005e65619778de59f383a3'
```

Personalization together with the keyed mode can also be used to derive different keys from a single one.

```
>>> from hashlib import blake2s
>>> from base64 import b64decode, b64encode
>>> orig_key = b64decode(b'Rm5EPJai72qcK3RGBpW3vPNfZy5OZothY+kHY6h21KM=')
>>> enc_key = blake2s(key=orig_key, person=b'kEncrypt').digest()
>>> mac_key = blake2s(key=orig_key, person=b'kMAC').digest()
>>> print(b64encode(enc_key).decode('utf-8'))
rbPb15S/Z9t+agffno5wuhB77VbRi6F9Iv2qIxU7WHw=
>>> print(b64encode(mac_key).decode('utf-8'))
G9GtHFE1YluXY1zWPlYk1e/nWfu0WSEb0KRcjhDeP/o=
```

ツリーモード

これが二つの葉ノードからなる最小の木をハッシュする例です:

```
  10
 /  \
00  01
```

次の例では、64 バイトの内部桁が使われ、32 バイトの最終的なダイジェストを返しています:

```
>>> from hashlib import blake2b
>>>
>>> FANOUT = 2
>>> DEPTH = 2
>>> LEAF_SIZE = 4096
>>> INNER_SIZE = 64
>>>
>>> buf = bytearray(6000)
>>>
>>> # Left leaf
... h00 = blake2b(buf[0:LEAF_SIZE], fanout=FANOUT, depth=DEPTH,
...               leaf_size=LEAF_SIZE, inner_size=INNER_SIZE,
...               node_offset=0, node_depth=0, last_node=False)
>>> # Right leaf
... h01 = blake2b(buf[LEAF_SIZE:], fanout=FANOUT, depth=DEPTH,
...               leaf_size=LEAF_SIZE, inner_size=INNER_SIZE,
...               node_offset=1, node_depth=0, last_node=True)
>>> # Root node
... h10 = blake2b(digest_size=32, fanout=FANOUT, depth=DEPTH,
...               leaf_size=LEAF_SIZE, inner_size=INNER_SIZE,
...               node_offset=0, node_depth=1, last_node=True)
>>> h10.update(h00.digest())
>>> h10.update(h01.digest())
>>> h10.hexdigest()
'3ad2a9b37c6070e374c7a8c508fe20ca86b6ed54e286e93a0318e95e881db5aa'
```

クレジット:

BLAKE2 は*Jean-Philippe Aumasson*、*Luca Henzen*、*Willi Meier* そして *Raphael C.-W. Phan* によって作成された SHA-3 の最終候補である BLAKE を元に、*Jean-Philippe Aumasson*、*Samuel Neves*、*Zooko Wilcox-O'Hearn*, そして *Christian Winnerlein* によって設計されました。

それは、*Daniel J. Bernstein* によって設計された ChaCha 暗号由来のアルゴリズムを用いています。

標準ライブラリは pyblake2 モジュールを基礎として実装されています。このモジュールは *Dmitry Chestnykh* によって、*Samuel Neves* が作成した C 実装を元に書かれました。このドキュメントは、pyblake2 からコピーされ、*Dmitry Chestnykh* によって書かれました。

Christian Heimes によって、一部の C コードが Python 向けに書き直されました。

以下の public domain dedication が、C のハッシュ関数実装と、拡張コードと、このドキュメントに適用されます:

> To the extent possible under law, the author(s) have dedicated all copyright and related and neighboring rights to this software to the public domain worldwide. This software is distributed without any warranty.
>
> You should have received a copy of the CC0 Public Domain Dedication along with this software. If not, see https://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/.

The following people have helped with development or contributed their changes to the project and the public domain according to the Creative Commons Public Domain Dedication 1.0 Universal:

- *Alexandr Sokolovskiy*

参考:

hmac **モジュール** ハッシュを用いてメッセージ認証コードを生成するモジュールです。

base64 **モジュール** バイナリハッシュを非バイナリ環境用にエンコードするもうひとつの方法です。

https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/fips/nist.fips.180-4.pdf
: The FIPS 180-4 publication on Secure Hash Algorithms.

https://csrc.nist.gov/publications/detail/fips/202/final
: The FIPS 202 publication on the SHA-3 Standard.

https://www.blake2.net/
: BLAKE2 の公式ウェブサイト

https://en.wikipedia.org/wiki/Cryptographic_hash_function どのアルゴリズムにどんな既知の問題があって、それが実際に利用する際にどう影響するかについての Wikipedia の記事。

https://www.ietf.org/rfc/rfc8018.txt
: PKCS #5: Password-Based Cryptography Specification Version 2.1

https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/SP/nistspecialpublication800-132.pdf
: NIST Recommendation for Password-Based Key Derivation.

15.2 hmac --- メッセージ認証のための鍵付きハッシュ化

ソースコード: Lib/hmac.py

このモジュールでは **RFC 2104** で記述されている HMAC アルゴリズムを実装しています。

hmac.new(*key*, *msg=None*, *digestmod*)

Return a new hmac object. *key* is a bytes or bytearray object giving the secret key. If *msg* is present, the method call `update(msg)` is made. *digestmod* is the digest name, digest constructor or module for the HMAC object to use. It may be any name suitable to *hashlib.new()*. Despite its argument position, it is required.

バージョン 3.4 で変更: 引数 *key* に bytes または bytearray オブジェクトを渡せるようになりました。引数 *msg* に *hashlib* がサポートする全てのタイプを渡せるようになりました。引数 *digestmod* にハッシュアルゴリズム名を渡せるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: The *digestmod* argument is now required. Pass it as a keyword argument to avoid awkwardness when you do not have an initial *msg*.

hmac.digest(*key*, *msg*, *digest*)

与えられた secret *key* と *digest* の *msg* のダイジェストを返します。この関数は `HMAC(key, msg, digest).digest()` に似ていますが、最適化された C やインラインの実装を使用しており、メモリに収まるメッセージに対しては高速です。パラメータ *key* 、*msg* 、および *digest* は、*new()* と同じ意味を持ちます。

CPython 実装の詳細、最適化された C 実装は、OpenSSL がサポートするダイジェストアルゴリズムの文字列と名前が *digest* の場合にのみ使用されます。

Added in version 3.7.

HMAC オブジェクトは以下のメソッドを持っています:

HMAC.update(*msg*)

hmac オブジェクトを *msg* で更新します。このメソッドの呼出の繰り返しは、それらの引数を全て結合した引数で単一の呼び出しをした際と同じになります。すなわち `m.update(a); m.update(b)` は `m.update(a + b)` と等価です。

バージョン 3.4 で変更: 引数 *msg* は *hashlib* がサポートしているあらゆる型のいずれかです。

HMAC.digest()

これまで *update()* メソッドに渡されたバイト列のダイジェスト値を返します。これはコンストラクタに与えられた *digest_size* と同じ長さのバイト列で、NUL バイトを含む非 ASCII 文字が含まれることがあります。

> **警告:** When comparing the output of *digest()* to an externally supplied digest during a verification routine, it is recommended to use the *compare_digest()* function instead of the == operator to reduce the vulnerability to timing attacks.

HMAC.hexdigest()

digest() と似ていますが、返される文字列は倍の長さとなり、16 進形式となります。これは、電子メールなどの非バイナリ環境で値を交換する場合に便利です。

> **警告:** When comparing the output of *hexdigest()* to an externally supplied digest during a verification routine, it is recommended to use the *compare_digest()* function instead of the == operator to reduce the vulnerability to timing attacks.

HMAC.copy()

hmac オブジェクトのコピー (" クローン") を返します。このコピーは最初の部分文字列が共通になっている文字列のダイジェスト値を効率よく計算するために使うことができます。

ハッシュオブジェクトには次のような属性があります:

HMAC.digest_size

生成された HMAC ダイジェストのバイト数。

HMAC.block_size

内部で使われるハッシュアルゴリズムのブロックのバイト数。

Added in version 3.4.

HMAC.name

この HMAC の正規名で、例えば hmac-md5 のように常に小文字です。

Added in version 3.4.

バージョン 3.10 で変更: Removed the undocumented attributes HMAC.digest_cons, HMAC.inner, and HMAC.outer.

このモジュールは以下のヘルパ関数も提供しています:

hmac.compare_digest(*a*, *b*)

a == b を返します。この関数は、内容ベースの短絡的な振る舞いを避けることによってタイミング分析を防ぐよう設計されたアプローチを用い、暗号化に用いるのに相応しいものとしています。*a* と *b* は両方が同じ型でなければなりません: (例えば *HMAC.hexdigest()* が返したような ASCII のみの) *str* または *bytes-like object* のどちらか一方。

注釈: *a* と *b* が異なる長さであったりエラーが発生した場合には、タイミング攻撃で理論上 *a* と *b* の型と長さについての情報が暴露されますが、その値は明らかになりません。

Added in version 3.3.

バージョン 3.10 で変更: The function uses OpenSSL's `CRYPTO_memcmp()` internally when available.

参考:

hashlib モジュール セキュアハッシュ関数を提供する Python モジュールです。

15.3 secrets --- 機密を扱うために安全な乱数を生成する

Added in version 3.6.

ソースコード: Lib/secrets.py

secrets モジュールを使って、パスワードやアカウント認証、セキュリティトークンなどの機密を扱うのに適した、暗号学的に強い乱数を生成することができます。

特に、*random* モジュールのデフォルトの擬似乱数ジェネレータよりも *secrets* を使用するべきです。*random* モジュールはモデル化やシミュレーション向けで、セキュリティや暗号学的に設計されてはいません。

参考:

PEP 506

15.3.1 乱数

secrets モジュールは OS が提供する最も安全な乱雑性のソースへのアクセスを提供します。

class secrets.SystemRandom

OS が提供する最も高品質なソースを用いて乱数を生成するためのクラスです。更に詳しいことについては *random.SystemRandom* を参照してください。

secrets.choice(*seq*)

空でないシーケンスから要素をランダムに選択して返します。

secrets.randbelow(*exclusive_upper_bound*)

[0, *exclusive_upper_bound*) の範囲のランダムな整数を返します。

secrets.**randbits**(*k*)

ランダムな *k* ビットの整数を返します。

15.3.2 トークンの生成

secrets モジュールはパスワードのリセットや想像しにくい URL などの用途に適した、安全なトークンを生成するための関数を提供します。

secrets.**token_bytes**([*nbytes=None*])

nbytes バイトを含むバイト文字列を返します。*nbytes* が None の場合や与えられなかった場合は妥当なデフォルト値が使われます。

```
>>> token_bytes(16)
b'\xebr\x17D*t\xae\xd4\xe3S\xb6\xe2\xebP1\x8b'
```

secrets.**token_hex**([*nbytes=None*])

十六進数のランダムなテキスト文字列を返します。文字列は *nbytes* のランダムなバイトを持ち、各バイトは二つの十六進数に変換されます。*nbytes* が None の場合や与えられなかった場合は妥当なデフォルト値が使われます。

```
>>> token_hex(16)
'f9bf78b9a18ce6d46a0cd2b0b86df9da'
```

secrets.**token_urlsafe**([*nbytes=None*])

nbytes のランダムなバイトを持つ URL 安全なテキスト文字列を返します。テキストは Base64 でエンコードされていて、平均的に各バイトは約 1.3 文字になります。*nbytes* が None の場合や与えられなかった場合は妥当なデフォルト値が使われます。

```
>>> token_urlsafe(16)
'Drmhze6EPcv0fN_81Bj-nA'
```

トークンは何バイト使うべきか？

総当たり攻撃 に耐えるには、トークンは十分にランダムでなければなりません。残念なことに、コンピュータの性能が向上し、より短時間により多くの推測ができるようになるにつれ、十分とされるランダムさというのは必然的に増えます。2015 年の時点で、*secrets* モジュールに想定される通常の用途では、32 バイト (256 ビット) のランダムさは十分と考えられています。

独自の長さのトークンを扱いたい場合、様々な token_* 関数に *int* 引数で渡すことで、トークンに使用するランダムさを明示的に指定することができます。引数はランダムさのバイト数として使用されます。

それ以外の場合、すなわち引数がない場合や None の場合、token_* 関数は妥当なデフォルト値を代わりに使います。

注釈: デフォルトはメンテナンスリリースの間を含め、いつでも変更される可能性があります。

15.3.3 その他の関数

secrets.compare_digest(*a*, *b*)

文字列または *bytes-like* **オブジェクト** *a* と *b* が等しければ True を、そうでなければ False を返します。比較は タイミング攻撃 のリスクを減らす " 定数時間比較" の方法で行われます。詳細については *hmac.compare_digest()* を参照してください。

15.3.4 レシピとベストプラクティス

この節では *secrets* を使用してセキュリティの基礎的なレベルを扱う際のレシピとベストプラクティスを説明します。

8 文字のアルファベットと数字を含むパスワードを生成するには:

```
import string
import secrets
alphabet = string.ascii_letters + string.digits
password = ''.join(secrets.choice(alphabet) for i in range(8))
```

注釈: アプリケーションは、平文であろうと暗号化されていようと、復元可能な形式でパスワードを保存 してはいけません。パスワードは暗号学的に強い一方向 (非可逆) ハッシュ関数を用いてソルトしハッシュしなければなりません。

アルファベットと数字からなり、小文字を少なくとも 1 つと数字を少なくとも 3 つ含む、10 文字のパスワードを生成するには:

```
import string
import secrets
alphabet = string.ascii_letters + string.digits
while True:
    password = ''.join(secrets.choice(alphabet) for i in range(10))
    if (any(c.islower() for c in password)
            and any(c.isupper() for c in password)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            and sum(c.isdigit() for c in password) >= 3):
        break
```

XKCD スタイルのパスフレーズ を生成するには:

```
import secrets
# On standard Linux systems, use a convenient dictionary file.
# Other platforms may need to provide their own word-list.
with open('/usr/share/dict/words') as f:
    words = [word.strip() for word in f]
    password = ' '.join(secrets.choice(words) for i in range(4))
```

パスワードの復元用途に適したセキュリティトークンを含む、推測しにくい一時 URL を生成するには:

```
import secrets
url = 'https://example.com/reset=' + secrets.token_urlsafe()
```

第

SIXTEEN

汎用オペレーティングシステムサービス

本章に記述されたモジュールは、ファイルの取り扱いや時間計測のような (ほぼ) すべてのオペレーティングシステムで利用可能な機能にインターフェースを提供します。これらのインターフェースは、Unix もしくは C のインターフェースを基に作られますが、ほとんどの他のシステムで同様に利用可能です。概要を以下に記述します:

16.1 os --- 雑多なオペレーティングシステムインターフェース

ソースコード: Lib/os.py

このモジュールは、OS 依存の機能を利用するポータブルな方法を提供します。単純なファイルの読み書きについては、*open()* を参照してください。パス操作については、*os.path* モジュールを参照してください。コマンドラインに与えられたすべてのファイルから行を読み込んでいくには、*fileinput* モジュールを参照してください。一時ファイルや一時ディレクトリの作成については、*tempfile* モジュールを参照してください。高水準のファイルとディレクトリの操作については、*shutil* モジュールを参照してください。

利用可能性に関する注意 :

- Python の、すべての OS 依存モジュールの設計方針は、可能な限り同一のインターフェースで同一の機能を利用できるようにする、というものです。例えば、`os.stat(path)` は *path* に関する stat 情報を、(POSIX を元にした) 同じフォーマットで返します。
- 特定のオペレーティングシステム固有の拡張も *os* を介して利用することができますが、これらの利用はもちろん、可搬性を脅かします。
- パスやファイル名を受け付けるすべての関数は、バイト列型および文字列型両方のオブジェクトを受け付け、パスやファイル名を返す時は、同じ型のオブジェクトを返します。
- VxWorks では、os.popen, os.fork, os.execv および os.spawn*p* はサポートされていません。
- WebAssembly プラットフォームや iOS においては、*os* モジュールの大部分は利用不可能か、異なる振る舞いをします。プロセスに関連する API (*fork()* や *execve()* など) やリソース (*nice()* など) は利用不

可能です。*getuid()* や *getpid()* などの他のものは、エミュレートされるか、スタブです。WebAssembly プラットフォームでは、シグナル (*kill()* や *wait()* など) のサポートもありません。

注釈: このモジュール内のすべての関数は、間違った、あるいはアクセス出来ないファイル名やファイルパス、その他型が合っていても OS が受理しない引数に対して、*OSError* (またはそのサブクラス) を送出します。

---

exception os.error

組み込みの *OSError* 例外に対するエイリアスです。

os.name

import されているオペレーティングシステムに依存するモジュールの名前です。現在次の名前が登録されています: `'posix'`, `'nt'`, `'java'`。

参考:

sys.platform はより細かな粒度を持っています。*os.uname()* はシステム依存のバージョン情報を提供します。

platform モジュールはシステムの詳細な識別情報をチェックする機能を提供しています。

16.1.1 ファイル名、コマンドライン引数、および環境変数

Python では、ファイル名、コマンドライン引数、および環境変数を表すのに文字列型を使用します。一部のシステムでは、これらをオペレーティングシステムに渡す前に、文字列からバイト列へ、またはその逆のデコードが必要です。Python はこの変換を行うために *filesystem encoding and error handler* を使用します (*sys.getfilesystemencoding()* 参照)。

The *filesystem encoding and error handler* are configured at Python startup by the `PyConfig_Read()` function: see `filesystem_encoding` and `filesystem_errors` members of `PyConfig`.

バージョン 3.1 で変更: On some systems, conversion using the file system encoding may fail. In this case, Python uses the *surrogateescape encoding error handler*, which means that undecodable bytes are replaced by a Unicode character U+DC*xx* on decoding, and these are again translated to the original byte on encoding.

file system encoding では、すべてが 128 バイト以下に正常にデコードされることが保証されなくてはなりません。ファイルシステムのエンコーディングでこれが保証されなかった場合は、API 関数が *UnicodeError* を送出します。

See also the *locale encoding*.

16.1.2 Python UTF-8 Mode

Added in version 3.7: より詳しくは **PEP 540** を参照してください。

The Python UTF-8 Mode ignores the *locale encoding* and forces the usage of the UTF-8 encoding:

- Use UTF-8 as the *filesystem encoding*.
- *sys.getfilesystemencoding()* returns `'utf-8'`.
- *locale.getpreferredencoding()* returns `'utf-8'` (the *do_setlocale* argument has no effect).
- *sys.stdin*, *sys.stdout*, and *sys.stderr* all use UTF-8 as their text encoding, with the `surrogateescape` *error handler* being enabled for *sys.stdin* and *sys.stdout* (*sys.stderr* continues to use `backslashreplace` as it does in the default locale-aware mode)
- On Unix, *os.device_encoding()* returns `'utf-8'` rather than the device encoding.

Note that the standard stream settings in UTF-8 mode can be overridden by `PYTHONIOENCODING` (just as they can be in the default locale-aware mode).

As a consequence of the changes in those lower level APIs, other higher level APIs also exhibit different default behaviours:

- Command line arguments, environment variables and filenames are decoded to text using the UTF-8 encoding.
- *os.fsdecode()* and *os.fsencode()* use the UTF-8 encoding.
- *open()*, *io.open()*, and *codecs.open()* use the UTF-8 encoding by default. However, they still use the strict error handler by default so that attempting to open a binary file in text mode is likely to raise an exception rather than producing nonsense data.

The *Python UTF-8 Mode* is enabled if the LC_CTYPE locale is `C` or `POSIX` at Python startup (see the `PyConfig_Read()` function).

It can be enabled or disabled using the `-X utf8` command line option and the `PYTHONUTF8` environment variable.

If the `PYTHONUTF8` environment variable is not set at all, then the interpreter defaults to using the current locale settings, *unless* the current locale is identified as a legacy ASCII-based locale (as described for `PYTHONCOERCECLOCALE`), and locale coercion is either disabled or fails. In such legacy locales, the interpreter will default to enabling UTF-8 mode unless explicitly instructed not to do so.

The Python UTF-8 Mode can only be enabled at the Python startup. Its value can be read from *sys.flags.utf8_mode*.

See also the UTF-8 mode on Windows and the *filesystem encoding and error handler*.

参考:

PEP 686

Python 3.15 will make *Python UTF-8 Mode* default.

16.1.3 プロセスのパラメーター

これらの関数とデータアイテムは、現在のプロセスおよびユーザーに対する情報提供および操作のための機能を提供しています。

`os.ctermid()`

プロセスの制御端末に対応するファイル名を返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

`os.environ`

A *mapping* object where keys and values are strings that represent the process environment. For example, `environ['HOME']` is the pathname of your home directory (on some platforms), and is equivalent to `getenv("HOME")` in C.

このマップ型の内容は、*os* モジュールの最初の import の時点、通常は Python の起動時に `site.py` が処理される中で取り込まれます。それ以後に変更された環境変数は *os.environ* を直接変更しない限り *os.environ* には反映されません。

The `os.environ.refresh()` method updates *os.environ* with changes to the environment made by *os.putenv()*, by *os.unsetenv()*, or made outside Python in the same process.

このマップ型オブジェクトは環境変数に対する変更に使うこともできます。*putenv()* はマップ型オブジェクトが修正される時に、自動的に呼ばれることになります。

Unix では、キーと値に *sys.getfilesystemencoding()*、エラーハンドラーに `'surrogateescape'` を使用します。異なるエンコーディングを使用したい場合は *environb* を使用します。

On Windows, the keys are converted to uppercase. This also applies when getting, setting, or deleting an item. For example, `environ['monty'] = 'python'` maps the key `'MONTY'` to the value `'python'`.

注釈: *putenv()* を直接呼び出しても *os.environ* の内容は変わらないので、*os.environ* を直接変更する方が良いです。

注釈: On some platforms, including FreeBSD and macOS, setting `environ` may cause memory leaks. Refer to the system documentation for `putenv()`.

このマップ型オブジェクトからアイテムを削除することで環境変数を消すことができます。*unsetenv()* は *os.environ* からアイテムが取り除かれた時に自動的に呼ばれます。`pop()` または `clear()` が呼ばれた時も同様です。

バージョン 3.9 で変更: 更新され **PEP 584** の合成演算子 (`|`) と更新演算子 (`|=`) がサポートされました。

バージョン 3.14 で変更: Added the `os.environ.refresh()` method.

os.environb

Bytes version of *environ*: a *mapping* object where both keys and values are *bytes* objects representing the process environment. *environ* and *environb* are synchronized (modifying *environb* updates *environ*, and vice versa).

environb is only available if *supports_bytes_environ* is `True`.

Added in version 3.2.

バージョン 3.9 で変更: 更新され **PEP 584** の合成演算子 (`|`) と更新演算子 (`|=`) がサポートされました。

os.chdir(*path*)

os.fchdir(*fd*)

os.getcwd()

これらの関数は、**ファイルとディレクトリ** 節で説明されています。

os.fsencode(*filename*)

path-like な *filename* を **ファイルシステムのエンコーディングとエラーハンドラ** にエンコードします。未変更の *bytes* オブジェクトを返します。

fsdecode() はこの逆変換を行う関数です。

Added in version 3.2.

バージョン 3.6 で変更: *os.PathLike* インターフェースを実装したオブジェクトを受け入れるようになりました。

os.fsdecode(*filename*)

path-like な *filename* を **ファイルシステムのエンコーディングとエラーハンドラ** からデコードします。未変更の *str* オブジェクトを返します。

fsencode() はこの逆変換を行う関数です。

Added in version 3.2.

バージョン 3.6 で変更: *os.PathLike* インターフェースを実装したオブジェクトを受け入れるようになりました。

os.**fspath**(*path*)

path のファイルシステム表現を返します。

もし *str* か bytes: のオブジェクトが渡された場合は、変更せずにそのまま返します。さもなければ、*__fspath__()* が呼び出され、その戻り値が *str* か *bytes* のオブジェクトであれば、その値を返します。他のすべてのケースでは *TypeError* が送出されます。

Added in version 3.6.

class os.**PathLike**

ファイルシステムパスを表すオブジェクト (例: *pathlib.PurePath*) 向けの *abstract base class* です。

Added in version 3.6.

abstractmethod **__fspath__**()

このオブジェクトが表現するファイルシステムパスを返します。

このメソッドは *str* か *bytes* のオブジェクトのみを返す必要があります (*str* が好まれます)。

os.**getenv**(*key*, *default=None*)

Return the value of the environment variable *key* as a string if it exists, or *default* if it doesn't. *key* is a string. Note that since *getenv()* uses *os.environ*, the mapping of *getenv()* is similarly also captured on import, and the function may not reflect future environment changes.

Unix では、キーと値は *sys.getfilesystemencoding()*、エラーハンドラー 'surrogateescape' でデコードされます。異なるエンコーディングを使用したい場合は *os.getenvb()* を使用します。

Availability: Unix, Windows。

os.**getenvb**(*key*, *default=None*)

Return the value of the environment variable *key* as bytes if it exists, or *default* if it doesn't. *key* must be bytes. Note that since *getenvb()* uses *os.environb*, the mapping of *getenvb()* is similarly also captured on import, and the function may not reflect future environment changes.

getenvb() is only available if *supports_bytes_environ* is True.

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.2.

os.**get_exec_path**(*env=None*)

プロセスを起動する時に名前付き実行ファイルを検索するディレクトリのリストを返します。*env* が指定されると、それを環境変数の辞書とみなし、その辞書からキー PATH の値を探します。デフォルトでは *env* は None であり、*environ* が使用されます。

Added in version 3.2.

os.getegid()

現在のプロセスの実効グループ id を返します。この id は現在のプロセスで実行されているファイルの ”set id” ビットに対応します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.geteuid()

現在のプロセスの実効ユーザー id を返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.getgid()

現在のプロセスの実グループ id を返します。

利用可能な環境: Unix。

The function is a stub on WASI, see *WebAssembly* プラットフォーム for more information.

os.getgrouplist(*user*, *group*, /)

Return list of group ids that *user* belongs to. If *group* is not in the list, it is included; typically, *group* is specified as the group ID field from the password record for *user*, because that group ID will otherwise be potentially omitted.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

os.getgroups()

現在のプロセスに関連付けられた従属グループ id のリストを返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

注釈: On macOS, *getgroups()* behavior differs somewhat from other Unix platforms. If the Python interpreter was built with a deployment target of `10.5` or earlier, *getgroups()* returns the list of effective group ids associated with the current user process; this list is limited to a system-defined number of entries, typically 16, and may be modified by calls to *setgroups()* if suitably privileged. If built with a deployment target greater than `10.5`, *getgroups()* returns the current group access list for the user associated with the effective user id of the process; the group access list may change over the lifetime of the process, it is not affected by calls to *setgroups()*, and its length is not limited to 16. The deployment target value, `MACOSX_DEPLOYMENT_TARGET`, can be obtained with *sysconfig.get_config_var()*.

---

os.getlogin()

プロセスの制御端末にログインしているユーザー名を返します。ほとんどの場合、*getpass.getuser()* を

使う方が便利です。なぜなら、*getpass.getuser()* は、ユーザーを見つけるために、環境変数 LOGNAME や USERNAME を調べ、さらには pwd.getpwuid(os.getuid())[0] まで調べに行くからです。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 及び Windows。

os.getpgid(*pid*)

プロセス id *pid* のプロセスのプロセスグループ id を返します。*pid* が 0 の場合、現在のプロセスのプロセスグループ id を返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.getpgrp()

現在のプロセスグループの id を返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.getpid()

現在のプロセス id を返します。

The function is a stub on WASI, see *WebAssembly* プラットフォーム for more information.

os.getppid()

親プロセスのプロセス id を返します。親プロセスが終了していた場合、Unix では init プロセスの id (1) が返され、Windows では親のプロセス id だったもの (別のプロセスで再利用されているかもしれない) がそのまま返されます。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 及び Windows。

バージョン 3.2 で変更: Windows サポートが追加されました。

os.getpriority(*which*, *who*)

プログラムのスケジューリング優先度を取得します。*which* の値は *PRIO_PROCESS*、*PRIO_PGRP*、あるいは *PRIO_USER* のいずれか一つで、*who* の値は *which* に応じて解釈されます (*PRIO_PROCESS* であればプロセス識別子、*PRIO_PGRP* であればプロセスグループ識別子、そして *PRIO_USER* であればユーザー ID)。*who* の値がゼロの場合、呼び出したプロセス、呼び出したプロセスのプロセスグループ、および呼び出したプロセスの実ユーザー id を (それぞれ) 意味します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

os.PRIO_PROCESS

os.PRIO_PGRP

os.PRIO_USER

getpriority() と *setpriority()* 用のパラメータです。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

os.PRIO_DARWIN_THREAD

os.PRIO_DARWIN_PROCESS

os.PRIO_DARWIN_BG

os.PRIO_DARWIN_NONUI

getpriority() と *setpriority()* 用のパラメータです。

利用可能な環境: macOS

Added in version 3.12.

os.getresuid()

現在のプロセスの実ユーザー id 、実効ユーザー id 、および保存ユーザー id を示す、(ruid, euid, suid) のタプルを返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.2.

os.getresgid()

現在のプロセスの実グループ id 、実効グループ id 、および保存グループ id を示す、(rgid, egid, sgid) のタプルを返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.2.

os.getuid()

現在のプロセスの実ユーザー id を返します。

利用可能な環境: Unix。

The function is a stub on WASI, see *WebAssembly* **プラットフォーム** for more information.

os.initgroups(*username*, *gid*, */*)

システムの initgroups() を呼び出し、指定された *username* がメンバーである全グループと *gid* で指定されたグループでグループアクセスリストを初期化します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.2.

os.putenv(*key*, *value*, /)

key という名前の環境変数に文字列 *value* を設定します。このような環境変数の変更は、*os.system()*、*popen()*、または *fork()* と *execv()* で起動されたサブプロセスに影響を与えます。

Assignments to items in *os.environ* are automatically translated into corresponding calls to *putenv()*; however, calls to *putenv()* don't update *os.environ*, so it is actually preferable to assign to items of *os.environ*. This also applies to *getenv()* and *getenvb()*, which respectively use *os.environ* and *os.environb* in their implementations.

See also the *os.environ.refresh()* method.

注釈: On some platforms, including FreeBSD and macOS, setting `environ` may cause memory leaks. Refer to the system documentation for `putenv()`.

引数 `key`, `value` を指定して **監査イベント** `os.putenv` を送出します。

バージョン 3.9 で変更: 常に利用出来るようになりました。

os.setegid(*egid*, /)

現在のプロセスに実効グループ id をセットします。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.seteuid(*euid*, /)

現在のプロセスに実効ユーザー id をセットします。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.setgid(*gid*, /)

現在のプロセスにグループ id をセットします。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.setgroups(*groups*, /)

現在のグループに関連付けられた従属グループ id のリストを *groups* に設定します。*groups* はシーケンス型でなくてはならず、各要素はグループを特定する整数でなくてはなりません。通常、この操作はスーパユーザーしか利用できません。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

注釈: macOS では、*groups* の長さはシステムで定義された実効グループ id の最大数 (通常は 16) を超えない場合があります。setgroups() 呼び出しで設定されたものと同じグループリストが返されないケース

については、*getgroups()* のドキュメントを参照してください。

---

os.setns(*fd*, *nstype=0*)

Reassociate the current thread with a Linux namespace. See the *setns(2)* and *namespaces(7)* man pages for more details.

If *fd* refers to a **/proc/*pid*/ns/** link, `setns()` reassociates the calling thread with the namespace associated with that link, and *nstype* may be set to one of the *CLONE_NEW* constants* to impose constraints on the operation (`0` means no constraints).

Since Linux 5.8, *fd* may refer to a PID file descriptor obtained from *pidfd_open()*. In this case, `setns()` reassociates the calling thread into one or more of the same namespaces as the thread referred to by *fd*. This is subject to any constraints imposed by *nstype*, which is a bit mask combining one or more of the *CLONE_NEW* constants*, e.g. `setns(fd, os.CLONE_NEWUTS | os.CLONE_NEWPID)`. The caller's memberships in unspecified namespaces are left unchanged.

fd can be any object with a *fileno()* method, or a raw file descriptor.

This example reassociates the thread with the `init` process's network namespace:

```
fd = os.open("/proc/1/ns/net", os.O_RDONLY)
os.setns(fd, os.CLONE_NEWNET)
os.close(fd)
```

Availability: Linux >= 3.0 with glibc >= 2.14.

Added in version 3.12.

参考:

The *unshare()* function.

os.setpgrp()

Call the system call `setpgrp()` or `setpgrp(0, 0)` depending on which version is implemented (if any). See the Unix manual for the semantics.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.setpgid(*pid*, *pgrp*, /)

Call the system call `setpgid()` to set the process group id of the process with id *pid* to the process group with id *pgrp*. See the Unix manual for the semantics.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.setpriority(*which*, *who*, *priority*)

プログラムのスケジューリング優先度を設定します。*which* は *PRIO_PROCESS*、*PRIO_PGRP*、あるいは

PRIO_USER のいずれか一つで、*who* の値は *which* に応じて解釈されます (*PRIO_PROCESS* であればプロセス識別子、*PRIO_PGRP* であればプロセスグループ識別子、そして *PRIO_USER* であればユーザー ID)。*who* の値がゼロの場合、呼び出したプロセス、呼び出したプロセスのプロセスグループ、および呼び出したプロセスの実ユーザー id を (それぞれ) 意味します。*priority* は -20 から 19 の整数値で、デフォルトの優先度は 0 です。小さい数値ほど優先されるスケジューリングとなります。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

os.setregid(*rgid*, *egid*, */*)

現在のプロセスの実グループ id および実効グループ id を設定します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.setresgid(*rgid*, *egid*, *sgid*, */*)

現在のプロセスの、実グループ id 、実効グループ id 、および保存グループ id を設定します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.2.

os.setresuid(*ruid*, *euid*, *suid*, */*)

現在のプロセスの実ユーザー id 、実効ユーザー id 、および保存ユーザー id を設定します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.2.

os.setreuid(*ruid*, *euid*, */*)

現在のプロセスの実ユーザー id および実効ユーザー id を設定します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.getsid(*pid*, */*)

Call the system call `getsid()`. See the Unix manual for the semantics.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.setsid()

Call the system call `setsid()`. See the Unix manual for the semantics.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.setuid(*uid*, */*)

現在のプロセスのユーザー id を設定します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.strerror(*code*, /)

Return the error message corresponding to the error code in *code*. On platforms where strerror() returns NULL when given an unknown error number, *ValueError* is raised.

os.supports_bytes_environ

環境のネイティブ OS タイプがバイト型の場合、True です (例: Windows では、False です)。

Added in version 3.2.

os.umask(*mask*, /)

現在の数値 umask を設定し、以前の umask 値を返します。

The function is a stub on WASI, see *WebAssembly* **プラットフォーム** for more information.

os.uname()

現在のオペレーティングシステムを識別する情報を返します。返り値は 5 個の属性を持つオブジェクトです:

- sysname - OS の名前
- nodename - (実装時に定義された) ネットワーク上でのマシン名
- release - OS のリリース
- version - OS のバージョン
- machine - ハードウェア識別子

後方互換性のため、このオブジェクトはイテラブルでもあり、sysname、nodename、release、version、および machine の 5 個の要素をこの順序で持つタプルのように振る舞います。

一部のシステムでは、nodename はコンポーネントを読み込むために 8 文字または先頭の要素だけに切り詰められます; ホスト名を取得する方法としては、*socket.gethostname()* を使う方がよいでしょう。あるいは socket.gethostbyaddr(socket.gethostname()) でもかまいません。

On macOS, iOS and Android, this returns the *kernel* name and version (i.e., 'Darwin' on macOS and iOS; 'Linux' on Android). *platform.uname()* can be used to get the user-facing operating system name and version on iOS and Android.

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.3 で変更: 返り値の型が、タプルから属性名のついたタプルライクオブジェクトに変更されました。

os.unsetenv(*key*, /)

key という名前の環境変数を unset (削除) します。このような環境変数の変更は、*os.system()*、*popen()*、または *fork()* と *execv()* で起動されたサブプロセスに影響を与えます。

os.environ のアイテムの削除を行うと、自動的に *unsetenv()* の対応する呼び出しに変換されます。直接 *unsetenv()* を呼び出した場合 *os.environ* は更新されないため、実際には *os.environ* のアイテムを削除する方が望ましい操作です。

See also the *os.environ.refresh()* method.

引数 key を指定して **監査イベント** os.unsetenv を送出します。

バージョン 3.9 で変更: 常に関数は利用出来るようになりました。

os.**unshare**(*flags*)

Disassociate parts of the process execution context, and move them into a newly created namespace. See the *unshare(2)* man page for more details. The *flags* argument is a bit mask, combining zero or more of the *CLONE_* constants*, that specifies which parts of the execution context should be unshared from their existing associations and moved to a new namespace. If the *flags* argument is 0, no changes are made to the calling process's execution context.

Availability: Linux >= 2.6.16.

Added in version 3.12.

参考:

The *setns()* function.

Flags to the *unshare()* function, if the implementation supports them. See *unshare(2)* in the Linux manual for their exact effect and availability.

os.**CLONE_FILES**

os.**CLONE_FS**

os.**CLONE_NEWCGROUP**

os.**CLONE_NEWIPC**

os.**CLONE_NEWNET**

os.**CLONE_NEWNS**

os.**CLONE_NEWPID**

os.**CLONE_NEWTIME**

os.**CLONE_NEWUSER**

os.**CLONE_NEWUTS**

os.**CLONE_SIGHAND**

os.**CLONE_SYSVSEM**

os.**CLONE_THREAD**

os.**CLONE_VM**

16.1.4 ファイルオブジェクトの生成

以下の関数は新しい **ファイルオブジェクト** を作成します。(ファイル記述子のオープンについては *open()* も参照してください)

os.**fdopen**(*fd*, **args*, ***kwargs*)

ファイル記述子 *fd* に接続し、オープンしたファイルオブジェクトを返します。これは組み込み関数 *open()* の別名であり、同じ引数を受け取ります。唯一の違いは *fdopen()* の第一引数が常に整数でなければならないことです。

16.1.5 ファイル記述子の操作

これらの関数は、ファイル記述子を使って参照されている I/O ストリームを操作します。

ファイル記述子とは現在のプロセスで開かれたファイルに対応する小さな整数です。例えば、標準入力のファイル記述子は通常 0 で、標準出力は 1 、標準エラーは 2 です。プロセスから開かれたその他のファイルには 3 、4 、5 と割り振られていきます。「ファイル記述子」という名称は少し誤解を与えるものかもしれません。Unix プラットフォームでは、ソケットやパイプもファイル記述子によって参照されます。

fileno() メソッドを使用して、必要な場合に *file object* に関連付けられているファイル記述子を取得することができます。ファイル記述子を直接使用すると、ファイルオブジェクトのメソッドが使用されないため、データの内部バッファなどの性質は無視されることに注意してください。

os.**close**(*fd*)

ファイル記述子 *fd* をクローズします。

注釈: この関数は低水準の I/O 向けのもので、*os.open()* や *pipe()* が返すファイル記述子に対して使用しなければなりません。組み込み関数 *open()* や *popen()* 、*fdopen()* が返す ” ファイルオブジェクト” を閉じるには、オブジェクトの *close()* メソッドを使用してください。

---

os.**closerange**(*fd_low*, *fd_high*, */*)

fd_low 以上 *fd_high* 未満のすべてのファイル記述子をエラーを無視してクローズします。以下のコードと等価です:

```
for fd in range(fd_low, fd_high):
    try:
        os.close(fd)
    except OSError:
        pass
```

os.**copy_file_range**(*src*, *dst*, *count*, *offset_src=None*, *offset_dst=None*)

Copy *count* bytes from file descriptor *src*, starting from offset *offset_src*, to file descriptor *dst*, starting from offset *offset_dst*. If *offset_src* is `None`, then *src* is read from the current position; respectively for *offset_dst*.

In Linux kernel older than 5.3, the files pointed to by *src* and *dst* must reside in the same filesystem, otherwise an *OSError* is raised with *errno* set to *errno.EXDEV*.

This copy is done without the additional cost of transferring data from the kernel to user space and then back into the kernel. Additionally, some filesystems could implement extra optimizations, such as the use of reflinks (i.e., two or more inodes that share pointers to the same copy-on-write disk blocks; supported file systems include btrfs and XFS) and server-side copy (in the case of NFS).

The function copies bytes between two file descriptors. Text options, like the encoding and the line ending, are ignored.

返り値はコピーされたバイトの量です。この値は、要求した量より少なくなることもあります。

注釈: On Linux, *os.copy_file_range()* should not be used for copying a range of a pseudo file from a special filesystem like procfs and sysfs. It will always copy no bytes and return 0 as if the file was empty because of a known Linux kernel issue.

Availability: Linux >= 4.5 with glibc >= 2.27.

Added in version 3.8.

`os.device_encoding`(*fd*)

fd に関連付けられたデバイスが端末 (ターミナル) に接続されている場合に、そのデバイスのエンコーディングを表す文字列を返します。端末に接続されていない場合、*None* を返します。

On Unix, if the *Python UTF-8 Mode* is enabled, return `'UTF-8'` rather than the device encoding.

バージョン 3.10 で変更: On Unix, the function now implements the Python UTF-8 Mode.

`os.dup`(*fd*, */*)

ファイル記述子 *fd* の複製を返します。新しいファイル記述子は **継承不可** です。

Windows では、標準ストリーム (0: 標準入力、1: 標準出力、2: 標準エラー出力) を複製する場合、新しいファイル記述子は **継承可能** です。

利用可能な環境: WASI 以外。

バージョン 3.4 で変更: 新しいファイル記述子が継承不可になりました。

os.dup2(*fd*, *fd2*, *inheritable=True*)

ファイル記述子 *fd* を *fd2* に複製し、必要な場合には後者を先に閉じます。*fd2* が返ります。新しいファイル記述子はデフォルトでは **継承可能** で、*inheritable* が `False` の場合は継承不可です。

利用可能な環境: WASI 以外。

バージョン 3.4 で変更: オプションの *inheritable* 引数が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: 成功したときは *fd2* が返ります。以前は常に `None` が返っていました。

os.fchmod(*fd*, *mode*)

fd で指定されたファイルのモードを *mode* に変更します。*mode* に指定できる値については、*chmod()* のドキュメントを参照してください。Python 3.3 以降では `os.chmod(fd, mode)` と等価です。

引数 `path`, `mode`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.chmod` を送出します。

Availability: Unix, Windows。

The function is limited on WASI, see *WebAssembly* **プラットフォーム** for more information.

バージョン 3.13 で変更: Added support on Windows.

os.fchown(*fd*, *uid*, *gid*)

fd で指定されたファイルの所有者 id およびグループ id を数値 *uid* および *gid* に変更します。いずれかの id を変更せずにおくにはその値として -1 を指定します。*chown()* を参照してください。Python 3.3 以降では `os.chown(fd, uid, gid)` と等価です。

引数 `path`, `uid`, `gid`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.chown` を送出します。

利用可能な環境: Unix。

The function is limited on WASI, see *WebAssembly* **プラットフォーム** for more information.

os.fdatasync(*fd*)

ファイル記述子 *fd* を持つファイルのディスクへの書き込みを強制します。メタデータの更新は強制しません。

利用可能な環境: Unix。

注釈: この関数は MacOS では利用できません。

---

os.fpathconf(*fd*, *name*, */*)

開いているファイルに関連するシステム設定情報を返します。*name* は取得する設定名を指定します。これは、いくつかの標準 (POSIX.1 、Unix 95 、Unix 98 その他) で定義された定義済みのシステム値名の文字列である場合があります。プラットフォームによっては別の名前も定義されています。ホストオペレー

ティングシステムの関知する名前は pathconf_names 辞書で与えられています。このマップ型オブジェクトに含まれていない構成変数については、*name* に整数を渡してもかまいません。

name が不明の文字列である場合、*ValueError* を送出します。*name* の特定の値がホストシステムでサポートされていない場合、pathconf_names に含まれていたとしても、*errno.EINVAL* をエラー番号として *OSError* を送出します。

Python 3.3 以降では os.pathconf(fd, name) と等価です。

利用可能な環境: Unix。

os.**fstat**(*fd*)

ファイル記述子 *fd* の状態を取得します。*stat_result* オブジェクトを返します。

Python 3.3 以降では os.stat(fd) と等価です。

参考:

stat() 関数。

os.**fstatvfs**(*fd*, */*)

statvfs() と同様に、ファイル記述子 *fd* に関連付けられたファイルが格納されているファイルシステムに関する情報を返します。Python 3.3 以降では os.statvfs(fd) と等価です。

利用可能な環境: Unix。

os.**fsync**(*fd*)

Force write of file with filedescriptor *fd* to disk. On Unix, this calls the native fsync() function; on Windows, the MS _commit() function.

Python の **ファイルオブジェクト** *f* を使う場合、*f* の内部バッファを確実にディスクに書き込むために、まず f.flush() を、その後 os.fsync(f.fileno()) を実行してください。

Availability: Unix, Windows。

os.**ftruncate**(*fd*, *length*, */*)

ファイル記述子 *fd* に対応するファイルを、サイズが最長で *length* バイトになるように切り詰めます。Python 3.3 以降では os.truncate(fd, length) と等価です。

引数 fd, length を指定して **監査イベント** os.truncate を送出します。

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.5 で変更: Windows サポートを追加しました。

os.**get_blocking**(*fd*, */*)

記述子のブロッキングモードを取得します。*O_NONBLOCK* フラグが設定されている場合は False で、フラグがクリアされている場合は True です。

set_blocking() および *socket.socket.setblocking()* も参照してください。

Availability: Unix, Windows。

The function is limited on WASI, see *WebAssembly* **プラットフォーム** for more information.

On Windows, this function is limited to pipes.

Added in version 3.5.

バージョン 3.12 で変更: Added support for pipes on Windows.

os.grantpt(*fd*, */*)

Grant access to the slave pseudo-terminal device associated with the master pseudo-terminal device to which the file descriptor *fd* refers. The file descriptor *fd* is not closed upon failure.

Calls the C standard library function `grantpt()`.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.13.

os.isatty(*fd*, */*)

ファイル記述子 *fd* がオープンされていて、tty (のような) デバイスに接続されている場合、`True` を返します。そうでない場合は `False` を返します。

os.lockf(*fd*, *cmd*, *len*, */*)

オープンされたファイル記述子に対して、POSIX ロックの適用、テスト、解除を行います。*fd* はオープンされたファイル記述子です。*cmd* には使用するコマンド (*F_LOCK*、*F_TLOCK*、*F_ULOCK*、あるいは *F_TEST* のいずれか一つ) を指定します。*len* にはロックするファイルのセクションを指定します。

引数 `fd`, `cmd`, `len` を指定して **監査イベント** `os.lockf` を送出します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.F_LOCK

os.F_TLOCK

os.F_ULOCK

os.F_TEST

lockf() がとる動作を指定するフラグです。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.login_tty(*fd*, */*)

Prepare the tty of which fd is a file descriptor for a new login session. Make the calling process a session leader; make the tty the controlling tty, the stdin, the stdout, and the stderr of the calling process; close fd.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.11.

os.lseek(*fd*, *pos*, *whence*, */*)

Set the current position of file descriptor *fd* to position *pos*, modified by *whence*, and return the new position in bytes relative to the start of the file. Valid values for *whence* are:

- *SEEK_SET* or 0 -- set *pos* relative to the beginning of the file
- *SEEK_CUR* or 1 -- set *pos* relative to the current file position
- *SEEK_END* or 2 -- set *pos* relative to the end of the file
- *SEEK_HOLE* -- set *pos* to the next data location, relative to *pos*
- *SEEK_DATA* -- set *pos* to the next data hole, relative to *pos*

バージョン 3.3 で変更: Add support for SEEK_HOLE and SEEK_DATA.

os.SEEK_SET

os.SEEK_CUR

os.SEEK_END

Parameters to the *lseek()* function and the *seek()* method on *file-like objects*, for whence to adjust the file position indicator.

SEEK_SET
: Adjust the file position relative to the beginning of the file.

SEEK_CUR
: Adjust the file position relative to the current file position.

SEEK_END
: Adjust the file position relative to the end of the file.

Their values are 0, 1, and 2, respectively.

os.SEEK_HOLE

os.SEEK_DATA

Parameters to the *lseek()* function and the *seek()* method on *file-like objects*, for seeking file data and holes on sparsely allocated files.

SEEK_DATA
: Adjust the file offset to the next location containing data, relative to the seek position.

SEEK_HOLE
: Adjust the file offset to the next location containing a hole, relative to the seek position. A hole is defined as a sequence of zeros.

注釈: These operations only make sense for filesystems that support them.

Availability: Linux >= 3.1, macOS, Unix

Added in version 3.3.

os.open(*path*, *flags*, *mode=0o777*, ***, *dir_fd=None*)

ファイル *path* を開き、*flag* に従って様々なフラグを設定し、可能なら *mode* に従ってファイルモードを設定します。*mode* を計算する際、まず現在の umask 値でマスクされます。新たに開いたファイルのファイル記述子を返します。新しいファイル記述子は **継承不可** です。

フラグとファイルモードの値についての詳細は C ランタイムのドキュメントを参照してください; (*O_RDONLY* や *O_WRONLY* のような) フラグ定数は *os* モジュールでも定義されています。特に、Windows ではバイナリモードでファイルを開く時に *O_BINARY* を加える必要があります。

この関数は *dir_fd* パラメタで **ディレクトリ記述子への相対パス** をサポートしています。

引数 path, mode, flags を指定して **監査イベント** open を送出します。

バージョン 3.4 で変更: 新しいファイル記述子が継承不可になりました。

注釈: この関数は低水準の I/O 向けのものです。通常の利用では、組み込み関数 *open()* を使用してください。*open()* は read() や write() (そしてさらに多くの) メソッドを持つ **ファイルオブジェクト** を返します。ファイル記述子をファイルオブジェクトでラップするには *fdopen()* を使用してください。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、この関数は *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

以下の定数は *open()* 関数の *flags* 引数に利用します。これらの定数は、ビット単位に OR 演算子 | で組み合わせることができます。一部、すべてのプラットフォームでは使用できない定数があります。利用可能かどうかや使い方については、Unix では *open(2)*、Windows では MSDN を参照してください。

os.O_RDONLY

os.O_WRONLY

os.O_RDWR

os.O_APPEND

os.O_CREAT

os.O_EXCL

os.O_TRUNC

上記の定数は Unix および Windows で利用可能です。

os.O_DSYNC

os.O_RSYNC

os.O_SYNC

os.O_NDELAY

os.O_NONBLOCK

os.O_NOCTTY

os.O_CLOEXEC

上記の定数は Unix でのみ利用可能です。

バージョン 3.3 で変更: 定数 *O_CLOEXEC* が追加されました。

os.O_BINARY

os.O_NOINHERIT

os.O_SHORT_LIVED

os.O_TEMPORARY

os.O_RANDOM

os.O_SEQUENTIAL

os.O_TEXT

上記の定数は Windows でのみ利用可能です。

os.O_EVTONLY

os.O_FSYNC

os.O_SYMLINK

os.O_NOFOLLOW_ANY

上記の定数は macOS でのみ利用可能です。

バージョン 3.10 で変更: Add *O_EVTONLY*, *O_FSYNC*, *O_SYMLINK* and *O_NOFOLLOW_ANY* constants.

os.O_ASYNC

os.O_DIRECT

os.O_DIRECTORY

os.O_NOFOLLOW

os.O_NOATIME

os.O_PATH

os.O_TMPFILE

os.O_SHLOCK

os.O_EXLOCK

上記の定数は拡張仕様であり、C ライブラリで定義されていない場合は利用できません。

バージョン 3.4 で変更: *O_PATH* を、それをサポートするシステムで追加しました。また、*O_TMPFILE* を追加しました (Linux Kernel 3.11 以降でのみ利用可能です)。

os.openpty()

新しい擬似端末のペアを開きます。pty および tty を表すファイル記述子のペア (master, slave) を返します。新しいファイル記述子は **継承不可** です。(若干) 可搬性の高いアプローチには *pty* を使用してください。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

バージョン 3.4 で変更: 新しいファイル記述子が継承不可になりました。

os.pipe()

パイプを作成します。読み込み、書き込みに使うことの出来るファイル記述子のペア (r, w) を返します。新しいファイル記述子は **継承不可** です。

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.4 で変更: 新しいファイル記述子が継承不可になりました。

os.pipe2(*flags*, /)

flags を設定したパイプをアトミックに作成します。*flags* には値 *O_NONBLOCK* と *O_CLOEXEC* を一つ以上論理和指定できます。読み込み、書き込みに使うことの出来るファイル記述子のペア (r, w) を返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

os.posix_fallocate(*fd*, *offset*, *len*, /)

fd で指定されたファイルに対し、開始位置 *offset* から *len* バイト分割り当てるに十分なディスクスペースを確保します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.posix_fadvise(*fd*, *offset*, *len*, *advice*, /)

データへアクセスする意思を、パターンを指定して宣言します。これによりカーネルが最適化を行えるようになります。*advice* は *fd* で指定されたファイルに対し、開始位置 *offset* から *len* バイト分の領域に適用されます。*advice* には *POSIX_FADV_NORMAL*、*POSIX_FADV_SEQUENTIAL*、*POSIX_FADV_RANDOM*、*POSIX_FADV_NOREUSE*、*POSIX_FADV_WILLNEED*、または *POSIX_FADV_DONTNEED* のいずれか一つを指定します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.POSIX_FADV_NORMAL

os.POSIX_FADV_SEQUENTIAL

os.POSIX_FADV_RANDOM

os.POSIX_FADV_NOREUSE

os.POSIX_FADV_WILLNEED

os.POSIX_FADV_DONTNEED

posix_fadvise() において、使われるであろうアクセスパターンを指定する *advice* に使用できるフラグです。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.pread(*fd*, *n*, *offset*, /)

ファイル記述子の位置 *offset* から最大で *n* バイトを読み出します。ファイルオフセットは変化しません。

読み込んだバイト分のバイト列を返します。*fd* が参照しているファイルの終端に達した場合、空のバイト列が返されます。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.posix_openpt(*oflag*, /)

Open and return a file descriptor for a master pseudo-terminal device.

Calls the C standard library function `posix_openpt()`. The *oflag* argument is used to set file status flags and file access modes as specified in the manual page of `posix_openpt()` of your system.

The returned file descriptor is *non-inheritable*. If the value *O_CLOEXEC* is available on the system, it is added to *oflag*.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.13.

os.preadv(*fd*, *buffers*, *offset*, *flags=0*, */*)

ファイル記述子 *fd* の *offset* の位置から、可変な *bytes-like* **オブジェクト** *buffers* にオフセットを変更せずに読み込みます。データをそれぞれのバッファがいっぱいになるまで移し、いっぱいになったらシーケンスの次のバッファに処理を移し、残りのデータを読み込ませます。

flags 引数にはゼロあるいは次のフラグのバイトごとの OR を取った結果が保持されています。

- *RWF_HIPRI*
- *RWF_NOWAIT*

実際に読み込んだ合計バイト数を返します。この値は、すべてのオブジェクトの容量の総量よりも小さくなることがあります。

オペレーティングシステムは、使用可能なバッファの個数に基づいて上限 (*sysconf()* の 'SC_IOV_MAX' の値) を設定することがあります。

os.readv() と *os.pread()* の機能を統合します。

Availability: Linux >= 2.6.30, FreeBSD >= 6.0, OpenBSD >= 2.7, AIX >= 7.1.

Using flags requires Linux >= 4.6.

Added in version 3.7.

os.RWF_NOWAIT

即座に利用できないデータを待ちません。このフラグを指定すると、バックエンドのストレージからデータを読む必要があるか、ロックを待機する場合、システムコールは即座にリターンします。

If some data was successfully read, it will return the number of bytes read. If no bytes were read, it will return -1 and set errno to *errno.EAGAIN*.

利用可能な環境: Linux 4.14 以上。

Added in version 3.7.

os.RWF_HIPRI

優先度の高い読み込み・書き込み (read/write) フラグです。ブロックストレージに対して、追加のリソースを必要とする一方で低レイテンシなデバイスのポーリングを使うことを許可します。

現状、Linux では、ファイル記述子を *O_DIRECT* フラグを指定したオープンした場合でのみ、この機能を利用できます。

利用可能な環境: Linux 4.6 以上。

Added in version 3.7.

os.ptsname(*fd*, */*)

Return the name of the slave pseudo-terminal device associated with the master pseudo-terminal device to which the file descriptor *fd* refers. The file descriptor *fd* is not closed upon failure.

Calls the reentrant C standard library function `ptsname_r()` if it is available; otherwise, the C standard library function `ptsname()`, which is not guaranteed to be thread-safe, is called.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.13.

os.pwrite(*fd*, *str*, *offset*, */*)

str 中のバイト文字列をファイル記述子 *fd* の *offset* の位置に書き込みます。ファイルオフセットを変化しません。

実際に書き込まれたバイト数を返します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.pwritev(*fd*, *buffers*, *offset*, *flags=0*, */*)

buffers の内容をファイル記述子 *fd* のオフセット位置 *offset* に書き込みます。ファイルのオフセット位置は変更しません。*buffers* は *bytes-like* **オブジェクト** のシーケンスでなければなりません。バッファは配列の順番で処理されます。すなわち、最初のバッファの内容は、次のバッファの処理に移る前に全て書き込まれ、以降も同様に処理されます。

flags 引数にはゼロあるいは次のフラグのバイトごとの OR を取った結果が保持されています。

- *RWF_DSYNC*
- *RWF_SYNC*
- *RWF_APPEND*

実際に書き込まれた合計バイト数を返します。

オペレーティングシステムは、使用可能なバッファの個数に基づいて上限 (*sysconf()* の `'SC_IOV_MAX'` の値) を設定することがあります。

os.writev() と *os.pwrite()* の機能を統合します。

Availability: Linux >= 2.6.30, FreeBSD >= 6.0, OpenBSD >= 2.7, AIX >= 7.1.

Using flags requires Linux >= 4.6.

Added in version 3.7.

os.RWF_DSYNC

書き込みごとに *os.open()* の *O_DSYNC* と同等の効果を提供するフラグです。このフラグはシステムコールによって書き込まれたデータ範囲に対してのみ適用されます。

利用可能な環境: Linux 4.7 以上。

Added in version 3.7.

os.RWF_SYNC

書き込みごとに *os.open()* の *O_SYNC* と同等の効果を提供するフラグです。このフラグはシステムコールによって書き込まれたデータ範囲に対してのみ適用されます。

利用可能な環境: Linux 4.7 以上。

Added in version 3.7.

os.RWF_APPEND

Provide a per-write equivalent of the *O_APPEND* *os.open()* flag. This flag is meaningful only for *os.pwritev()*, and its effect applies only to the data range written by the system call. The *offset* argument does not affect the write operation; the data is always appended to the end of the file. However, if the *offset* argument is `-1`, the current file *offset* is updated.

利用可能な環境: Linux 4.16 以上。

Added in version 3.10.

os.**read**(*fd*, *n*, */*)

ファイル記述子 *fd* から 最大 *n* バイトを読み込みます。

読み込んだバイト分のバイト列を返します。*fd* が参照しているファイルの終端に達した場合、空のバイト列が返されます。

注釈: この関数は低水準の I/O 向けのもので、*os.open()* や *pipe()* が返すファイル記述子に対して使用されなければなりません。組み込み関数 *open()* や *popen()* 、*fdopen()* 、あるいは *sys.stdin* が返す ”ファイルオブジェクト” を読み込むには、オブジェクトの `read()` か `readline()` メソッドを使用してください。

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、この関数は *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

os.**sendfile**(*out_fd*, *in_fd*, *offset*, *count*)

os.**sendfile**(*out_fd*, *in_fd*, *offset*, *count*, *headers=()*, *trailers=()*, *flags=0*)

ファイル記述子 *in_fd* からファイル記述子 *out_fd* への開始位置 *offset* へ *count* バイトコピーします。送信バイト数を返します。EOF に達した場合は 0 を返します。

前者の関数表記は *sendfile()* が定義されているすべてのプラットフォームでサポートされています。

Linux では、*offset* に None が与えられると、バイト列は *in_fd* の現在の位置から読み込まれ、*in_fd* の位置は更新されます。

後者は macOS および FreeBSD で使用される場合があります。*headers* および *trailers* は任意のバッファのシーケンス型オブジェクトで、*in_fd* からのデータが書き出される前と後に書き出されます。返り値は前者と同じです。

macOS と FreeBSD では、*count* の値に 0 を指定すると、*in_fd* の末尾に達するまで送信します。

全てのプラットフォームはソケットをファイル記述子 *out_fd* としてサポートし、あるプラットフォームは他の種類 (例えば、通常のファイル、パイプ) も同様にサポートします。

クロスプラットフォームのアプリケーションは *headers*、*trailers* ならびに *flags* 引数を使用するべきではありません。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

注釈: *sendfile()* のより高水準のラッパについては *socket.socket.sendfile()* を参照してください。

Added in version 3.3.

バージョン 3.9 で変更: 引数 *out* と *in* は *out_fd* と *in_fd* に名前が変更されました。

os.**SF_NODISKIO**

os.**SF_MNOWAIT**

os.**SF_SYNC**

実装がサポートしている場合 *sendfile()* 関数に渡すパラメーターです。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

os.**SF_NOCACHE**

Parameter to the *sendfile()* function, if the implementation supports it. The data won't be cached in the virtual memory and will be freed afterwards.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.11.

os.**set_blocking**(*fd*, *blocking*, */*)

指定されたファイル記述子のブロッキングモードを設定します。ブロッキングが False の場合 *O_NONBLOCK* フラグを設定し、そうでない場合はクリアします。

get_blocking() および *socket.socket.setblocking()* も参照してください。

Availability: Unix, Windows。

The function is limited on WASI, see *WebAssembly* **プラットフォーム** for more information.

On Windows, this function is limited to pipes.

Added in version 3.5.

バージョン 3.12 で変更: Added support for pipes on Windows.

os.**splice**(*src*, *dst*, *count*, *offset_src=None*, *offset_dst=None*)

Transfer *count* bytes from file descriptor *src*, starting from offset *offset_src*, to file descriptor *dst*, starting from offset *offset_dst*. At least one of the file descriptors must refer to a pipe. If *offset_src* is None, then *src* is read from the current position; respectively for *offset_dst*. The offset associated to the file descriptor that refers to a pipe must be None. The files pointed to by *src* and *dst* must reside in the same filesystem, otherwise an *OSError* is raised with *errno* set to *errno.EXDEV*.

このコピーは、カーネルからユーザースペースにデータを転送した後カーネルに戻すという追加のコスト無しに完了します。加えて、追加の最適化ができるファイルシステムもあります。このコピーはファイルが両方ともバイナリファイルとして開かれたかのように行われます。

Upon successful completion, returns the number of bytes spliced to or from the pipe. A return value of 0 means end of input. If *src* refers to a pipe, then this means that there was no data to transfer, and it would not make sense to block because there are no writers connected to the write end of the pipe.

Availability: Linux >= 2.6.17 with glibc >= 2.5

Added in version 3.10.

os.**SPLICE_F_MOVE**

os.**SPLICE_F_NONBLOCK**

os.**SPLICE_F_MORE**

Added in version 3.10.

os.**readv**(*fd*, *buffers*, */*)

Read from a file descriptor *fd* into a number of mutable *bytes-like objects* *buffers*. Transfer data into each buffer until it is full and then move on to the next buffer in the sequence to hold the rest of the data.

実際に読み込んだ合計バイト数を返します。この値は、すべてのオブジェクトの容量の総量よりも小さくなることがあります。

オペレーティングシステムは、使用可能なバッファの個数に基づいて上限 (*sysconf()* の 'SC_IOV_MAX' の値) を設定することがあります。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.**tcgetpgrp**(*fd*, /)

fd (*os.open()* が返すオープンしたファイル記述子) で与えられる端末に関連付けられたプロセスグループを返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.**tcsetpgrp**(*fd*, *pg*, /)

fd (*os.open()* が返すオープンしたファイル記述子) で与えられる端末に関連付けられたプロセスグループを *pg* に設定します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.**ttyname**(*fd*, /)

ファイル記述子 *fd* に関連付けられている端末デバイスを特定する文字列を返します。*fd* が端末に関連付けられていない場合、例外が送出されます。

利用可能な環境: Unix。

os.**unlockpt**(*fd*, /)

Unlock the slave pseudo-terminal device associated with the master pseudo-terminal device to which the file descriptor *fd* refers. The file descriptor *fd* is not closed upon failure.

Calls the C standard library function `unlockpt()`.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Added in version 3.13.

os.**write**(*fd*, *str*, /)

str のバイト列をファイル記述子 *fd* に書き出します。

実際に書き込まれたバイト数を返します。

注釈: この関数は低水準の I/O 向けのもので、*os.open()* や *pipe()* が返すファイル記述子に対して使用しなければなりません。組み込み関数 *open()* や *popen()* 、*fdopen()* 、あるいは *sys.stdout* や

sys.stderr が返す ”ファイルオブジェクト” に書き込むには、オブジェクトの `write()` メソッドを使用してください。

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、この関数は *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

`os.writev`(*fd*, *buffers*, */*)

buffers の内容をファイル記述子 *fd* へ書き出します。*buffers* は *bytes-like* **オブジェクト** のシーケンスでなければなりません。バッファは配列の順番で処理されます。最初のバッファの内容全体は 2 番目のバッファに進む前に書き込まれ、その次も同様です。

実際に書き込まれた合計バイト数を返します。

オペレーティングシステムは、使用可能なバッファの個数に基づいて上限 (*sysconf()* の `'SC_IOV_MAX'` の値) を設定することがあります。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

ターミナルのサイズの問い合わせ

Added in version 3.3.

`os.get_terminal_size`(*fd=STDOUT_FILENO*, */*)

ターミナル (端末) のサイズ (`columns`, `lines`) を、*terminal_size* 型のタプルで返します。

オプションの引数 `fd` には問い合わせるファイル記述子を指定します (デフォルトは `STDOUT_FILENO`、または標準出力)。

ファイル記述子が接続されていなかった場合、*OSError* が送出されます。

通常は高水準関数である *shutil.get_terminal_size()* を使用してください。`os.get_terminal_size` は低水準の実装です。

Availability: Unix, Windows。

class `os.terminal_size`

ターミナルウィンドウのサイズ (`columns`, `lines`) を保持するタプルのサブクラスです。

columns

ターミナルウィンドウの横幅 (文字数) です。

lines

ターミナルウィンドウの高さ (文字数) です。

ファイル記述子の継承

Added in version 3.4.

ファイル記述子には「継承可能 (inheritable)」フラグというものがあって、これにより子プロセスにファイル記述子が引き継がれるかどうかが決定されます。Python 3.4 より、Python によって作成されるファイル記述子はデフォルトで継承不可 (non-inheritable) となりました。

UNIX の場合、継承不可のファイル記述子は新規プロセス実行時にクローズされ、そうでないファイル記述子は引き継がれます。

Windows の場合は、標準ストリームを除き、継承不可のハンドルと継承不可のファイル記述子は子プロセスでクローズされます。標準ストリーム (ファイル記述子の 0, 1, 2: 標準入力, 標準出力, 標準エラー出力) は常に引き継がれます。*spawn** 関数を使う場合、全ての継承可能なハンドルと全ての継承可能なファイル記述子は引き継がれます。*subprocess* モジュールを使う場合、標準ストリームを除く全てのファイル記述子はクローズされ、継承可能なハンドルは *close_fds* 引数が `False` の場合にのみ引き継がれます。

On WebAssembly platforms, the file descriptor cannot be modified.

os.get_inheritable(*fd*, */*)

指定したファイル記述子の「継承可能 (inheritable)」フラグを取得します (boolean)。

os.set_inheritable(*fd*, *inheritable*, */*)

指定したファイル記述子の「継承可能 (inheritable)」フラグをセットします。

os.get_handle_inheritable(*handle*, */*)

指定したハンドルの「継承可能 (inheritable)」フラグを取得します (boolean)。

利用可能な環境: Windows 。

os.set_handle_inheritable(*handle*, *inheritable*, */*)

指定したハンドルの「継承可能 (inheritable)」フラグをセットします。

利用可能な環境: Windows 。

16.1.6 ファイルとディレクトリ

一部の Unix プラットフォームでは、このセクションの関数の多くが以下の機能を一つ以上サポートしています。

- **ファイル記述子の指定:** *os* モジュールの関数で *path* 引数に渡される値はファイルパスでなければなりません。しかしながら、いくつかの関数では *path* 引数にファイルパスではなく、そのファイルをオープンしたファイル記述子を指定できるようになりました。この場合それらの関数はファイル記述子が参照するファイルに対して操作を行います。(POSIX システムの場合、Python はプレフィックス `f` の付いた関数の亜種 (たとえば `chdir``の代わりに ``fchdir`) を呼び出します。)

  os.supports_fd を使うことで、そのプラットフォーム上で *path* にファイル記述子を指定できるかどうかを確認することができます。この機能が利用可能でない場合、*os.supports_fd* の利用は *NotImplementedError* 例外を送出します。

  その関数が引数に *dir_fd* または *follow_symlinks* もサポートしている場合、*path* にファイル記述子を指定した時にそれらのいずれかを指定するとエラーになります。

- **ディレクトリ記述子からの相対パス:** *dir_fd* が `None` でない場合、その値はディレクトリを参照するファイル記述子である必要があり、また操作対象のファイルパスは相対パスである必要があります; このときパスはファイル記述子が指すディレクトリからの相対パスと解釈されます。パスが絶対パスの場合、*dir_fd* は無視されます。(POSIX システムでは、Python はサフィックス `at` が付いた関数の亜種、もしくはさらにプレフィックス `f` が付いたもの (たとえば `access` の代わりに `faccessat`) を呼び出します。

  そのプラットフォーム上で特別な関数に *dir_fd* がサポートされているかどうかは、*os.supports_dir_fd* で確認できます。利用できない場合 *NotImplementedError* が送出されます。

- **シンボリックリンクをたどらない:** *follow_symlinks* が `False` で、かつパスの末尾の要素がシンボリックリンクの場合、関数はシンボリックリンクが指すファイルではなくシンボリックリンク自身を操作対象とします。(POSIX システムの場合、Python はプレフィックス `l...` 付きの関数の亜種を呼び出します。)

  そのプラットフォーム上で特別な関数に *follow_symlinks* がサポートされているかどうかは、*os.supports_follow_symlinks* で確認できます。利用できない場合 *NotImplementedError* が送出されます。

`os.access`(*path*, *mode*, ***, *dir_fd=None*, *effective_ids=False*, *follow_symlinks=True*)

実 uid/gid を使って *path* に対するアクセスが可能か調べます。ほとんどのオペレーティングシステムは実効 uid/gid を使うため、このルーチンは suid/sgid 環境において、プログラムを起動したユーザーが *path* に対するアクセス権をもっているかを調べるために使われます。*path* が存在するかどうかを調べるには *mode* を *F_OK* にします。ファイルアクセス権限 (パーミッション) を調べるには、*R_OK*, *W_OK*, *X_OK* から一つまたはそれ以上のフラグを論理和指定でとることもできます。アクセスが許可されている場合 *True* を、そうでない場合 *False* を返します。詳細は *access(2)* の Unix マニュアルページを参照してください。

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

effective_ids が True の場合、*access()* は実 uid/gid ではなく実効 uid/gid を使用してアクセス権を調べます。プラットフォームによっては *effective_ids* がサポートされていない場合があります; サポートされているかどうかは *os.supports_effective_ids* で確認できます。利用できない場合 *NotImplementedError* が送出されます。

注釈: ユーザーが、例えばファイルを開く権限を持っているかどうかを調べるために実際に *open()* を行う前に *access()* を使用することはセキュリティホールの原因になります。なぜなら、調べた時点とオープンした時点との時間差を利用してそのユーザーがファイルを不当に操作してしまうかもしれないからです。その場合は *EAFP* テクニックを利用するのが望ましいやり方です。例えば

```
if os.access("myfile", os.R_OK):
    with open("myfile") as fp:
        return fp.read()
return "some default data"
```

このコードは次のように書いたほうが良いです

```
try:
    fp = open("myfile")
except PermissionError:
    return "some default data"
else:
    with fp:
        return fp.read()
```

注釈: I/O 操作は *access()* が成功を示した時でも失敗することがあります。特にネットワークファイルシステムが通常の POSIX のパーミッションビットモデルをはみ出すアクセス権限操作を備える場合にはそのようなことが起こりえます。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd*、*effective_ids*、および *follow_symlinks* が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.F_OK

os.R_OK

os.W_OK

os.X_OK

access() で *path* をテストする時に *mode* 引数に渡す値です。上からそれぞれ、ファイルの存在、読み込み許可、書き込み許可、および実行許可になります。

os.chdir(*path*)

現在の作業ディレクトリを *path* に設定します。

この関数は **ファイル記述子の指定** をサポートしています。記述子は、オープンしているファイルではなく、オープンしているディレクトリを参照していなければなりません。

この関数は *OSError* やそのサブクラスである *FileNotFoundError*, *PermissionError*, *NotADirectoryError* などの例外を送出することがあります。

引数 path を指定して **監査イベント** os.chdir を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 一部のプラットフォームで、*path* にファイル記述子の指定をサポートしました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.chflags(*path*, *flags*, ***, *follow_symlinks=True*)

path のフラグを *flags* に変更します。*flags* は、以下の値 (*stat* モジュールで定義されているもの) をビット単位の論理和で組み合わせることができます:

- *stat.UF_NODUMP*
- *stat.UF_IMMUTABLE*
- *stat.UF_APPEND*
- *stat.UF_OPAQUE*
- *stat.UF_NOUNLINK*
- *stat.UF_COMPRESSED*
- *stat.UF_HIDDEN*
- *stat.SF_ARCHIVED*
- *stat.SF_IMMUTABLE*
- *stat.SF_APPEND*
- *stat.SF_NOUNLINK*
- *stat.SF_SNAPSHOT*

この関数は **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

引数 path, flags を指定して **監査イベント** os.chflags を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

バージョン 3.3 で変更: Added the *follow_symlinks* parameter.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.chmod(*path*, *mode*, ***, *dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

path のモードを数値 *mode* に変更します。*mode* は、(*stat* モジュールで定義されている) 以下の値のいずれかまたはビット単位の論理和で組み合わせた値を取り得ます :

- *stat.S_ISUID*
- *stat.S_ISGID*
- *stat.S_ENFMT*
- *stat.S_ISVTX*
- *stat.S_IREAD*
- *stat.S_IWRITE*
- *stat.S_IEXEC*
- *stat.S_IRWXU*
- *stat.S_IRUSR*
- *stat.S_IWUSR*
- *stat.S_IXUSR*
- *stat.S_IRWXG*
- *stat.S_IRGRP*
- *stat.S_IWGRP*
- *stat.S_IXGRP*
- *stat.S_IRWXO*
- *stat.S_IROTH*
- *stat.S_IWOTH*
- *stat.S_IXOTH*

この関数は **ファイル記述子の指定** 、**ディレクトリ記述子への相対パス** 、および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

注釈: Although Windows supports *chmod()*, you can only set the file's read-only flag with it (via the `stat.S_IWRITE` and `stat.S_IREAD` constants or a corresponding integer value). All other bits are ignored. The default value of *follow_symlinks* is `False` on Windows.

The function is limited on WASI, see *WebAssembly* **プラットフォーム** for more information.

引数 `path`, `mode`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.chmod` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: *path* にオープンしているファイル記述子の指定のサポート、および引数 *dir_fd* と *follow_symlinks* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.13 で変更: Added support for a file descriptor and the *follow_symlinks* argument on Windows.

`os.chown`(*path*, *uid*, *gid*, ***, *dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

path の所有者 id およびグループ id を、数値 *uid* および *gid* に変更します。いずれかの id を変更せずにおくには、その値として -1 を指定します。

この関数は **ファイル記述子の指定** 、**ディレクトリ記述子への相対パス** 、および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

数値 id の他に名前でも受け取る高水準関数の *`shutil.chown()`* を参照してください。

引数 `path`, `uid`, `gid`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.chown` を送出します。

利用可能な環境: Unix。

The function is limited on WASI, see *WebAssembly* **プラットフォーム** for more information.

バージョン 3.3 で変更: *path* にオープンしているファイル記述子の指定のサポート、および引数 *dir_fd* と *follow_symlinks* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

`os.chroot`(*path*)

現在のプロセスのルートディレクトリを *path* に変更します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

`os.fchdir`(*fd*)

現在の作業ディレクトリをファイル記述子 *fd* が表すディレクトリに変更します。記述子はオープンしているファイルではなく、オープンしたディレクトリを参照していなければなりません。Python 3.3 以降では `os.chdir(fd)` と等価です。

引数 `path` を指定して **監査イベント** `os.chdir` を送出します。

利用可能な環境: Unix。

os.getcwd()

現在の作業ディレクトリを表す文字列を返します。

os.getcwdb()

現在の作業ディレクトリを表すバイト列を返します。

バージョン 3.8 で変更: この関数は Windows において ANSI コードページ ではなく UTF-8 エンコーディングを使うようになりました: 変更の背景については **PEP 529** をご覧ください。この関数は Windows において非推奨になりません。

os.lchflags(*path*, *flags*)

path のフラグを数値 *flags* に設定します。*chflags()* に似ていますが、シンボリックリンクをたどりません。Python 3.3 以降では os.chflags(path, flags, follow_symlinks=False) と等価です。

引数 path, flags を指定して **監査イベント** os.chflags を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.lchmod(*path*, *mode*)

path のモードを数値 *mode* に変更します。パスがシンボリックリンクの場合はそのリンク先ではなくシンボリックリンクそのものに対して作用します。*mode* に指定できる値については *chmod()* のドキュメントを参照してください。Python 3.3 以降では os.chmod(path, mode, follow_symlinks=False) と等価です。

lchmod() is not part of POSIX, but Unix implementations may have it if changing the mode of symbolic links is supported.

引数 path, mode, dir_fd を指定して **監査イベント** os.chmod を送出します。

Availability: Unix, Windows, not Linux, FreeBSD >= 1.3, NetBSD >= 1.3, not OpenBSD

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.13 で変更: Added support on Windows.

os.lchown(*path*, *uid*, *gid*)

path の所有者 id およびグループ id を、数値 *uid* および *gid* に変更します。この関数はシンボリックリンクをたどりません。Python 3.3 以降では os.chown(path, uid, gid, follow_symlinks=False) と等価です。

引数 path, uid, gid, dir_fd を指定して **監査イベント** os.chown を送出します。

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.link(*src*, *dst*, ***, *src_dir_fd=None*, *dst_dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

src を指し示すハードリンク *dst* を作成します。

この関数は *src_dir_fd* と *dst_dir_fd* の両方またはどちらかに対し **ディレクトリ記述子への相対パス** および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

引数 src, dst, src_dir_fd, dst_dir_fd を指定して **監査イベント** os.link を送出します。

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.2 で変更: Windows サポートを追加しました。

バージョン 3.3 で変更: Added the *src_dir_fd*, *dst_dir_fd*, and *follow_symlinks* parameters.

バージョン 3.6 で変更: *src* と *dst* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

os.listdir(*path='.'*)

path に指定したディレクトリに含まれるエントリ名のリストを返します。リストの順番は不定です。特別なエントリ '.' と '..' はリストに含まれません。この関数の呼び出し中にディレクトリからファイルが削除されたり、ディレクトリにファイルが追加されたりした場合、それらのファイルがリストに含まれるかどうかは不定です。

path に *path-like* **オブジェクト** を指定することもできます。*path* が (直接的または間接的に *PathLike* インターフェースを介した) bytes 型の場合、戻り値のファイル名も bytes 型になります; それ以外の場合、ファイル名は str 型です。

この関数は **ファイル記述子の指定** もサポートしています; ファイル記述子はディレクトリを参照していなくてはなりません。

引数 path を指定して **監査イベント** os.listdir を送出します。

注釈: **文字列型** のファイル名を **バイト列型** にエンコードするには、*fsencode()* を使用します。

参考:

ディレクトリエントリに加えてファイル属性情報も返す *scandir()* 関数の方が、多くの一般的な用途では使い勝手が良くなります。

バージョン 3.2 で変更: 引数 *path* は任意になりました。

バージョン 3.3 で変更: *path* へのオープン・ファイル記述子の指定をサポートしました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.listdrives()

Return a list containing the names of drives on a Windows system.

A drive name typically looks like `'C:\\'`. Not every drive name will be associated with a volume, and some may be inaccessible for a variety of reasons, including permissions, network connectivity or missing media. This function does not test for access.

May raise *OSError* if an error occurs collecting the drive names.

Raises an *auditing event* `os.listdrives` with no arguments.

利用可能な環境: Windows

Added in version 3.12.

`os.listmounts`(*volume*)

Return a list containing the mount points for a volume on a Windows system.

volume must be represented as a GUID path, like those returned by *os.listvolumes()*. Volumes may be mounted in multiple locations or not at all. In the latter case, the list will be empty. Mount points that are not associated with a volume will not be returned by this function.

The mount points return by this function will be absolute paths, and may be longer than the drive name.

Raises *OSError* if the volume is not recognized or if an error occurs collecting the paths.

Raises an *auditing event* `os.listmounts` with argument `volume`.

利用可能な環境: Windows

Added in version 3.12.

`os.listvolumes`()

Return a list containing the volumes in the system.

Volumes are typically represented as a GUID path that looks like `\\?\Volume{xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxxxxxxxx}\`. Files can usually be accessed through a GUID path, permissions allowing. However, users are generally not familiar with them, and so the recommended use of this function is to retrieve mount points using *os.listmounts()*.

May raise *OSError* if an error occurs collecting the volumes.

Raises an *auditing event* `os.listvolumes` with no arguments.

利用可能な環境: Windows

Added in version 3.12.

`os.lstat`(*path*, ***, *dir_fd=None*)

Perform the equivalent of an `lstat()` system call on the given path. Similar to *stat()*, but does not follow symbolic links. Return a *stat_result* object.

シンボリックリンクをサポートしていないプラットフォームでは *stat()* の別名です。

Python 3.3 以降では `os.stat(path, dir_fd=dir_fd, follow_symlinks=False)` と等価です。

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** もサポートすることができます。

参考:

stat() 関数。

バージョン 3.2 で変更: Windows 6.0 (Vista) のシンボリックリンクをサポートしました。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: On Windows, now opens reparse points that represent another path (name surrogates), including symbolic links and directory junctions. Other kinds of reparse points are resolved by the operating system as for *stat()*.

`os.mkdir`(*path*, *mode=0o777*, ***, *dir_fd=None*)

ディレクトリ *path* を数値モード *mode* で作成します。

If the directory already exists, *FileExistsError* is raised. If a parent directory in the path does not exist, *FileNotFoundError* is raised.

いくつかのシステムにおいては *mode* は無視されます。それが使われる時には、最初に現在の umask 値でマスクされます。もし最後の 9 ビット (つまり *mode* の 8 進法表記の最後の 3 桁) を除いたビットが設定されていたら、それらの意味はプラットフォームに依存します。いくつかのプラットフォームではそれらは無視され、それらを設定するためには明示的に *chmod()* を呼ぶ必要があるでしょう。

On Windows, a *mode* of `0o700` is specifically handled to apply access control to the new directory such that only the current user and administrators have access. Other values of *mode* are ignored.

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** もサポートすることができます。

一時ディレクトリを作成することもできます： *tempfile* モジュールの *tempfile.mkdtemp()* 関数を参照してください。

引数 `path`, `mode`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.mkdir` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.13 で変更: Windows now handles a *mode* of `0o700`.

os.**makedirs**(*name*, *mode=0o777*, *exist_ok=False*)

再帰的にディレクトリを作成する関数です。*mkdir()* と似ていますが、末端ディレクトリを作成するために必要なすべての中間ディレクトリも作成します。

The *mode* parameter is passed to *mkdir()* for creating the leaf directory; see *the mkdir() description* for how it is interpreted. To set the file permission bits of any newly created parent directories you can set the umask before invoking *makedirs()*. The file permission bits of existing parent directories are not changed.

exist_ok の値が `False` の場合 (デフォルト)、対象のディレクトリがすでに存在すると *FileExistsError* を送出します。

注釈: 作成するパス要素に *pardir* (UNIX では "..") が含まれる場合、*makedirs()* は混乱します。

この関数は UNC パスを正しく扱えるようになりました。

引数 `path`, `mode`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.mkdir` を送出します。

バージョン 3.2 で変更: Added the *exist_ok* parameter.

バージョン 3.4.1 で変更: Python 3.4.1 より前、*exist_ok* が `True` でそのディレクトリが既存の場合でも、*makedirs()* は *mode* が既存ディレクトリのモードと合わない場合にはエラーにしようとしていました。このモードチェックの振る舞いを安全に実装することが出来なかったため、Python 3.4.1 でこのチェックは削除されました。bpo-21082 を参照してください。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: The *mode* argument no longer affects the file permission bits of newly created intermediate-level directories.

os.**mkfifo**(*path*, *mode=0o666*, ***, *dir_fd=None*)

FIFO (名前付きパイプ) *path* を数値モード *mode* で作成します。先に現在の umask 値でマスクされます。

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** もサポートすることができます。

FIFO は通常のファイルのようにアクセスできるパイプです。FIFO は (例えば *os.unlink()* を使って) 削除されるまで存在しつづけます。一般的に、FIFO は " クライアント " と " サーバー " 形式のプロセス間でランデブーを行うために使われます : この時、サーバーは FIFO を読み込み用に、クライアントは書き出し用にオープンします。*mkfifo()* は FIFO をオープンしない --- 単にランデブーポイントを作成するだけ --- なので注意してください。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.**mknod**(*path*, *mode=0o600*, *device=0*, ***, *dir_fd=None*)

path という名前で、ファイルシステムノード (ファイル、デバイス特殊ファイル、または名前つきパイプ) を作成します。*mode* は、作成するノードのアクセス権限とタイプの両方を `stat.S_IFREG`、`stat.S_IFCHR`、`stat.S_IFBLK`、および `stat.S_IFIFO` の組み合わせ (ビット単位の論理和) で指定します (これらの定数は *stat* で利用可能です)。`stat.S_IFCHR` と `stat.S_IFBLK` を指定した場合、*devide* は新しく作成されたデバイス特殊ファイルを (おそらく *os.makedev()* を使って) 定義し、それ以外の定数を指定した場合は無視されます。

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** もサポートすることができます。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.**major**(*device*, */*)

Extract the device major number from a raw device number (usually the `st_dev` or `st_rdev` field from `stat`).

os.**minor**(*device*, */*)

Extract the device minor number from a raw device number (usually the `st_dev` or `st_rdev` field from `stat`).

os.**makedev**(*major*, *minor*, */*)

メジャーおよびマイナーデバイス番号から、新しく RAW デバイス番号を作成します。

os.**pathconf**(*path*, *name*)

名前付きファイルに関連するシステム設定情報を返します。*name* には取得したい設定名を指定します ; これは定義済みのシステム値名の文字列で、多くの標準 (POSIX.1 、Unix 95 、Unix 98 その他) で定義されています。プラットフォームによっては別の名前も定義しています。ホストオペレーティングシステムの関知する名前は `pathconf_names` 辞書で与えられています。このマップ型オブジェクトに入っていない設定変数については、*name* に整数を渡してもかまいません。

name が不明の文字列である場合、*ValueError* を送出します。*name* の特定の値がホストシステムでサポートされていない場合、`pathconf_names` に含まれていたとしても、*errno.EINVAL* をエラー番号として *OSError* を送出します。

この関数は **ファイル記述子の指定** をサポートしています。

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.**pathconf_names**

pathconf() および *fpathconf()* が受理するシステム設定名を、ホストオペレーティングシステムで定義されている整数値に対応付けている辞書です。この辞書はシステムでどの設定名が定義されているかを知るために利用できます。

利用可能な環境: Unix。

os.**readlink**(*path*, ***, *dir_fd=None*)

シンボリックリンクが指しているパスを表す文字列を返します。返される値は絶対パスにも、相対パスにもなり得ます ; 相対パスの場合、`os.path.join(os.path.dirname(path), result)` を使って絶対パスに変換することができます。

If the *path* is a string object (directly or indirectly through a *PathLike* interface), the result will also be a string object, and the call may raise a UnicodeDecodeError. If the *path* is a bytes object (direct or indirectly), the result will be a bytes object.

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** もサポートすることができます。

When trying to resolve a path that may contain links, use *realpath()* to properly handle recursion and platform differences.

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.2 で変更: Windows 6.0 (Vista) のシンボリックリンクをサポートしました。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: Unix で、*path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: Windows で、*path-like object* と bytes オブジェクトを受け入れるようになりました。

Added support for directory junctions, and changed to return the substitution path (which typically includes \\?\ prefix) rather than the optional "print name" field that was previously returned.

os.**remove**(*path*, ***, *dir_fd=None*)

Remove (delete) the file *path*. If *path* is a directory, an *OSError* is raised. Use *rmdir()* to remove directories. If the file does not exist, a *FileNotFoundError* is raised.

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** をサポートしています。

Windows では、使用中のファイルを削除しようとすると例外を送出します; Unix では、ディレクトリエントリは削除されますが、記憶装置上に割り当てられたファイル領域は元のファイルが使われなくなるまで残されます。

この関数は意味論的に *unlink()* と同一です。

引数 `path`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.remove` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.removedirs(*name*)

再帰的なディレクトリ削除関数です。*rmdir()* と同じように動作しますが、末端ディレクトリがうまく削除できるかぎり、*removedirs()* は *path* に現れる親ディレクトリをエラーが送出されるまで (このエラーは通常、指定したディレクトリの親ディレクトリが空でないことを意味するだけなので無視されます) 順に削除することを試みます。例えば、`os.removedirs('foo/bar/baz')` では最初にディレクトリ `'foo/bar/baz'` を削除し、次に `'foo/bar'` さらに `'foo'` をそれらが空ならば削除します。末端のディレクトリが削除できなかった場合には *OSError* が送出されます。

引数 `path`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.remove` を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.rename(*src*, *dst*, ***, *src_dir_fd=None*, *dst_dir_fd=None*)

Rename the file or directory *src* to *dst*. If *dst* exists, the operation will fail with an *OSError* subclass in a number of cases:

On Windows, if *dst* exists a *FileExistsError* is always raised. The operation may fail if *src* and *dst* are on different filesystems. Use *shutil.move()* to support moves to a different filesystem.

On Unix, if *src* is a file and *dst* is a directory or vice-versa, an *IsADirectoryError* or a *NotADirectoryError* will be raised respectively. If both are directories and *dst* is empty, *dst* will be silently replaced. If *dst* is a non-empty directory, an *OSError* is raised. If both are files, *dst* will be replaced silently if the user has permission. The operation may fail on some Unix flavors if *src* and *dst* are on different filesystems. If successful, the renaming will be an atomic operation (this is a POSIX requirement).

この関数は *src_dir_fd* と *dst_dir_fd* のどちらかまたは両方の指定に **ディレクトリ記述子への相対パス** をサポートしています。

対象の上書きがクロスプラットフォームになる場合は *replace()* を使用してください。

引数 `src`, `dst`, `src_dir_fd`, `dst_dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.rename` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: Added the *src_dir_fd* and *dst_dir_fd* parameters.

バージョン 3.6 で変更: *src* と *dst* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

os.renames(*old*, *new*)

再帰的にディレクトリやファイル名を変更する関数です。*rename()* のように動作しますが、新たなパス名を持つファイルを配置するために必要な途中のディレクトリ構造をまず作成しようと試みます。名前変更の後、元のファイル名のパス要素は *removedirs()* を使って右側から順に削除されます。

注釈: この関数はコピー元の末端のディレクトリまたはファイルを削除する権限がない場合には失敗します。

引数 src, dst, src_dir_fd, dst_dir_fd を指定して 監査イベント os.rename を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *old* と *new* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

os.**replace**(*src*, *dst*, ***, *src_dir_fd=None*, *dst_dir_fd=None*)

ファイルまたはディレクトリ *src* の名前を *dst* へ変更します。*dst* が空でないディレクトリの場合 *OSError* が送出されます。*dst* が存在し、かつファイルの場合、ユーザーの権限がある限り暗黙のうちに置き換えられます。*src* と *dst* が異なるファイルシステム上にあると失敗することがあります。ファイル名の変更が成功する場合はアトミック操作となります (これは POSIX 要求仕様です)。

この関数は *src_dir_fd* と *dst_dir_fd* のどちらかまたは両方の指定に ディレクトリ記述子への相対パス をサポートしています。

引数 src, dst, src_dir_fd, dst_dir_fd を指定して 監査イベント os.rename を送出します。

Added in version 3.3.

バージョン 3.6 で変更: *src* と *dst* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

os.**rmdir**(*path*, ***, *dir_fd=None*)

Remove (delete) the directory *path*. If the directory does not exist or is not empty, a *FileNotFoundError* or an *OSError* is raised respectively. In order to remove whole directory trees, *shutil.rmtree()* can be used.

この関数は ディレクトリ記述子への相対パス をサポートしています。

引数 path, dir_fd を指定して 監査イベント os.rmdir を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.**scandir**(*path='.'*)

Return an iterator of *os.DirEntry* objects corresponding to the entries in the directory given by *path*. The entries are yielded in arbitrary order, and the special entries `'.'` and `'..'` are not included. If a file is removed from or added to the directory after creating the iterator, whether an entry for that file be included is unspecified.

listdir() の代わりに *scandir()* を使用すると、ファイルタイプや属性情報も必要とするコードのパフォーマンスが大幅に向上します。これは、オペレーティングシステムがディレクトリのスキャン中にこの情報を提供した場合、*os.DirEntry* オブジェクトがその情報を公開するからです。すべての *os.DirEntry* メソッドはシステムコールを実行する場合がありますが、*is_dir()* と *is_file()* は、通常はシンボリッ

クリンクにしかシステムコールを必要としません。*os.DirEntry.stat()* は、Unix 上では常にシステムコールを必要としますが、Windows ではシンボリックリンク用にシステムコールを一つ必要とするだけです。

path may be a *path-like object*. If *path* is of type `bytes` (directly or indirectly through the *PathLike* interface), the type of the *name* and *path* attributes of each *os.DirEntry* will be `bytes`; in all other circumstances, they will be of type `str`.

この関数は **ファイル記述子の指定** もサポートしています; ファイル記述子はディレクトリを参照していなくてはなりません。

引数 `path` を指定して **監査イベント** `os.scandir` を送出します。

scandir() イテレータは、**コンテキストマネージャ** プロトコルをサポートし、次のメソッドを持ちます。

`scandir.close()`

イテレータを閉じ、獲得した資源を開放します。

この関数は、イテレータがすべて消費されるか、ガーベージコレクトされた、もしくはイテレート中にエラーが発生した際に自動的に呼び出されます。しかし、`with` 文を用いるか、明示的に呼び出すことを推奨します。

Added in version 3.6.

次の単純な例では、*scandir()* を使用して、指定した *path* 内の先頭が `'.'` でないすべてのファイル (ディレクトリを除く) をすべて表示します。`entry.is_file()` を呼び出しても、通常は追加のシステムコールは行われません:

```
with os.scandir(path) as it:
    for entry in it:
        if not entry.name.startswith('.') and entry.is_file():
            print(entry.name)
```

注釈: On Unix-based systems, *scandir()* uses the system's opendir() and readdir() functions. On Windows, it uses the Win32 FindFirstFileW and FindNextFileW functions.

Added in version 3.5.

バージョン 3.6 で変更: Added support for the *context manager* protocol and the *close()* method. If a *scandir()* iterator is neither exhausted nor explicitly closed a *ResourceWarning* will be emitted in its destructor.

関数が *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: Unix で **ファイル記述子の指定** のサポートが追加されました。

class os.DirEntry

ディレクトリエントリのファイルパスとその他のファイル属性を公開するために、*scandir()* が yield するオブジェクトです。

scandir() は、追加のシステムコールを実行することなく、この情報をできるだけ多く提供します。stat() または lstat() システムコールが実行された場合、os.DirEntry オブジェクトは結果をキャッシュします。

os.DirEntry インスタンスは、寿命の長いデータ構造に保存されることは想定されていません。ファイルメタデータが変更された場合や、*scandir()* が呼び出されてから長時間が経過した場合は、os.stat(entry.path) を呼び出して最新の情報を取得してください。

os.DirEntry のメソッドはオペレーティングシステムコールを実行する場合があるため、それらは *OSError* も送出する場合があります。エラーを細かく制御する必要がある場合、os.DirEntry のメソッドの一つの呼び出し時に *OSError* を捕捉して、適切な処理を行うことができます。

To be directly usable as a *path-like object*, os.DirEntry implements the *PathLike* interface.

os.DirEntry インスタンスの属性とメソッドは以下の通りです:

name

scandir() の *path* 引数に対して相対的な、エントリのベースファイル名です。

The *name* attribute will be bytes if the *scandir() path* argument is of type bytes and str otherwise. Use *fsdecode()* to decode byte filenames.

path

The entry's full path name: equivalent to os.path.join(scandir_path, entry.name) where *scandir_path* is the *scandir() path* argument. The path is only absolute if the *scandir() path* argument was absolute. If the *scandir() path* argument was a *file descriptor*, the *path* attribute is the same as the *name* attribute.

The *path* attribute will be bytes if the *scandir() path* argument is of type bytes and str otherwise. Use *fsdecode()* to decode byte filenames.

inode()

項目の inode 番号を返します。

結果は os.DirEntry オブジェクトにキャッシュされます。最新の情報を取得するには os.stat(entry.path, follow_symlinks=False).st_ino を使用してください。

Windows 上では、最初のキャッシュされていない呼び出しでシステムコールが必要ですが、Unix 上では必要ありません。

is_dir(*, *follow_symlinks=True*)

この項目がディレクトリまたはディレクトリへのシンボリックリンクである場合、True を返します。

項目がそれ以外のファイルやそれ以外のファイルへのシンボリックリンクである場合や、もはや存在しない場合は False を返します。

follow_symlinks が False の場合、項目がディレクトリ (シンボリックリンクはたどりません) の場合にのみ True を返します。項目がディレクトリ以外のファイルである場合や、項目がもはや存在しない場合は False を返します。

結果は os.DirEntry オブジェクトにキャッシュされます。*follow_symlinks* が True の場合と False の場合とでは、別のオブジェクトにキャッシュされます。最新の情報を取得するには *stat.S_ISDIR()* と共に *os.stat()* を呼び出してください。

多くの場合、最初のキャッシュされない呼び出しでは、システムコールは必要とされません。具体的には、シンボリックリンク以外では、Windows も Unix もシステムコールを必要としません。ただし、dirent.d_type == DT_UNKNOWN を返す、ネットワークファイルシステムなどの特定の Unix ファイルシステムは例外です。項目がシンボリックリンクの場合、*follow_symlinks* が False の場合を除き、シンボリックリンクをたどるためにシステムコールが必要となります。

このメソッドは *PermissionError* のような *OSError* を送出することがありますが、*FileNotFoundError* は捕捉され送出されません。

is_file(*, *follow_symlinks=True*)

この項目がファイルまたはファイルへのシンボリックリンクである場合、True を返します。項目がディレクトリやファイル以外の項目へのシンボリックリンクである場合や、もはや存在しない場合は False を返します。

follow_symlinks が False の場合、項目がファイル (シンボリックリンクはたどりません) の場合にのみ True を返します。項目がディレクトリやその他のファイル以外の項目である場合や、項目がもはや存在しない場合は False を返します。

結果は os.DirEntry オブジェクトにキャッシュされます。キャッシュ、システムコール、例外は、*is_dir()* と同様に行われます。

is_symlink()

この項目がシンボリックリンクの場合 (たとえ破損していても)、True を返します。項目がディレクトリやあらゆる種類のファイルの場合、またはもはや存在しない場合は False を返します。

結果は os.DirEntry オブジェクトにキャッシュされます。最新の情報をフェッチするには *os.path.islink()* を呼び出してください。

多くの場合、最初のキャッシュされない呼び出しでは、システムコールは必要とされません。具体的には、Windows も Unix もシステムコールを必要としません。ただし、dirent.d_type == DT_UNKNOWN を返す、ネットワークファイルシステムなどの特定の Unix ファイルシステムは例外です。

このメソッドは *PermissionError* のような *OSError* を送出することがありますが、*FileNotFoundError* は捕捉され送出されません。

is_junction()

Return True if this entry is a junction (even if broken); return False if the entry points to a regular directory, any kind of file, a symlink, or if it doesn't exist anymore.

The result is cached on the os.DirEntry object. Call *os.path.isjunction()* to fetch up-to-date information.

Added in version 3.12.

stat(*, *follow_symlinks=True*)

この項目の *stat_result* オブジェクトを返します。このメソッドは、デフォルトでシンボリックリンクをたどります。シンボリックリンクを開始するには、follow_symlinks=False 引数を追加します。

On Unix, this method always requires a system call. On Windows, it only requires a system call if *follow_symlinks* is True and the entry is a reparse point (for example, a symbolic link or directory junction).

Windows では、*stat_result* の st_ino 、st_dev 、st_nlink 属性は常にゼロに設定されます。これらの属性を取得するには、*os.stat()* を呼び出します。

結果は os.DirEntry オブジェクトにキャッシュされます。*follow_symlinks* が True の場合と False の場合とでは、別のオブジェクトにキャッシュされます。最新の情報を取得するには、*os.stat()* を呼び出してください。

Note that there is a nice correspondence between several attributes and methods of os.DirEntry and of *pathlib.Path*. In particular, the name attribute has the same meaning, as do the is_dir(), is_file(), is_symlink(), is_junction(), and stat() methods.

Added in version 3.5.

バージョン 3.6 で変更: *PathLike* インターフェースをサポートしました。Windows で:class:*bytes* パスをサポートしました。

バージョン 3.12 で変更: The st_ctime attribute of a stat result is deprecated on Windows. The file creation time is properly available as st_birthtime, and in the future st_ctime may be changed to return zero or the metadata change time, if available.

os.stat(*path*, *, *dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

Get the status of a file or a file descriptor. Perform the equivalent of a stat() system call on the given path. *path* may be specified as either a string or bytes -- directly or indirectly through the *PathLike* interface -- or as an open file descriptor. Return a *stat_result* object.

この関数は通常はシンボリックリンクをたどります。シンボリックリンクに対して stat したい場合は follow_symlinks=False とするか、*lstat()* を利用してください。

この関数は **ファイル記述子の指定** および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

On Windows, passing `follow_symlinks=False` will disable following all name-surrogate reparse points, which includes symlinks and directory junctions. Other types of reparse points that do not resemble links or that the operating system is unable to follow will be opened directly. When following a chain of multiple links, this may result in the original link being returned instead of the non-link that prevented full traversal. To obtain stat results for the final path in this case, use the *os.path.realpath()* function to resolve the path name as far as possible and call *lstat()* on the result. This does not apply to dangling symlinks or junction points, which will raise the usual exceptions.

以下はプログラム例です:

```
>>> import os
>>> statinfo = os.stat('somefile.txt')
>>> statinfo
os.stat_result(st_mode=33188, st_ino=7876932, st_dev=234881026,
st_nlink=1, st_uid=501, st_gid=501, st_size=264, st_atime=1297230295,
st_mtime=1297230027, st_ctime=1297230027)
>>> statinfo.st_size
264
```

参考:

fstat() と *lstat()*。

バージョン 3.3 で変更: Added the *dir_fd* and *follow_symlinks* parameters, specifying a file descriptor instead of a path.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: On Windows, all reparse points that can be resolved by the operating system are now followed, and passing `follow_symlinks=False` disables following all name surrogate reparse points. If the operating system reaches a reparse point that it is not able to follow, *stat* now returns the information for the original path as if `follow_symlinks=False` had been specified instead of raising an error.

class os.stat_result

Object whose attributes correspond roughly to the members of the `stat` structure. It is used for the result of *os.stat()*, *os.fstat()* and *os.lstat()*.

属性:

st_mode

ファイルモード。ファイルタイプとファイルモードのビット（権限）。

st_ino

Platform dependent, but if non-zero, uniquely identifies the file for a given value of `st_dev`. Typically:

- the inode number on Unix,
- the file index on Windows

st_dev

このファイルが存在するデバイスの識別子。

st_nlink

ハードリンクの数。

st_uid

ファイル所有者のユーザ識別子。

st_gid

ファイル所有者のグループ識別子。

st_size

ファイルが通常のファイルまたはシンボリックリンクの場合、そのファイルのバイト単位でのサイズです。シンボリックリンクのサイズは、含まれるパス名の長さで、null バイトで終わることはありません。

タイムスタンプ:

st_atime

秒で表した最終アクセス時刻。

st_mtime

秒で表した最終内容更新時刻。

st_ctime

Time of most recent metadata change expressed in seconds.

バージョン 3.12 で変更: `st_ctime` is deprecated on Windows. Use `st_birthtime` for the file creation time. In the future, `st_ctime` will contain the time of the most recent metadata change, as for other platforms.

st_atime_ns

ナノ秒 (整数) で表した最終アクセス時刻。

Added in version 3.3.

st_mtime_ns

ナノ秒 (整数) で表した最終内容更新時刻。

Added in version 3.3.

st_ctime_ns

Time of most recent metadata change expressed in nanoseconds as an integer.

Added in version 3.3.

バージョン 3.12 で変更: `st_ctime_ns` is deprecated on Windows. Use `st_birthtime_ns` for the file creation time. In the future, `st_ctime` will contain the time of the most recent metadata change, as for other platforms.

st_birthtime

Time of file creation expressed in seconds. This attribute is not always available, and may raise *AttributeError*.

バージョン 3.12 で変更: `st_birthtime` is now available on Windows.

st_birthtime_ns

Time of file creation expressed in nanoseconds as an integer. This attribute is not always available, and may raise *AttributeError*.

Added in version 3.12.

注釈: The exact meaning and resolution of the *st_atime*, *st_mtime*, *st_ctime* and *st_birthtime* attributes depend on the operating system and the file system. For example, on Windows systems using the FAT32 file systems, *st_mtime* has 2-second resolution, and *st_atime* has only 1-day resolution. See your operating system documentation for details.

Similarly, although *st_atime_ns*, *st_mtime_ns*, *st_ctime_ns* and *st_birthtime_ns* are always expressed in nanoseconds, many systems do not provide nanosecond precision. On systems that do provide nanosecond precision, the floating-point object used to store *st_atime*, *st_mtime*, *st_ctime* and *st_birthtime* cannot preserve all of it, and as such will be slightly inexact. If you need the exact timestamps you should always use *st_atime_ns*, *st_mtime_ns*, *st_ctime_ns* and *st_birthtime_ns*.

(Linux のような) 一部の Unix システムでは、以下の属性が利用できる場合があります :

st_blocks

ファイルに対して割り当てられている 512 バイトのブロックの数です。ファイルにホール (hole) が含まれている場合、*st_size*/512 より小さくなる場合があります。

st_blksize

効率的なファイルシステム I/O のための「推奨される」ブロックサイズです。ファイルに、これより小さいチャンクで書き込むと、非効率的な読み込み、編集、再書き込みが起こる場合があります。

st_rdev

inode デバイスの場合デバイスタイプ

st_flags

ファイルのユーザ定義フラグ

他の (FreeBSD のような) Unix システムでは、以下の属性が利用できる場合があります (ただし root ユーザ以外が使うと値が入っていない場合があります):

st_gen

ファイル生成番号

On Solaris and derivatives, the following attributes may also be available:

st_fstype

String that uniquely identifies the type of the filesystem that contains the file.

On macOS systems, the following attributes may also be available:

st_rsize

ファイルの実際のサイズ

st_creator

ファイルの作成者

st_type

ファイルタイプ

On Windows systems, the following attributes are also available:

st_file_attributes

Windows file attributes: `dwFileAttributes` member of the `BY_HANDLE_FILE_INFORMATION` structure returned by `GetFileInformationByHandle()`. See the `FILE_ATTRIBUTE_* <stat.FILE_ATTRIBUTE_ARCHIVE>` constants in the *stat* module.

Added in version 3.5.

st_reparse_tag

When *st_file_attributes* has the *FILE_ATTRIBUTE_REPARSE_POINT* set, this field contains the tag identifying the type of reparse point. See the *IO_REPARSE_TAG_** constants in the *stat* module.

The standard module *stat* defines functions and constants that are useful for extracting information from a `stat` structure. (On Windows, some items are filled with dummy values.)

For backward compatibility, a *stat_result* instance is also accessible as a tuple of at least 10 integers giving the most important (and portable) members of the `stat` structure, in the order *st_mode*,

st_ino, *st_dev*, *st_nlink*, *st_uid*, *st_gid*, *st_size*, *st_atime*, *st_mtime*, *st_ctime*. More items may be added at the end by some implementations. For compatibility with older Python versions, accessing *stat_result* as a tuple always returns integers.

バージョン 3.5 で変更: Windows now returns the file index as *st_ino* when available.

バージョン 3.7 で変更: Added the *st_fstype* member to Solaris/derivatives.

バージョン 3.8 で変更: Added the *st_reparse_tag* member on Windows.

バージョン 3.8 で変更: On Windows, the *st_mode* member now identifies special files as `S_IFCHR`, `S_IFIFO` or `S_IFBLK` as appropriate.

バージョン 3.12 で変更: On Windows, *st_ctime* is deprecated. Eventually, it will contain the last metadata change time, for consistency with other platforms, but for now still contains creation time. Use *st_birthtime* for the creation time.

On Windows, *st_ino* may now be up to 128 bits, depending on the file system. Previously it would not be above 64 bits, and larger file identifiers would be arbitrarily packed.

On Windows, *st_rdev* no longer returns a value. Previously it would contain the same as *st_dev*, which was incorrect.

Added the *st_birthtime* member on Windows.

`os.statvfs`(*path*)

Perform a `statvfs()` system call on the given path. The return value is an object whose attributes describe the filesystem on the given path, and correspond to the members of the `statvfs` structure, namely: `f_bsize`, `f_frsize`, `f_blocks`, `f_bfree`, `f_bavail`, `f_files`, `f_ffree`, `f_favail`, `f_flag`, `f_namemax`, `f_fsid`.

`f_flag` 属性のビットフラグ用に 2 つのモジュールレベル定数が定義されています: `ST_RDONLY` が設定されるとファイルシステムは読み出し専用でマウントされ、`ST_NOSUID` が設定されると setuid/setgid ビットの動作は無効になるか、サポートされません。

GNU/glibc ベースのシステム用に、追加のモジュールレベルの定数が次のように定義されています。`ST_NODEV` (デバイス特殊ファイルへのアクセスを許可しない) 、`ST_NOEXEC` (プログラムの実行を許可しない) 、`ST_SYNCHRONOUS` (書き込みが一度に同期される) 、`ST_MANDLOCK` (ファイルシステムで強制的なロックを許可する) 、`ST_WRITE` (ファイル/ディレクトリ/シンボリックリンクに書き込む) 、`ST_APPEND` (追記のみのファイル) 、`ST_IMMUTABLE` (変更不能なファイル) 、`ST_NOATIME` (アクセス時刻を更新しない) 、`ST_NODIRATIME` (ディレクトリアクセス時刻を更新しない) 、`ST_RELATIME` (mtime/ctime に対して相対的に atime を更新する)。

この関数は **ファイル記述子の指定** をサポートしています。

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.2 で変更: 定数 ST_RDONLY および ST_NOSUID が追加されました。

バージョン 3.3 で変更: *path* へのオープン・ファイル記述子の指定をサポートしました。

バージョン 3.4 で変更: ST_NODEV, ST_NOEXEC, ST_SYNCHRONOUS, ST_MANDLOCK, ST_WRITE, ST_APPEND, ST_IMMUTABLE, ST_NOATIME, ST_NODIRATIME, ST_RELATIME 定数が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: Added the f_fsid attribute.

os.supports_dir_fd

A *set* object indicating which functions in the *os* module accept an open file descriptor for their *dir_fd* parameter. Different platforms provide different features, and the underlying functionality Python uses to implement the *dir_fd* parameter is not available on all platforms Python supports. For consistency's sake, functions that may support *dir_fd* always allow specifying the parameter, but will throw an exception if the functionality is used when it's not locally available. (Specifying None for *dir_fd* is always supported on all platforms.)

To check whether a particular function accepts an open file descriptor for its *dir_fd* parameter, use the in operator on supports_dir_fd. As an example, this expression evaluates to True if *os.stat()* accepts open file descriptors for *dir_fd* on the local platform:

```
os.stat in os.supports_dir_fd
```

現在 *dir_fd* 引数は Unix プラットフォームでのみ動作します。Windows で動作する関数はありません。

Added in version 3.3.

os.supports_effective_ids

A *set* object indicating whether *os.access()* permits specifying True for its *effective_ids* parameter on the local platform. (Specifying False for *effective_ids* is always supported on all platforms.) If the local platform supports it, the collection will contain *os.access()*; otherwise it will be empty.

This expression evaluates to True if *os.access()* supports effective_ids=True on the local platform:

```
os.access in os.supports_effective_ids
```

現在 *effective_ids* は Unix プラットフォームでのみサポートされています。Windows では動作しません。

Added in version 3.3.

os.supports_fd

A *set* object indicating which functions in the *os* module permit specifying their *path* parameter as an open file descriptor on the local platform. Different platforms provide different features, and the

underlying functionality Python uses to accept open file descriptors as *path* arguments is not available on all platforms Python supports.

To determine whether a particular function permits specifying an open file descriptor for its *path* parameter, use the `in` operator on `supports_fd`. As an example, this expression evaluates to `True` if *os.chdir()* accepts open file descriptors for *path* on your local platform:

```
os.chdir in os.supports_fd
```

Added in version 3.3.

os.supports_follow_symlinks

A *set* object indicating which functions in the *os* module accept `False` for their *follow_symlinks* parameter on the local platform. Different platforms provide different features, and the underlying functionality Python uses to implement *follow_symlinks* is not available on all platforms Python supports. For consistency's sake, functions that may support *follow_symlinks* always allow specifying the parameter, but will throw an exception if the functionality is used when it's not locally available. (Specifying `True` for *follow_symlinks* is always supported on all platforms.)

To check whether a particular function accepts `False` for its *follow_symlinks* parameter, use the `in` operator on `supports_follow_symlinks`. As an example, this expression evaluates to `True` if you may specify `follow_symlinks=False` when calling *os.stat()* on the local platform:

```
os.stat in os.supports_follow_symlinks
```

Added in version 3.3.

os.symlink(*src*, *dst*, *target_is_directory=False*, ***, *dir_fd=None*)

src を指し示すシンボリックリンク *dst* を作成します。

Windows では、シンボリックリンクはファイルかディレクトリのどちらかを表しますが、ターゲットに合わせて動的に変化することはありません。ターゲットが存在する場合、シンボリックリンクの種類は対象に合わせて作成されます。ターゲットが存在せず *target_is_directory* に `True` が設定された場合、シンボリックリンクはディレクトリのリンクとして作成され、`False` に設定された場合 (デフォルト) はファイルのリンクになります。Windows 以外のプラットフォームでは *target_is_directory* は無視されます。

この関数は **ディレクトリ記述子への相対パス** をサポートしています。

注釈: On newer versions of Windows 10, unprivileged accounts can create symlinks if Developer Mode is enabled. When Developer Mode is not available/enabled, the *SeCreateSymbolicLinkPrivilege* privilege is required, or the process must be run as an administrator.

この関数が特権を持たないユーザーに呼び出されると、*OSError* が送出されます。

引数 src, dst, dir_fd を指定して 監査イベント os.symlink を送出します。

Availability: Unix, Windows。

The function is limited on WASI, see *WebAssembly* プラットフォーム for more information.

バージョン 3.2 で変更: Windows 6.0 (Vista) のシンボリックリンクをサポートしました。

バージョン 3.3 で変更: Added the *dir_fd* parameter, and now allow *target_is_directory* on non-Windows platforms.

バージョン 3.6 で変更: *src* と *dst* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: Added support for unelevated symlinks on Windows with Developer Mode.

os.sync()

ディスクキャッシュのディスクへの書き出しを強制します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

os.truncate(*path*, *length*)

path に対応するファイルを、サイズが最大で *length* バイトになるよう切り詰めます。

この関数は ファイル記述子の指定 をサポートしています。

引数 path, length を指定して 監査イベント os.truncate を送出します。

Availability: Unix, Windows。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: Windows サポートを追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.unlink(*path*, ***, *dir_fd=None*)

ファイル *path* を削除します。意味上は *remove()* と等価です。unlink の名前は伝統的な Unix の関数名です。詳細は *remove()* のドキュメントを参照してください。

引数 path, dir_fd を指定して 監査イベント os.remove を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 引数 *dir_fd* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.utime(*path*, *times=None*, ***, [*ns*,]*dir_fd=None*, *follow_symlinks=True*)

path で指定されたファイルに最終アクセス時刻および最終修正時刻を設定します。

utime() は 2 つの任意引数 *times* と *ns* をとります。これらは *path* に設定する時刻を指定し、以下のように使用されます:

- *ns* を指定する場合、ナノ秒を表す整数値をメンバーとして使用して、`(atime_ns, mtime_ns)` の形式の 2 要素タプルを指定する必要があります。
- *times* が `None` ではない場合、`(atime, mtime)` の形式で各メンバーは単位を秒で表す整数か浮動小数点値のタプルを指定しなければなりません。
- *times* が `None` で、*ns* が指定されていない場合、これは両方の時間を現在時刻として `ns=(atime_ns, mtime_ns)` を指定することと等価です。

times と *ns* の両方にタプルが指定されるとエラーになります。

ここで設定した時刻が、後に *stat()* の呼び出し時正確に返されない場合があります。これはオペレーティングシステムが記録するアクセスおよび修正時刻の精度に依存しています; *stat()* を参照してください。正確な時刻を保持する最善の方法は、*utime()* で *ns* 引数を指定し、*os.stat()* の返り値オブジェクトから *st_atime_ns* および *st_mtime_ns* フィールドを使用することです。

この関数は **ファイル記述子の指定** 、**ディレクトリ記述子への相対パス** 、および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

引数 `path`, `times`, `ns`, `dir_fd` を指定して **監査イベント** `os.utime` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: *path* にオープンしているファイル記述子の指定のサポート、および引数 *dir_fd*, *follow_symlinks*, *ns* を追加しました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

`os.walk`(*top*, *topdown=True*, *onerror=None*, *followlinks=False*)

ディレクトリツリー以下のファイル名を、ツリーをトップダウンもしくはボトムアップに走査することで作成します。ディレクトリ *top* を根に持つディレクトリツリーに含まれる、各ディレクトリ (*top* 自身を含む) ごとに、タプル `(dirpath, dirnames, filenames)` を yield します。

dirpath is a string, the path to the directory. *dirnames* is a list of the names of the subdirectories in *dirpath* (including symlinks to directories, and excluding `'.'` and `'..'`). *filenames* is a list of the names of the non-directory files in *dirpath*. Note that the names in the lists contain no path components. To get a full path (which begins with *top*) to a file or directory in *dirpath*, do `os.path.join(dirpath, name)`. Whether or not the lists are sorted depends on the file system. If a file is removed from or added to the *dirpath* directory during generating the lists, whether a name for that file be included is unspecified.

オプション引数 *topdown* が `True` であるか、指定されなかった場合、各ディレクトリからタプルを生成した後で、サブディレクトリからタプルを生成します。(ディレクトリはトップダウンで生成) 。*topdown* が `False` の場合、ディレクトリに対応するタプルは、そのディレクトリ以下の全てのサブディレクトリに対

応するタプルの後で (ボトムアップで) 生成されます。*topdown* の値によらず、サブディレクトリのリストは、ディレクトリとそのサブディレクトリのタプルを生成する前に取り出されます。

topdown が `True` のとき、呼び出し側は *dirnames* リストを、インプレースで (たとえば、`del` やスライスを使った代入で) 変更でき、*walk()* は *dirnames* に残っているサブディレクトリ内のみを再帰します。これにより、検索を省略したり、特定の訪問順序を強制したり、呼び出し側が *walk()* を再開する前に、呼び出し側が作った、または名前を変更したディレクトリを、*walk()* に知らせたりすることができます。*topdown* が `False` のときに *dirnames* を変更しても効果はありません。ボトムアップモードでは *dirpath* 自身が生成される前に *dirnames* 内のディレクトリの情報が生成されるからです。

デフォルトでは、*scandir()* 呼び出しからのエラーは無視されます。オプション引数の *onerror* を指定する場合は関数でなければなりません ; この関数は単一の引数として *OSError* インスタンスを伴って呼び出されます。この関数でエラーを報告して走査を継続したり、例外を送出して走査を中止したりできます。ファイル名は例外オブジェクトの `filename` 属性として利用できます。

デフォルトでは、*walk()* はディレクトリへのシンボリックリンクをたどりません。*followlinks* に `True` を指定すると、ディレクトリへのシンボリックリンクをサポートしているシステムでは、シンボリックリンクの指しているディレクトリを走査します。

注釈: *followlinks* に `True` を指定すると、シンボリックリンクが親ディレクトリを指していた場合に、無限ループになることに注意してください。*walk()* はすでにたどったディレクトリを管理したりはしません。

注釈: 相対パスを渡した場合、*walk()* が再開されるまでの間に現在の作業ディレクトリを変更しないでください。*walk()* はカレントディレクトリを変更しませんし、呼び出し側もカレントディレクトリを変更しないと仮定しています。

以下の例では、最初のディレクトリ以下にある各ディレクトリに含まれる、非ディレクトリファイルのバイト数を表示します。ただし、CVS サブディレクトリ以下は見に行きません

```
import os
from os.path import join, getsize
for root, dirs, files in os.walk('python/Lib/email'):
    print(root, "consumes", end=" ")
    print(sum(getsize(join(root, name)) for name in files), end=" ")
    print("bytes in", len(files), "non-directory files")
    if 'CVS' in dirs:
        dirs.remove('CVS')  # don't visit CVS directories
```

次の例 (*shutil.rmtree()* の単純な実装) では、ツリーをボトムアップで走査することが不可欠になります; *rmdir()* はディレクトリが空になるまで削除を許さないからです:

```
# Delete everything reachable from the directory named in "top",
# assuming there are no symbolic links.
# CAUTION:  This is dangerous!  For example, if top == '/', it
# could delete all your disk files.
import os
for root, dirs, files in os.walk(top, topdown=False):
    for name in files:
        os.remove(os.path.join(root, name))
    for name in dirs:
        os.rmdir(os.path.join(root, name))
```

引数 top, topdown, onerror, followlinks を指定して **監査イベント** os.walk を送出します。

バージョン 3.5 で変更: この関数は、今では *os.listdir()* ではなく *os.scandir()* を呼び出します。これにより、*os.stat()* の呼び出し回数を削減でき、動作が高速化します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.**fwalk**(*top='.'*, *topdown=True*, *onerror=None*, ***, *follow_symlinks=False*, *dir_fd=None*)

挙動は *walk()* と同じですが、dir_fd をサポートし、タプル (dirpath, dirnames, filenames, dirfd) を yield します。

dirpath、*dirnames*、および *filenames* は *walk()* の出力と同じで、*dirfd* は *dirpath* を参照するファイル記述子です。

この関数は常に **ディレクトリ記述子への相対パス** および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。ただし、他の関数と異なり、*fwalk()* での *follow_symlinks* のデフォルト値は False になることに注意してください。

注釈: *fwalk()* はファイル記述子を yield するため、それらが有効なのは次のイテレートステップまでです。それ以後も保持したい場合は *dup()* などを使って複製して使用してください。

以下の例では、最初のディレクトリ以下にある各ディレクトリに含まれる、非ディレクトリファイルのバイト数を表示します。ただし、CVS サブディレクトリ以下は見に行きません

```
import os
for root, dirs, files, rootfd in os.fwalk('python/Lib/email'):
    print(root, "consumes", end="")
    print(sum([os.stat(name, dir_fd=rootfd).st_size for name in files]),
          end="")
    print("bytes in", len(files), "non-directory files")
    if 'CVS' in dirs:
        dirs.remove('CVS')  # don't visit CVS directories
```

次の例では、ツリーをボトムアップで走査することが不可欠になります；*rmdir()* はディレクトリが空になるまで削除を許さないからです

```
# Delete everything reachable from the directory named in "top",
# assuming there are no symbolic links.
# CAUTION:  This is dangerous!  For example, if top == '/', it
# could delete all your disk files.
import os
for root, dirs, files, rootfd in os.fwalk(top, topdown=False):
    for name in files:
        os.unlink(name, dir_fd=rootfd)
    for name in dirs:
        os.rmdir(name, dir_fd=rootfd)
```

引数 top, topdown, onerror, follow_symlinks を指定して **監査イベント** os.fwalk を送出します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: Added support for *bytes* paths.

os.**memfd_create**(*name*[, *flags=os.MFD_CLOEXEC*])

Create an anonymous file and return a file descriptor that refers to it. *flags* must be one of the os.MFD_* constants available on the system (or a bitwise ORed combination of them). By default, the new file descriptor is *non-inheritable*.

The name supplied in *name* is used as a filename and will be displayed as the target of the corresponding symbolic link in the directory /proc/self/fd/. The displayed name is always prefixed with memfd: and serves only for debugging purposes. Names do not affect the behavior of the file descriptor, and as such multiple files can have the same name without any side effects.

Availability: Linux >= 3.17 with glibc >= 2.27.

Added in version 3.8.

os.**MFD_CLOEXEC**

os.**MFD_ALLOW_SEALING**

os.**MFD_HUGETLB**

os.**MFD_HUGE_SHIFT**

os.**MFD_HUGE_MASK**

os.**MFD_HUGE_64KB**

os.**MFD_HUGE_512KB**

os.MFD_HUGE_1MB

os.MFD_HUGE_2MB

os.MFD_HUGE_8MB

os.MFD_HUGE_16MB

os.MFD_HUGE_32MB

os.MFD_HUGE_256MB

os.MFD_HUGE_512MB

os.MFD_HUGE_1GB

os.MFD_HUGE_2GB

os.MFD_HUGE_16GB

These flags can be passed to *memfd_create()*.

Availability: Linux >= 3.17 with glibc >= 2.27

The MFD_HUGE* flags are only available since Linux 4.14.

Added in version 3.8.

os.**eventfd**(*initval*[, *flags=os.EFD_CLOEXEC*])

Create and return an event file descriptor. The file descriptors supports raw *read()* and *write()* with a buffer size of 8, *select()*, *poll()* and similar. See man page *eventfd(2)* for more information. By default, the new file descriptor is *non-inheritable*.

initval is the initial value of the event counter. The initial value must be an 32 bit unsigned integer. Please note that the initial value is limited to a 32 bit unsigned int although the event counter is an unsigned 64 bit integer with a maximum value of 2^{64}-2.

flags can be constructed from *EFD_CLOEXEC*, *EFD_NONBLOCK*, and *EFD_SEMAPHORE*.

If *EFD_SEMAPHORE* is specified and the event counter is non-zero, *eventfd_read()* returns 1 and decrements the counter by one.

If *EFD_SEMAPHORE* is not specified and the event counter is non-zero, *eventfd_read()* returns the current event counter value and resets the counter to zero.

If the event counter is zero and *EFD_NONBLOCK* is not specified, *eventfd_read()* blocks.

eventfd_write() increments the event counter. Write blocks if the write operation would increment the counter to a value larger than 2^{64}-2.

以下はプログラム例です:

```
import os

# semaphore with start value '1'
fd = os.eventfd(1, os.EFD_SEMAPHORE | os.EFC_CLOEXEC)
try:
    # acquire semaphore
    v = os.eventfd_read(fd)
    try:
        do_work()
    finally:
        # release semaphore
        os.eventfd_write(fd, v)
finally:
    os.close(fd)
```

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.10.

os.eventfd_read(*fd*)

Read value from an *eventfd()* file descriptor and return a 64 bit unsigned int. The function does not verify that *fd* is an *eventfd()*.

Availability: Linux >= 2.6.27

Added in version 3.10.

os.eventfd_write(*fd*, *value*)

Add value to an *eventfd()* file descriptor. *value* must be a 64 bit unsigned int. The function does not verify that *fd* is an *eventfd()*.

Availability: Linux >= 2.6.27

Added in version 3.10.

os.EFD_CLOEXEC

Set close-on-exec flag for new *eventfd()* file descriptor.

Availability: Linux >= 2.6.27

Added in version 3.10.

os.EFD_NONBLOCK

Set *O_NONBLOCK* status flag for new *eventfd()* file descriptor.

Availability: Linux >= 2.6.27

Added in version 3.10.

os.EFD_SEMAPHORE

Provide semaphore-like semantics for reads from a *eventfd()* file descriptor. On read the internal counter is decremented by one.

Availability: Linux >= 2.6.30

Added in version 3.10.

Timer File Descriptors

Added in version 3.13.

These functions provide support for Linux's *timer file descriptor* API. Naturally, they are all only available on Linux.

os.timerfd_create(*clockid*, */*, ***, *flags=0*)

Create and return a timer file descriptor (*timerfd*).

The file descriptor returned by *timerfd_create()* supports:

- *read()*
- *select()*
- *poll()*

The file descriptor's *read()* method can be called with a buffer size of 8. If the timer has already expired one or more times, *read()* returns the number of expirations with the host's endianness, which may be converted to an *int* by `int.from_bytes(x, byteorder=sys.byteorder)`.

select() and *poll()* can be used to wait until timer expires and the file descriptor is readable.

clockid must be a valid *clock ID*, as defined in the *time* module:

- *time.CLOCK_REALTIME*
- *time.CLOCK_MONOTONIC*
- *time.CLOCK_BOOTTIME* (Since Linux 3.15 for timerfd_create)

If *clockid* is *time.CLOCK_REALTIME*, a settable system-wide real-time clock is used. If system clock is changed, timer setting need to be updated. To cancel timer when system clock is changed, see *TFD_TIMER_CANCEL_ON_SET*.

If *clockid* is *time.CLOCK_MONOTONIC*, a non-settable monotonically increasing clock is used. Even if the system clock is changed, the timer setting will not be affected.

If *clockid* is *time.CLOCK_BOOTTIME*, same as *time.CLOCK_MONOTONIC* except it includes any time that the system is suspended.

The file descriptor's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Any of the following variables may used, combined using bitwise OR (the | operator):

- *TFD_NONBLOCK*
- *TFD_CLOEXEC*

If *TFD_NONBLOCK* is not set as a flag, *read()* blocks until the timer expires. If it is set as a flag, *read()* doesn't block, but If there hasn't been an expiration since the last call to read, *read()* raises *OSError* with `errno` is set to *errno.EAGAIN*.

TFD_CLOEXEC is always set by Python automatically.

The file descriptor must be closed with *os.close()* when it is no longer needed, or else the file descriptor will be leaked.

参考:

The *timerfd_create(2)* man page.

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

`os.timerfd_settime`(*fd*, */*, ***, *flags=flags*, *initial=0.0*, *interval=0.0*)

Alter a timer file descriptor's internal timer. This function operates the same interval timer as *timerfd_settime_ns()*.

fd must be a valid timer file descriptor.

The timer's behaviour can be modified by specifying a *flags* value. Any of the following variables may used, combined using bitwise OR (the | operator):

- *TFD_TIMER_ABSTIME*
- *TFD_TIMER_CANCEL_ON_SET*

The timer is disabled by setting *initial* to zero (`0`). If *initial* is equal to or greater than zero, the timer is enabled. If *initial* is less than zero, it raises an *OSError* exception with `errno` set to *errno.EINVAL*

By default the timer will fire when *initial* seconds have elapsed. (If *initial* is zero, timer will fire immediately.)

However, if the *TFD_TIMER_ABSTIME* flag is set, the timer will fire when the timer's clock (set by *clockid* in *timerfd_create()*) reaches *initial* seconds.

The timer's interval is set by the *interval* *float*. If *interval* is zero, the timer only fires once, on the initial expiration. If *interval* is greater than zero, the timer fires every time *interval* seconds have elapsed since the previous expiration. If *interval* is less than zero, it raises *OSError* with `errno` set to *errno.EINVAL*

If the *TFD_TIMER_CANCEL_ON_SET* flag is set along with *TFD_TIMER_ABSTIME* and the clock for this timer is *time.CLOCK_REALTIME*, the timer is marked as cancelable if the real-time clock is changed discontinuously. Reading the descriptor is aborted with the error ECANCELED.

Linux manages system clock as UTC. A daylight-savings time transition is done by changing time offset only and doesn't cause discontinuous system clock change.

Discontinuous system clock change will be caused by the following events:

- `settimeofday`
- `clock_settime`
- set the system date and time by `date` command

Return a two-item tuple of (`next_expiration`, `interval`) from the previous timer state, before this function executed.

参考:

timerfd_create(2), *timerfd_settime(2)*, *settimeofday(2)*, *clock_settime(2)*, and *date(1)*.

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

`os.timerfd_settime_ns`(*fd*, */*, ***, *flags=0*, *initial=0*, *interval=0*)

Similar to *timerfd_settime()*, but use time as nanoseconds. This function operates the same interval timer as *timerfd_settime()*.

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

`os.timerfd_gettime`(*fd*, */*)

Return a two-item tuple of floats (`next_expiration`, `interval`).

`next_expiration` denotes the relative time until next the timer next fires, regardless of if the *TFD_TIMER_ABSTIME* flag is set.

`interval` denotes the timer's interval. If zero, the timer will only fire once, after `next_expiration` seconds have elapsed.

参考:

timerfd_gettime(2)

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

os.**timerfd_gettime_ns**(*fd*, */*)

Similar to *timerfd_gettime()*, but return time as nanoseconds.

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

os.**TFD_NONBLOCK**

A flag for the *timerfd_create()* function, which sets the *O_NONBLOCK* status flag for the new timer file descriptor. If *TFD_NONBLOCK* is not set as a flag, *read()* blocks.

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

os.**TFD_CLOEXEC**

A flag for the *timerfd_create()* function, If *TFD_CLOEXEC* is set as a flag, set close-on-exec flag for new file descriptor.

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

os.**TFD_TIMER_ABSTIME**

A flag for the *timerfd_settime()* and *timerfd_settime_ns()* functions. If this flag is set, *initial* is interpreted as an absolute value on the timer's clock (in UTC seconds or nanoseconds since the Unix Epoch).

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

os.**TFD_TIMER_CANCEL_ON_SET**

A flag for the *timerfd_settime()* and *timerfd_settime_ns()* functions along with *TFD_TIMER_ABSTIME*. The timer is cancelled when the time of the underlying clock changes discontinuously.

Availability: Linux >= 2.6.27 with glibc >= 2.8

Added in version 3.13.

Linux 拡張属性

Added in version 3.3.

以下の関数はすべて Linux でのみ使用可能です。

os.getxattr(*path*, *attribute*, ***, *follow_symlinks=True*)

Return the value of the extended filesystem attribute *attribute* for *path*. *attribute* can be bytes or str (directly or indirectly through the *PathLike* interface). If it is str, it is encoded with the filesystem encoding.

この関数は **ファイル記述子の指定** および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

引数 `path`, `attribute` を指定して **監査イベント** `os.getxattr` を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *path* と *attribute* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

os.listxattr(*path=None*, ***, *follow_symlinks=True*)

path の拡張ファイルシステム属性のリストを返します。リスト内の属性はファイルシステムのエンコーディングでデコードされた文字列で表されます。*path* が `None` の場合、*listxattr()* はカレントディレクトリを調べます。

この関数は **ファイル記述子の指定** および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

引数 `path` を指定して **監査イベント** `os.listxattr` を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.removexattr(*path*, *attribute*, ***, *follow_symlinks=True*)

Removes the extended filesystem attribute *attribute* from *path*. *attribute* should be bytes or str (directly or indirectly through the *PathLike* interface). If it is a string, it is encoded with the *filesystem encoding and error handler*.

この関数は **ファイル記述子の指定** および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

引数 `path`, `attribute` を指定して **監査イベント** `os.removexattr` を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *path* と *attribute* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

os.setxattr(*path*, *attribute*, *value*, *flags=0*, ***, *follow_symlinks=True*)

Set the extended filesystem attribute *attribute* on *path* to *value*. *attribute* must be a bytes or str with no embedded NULs (directly or indirectly through the *PathLike* interface). If it is a str, it is encoded with the *filesystem encoding and error handler*. *flags* may be *XATTR_REPLACE* or *XATTR_CREATE*. If *XATTR_REPLACE* is given and the attribute does not exist, `ENODATA` will be raised. If *XATTR_CREATE* is given and the attribute already exists, the attribute will not be created and `EEXISTS` will be raised.

この関数は **ファイル記述子の指定** および **シンボリックリンクをたどらない** をサポートしています。

注釈: Linux カーネル 2.6.39 以前では、バグのため一部のファイルシステムで引数 flags が無視されます。

引数 path, attribute, value, flags を指定して 監査イベント os.setxattr を送出します。

バージョン 3.6 で変更: *path* と *attribute* が *path-like object* を受け付けるようになりました。

os.XATTR_SIZE_MAX

拡張属性の値にできる最大サイズです。現在、Linux では 64 キロバイトです。

os.XATTR_CREATE

setxattr() の引数 flags に指定できる値です。その操作で属性を作成しなければならないことを意味します。

os.XATTR_REPLACE

setxattr() の引数 flags に指定できる値です。その操作で既存の属性を置き換えなければならないことを意味します。

16.1.7 プロセス管理

以下の関数はプロセスの生成や管理に利用できます。

さまざまな *exec** 関数は、プロセス内にロードされる新しいプログラムに与えるための、引数のリストを取ります。どの関数の場合でも、新しいプログラムに渡されるリストの最初の引数は、ユーザがコマンドラインで入力する引数ではなく、そのプログラム自体の名前です。C プログラマならば、プログラムの main() に渡される argv[0] だと考えれば良いでしょう。たとえば、os.execv('/bin/echo', ['foo', 'bar']) が標準出力に出力するのは bar だけで、foo は無視されたかのように見えることになります。

os.abort()

SIGABRT シグナルを現在のプロセスに対して生成します。Unix では、デフォルトの動作はコアダンプの生成です ; Windows では、プロセスは即座に終了コード 3 を返します。この関数の呼び出しは *signal.signal()* を使って SIGABRT に対し登録された Python シグナルハンドラーを呼び出さないことに注意してください。

os.add_dll_directory(*path*)

Add a path to the DLL search path.

This search path is used when resolving dependencies for imported extension modules (the module itself is resolved through *sys.path*), and also by *ctypes*.

Remove the directory by calling **close()** on the returned object or using it in a with statement.

See the Microsoft documentation for more information about how DLLs are loaded.

引数 path を指定して 監査イベント os.add_dll_directory を送出します。

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.8: Previous versions of CPython would resolve DLLs using the default behavior for the current process. This led to inconsistencies, such as only sometimes searching PATH or the current working directory, and OS functions such as AddDllDirectory having no effect.

In 3.8, the two primary ways DLLs are loaded now explicitly override the process-wide behavior to ensure consistency. See the porting notes for information on updating libraries.

os.execl(*path*, *arg0*, *arg1*, *...*)

os.execle(*path*, *arg0*, *arg1*, *...*, *env*)

os.execlp(*file*, *arg0*, *arg1*, *...*)

os.execlpe(*file*, *arg0*, *arg1*, *...*, *env*)

os.execv(*path*, *args*)

os.execve(*path*, *args*, *env*)

os.execvp(*file*, *args*)

os.execvpe(*file*, *args*, *env*)

これらの関数はすべて、現在のプロセスを置き換える形で新たなプログラムを実行します；現在のプロセスは返り値を返しません。Unix では、新たに実行される実行コードは現在のプロセス内に読み込まれ、呼び出し側と同じプロセス ID を持つことになります。エラーは *OSError* 例外として報告されます。

現在のプロセスは瞬時に置き換えられます。開かれているファイルオブジェクトやファイル記述子はフラッシュされません。そのため、バッファ内にデータが残っているかもしれない場合、*exec** 関数を実行する前に sys.stdout.flush() か *os.fsync()* を利用してバッファをフラッシュしておく必要があります。

The "l" and "v" variants of the *exec** functions differ in how command-line arguments are passed. The "l" variants are perhaps the easiest to work with if the number of parameters is fixed when the code is written; the individual parameters simply become additional parameters to the execl*() functions. The "v" variants are good when the number of parameters is variable, with the arguments being passed in a list or tuple as the *args* parameter. In either case, the arguments to the child process should start with the name of the command being run, but this is not enforced.

The variants which include a "p" near the end (*execlp()*, *execlpe()*, *execvp()*, and *execvpe()*) will use the PATH environment variable to locate the program *file*. When the environment is being replaced (using one of the *exec*e* variants, discussed in the next paragraph), the new environment is used as the source of the PATH variable. The other variants, *execl()*, *execle()*, *execv()*, and *execve()*, will not use the PATH variable to locate the executable; *path* must contain an appropriate absolute or relative path. Relative paths must include at least one slash, even on Windows, as plain names will not be resolved.

execle() 、*execlpe()* 、*execve()* 、および *execvpe()* (すべて末尾に "e" がついています) では、*env* 引数は新たなプロセスで利用される環境変数を定義するためのマップ型でなくてはなりません (現在のプロセスの環境変数の代わりに利用されます); *execl()* 、*execlp()* 、*execv()* 、および *execvp()* では、すべて新たなプロセスは現在のプロセスの環境を引き継ぎます。

一部のプラットフォームの *execve()* では、*path* はオープンしているファイル記述子で指定することもできます。この機能をサポートしていないプラットフォームもあります; *os.supports_fd* を使うことで利用可能かどうか調べることができます。利用できない場合、*NotImplementedError* が送出されます。

引数 path, args, env を指定して **監査イベント** os.exec を送出します。

Availability: Unix, Windows, not WASI, not iOS.

バージョン 3.3 で変更: Added support for specifying *path* as an open file descriptor for *execve()*.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os._exit(*n*)

終了ステータス *n* でプロセスを終了します。この時クリーンアップハンドラーの呼び出しや、標準入出力バッファのフラッシュなどは行いません。

注釈: The standard way to exit is *sys.exit(n)*. _exit() should normally only be used in the child process after a *fork()*.

以下の終了コードは必須ではありませんが *_exit()* で使うことができます。一般に、メールサーバーの外部コマンド配送プログラムのような、Python で書かれたシステムプログラムに使います。

注釈: いくつかのバリエーションがあって、これらのすべてがすべての Unix プラットフォームで使えるわけではありません。以下の定数は下層のプラットフォームで定義されていれば定義されます。

---

os.EX_OK

Exit code that means no error occurred. May be taken from the defined value of EXIT_SUCCESS on some platforms. Generally has a value of zero.

Availability: Unix, Windows。

os.EX_USAGE

誤った個数の引数が渡された時など、コマンドが間違って使われたことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_DATAERR

入力データが誤っていたことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_NOINPUT

入力ファイルが存在しなかった、または、読み込み不可だったことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_NOUSER

指定されたユーザーが存在しなかったことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_NOHOST

指定されたホストが存在しなかったことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_UNAVAILABLE

要求されたサービスが利用できないことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_SOFTWARE

内部ソフトウェアエラーが検出されたことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_OSERR

fork できない、pipe の作成ができないなど、オペレーティングシステムのエラーが検出されたことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_OSFILE

システムファイルが存在しなかった、開けなかった、あるいはその他のエラーが起きたことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_CANTCREAT

ユーザーには作成できない出力ファイルを指定したことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_IOERR

ファイルの I/O を行っている途中にエラーが発生した時の終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_TEMPFAIL

一時的な失敗が発生したことを表す終了コード。これは、再試行可能な操作の途中に、ネットワークに接続できないというような、実際にはエラーではないかも知れないことを意味します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_PROTOCOL

プロトコル交換が不正、不適切、または理解不能なことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_NOPERM

操作を行うために十分な許可がなかった（ファイルシステムの問題を除く）ことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_CONFIG

設定エラーが起こったことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.EX_NOTFOUND

”an entry was not found” のようなことを表す終了コード。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.fork()

子プロセスを fork します。子プロセスでは 0 が返り、親プロセスでは子プロセスの id が返ります。エラーが発生した場合は、*OSError* を送出します。

FreeBSD 6.3 以下、Cygwin を含む一部のプラットフォームにおいて、`fork()` をスレッド内から利用した場合に既知の問題があることに注意してください。

引数無しで 監査イベント `os.fork` を送出します。

> **警告:** If you use TLS sockets in an application calling `fork()`, see the warning in the *ssl* documentation.

> **警告:** On macOS the use of this function is unsafe when mixed with using higher-level system APIs, and that includes using *urllib.request*.

バージョン 3.8 で変更: Calling `fork()` in a subinterpreter is no longer supported (*RuntimeError* is raised).

バージョン 3.12 で変更: If Python is able to detect that your process has multiple threads, *os.fork()* now raises a *DeprecationWarning*.

We chose to surface this as a warning, when detectable, to better inform developers of a design problem that the POSIX platform specifically notes as not supported. Even in code that *appears* to work, it has never been safe to mix threading with *os.fork()* on POSIX platforms. The CPython runtime itself has always made API calls that are not safe for use in the child process when threads existed in the parent (such as `malloc` and `free`).

Users of macOS or users of libc or malloc implementations other than those typically found in glibc to date are among those already more likely to experience deadlocks running such code.

See this discussion on fork being incompatible with threads for technical details of why we're surfacing this longstanding platform compatibility problem to developers.

Availability: POSIX, not WASI, not iOS.

`os.forkpty()`

子プロセスを fork します。この時新しい擬似端末を子プロセスの制御端末として使います。親プロセスでは `(pid, fd)` からなるペアが返り、*fd* は擬似端末のマスター側のファイル記述子となります。可搬性のあるアプローチを取るには、*pty* モジュールを利用してください。エラーが発生した場合は、*OSError* を送出します。

引数無しで **監査イベント** `os.forkpty` を送出します。

> **警告:** On macOS the use of this function is unsafe when mixed with using higher-level system APIs, and that includes using *urllib.request*.

バージョン 3.8 で変更: Calling `forkpty()` in a subinterpreter is no longer supported (*RuntimeError* is raised).

バージョン 3.12 で変更: If Python is able to detect that your process has multiple threads, this now raises a *DeprecationWarning*. See the longer explanation on *os.fork()*.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.kill(*pid*, *sig*, */*)

プロセス *pid* にシグナル *sig* を送ります。ホストプラットフォームで利用可能なシグナルを特定する定数は *signal* モジュールで定義されています。

Windows: The *signal.CTRL_C_EVENT* and *signal.CTRL_BREAK_EVENT* signals are special signals which can only be sent to console processes which share a common console window, e.g., some subprocesses. Any other value for *sig* will cause the process to be unconditionally killed by the TerminateProcess API, and the exit code will be set to *sig*. The Windows version of *kill()* additionally takes process handles to be killed.

signal.pthread_kill() も参照してください。

引数 pid, sig を指定して **監査イベント** os.kill を送出します。

Availability: Unix, Windows, not WASI, not iOS.

バージョン 3.2 で変更: Windows サポートを追加しました。

os.killpg(*pgid*, *sig*, */*)

プロセスグループ *pgid* にシグナル *sig* を送ります。

引数 pgid, sig を指定して **監査イベント** os.killpg を送出します。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.nice(*increment*, */*)

プロセスの ”nice 値 ” に *increment* を加えます。新たな nice 値を返します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

os.pidfd_open(*pid*, *flags=0*)

Return a file descriptor referring to the process *pid* with *flags* set. This descriptor can be used to perform process management without races and signals.

See the *pidfd_open(2)* man page for more details.

Availability: Linux >= 5.3

Added in version 3.9.

os.PIDFD_NONBLOCK

This flag indicates that the file descriptor will be non-blocking. If the process referred to by the file descriptor has not yet terminated, then an attempt to wait on the file descriptor using *waitid(2)* will immediately return the error *EAGAIN* rather than blocking.

Availability: Linux >= 5.10

Added in version 3.12.

os.plock(*op*, */*)

プログラムのセグメントをメモリ内にロックします。*op* (<sys/lock.h> で定義されています) にはどのセグメントをロックするかを指定します。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.popen(*cmd*, *mode='r'*, *buffering=-1*)

コマンド *cmd* への、または *cmd* からのパイプ入出力を開きます。戻り値はパイプに接続されている開かれたファイルオブジェクトで、*mode* が 'r' (デフォルト) または 'w' かによって読み出しまたは書き込みを行うことができます。引数 *bufsize* は、組み込み関数 *open()* における対応する引数と同じ意味を持ちます。返されるファイルオブジェクトは、バイトではなくテキスト文字列を読み書きします。

close メソッドは、サブプロセスが正常に終了した場合は *None* を返し、エラーが発生した場合にはサブプロセスの返りコードを返します。POSIX システムでは、返りコードが正の場合、そのコードは 1 バイト左にシフトしてプロセスが終了したことを示します。返りコードが負の場合、プロセスは返りコードの符号を変えた信号により終了します 。(例えば、サブプロセスが kill された場合、返り値は - signal.SIGKILL となる場合があります。) Windows システムでは、返り値には子プロセスからの符号のついた整数の返りコードを含まれます。

On Unix, *waitstatus_to_exitcode()* can be used to convert the close method result (exit status) into an exit code if it is not None. On Windows, the close method result is directly the exit code (or None).

これは、*subprocess.Popen* を使用して実装されています。サブプロセスを管理し、サブプロセスと通信を行うためのより強力な方法については、クラスのドキュメンテーションを参照してください。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外。

注釈: The *Python UTF-8 Mode* affects encodings used for *cmd* and pipe contents.

popen() is a simple wrapper around *subprocess.Popen*. Use *subprocess.Popen* or *subprocess.run()* to control options like encodings.

---

os.posix_spawn(*path*, *argv*, *env*, ***, *file_actions=None*, *setpgroup=None*, *resetids=False*, *setsid=False*, *setsigmask=()*, *setsigdef=()*, *scheduler=None*)

Wraps the posix_spawn() C library API for use from Python.

大部分のユーザーは *posix_spawn()* ではなく、func:*subprocess.run* を使うべきです。

The positional-only arguments *path*, *args*, and *env* are similar to *execve()*. *env* is allowed to be None, in which case current process' environment is used.

path には実行ファイルへのパスを指定します。*path* はディレクトリを含む形（実行ファイルへの絶対パスまたは相対パス）で指定する必要があります。実行ファイル名のみを指定したい場合は *posix_spawnp()*

を使ってください。

file_actions 引数は C ライブラリ実装の `fork()` と `exec()` の間で子プロセスが持つファイルデスクリプタに対して行うアクションを記述するタプルのシーケンスです。各タプルの最初の要素は、残りのタプル要素の解釈方法を指定する以下の 3 つの型指定子のうちのひとつでなければなりません。

`os.POSIX_SPAWN_OPEN`

(`os.POSIX_SPAWN_OPEN`, *fd*, *path*, *flags*, *mode*)

`os.dup2(os.open(path, flags, mode), fd)` を実行します。

`os.POSIX_SPAWN_CLOSE`

(`os.POSIX_SPAWN_CLOSE`, *fd*)

`os.close(fd)` を実行します。

`os.POSIX_SPAWN_DUP2`

(`os.POSIX_SPAWN_DUP2`, *fd*, *new_fd*)

`os.dup2(fd, new_fd)` を実行します。

`os.POSIX_SPAWN_CLOSEFROM`

(`os.POSIX_SPAWN_CLOSEFROM`, *fd*)

Performs `os.closerange(fd, INF)`.

These tuples correspond to the C library `posix_spawn_file_actions_addopen()`, `posix_spawn_file_actions_addclose()`, `posix_spawn_file_actions_adddup2()`, and `posix_spawn_file_actions_addclosefrom_np()` API calls used to prepare for the `posix_spawn()` call itself.

The *setpgroup* argument will set the process group of the child to the value specified. If the value specified is 0, the child's process group ID will be made the same as its process ID. If the value of *setpgroup* is not set, the child will inherit the parent's process group ID. This argument corresponds to the C library `POSIX_SPAWN_SETPGROUP` flag.

If the *resetids* argument is `True` it will reset the effective UID and GID of the child to the real UID and GID of the parent process. If the argument is `False`, then the child retains the effective UID and GID of the parent. In either case, if the set-user-ID and set-group-ID permission bits are enabled on the executable file, their effect will override the setting of the effective UID and GID. This argument corresponds to the C library `POSIX_SPAWN_RESETIDS` flag.

If the *setsid* argument is `True`, it will create a new session ID for `posix_spawn`. *setsid* requires `POSIX_SPAWN_SETSID` or `POSIX_SPAWN_SETSID_NP` flag. Otherwise, *NotImplementedError* is raised.

The *setsigmask* argument will set the signal mask to the signal set specified. If the parameter is not

used, then the child inherits the parent's signal mask. This argument corresponds to the C library `POSIX_SPAWN_SETSIGMASK` flag.

The *sigdef* argument will reset the disposition of all signals in the set specified. This argument corresponds to the C library `POSIX_SPAWN_SETSIGDEF` flag.

The *scheduler* argument must be a tuple containing the (optional) scheduler policy and an instance of *sched_param* with the scheduler parameters. A value of `None` in the place of the scheduler policy indicates that is not being provided. This argument is a combination of the C library `POSIX_SPAWN_SETSCHEDPARAM` and `POSIX_SPAWN_SETSCHEDULER` flags.

引数 `path`, `argv`, `env` を指定して **監査イベント** `os.posix_spawn` を送出します。

Added in version 3.8.

バージョン 3.13 で変更: *env* parameter accepts `None`. `os.POSIX_SPAWN_CLOSEFROM` is available on platforms where `posix_spawn_file_actions_addclosefrom_np()` exists.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.posix_spawnp(*path*, *argv*, *env*, ***, *file_actions=None*, *setpgroup=None*, *resetids=False*, *setsid=False*, *setsigmask=()*, *setsigdef=()*, *scheduler=None*)

Wraps the `posix_spawnp()` C library API for use from Python.

Similar to *posix_spawn()* except that the system searches for the *executable* file in the list of directories specified by the `PATH` environment variable (in the same way as for `execvp(3)`).

引数 `path`, `argv`, `env` を指定して **監査イベント** `os.posix_spawn` を送出します。

Added in version 3.8.

Availability: POSIX, not WASI, not iOS.

See *posix_spawn()* documentation.

os.register_at_fork(***, *before=None*, *after_in_parent=None*, *after_in_child=None*)

Register callables to be executed when a new child process is forked using *os.fork()* or similar process cloning APIs. The parameters are optional and keyword-only. Each specifies a different call point.

- *before* is a function called before forking a child process.
- *after_in_parent* is a function called from the parent process after forking a child process.
- *after_in_child* is a function called from the child process.

These calls are only made if control is expected to return to the Python interpreter. A typical *subprocess* launch will not trigger them as the child is not going to re-enter the interpreter.

Functions registered for execution before forking are called in reverse registration order. Functions registered for execution after forking (either in the parent or in the child) are called in registration order.

Note that `fork()` calls made by third-party C code may not call those functions, unless it explicitly calls `PyOS_BeforeFork()`, `PyOS_AfterFork_Parent()` and `PyOS_AfterFork_Child()`.

There is no way to unregister a function.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

Added in version 3.7.

`os.spawnl`(*mode*, *path*, *...*)

`os.spawnle`(*mode*, *path*, *...*, *env*)

`os.spawnlp`(*mode*, *file*, *...*)

`os.spawnlpe`(*mode*, *file*, *...*, *env*)

`os.spawnv`(*mode*, *path*, *args*)

`os.spawnve`(*mode*, *path*, *args*, *env*)

`os.spawnvp`(*mode*, *file*, *args*)

`os.spawnvpe`(*mode*, *file*, *args*, *env*)

新たなプロセス内でプログラム *path* を実行します。

(*subprocess* モジュールが、新しいプロセスを実行して結果を取得するための、より強力な機能を提供しています。この関数の代わりに *subprocess* モジュールを利用することが推奨されています。*subprocess* モジュールのドキュメントの、**古い関数を *subprocess* モジュールで置き換える** セクションを参照してください)

mode が *P_NOWAIT* の場合、この関数は新たなプロセスのプロセス ID を返します ; *mode* が *P_WAIT* の場合、子プロセスが正常に終了するとその終了コードが返ります。そうでない場合にはプロセスを kill したシグナル *signal* に対して `-signal` が返ります。Windows では、プロセス ID は実際にはプロセスハンドル値になるので、*waitpid()* 関数で使えます。

Note on VxWorks, this function doesn't return `-signal` when the new process is killed. Instead it raises OSError exception.

The "l" and "v" variants of the *spawn** functions differ in how command-line arguments are passed. The "l" variants are perhaps the easiest to work with if the number of parameters is fixed when the code is written; the individual parameters simply become additional parameters to the `spawnl*()` functions. The "v" variants are good when the number of parameters is variable, with the arguments being passed in a list or tuple as the *args* parameter. In either case, the arguments to the child process must start with the name of the command being run.

末尾近くに "p" をもつ型 (*spawnlp()*, *spawnlpe()*, *spawnvp()*, *spawnvpe()*) は、プログラム *file* を探すために環境変数 PATH を利用します。環境変数が (次の段で述べる *spawn*e* 型関数で) 置き換えられる場合、環境変数は PATH を決定する上の情報源として使われます。その他の型、*spawnl()*, *spawnle()*, *spawnv()*, および *spawnve()* では、実行コードを探すために PATH を使いません。*path* には適切に設定された絶対パスまたは相対パスが入っていなくてはなりません。

spawnle(), *spawnlpe()*, *spawnve()*, および *spawnvpe()* (すべて末尾に "e" がついています) では、*env* 引数は新たなプロセスで利用される環境変数を定義するためのマップ型でなくてはなりません ; *spawnl()* 、*spawnlp()* 、*spawnv()* 、および *spawnvp()* では、すべて新たなプロセスは現在のプロセスの環境を引き継ぎます。*env* 辞書のキーと値はすべて文字列である必要があります。不正なキーや値を与えると関数が失敗し、127 を返します。

例えば、以下の *spawnlp()* および *spawnvpe()* 呼び出しは等価です

```
import os
os.spawnlp(os.P_WAIT, 'cp', 'cp', 'index.html', '/dev/null')

L = ['cp', 'index.html', '/dev/null']
os.spawnvpe(os.P_WAIT, 'cp', L, os.environ)
```

引数 mode, path, args, env を指定して **監査イベント** os.spawn を送出します。

Availability: Unix, Windows, not WASI, not iOS.

spawnlp() 、*spawnlpe()* 、*spawnvp()* 、および *spawnvpe()* は Windows では利用できません。*spawnle()* および *spawnve()* は Windows においてスレッドセーフではありません ; 代わりに *subprocess* モジュールの利用を推奨します。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

os.P_NOWAIT

os.P_NOWAITO

Possible values for the *mode* parameter to the *spawn** family of functions. If either of these values is given, the *spawn** functions will return as soon as the new process has been created, with the process id as the return value.

Availability: Unix, Windows。

os.P_WAIT

Possible value for the *mode* parameter to the *spawn** family of functions. If this is given as *mode*, the *spawn** functions will not return until the new process has run to completion and will return the exit code of the process the run is successful, or -signal if a signal kills the process.

Availability: Unix, Windows。

os.P_DETACH

os.P_OVERLAY

*spawn** 関数ファミリに対する *mode* パラメタとして取れる値です。これらの値は上の値よりもやや可搬性において劣っています。*P_DETACH* は *P_NOWAIT* に似ていますが、新たなプロセスは呼び出しプロセスのコンソールから切り離され (detach) ます。*P_OVERLAY* が使われた場合、現在のプロセスは置き換えられます。したがって *spawn** は返りません。

利用可能な環境: Windows 。

os.startfile(*path*[, *operation*][, *arguments*][, *cwd*][, *show_cmd*])

ファイルを関連付けられたアプリケーションを使ってスタートします。

When *operation* is not specified, this acts like double-clicking the file in Windows Explorer, or giving the file name as an argument to the **start** command from the interactive command shell: the file is opened with whatever application (if any) its extension is associated.

When another *operation* is given, it must be a "command verb" that specifies what should be done with the file. Common verbs documented by Microsoft are `'open'`, `'print'` and `'edit'` (to be used on files) as well as `'explore'` and `'find'` (to be used on directories).

When launching an application, specify *arguments* to be passed as a single string. This argument may have no effect when using this function to launch a document.

The default working directory is inherited, but may be overridden by the *cwd* argument. This should be an absolute path. A relative *path* will be resolved against this argument.

Use *show_cmd* to override the default window style. Whether this has any effect will depend on the application being launched. Values are integers as supported by the Win32 `ShellExecute()` function.

startfile() returns as soon as the associated application is launched. There is no option to wait for the application to close, and no way to retrieve the application's exit status. The *path* parameter is relative to the current directory or *cwd*. If you want to use an absolute path, make sure the first character is not a slash (`'/'`) Use *pathlib* or the *os.path.normpath()* function to ensure that paths are properly encoded for Win32.

To reduce interpreter startup overhead, the Win32 `ShellExecute()` function is not resolved until this function is first called. If the function cannot be resolved, *NotImplementedError* will be raised.

引数 `path`, `operation` を指定して 監査イベント `os.startfile` を送出します。

Raises an *auditing event* `os.startfile/2` with arguments `path`, `operation`, `arguments`, `cwd`, `show_cmd`.

利用可能な環境: Windows 。

バージョン 3.10 で変更: Added the *arguments*, *cwd* and *show_cmd* arguments, and the `os.startfile/2` audit event.

os.system(*command*)

Execute the command (a string) in a subshell. This is implemented by calling the Standard C function system(), and has the same limitations. Changes to *sys.stdin*, etc. are not reflected in the environment of the executed command. If *command* generates any output, it will be sent to the interpreter standard output stream. The C standard does not specify the meaning of the return value of the C function, so the return value of the Python function is system-dependent.

On Unix, the return value is the exit status of the process encoded in the format specified for *wait()*.

Windows では、返り値は *command* を実行した後にシステムシェルから返される値です。シェルは通常 **cmd.exe** であり、返す値は実行したコマンドの終了ステータスになります。シェルの種類は Windows の環境変数 COMSPEC: に指定されています。ネイティブでないシェルを使用している場合は、そのドキュメントを参照してください。

subprocess モジュールは、新しいプロセスを実行して結果を取得するためのより強力な機能を提供しています。この関数の代わりに *subprocess* モジュールを利用することが推奨されています。*subprocess* モジュールのドキュメントの **古い関数を** *subprocess* **モジュールで置き換える** 節のレシピを参考にして下さい。

On Unix, *waitstatus_to_exitcode()* can be used to convert the result (exit status) into an exit code. On Windows, the result is directly the exit code.

引数 command を指定して **監査イベント** os.system を送出します。

Availability: Unix, Windows, not WASI, not iOS.

os.times()

現在の全体的なプロセス時間を返します。返り値は 5 個の属性を持つオブジェクトになります:

- user - user time
- system - system time
- children_user - user time of all child processes
- children_system - system time of all child processes
- elapsed - elapsed real time since a fixed point in the past

後方互換性のため、このオブジェクトは 5 個のアイテム user 、system 、children_user 、children_system 、および elapsed を持つタプルのようにも振る舞います。

See the Unix manual page *times(2)* and times(3) manual page on Unix or the GetProcessTimes MSDN on Windows. On Windows, only user and system are known; the other attributes are zero.

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.3 で変更: 返り値の型が、タプルから属性名のついたタプルライクオブジェクトに変更されました。

os.wait()

子プロセスの実行完了を待機し、子プロセスの pid と終了コードインジケーター --- 16 ビットの数値で、下位バイトがプロセスを kill したシグナル番号、上位バイトが終了ステータス (シグナル番号がゼロの場合) --- の入ったタプルを返します ; コアダンプファイルが生成された場合、下位バイトの最上桁ビットが立てられます。

If there are no children that could be waited for, *ChildProcessError* is raised.

戻り値の終了ステータスを終了コードに変換するために *waitstatus_to_exitcode()* を使うことができます。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

参考:

The other `wait*()` functions documented below can be used to wait for the completion of a specific child process and have more options. *waitpid()* is the only one also available on Windows.

os.waitid(*idtype*, *id*, *options*, */*)

Wait for the completion of a child process.

idtype can be *P_PID*, *P_PGID*, *P_ALL*, or (on Linux) *P_PIDFD*. The interpretation of *id* depends on it; see their individual descriptions.

options is an OR combination of flags. At least one of *WEXITED*, *WSTOPPED* or *WCONTINUED* is required; *WNOHANG* and *WNOWAIT* are additional optional flags.

The return value is an object representing the data contained in the `siginfo_t` structure with the following attributes:

- `si_pid` (process ID)
- `si_uid` (real user ID of the child)
- `si_signo` (always *SIGCHLD*)
- `si_status` (the exit status or signal number, depending on `si_code`)
- `si_code` (see *CLD_EXITED* for possible values)

If *WNOHANG* is specified and there are no matching children in the requested state, `None` is returned. Otherwise, if there are no matching children that could be waited for, *ChildProcessError* is raised.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

バージョン 3.13 で変更: This function is now available on macOS as well.

os.waitpid(*pid*, *options*, */*)

この関数の詳細は Unix と Windows で異なります。

Unix の場合： プロセス id *pid* で与えられた子プロセスの完了を待機し、子プロセスのプロセス id と (*wait()* と同様にコード化された) 終了ステータスインジケーターからなるタプルを返します。この関数の動作は *options* によって変わります。通常の操作では 0 にします。

pid が 0 よりも大きい場合、*waitpid()* は特定のプロセスのステータス情報を要求します。*pid* が 0 の場合、現在のプロセスグループ内の任意の子プロセスの状態に対する要求です。*pid* が -1 の場合、現在のプロセスの任意の子プロセスに対する要求です。*pid* が -1 よりも小さい場合、プロセスグループ -pid (すなわち *pid* の絶対値) 内の任意のプロセスに対する要求です。

options is an OR combination of flags. If it contains *WNOHANG* and there are no matching children in the requested state, (0, 0) is returned. Otherwise, if there are no matching children that could be waited for, *ChildProcessError* is raised. Other options that can be used are *WUNTRACED* and *WCONTINUED*.

Windows では、プロセスハンドル *pid* を指定してプロセスの終了を待って、*pid* と、終了ステータスを 8bit 左シフトした値のタプルを返します。(シフトは、この関数をクロスプラットフォームで利用しやすくするために行われます) 0 以下の *pid* は Windows では特別な意味を持っておらず、例外を発生させます。*options* の値は効果がありません。*pid* は、子プロセスで無くても、プロセス ID を知っているどんなプロセスでも参照することが可能です。*spawn** 関数を *P_NOWAIT* と共に呼び出した場合、適切なプロセスハンドルが返されます。

戻り値の終了ステータスを終了コードに変換するために *waitstatus_to_exitcode()* を使うことができます。

Availability: Unix, Windows, not WASI, not iOS.

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、この関数は *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

os.wait3(*options*)

waitpid() に似ていますが、プロセス id を引数に取らず、子プロセス id 、終了ステータスインジケータ、リソース使用情報の 3 要素からなるタプルを返します。リソース使用情報の詳しい情報は *resource.getrusage()* を参照してください。*options* 引数は *waitpid()* および *wait4()* に渡されるものと同じです。

戻り値の終了ステータスを終了コードに変換するために *waitstatus_to_exitcode()* を使うことができます。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.wait4(*pid*, *options*)

waitpid() に似ていますが、子プロセス id 、終了ステータスインジケータ、リソース使用情報の 3 要素からなるタプルを返します。リソース使用情報の詳しい情報は *resource.getrusage()* を参照してください。*wait4()* の引数は *waitpid()* に与えられるものと同じです。

戻り値の終了ステータスを終了コードに変換するために *waitstatus_to_exitcode()* を使うことができます。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.P_PID

os.P_PGID

os.P_ALL

os.P_PIDFD

waitid() の *idtype* に指定できる値です。これらは *id* がどう解釈されるかに影響します:

- P_PID - wait for the child whose PID is *id*.
- P_PGID - wait for any child whose progress group ID is *id*.
- P_ALL - wait for any child; *id* is ignored.
- P_PIDFD - wait for the child identified by the file descriptor *id* (a process file descriptor created with *pidfd_open()*).

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

注釈: P_PIDFD is only available on Linux >= 5.4.

Added in version 3.3.

Added in version 3.9: The P_PIDFD constant.

os.WCONTINUED

This *options* flag for *waitpid()*, *wait3()*, *wait4()*, and *waitid()* causes child processes to be reported if they have been continued from a job control stop since they were last reported.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WEXITED

This *options* flag for *waitid()* causes child processes that have terminated to be reported.

The other wait* functions always report children that have terminated, so this option is not available for them.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

os.WSTOPPED

This *options* flag for *waitid()* causes child processes that have been stopped by the delivery of a signal to be reported.

This option is not available for the other `wait*` functions.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

os.WUNTRACED

This *options* flag for *waitpid()*, *wait3()*, and *wait4()* causes child processes to also be reported if they have been stopped but their current state has not been reported since they were stopped.

This option is not available for *waitid()*.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WNOHANG

This *options* flag causes *waitpid()*, *wait3()*, *wait4()*, and *waitid()* to return right away if no child process status is available immediately.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WNOWAIT

This *options* flag causes *waitid()* to leave the child in a waitable state, so that a later `wait*()` call can be used to retrieve the child status information again.

This option is not available for the other `wait*` functions.

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.CLD_EXITED

os.CLD_KILLED

os.CLD_DUMPED

os.CLD_TRAPPED

os.CLD_STOPPED

os.CLD_CONTINUED

waitid() の返り値の `si_code` に設定され得る値です。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

Added in version 3.3.

バージョン 3.9 で変更: *CLD_KILLED* と *CLD_STOPPED* が追加されました。

os.waitstatus_to_exitcode(*status*)

待機ステータスを終了コードに変換します。

Unix の場合:

- 子プロセスが正常終了した場合 (WIFEXITED(status)``が真の場合)、子プロセスの終了ステータス (``WEXITSTATUS(status)) を返します: 戻り値は 0 または正の整数です。
- 子プロセスがシグナルによって終了した場合 (WIFSIGNALED(status)``が真の場合)、子プロセスを終了したシグナルの番号に負符号をつけた ``-signum (-WTERMSIG(status)) を返します: 戻り値は負の整数です。
- それ以外の場合、*ValueError* 例外を送出します。

Windows の場合、*status* を 8 ビット右にシフトした値を返します。

Unix の場合、プロセスがトレースされているか *waitpid()* が *WUNTRACED* オプションをつけて実行されている場合、呼び出しもとは最初に WIFSTOPPED(status) が真であるかを確認しなければなりません。この関数は WIFSTOPPED(status) が真の場合呼び出してはいけません。

参考:

WIFEXITED(), *WEXITSTATUS()*, *WIFSIGNALED()*, *WTERMSIG()*, *WIFSTOPPED()*, *WSTOPSIG()* 関数。

Availability: Unix, Windows, not WASI, not iOS.

Added in version 3.9.

以下の関数は *system()* 、*wait()* 、あるいは *waitpid()* が返すプロセス状態コードを引数にとります。これらの関数はプロセスの配置を決めるために利用できます。

os.WCOREDUMP(*status*, */*)

プロセスに対してコアダンプが生成されていた場合には True を、それ以外の場合は False を返します。

この関数は *WIFSIGNALED()* が真である場合のみ使用されるべきです。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WIFCONTINUED(*status*)

Return True if a stopped child has been resumed by delivery of *SIGCONT* (if the process has been continued from a job control stop), otherwise return False.

WCONTINUED オプションを参照してください。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WIFSTOPPED(*status*)

プロセスがシグナルの送信によって中断させられた場合に True を返します。それ以外の場合は False を返します。

WIFSTOPPED() は *waitpid()* が *WUNTRACED* オプションを使って実行されたか、もしくはプロセスがトレースされている場合 (*ptrace(2)* を参照してください) にのみ True を返します。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WIFSIGNALED(*status*)

プロセスがシグナルによって終了させられた場合に True を返します。そうでない場合は False を返します。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WIFEXITED(*status*)

プロセスが正常終了した場合、すなわち exit() や _exit() を呼び出したか、もしくは main() から戻ることにより終了した場合に True を返します。それ以外は False を返します。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WEXITSTATUS(*status*)

プロセスの終了ステータスを返します。

この関数は *WIFEXITED()* が真である場合のみ使用されるべきです。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WSTOPSIG(*status*)

プロセスを停止させたシグナル番号を返します。

この関数は *WIFSTOPPED()* が真である場合のみ使用されるべきです。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

os.WTERMSIG(*status*)

プロセスを終了させたシグナルの番号を返します。

この関数は *WIFSIGNALED()* が真である場合のみ使用されるべきです。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

16.1.8 スケジューラーへのインターフェイス

以下の関数は、オペレーティングシステムがプロセスに CPU 時間を割り当てる方法を制御します。これらは一部の Unix プラットフォームでのみ利用可能です。詳しくは Unix マニュアルページを参照してください。

Added in version 3.3.

次のスケジューリングポリシーは、オペレーティングシステムでサポートされていれば公開されます。

os.SCHED_OTHER

デフォルトのスケジューリングポリシーです。

os.SCHED_BATCH

常に CPU に負荷のかかる (CPU-intensive) プロセス用のポリシーです。他の対話式プロセスなどの応答性を維持するよう試みます。

os.SCHED_IDLE

非常に優先度の低いバックグラウンドタスク用のスケジューリングポリシーです。

os.SCHED_SPORADIC

散発的なサーバープログラム用のスケジューリングポリシーです。

os.SCHED_FIFO

FIFO (First In, First Out) 型のスケジューリングポリシーです。

os.SCHED_RR

ラウンドロビン型のスケジューリングポリシーです。

os.SCHED_RESET_ON_FORK

このフラグは他のスケジューリングポリシーとともに論理和指定できます。このフラグが与えられたプロセスが fork されると、その子プロセスのスケジューリングポリシーおよび優先度はデフォルトにリセットされます。

class os.sched_param(*sched_priority*)

このクラスは、*sched_setparam()*、*sched_setscheduler()*、および *sched_getparam()* で使用される、調節可能なスケジューリングパラメーターを表します。これはイミュータブルです。

現在、一つの引数のみ指定できます:

sched_priority

スケジューリングポリシーのスケジューリング優先度です。

os.sched_get_priority_min(*policy*)

policy の最小優先度値を取得します。*policy* には上記のスケジューリングポリシー定数の一つを指定します。

os.**sched_get_priority_max**(*policy*)

policy の最大優先度値を取得します。*policy* には上記のスケジューリングポリシー定数の一つを指定します。

os.**sched_setscheduler**(*pid*, *policy*, *param*, /)

PID *pid* のプロセスのスケジューリングポリシーを設定します。*pid* が 0 の場合、呼び出しプロセスを意味します。*policy* には上記のスケジューリングポリシー定数の一つを指定します。*param* は *sched_param* のインスタンスです。

os.**sched_getscheduler**(*pid*, /)

PID *pid* のプロセスのスケジューリングポリシーを返します。*pid* が 0 の場合、呼び出しプロセスを意味します。返り値は上記のスケジューリングポリシー定数の一つになります。

os.**sched_setparam**(*pid*, *param*, /)

PID *pid* を持つプロセスのスケジューリングパラメータを設定します。*pid* を 0 とした場合呼び出しプロセスを意味します。*param* は *sched_param* インスタンスです。

os.**sched_getparam**(*pid*, /)

PID *pid* のプロセスのスケジューリングパラメーターを *sched_param* のインスタンスとして返します。*pid* が 0 の場合、呼び出しプロセスを意味します。

os.**sched_rr_get_interval**(*pid*, /)

PID *pid* のプロセスのラウンドロビンクォンタム (秒) を返します。*pid* が 0 の場合、呼び出しプロセスを意味します。

os.**sched_yield**()

自発的に CPU を解放します。

os.**sched_setaffinity**(*pid*, *mask*, /)

PID *pid* のプロセス (0 であれば現在のプロセス) を CPU の集合に制限します。*mask* はプロセスを制限する CPU の集合を表す整数のイテラブルなオブジェクトです。

os.**sched_getaffinity**(*pid*, /)

Return the set of CPUs the process with PID *pid* is restricted to.

If *pid* is zero, return the set of CPUs the calling thread of the current process is restricted to.

See also the *process_cpu_count()* function.

16.1.9 雑多なシステム情報

os.confstr(*name*, /)

システム設定値を文字列で返します。*name* には取得したい設定名を指定します；この値は定義済みのシステム値名を表す文字列にすることができます；名前は多くの標準 (POSIX.1 、Unix 95 、Unix 98 その他) で定義されています。ホストオペレーティングシステムの関知する名前は `confstr_names` 辞書のキーとして与えられています。このマップ型オブジェクトに入っていない設定変数については、*name* に整数を渡してもかまいません。

name に指定された設定値が定義されていない場合、`None` を返します。

name が文字列で、かつ不明の場合、*ValueError* を送出します。*name* の指定値がホストシステムでサポートされておらず、`confstr_names` にも入っていない場合、*errno.EINVAL* をエラー番号として *OSError* を送出します。

利用可能な環境: Unix。

os.confstr_names

confstr() が受理する名前を、ホストオペレーティングシステムで定義されている整数値に対応付けている辞書です。この辞書はシステムでどの設定名が定義されているかを決定するために利用できます。

利用可能な環境: Unix。

os.cpu_count()

Return the number of logical CPUs in the **system**. Returns `None` if undetermined.

The *process_cpu_count()* function can be used to get the number of logical CPUs usable by the calling thread of the **current process**.

Added in version 3.4.

バージョン 3.13 で変更: If `-X cpu_count` is given or `PYTHON_CPU_COUNT` is set, *cpu_count()* returns the overridden value *n*.

os.getloadavg()

過去 1 分、5 分、および 15 分間の、システムの実行キューの平均プロセス数を返します。平均負荷が得られない場合には *OSError* を送出します。

利用可能な環境: Unix。

os.process_cpu_count()

Get the number of logical CPUs usable by the calling thread of the **current process**. Returns `None` if undetermined. It can be less than *cpu_count()* depending on the CPU affinity.

The *cpu_count()* function can be used to get the number of logical CPUs in the **system**.

If `-X cpu_count` is given or `PYTHON_CPU_COUNT` is set, *process_cpu_count()* returns the overridden value *n*.

See also the *sched_getaffinity()* functions.

Added in version 3.13.

`os.sysconf`(*name*, */*)

整数値のシステム設定値を返します。*name* で指定された設定値が定義されていない場合、`-1` が返されます。*name* に関するコメントとしては、*confstr()* で述べた内容が同様に当てはまります；既知の設定名についての情報を与える辞書は `sysconf_names` で与えられています。

利用可能な環境: Unix。

`os.sysconf_names`

sysconf() が受理する名前を、ホストオペレーティングシステムで定義されている整数値に対応付けている辞書です。この辞書はシステムでどの設定名が定義されているかを決定するために利用できます。

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.11 で変更: Add `'SC_MINSIGSTKSZ'` name.

以下のデータ値はパス名編集操作をサポートするために利用されます。これらの値はすべてのプラットフォームで定義されています。

パス名に対する高水準の操作は *os.path* モジュールで定義されています。

`os.curdir`

現在のディレクトリ参照するためにオペレーティングシステムで使われる文字列定数です。POSIX と Windows では `'.'` になります。*os.path* からも利用できます。

`os.pardir`

親ディレクトリを参照するためにオペレーティングシステムで使われる文字列定数です。POSIX と Windows では `'..'` になります。*os.path* からも利用できます。

`os.sep`

パス名を要素に分割するためにオペレーティングシステムで利用されている文字です。例えば POSIX では `'/'` で、Windows では `'\\'` です。しかし、このことを知っているだけではパス名を解析したり、パス名同士を結合したりするには不十分です --- こうした操作には *os.path.split()* や *os.path.join()* を使用してください --- が、たまに便利なこともあります。*os.path* からも利用できます。

`os.altsep`

文字パス名を要素に分割する際にオペレーティングシステムで利用されるもう一つの文字で、分割文字が一つしかない場合には `None` になります。この値は `sep` がバックスラッシュとなっている DOS や Windows システムでは `'/'` に設定されています。*os.path* からも利用できます。

os.extsep

ベースのファイル名と拡張子を分ける文字です。例えば、os.py であれば '.' です。*os.path* からも利用できます。

os.pathsep

(PATH のような) サーチパス内の要素を分割するためにオペレーティングシステムが慣習的に用いる文字で、POSIX における ':' や DOS および Windows における ';' に相当します。*os.path* からも利用できます。

os.defpath

*exec*p** や *spawn*p** において、環境変数辞書内に 'PATH' キーがない場合に使われる標準設定のサーチパスです。*os.path* からも利用できます。

os.linesep

現在のプラットフォーム上で行を分割 (あるいは終端) するために用いられている文字列です。この値は例えば POSIX での '\n' や Mac OS での '\r' のように、単一の文字にもなりますし、例えば Windows での '\r\n' のように複数の文字列にもなります。テキストモードで開いたファイルに書き込む時には、*os.linesep* を利用しないでください。すべてのプラットフォームで、単一の '\n' を使用してください。

os.devnull

ヌルデバイスのファイルパスです。例えば POSIX では '/dev/null' で、Windows では 'nul' です。この値は *os.path* からも利用できます。

os.RTLD_LAZY

os.RTLD_NOW

os.RTLD_GLOBAL

os.RTLD_LOCAL

os.RTLD_NODELETE

os.RTLD_NOLOAD

os.RTLD_DEEPBIND

setdlopenflags() 関数と *getdlopenflags()* 関数と一緒に使用するフラグ。それぞれのフラグの意味については、Unix マニュアルの *dlopen(3)* ページを参照してください。

Added in version 3.3.

16.1.10 乱数

os.**getrandom**(*size*, *flags=0*)

最大で *size* バイトからなるランダムなバイト列を返します。この関数は要求されたバイト数よりも少ないバイト数を返すことがあります。

バイト列は、ユーザー空間の乱数生成器や暗号目的ののシードとして利用できます。

getrandom() はデバイスドライバや他の環境ノイズ源から収集されたエントロピーに頼っています。不必要な大量のデータの読出しは、/dev/random と /dev/urandom デバイスの他のユーザーに負の影響を与えるでしょう。

The flags argument is a bit mask that can contain zero or more of the following values ORed together: *os.GRND_RANDOM* and *GRND_NONBLOCK*.

Linux getrandom() manual page も参照してください。

利用可能な環境: Linux 3.17 以上。

Added in version 3.6.

os.**urandom**(*size*, */*)

暗号に関する用途に適した *size* バイトからなるランダムなバイト文字列を返します。

この関数は OS 固有の乱数発生源からランダムなバイト列を生成して返します。この関数の返すデータは暗号を用いたアプリケーションで十分利用できる程度に予測不能ですが、実際のクオリティは OS の実装によって異なります。

Linux では、getrandom() システムコールが利用可能ならブロッキングモードで呼び出されます: すなわちシステムの urandom エントロピープールが初期化されるまで (128 ビットのエントロピーがカーネルにより収集されるまで) 処理がブロックされます。論拠については **PEP 524** を参照してください。Linux では、(*GRND_NONBLOCK* フラグを使って) 非ブロッキングモードでランダムなバイトを取得したり、システムの urandom エントロピープールが初期化されるまでポーリングするために *getrandom()* 関数を利用することができます。

Unix ライクなシステムでは、ランダムなバイトは /dev/urandom デバイスから読み込みます。/dev/urandom デバイスが利用できないか、もしくは読み取り不可のときは、*NotImplementedError* 例外が送出されます。

Windows で、BCryptGenRandom() を使用します。

参考:

secrets モジュールは高レベルの乱数生成機能を提供します。プラットフォームが提供する乱数生成器に対する簡便なインターフェースについては、*random.SystemRandom* を参照してください。

バージョン 3.5 で変更: Linux 3.17 以降では、使用可能な場合に getrandom() システムコールが使用されるようになりました。OpenBSD 5.6 以降では、C getentropy() 関数が使用されるようになりました。これらの関数は、内部ファイル記述子を使用しません。

バージョン 3.5.2 で変更: Linux において、getrandom() システムコールがブロックするなら (urandom エントロピープールが初期化されていなければ) 、/dev/urandom を読む方法にフォールバックします。

バージョン 3.6 で変更: Linux で、セキュリティを高めるために、getrandom() をブロッキングモードで使用するようになりました。

バージョン 3.11 で変更: On Windows, BCryptGenRandom() is used instead of CryptGenRandom() which is deprecated.

os.GRND_NONBLOCK

デフォルトでは、*getrandom()* は /dev/random から読み込んだときにランダムなバイトが存在しない場合や、/dev/urandom から読み込んだときにエントロピープールが初期化されていない場合に処理をブロックします。

GRND_NONBLOCK フラグがセットされると、*getrandom()* はこれらの場合に処理をブロックせず、ただちに *BlockingIOError* 例外を送出します。

Added in version 3.6.

os.GRND_RANDOM

このビットがセットされた場合、ランダムバイトは /dev/urandom プールの代わりに /dev/random プールから取り出されます。

Added in version 3.6.

16.2 io --- ストリームを扱うコアツール

ソースコード: Lib/io.py

16.2.1 概要

io モジュールは様々な種類の I/O を扱う Python の主要な機能を提供しています。I/O には主に 3 つの種類があります; **テキスト** *I/O*, **バイナリ** *I/O*, *raw I/O* です。これらは汎用的なカテゴリで、各カテゴリには様々なストレージが利用されます。これらのいずれかのカテゴリに属する具象オブジェクトは全て *file object* と呼ばれます。他によく使われる用語として **ストリーム** と *file-like* **オブジェクト** があります。

それぞれの具象ストリームオブジェクトは、カテゴリに応じた機能を持ちます。ストリームは読み込み専用、書き込み専用、読み書き可能のいずかになります。任意のランダムアクセス（前方、後方の任意の場所にシークする）

が可能かもしれませんし、シーケンシャルアクセスしかできないかもしれません（例えばソケットやパイプなど）。

All streams are careful about the type of data you give to them. For example giving a *str* object to the `write()` method of a binary stream will raise a *TypeError*. So will giving a *bytes* object to the `write()` method of a text stream.

バージョン 3.3 で変更: 以前 *IOError* を送出していた操作が *OSError* を送出するようになりました。*IOError* は今は *OSError* の別名です。

テキスト I/O

テキスト I/O は、*str* オブジェクトを受け取り、生成します。すなわち、背後にあるストレージがバイト列 (例えばファイルなど) を格納するときは常に、透過的にデータのエンコード・デコードを行ない、オプションでプラットフォーム依存の改行文字変換を行います。

テキストストリームを作る一番簡単な方法は、オプションでエンコーディングを指定して、*open()* を利用することです:

```
f = open("myfile.txt", "r", encoding="utf-8")
```

StringIO オブジェクトはインメモリーのテキストストリームです:

```
f = io.StringIO("some initial text data")
```

テキストストリームの API は *TextIOBase* のドキュメントで詳しく解説します。

バイナリ I/O

バイナリー I/O (*buffered I/O* とも呼ばれます) は *bytes-like* **オブジェクト** を受け取り *bytes* オブジェクトを生成します。エンコード、デコード、改行文字変換は一切行いません。このカテゴリのストリームは全ての非テキストデータや、テキストデータの扱いを手動で管理したい場合に利用することができます。

バイナリーストリームを生成する一番簡単な方法は、*open()* の mode 文字列に `'b'` を指定することです:

```
f = open("myfile.jpg", "rb")
```

BytesIO はインメモリーのバイナリストリームです:

```
f = io.BytesIO(b"some initial binary data: \x00\x01")
```

バイナリーストリーム API は *BufferedIOBase* のドキュメントで詳しく解説します。

他のライブラリモジュールが、別のテキスト・バイナリーストリームを生成する方法を提供しています。例えば *socket.socket.makefile()* などです。

Raw I/O

Raw I/O (*unbuffered I/O* とも呼ばれます) は、バイナリーストリームやテキストストリームの低水準の部品としてよく利用されます。ユーザーコードで直接 raw ストリームを扱うべき場面は滅多にありません。とはいえ、バッファリングを無効にしてファイルをバイナリーモードで開くことで raw ストリームを作ることができます:

```
f = open("myfile.jpg", "rb", buffering=0)
```

raw ストリーム API は *RawIOBase* のドキュメントで詳しく解説します。

16.2.2 Text Encoding

The default encoding of *TextIOWrapper* and *open()* is locale-specific (*locale.getencoding()*).

However, many developers forget to specify the encoding when opening text files encoded in UTF-8 (e.g. JSON, TOML, Markdown, etc...) since most Unix platforms use UTF-8 locale by default. This causes bugs because the locale encoding is not UTF-8 for most Windows users. For example:

```
# May not work on Windows when non-ASCII characters in the file.
with open("README.md") as f:
    long_description = f.read()
```

Accordingly, it is highly recommended that you specify the encoding explicitly when opening text files. If you want to use UTF-8, pass `encoding="utf-8"`. To use the current locale encoding, `encoding="locale"` is supported since Python 3.10.

参考:

Python UTF-8 Mode
: Python UTF-8 Mode can be used to change the default encoding to UTF-8 from locale-specific encoding.

PEP 686
: Python 3.15 will make *Python UTF-8 Mode* default.

Opt-in EncodingWarning

Added in version 3.10: See **PEP 597** for more details.

To find where the default locale encoding is used, you can enable the `-X warn_default_encoding` command line option or set the `PYTHONWARNDEFAULTENCODING` environment variable, which will emit an *EncodingWarning* when the default encoding is used.

If you are providing an API that uses *open()* or *TextIOWrapper* and passes `encoding=None` as a parameter, you can use *text_encoding()* so that callers of the API will emit an *EncodingWarning* if they don't pass

an `encoding`. However, please consider using UTF-8 by default (i.e. `encoding="utf-8"`) for new APIs.

16.2.3 高水準のモジュールインターフェイス

`io.DEFAULT_BUFFER_SIZE`

このモジュールの buffered I/O クラスで利用されるデフォルトのバッファーサイズを表す整数です。可能であれば、*open()* は file の blksize (*os.stat()* で取得される) を利用します。

`io.open`(*file*, *mode='r'*, *buffering=-1*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*, *closefd=True*, *opener=None*)

組み込みの *open()* 関数のエイリアスです。

引数 `path`, `mode`, `flags` を指定して **監査イベント** `open` を送出します。

`io.open_code`(*path*)

`'rb'` モードでファイルを開きます。この関数はファイルの中身を実行可能なコードとして扱いたい場合にのみ使用します。

path should be a *str* and an absolute path.

The behavior of this function may be overridden by an earlier call to the `PyFile_SetOpenCodeHook()`. However, assuming that *path* is a *str* and an absolute path, `open_code(path)` should always behave the same as `open(path, 'rb')`. Overriding the behavior is intended for additional validation or preprocessing of the file.

Added in version 3.8.

`io.text_encoding`(*encoding*, *stacklevel=2*, */*)

This is a helper function for callables that use *open()* or *TextIOWrapper* and have an `encoding=None` parameter.

This function returns *encoding* if it is not `None`. Otherwise, it returns `"locale"` or `"utf-8"` depending on *UTF-8 Mode*.

This function emits an *EncodingWarning* if *sys.flags.warn_default_encoding* is true and *encoding* is `None`. *stacklevel* specifies where the warning is emitted. For example:

```
def read_text(path, encoding=None):
    encoding = io.text_encoding(encoding)  # stacklevel=2
    with open(path, encoding) as f:
        return f.read()
```

In this example, an *EncodingWarning* is emitted for the caller of `read_text()`.

See *Text Encoding* for more information.

Added in version 3.10.

バージョン 3.11 で変更: *text_encoding()* returns "utf-8" when UTF-8 mode is enabled and *encoding* is `None`.

exception io.BlockingIOError

互換性のための、組み込みの *BlockingIOError* 例外のエイリアスです。

exception io.UnsupportedOperation

OSError と *ValueError* を継承した例外です。ストリームがサポートしていない操作を行おうとした時に送出されます。

参考:

sys 標

準 IO ストリームを持っています: *sys.stdin*, *sys.stdout*, *sys.stderr*。

16.2.4 クラス階層

I/O ストリームの実装はクラス階層に分けて整理されています。まずストリームのカテゴリを分類するための **抽象基底クラス** (ABC) があり、続いて標準のストリーム実装を行う具象クラス群があります。

注釈: The abstract base classes also provide default implementations of some methods in order to help implementation of concrete stream classes. For example, *BufferedIOBase* provides unoptimized implementations of `readinto()` and `readline()`.

I/O 階層の最上位には抽象基底クラスの *IOBase* があります。*IOBase* ではストリームに対して基本的なインターフェースを定義しています。しかしながら、ストリームに対する読み込みと書き込みが分離されていないことに注意してください。実装においては与えられた操作をサポートしない場合は *UnsupportedOperation* を送出することが許されています。

RawIOBase ABC は *IOBase* を拡張します。このクラスはストリームからの bytes の読み書きを扱います。*FileIO* は、*RawIOBase* を継承してマシンのファイルシステム中のファイルへのインターフェースを提供します。

The *BufferedIOBase* ABC extends *IOBase*. It deals with buffering on a raw binary stream (*RawIOBase*). Its subclasses, *BufferedWriter*, *BufferedReader*, and *BufferedRWPair* buffer raw binary streams that are writable, readable, and both readable and writable, respectively. *BufferedRandom* provides a buffered interface to seekable streams. Another *BufferedIOBase* subclass, *BytesIO*, is a stream of in-memory bytes.

TextIOBase ABC は *IOBase* を拡張します。このクラスはテキストをあらわすバイトストリームを対象とし、バイトデータと文字列の間のエンコーディングやデコーディングを適切に行います。*TextIOWrapper* は *TextIOBase*

を拡張し、バッファリングされた生のストリーム (*BufferedIOBase*) に対するバッファリングされたテキストのインターフェースです。最後に、*StringIO* はメモリ上のテキストデータに対するストリームです。

引数名は規約に含まれていません。そして *open()* の引数だけがキーワード引数として用いられることが意図されています。

次のテーブルは *io* モジュールが提供する ABC の概要です:

ABC	継承元	スタブメソッド	Mixin するメソッドとプロパティ
IOBase		fileno, seek, truncate	close, closed, __enter__, __exit__, flush, isatty, __iter__, __next__, readable, readline, readlines, seekable, tell, writable, writelines
RawIOBase	*IOBase*	readinto, write	*IOBase* から継承したメソッド、read, readall
BufferedIOBase	*IOBase*	detach, read, read1, write	*IOBase* から継承したメソッド、readinto, readinto1
TextIOBase	*IOBase*	detach, read, readline, write	*IOBase* から継承したメソッド、encoding, errors, newlines

I/O 基底クラス

class io.IOBase

The abstract base class for all I/O classes.

継承先のクラスが選択的にオーバライドできるように、このクラスは多くのメソッドに空の抽象実装をしています。デフォルトの実装では、読み込み、書き込み、シークができないファイルを表現します。

Even though *IOBase* does not declare `read()` or `write()` because their signatures will vary, implementations and clients should consider those methods part of the interface. Also, implementations may raise a *ValueError* (or *UnsupportedOperation*) when operations they do not support are called.

ファイルへのバイナリデータの読み書きに用いられる基本型は *bytes* です。他の *bytes-like* **オブジェクト**もメソッドの引数として受け付けられます。テキスト I/O クラスは *str* データを扱います。

閉じられたストリームに対するメソッド呼び出しは (問い合わせであっても) 未定義です。この場合、実装は *ValueError* を送出することがあります。

IOBase (とそのサブクラス) はイテレータプロトコルをサポートします。*IOBase* オブジェクトをイテレートすると、ストリーム内の行が yield されます。ストリーム内の行の定義は、そのストリームが (バイト列を yield する) バイナリストリームか (文字列を yield する) テキストストリームかによって、少し異なります。下の *readline()* を参照してください。

IOBase はコンテキストマネージャでもあります。そのため `with` 構文をサポートします。次の例では、`with` 構文が終わった後で---たとえ例外が発生した場合でも、*file* は閉じられます。

```
with open('spam.txt', 'w') as file:
    file.write('Spam and eggs!')
```

IOBase は以下のデータ属性とメソッドを提供します:

close()

このストリームをフラッシュして閉じます。このメソッドはファイルが既に閉じられていた場合は特に何の効果もありません。いったんファイルが閉じられると、すべてのファイルに対する操作 (例えば読み込みや書き込み) で *ValueError* が発生します。

利便性のためにこのメソッドを複数回呼ぶことは許されています。しかし、効果があるのは最初の 1 回だけです。

closed

ストリームが閉じられていた場合 `True` になります。

fileno()

ストリームが保持しているファイル記述子 (整数値) が存在する場合はそれを返します。もし IO オブジェクトがファイル記述子を使っていない場合は *OSError* が発生します。

flush()

適用可能であればストリームの書き込みバッファをフラッシュします。読み出し専用や非ブロッキングストリームでは何もしません。

isatty()

ストリームが対話的であれば (つまりターミナルや tty デバイスにつながっている場合) `True` を返します。

readable()

Return `True` if the stream can be read from. If `False`, `read()` will raise *OSError*.

readline(*size=-1*, */*)

ストリームから 1 行読み込んで返します。もし *size* が指定された場合、最大で *size* バイトが読み込まれます。

バイナリファイルでは行末文字は常に `b'\n'` となります。テキストファイルでは、認識される行末文字を選択するために *open()* に対する *newline* 引数が使われます。

readlines(*hint=-1*, */*)

ストリームから行のリストを読み込んで返します。*hint* を指定することで、読み込む行数を制御できます。もし読み込んだすべての行のサイズ (バイト数、もしくは文字数) が *hint* の値を超えた場合、それ以上の行は読み込まれません。

引数 *hint* の値が 0 以下、および None の場合は、ヒントがないものとして取り扱われます。

Note that it's already possible to iterate on file objects using `for line in file: ...` without calling `file.readlines()`.

seek(*offset*, *whence=os.SEEK_SET*, */*)

Change the stream position to the given byte *offset*, interpreted relative to the position indicated by *whence*, and return the new absolute position. Values for *whence* are:

- *os.SEEK_SET* or 0 -- start of the stream (the default); *offset* should be zero or positive
- *os.SEEK_CUR* or 1 -- current stream position; *offset* may be negative
- *os.SEEK_END* or 2 -- end of the stream; *offset* is usually negative

Added in version 3.1: The SEEK_* constants.

Added in version 3.3: Some operating systems could support additional values, like *os.SEEK_HOLE* or *os.SEEK_DATA*. The valid values for a file could depend on it being open in text or binary mode.

seekable()

ストリームがランダムアクセスをサポートしている場合、True を返します。False の場合、*seek()*、*tell()*、*truncate()* を使用すると *OSError* を発生させます。

tell()

現在のストリーム位置を返します。

truncate(*size=None*, */*)

ストリームのサイズを、指定された *size* バイト (または *size* が指定されていない場合、現在位置) に変更します。現在のストリーム位置は変更されません。このサイズ変更により、現在のファイルサイズを拡大または縮小させることができます。拡大の場合には、新しいファイル領域の内容はプラットホームによって異なります (ほとんどのシステムでは、追加のバイトが 0 で埋められます)。新しいファイルサイズが返されます。

バージョン 3.5 で変更: Windows で、拡大時に追加領域を 0 で埋めるようになりました。

writable()

Return True if the stream supports writing. If False, write() and *truncate()* will raise *OSError*.

writelines(*lines*, /)

ストリームに行のリストを書き込みます。行区切り文字は追加されないので、書き込む各行の行末に行区切り文字を含ませるのが一般的です。

__del__()

オブジェクトの破壊の用意をします。このメソッドはインスタンスの *close()* メソッドを呼びます。*IOBase* はこのメソッドのデフォルトの実装を提供します

class io.RawIOBase

Base class for raw binary streams. It inherits from *IOBase*.

生のバイナリストリームは典型的に、背後にある OS デバイスや API への低水準なアクセスを提供し、それらを高水準の基本要素へカプセル化しようとはしません (そのような機能は後述するバッファされたバイナリストリームやテキストストリームのような高水準のクラスで行われます)。

RawIOBase は *IOBase* が提供するメソッドに加えて、以下のメソッドを提供します:

read(*size=-1*, /)

オブジェクトを *size* バイトまで読み込み、それを返します。簡単のため、*size* が指定されていないか -1 の場合は、EOF までの全てのバイトを返します。そうでない場合は、システムコール呼び出しが一度だけ行われます。オペレーティングシステムコールから返ってきたものが *size* バイトより少なければ、*size* バイトより少ない返り値になることがあります。

size が 0 でないのに 0 バイトが返った場合、それはファイルの終端を表します。オブジェクトがノンブロッキングモードで、1 バイトも読み込めなければ、None が返されます。

デフォルトの実装は *readall()* と *readinto()* に従います。

readall()

EOF までストリームからすべてのバイトを読み込みます。必要な場合はストリームに対して複数の呼び出しをします。

readinto(*b*, /)

あらかじめ確保された書き込み可能な *bytes* **類オブジェクト** *b* にバイト列を読み込み、読み込んだバイト数を返します。例えば、*b* は *bytearray* です。オブジェクトがノンブロッキングモードで、1 バイトも読み込めなければ、None が返されます。

write(*b*, /)

与えられた *bytes-like* **オブジェクト** *b* を生ストリームに書き込み、書き込んだバイト数を返します。これは、根底の生ストリームの性質や、特にノンブロッキングである場合に、*b* のバイト数より小さくなることがあります。生ストリームがブロックされないように設定されていて、かつ 1 バイトも即座に書き込むことができなければ、None が返されます。このメソッドから返った後で呼び出し元は *b* を解放したり変更したりするかもしれないので、実装はメソッド呼び出しの間だけ *b* にアクセスすべきです。

class io.BufferedIOBase

Base class for binary streams that support some kind of buffering. It inherits from *IOBase*.

RawIOBase との主な違いは、メソッド *read()*、*readinto()* および *write()* は 、ことによると複数回のシステムコールを行って、(それぞれ) 要求されただけの入力を読み込もうとしたり与えられた出力の全てを消費しようとしたりする点です。

加えて、元になる生ストリームが非ブロッキングモードでかつ準備ができていない場合に、これらのメソッドは、*BlockingIOError* を送出するかもしれません。対応する *RawIOBase* バージョンと違って、None を返すことはありません。

さらに、*read()* メソッドは、*readinto()* に従うデフォルト実装を持ちません。

通常の *BufferedIOBase* 実装は *RawIOBase* 実装を継承せずに、*BufferedWriter* と *BufferedReader* がするようにこれをラップすべきです。

BufferedIOBase は *IOBase* から継承した属性とメソッドに加えて、以下のデータ属性とメソッドを提供またはオーバーライドします:

raw

BufferedIOBase が扱う根底の生ストリーム (*RawIOBase* インスタンス) を返します。これは *BufferedIOBase* API には含まれず、よって実装に含まれないことがあります。

detach()

根底の生ストリームをバッファから分離して返します。

生ストリームが取り外された後、バッファは使用不能状態になります。

バッファには、*BytesIO* など、このメソッドで返される単体のストリームという概念を持たないものがあります。これらは *UnsupportedOperation* を送出します。

Added in version 3.1.

read(*size=-1*, */*)

最大で *size* バイト読み込んで返します。引数が省略されるか、None か、または負の値であった場合、データは EOF に到達するまで読み込まれます。ストリームが既に EOF に到達していた場合は空の *bytes* オブジェクトが返されます。

引数が正で、元になる生ストリームが対話的でなければ、必要なバイト数を満たすように複数回の生 read が発行されるかもしれません (先に EOF に到達しない限りは)。対話的な場合は、最大で一回の raw read しか発行されず、短い結果でも EOF に達したことを意味しません。

元になる生ストリームがノンブロッキングモードで、呼び出された時点でデータを持っていなければ、*BlockingIOError* が送出されます。

read1(*size=-1*, */*)

根底の raw ストリームの *read()* (または *readinto()*) メソッドを高々 1 回呼び出し、最大で *size* バイト読み込み、返します。これは、*BufferedIOBase* オブジェクトの上に独自のバッファリングを実装するときに便利です。

size に -1 (デフォルト値) を指定すると任意バイト長を返します（EOF に到達していなければ返されるバイト数は 0 より大きくなります）

readinto(*b*, */*)

あらかじめ確保された書き込み可能な *bytes* **類オブジェクト** *b* にバイト列を読み込み、読み込んだバイト数を返します。例えば、*b* は *bytearray* です。

read() と同様に、下層の raw ストリームが対話的でない限り、複数の読み込みは下層の raw ストリームに与えられるかもしれません。

元になる生ストリームがノンブロッキングモードで、呼び出された時点でデータを持っていなければ、*BlockingIOError* が送出されます。

readinto1(*b*, */*)

根底の raw ストリームの *read()* (または *readinto()*) メソッドを高々 1 回呼び出し、あらかじめ確保された書き込み可能な *bytes-like* **オブジェクト** *b* にバイト列を読み込みます。読み込んだバイト数を返します。

元になる生ストリームがノンブロッキングモードで、呼び出された時点でデータを持っていなければ、*BlockingIOError* が送出されます。

Added in version 3.5.

write(*b*, */*)

与えられた *bytes-like* **オブジェクト** *b* を書き込み、書き込んだバイト数を返します (これは常に *b* のバイト数と等しくなります。なぜなら、もし書き込みに失敗した場合は *OSError* が発生するからです)。実際の実装に依存して、これらのバイト列は根底のストリームに即座に書き込まれることもあれば、パフォーマンスやレイテンシの関係でバッファに保持されることもあります。

ノンブロッキングモードであるとき、バッファが満杯で根底の生ストリームが書き込み時点でさらなるデータを受け付けられない場合 *BlockingIOError* が送出されます。

このメソッドが戻った後で、呼び出し元は *b* を解放、または変更するかもしれないので、実装はメソッド呼び出しの間だけ *b* にアクセスすべきです。

生ファイル I/O

class io.**FileIO**(*name*, *mode='r'*, *closefd=True*, *opener=None*)

A raw binary stream representing an OS-level file containing bytes data. It inherits from *RawIOBase*.

name は、次の 2 つのいずれかです。

- 開くファイルへのパスを表す文字列または *bytes* オブジェクト。この場合、closefd は `True` (デフォルト) でなければなりません。`True` でない場合、エラーが送出されます。
- 結果の *FileIO* オブジェクトがアクセスを与える、既存の OS レベルファイル記述子の数を表す整数。FileIO オブジェクトが閉じられると、*closefd* が `False` に設定されていない場合、この fd も閉じられます。

mode は 読み込み（デフォルト）、書き込み、排他的作成、追記に対し `'r'` 、`'w'` 、`'x'` 、`'a'` です。ファイルは書き込みや追記で開かれたときに存在しない場合作成されます。書き込みのときにファイルの内容は破棄されます。作成時に既に存在する場合は *FileExistsError* が送出されます。作成のためにファイルを開くのは暗黙的に書き込みなので、このモードは `'w'` と同じように振る舞います。読み込みと書き込みを同時に許可するにはモードに `'+'` を加えてください。

The *read()* (when called with a positive argument), *readinto()* and *write()* methods on this class will only make one system call.

呼び出し可能オブジェクトを *opener* として与えることで、カスタムのオープナーが使えます。そしてファイルオブジェクトの基底のファイルディスクリプタは、*opener* を (*name*, *flags*) で呼び出して得られます。*opener* は開いたファイルディスクリプタを返さなければなりません。(*os.open* を *opener* として渡すと、`None` を渡したのと同様の機能になります。)

新たに作成されたファイルは **継承不可** です。

opener 引数を使う例については *open()* 組み込み関数を参照してください。

バージョン 3.3 で変更: *opener* 引数が追加されました。`'x'` モードが追加されました。

バージョン 3.4 で変更: ファイルが継承不可になりました。

FileIO は *RawIOBase* と *IOBase* から継承したデータ属性に加えて以下のデータ属性を提供します:

mode

コンストラクタに渡されたモードです。

name

ファイル名。コンストラクタに名前が渡されなかったときはファイル記述子になります。

バッファ付きストリーム

バッファ付き I/O ストリームは、I/O デバイスに生 I/O より高レベルなインターフェースを提供します。

class io.**BytesIO**(*initial_bytes=b''*)

A binary stream using an in-memory bytes buffer. It inherits from *BufferedIOBase*. The buffer is discarded when the *close()* method is called.

省略可能な引数 *initial_bytes* は、初期データを含んだ *bytes-like* **オブジェクト** です。

BytesIO は *BufferedIOBase* または *IOBase* からのメソッドに加えて、以下のメソッドを提供もしくはオーバーライドします:

getbuffer()

バッファの内容をコピーすることなく、その内容の上に、読み込み及び書き込みが可能なビューを返します。また、このビューを変更すると、バッファの内容は透過的に更新されます:

```
>>> b = io.BytesIO(b"abcdef")
>>> view = b.getbuffer()
>>> view[2:4] = b"56"
>>> b.getvalue()
b'ab56ef'
```

注釈: ビューが存在する限り、*BytesIO* オブジェクトはリサイズやクローズされません。

Added in version 3.2.

getvalue()

バッファの全内容を含む *bytes* を返します。

read1(*size=-1*, */*)

BytesIO においては、このメソッドは *read()* と同じです。

バージョン 3.7 で変更: *size* 引数が任意になりました。

readinto1(*b*, */*)

BytesIO においては、このメソッドは *readinto()* と同じです。

Added in version 3.5.

class io.**BufferedReader**(*raw*, *buffer_size=DEFAULT_BUFFER_SIZE*)

A buffered binary stream providing higher-level access to a readable, non seekable *RawIOBase* raw binary stream. It inherits from *BufferedIOBase*.

このオブジェクトからデータを読み出した時、背後にある生のストリームからはより大きな量のデータの読み出しがリクエストされ、内部バッファに読み出したデータが保持されることがあります。バッファされたデータはその後の読み出し処理で直接返すことができます。

このコンストラクタは与えられた *raw* ストリームと *buffer_size* に対し *BufferedReader* を生成します。*buffer_size* が省略された場合、代わりに *DEFAULT_BUFFER_SIZE* が使われます。

BufferedReader は *BufferedIOBase* または *IOBase* からのメソッドに加えて、以下のメソッドを提供もしくはオーバーライドします:

peek(*size=0*, */*)

位置を進めずにストリームからバイト列を返します。これを果たすために生ストリームに対して行われる read は高々一度だけです。返されるバイト数は、要求より少ないかもしれませんし、多いかもしれません。

read(*size=-1*, */*)

size バイトを読み込んで返します。*size* が与えられないか負の値ならば、EOF まで、または非ブロッキングモード中で read 呼び出しがブロックされるまでを返します。

read1(*size=-1*, */*)

raw ストリームに対しただ一度の呼び出しで最大 *size* バイトを読み込んで返します。少なくとも 1 バイトがバッファされていれば、バッファされているバイト列だけが返されます。それ以外の場合は raw ストリームの読み込みが一回呼び出されます。

バージョン 3.7 で変更: *size* 引数が任意になりました。

class io.BufferedWriter(*raw*, *buffer_size=DEFAULT_BUFFER_SIZE*)

A buffered binary stream providing higher-level access to a writeable, non seekable *RawIOBase* raw binary stream. It inherits from *BufferedIOBase*.

このオブジェクトに対して書き込みを行なったとき、データは通常内部バッファに配置されます。バッファは以下に示すさまざまな条件で背後にある *RawIOBase* オブジェクトに書き込まれます:

- 保留中の全データに対してバッファが足りなくなったとき;
- when *flush()* is called;
- when a *seek()* is requested (for *BufferedRandom* objects);
- *BufferedWriter* オブジェクトが閉じられたり破棄されたりしたとき。

このコンストラクタは与えられた書き込み可能な *raw* ストリームに対し *BufferedWriter* を生成します。*buffer_size* が省略された場合、*DEFAULT_BUFFER_SIZE* がデフォルトになります。

BufferedWriter は *BufferedIOBase* または *IOBase* からのメソッドに加えて、以下のメソッドを提供もしくはオーバーライドします:

flush()

バッファに保持されたバイト列を生ストリームに強制的に流し込みます。生ストリームがブロックした場合 *BlockingIOError* が送出されます。

write(*b*, /)

bytes-like **オブジェクト** *b* を書き込み、書き込んだバイト数を返します。ノンブロッキング時、バッファが書き込まれるべきなのに生ストリームがブロックした場合 *BlockingIOError* が送出されます。

class io.BufferedRandom(*raw*, *buffer_size=DEFAULT_BUFFER_SIZE*)

A buffered binary stream providing higher-level access to a seekable *RawIOBase* raw binary stream. It inherits from *BufferedReader* and *BufferedWriter*.

このコンストラクタは第一引数として与えられるシーク可能な生ストリームに対し、リーダーおよびライターを作成します。*buffer_size* が省略された場合、*DEFAULT_BUFFER_SIZE* がデフォルトになります。

BufferedRandom is capable of anything *BufferedReader* or *BufferedWriter* can do. In addition, *seek()* and *tell()* are guaranteed to be implemented.

class io.BufferedRWPair(*reader*, *writer*, *buffer_size=DEFAULT_BUFFER_SIZE*, /)

A buffered binary stream providing higher-level access to two non seekable *RawIOBase* raw binary streams---one readable, the other writeable. It inherits from *BufferedIOBase*.

reader と *writer* はそれぞれ読み込み可能、書き込み可能な *RawIOBase* オブジェクトです。*buffer_size* が省略された場合 *DEFAULT_BUFFER_SIZE* がデフォルトになります。

BufferedRWPair は、*UnsupportedOperation* を送出する *detach()* を除く、*BufferedIOBase* の全てのメソッドを実装します。

> **警告:** *BufferedRWPair* は下層の生ストリームのアクセスを同期しようとはしません。同じオブジェクトをリーダとライタとして渡してはいけません。その場合は代わりに *BufferedRandom* を使用してください。

テキスト I/O

class io.TextIOBase

Base class for text streams. This class provides a character and line based interface to stream I/O. It inherits from *IOBase*.

IOBase から継承した属性とメソッドに加えて、*TextIOBase* は以下のデータ属性とメソッドを提供しています:

encoding

エンコーディング名で、ストリームのバイト列を文字列にデコードするとき、また文字列をバイト列にエンコードするときに使われます。

errors

このエンコーダやデコーダのエラー設定です。

newlines

文字列、文字列のタプル、または None で、改行がどのように読み換えられるかを指定します。実装や内部コンストラクタのフラグに依って、これは利用できないことがあります。

buffer

TextIOBase が扱う根底のバイナリバッファ (*BufferedIOBase* インスタンス) です。これは *TextIOBase* API には含まれず、よって実装に含まれない場合があります。

detach()

根底のバイナリバッファを *TextIOBase* から分離して返します。

根底のバッファが取り外された後、*TextIOBase* は使用不能状態になります。

TextIOBase 実装には、*StringIO* など、根底のバッファという概念を持たないものがあります。これらを呼び出すと *UnsupportedOperation* を送出します。

Added in version 3.1.

read(*size=-1*, */*)

最大 *size* 文字をストリームから読み込み、一つの *str* にして返します。*size* が負の値または None ならば、EOF まで読みます。

readline(*size=-1*, */*)

Read until newline or EOF and return a single *str*. If the stream is already at EOF, an empty string is returned.

size が指定された場合、最大 *size* 文字が読み込まれます。

seek(*offset*, *whence=SEEK_SET*, */*)

Change the stream position to the given *offset*. Behaviour depends on the *whence* parameter. The default value for *whence* is SEEK_SET.

- SEEK_SET or 0: seek from the start of the stream (the default); *offset* must either be a number returned by *TextIOBase.tell()*, or zero. Any other *offset* value produces undefined behaviour.
- SEEK_CUR or 1: "seek" to the current position; *offset* must be zero, which is a no-operation (all other values are unsupported).

- SEEK_END or 2: seek to the end of the stream; *offset* must be zero (all other values are unsupported).

新しい絶対位置を、不透明な数値で返します。

Added in version 3.1: The SEEK_* constants.

tell()

ストリームの現在位置を不透明な数値で返します。この値は根底のバイナリストレージ内でのバイト数を表すとは限りません。

write(*s*, /)

文字列 *s* をストリームに書き出し、書き出された文字数を返します。

class io.TextIOWrapper(*buffer*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*, *line_buffering=False*, *write_through=False*)

A buffered text stream providing higher-level access to a *BufferedIOBase* buffered binary stream. It inherits from *TextIOBase*.

encoding gives the name of the encoding that the stream will be decoded or encoded with. It defaults to *locale.getencoding()*. encoding="locale" can be used to specify the current locale's encoding explicitly. See *Text Encoding* for more information.

errors はオプションの文字列で、エンコードやデコードの際のエラーをどのように扱うかを指定します。エンコードエラーがあったときに *ValueError* 例外を送出させるには 'strict' を渡します (デフォルトの None でも同じです)。エラーを無視させるには 'ignore' を渡します。(エンコーディングエラーを無視するとデータを喪失する可能性があることに注意してください。) 'replace' は不正な形式の文字の代わりにマーカ (たとえば '?') を挿入させます。'backslashreplace' を指定すると、不正な形式のデータをバックスラッシュ付きのエスケープシーケンスに置換します。書き込み時には 'xmlcharrefreplace' (適切な XML 文字参照に置換) や 'namereplace' (\N{...} エスケープシーケンスに置換) も使えます。他にも *codecs.register_error()* で登録されたエラー処理名が有効です。

newline は行末をどのように処理するかを制御します 。None, '', '\n', '\r', '\r\n' のいずれかです。これは以下のように動作します:

- ストリームからの入力を読み込んでいるとき、もし *newline* が None ならば *universal newlines* モードが有効になります。入力中の行は '\n', '\r', または '\r\n' のいずれで終わってもよく、それらは呼び出し元に返される前に "'n'" に変換されます。*newline* が '' の場合、universal newlines モードは有効になりますが、行末のコードは変換されずに呼び出し元に返されます。*newline* がその他の有効な値の場合は、入力行は与えられた文字列のみで終端され、行末は変換されずに呼び出し元に返されます。

- ストリームへの出力の書き込み時、*newline* が None の場合、全ての '\n' 文字はシステムのデフォルトの行セパレータ *os.linesep* に変換されます。*newline* が '' または '\n' の場合は変換されません。*newline* がその他の正当な値の場合、全ての '\n' 文字は与えられた文字列に変換されます。

If *line_buffering* is `True`, *flush()* is implied when a call to write contains a newline character or a carriage return.

If *write_through* is `True`, calls to *write()* are guaranteed not to be buffered: any data written on the *TextIOWrapper* object is immediately handled to its underlying binary *buffer*.

バージョン 3.3 で変更: *write_through* 引数が追加されました。

バージョン 3.3 で変更: *encoding* の規定値が `locale.getpreferredencoding()` から `locale.getpreferredencoding(False)` になりました。*locale.setlocale()* を用いてロケールのエンコーディングを一時的に変更してはいけません。ユーザが望むエンコーディングではなく現在のロケールのエンコーディングを使用してください。

バージョン 3.10 で変更: The *encoding* argument now supports the `"locale"` dummy encoding name.

TextIOWrapper は *TextIOBase* と *IOBase* から継承したものに加えて以下のデータ属性をメソッドを提供します:

line_buffering

行バッファリングが有効かどうか。

write_through

書き込みが、根柢のバイナリバッファに即座に渡されるかどうか。

Added in version 3.7.

reconfigure(*, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*, *line_buffering=None*, *write_through=None*)

このテキストストリームを *encoding*, *errors*, *newline*, *line_buffering* と *write_through* を新しい設定として再設定します。

encoding が指定されており、*errors* が指定されていないときに、`errors='strict'` が使われている場合を除き、指定されなかったパラメータは現在の設定が保持されます。

ストリームからすでにデータが読み出されていた場合、encoding と newline は変更できません。一方で、書き込み後に encoding を変更することはできます。

このメソッドは、新しい設定を適用するまえにストリームをフラッシュします。

Added in version 3.7.

バージョン 3.11 で変更: The method supports `encoding="locale"` option.

seek(*cookie*, *whence=os.SEEK_SET*, */*)

Set the stream position. Return the new stream position as an *int*.

Four operations are supported, given by the following argument combinations:

- `seek(0, SEEK_SET)`: Rewind to the start of the stream.
- `seek(cookie, SEEK_SET)`: Restore a previous position; *cookie* **must be** a number returned by *tell()*.
- `seek(0, SEEK_END)`: Fast-forward to the end of the stream.
- `seek(0, SEEK_CUR)`: Leave the current stream position unchanged.

Any other argument combinations are invalid, and may raise exceptions.

参考:

os.SEEK_SET, *os.SEEK_CUR*, and *os.SEEK_END*.

`tell()`

Return the stream position as an opaque number. The return value of `tell()` can be given as input to *seek()*, to restore a previous stream position.

`class io.StringIO`(*initial_value=''*, *newline='\n'*)

A text stream using an in-memory text buffer. It inherits from *TextIOBase*.

テキストバッファは *close()* メソッドが呼び出されたときに破棄されます。

The initial value of the buffer can be set by providing *initial_value*. If newline translation is enabled, newlines will be encoded as if by *write()*. The stream is positioned at the start of the buffer which emulates opening an existing file in a `w+` mode, making it ready for an immediate write from the beginning or for a write that would overwrite the initial value. To emulate opening a file in an `a+` mode ready for appending, use `f.seek(0, io.SEEK_END)` to reposition the stream at the end of the buffer.

newline 引数は *TextIOWrapper* の同名の引数と同じように働きます。ただし、出力をストリームに書き込む時に *newline* が `None` の場合には、改行は全てのプラットフォームで `\n` になります。

TextIOBase と *IOBase* から継承したメソッドに加えて *StringIO* は以下のメソッドを提供しています:

`getvalue()`

Return a *str* containing the entire contents of the buffer. Newlines are decoded as if by *read()*, although the stream position is not changed.

使用例:

```
import io

output = io.StringIO()
output.write('First line.\n')
print('Second line.', file=output)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# Retrieve file contents -- this will be
# 'First line.\nSecond line.\n'
contents = output.getvalue()

# Close object and discard memory buffer --
# .getvalue() will now raise an exception.
output.close()
```

class io.**IncrementalNewlineDecoder**

A helper codec that decodes newlines for *universal newlines* mode. It inherits from *codecs.IncrementalDecoder*.

16.2.5 性能

このセクションでは与えられた具体的な I/O 実装の性能について議論します。

バイナリ I/O

バッファ付き I/O は、ユーザが 1 バイトだけ要求した場合でさえ、データを大きな塊でのみ読み書きします。これにより、オペレーティングシステムのバッファ無し I/O ルーチンを呼び出して実行する非効率性はすべて隠されます。その成果は、OS と、実行される I/O の種類によって異なります。例えば、Linux のような現行の OS では、バッファ無しディスク I/O がバッファ付き I/O と同じくらい早いことがあります。しかし、どのプラットフォームとデバイスにおいても、バッファ付き I/O は最低でも予測可能なパフォーマンスを提供します。ですから、バイナリデータに対しては、バッファ無し I/O を使用するより、バッファ付きの I/O を使用するほうが望ましい場合がほとんどです。

テキスト I/O

Text I/O over a binary storage (such as a file) is significantly slower than binary I/O over the same storage, because it requires conversions between unicode and binary data using a character codec. This can become noticeable handling huge amounts of text data like large log files. Also, *tell()* and *seek()* are both quite slow due to the reconstruction algorithm used.

しかし *StringIO* は、ネイティブなインメモリ Unicode コンテナで、*BytesIO* と同程度の速度を示します。

マルチスレッディング

FileIO objects are thread-safe to the extent that the operating system calls (such as *read(2)* under Unix) they wrap are thread-safe too.

バイナリバッファ付きオブジェクト (*BufferedReader*, *BufferedWriter*, *BufferedRandom* および *BufferedRWPair* のインスタンス) は、その内部構造をロックを使って保護します。このため、これらを複数のスレッドから同時に呼び出しても安全です。

TextIOWrapper オブジェクトはスレッドセーフではありません。

リエントラント性

バイナリバッファ付きオブジェクト (*BufferedReader*, *BufferedWriter*, *BufferedRandom* および *BufferedRWPair* のインスタンス) は、リエントラント (再入可能) ではありません。リエントラントな呼び出しは普通の状況では起こりませんが、I/O を *signal* ハンドラで行なっているときに起こりえます。スレッドが、すでにアクセスしているバッファ付きオブジェクトに再び入ろうとすると *RuntimeError* が送出されます。これは、バッファ付きオブジェクトに複数のスレッドから入ることを禁止するわけではありません。

open() 関数は *TextIOWrapper* 内部のバッファ付きオブジェクトをラップするため、テキストファイルにも暗黙に拡張されます。これは、標準ストリームを含むので、組み込みの *print()* 関数にも同様に影響します。

16.3 time --- 時刻データへのアクセスと変換

このモジュールでは、時刻に関するさまざまな関数を提供します。関連した機能について、*datetime*, *calendar* モジュールも参照してください。

このモジュールは常に利用可能ですが、すべての関数がすべてのプラットフォームで利用可能なわけではありません。このモジュールで定義されているほとんどの関数は、プラットフォーム上の同名の C ライブラリ関数を呼び出します。これらの関数に対する意味付けはプラットフォーム間で異なるため、プラットフォーム提供のドキュメントを読んでおくと便利でしょう。

まずいくつかの用語の説明と慣習について整理します。

- The *epoch* is the point where the time starts, the return value of `time.gmtime(0)`. It is January 1, 1970, 00:00:00 (UTC) on all platforms.
- **エポック秒** (*seconds since the epoch*) は、エポックからの総経過秒数を示していますが、たいていはうるう秒 (leap seconds) は含まれていません。全ての POSIX 互換のプラットフォームで、うるう秒はこの総秒数には含まれません。

- このモジュールの中の関数は、エポック (*epoch*) 以前あるいは遠い未来の日付や時刻を扱うことができません。将来カットオフ（関数が正しく日付や時刻を扱えなくなる）が起きる時点は、C ライブラリによって決まります。32-bit システムではカットオフは通常 2038 年です。

- 関数 *strptime()* は `%y` 書式コードが与えられた時に 2 桁の年表記を解析できます。2 桁の年を解析する場合、それらは POSIX および ISO C 標準に従って変換されます: 69-99 の西暦年は 1969-1999 となり、0 – 68 の西暦年は 2000 – 2068 になります。

- UTC は協定世界時 (Coordinated Universal Time) のことです (以前はグリニッジ標準時または GMT として知られていました)。UTC の頭文字の並びは誤りではなく、英仏の妥協によるものです。

- DST は夏時間 (Daylight Saving Time) のことで、一年のうちの一定期間に 1 時間タイムゾーンを修正することです。DST のルールは不可思議で (地域ごとに法律で定められています)、年ごとに変わることもあります。C ライブラリはローカルルールを記したテーブルを持っており (柔軟に対応するため、たいていはシステムファイルから読み込まれます)、この点に関しては唯一の真実の知識の源です。

- 多くの現時刻を返す関数 (real-time functions) の精度は、値や引数を表現するために使う単位から想像されるよりも低いかも知れません。例えば、ほとんどの Unix システムにおいて、クロックの 1 ティックの精度は 50 から 100 分の 1 秒に過ぎません。

- On the other hand, the precision of *time()* and *sleep()* is better than their Unix equivalents: times are expressed as floating point numbers, *time()* returns the most accurate time available (using Unix `gettimeofday()` where available), and *sleep()* will accept a time with a nonzero fraction (Unix `select()` is used to implement this, where available).

- *gmtime()*, *localtime()*, *strptime()* が返す時刻値、および *asctime()*, *mktime()*, *strftime()* がとる時刻値は 9 個の整数からなるシーケンスです。*gmtime()*, *localtime()*, *strptime()* の戻り値は個々の値を属性名で取得することもできます。

  これらのオブジェクトについての解説は *struct_time* を参照してください。

  バージョン 3.3 で変更: The *struct_time* type was extended to provide the *tm_gmtoff* and *tm_zone* attributes when platform supports corresponding `struct tm` members.

  バージョン 3.6 で変更: The *struct_time* attributes *tm_gmtoff* and *tm_zone* are now available on all platforms.

- 時間の表現を変換するには、以下の関数を利用してください:

対象	変換先	関数
エポックからの秒数	UTC の *struct_time*	*gmtime()*
エポックからの秒数	ローカル時間の *struct_time*	*localtime()*
UTC の *struct_time*	エポックからの秒数	*calendar.timegm()*
ローカル時間の *struct_time*	エポックからの秒数	*mktime()*

16.3.1 関数

time.asctime([t])

Convert a tuple or *struct_time* representing a time as returned by *gmtime()* or *localtime()* to a string of the following form: `'Sun Jun 20 23:21:05 1993'`. The day field is two characters long and is space padded if the day is a single digit, e.g.: `'Wed Jun 9 04:26:40 1993'`.

If *t* is not provided, the current time as returned by *localtime()* is used. Locale information is not used by *asctime()*.

注釈: 同名の C の関数と違って、*asctime()* は末尾に改行文字を加えません。

---

time.pthread_getcpuclockid(*thread_id*)

Return the *clk_id* of the thread-specific CPU-time clock for the specified *thread_id*.

Use *threading.get_ident()* or the *ident* attribute of *threading.Thread* objects to get a suitable value for *thread_id*.

警告: Passing an invalid or expired *thread_id* may result in undefined behavior, such as segmentation fault.

利用可能な環境: Unix

更なる情報については *pthread_getcpuclockid(3)* の man を参照してください。

Added in version 3.7.

time.clock_getres(*clk_id*)

指定された *clk_id* クロックの分解能 (精度) を返します。*clk_id* として受け付けられる値の一覧は *Clock ID Constants* を参照してください。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

time.clock_gettime(*clk_id*) → *float*

指定された *clk_id* クロックの時刻を返します。*clk_id* として受け付けられる値の一覧は *Clock ID Constants* を参照してください。

Use *clock_gettime_ns()* to avoid the precision loss caused by the *float* type.

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

time.**clock_gettime_ns**(*clk_id*) → *int*

clock_gettime() に似ていますが、ナノ秒単位の時刻を返します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.7.

time.**clock_settime**(*clk_id*, *time:* float)

指定された *clk_id* クロックの時刻を設定します。現在、*CLOCK_REALTIME* は *clk_id* が受け付ける唯一の値です。

Use *clock_settime_ns()* to avoid the precision loss caused by the *float* type.

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

time.**clock_settime_ns**(*clk_id*, *time:* int)

clock_settime() に似ていますが、ナノ秒単位の時刻を設定します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.7.

time.**ctime**([*secs*])

Convert a time expressed in seconds since the *epoch* to a string of a form: `'Sun Jun 20 23:21:05 1993'` representing local time. The day field is two characters long and is space padded if the day is a single digit, e.g.: `'Wed Jun 9 04:26:40 1993'`.

secs を指定しないか *None* を指定した場合、*time()* が返す値を現在の時刻として使用します。`ctime(secs)` は `asctime(localtime(secs))` と等価です。ローカル情報は *ctime()* には使用されません。

time.**get_clock_info**(*name*)

指定されたクロックの情報を名前空間オブジェクトとして取得します。サポートされているクロック名およびそれらの値を取得する関数は以下の通りです:

- `'monotonic'`: *time.monotonic()*
- `'perf_counter'`: *time.perf_counter()*
- `'process_time'`: *time.process_time()*
- `'thread_time'`: *time.thread_time()*
- `'time'`: *time.time()*

結果は以下の属性をもちます:

- *adjustable*: 自動 (NTP デーモンによるなど) またはシステム管理者による手動で変更できる場合は `True`、それ以外の場合は `False` になります。
- *implementation*: クロック値を取得するために内部で使用している C 関数の名前です。使える値については *Clock ID Constants* を参照してください。
- *monotonic*: クロック値が後戻りすることがない場合 `True` が、そうでない場合は `False` になります。
- *resolution*: クロックの分解能を秒 (*float*) で表します。

Added in version 3.3.

`time.`**`gmtime`**`(`[*secs*]`)`

エポック (*epoch*) からの経過時間で表現された時刻を、UTC で *struct_time* に変換します。このとき dst フラグは常にゼロとして扱われます。*secs* を指定しないか *None* を指定した場合、*time()* が返す値を現在の時刻として使用します。秒の端数は無視されます。*struct_time* オブジェクトについては前述の説明を参照してください。*calendar.timegm()* はこの関数と逆の変換を行います。

`time.`**`localtime`**`(`[*secs*]`)`

gmtime() に似ていますが、ローカル時間に変換します。*secs* を指定しないか *None* を指定した場合、*time()* が返す値を現在の時刻として使用します。DST が適用されている場合は dst フラグには `1` が設定されます。

localtime() may raise *OverflowError*, if the timestamp is outside the range of values supported by the platform C `localtime()` or `gmtime()` functions, and *OSError* on `localtime()` or `gmtime()` failure. It's common for this to be restricted to years between 1970 and 2038.

`time.`**`mktime`**`(`*t*`)`

localtime() の逆を行う関数です。引数は *struct_time* か 9 個の要素すべての値を持つ完全なタプル (dst フラグも必要です; 時刻に DST が適用されるか不明の場合は `-1` を使用してください) で、UTC ではなく **ローカル** 時間を指定します。戻り値は *time()* との互換性のために浮動小数点数になります。入力した値を正しい時刻として表現できない場合、例外 *OverflowError* または *ValueError* が送出されます (どちらが送出されるかは、無効な値を受け取ったのが Python と下層の C ライブラリのどちらなのかによって決まります)。この関数で時刻を生成できる最も古い日付はプラットフォームに依存します。

`time.`**`monotonic`**`()` → *float*

モノトニッククロック、すなわち後戻りしないクロックの値を (小数秒で) 返します。このクロックはシステムクロックの更新の影響を受けません。戻り値の基準点は定義されていないので、二回の呼び出しの結果の差だけが有効です。

Clock:

- On Windows, call `QueryPerformanceCounter()` and `QueryPerformanceFrequency()`.
- On macOS, call `mach_absolute_time()` and `mach_timebase_info()`.

- On HP-UX, call `gethrtime()`.
- Call `clock_gettime(CLOCK_HIGHRES)` if available.
- Otherwise, call `clock_gettime(CLOCK_MONOTONIC)`.

Use *monotonic_ns()* to avoid the precision loss caused by the *float* type.

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: この関数は、常に利用でき、常にシステム全域で使えるようになりました。

バージョン 3.10 で変更: On macOS, the function is now system-wide.

time.monotonic_ns() → *int*

monotonic() に似ていますが、ナノ秒単位の時刻を返します。

Added in version 3.7.

time.perf_counter() → *float*

パフォーマンスカウンター、すなわち短い時間を計測するための可能な限り高い分解能を持つクロックの値を (小数秒で) 返します。これはスリープ中の経過時間を含み、システムワイドです。戻り値の基準点は定義されていないので、二回の呼び出しの結果の差だけが有効です。

CPython 実装の詳細: On CPython, use the same clock than *time.monotonic()* and is a monotonic clock, i.e. a clock that cannot go backwards.

Use *perf_counter_ns()* to avoid the precision loss caused by the *float* type.

Added in version 3.3.

バージョン 3.10 で変更: On Windows, the function is now system-wide.

バージョン 3.13 で変更: Use the same clock than *time.monotonic()*.

time.perf_counter_ns() → *int*

perf_counter() に似ていますが、ナノ秒単位の時刻を返します。

Added in version 3.7.

time.process_time() → *float*

現在のプロセスのシステムおよびユーザー CPU 時間の値を (小数秒で) 返します。これはスリープ中の経過時間を含みません。これは定義上プロセスワイドです。戻り値の基準点は定義されていないので、二回の呼び出しの結果の差だけが有効です。

Use *process_time_ns()* to avoid the precision loss caused by the *float* type.

Added in version 3.3.

time.**process_time_ns**() → *int*

process_time() に似ていますが、ナノ秒単位の時刻を返します。

Added in version 3.7.

time.**sleep**(*secs*)

Suspend execution of the calling thread for the given number of seconds. The argument may be a floating point number to indicate a more precise sleep time.

If the sleep is interrupted by a signal and no exception is raised by the signal handler, the sleep is restarted with a recomputed timeout.

The suspension time may be longer than requested by an arbitrary amount, because of the scheduling of other activity in the system.

On Windows, if *secs* is zero, the thread relinquishes the remainder of its time slice to any other thread that is ready to run. If there are no other threads ready to run, the function returns immediately, and the thread continues execution. On Windows 8.1 and newer the implementation uses a high-resolution timer which provides resolution of 100 nanoseconds. If *secs* is zero, `Sleep(0)` is used.

Unix implementation:

- Use `clock_nanosleep()` if available (resolution: 1 nanosecond);
- Or use `nanosleep()` if available (resolution: 1 nanosecond);
- Or use `select()` (resolution: 1 microsecond).

Raises an *auditing event* `time.sleep` with argument `secs`.

バージョン 3.5 で変更: スリープがシグナルに中断されてもシグナルハンドラが例外を送出しない限り、少なくとも *secs* だけスリープするようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

バージョン 3.11 で変更: On Unix, the `clock_nanosleep()` and `nanosleep()` functions are now used if available. On Windows, a waitable timer is now used.

バージョン 3.13 で変更: Raises an auditing event.

time.**strftime**(*format*[, *t*])

gmtime() や *localtime()* が返す時刻値タプルまたは *struct_time* を、*format* で指定した文字列形式に変換します。*t* が与えられていない場合、*localtime()* が返す値を現在の時刻として使用します。*format* は文字列でなくてはなりません。*t* のいずれかのフィールドが許容範囲外の数値であった場合、*ValueError* を送出します。

0 は時刻タプル内のいずれの位置の引数にも使用できます; それが一般に不正な値であれば、正しい値に強制的に置き換えられます。

format 文字列には以下のディレクティブ (指示語) を埋め込むことができます。これらはフィールド長や精度のオプションを付けずに表され、*strftime()* の結果の対応する文字列に置き換えられます:

ディレクティブ	意味	注釈
%a	ロケールの短縮された曜日名になります。	
%A	ロケールの曜日名になります。	
%b	ロケールの短縮された月名になります。	
%B	ロケールの月名になります。	
%c	ロケールの日時を適切な形式で表します。	
%d	月中の日にちの 10 進表記になります [01,31]。	
%f	Microseconds as a decimal number [000000,999999].	(1)
%H	時 (24 時間表記) の 10 進表記になります [00,23]。	
%I	時 (12 時間表記) の 10 進表記になります [01,12]。	
%j	年中の日にちの 10 進表記になります [001,366]。	
%m	月の 10 進表記になります [01,12]。	
%M	分の 10 進表記になります [00,59]。	
%p	ロケールの AM もしくは PM と等価な文字列になります。	(2)
%S	秒の 10 進表記になります [00,61]。	(3)
%U	年の初めから何週目か (日曜を週の始まりとします) を表す 10 進数になります [00,53]。年が明けてから最初の日曜日までのすべての曜日は 0 週目に属すると見なされます。	(4)
%w	曜日の 10 進表記になります [0(日曜日),6]。	
%W	年の初めから何週目か (月曜を週の始まりとします) を表す 10 進数になります [00,53]。年が明けてから最初の月曜日までの全ての曜日は 0 週目に属すると見なされます。	(4)

注釈:

(1) The %f format directive only applies to *strptime()*, not to *strftime()*. However, see also *datetime.datetime.strptime()* and *datetime.datetime.strftime()* where the %f format directive *applies to microseconds*.

(2) *strptime()* 関数で使う場合、%p ディレクティブが出力結果の時刻フィールドに影響を及ぼすのは、時刻を解釈するために %I を使ったときのみです。

(3) 値の幅は実際に 0 から 61 です; 60 は うるう秒<leap seconds> を表し、61 は歴史的理由によりサポートされています。

(4) *strptime()* 関数で使う場合、%U および %W を計算に使うのは曜日と年を指定したときだけです。

以下に **RFC 2822** インターネット電子メール標準で定義されている日付表現と互換の書式の例を示します。[p. 1019, *1]

```
>>> from time import gmtime, strftime
>>> strftime("%a, %d %b %Y %H:%M:%S +0000", gmtime())
'Thu, 28 Jun 2001 14:17:15 +0000'
```

一部のプラットフォームではさらにいくつかのディレクティブがサポートされていますが、標準 ANSI C で意味のある値はここで列挙したものだけです。あなたのプラットフォームでサポートされている書式コードの全一覧については、*strftime(3)* のドキュメントを参照してください。

一部のプラットフォームでは、フィールドの幅や精度を指定するオプションがディレクティブの先頭の文字 '%' の直後に付けられるようになっていました; この機能も移植性はありません。フィールドの幅は通常 2 ですが、%j は例外で 3 です。

time.**strptime**(*string*[, *format*])

時刻を表現する文字列を書式に従って解釈します。返される値は *gmtime()* や *localtime()* が返すような *struct_time* です。

format パラメーターは *strftime()* で使うものと同じディレクティブを使います; このパラメーターの値はデフォルトでは "%a %b %d %H:%M:%S %Y" で、*ctime()* が返すフォーマットに一致します。*string* が *format* に従って解釈できなかった場合、例外 *ValueError* が送出されます。解析しようとする *string* が解析後に余分なデータを持っていた場合、*ValueError* が送出されます。欠落したデータについて、適切な値を推測できない場合はデフォルトの値で埋められ、その値は (1900, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 1, -1) です。*string* も *format* も文字列でなければなりません。

例えば:

*1 %Z の使用は現在非推奨です。ただし、ここで実現したい時間および分オフセットへの展開を行ってくれる %z エスケープはすべての ANSI C ライブラリでサポートされているわけではありません。また、1982 年に提出されたオリジナルの **RFC 822** 標準では西暦の表現を 2 桁とするよう要求している (%Y でなく %y) ものの、実際には 2000 年になるだいぶ以前から 4 桁の西暦表現に移行しています。その後 **RFC 822** は撤廃され、4 桁の西暦表現は **RFC 1123** で初めて勧告され、**RFC 2822** において義務付けられました。

```
>>> import time
>>> time.strptime("30 Nov 00", "%d %b %y")
time.struct_time(tm_year=2000, tm_mon=11, tm_mday=30, tm_hour=0, tm_min=0,
                 tm_sec=0, tm_wday=3, tm_yday=335, tm_isdst=-1)
```

%Z ディレクティブへのサポートは tzname に収められている値と daylight が真かどうかで決められます。このため、常に既知の (かつ夏時間でないと考えられている) UTC や GMT を認識する時以外はプラットフォーム固有の動作になります。

ドキュメント内で説明されているディレクティブだけがサポートされています。strftime() はプラットフォームごとに実装されているので、説明されていないディレクティブも利用できるかもしれません。しかし、strptime() はプラットフォーム非依存なので、ドキュメント内でサポートされているとされているディレクティブ以外は利用できません。

class time.struct_time

gmtime(), *localtime()* および *strptime()* が返す時刻値シーケンスの型です。これは **名前付きタプル** のインターフェースをもったオブジェクトです。値はインデックスでも属性名でもアクセス可能です。以下の値があります:

インデックス	属性	値
0	**tm_year**	(例えば 1993)
1	**tm_mon**	[1,12] の間の数
2	**tm_mday**	[1,31] の間の数
3	**tm_hour**	[0,23] の間の数
4	**tm_min**	[0,59] の間の数
5	**tm_sec**	range [0, 61]; see *Note (2)* in *strftime()*
6	**tm_wday**	range [0, 6]; Monday is 0
7	**tm_yday**	[1,366] の間の数
8	**tm_isdst**	0, 1 または -1; 以下を参照してください
N/A	**tm_zone**	タイムゾーンの短縮名
N/A	**tm_gmtoff**	UTC から東方向へのオフセット (秒)

C の構造体とは異なり、月の値は [0, 11] ではなく [1, 12] であることに注意してください。

mktime() の呼び出し時に、*tm_isdst* は夏時間が有効な場合は 1、そうでない場合は 0 に設定されることがあります。値が -1 の場合は夏時間について不明なことを表していて、普通 *tm_isdst* は正しい状態に設定されます。

struct_time を引数とする関数に正しくない長さの *struct_time* や要素の型が正しくない *struct_time* を与えた場合には、*TypeError* が送出されます。

time.time() → *float*

エポック (*epoch*) からの秒数を浮動小数点数で返します。うるう秒 (leap seconds) の扱いはプラットフォーム依存です。Windows とほとんどの Unix システムでは、うるう秒はエポック (*epoch*) 秒の時間の勘定には入りません。これは一般に Unix 時間 と呼ばれています。

時刻は常に浮動小数点数で返されますが、すべてのシステムが 1 秒より高い精度で時刻を提供するとは限らないので注意してください。この関数が返す値は通常減少していくことはありませんが、この関数を 2 回呼び出し、その呼び出しの間にシステムクロックの時刻を巻き戻して設定した場合には、以前の呼び出しよりも低い値が返ることがあります。

time() が返す数値は、*gmtime()* 関数に渡されて UTC の、あるいは *localtime()* 関数に渡されて現地時間の、より一般的な時間のフォーマット (つまり、年、月、日、時間など) に変換されているかもしれません。どちらの場合でも *struct_time* オブジェクトが返され、このオブジェクトの属性としてカレンダー日付の構成要素へアクセスできます。

Clock:

- On Windows, call `GetSystemTimeAsFileTime()`.
- Call `clock_gettime(CLOCK_REALTIME)` if available.
- Otherwise, call `gettimeofday()`.

Use *time_ns()* to avoid the precision loss caused by the *float* type.

time.time_ns() → *int*

time() に似ていますが、時刻を *epoch* を基点としたナノ秒単位の整数で返します。

Added in version 3.7.

time.thread_time() → *float*

現在のスレッドのシステムおよびユーザー CPU 時間の値を (小数秒で) 返します。これはスリープ中の経過時間を含みません。これは定義上スレッド固有です。戻り値の基準点は定義されていないので、同一スレッドにおける二回の呼び出しの結果の差だけが有効です。

Use *thread_time_ns()* to avoid the precision loss caused by the *float* type.

Availability: Linux, Unix, Windows.

Unix systems supporting `CLOCK_THREAD_CPUTIME_ID`.

Added in version 3.7.

time.**thread_time_ns**() → *int*

thread_time() に似ていますが、ナノ秒単位の時刻を返します。

Added in version 3.7.

time.**tzset**()

Reset the time conversion rules used by the library routines. The environment variable TZ specifies how this is done. It will also set the variables **tzname** (from the TZ environment variable), **timezone** (non-DST seconds West of UTC), **altzone** (DST seconds west of UTC) and **daylight** (to 0 if this timezone does not have any daylight saving time rules, or to nonzero if there is a time, past, present or future when daylight saving time applies).

利用可能な環境: Unix。

注釈: 多くの場合、環境変数 TZ を変更すると、*tzset()* を呼ばない限り *localtime()* のような関数の出力に影響を及ぼすため、値が信頼できなくなってしまいます。

TZ 環境変数には空白文字を含めてはなりません。

環境変数 TZ の標準的な書式は以下の通りです (分かりやすいように空白を入れています):

```
std offset [dst [offset [,start[/time], end[/time]]]]
```

各値は以下のようになっています:

std と dst
: 三文字またはそれ以上の英数字で、タイムゾーンの略称を与えます。この値は time.tzname になります。

offset
: オフセットは形式: ± hh[:mm[:ss]] をとります。この表現は、UTC 時刻にするためにローカルな時間に加算する必要のある時間値を示します。'-' が先頭につく場合、そのタイムゾーンは本初子午線 (Prime Meridian) より東側にあります。それ以外の場合は本初子午線の西側です。オフセットが dst の後ろに続かない場合、夏時間は標準時より一時間先行しているものと仮定します。

start[/time], end[/time]
: いつ DST に移動し、DST から戻ってくるかを示します。開始および終了日時の形式は以下のいずれかです:

  J*n*
  : ユリウス日 (Julian day) *n* (1 <= *n* <= 365) を表します。うるう日は計算に含められないため、2 月 28 日は常に 59 で、3 月 1 日は 60 になります。

  n
  : ゼロから始まるユリウス日 (0 <= *n* <= 365) です。うるう日は計算に含められるため、2 月 29 日

を参照することができます。

`M`*m*`.`*n*`.`*d* *m*
: 月の週 *n* における *d* 番目の日 (0 <= *d* <= 6, 1 <= *n* <= 5, 1 <= *m* <= 12) を表します。週 5 は月 *m* における最終週の *d* 番目の日を表し、第 4 週か第 5 週のどちらかになります。週 1 は日 *d* が最初に現れる日を指します。日 0 は日曜日です。

`time` は `offset` とほぼ同じで、先頭に符号 ('-' や '+') を付けてはいけないところだけが違います。時刻が指定されていなければ、デフォルトの値 02:00:00 になります。

```
>>> os.environ['TZ'] = 'EST+05EDT,M4.1.0,M10.5.0'
>>> time.tzset()
>>> time.strftime('%X %x %Z')
'02:07:36 05/08/03 EDT'
>>> os.environ['TZ'] = 'AEST-10AEDT-11,M10.5.0,M3.5.0'
>>> time.tzset()
>>> time.strftime('%X %x %Z')
'16:08:12 05/08/03 AEST'
```

多くの Unix システム (*BSD, Linux, Solaris, および Darwin を含む) では、システムの zoneinfo (*tzfile(5)*) データベースを使ったほうが、タイムゾーンごとの規則を指定する上で便利です。これを行うには、必要なタイムゾーンデータファイルへのパスをシステムの 'zoneinfo' タイムゾーンデータベースからの相対で表した値を環境変数 `TZ` に設定します。システムの 'zoneinfo' は通常 `/usr/share/zoneinfo` にあります。例えば、`'US/Eastern'`、`'Australia/Melbourne'`、`'Egypt'` ないし `'Europe/Amsterdam'` と指定します。

```
>>> os.environ['TZ'] = 'US/Eastern'
>>> time.tzset()
>>> time.tzname
('EST', 'EDT')
>>> os.environ['TZ'] = 'Egypt'
>>> time.tzset()
>>> time.tzname
('EET', 'EEST')
```

16.3.2 Clock ID Constants

These constants are used as parameters for *clock_getres()* and *clock_gettime()*.

`time.CLOCK_BOOTTIME`

Identical to *CLOCK_MONOTONIC*, except it also includes any time that the system is suspended.

This allows applications to get a suspend-aware monotonic clock without having to deal with the complications of *CLOCK_REALTIME*, which may have discontinuities if the time is changed using `settimeofday()` or similar.

利用可能な環境: Linux 2.6.39 以上。

Added in version 3.7.

time.CLOCK_HIGHRES

Solaris OS は任意のハードウェアソースの使用を試み、ナノ秒レベルの分解能を提供する CLOCK_HIGHRES タイマーを具備しています。CLOCK_HIGHRES は変更不可で、高分解能のクロックです。

利用可能な環境: Solaris。

Added in version 3.3.

time.CLOCK_MONOTONIC

設定不可で、モノトニック時刻 (不特定のエポックからの単調増加な時刻) を表します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

time.CLOCK_MONOTONIC_RAW

CLOCK_MONOTONIC と似ていますが、NTP の影響を受けていない、ハードウェアベースの時刻へのアクセスを提供します。

Availability: Linux >= 2.6.28, macOS >= 10.12.

Added in version 3.3.

time.CLOCK_MONOTONIC_RAW_APPROX

Similar to *CLOCK_MONOTONIC_RAW*, but reads a value cached by the system at context switch and hence has less accuracy.

Availability: macOS >= 10.12.

Added in version 3.13.

time.CLOCK_PROCESS_CPUTIME_ID

CPU による高分解能のプロセスごとのタイマーです。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

time.CLOCK_PROF

CPU による高分解能のプロセスごとのタイマーです。

Availability: FreeBSD, NetBSD >= 7, OpenBSD.

Added in version 3.7.

time.CLOCK_TAI

International Atomic Time

The system must have a current leap second table in order for this to give the correct answer. PTP or NTP software can maintain a leap second table.

利用可能な環境: Linux。

Added in version 3.9.

time.CLOCK_THREAD_CPUTIME_ID

スレッド固有の CPU タイムクロックです。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

time.CLOCK_UPTIME

Time whose absolute value is the time the system has been running and not suspended, providing accurate uptime measurement, both absolute and interval.

Availability: FreeBSD, OpenBSD >= 5.5.

Added in version 3.7.

time.CLOCK_UPTIME_RAW

Clock that increments monotonically, tracking the time since an arbitrary point, unaffected by frequency or time adjustments and not incremented while the system is asleep.

Availability: macOS >= 10.12.

Added in version 3.8.

time.CLOCK_UPTIME_RAW_APPROX

Like *CLOCK_UPTIME_RAW*, but the value is cached by the system at context switches and therefore has less accuracy.

Availability: macOS >= 10.12.

Added in version 3.13.

The following constant is the only parameter that can be sent to *clock_settime()*.

time.CLOCK_REALTIME

システム全体のリアルタイムクロックです。このクロックを設定するには適切な権限が必要です。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

16.3.3 Timezone Constants

time.altzone

ローカルの夏時間タイムゾーンにおける UTC からの時刻オフセットで、西に行くほど増加する、秒で表した値です (ほとんどの西ヨーロッパでは負になり、アメリカでは正、イギリスではゼロになります)。`daylight` がゼロでないときのみ使用してください。以下の注釈を参照してください。

time.daylight

DST タイムゾーンが定義されている場合ゼロでない値になります。以下の注釈を参照してください。

time.timezone

(DST でない) ローカルタイムゾーンの UTC からの時刻オフセットで、西に行くほど増加する秒で表した値です (ほとんどの西ヨーロッパでは負になり、アメリカでは正、イギリスではゼロになります)。以下の注釈を参照してください。

time.tzname

二つの文字列からなるタプルです。最初の要素は DST でないローカルのタイムゾーン名です。ふたつめの要素は DST のタイムゾーンです。DST のタイムゾーンが定義されていない場合。二つ目の文字列を使うべきではありません。以下の注釈を参照してください。

注釈: For the above Timezone constants (*altzone*, *daylight*, *timezone*, and *tzname*), the value is determined by the timezone rules in effect at module load time or the last time *tzset()* is called and may be incorrect for times in the past. It is recommended to use the *tm_gmtoff* and *tm_zone* results from *localtime()* to obtain timezone information.

参考:

datetime **モジュール** 日
付と時刻に対する、よりオブジェクト指向のインターフェースです。

locale **モジュール** 国
際化サービスです。ロケールの設定は *strftime()* および *strptime()* の多くの書式指定子の解釈に影響を及ぼします。

calendar **モジュール** 一
般的なカレンダーに関する関数群です。*timegm()* はこのモジュールの *gmtime()* の逆を行う関数です。

脚注

16.4 argparse --- コマンドラインオプション、引数、サブコマンドのパーサー

Added in version 3.2.

ソースコード: Lib/argparse.py

チュートリアル

このページは API のリファレンス情報が記載しています。argparse チュートリアル では、コマンドラインの解析についてより優しく説明しています。

argparse モジュールは、ユーザーフレンドリーなコマンドラインインターフェースの作成を簡単にします。プログラムは必要とする引数が何かを定義し、*argparse* は *sys.argv* からそれらの引数を解析する方法を見つけ出します。また、*argparse* モジュールはヘルプや使用方法のメッセージを自動的に生成します。さらに、このモジュールはユーザーが不正な引数をプログラムに与えた場合にエラーを発生させます。

16.4.1 中核的な機能

argparse モジュールのコマンドラインインターフェースのサポートは、*argparse.ArgumentParser* のインスタンスを中心として構築されています。これは引数の仕様に対するコンテナであり、引数解析器（パーサー）全体に適用されるオプションを持っています:

```
parser = argparse.ArgumentParser(
                    prog='ProgramName',
                    description='What the program does',
                    epilog='Text at the bottom of help')
```

ArgumentParser.add_argument() メソッドは各引数の仕様をパーサーに付属させます。このメソッドは位置引数、値を受け取るオプション、機能のオン／オフを切り替えるフラグをサポートします:

```
parser.add_argument('filename')           # positional argument
parser.add_argument('-c', '--count')      # option that takes a value
parser.add_argument('-v', '--verbose',
                    action='store_true')  # on/off flag
```

ArgumentParser.parse_args() メソッドはパーサーを実行し、抽出したデータを *argparse.Namespace* オブジェクト内に配置します:

```
args = parser.parse_args()
print(args.filename, args.count, args.verbose)
```

16.4.2 add_argument() のためのクイックリンク

名前	説明	値
action	引数をどのように処理するかを指定します	'store', 'store_const', 'store_true', 'append', 'append_const', 'count', 'help', 'version'
choices	特定の選択肢に値を制限します	['foo', 'bar'], range(1, 10), または *Container* インスタンス
const	定数値を保存します	
default	引数が指定されなかったときに使われるデフォルト値です	特に指定がない場合は None となります
dest	引数解析結果の名前空間で使われる属性名を指定します	
help	引数のためのヘルプメッセージです	
metavar	ヘルプで表示される、引数の代わりの名前です	
nargs	引数として受け取ることのできる数です	*int*, '?', '*', または '+'
required	その引数が必須か、オプションかを指定します	True または False
type	引数を与えられた型に自動的に変換します	*int*, *float*, argparse.FileType('w'), または呼び出し可能な関数

16.4.3 使用例

次のコードは、整数のリストを受け取って合計か最大値を返す Python プログラムです:

```
import argparse

parser = argparse.ArgumentParser(description='Process some integers.')
parser.add_argument('integers', metavar='N', type=int, nargs='+',
                    help='an integer for the accumulator')
parser.add_argument('--sum', dest='accumulate', action='store_const',
                    const=sum, default=max,
                    help='sum the integers (default: find the max)')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
args = parser.parse_args()
print(args.accumulate(args.integers))
```

上記の Python コードを prog.py という名前のファイルに保存したとすると、このファイルはコマンドラインから実行可能で、次のような有用なヘルプメッセージを提供します:

```
$ python prog.py -h
usage: prog.py [-h] [--sum] N [N ...]

Process some integers.

positional arguments:
 N           an integer for the accumulator

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --sum       sum the integers (default: find the max)
```

適切な引数を与えて実行した場合、このプログラムはコマンドライン引数の整数列の合計か最大値を表示します:

```
$ python prog.py 1 2 3 4
4

$ python prog.py 1 2 3 4 --sum
10
```

不正な引数が渡されると、エラーが表示されます:

```
$ python prog.py a b c
usage: prog.py [-h] [--sum] N [N ...]
prog.py: error: argument N: invalid int value: 'a'
```

以降の節では、この例をひと通り説明して行きます。

パーサーを作る

argparse を使うときの最初のステップは、*ArgumentParser* オブジェクトを生成することです:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(description='Process some integers.')
```

ArgumentParser オブジェクトはコマンドラインを解析して Python データ型にするために必要なすべての情報を保持します。

引数を追加する

ArgumentParser にプログラム引数の情報を与えるために、*add_argument()* メソッドを呼び出します。一般的に、このメソッドの呼び出しは *ArgumentParser* に、コマンドラインの文字列を受け取ってそれをオブジェクトにする方法を教えます。この情報は保存され、*parse_args()* が呼び出されたときに利用されます。例えば:

```
>>> parser.add_argument('integers', metavar='N', type=int, nargs='+',
...                     help='an integer for the accumulator')
>>> parser.add_argument('--sum', dest='accumulate', action='store_const',
...                     const=sum, default=max,
...                     help='sum the integers (default: find the max)')
```

あとで *parse_args()* を呼び出すと、integers と accumulate という 2 つの属性を持ったオブジェクトを返します。integers 属性は 1 つ以上の整数のリストで、accumulate 属性はコマンドラインから --sum が指定された場合は *sum()* 関数に、それ以外の場合は *max()* 関数になります。

引数を解析する

ArgumentParser は引数を *parse_args()* メソッドで解析します。このメソッドはコマンドラインを調べ、各引数を正しい型に変換して、適切なアクションを実行します。ほとんどの場合、これはコマンドラインの解析結果から、シンプルな *Namespace* オブジェクトを構築することを意味します:

```
>>> parser.parse_args(['--sum', '7', '-1', '42'])
Namespace(accumulate=<built-in function sum>, integers=[7, -1, 42])
```

スクリプト内では、*parse_args()* は通常引数なしで呼び出され、*ArgumentParser* は自動的に *sys.argv* からコマンドライン引数を取得します。

16.4.4 ArgumentParser オブジェクト

class argparse.**ArgumentParser**(*prog=None*, *usage=None*, *description=None*, *epilog=None*, *parents=[]*, *formatter_class=argparse.HelpFormatter*, *prefix_chars='-'*, *fromfile_prefix_chars=None*, *argument_default=None*, *conflict_handler='error'*, *add_help=True*, *allow_abbrev=True*, *exit_on_error=True*)

新しい *ArgumentParser* オブジェクトを生成します。すべての引数はキーワード引数として渡すべきです。各引数についてはあとで詳しく説明しますが、簡単に言うと:

- *prog* - プログラム名 (デフォルト: os.path.basename(sys.argv[0]))
- *usage* - プログラムの利用方法を記述する文字列 (デフォルト: パーサーに追加された引数から生成されます)

- *description* - 引数のヘルプの前に表示されるテキスト (デフォルトはテキストなしです)
- *epilog* - 引数のヘルプの後に表示されるテキスト (デフォルトはテキストなしです)
- *parents* - *ArgumentParser* オブジェクトのリストで、このオブジェクトの引数が追加されます
- *formatter_class* - ヘルプ出力をカスタマイズするためのクラス
- *prefix_chars* - オプションの引数の prefix になる文字集合 (デフォルト: '-')
- *fromfile_prefix_chars* - 追加の引数を読み込むファイルの prefix になる文字集合 (デフォルト: None)
- *argument_default* - 引数のグローバルなデフォルト値 (デフォルト: None)
- *conflict_handler* - 衝突するオプションを解決する方法 (通常は不要)
- *add_help* - -h/--help オプションをパーサーに追加する (デフォルト: True)
- *allow_abbrev* - 長いオプションが先頭文字列に短縮可能 (先頭の文字が一意) である場合に短縮指定を許可する。(デフォルト: True)
- *exit_on_error* - エラーが起きたときに、ArgumentParser がエラー情報を出力して (訳注: プログラムが) 終了する。(デフォルト: True)

バージョン 3.5 で変更: *allow_abbrev* 引数が追加されました。

バージョン 3.8 で変更: 以前のバージョンでは、*allow_abbrev* は、-vv が -v -v と等価になるような、短いフラグのグループ化を無効にしていました。

バージョン 3.9 で変更: *exit_on_error* 引数が追加されました。

以下の節では各オプションの利用方法を説明します。

prog

デフォルトでは、*ArgumentParser* オブジェクトはヘルプメッセージ中に表示するプログラム名を sys.argv[0] から取得します。このデフォルトの動作は、プログラムがコマンドライン上の起動方法に合わせてヘルプメッセージを作成するため、ほとんどの場合望ましい挙動になります。例えば、myprogram.py という名前のファイルに次のコードがあるとします:

```
import argparse
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('--foo', help='foo help')
args = parser.parse_args()
```

このプログラムのヘルプは、プログラム名として (プログラムがどこから起動されたのかに関わらず) myprogram.py を表示します:

```
$ python myprogram.py --help
usage: myprogram.py [-h] [--foo FOO]

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   foo help
$ cd ..
$ python subdir/myprogram.py --help
usage: myprogram.py [-h] [--foo FOO]

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   foo help
```

このデフォルトの動作を変更するには、*ArgumentParser* の prog= 引数に他の値を指定します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='myprogram')
>>> parser.print_help()
usage: myprogram [-h]

options:
 -h, --help  show this help message and exit
```

プログラム名は、sys.argv[0] から取られた場合でも prog= 引数で与えられた場合でも、ヘルプメッセージ中では %(prog)s フォーマット指定子で利用できます。

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='myprogram')
>>> parser.add_argument('--foo', help='foo of the %(prog)s program')
>>> parser.print_help()
usage: myprogram [-h] [--foo FOO]

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   foo of the myprogram program
```

usage

デフォルトでは、*ArgumentParser* は使用法メッセージを、保持している引数から生成します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--foo', nargs='?', help='foo help')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='+', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [--foo [FOO]] bar [bar ...]

positional arguments:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
 bar          bar help

options:
 -h, --help   show this help message and exit
 --foo [FOO]  foo help
```

デフォルトのメッセージは usage= キーワード引数で変更できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', usage='%(prog)s [options]')
>>> parser.add_argument('--foo', nargs='?', help='foo help')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='+', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [options]

positional arguments:
 bar          bar help

options:
 -h, --help   show this help message and exit
 --foo [FOO]  foo help
```

%(prog)s フォーマット指定子を、使用法メッセージ内でプログラム名として利用できます。

description

多くの場合、*ArgumentParser* のコンストラクターを呼び出すときに description= キーワード引数が使用されます。この引数はプログラムが何をしてどう動くのかについての短い説明になります。ヘルプメッセージで、この説明がコマンドラインの利用法と引数のヘルプメッセージの間に表示されます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(description='A foo that bars')
>>> parser.print_help()
usage: argparse.py [-h]

A foo that bars

options:
 -h, --help  show this help message and exit
```

デフォルトでは、説明は与えられたスペースに合わせて折り返されます。この挙動を変更するには、*formatter_class* 引数を参照してください。

epilog

いくつかのプログラムは、プログラムについての追加の説明を引数の説明の後に表示します。このテキストは *ArgumentParser* の epilog= 引数に指定できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     description='A foo that bars',
...     epilog="And that's how you'd foo a bar")
>>> parser.print_help()
usage: argparse.py [-h]

A foo that bars

options:
 -h, --help  show this help message and exit

And that's how you'd foo a bar
```

description 引数と同じく、epilog= テキストもデフォルトで折り返され、*ArgumentParser* の *formatter_class* 引数で動作を調整できます。

parents

ときどき、いくつかのパーサーが共通の引数セットを共有することがあります。それらの引数を繰り返し定義する代わりに、すべての共通引数を持ったパーサーを *ArgumentParser* の parents= 引数に渡すことができます。parents= 引数は *ArgumentParser* オブジェクトのリストを受け取り、すべての位置アクションとオプションのアクションをそれらから集め、そのアクションを構築中の *ArgumentParser* オブジェクトに追加します:

```
>>> parent_parser = argparse.ArgumentParser(add_help=False)
>>> parent_parser.add_argument('--parent', type=int)

>>> foo_parser = argparse.ArgumentParser(parents=[parent_parser])
>>> foo_parser.add_argument('foo')
>>> foo_parser.parse_args(['--parent', '2', 'XXX'])
Namespace(foo='XXX', parent=2)

>>> bar_parser = argparse.ArgumentParser(parents=[parent_parser])
>>> bar_parser.add_argument('--bar')
>>> bar_parser.parse_args(['--bar', 'YYY'])
Namespace(bar='YYY', parent=None)
```

一番親になるパーサーに add_help=False を指定していることに注目してください。こうしないと、*ArgumentParser* は 2 つの -h/--help オプションを与えられる (1 つは親から、もうひとつは子から) ことになり、エラーを発生します。

注釈: parents= に渡す前にパーサーを完全に初期化する必要があります。子パーサーを作成してから親パー

サーを変更した場合、その変更は子パーサーに反映されません。

formatter_class

ArgumentParser オブジェクトは代わりのフォーマットクラスを指定することでヘルプのフォーマットをカスタマイズできます。現在、4 つのフォーマットクラスがあります:

class argparse.**RawDescriptionHelpFormatter**

class argparse.**RawTextHelpFormatter**

class argparse.**ArgumentDefaultsHelpFormatter**

class argparse.**MetavarTypeHelpFormatter**

RawDescriptionHelpFormatter と *RawTextHelpFormatter* はどのようにテキストの説明を表示するかを指定できます。デフォルトでは *ArgumentParser* オブジェクトはコマンドラインヘルプの中の *description* と *epilog* を折り返して表示します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     prog='PROG',
...     description='''this description
...         was indented weird
...             but that is okay''',
...     epilog='''
...             likewise for this epilog whose whitespace will
...         be cleaned up and whose words will be wrapped
...         across a couple lines''')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h]

this description was indented weird but that is okay

options:
 -h, --help  show this help message and exit

likewise for this epilog whose whitespace will be cleaned up and whose words
will be wrapped across a couple lines
```

formatter_class= に *RawDescriptionHelpFormatter* を渡した場合、*description* と *epilog* は整形済みとされ改行されません:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     prog='PROG',
...     formatter_class=argparse.RawDescriptionHelpFormatter,
...     description=textwrap.dedent('''\
...         Please do not mess up this text!
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...         --------------------------------
...             I have indented it
...             exactly the way
...             I want it
...         '''))
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h]

Please do not mess up this text!
--------------------------------
   I have indented it
   exactly the way
   I want it

options:
 -h, --help  show this help message and exit
```

RawTextHelpFormatter は引数の説明を含めてすべての種類のヘルプテキストで空白を維持します。例外として、複数の空行はひとつにまとめられます。複数の空白行を保ちたい場合には、行に空白を含めるようにして下さい。

ArgumentDefaultsHelpFormatter は各引数のデフォルト値を自動的にヘルプに追加します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     prog='PROG',
...     formatter_class=argparse.ArgumentDefaultsHelpFormatter)
>>> parser.add_argument('--foo', type=int, default=42, help='FOO!')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='*', default=[1, 2, 3], help='BAR!')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [--foo FOO] [bar ...]

positional arguments:
 bar         BAR! (default: [1, 2, 3])

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   FOO! (default: 42)
```

MetavarTypeHelpFormatter は、各引数の値の表示名に *type* 引数の値を使用します (通常は *dest* の値が使用されます):

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(
...     prog='PROG',
...     formatter_class=argparse.MetavarTypeHelpFormatter)
>>> parser.add_argument('--foo', type=int)
>>> parser.add_argument('bar', type=float)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [--foo int] float

positional arguments:
  float

options:
  -h, --help  show this help message and exit
  --foo int
```

prefix_chars

ほとんどのコマンドラインオプションは、`-f/--foo` のように接頭辞に `-` を使います。`+f` や `/foo` のような、他の、あるいは追加の接頭辞文字をサポートしなければならない場合、ArgumentParser のコンストラクターに `prefix_chars=` 引数を使って指定します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', prefix_chars='-+')
>>> parser.add_argument('+f')
>>> parser.add_argument('++bar')
>>> parser.parse_args('+f X ++bar Y'.split())
Namespace(bar='Y', f='X')
```

`prefix_chars=` 引数のデフォルトは `'-'` です。`-` を含まない文字セットを指定すると、`-f/--foo` オプションが使用できなくなります。

fromfile_prefix_chars

ときどき、非常に長い引数リストを扱う場合に、その引数リストを毎回コマンドラインにタイプする代わりにファイルに置いておきたい場合があります。*ArgumentParser* のコンストラクターに `fromfile_prefix_chars=` 引数が渡された場合、指定された文字のいずれかで始まる引数はファイルとして扱われ、そのファイルに含まれる引数リストに置換されます。例えば:

```
>>> with open('args.txt', 'w', encoding=sys.getfilesystemencoding()) as fp:
...     fp.write('-f\nbar')
...
>>> parser = argparse.ArgumentParser(fromfile_prefix_chars='@')
>>> parser.add_argument('-f')
>>> parser.parse_args(['-f', 'foo', '@args.txt'])
Namespace(f='bar')
```

ファイルから読み込まれる引数は、デフォルトでは 1 行に 1 つ (ただし、*convert_arg_line_to_args()* も参照してください) で、コマンドライン上でファイルを参照する引数があった場所にその引数があったものとして扱われます。このため、上の例では、`['-f', 'foo', '@args.txt']` は `['-f', 'foo', '-f', 'bar']` と等価に

なります。

ArgumentParser uses *filesystem encoding and error handler* to read the file containing arguments.

fromfile_prefix_chars= 引数のデフォルト値は None で、引数がファイル参照として扱われることがないことを意味しています。

バージョン 3.12 で変更: *ArgumentParser* changed encoding and errors to read arguments files from default (e.g. *locale.getpreferredencoding(False)* and "strict") to *filesystem encoding and error handler*. Arguments file should be encoded in UTF-8 instead of ANSI Codepage on Windows.

argument_default

一般的には、引数のデフォルト値は *add_argument()* メソッドにデフォルト値を渡すか、*set_defaults()* メソッドに名前と値のペアを渡すことで指定します。しかしまれに、1 つのパーサー全体に適用されるデフォルト引数が便利なことがあります。これを行うには、*ArgumentParser* に argument_default= キーワード引数を渡します。例えば、全体で *parse_args()* メソッド呼び出しの属性の生成を抑制するには、argument_default=SUPPRESS を指定します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(argument_default=argparse.SUPPRESS)
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='?')
>>> parser.parse_args(['--foo', '1', 'BAR'])
Namespace(bar='BAR', foo='1')
>>> parser.parse_args([])
Namespace()
```

allow_abbrev

通常、*ArgumentParser* の *parse_args()* に引数のリストを渡すとき、長いオプションは **短縮しても認識されます**。

この機能は、allow_abbrev に False を指定することで無効にできます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', allow_abbrev=False)
>>> parser.add_argument('--foobar', action='store_true')
>>> parser.add_argument('--foonley', action='store_false')
>>> parser.parse_args(['--foon'])
usage: PROG [-h] [--foobar] [--foonley]
PROG: error: unrecognized arguments: --foon
```

Added in version 3.5.

conflict_handler

ArgumentParser オブジェクトは同じオプション文字列に対して複数のアクションを許可していません。デフォルトでは、*ArgumentParser* オブジェクトは、すでに利用されているオプション文字列を使って新しい引数をつくろうとしたときに例外を送出します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-f', '--foo', help='old foo help')
>>> parser.add_argument('--foo', help='new foo help')
Traceback (most recent call last):
 ..
ArgumentError: argument --foo: conflicting option string(s): --foo
```

ときどき (例えば *parents* を利用する場合など)、古い引数を同じオプション文字列で上書きするほうが便利な場合があります。この動作をするには、*ArgumentParser* の `conflict_handler=` 引数に `'resolve'` を渡します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', conflict_handler='resolve')
>>> parser.add_argument('-f', '--foo', help='old foo help')
>>> parser.add_argument('--foo', help='new foo help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [-f FOO] [--foo FOO]

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 -f FOO      old foo help
 --foo FOO   new foo help
```

ArgumentParser オブジェクトは、すべてのオプション文字列が上書きされた場合にだけアクションを削除することに注目してください。上の例では、`--foo` オプション文字列だけが上書きされているので、古い `-f/--foo` アクションは `-f` アクションとして残っています。

add_help

デフォルトでは、ArgumentParser オブジェクトはシンプルにパーサーのヘルプメッセージを表示するオプションを自動的に追加します。例えば、以下のコードを含む `myprogram.py` ファイルについて考えてください:

```
import argparse
parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('--foo', help='foo help')
args = parser.parse_args()
```

コマンドラインに `-h` か `--help` が指定された場合、ArgumentParser の help が表示されます:

```
$ python myprogram.py --help
usage: myprogram.py [-h] [--foo FOO]

```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO   foo help
```

必要に応じて、この help オプションを無効にする場合があります。これは *ArgumentParser* の add_help= 引数に False を渡すことで可能です:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', add_help=False)
>>> parser.add_argument('--foo', help='foo help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [--foo FOO]

options:
 --foo FOO  foo help
```

ヘルプオプションは通常 -h/--help です。例外は prefix_chars= が指定されてその中に - が無かった場合で、その場合は -h と --help は有効なオプションではありません。この場合、prefix_chars の最初の文字がヘルプオプションの接頭辞として利用されます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', prefix_chars='+/')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [+h]

options:
  +h, ++help  show this help message and exit
```

exit_on_error

通常、不正な引数リストが *ArgumentParser* の *parse_args()* メソッドに渡された場合、プログラムはエラー情報を出力して終了します。

もしエラーを例外としてプログラム内でキャッチしたい場合は、exit_on_error を False に設定してください:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(exit_on_error=False)
>>> parser.add_argument('--integers', type=int)
_StoreAction(option_strings=['--integers'], dest='integers', nargs=None, const=None, default=None,␣
↪type=<class 'int'>, choices=None, help=None, metavar=None)
>>> try:
...     parser.parse_args('--integers a'.split())
... except argparse.ArgumentError:
...     print('Catching an argumentError')
...
Catching an argumentError
```

Added in version 3.9.

16.4.5 add_argument() メソッド

ArgumentParser.add_argument(*name or flags...*[, *action*][, *nargs*][, *const*][, *default*][, *type*][, *choices*][, *required*][, *help*][, *metavar*][, *dest*][, *deprecated*])

1 つのコマンドライン引数がどう解析されるかを定義します。各引数についての詳細は後述しますが、簡単に言うと:

- *name* または *flags* - 名前か、あるいはオプション文字列のリスト (例: `foo` や `-f, --foo`)。
- *action* - コマンドラインにこの引数があったときのアクション。
- *nargs* - 受け取るべきコマンドライン引数の数。
- *const* - 一部の *action* と *nargs* の組み合わせで利用される定数。
- *default* - コマンドラインに対応する引数が存在せず、さらに namespace オブジェクトにも存在しない場合に利用される値。
- *type* - コマンドライン引数が変換されるべき型。
- *choices* - 引数として許される値のシーケンス。
- *required* - コマンドラインオプションが省略可能かどうか (オプション引数のみ)。
- *help* - 引数が何なのかを示す簡潔な説明。
- *metavar* - 使用法メッセージの中で使われる引数の名前。
- *dest* - *parse_args()* が返すオブジェクトに追加される属性名。
- *deprecated* - Whether or not use of the argument is deprecated.

以下の節では各オプションの利用方法を説明します。

name または flags

add_argument() メソッドは、指定されている引数が `-f` や `--foo` のようなオプション引数なのか、ファイル名リストなどの位置引数なのかを知る必要があります。そのため、*add_argument()* に初めに渡される引数は、一連のフラグか、単一の引数名のどちらかになります。

たとえば、オプション引数は次のように作成します:

```
>>> parser.add_argument('-f', '--foo')
```

一方、位置引数は次のように作成します:

```
>>> parser.add_argument('bar')
```

parse_args() が呼ばれたとき、オプション引数は接頭辞 - により識別され、それ以外の引数は位置引数として扱われます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-f', '--foo')
>>> parser.add_argument('bar')
>>> parser.parse_args(['BAR'])
Namespace(bar='BAR', foo=None)
>>> parser.parse_args(['BAR', '--foo', 'FOO'])
Namespace(bar='BAR', foo='FOO')
>>> parser.parse_args(['--foo', 'FOO'])
usage: PROG [-h] [-f FOO] bar
PROG: error: the following arguments are required: bar
```

action

ArgumentParser オブジェクトはコマンドライン引数にアクションを割り当てます。このアクションは、割り当てられたコマンドライン引数に関してどんな処理でもできますが、ほとんどのアクションは単に *parse_args()* が返すオブジェクトに属性を追加するだけです。action キーワード引数は、コマンドライン引数がどう処理されるかを指定します。提供されているアクションは:

- 'store' - これは単に引数の値を格納します。これはデフォルトのアクションです。例えば:

  ```
  >>> parser = argparse.ArgumentParser()
  >>> parser.add_argument('--foo')
  >>> parser.parse_args('--foo 1'.split())
  Namespace(foo='1')
  ```

- 'store_const' - このアクションは *const* キーワード引数で指定された値を格納します。*const* キーワード引数のデフォルト値は None であることに注意してください。'store_const' アクションは、何かの種類のフラグを指定するオプション引数によく使われます。例えば:

  ```
  >>> parser = argparse.ArgumentParser()
  >>> parser.add_argument('--foo', action='store_const', const=42)
  >>> parser.parse_args(['--foo'])
  Namespace(foo=42)
  ```

- 'store_true', 'store_false' - これらは 'store_const' の、それぞれ True と False を格納する特別版になります。加えて、これらはそれぞれデフォルト値を順に False と True にします。例えば:

  ```
  >>> parser = argparse.ArgumentParser()
  >>> parser.add_argument('--foo', action='store_true')
  >>> parser.add_argument('--bar', action='store_false')
  >>> parser.add_argument('--baz', action='store_false')
  >>> parser.parse_args('--foo --bar'.split())
  Namespace(foo=True, bar=False, baz=True)
  ```

- 'append' - このアクションはリストを格納し、それぞれの引数として与えられた値をリストに追加します。これは複数回指定可能なオプション引数に対して有用です。デフォルト値が空でない場合、デフォルト値は常にパースされたリストに含まれ、コマンドラインで指定した値はデフォルト値の後に追加されます。使用例:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action='append')
>>> parser.parse_args('--foo 1 --foo 2'.split())
Namespace(foo=['1', '2'])
```

- 'append_const' - このアクションはリストを格納して、*const* キーワード引数に与えられた値をそのリストに追加します。*const* キーワード引数のデフォルト値は None であることに注意してください。'append_const' アクションは、定数を同じリストに複数回格納する場合に便利です。例えば:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--str', dest='types', action='append_const', const=str)
>>> parser.add_argument('--int', dest='types', action='append_const', const=int)
>>> parser.parse_args('--str --int'.split())
Namespace(types=[<class 'str'>, <class 'int'>])
```

- 'count' - このアクションはキーワード引数の数を数えます。例えば、verbose レベルを上げるのに役立ちます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--verbose', '-v', action='count', default=0)
>>> parser.parse_args(['-vvv'])
Namespace(verbose=3)
```

  default は明示的に *0* と指定されない場合は None であることに注意してください。

- 'help' - このアクションは現在のパーサー中のすべてのオプションのヘルプメッセージを表示し、終了します。出力の生成方法の詳細については *ArgumentParser* を参照してください。

- 'version' - このアクションは *add_argument()* の呼び出しに version= キーワード引数を期待します。指定されたときはバージョン情報を表示して終了します:

```
>>> import argparse
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--version', action='version', version='%(prog)s 2.0')
>>> parser.parse_args(['--version'])
PROG 2.0
```

- 'extend' - このアクションはリストを格納して、各引数の値でそのリストを拡張します。利用例:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument("--foo", action="extend", nargs="+", type=str)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> parser.parse_args(["--foo", "f1", "--foo", "f2", "f3", "f4"])
Namespace(foo=['f1', 'f2', 'f3', 'f4'])
```

Added in version 3.8.

また、Action のサブクラス、またはそれと同じインターフェースを実装するオブジェクトを渡すことにより、任意のアクションを指定することができます。例えば argparse モジュールには BooleanOptionalAction があり、--foo や --no-foo のようなオプションに対して真偽値を設定するアクションをサポートしています:

```
>>> import argparse
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action=argparse.BooleanOptionalAction)
>>> parser.parse_args(['--no-foo'])
Namespace(foo=False)
```

Added in version 3.9.

カスタムアクションを作成する推奨の方法は、*Action* クラスを継承し、__call__ メソッド (および、任意で __init__ および format_usage メソッド) をオーバーライドすることです。

カスタムアクションの例です:

```
>>> class FooAction(argparse.Action):
...     def __init__(self, option_strings, dest, nargs=None, **kwargs):
...         if nargs is not None:
...             raise ValueError("nargs not allowed")
...         super().__init__(option_strings, dest, **kwargs)
...     def __call__(self, parser, namespace, values, option_string=None):
...         print('%r %r %r' % (namespace, values, option_string))
...         setattr(namespace, self.dest, values)
...
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action=FooAction)
>>> parser.add_argument('bar', action=FooAction)
>>> args = parser.parse_args('1 --foo 2'.split())
Namespace(bar=None, foo=None) '1' None
Namespace(bar='1', foo=None) '2' '--foo'
>>> args
Namespace(bar='1', foo='2')
```

詳細は *Action* を参照してください。

nargs

ArgumentParser オブジェクトは通常 1 つのコマンドライン引数を 1 つのアクションに渡します。nargs キーワード引数は 1 つのアクションにそれ以外の数のコマンドライン引数を割り当てます。specifying-ambiguous-arguments を参照してください。指定できる値は:

- N (整数) -- N 個の引数がコマンドラインから集められ、リストに格納されます。例えば:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', nargs=2)
>>> parser.add_argument('bar', nargs=1)
>>> parser.parse_args('c --foo a b'.split())
Namespace(bar=['c'], foo=['a', 'b'])
```

  nargs=1 は 1 要素のリストを作ることに注意してください。これはデフォルトの、要素がそのまま属性になる動作とは異なります。

- '?' -- 可能なら 1 つの引数がコマンドラインから取られ、1 つのアイテムを作ります。コマンドライン引数が存在しない場合、*default* の値が生成されます。オプション引数の場合、さらにオプション引数が指定され、その後にコマンドライン引数がないというケースもありえます。この場合は *const* の値が生成されます。この動作の例です:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', nargs='?', const='c', default='d')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='?', default='d')
>>> parser.parse_args(['XX', '--foo', 'YY'])
Namespace(bar='XX', foo='YY')
>>> parser.parse_args(['XX', '--foo'])
Namespace(bar='XX', foo='c')
>>> parser.parse_args([])
Namespace(bar='d', foo='d')
```

  nargs='?' のよくある利用例の 1 つは、入出力ファイルの指定オプションです:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('infile', nargs='?', type=argparse.FileType('r'),
...                     default=sys.stdin)
>>> parser.add_argument('outfile', nargs='?', type=argparse.FileType('w'),
...                     default=sys.stdout)
>>> parser.parse_args(['input.txt', 'output.txt'])
Namespace(infile=<_io.TextIOWrapper name='input.txt' encoding='UTF-8'>,
          outfile=<_io.TextIOWrapper name='output.txt' encoding='UTF-8'>)
>>> parser.parse_args([])
Namespace(infile=<_io.TextIOWrapper name='<stdin>' encoding='UTF-8'>,
          outfile=<_io.TextIOWrapper name='<stdout>' encoding='UTF-8'>)
```

- '*' -- すべてのコマンドライン引数がリストに集められます。複数の位置引数が nargs='*' を持つことにあまり意味はありませんが、複数のオプション引数が nargs='*' を持つことはありえます。例えば:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', nargs='*')
>>> parser.add_argument('--bar', nargs='*')
>>> parser.add_argument('baz', nargs='*')
>>> parser.parse_args('a b --foo x y --bar 1 2'.split())
Namespace(bar=['1', '2'], baz=['a', 'b'], foo=['x', 'y'])
```

- `'+'` -- `'*'` と同じように、すべてのコマンドライン引数をリストに集めます。加えて、最低でも 1 つのコマンドライン引数が存在しない場合にエラーメッセージを生成します。例えば:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('foo', nargs='+')
>>> parser.parse_args(['a', 'b'])
Namespace(foo=['a', 'b'])
>>> parser.parse_args([])
usage: PROG [-h] foo [foo ...]
PROG: error: the following arguments are required: foo
```

nargs キーワード引数が指定されない場合、受け取る引数の数は *action* によって決定されます。通常これは、1 つのコマンドライン引数は 1 つのアイテムになる (リストにはならない) ことを意味します。

const

add_argument() の const 引数は、コマンドライン引数から読み込まれないけれども *ArgumentParser* のいくつかのアクションで必要とされる値のために使われます。この引数のよくある 2 つの使用法は:

- *add_argument()* が action='store_const' か action='append_const' で呼び出されたとき、これらのアクションは const の値を *parse_args()* が返すオブジェクトの属性に追加します。サンプルは *action* の説明を参照してください。const が *add_argument()* に与えられなければ、None のデフォルト値を受け取ります。
- *add_argument()* がオプション文字列 (-f や --foo) と nargs='?' で呼び出された場合。この場合 0 個か 1 つのコマンドライン引数を取るオプション引数が作られます。オプション引数にコマンドライン引数が続かなかった場合、代わりに const の値が None であると見なされます。サンプルは *nargs* の説明を参照してください。

バージョン 3.11 で変更: action='append_const' や action='store_const' の場合も含め、デフォルトでは const=None です。

default

すべてのオプション引数といくつかの位置引数はコマンドライン上で省略されることがあります。*add_argument()* の default キーワード引数 (デフォルト: None) は、コマンドライン引数が存在しなかった場合に利用する値を指定します。オプション引数では、オプション文字列がコマンドライン上に存在しなかったときに default の値が利用されます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default=42)
>>> parser.parse_args(['--foo', '2'])
Namespace(foo='2')
>>> parser.parse_args([])
Namespace(foo=42)
```

対象となる namespace がすでにその属性を持っている場合、それは default の値では上書きされません:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default=42)
>>> parser.parse_args([], namespace=argparse.Namespace(foo=101))
Namespace(foo=101)
```

default の値が文字列の場合、パーサーは値をコマンドライン引数のように解析します。具体的には、パーサーは返り値 *Namespace* の属性を設定する前に、*type* 変換引数が与えられていればそれらを適用します。そうでない場合、パーサーは値をそのまま使用します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--length', default='10', type=int)
>>> parser.add_argument('--width', default=10.5, type=int)
>>> parser.parse_args()
Namespace(length=10, width=10.5)
```

nargs が ? か * である位置引数では、コマンドライン引数が指定されなかった場合 default の値が使われます。例えば:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('foo', nargs='?', default=42)
>>> parser.parse_args(['a'])
Namespace(foo='a')
>>> parser.parse_args([])
Namespace(foo=42)
```

default=argparse.SUPPRESS を渡すと、コマンドライン引数が存在しないときに属性の追加をしなくなります:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default=argparse.SUPPRESS)
>>> parser.parse_args([])
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Namespace()
>>> parser.parse_args(['--foo', '1'])
Namespace(foo='1')
```

type

デフォルトでは、パーサーはコマンドライン引数を単なる文字列として読み込みます。しかし、それらの文字列を *float*, *int* など別の型として扱うべき事がよくあります。*add_argument()* の type キーワード引数に指定する type converter により、必要な型チェックと型変換を行うことができます。

もし *type* キーワードが *default* キーワードとともに使用された場合、*default* の値が文字列のときのみ、type converter による変換などが行われます。

type キーワードの引数として、単一の文字列を受け取るような任意の呼び出しオブジェクト (callable) が使用できます。もし呼び出しが *ArgumentTypeError*, *TypeError*, または *ValueError* 型の例外を送出した場合は、parser がそれをキャッチして適切なエラーメッセージが表示されます。それ以外の型の例外は処理されません。

一般的なビルトインデータ型や関数を type 引数の値として直接指定できます:

```
import argparse
import pathlib

parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('count', type=int)
parser.add_argument('distance', type=float)
parser.add_argument('street', type=ascii)
parser.add_argument('code_point', type=ord)
parser.add_argument('source_file', type=open)
parser.add_argument('dest_file', type=argparse.FileType('w', encoding='latin-1'))
parser.add_argument('datapath', type=pathlib.Path)
```

ユーザが定義した関数も使用できます:

```
>>> def hyphenated(string):
...     return '-'.join([word[:4] for word in string.casefold().split()])
...
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> _ = parser.add_argument('short_title', type=hyphenated)
>>> parser.parse_args(['"The Tale of Two Cities"'])
Namespace(short_title='"the-tale-of-two-citi')
```

Type converter として *bool()* 関数を使用することは推奨されません。なぜなら、これは空文字列を False に、それ以外の全てを True に変換しますが、これはおそらく望まれる動作ではないからです (訳注: 文字列 'false' を False に変換してくれたりはしません)。

一般論として、type キーワードに指定するものは、せいぜい上記の 3 種類の例外を発生するくらいの、お手軽な変換に限るべきです。より複雑な (interesting) エラー処理、またはリソース管理を伴うものは、引数を解析したあとに別個の処理として行うべきです。

たとえば、JSON または YAML からの変換は複雑なエラーケースを持つので、type がサポートする以上のエラー表示を必要とするでしょう。(JSON デコーダが発生しうる) *JSONDecodeError* は適切に整形されて表示されません。また、*FileNotFoundError* が発生しても parser は何も処理しません。

また、type キーワードに *FileType* を指定した場合には制限があります。ある引数に *FileType* を指定してファイルが開かれ、その後ろのどこかの引数で処理が失敗した場合、エラーが表示されますが、開かれたファイルは自動では close されません。これを好まない場合は、parser による引数の処理が終わるまで待ち、その後に with 文などでファイルを開くのがよいでしょう。

なお、引数が、あらかじめ決められた値の候補のいずれかに一致するかをチェックしたいだけの場合には、代わりに *choices* キーワードの使用を検討してください。

choices

コマンドライン引数をいくつかの選択肢の中から選ばせたい場合があります。これは *add_argument()* に シーケンスオブジェクトを *choices* キーワード引数として渡すことで可能です。コマンドラインを解析するとき、引数の値がチェックされ、その値が選択肢の中に含まれていない場合はエラーメッセージを表示します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='game.py')
>>> parser.add_argument('move', choices=['rock', 'paper', 'scissors'])
>>> parser.parse_args(['rock'])
Namespace(move='rock')
>>> parser.parse_args(['fire'])
usage: game.py [-h] {rock,paper,scissors}
game.py: error: argument move: invalid choice: 'fire' (choose from 'rock',
'paper', 'scissors')
```

choices シーケンスに含まれているかどうかのチェックは、*type* による型変換が実行された後であることに注意してください。このため、*choices* シーケンス中のオブジェクトの型は指定された *type* にマッチしている必要があります:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='doors.py')
>>> parser.add_argument('door', type=int, choices=range(1, 4))
>>> print(parser.parse_args(['3']))
Namespace(door=3)
>>> parser.parse_args(['4'])
usage: doors.py [-h] {1,2,3}
doors.py: error: argument door: invalid choice: 4 (choose from 1, 2, 3)
```

任意のシーケンスを *choices* に渡すことができます。すなわち、*list* オブジェクト、class:*tuple* オブジェクト、カスタムシーケンスはすべてサポートされています。

ただし、*enum.Enum* を渡すことは推奨されません。使用方法、ヘルプ、エラーメッセージなどでどのように表示されるかを制御することが難いからです。

ヘルプテキストにおいて整形された choices の値は、通常 *dest* から生成されるデフォルトの *metavar* に優先します。ユーザーは *dest* パラメータを目にすることがないため、この振る舞いは基本的には望ましいものです。もしこの表示方法が望ましくない場合 (おそらく多くの選択肢がある場合など) は、*metavar* を明示的に指定してください。

required

通常 *argparse* モジュールは、-f や --bar といったフラグは **任意** の引数 (オプション引数) だと仮定し、コマンドライン上になくても良いものとして扱います。フラグの指定を **必須** にするには、*add_argument()* の required= キーワード引数に True を指定します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', required=True)
>>> parser.parse_args(['--foo', 'BAR'])
Namespace(foo='BAR')
>>> parser.parse_args([])
usage: [-h] --foo FOO
: error: the following arguments are required: --foo
```

上の例のように、引数が required と指定されると、*parse_args()* はそのフラグがコマンドラインに存在しないときにエラーを表示します。

注釈: ユーザーは、通常 **フラグ** の指定は **任意** であると認識しているため、必須にするのは一般的には悪いやり方で、できる限り避けるべきです。

---

help

help の値はその引数の簡潔な説明を含む文字列です。ユーザーが (コマンドライン上で -h か --help を指定するなどして) ヘルプを要求したとき、この help の説明が各引数に表示されます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='frobble')
>>> parser.add_argument('--foo', action='store_true',
...                     help='foo the bars before frobbling')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='+',
...                     help='one of the bars to be frobbled')
>>> parser.parse_args(['-h'])
usage: frobble [-h] [--foo] bar [bar ...]

positional arguments:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
 bar     one of the bars to be frobbled

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo   foo the bars before frobbling
```

help 文字列には、プログラム名や引数の *default* などを繰り返し記述するのを避けるためのフォーマット指定子を含めることができます。利用できる指定子には、プログラム名 %(prog)s と、%(default)s や %(type)s など *add_argument()* のキーワード引数の多くが含まれます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='frobble')
>>> parser.add_argument('bar', nargs='?', type=int, default=42,
...                     help='the bar to %(prog)s (default: %(default)s)')
>>> parser.print_help()
usage: frobble [-h] [bar]

positional arguments:
 bar     the bar to frobble (default: 42)

options:
 -h, --help  show this help message and exit
```

ヘルプ文字列は %-フォーマットをサポートしているので、ヘルプ文字列内にリテラル % を表示したい場合は %% のようにエスケープしなければなりません。

argparse は help に argparse.SUPPRESS を設定することで、特定のオプションをヘルプに表示させないことができます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='frobble')
>>> parser.add_argument('--foo', help=argparse.SUPPRESS)
>>> parser.print_help()
usage: frobble [-h]

options:
  -h, --help  show this help message and exit
```

metavar

ArgumentParser がヘルプメッセージを出力するとき、各引数に対してなんらかの参照方法が必要です。デフォルトでは、ArgumentParser オブジェクトは各オブジェクトの ” 名前” として *dest* を利用します。デフォルトでは、位置引数には *dest* の値をそのまま 利用し、オプション引数については *dest* の値を大文字に変換して利用します。このため、1 つの dest='bar' である位置引数は bar として参照されます。1 つのオプション引数 --foo が 1 つのコマンドライン引数を要求するときは、その引数は FOO として参照されます。以下に例を示します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.add_argument('bar')
>>> parser.parse_args('X --foo Y'.split())
Namespace(bar='X', foo='Y')
>>> parser.print_help()
usage:  [-h] [--foo FOO] bar

positional arguments:
 bar

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo FOO
```

代わりの名前を、metavar として指定できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', metavar='YYY')
>>> parser.add_argument('bar', metavar='XXX')
>>> parser.parse_args('X --foo Y'.split())
Namespace(bar='X', foo='Y')
>>> parser.print_help()
usage:  [-h] [--foo YYY] XXX

positional arguments:
 XXX

options:
 -h, --help  show this help message and exit
 --foo YYY
```

metavar は **表示される** 名前だけを変更することに注意してください。*parse_args()* の返すオブジェクトの属性名は *dest* の値のままです。

nargs を指定した場合、metavar が複数回利用されるかもしれません。metavar にタプルを渡すと、各引数に対して異なる名前を指定できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-x', nargs=2)
>>> parser.add_argument('--foo', nargs=2, metavar=('bar', 'baz'))
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] [-x X X] [--foo bar baz]

options:
 -h, --help     show this help message and exit
 -x X X
 --foo bar baz
```

dest

ほとんどの *ArgumentParser* のアクションは *parse_args()* が返すオブジェクトに対する属性として値を追加します。この属性の名前は *add_argument()* の dest キーワード引数によって決定されます。位置引数のアクションについては、dest は通常 *add_argument()* の第一引数として渡します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('bar')
>>> parser.parse_args(['XXX'])
Namespace(bar='XXX')
```

オプション引数のアクションについては、dest の値は通常オプション文字列から生成されます。*ArgumentParser* は最初の長いオプション文字列を選択し、先頭の -- を除去することで dest の値を生成します。長いオプション文字列が指定されていない場合、最初の短いオプション文字列から先頭の - 文字を除去することで dest を生成します。先頭以外のすべての - 文字は、妥当な属性名になるように _ 文字へ変換されます。次の例はこの動作を示しています:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('-f', '--foo-bar', '--foo')
>>> parser.add_argument('-x', '-y')
>>> parser.parse_args('-f 1 -x 2'.split())
Namespace(foo_bar='1', x='2')
>>> parser.parse_args('--foo 1 -y 2'.split())
Namespace(foo_bar='1', x='2')
```

dest にカスタムの属性名を与えることも可能です:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', dest='bar')
>>> parser.parse_args('--foo XXX'.split())
Namespace(bar='XXX')
```

deprecated

During a project's lifetime, some arguments may need to be removed from the command line. Before removing them, you should inform your users that the arguments are deprecated and will be removed. The deprecated keyword argument of *add_argument()*, which defaults to False, specifies if the argument is deprecated and will be removed in the future. For arguments, if deprecated is True, then a warning will be printed to standard error when the argument is used:

```
>>> import argparse
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='snake.py')
>>> parser.add_argument('--legs', default=0, type=int, deprecated=True)
>>> parser.parse_args([])
Namespace(legs=0)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> parser.parse_args(['--legs', '4'])
snake.py: warning: option '--legs' is deprecated
Namespace(legs=4)
```

バージョン 3.13 で変更.

Action クラス

Acrtion クラスは Action API、すなわちコマンドラインからの引数を処理する呼び出し可能オブジェクトを返す呼び出し可能オブジェクトを実装します。この API に従うあらゆるオブジェクトは `action` 引数として *`add_argument()`* に渡すことができます。

class argparse.Action(*option_strings*, *dest*, *nargs=None*, *const=None*, *default=None*, *type=None*, *choices=None*, *required=False*, *help=None*, *metavar=None*)

Action オブジェクトは、コマンドラインからの一つ以上の文字列から単一の引数を解析するのに必要とされる情報を表現するために ArgumentParser によって使われます。Action クラス 2 つの位置引数と、`action` それ自身を除く *`ArgumentParser.add_argument()`* に渡されるすべてのキーワード引数を受け付けなければなりません。

Action のインスタンス (あるいは `action` 引数に渡す任意の呼び出し可能オブジェクトの返り値) は、属性 "dest", "option_strings", "default", "type", "required", "help", などを定義しなければなりません。これらの属性を定義するのを確実にするためにもっとも簡単な方法は、`Action.__init__` を呼び出すことです。

Action インスタンスは呼び出し可能でなければならず、したがって、サブクラスは 4 つの引数を受け取る `__call__` メソッドをオーバライドしなければなりません:

- `parser` - このアクションを持っている ArgumentParser オブジェクト。
- `namespace` - *`parse_args()`* が返す *`Namespace`* オブジェクト。ほとんどのアクションはこのオブジェクトに属性を *`setattr()`* を使って追加します。
- `values` - 型変換が適用された後の、関連付けられたコマンドライン引数。型変換は *`add_argument()`* メソッドの *type* キーワード引数で指定されます。
- `option_string` - このアクションを実行したオプション文字列。`option_string` 引数はオプションで、アクションが位置引数に関連付けられた場合は渡されません。

`__call__` メソッドでは任意のアクションを行えます。典型的には `dest` および `values` に基いて `namespace` に属性をセットします。

Action のサブクラスを定義する際に `format_usage` メソッドを実装することができます。このメソッドは引数を受け取らず、プログラムの使用方法 (usage) を表示する際に使われる文字列を返すようにします。このメソッドが実装されていない場合は、sensible default (訳注: システムにより上手く設定されたデフォルト値) が使われます。

16.4.6 parse_args() メソッド

ArgumentParser.**parse_args**(*args=None*, *namespace=None*)

引数の文字列をオブジェクトに変換し、namespace オブジェクトの属性に代入します。結果の namespace オブジェクトを返します。

事前の *add_argument()* メソッドの呼び出しにより、どのオブジェクトが生成されてどう代入されるかが決定されます。詳細は *add_argument()* のドキュメントを参照してください。

- *args* - 解析する文字列のリスト。デフォルトでは *sys.argv* から取得されます。
- *namespace* - 属性を代入するオブジェクト。デフォルトでは、新しい空の *Namespace* オブジェクトです。

オプション値の文法

parse_args() メソッドは、オプションの値がある場合、そのオプションの値の指定に複数の方法をサポートしています。もっとも単純な場合には、オプションとその値は次のように 2 つの別々の引数として渡されます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-x')
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.parse_args(['-x', 'X'])
Namespace(foo=None, x='X')
>>> parser.parse_args(['--foo', 'FOO'])
Namespace(foo='FOO', x=None)
```

長いオプション (1 文字よりも長い名前を持ったオプション) では、オプションとその値は次のように = で区切られた 1 つのコマンドライン引数として渡すこともできます:

```
>>> parser.parse_args(['--foo=FOO'])
Namespace(foo='FOO', x=None)
```

短いオプション (1 文字のオプション) では、オプションとその値は次のように連結して渡すことができます:

```
>>> parser.parse_args(['-xX'])
Namespace(foo=None, x='X')
```

最後の 1 つのオプションだけが値を要求する場合、または値を要求するオプションがない場合、複数の短いオプションは次のように 1 つの接頭辞 - だけで連結できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-x', action='store_true')
>>> parser.add_argument('-y', action='store_true')
>>> parser.add_argument('-z')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> parser.parse_args(['-xyzZ'])
Namespace(x=True, y=True, z='Z')
```

不正な引数

parse_args() は、コマンドラインの解析中に、曖昧なオプション、不正な型、不正なオプション、位置引数の数の不一致などのエラーを検証します。それらのエラーが発生した場合、エラーメッセージと使用法メッセージを表示して終了します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--foo', type=int)
>>> parser.add_argument('bar', nargs='?')

>>> # invalid type
>>> parser.parse_args(['--foo', 'spam'])
usage: PROG [-h] [--foo FOO] [bar]
PROG: error: argument --foo: invalid int value: 'spam'

>>> # invalid option
>>> parser.parse_args(['--bar'])
usage: PROG [-h] [--foo FOO] [bar]
PROG: error: no such option: --bar

>>> # wrong number of arguments
>>> parser.parse_args(['spam', 'badger'])
usage: PROG [-h] [--foo FOO] [bar]
PROG: error: extra arguments found: badger
```

- を含む引数

parse_args() メソッドは、ユーザーが明らかなミスをした場合はエラーを表示しますが、いくつか本質的に曖昧な場面があります。例えば、コマンドライン引数 `-1` は、オプションの指定かもしれませんし位置引数かもしれません。*parse_args()* メソッドはこれを次のように扱います: 負の数として解釈でき、パーサーに負の数のように解釈できるオプションが存在しない場合にのみ、`-` で始まる位置引数になりえます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-x')
>>> parser.add_argument('foo', nargs='?')

>>> # no negative number options, so -1 is a positional argument
>>> parser.parse_args(['-x', '-1'])
Namespace(foo=None, x='-1')

>>> # no negative number options, so -1 and -5 are positional arguments
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> parser.parse_args(['-x', '-1', '-5'])
Namespace(foo='-5', x='-1')

>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-1', dest='one')
>>> parser.add_argument('foo', nargs='?')

>>> # negative number options present, so -1 is an option
>>> parser.parse_args(['-1', 'X'])
Namespace(foo=None, one='X')

>>> # negative number options present, so -2 is an option
>>> parser.parse_args(['-2'])
usage: PROG [-h] [-1 ONE] [foo]
PROG: error: no such option: -2

>>> # negative number options present, so both -1s are options
>>> parser.parse_args(['-1', '-1'])
usage: PROG [-h] [-1 ONE] [foo]
PROG: error: argument -1: expected one argument
```

- で始まる位置引数があって、それが負の数として解釈できない場合、ダミーの引数 '--' を挿入して、*parse_args()* にそれ以降のすべてが位置引数だと教えることができます:

```
>>> parser.parse_args(['--', '-f'])
Namespace(foo='-f', one=None)
```

See also the argparse howto on ambiguous arguments for more details.

引数の短縮形 (先頭文字でのマッチング)

parse_args() メソッドは、デフォルトで、長いオプションに曖昧さがない (先頭文字列が一意である) かぎり、先頭文字列に短縮して指定できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('-bacon')
>>> parser.add_argument('-badger')
>>> parser.parse_args('-bac MMM'.split())
Namespace(bacon='MMM', badger=None)
>>> parser.parse_args('-bad WOOD'.split())
Namespace(bacon=None, badger='WOOD')
>>> parser.parse_args('-ba BA'.split())
usage: PROG [-h] [-bacon BACON] [-badger BADGER]
PROG: error: ambiguous option: -ba could match -badger, -bacon
```

先頭の文字が同じ引数が複数ある場合に短縮指定を行うとエラーを発生させます。この機能は *allow_abbrev* に

False を指定することで無効にできます。

sys.argv 以外

ArgumentParser が *sys.argv* 以外の引数を解析できると役に立つ場合があります。その場合は文字列のリストを *parse_args()* に渡します。これはインタラクティブプロンプトからテストするときに便利です:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument(
...     'integers', metavar='int', type=int, choices=range(10),
...     nargs='+', help='an integer in the range 0..9')
>>> parser.add_argument(
...     '--sum', dest='accumulate', action='store_const', const=sum,
...     default=max, help='sum the integers (default: find the max)')
>>> parser.parse_args(['1', '2', '3', '4'])
Namespace(accumulate=<built-in function max>, integers=[1, 2, 3, 4])
>>> parser.parse_args(['1', '2', '3', '4', '--sum'])
Namespace(accumulate=<built-in function sum>, integers=[1, 2, 3, 4])
```

Namespace オブジェクト

class argparse.**Namespace**

parse_args() が属性を格納して返すためのオブジェクトにデフォルトで使用されるシンプルなクラスです。

このクラスはシンプルに設計されており、単に読みやすい文字列表現を持った *object* のサブクラスです。もし属性を辞書のように扱える方が良ければ、標準的な Python のイディオム *vars()* を利用できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> args = parser.parse_args(['--foo', 'BAR'])
>>> vars(args)
{'foo': 'BAR'}
```

ArgumentParser が、新しい *Namespace* オブジェクトではなく、既存のオブジェクトに属性を設定する方が良い場合があります。これは namespace= キーワード引数を指定することで可能です:

```
>>> class C:
...     pass
...
>>> c = C()
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.parse_args(args=['--foo', 'BAR'], namespace=c)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> c.foo
'BAR'
```

16.4.7 その他のユーティリティ

サブコマンド

ArgumentParser.**add_subparsers**([*title*][, *description*][, *prog*][, *parser_class*][, *action*][, *option_strings*][, *dest*][, *required*][, *help*][, *metavar*])

多くのプログラムは、その機能をサブコマンドへと分割します。例えば `svn` プログラムは `svn checkout`, `svn update`, `svn commit` などのサブコマンドを利用できます。機能をサブコマンドに分割するのは、プログラムがいくつかの異なった機能を持っていて、それぞれが異なるコマンドライン引数を必要とする場合には良いアイデアです。*ArgumentParser* は *add_subparsers()* メソッドによりサブコマンドを サポートしています。*add_subparsers()* メソッドは通常引数なしに呼び出され、特殊なアクションオブジェクトを返します。このオブジェクトには 1 つのメソッド `add_parser()` があり、コマンド名と *ArgumentParser* コンストラクターの任意の引数を受け取り、通常の方法で操作できる *ArgumentParser* オブジェクトを返します。

引数の説明:

- title - ヘルプ出力でのサブパーサーグループのタイトルです。デフォルトは、description が指定されている場合は "subcommands" に、指定されていない場合は位置引数のタイトルになります
- description - ヘルプ出力に表示されるサブパーサーグループの説明です。デフォルトは `None` になります
- prog - サブコマンドのヘルプに表示される使用方法の説明です。デフォルトではプログラム名と位置引数の後ろに、サブパーサーの引数が続きます
- parser_class - サブパーサーのインスタンスを作成するときに使用されるクラスです。デフォルトでは現在のパーサーのクラス (例: ArgumentParser) になります
- *action* - コマンドラインにこの引数があったときの基本のアクション。
- *dest* - サブコマンド名を格納する属性の名前です。デフォルトは `None` で値は格納されません
- *required* - サブコマンドが必須であるかどうかを指定し、デフォルトは `False` です。(3.7 より追加)
- *help* - ヘルプ出力に表示されるサブパーサーグループのヘルプです。デフォルトは `None` です
- *metavar* - 利用可能なサブコマンドをヘルプ内で表示するための文字列です。デフォルトは `None` で、サブコマンドを {cmd1, cmd2, ..} のような形式で表します

いくつかの使用例:

```
>>> # create the top-level parser
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> parser.add_argument('--foo', action='store_true', help='foo help')
>>> subparsers = parser.add_subparsers(help='sub-command help')
>>>
>>> # create the parser for the "a" command
>>> parser_a = subparsers.add_parser('a', help='a help')
>>> parser_a.add_argument('bar', type=int, help='bar help')
>>>
>>> # create the parser for the "b" command
>>> parser_b = subparsers.add_parser('b', help='b help')
>>> parser_b.add_argument('--baz', choices='XYZ', help='baz help')
>>>
>>> # parse some argument lists
>>> parser.parse_args(['a', '12'])
Namespace(bar=12, foo=False)
>>> parser.parse_args(['--foo', 'b', '--baz', 'Z'])
Namespace(baz='Z', foo=True)
```

parse_args() が返すオブジェクトにはメインパーサーとコマンドラインで選択されたサブパーサーによる属性だけが設定されており、選択されなかったサブコマンドのパーサーの属性が設定されていないことに注意してください。このため、上の例では、a コマンドが指定されたときは foo, bar 属性だけが存在し、b コマンドが指定されたときは foo, baz 属性だけが存在しています。

同じように、サブパーサーにヘルプメッセージが要求された場合は、そのパーサーに対するヘルプだけが表示されます。ヘルプメッセージには親パーサーや兄弟パーサーのヘルプメッセージを表示しません。(ただし、各サブパーサーコマンドのヘルプメッセージは、上の例にもあるように add_parser() の help= 引数によって指定できます)

```
>>> parser.parse_args(['--help'])
usage: PROG [-h] [--foo] {a,b} ...

positional arguments:
  {a,b}   sub-command help
    a     a help
    b     b help

options:
  -h, --help  show this help message and exit
  --foo   foo help

>>> parser.parse_args(['a', '--help'])
usage: PROG a [-h] bar

positional arguments:
  bar     bar help
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
options:
  -h, --help  show this help message and exit

>>> parser.parse_args(['b', '--help'])
usage: PROG b [-h] [--baz {X,Y,Z}]

options:
  -h, --help     show this help message and exit
  --baz {X,Y,Z}  baz help
```

add_subparsers() メソッドは `title` と `description` キーワード引数もサポートしています。どちらかが存在する場合、サブパーサーのコマンドはヘルプ出力でそれぞれのグループの中に表示されます。例えば:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> subparsers = parser.add_subparsers(title='subcommands',
...                                    description='valid subcommands',
...                                    help='additional help')
>>> subparsers.add_parser('foo')
>>> subparsers.add_parser('bar')
>>> parser.parse_args(['-h'])
usage:  [-h] {foo,bar} ...

options:
  -h, --help  show this help message and exit

subcommands:
  valid subcommands

  {foo,bar}   additional help
```

Furthermore, `add_parser()` supports an additional *aliases* argument, which allows multiple strings to refer to the same subparser. This example, like `svn`, aliases `co` as a shorthand for `checkout`:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> subparsers = parser.add_subparsers()
>>> checkout = subparsers.add_parser('checkout', aliases=['co'])
>>> checkout.add_argument('foo')
>>> parser.parse_args(['co', 'bar'])
Namespace(foo='bar')
```

`add_parser()` supports also an additional *deprecated* argument, which allows to deprecate the subparser.

```
>>> import argparse
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='chicken.py')
>>> subparsers = parser.add_subparsers()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> run = subparsers.add_parser('run')
>>> fly = subparsers.add_parser('fly', deprecated=True)
>>> parser.parse_args(['fly'])
chicken.py: warning: command 'fly' is deprecated
Namespace()
```

Added in version 3.13.

サブコマンドを扱う 1 つの便利な方法は *add_subparsers()* メソッドと *set_defaults()* を組み合わせて、各サブパーサーにどの Python 関数を実行するかを教えることです。例えば:

```
>>> # sub-command functions
>>> def foo(args):
...     print(args.x * args.y)
...
>>> def bar(args):
...     print('((%s))' % args.z)
...
>>> # create the top-level parser
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> subparsers = parser.add_subparsers(required=True)
>>>
>>> # create the parser for the "foo" command
>>> parser_foo = subparsers.add_parser('foo')
>>> parser_foo.add_argument('-x', type=int, default=1)
>>> parser_foo.add_argument('y', type=float)
>>> parser_foo.set_defaults(func=foo)
>>>
>>> # create the parser for the "bar" command
>>> parser_bar = subparsers.add_parser('bar')
>>> parser_bar.add_argument('z')
>>> parser_bar.set_defaults(func=bar)
>>>
>>> # parse the args and call whatever function was selected
>>> args = parser.parse_args('foo 1 -x 2'.split())
>>> args.func(args)
2.0
>>>
>>> # parse the args and call whatever function was selected
>>> args = parser.parse_args('bar XYZYX'.split())
>>> args.func(args)
((XYZYX))
```

こうすると、*parse_args()* が引数の解析が終わってから適切な関数を呼び出すようになります。このように関数をアクションに関連付けるのは一般的にサブパーサーごとに異なるアクションを扱うもっとも簡単な方法です。ただし、実行されたサブパーサーの名前を確認する必要がある場合は、*add_subparsers()* を呼び出すときに `dest` キーワードを指定できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> subparsers = parser.add_subparsers(dest='subparser_name')
>>> subparser1 = subparsers.add_parser('1')
>>> subparser1.add_argument('-x')
>>> subparser2 = subparsers.add_parser('2')
>>> subparser2.add_argument('y')
>>> parser.parse_args(['2', 'frobble'])
Namespace(subparser_name='2', y='frobble')
```

バージョン 3.7 で変更: 新しい *required* キーワード引数。

FileType オブジェクト

class argparse.**FileType**(*mode='r'*, *bufsize=-1*, *encoding=None*, *errors=None*)

FileType ファクトリは *ArgumentParser.add_argument()* の type 引数に渡すことができるオブジェクトを生成します。type が *FileType* オブジェクトである引数はコマンドライン引数を、指定されたモード、バッファーサイズ、エンコーディング、エラー処理でファイルとして開きます (詳細は *open()* 関数を参照してください。):

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--raw', type=argparse.FileType('wb', 0))
>>> parser.add_argument('out', type=argparse.FileType('w', encoding='UTF-8'))
>>> parser.parse_args(['--raw', 'raw.dat', 'file.txt'])
Namespace(out=<_io.TextIOWrapper name='file.txt' mode='w' encoding='UTF-8'>, raw=<_io.FileIO␣
↪name='raw.dat' mode='wb'>)
```

FileType オブジェクトは擬似引数 `'-'` を識別し、読み込み用の *FileType* であれば *sys.stdin* を、書き込み用の *FileType* であれば *sys.stdout* に変換します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('infile', type=argparse.FileType('r'))
>>> parser.parse_args(['-'])
Namespace(infile=<_io.TextIOWrapper name='<stdin>' encoding='UTF-8'>)
```

バージョン 3.4 で変更: *encodings* と *errors* がパラメータに追加されました。

引数グループ

ArgumentParser.add_argument_group(*title=None*, *description=None*)

デフォルトでは、*ArgumentParser* はヘルプメッセージを表示するときに、コマンドライン引数を ” 位置引数” と ” オプション” にグループ化します。このデフォルトの動作よりも良い引数のグループ化方法がある場合、*add_argument_group()* メソッドで適切なグループを作成できます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', add_help=False)
>>> group = parser.add_argument_group('group')
>>> group.add_argument('--foo', help='foo help')
>>> group.add_argument('bar', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [--foo FOO] bar

group:
  bar    bar help
  --foo FOO  foo help
```

add_argument_group() メソッドは、通常の *ArgumentParser* と同じような *add_argument()* メソッドを持つ引数グループオブジェクトを返します。引数がグループに追加された時、パーサーはその引数を通常の引数のように扱いますが、ヘルプメッセージではその引数を分離されたグループの中に表示します。*add_argument_group()* メソッドには、この表示をカスタマイズするための *title* と *description* 引数があります:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG', add_help=False)
>>> group1 = parser.add_argument_group('group1', 'group1 description')
>>> group1.add_argument('foo', help='foo help')
>>> group2 = parser.add_argument_group('group2', 'group2 description')
>>> group2.add_argument('--bar', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [--bar BAR] foo

group1:
  group1 description

  foo    foo help

group2:
  group2 description

  --bar BAR  bar help
```

ユーザー定義グループにないすべての引数は通常の ” 位置引数” と ” オプション引数” セクションに表示されます。

バージョン 3.11 で変更: 引数グループについて *add_argument_group()* を呼び出すことは非推奨です。この機能はこれまでサポートされたことはなく、常に正しく動作するとは限りません。この関数は継承を通

じて思いがけず API に存在することになったもので、将来削除される予定です。

相互排他

ArgumentParser.**add_mutually_exclusive_group**(*required=False*)

相互排他グループを作ります。*argparse* は相互排他グループの中でただ 1 つの引数のみが存在することを確認します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> group = parser.add_mutually_exclusive_group()
>>> group.add_argument('--foo', action='store_true')
>>> group.add_argument('--bar', action='store_false')
>>> parser.parse_args(['--foo'])
Namespace(bar=True, foo=True)
>>> parser.parse_args(['--bar'])
Namespace(bar=False, foo=False)
>>> parser.parse_args(['--foo', '--bar'])
usage: PROG [-h] [--foo | --bar]
PROG: error: argument --bar: not allowed with argument --foo
```

add_mutually_exclusive_group() メソッドの引数 *required* に True 値を指定すると、その相互排他引数のどれか 1 つを選ぶことが要求されます:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> group = parser.add_mutually_exclusive_group(required=True)
>>> group.add_argument('--foo', action='store_true')
>>> group.add_argument('--bar', action='store_false')
>>> parser.parse_args([])
usage: PROG [-h] (--foo | --bar)
PROG: error: one of the arguments --foo --bar is required
```

Note that currently mutually exclusive argument groups do not support the *title* and *description* arguments of *add_argument_group()*. However, a mutually exclusive group can be added to an argument group that has a title and description. For example:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser(prog='PROG')
>>> group = parser.add_argument_group('Group title', 'Group description')
>>> exclusive_group = group.add_mutually_exclusive_group(required=True)
>>> exclusive_group.add_argument('--foo', help='foo help')
>>> exclusive_group.add_argument('--bar', help='bar help')
>>> parser.print_help()
usage: PROG [-h] (--foo FOO | --bar BAR)

options:
  -h, --help  show this help message and exit
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Group title:
  Group description

  --foo FOO   foo help
  --bar BAR   bar help
```

バージョン 3.11 で変更: 相互排他グループについて *add_argument_group()* や *add_mutually_exclusive_group()* を呼び出すことは非推奨です。これらの機能はこれまで一度もサポートされたことがなく、常に正しく動作するとは限りません。これらの関数は継承により偶然 API に存在することになったもので、将来削除される予定です。

パーサーのデフォルト値

ArgumentParser.**set_defaults**(***kwargs*)

ほとんどの場合、*parse_args()* が返すオブジェクトの属性はコマンドライン引数の内容と引数のアクションによってのみ決定されます。*set_defaults()* を使うと与えられたコマンドライン引数の内容によらず追加の属性を決定することが可能です:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('foo', type=int)
>>> parser.set_defaults(bar=42, baz='badger')
>>> parser.parse_args(['736'])
Namespace(bar=42, baz='badger', foo=736)
```

パーサーレベルのデフォルト値は常に引数レベルのデフォルト値を上書きします:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default='bar')
>>> parser.set_defaults(foo='spam')
>>> parser.parse_args([])
Namespace(foo='spam')
```

パーサーレベルの default は、複数のパーサーを扱うときに特に便利です。このタイプの例については *add_subparsers()* メソッドを参照してください。

ArgumentParser.**get_default**(*dest*)

add_argument() か *set_defaults()* によって指定された、namespace の属性のデフォルト値を取得します:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', default='badger')
>>> parser.get_default('foo')
'badger'
```

ヘルプの表示

ほとんどの典型的なアプリケーションでは、*parse_args()* が使用法やエラーメッセージのフォーマットと表示について面倒を見ます。しかし、いくつかのフォーマットメソッドが利用できます:

ArgumentParser.**print_usage**(*file=None*)

ArgumentParser がコマンドラインからどう実行されるべきかの短い説明を表示します。*file* が None の時は、*sys.stdout* に出力されます。

ArgumentParser.**print_help**(*file=None*)

プログラムの使用法と *ArgumentParser* に登録された引数についての情報を含むヘルプメッセージを表示します。*file* が None の時は、*sys.stdout* に出力されます。

これらのメソッドの、表示する代わりにシンプルに文字列を返すバージョンもあります:

ArgumentParser.**format_usage**()

ArgumentParser がコマンドラインからどう実行されるべきかの短い説明を格納した文字列を返します。

ArgumentParser.**format_help**()

プログラムの使用法と *ArgumentParser* に登録された引数についての情報を含むヘルプメッセージを格納した文字列を返します。

部分解析

ArgumentParser.**parse_known_args**(*args=None*, *namespace=None*)

ときどき、スクリプトがコマンドライン引数のいくつかだけを解析し、残りの引数は別のスクリプトやプログラムに渡すことがあります。こういった場合、*parse_known_args()* メソッドが便利です。これは *parse_args()* と同じように動作しますが、余分な引数が存在してもエラーを生成しません。代わりに、評価された namespace オブジェクトと、残りの引数文字列のリストからなる 2 要素タプルを返します。

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo', action='store_true')
>>> parser.add_argument('bar')
>>> parser.parse_known_args(['--foo', '--badger', 'BAR', 'spam'])
(Namespace(bar='BAR', foo=True), ['--badger', 'spam'])
```

警告: **先頭文字でのマッチング** ルールは *parse_known_args()* にも適用されます。たとえ既知のオプションの先頭文字に過ぎない場合でも、パーサは引数リストに残さずに、オプションを受け取る場合があります。

ファイル解析のカスタマイズ

ArgumentParser.**convert_arg_line_to_args**(*arg_line*)

ファイルから引数を読み込む場合 (*ArgumentParser* コンストラクターの *fromfile_prefix_chars* キーワード引数を参照)、1 行につき 1 つの引数を読み込みます。*convert_arg_line_to_args()* を変更することでこの動作をカスタマイズできます。

このメソッドは、引数ファイルから読まれた文字列である 1 つの引数 *arg_line* を受け取ります。そしてその文字列を解析した結果の引数のリストを返します。このメソッドはファイルから 1 行読みこむごとに、順番に呼ばれます。

このメソッドをオーバーライドすると便利なこととして、スペースで区切られた行の単語 1 つ 1 つを別々の引数として扱えます。次の例でその方法を示します:

```
class MyArgumentParser(argparse.ArgumentParser):
    def convert_arg_line_to_args(self, arg_line):
        return arg_line.split()
```

終了メソッド

ArgumentParser.**exit**(*status=0*, *message=None*)

このメソッドはプログラムを、*status* のステータスで終了させ、指定された場合は *message* を終了前に表示します。ユーザは、この振る舞いを違うものにするために、メソッドをオーバーライドすることができます。

```
class ErrorCatchingArgumentParser(argparse.ArgumentParser):
    def exit(self, status=0, message=None):
        if status:
            raise Exception(f'Exiting because of an error: {message}')
        exit(status)
```

ArgumentParser.**error**(*message*)

このメソッドは *message* を含む使用法メッセージを標準エラーに表示して、終了ステータス 2 でプログラムを終了します。

混在した引数の解析

ArgumentParser.**parse_intermixed_args**(*args=None*, *namespace=None*)

ArgumentParser.**parse_known_intermixed_args**(*args=None*, *namespace=None*)

多くの Unix コマンドは、オプション引数と位置引数を混在させることを許しています。*parse_intermixed_args()* と *parse_known_intermixed_args()* メソッドは、このような方法での解析を

サポートしています。

このパーサーは、argparse のすべての機能をサポートしておらず、対応しない機能が使われた場合、例外を送出します。特に、サブパーサーや、位置引数とオプション引数を両方含むような相互排他的なグループは、サポートされていません。

この例は、*parse_known_args()* と *parse_intermixed_args()* の違いを表しています: 前者は `['2', '3']` を、解析されない引数として返し、後者は全ての位置引数を `rest` に入れて返しています:

```
>>> parser = argparse.ArgumentParser()
>>> parser.add_argument('--foo')
>>> parser.add_argument('cmd')
>>> parser.add_argument('rest', nargs='*', type=int)
>>> parser.parse_known_args('doit 1 --foo bar 2 3'.split())
(Namespace(cmd='doit', foo='bar', rest=[1]), ['2', '3'])
>>> parser.parse_intermixed_args('doit 1 --foo bar 2 3'.split())
Namespace(cmd='doit', foo='bar', rest=[1, 2, 3])
```

parse_known_intermixed_args() は、解析した内容を含む名前空間と、残りの引数を含んだリストの、2 つの要素を持つタプルを返します。*parse_intermixed_args()* は、解析されない引数が残された場合にはエラーを送出します。

Added in version 3.7.

16.4.8 optparse からのアップグレード

もともと、*argparse* モジュールは *optparse* モジュールとの互換性を保って開発しようと試みられました。しかし、特に新しい `nargs=` 指定子とより良い使用法メッセージのために必要な変更のために、*optparse* を透過的に拡張することは難しかったのです。*optparse* のほとんどすべてがコピーアンドペーストされたりモンキーパッチを当てられたりしたとき、もはや後方互換性を保とうとすることは現実的ではありませんでした。

argparse モジュールは標準ライブラリ *optparse* モジュールを、以下を含むたくさんの方法で改善しています:

- 位置引数を扱う
- サブコマンドのサポート
- `+`, `/` のような代替オプションプレフィクスを許容する
- zero-or-more スタイル、one-or-more スタイルの引数を扱う
- より有益な使用方法メッセージの生成
- カスタム `type`, カスタム `action` のために遥かに簡単なインターフェイスを提供する

optparse から *argparse* への現実的なアップグレードパス:

- すべての *optparse.OptionParser.add_option()* の呼び出しを、*ArgumentParser.add_argument()* の呼び出しに置き換える。
- (options, args) = parser.parse_args() を args = parser.parse_args() に置き換え、位置引数のために必要に応じて *ArgumentParser.add_argument()* の呼び出しを追加する。これまで options と呼ばれていたものが、*argparse* では args と呼ばれていることに留意してください。
- *optparse.OptionParser.disable_interspersed_args()* を、*parse_args()* ではなく *parse_intermixed_args()* で置き換える。
- コールバック・アクションと callback_* キーワード引数を type や action 引数に置き換える。
- type キーワード引数に渡していた文字列の名前を、それに応じたオブジェクト (例: int, float, complex, ...) に置き換える。
- *optparse.Values* を *Namespace* に置き換え、*optparse.OptionError* と *optparse.OptionValueError* を *ArgumentError* に置き換える。
- %default や %prog などの暗黙の引数を含む文字列を、%(default)s や %(prog)s などの、通常の Python で辞書を使う場合のフォーマット文字列に置き換える。
- OptionParser のコンストラクターの version 引数を、parser.add_argument('--version', action='version', version='<the version>') に置き換える

16.4.9 例外

exception argparse.ArgumentError

引数 (オプション引数または位置引数) の生成時または利用時のエラーです。

この例外の文字列表現は、エラーの原因となった引数についての情報を補足するメッセージです。

exception argparse.ArgumentTypeError

コマンドラインの文字列を、指定された型に変換するのに失敗した時に送出されます。

16.5 logging --- Python 用のログ記録手段

ソースコード: Lib/logging/__init__.py

Important

このページには、リファレンス情報だけが含まれています。チュートリアルは、以下のページを参照してください

- 基本チュートリアル
- 上級チュートリアル
- ロギングクックブック

このモジュールは、アプリケーションやライブラリのための柔軟なエラーログ記録 (logging) システムを実装するための関数やクラスを定義しています。

標準ライブラリモジュールとしてログ記録 API が提供される利点は、すべての Python モジュールがログ記録に参加できることであり、これによってあなたが書くアプリケーションのログにサードパーティーのモジュールが出力するメッセージを含ませることができます。

Here's a simple example of idiomatic usage:

```
# myapp.py
import logging
import mylib
logger = logging.getLogger(__name__)

def main():
    logging.basicConfig(filename='myapp.log', level=logging.INFO)
    logger.info('Started')
    mylib.do_something()
    logger.info('Finished')

if __name__ == '__main__':
    main()
```

```
# mylib.py
import logging
logger = logging.getLogger(__name__)

def do_something():
    logger.info('Doing something')
```

myapp.py を実行すれば、*myapp.log* でログが確認できます:

```
INFO:__main__:Started
INFO:mylib:Doing something
INFO:__main__:Finished
```

The key feature of this idiomatic usage is that the majority of code is simply creating a module level logger with `getLogger(__name__)`, and using that logger to do any needed logging. This is concise, while allowing downstream code fine-grained control if needed. Logged messages to the module-level logger get forwarded

to handlers of loggers in higher-level modules, all the way up to the highest-level logger known as the root logger; this approach is known as hierarchical logging.

For logging to be useful, it needs to be configured: setting the levels and destinations for each logger, potentially changing how specific modules log, often based on command-line arguments or application configuration. In most cases, like the one above, only the root logger needs to be so configured, since all the lower level loggers at module level eventually forward their messages to its handlers. *basicConfig()* provides a quick way to configure the root logger that handles many use cases.

このモジュールは、多くの機能性と柔軟性を提供します。ロギングに慣れていないなら、使い方を理解する最良の方法はチュートリアルを読むことです (**右上のリンクを参照してください**)。

The basic classes defined by the module, together with their attributes and methods, are listed in the sections below.

- ロガーは、アプリケーションコードが直接使うインターフェースを公開します。
- ハンドラは、(ロガーによって生成された) ログ記録を適切な送信先に送ります。
- フィルタは、どのログ記録を出力するかを決定する、きめ細かい機能を提供します。
- フォーマッタは、ログ記録が最終的に出力されるレイアウトを指定します。

16.5.1 ロガーオブジェクト

ロガーには以下のような属性とメソッドがあります。ロガーを直接インスタンス化することは **絶対に** してはならず、常にモジュール関数 `logging.getLogger(name)` を介してインスタンス化することに注意してください。同じ name で *getLogger()* を複数回呼び出すと、常に同じロガー・オブジェクトへの参照が返されます。

The `name` is potentially a period-separated hierarchical value, like `foo.bar.baz` (though it could also be just plain `foo`, for example). Loggers that are further down in the hierarchical list are children of loggers higher up in the list. For example, given a logger with a name of `foo`, loggers with names of `foo.bar`, `foo.bar.baz`, and `foo.bam` are all descendants of `foo`. In addition, all loggers are descendants of the root logger. The logger name hierarchy is analogous to the Python package hierarchy, and identical to it if you organise your loggers on a per-module basis using the recommended construction `logging.getLogger(__name__)`. That's because in a module, `__name__` is the module's name in the Python package namespace.

class logging.**Logger**

name

This is the logger's name, and is the value that was passed to *getLogger()* to obtain the logger.

注釈: This attribute should be treated as read-only.

`level`

The threshold of this logger, as set by the *setLevel()* method.

注釈: Do not set this attribute directly - always use *setLevel()*, which has checks for the level passed to it.

`parent`

The parent logger of this logger. It may change based on later instantiation of loggers which are higher up in the namespace hierarchy.

注釈: This value should be treated as read-only.

`propagate`

この属性が真と評価された場合、このロガーに記録されたイベントは、このロガーに取り付けられた全てのハンドラに加え、上位 (祖先) ロガーのハンドラにも渡されます。メッセージは、祖先ロガーのハンドラに直接渡されます - 今問題にしている祖先ロガーのレベルもフィルタも、どちらも考慮されません。

この値の評価結果が偽になる場合、ロギングメッセージは祖先ロガーのハンドラに渡されません。

具体的な例で説明します: `A.B.C` という名前のロガーの propagate 属性が真と評価された場合、`logging.getLogger('A.B.C').error(...)` のようなメソッドの呼び出しを通じて `A.B.C` に記録された全てのイベントは、[ログレベルとフィルタの設定を満たした場合に限り] 最初に `A.B.C` に接続されたハンドラに渡され、その後 `A.B`, `A` という名前のロガー、そしてルートロガーという順番で各ロガーに接続されたハンドラに渡されます。この連鎖構造において `A.B.C`, `A.B`, `A` のいずれかの `propagate` 属性が偽に設定された場合、そのロガーがイベントを処理する最後のロガーとなり、その時点でイベントの伝播は止まります。

コンストラクタはこの属性を `True` に設定します。

注釈: ハンドラを、あるロガー **と** その祖先のロガーに接続した場合、同一レコードが複数回発行される場合があります。一般的に、ハンドラを複数のロガーに接続する必要はありません。propagate 設定が `True` のままになっていれば、ロガーの階層において最上位にある適切なロガーにハンドラを接続するだけで、そのハンドラは全ての子孫ロガーが記録する全てのイベントを確認することができます。一般的なシナリオでは、ハンドラをルートロガーに対してのみ接続し、残りは propagate にすべて委ねます。

`handlers`

The list of handlers directly attached to this logger instance.

注釈: This attribute should be treated as read-only; it is normally changed via the *addHandler()* and *removeHandler()* methods, which use locks to ensure thread-safe operation.

`disabled`

This attribute disables handling of any events. It is set to `False` in the initializer, and only changed by logging configuration code.

注釈: This attribute should be treated as read-only.

`setLevel`(*level*)

このロガーの閾値を *level* に設定します。*level* よりも深刻でないログメッセージは無視されます; 深刻さが *level* 以上のログメッセージは、ハンドラのレベルが *level* より上に設定されていない限り、このロガーに取り付けられているハンドラによって投げられます。

ロガーが生成された際、レベルは *NOTSET* (これによりすべてのメッセージについて、ロガーがルートロガーであれば処理される、そうでなくてロガーが非ルートロガーの場合には親ロガーに委譲させる) に設定されます。ルートロガーは *WARNING* レベルで生成されることに注意してください。

「親ロガーに委譲」という用語の意味は、もしロガーのレベルが NOTSET ならば、祖先ロガーの系列の中を NOTSET 以外のレベルの祖先を見つけるかルートに到達するまで辿っていく、ということです。

もし NOTSET 以外のレベルの祖先が見つかったなら、その祖先のレベルが探索を開始したロガーの実効レベルとして扱われ、ログイベントがどのように処理されるかを決めるのに使われます。

ルートに到達した場合、ルートのレベルが NOTSET ならばすべてのメッセージは処理されます。そうでなければルートのレベルが実効レベルとして使われます。

レベルの一覧については **ロギングレベル** を参照してください。

バージョン 3.2 で変更: *level* パラメータは、*INFO* のような整数定数の代わりに 'INFO' のようなレベルの文字列表現も受け付けるようになりました。ただし、レベルは内部で整数として保存されますし、*getEffectiveLevel()* や *isEnabledFor()* といったメソッドは、整数を返し、また渡されるものと期待します。

`isEnabledFor`(*level*)

深刻度が *lvl* のメッセージが、このロガーで処理されることになっているかどうかを示します。このメ

ソッドはまず、logging.disable(level) で設定されるモジュールレベルの深刻度レベルを調べ、次にロガーの実効レベルを *getEffectiveLevel()* で調べます。

getEffectiveLevel()

このロガーの実効レベルを示します。*NOTSET* 以外の値が *setLevel()* で設定されていた場合、その値が返されます。そうでない場合、*NOTSET* 以外の値が見つかるまでロガーの階層をルートロガーの方向に追跡します。見つかった場合、その値が返されます。返される値は整数で、典型的には *logging.DEBUG*, *logging.INFO* 等のうち一つです。

getChild(*suffix*)

このロガーの子であるロガーを、接頭辞によって決定し、返します。従って、logging.getLogger('abc').getChild('def.ghi') は、logging.getLogger('abc.def.ghi') によって返されるのと同じロガーを返すことになります。これは簡便なメソッドで、親ロガーがリテラルでなく __name__ などを使って名付けられているときに便利です。

Added in version 3.2.

getChildren()

Returns a set of loggers which are immediate children of this logger. So for example logging.getLogger().getChildren() might return a set containing loggers named foo and bar, but a logger named foo.bar wouldn't be included in the set. Likewise, logging.getLogger('foo').getChildren() might return a set including a logger named foo.bar, but it wouldn't include one named foo.bar.baz.

Added in version 3.12.

debug(*msg*, **args*, ***kwargs*)

レベル *DEBUG* のメッセージをこのロガーで記録します。*msg* はメッセージの書式文字列で、*args* は *msg* に文字列書式化演算子を使って取り込むための引数です。(これは、書式化文字列の中でキーワードを使い、引数として単一の辞書を渡すことができる、ということを意味します。) *args* が提供されない場合は *msg* の % フォーマットは実行されません。

kwargs のうち、*exc_info*, *stack_info*, *stacklevel*, *extra* という 4 つのキーワード引数の中身を調べます。

exc_info は、この値の評価値が false でない場合、例外情報がロギングメッセージに追加されます。もし例外情報をあらわすタプル (*sys.exc_info()* 関数によって戻されるフォーマットにおいて)、または、例外情報をあらわすインスタンスが与えられていれば、それが使用されることになります。それ以外の場合には、*sys.exc_info()* を呼び出して例外情報を取得します。

2 つ目の省略可能なキーワード引数は *stack_info* で、デフォルトは False です。真の場合、実際のロギング呼び出しを含むスタック情報がロギングメッセージに追加されます。これは *exc_info* 指定によって表示されるスタック情報と同じものではないことに注意してください: 前者はカレントスレッド

内での、一番下からロギング呼び出しまでのスタックフレームですが、後者は例外に呼応して、例外ハンドラが見つかるところまで巻き戻されたスタックフレームの情報です。

exc_info とは独立に *stack_info* を指定することもできます (例えば、例外が上げられなかった場合でも、コード中のある地点にどのように到着したかを単に示すために)。スタックフレームは、次のようなヘッダー行に続いて表示されます:

```
Stack (most recent call last):
```

これは、例外フレームを表示する場合に使用される `Traceback (most recent call last):` を模倣します。

3 番目のオプションキーワード引数は *stacklevel* で、デフォルトは 1 です。もしこれが 1 よりも大きい場合は、*LogRecord* 内で行番号と関数名を算出する時に、指定されたスタックフレームの数をスキップします。これはログヘルパー内部で使われる場合、関数名、ファイル名、行番号はそのヘルパーの情報ではなく、そのヘルパーを呼び出した呼び出し元のものになります。このパラメータの名前は *warnings* モジュールと同じものになります。

4 番目のキーワード引数は *extra* で、当該ログイベント用に作られる *LogRecord* の ___dict___ にユーザー定義属性を加えるのに使われる辞書を渡すために用いられます。これらの属性は好きなように使えます。たとえば、ログメッセージの一部にすることもできます。以下の例を見てください:

```
FORMAT = '%(asctime)s %(clientip)-15s %(user)-8s %(message)s'
logging.basicConfig(format=FORMAT)
d = {'clientip': '192.168.0.1', 'user': 'fbloggs'}
logger = logging.getLogger('tcpserver')
logger.warning('Protocol problem: %s', 'connection reset', extra=d)
```

これは以下のような出力を行います

```
2006-02-08 22:20:02,165 192.168.0.1 fbloggs  Protocol problem: connection reset
```

extra に渡される辞書のキーはロギングシステムで使われているものと衝突してはいけません。(ロギングシステムが使うキーの詳細については *LogRecord* **属性** の節を参照してください。)

これらの属性をログメッセージに使うことにしたなら、少し注意が必要です。上の例では、'clientip' と 'user' が *LogRecord* の属性辞書に含まれていることを期待した書式文字列で *Formatter* がセットアップされています。もしこれらが欠けていると、書式化例外が発生してしまうためメッセージはログに残りません。したがってこの場合、常にこれらのキーを含む *extra* 辞書を渡す必要があります。

このようなことは煩わしいかもしれませんが、この機能は限定された場面で使われるように意図しているものなのです。たとえば同じコードがいくつものコンテキストで実行されるマルチスレッドのサーバで、興味のある条件が現れるのがそのコンテキストに依存している (上の例で言えば、リモートのクライアント IP アドレスや認証されたユーザ名など)、というような場合です。そういった場面では、それ用の *Formatter* が特定の *Handler* と共に使われるというのはよくあることです。

このロガー (および *Logger.propagate* 属性を考慮した上で実効的にイベントが伝播する祖先のロガー) にハンドラが接続されていない場合、メッセージは *lastResort* に設定されたハンドラーに送られます。

バージョン 3.2 で変更: *stack_info* パラメータが追加されました。

バージョン 3.5 で変更: *exc_info* パラメータは例外インスタンスを受け入れることが可能です。

バージョン 3.8 で変更: *stacklevel* 引数が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: Remove the undocumented `warn()` method which was an alias to the *warning()* method.

info(*msg*, **args*, ***kwargs*)

レベル *INFO* のメッセージをこのロガーで記録します。引数は *debug()* と同じように解釈されます。

warning(*msg*, **args*, ***kwargs*)

レベル *WARNING* のメッセージをこのロガーで記録します。引数は *debug()* と同じように解釈されます。

error(*msg*, **args*, ***kwargs*)

レベル *ERROR* のメッセージをこのロガーで記録します。引数は *debug()* と同じように解釈されます。

critical(*msg*, **args*, ***kwargs*)

レベル *CRITICAL* のメッセージをこのロガーで記録します。引数は *debug()* と同じように解釈されます。

log(*level*, *msg*, **args*, ***kwargs*)

整数で表したレベル *level* のメッセージをこのロガーで記録します。その他の引数は *debug()* と同じように解釈されます。

exception(*msg*, **args*, ***kwargs*)

レベル *ERROR* のメッセージをこのロガーで記録します。引数は *debug()* と同じように解釈されます。例外情報がログメッセージに追加されます。このメソッドは例外ハンドラからのみ呼び出されるべきです。

addFilter(*filter*)

指定されたフィルタ *filter* をこのロガーに追加します。

removeFilter(*filter*)

指定されたフィルタ *filter* をこのロガーから取り除きます。

filter(*record*)

レコードに対してこのロガーのフィルタを適用し、レコードが処理されるべき場合に `True` を返します。フィルタのいずれかの値が偽を返すまで、それらは順番に試されていきます。いずれも偽を返さな

ければ、レコードは処理される (ハンドラに渡される) ことになります。ひとつでも偽を返せば、発生したレコードはもはや処理されることはありません。

addHandler(*hdlr*)

指定されたハンドラ *hdlr* をこのロガーに追加します。

removeHandler(*hdlr*)

指定されたハンドラ *hdlr* をこのロガーから取り除きます。

findCaller(*stack_info=False*, *stacklevel=1*)

呼び出し元のソースファイル名と行番号を調べます。ファイル名と行番号、関数名、スタック情報を 4 要素のタプルで返します。*stack_info* が `True` でなければ、スタック情報は `None` が返されます。

stacklevel パラメータは *debug()* や他の API を呼び出すコードから渡されます。もしこれが 1 よりも大きい場合は、その超過分は返す値を決定する前にスタックフレームをスキップする数として利用されます。これは通常、ログ API をヘルパーやラッパー経由で呼び出す場合に便利です。こうすることで、イベントログに記録される情報はヘルパーやラッパーのコードではなく、それらを呼び出しているコードのものとなります。

handle(*record*)

レコードを、このロガーおよびその上位ロガー (ただし *propagate* の値が false になったところまで) に関連付けられているすべてのハンドラに渡して処理します。このメソッドは、ローカルで生成されたレコードだけでなく、ソケットから受信した unpickle されたレコードに対しても同様に用いられます。*filter()* によって、ロガーレベルでのフィルタが適用されます。

makeRecord(*name*, *level*, *fn*, *lno*, *msg*, *args*, *exc_info*, *func=None*, *extra=None*, *sinfo=None*)

このメソッドは、特殊な *LogRecord* インスタンスを生成するためにサブクラスでオーバライドできるファクトリメソッドです。

hasHandlers()

このロガーにハンドラが設定されているかどうかを調べます。そのために、このロガーとロガー階層におけるその祖先についてハンドラ探していきます。ハンドラが見つかれば `True` 、そうでなければ `False` を返します。このメソッドは、'propagate' 属性が偽に設定されたロガーを見つけると、さらに上位の探索をやめます - そのロガーが、ハンドラが存在するかどうかチェックされる最後のロガー、という意味です。

Added in version 3.2.

バージョン 3.7 で変更: ロガーの pickle 化と unpickle 化ができるようになりました。

16.5.2 ロギングレベル

ログレベルの数値は以下の表のように与えられています。これらは基本的に自分でレベルを定義したい人のためのもので、定義するレベルを既存のレベルの間に位置づけるためには具体的な値が必要になります。もし数値が他のレベルと同じだったら、既存の値は上書きされその名前は失われます。

レベル	数値	What it means / When to use it
logging.NOTSET	0	When set on a logger, indicates that ancestor loggers are to be consulted to determine the effective level. If that still resolves to NOTSET, then all events are logged. When set on a handler, all events are handled.
logging.DEBUG	10	Detailed information, typically only of interest to a developer trying to diagnose a problem.
logging.INFO	20	想定された通りのことが起こったことの確認。
logging.WARNING	30	An indication that something unexpected happened, or that a problem might occur in the near future (e.g. 'disk space low'). The software is still working as expected.
logging.ERROR	40	より重大な問題により、ソフトウェアがある機能を実行できないこと。
logging.CRITICAL	50	プログラム自体が実行を続けられないことを表す、重大なエラー。

16.5.3 ハンドラオブジェクト

ハンドラ (Handler) は以下の属性とメソッドを持ちます。*Handler* は直接インスタンス化されることはありません; このクラスはより便利なサブクラスの基底クラスとして働きます。しかしながら、サブクラスにおける `__init__()` メソッドでは、*Handler.__init__()* を呼び出す必要があります。

class logging.**Handler**

__init__(*level=NOTSET*)

レベルを設定して、*Handler* インスタンスを初期化します。空のリストを使ってフィルタを設定し、I/O 機構へのアクセスを直列化するために (*createLock()* を使って) ロックを生成します。

createLock()

スレッドセーフでない背後の I/O 機能に対するアクセスを直列化するために用いられるスレッドロック (thread lock) を初期化します。

acquire()

createLock() で生成されたスレッドロックを獲得します。

release()

acquire() で獲得したスレッドロックを解放します。

setLevel(*level*)

このハンドラに対する閾値を *level* に設定します。*level* よりも深刻でないログメッセージは無視されます。ハンドラが生成された際、レベルは *NOTSET* (すべてのメッセージが処理される) に設定されます。

レベルの一覧については **ロギングレベル** を参照してください。

バージョン 3.2 で変更: *level* パラメータは、*INFO* のような整数定数の代わりに 'INFO' のようなレベルの文字列表現も受け付けるようになりました。

setFormatter(*fmt*)

このハンドラのフォーマッタを *fmt* に設定します。

addFilter(*filter*)

指定されたフィルタ *filter* をこのハンドラに追加します。

removeFilter(*filter*)

指定されたフィルタ *filter* をこのハンドラから除去します。

filter(*record*)

レコードに対してこのハンドラのフィルタを適用し、レコードが処理されるべき場合に `True` を返します。フィルタのいずれかの値が偽を返すまで、それらは順番に試されていきます。いずれも偽を返さな

ければ、レコードは発行されることになります。ひとつでも偽を返せば、ハンドラはレコードを発行しません。

flush()

すべてのログ出力がフラッシュされるようにします。このクラスのバージョンではなにも行わず、サブクラスで実装するためのものです。

close()

ハンドラで使われているすべてのリソースの後始末を行います。このバージョンでは何も出力せず、*shutdown()* が呼ばれたときに閉じられたハンドラを内部リストから削除します。サブクラスではオーバライドされた *close()* メソッドからこのメソッドが必ず呼ばれるようにしてください。

handle(*record*)

ハンドラに追加されたフィルタの条件に応じて、指定されたログレコードを出力します。このメソッドは I/O スレッドロックの獲得/解放を伴う実際のログ出力をラップします。

handleError(*record*)

This method should be called from handlers when an exception is encountered during an *emit()* call. If the module-level attribute *raiseExceptions* is `False`, exceptions get silently ignored. This is what is mostly wanted for a logging system - most users will not care about errors in the logging system, they are more interested in application errors. You could, however, replace this with a custom handler if you wish. The specified record is the one which was being processed when the exception occurred. (The default value of *raiseExceptions* is `True`, as that is more useful during development).

format(*record*)

レコードに対する書式化を行います - フォーマッタが設定されていれば、それを使います。そうでない場合、モジュールにデフォルト指定されたフォーマッタを使います。

emit(*record*)

指定されたログ記録レコードを実際にログ記録する際のすべての処理を行います。このメソッドはサブクラスで実装されることを意図しており、そのためこのクラスのバージョンは *NotImplementedError* を送出します。

> **警告:** このメソッドはハンドラレベルのロックを取得した後で呼び出されます。また、ロックはこのメソッドがリターンした後で解放されます。このメソッドをオーバーライドする場合、ロックを取得する可能性のある logging API の他の関数やメソッドの呼び出しに注意してください。そのような実装はデッドロックを引き起こす可能性があります。特に以下の点に注意してください:
>
> - ロギングを構成するための API はモジュールレベルのロックを取得し、その後ハンドラを構成する際に個々のハンドラに対してハンドラレベルのロックを取得します。

- 多くのロギング API はモジュールレベルのロックを取得します。そのような API がこのメソッドから呼ばれた場合、他のスレッドからロギングを構成するための API 呼び出しが行われたときにデッドロックに陥る可能性があります。これは他のスレッドがハンドラレベルのロックを取得する **前に** モジュールレベルのロックを取得しようとする一方で、(このメソッドはハンドラレベルのロックが既に取得された状態で呼び出されているため) このメソッドを呼び出したスレッドはハンドラレベルのロックを取得した **後で** モジュールレベルのロックを取得しようとするためです。

標準として含まれているハンドラについては、*logging.handlers* を参照してください。

16.5.4 フォーマッタオブジェクト

class logging.**Formatter**(*fmt=None*, *datefmt=None*, *style='%'*, *validate=True*, ***, *defaults=None*)

Responsible for converting a *LogRecord* to an output string to be interpreted by a human or external system.

パラメータ

- **fmt** (str) -- A format string in the given *style* for the logged output as a whole. The possible mapping keys are drawn from the *LogRecord* object's *LogRecord* **属性**. If not specified, `'%(message)s'` is used, which is just the logged message.
- **datefmt** (str) -- A format string in the given *style* for the date/time portion of the logged output. If not specified, the default described in *formatTime()* is used.
- **style** (str) -- Can be one of `'%'`, `'{'` or `'$'` and determines how the format string will be merged with its data: using one of *printf* **形式の文字列書式化** (`%`), *str.format()* (`{`) or *string.Template* (`$`). This only applies to *fmt* and *datefmt* (e.g. `'%(message)s'` versus `'{message}'`), not to the actual log messages passed to the logging methods. However, there are other ways to use `{`- and `$`-formatting for log messages.
- **validate** (bool) -- If `True` (the default), incorrect or mismatched *fmt* and *style* will raise a *ValueError*; for example, `logging.Formatter('%(asctime)s - %(message)s', style='{')`.
- **defaults** (dict[str, *Any*]) -- A dictionary with default values to use in custom fields. For example, `logging.Formatter('%(ip)s %(message)s', defaults={"ip": None})`

バージョン 3.2 で変更: Added the *style* parameter.

バージョン 3.8 で変更: Added the *validate* parameter.

バージョン 3.10 で変更: Added the *defaults* parameter.

format(*record*)

レコードの属性辞書が、文字列を書式化する演算で被演算子として使われます。書式化された結果の文字列を返します。辞書を書式化する前に、二つの準備段階を経ます。レコードの *message* 属性が *msg* % *args* を使って処理されます。書式化された文字列が `'(asctime)'` を含むなら、*formatTime()* が呼び出され、イベントの発生時刻を書式化します。例外情報が存在する場合、*formatException()* を使って書式化され、メッセージに追加されます。ここで注意していただきたいのは、書式化された例外情報は *exc_text* にキャッシュされるという点です。これが有用なのは例外情報がピックル化されて回線上を送ることができるからですが、しかし二つ以上の *Formatter* サブクラスで例外情報の書式化をカスタマイズしている場合には注意が必要になります。この場合、フォーマッタが書式化を終えるごとにキャッシュをクリアして（ *ext_text* 属性に `None` を設定して)、次のフォーマッタがキャッシュされた値を使わずに新鮮な状態で再計算するようにしなければならないことになります。

スタック情報が利用可能な場合、(必要ならば *formatStack()* を使って整形した上で) スタック情報が例外情報の後に追加されます。

formatTime(*record*, *datefmt=None*)

このメソッドは、フォーマッタが書式化された時間を利用したい際に、*format()* から呼び出されます。このメソッドは特定の要求を提供するためにフォーマッタで上書きすることができますが、基本的な振る舞いは以下のようになります: *datefmt* (文字列) が指定された場合、レコードが生成された時刻を書式化するために *time.strftime()* で使われます。そうでない場合、'%Y-%m-%d %H:%M:%S,uuu' というフォーマットが使われます。uuu 部分はミリ秒値で、それ以外の文字は *time.strftime()* ドキュメントに従います。このフォーマットの時刻の例は `2003-01-23 00:29:50,411` です。結果の文字列が返されます。

この関数は、ユーザが設定できる関数を使って、生成時刻をタプルに変換します。デフォルトでは、*time.localtime()* が使われます。特定のフォーマッタインスタンスに対してこれを変更するには、`converter` 属性を *time.localtime()* や *time.gmtime()* と同じ署名をもつ関数に設定してください。すべてのフォーマッタインスタンスに対してこれを変更するには、例えば全てのロギング時刻を GMT で表示するには、`Formatter` クラスの `converter` 属性を設定してください。

バージョン 3.3 で変更: 以前は、デフォルトのフォーマットがこの例のようにハードコーディングされていました: `2010-09-06 22:38:15,292` ここで、コンマの前の部分は strptime フォーマット文字列 (`'%Y-%m-%d %H:%M:%S'`) によって扱われる部分で、コンマの後の部分はミリ秒値です。strptime にミリ秒のフォーマットプレースホルダーがないので、ミリ秒値は別のフォーマット文字列 `'%s,%03d'` を使用して追加されます。そして、これらのフォーマット文字列は両方ともこのメソッドでハードコーディングされていました。変更後は、これらの文字列はクラスレベル属性として定義され、必要ならインスタンスレベルでオーバーライドすることができます。属性の名前は `default_time_format` (strptime 書式文字列用) と `default_msec_format` (ミリ秒値の追加用) です。

バージョン 3.9 で変更: `default_msec_format` 引数が `None` であることを許容します。

formatException(*exc_info*)

指定された例外情報 (*sys.exc_info()* が返すような標準例外のタプル) を文字列として書式化しま

す。デフォルトの実装は単に *traceback.print_exception()* を使います。結果の文字列が返されます。

formatStack(*stack_info*)

指定されたスタック情報を文字列としてフォーマットします (*traceback.print_stack()* によって返される文字列ですが、最後の改行が取り除かれています)。このデフォルト実装は、単に入力値をそのまま返します。

class logging.**BufferingFormatter**(*linefmt=None*)

複数のレコードをまとめてフォーマットしたい場合のクラス定義に適した基底クラスです。各行 (単一のレコードに相当します) をフォーマットするために使う *Formatter* インスタンスを渡すことができます。特に指定がない場合はデフォルトのフォーマッタ (イベントのメッセージだけを出力するフォーマッタ) が使われます。

formatHeader(*records*)

複数のレコード のリストに対するヘッダを返します。基底クラスの実装は単に空の文字列を返すだけです。レコード数やタイトルを表示したり、あるいはセパレータ行したいなど、ヘッダに対して特別な振る舞いが必要な場合はこのメソッドをオーバーライドする必要があります。

formatFooter(*records*)

複数のレコード のリストに対するフッタを返します。基底クラスの実装は単に空の文字列を返すだけです。レコード数やセパレータ行の表示など、フッタに対して特別な振る舞いが必要な場合はこのメソッドをオーバーライドする必要があります。

format(*records*)

複数のレコード のリストに対するフォーマット済みテキストを返します。基底クラスの実装は、レコードがなければ空の文字列を返し、レコードがある場合はヘッダ、単一のレコードをフォーマットするためのラインフォーマッタで各レコードをフォーマットした文字列、そしてフッタを全て連結したものを返します。

16.5.5 フィルタオブジェクト

フィルタ (Filter) は、**ハンドラ** や **ロガー** によって使われ、レベルによって提供されるのよりも洗練されたフィルタリングを実現します。基底のフィルタクラスは、ロガー階層構造内の特定地点の配下にあるイベントだけを許可します。例えば、'A.B' で初期化されたフィルタは、ロガー 'A.B', 'A.B.C', 'A.B.C.D', 'A.B.D' 等によって記録されたイベントは許可しますが、'A.BB', 'B.A.B' などは許可しません。空の文字列で初期化された場合、すべてのイベントを通過させます。

class logging.**Filter**(*name=''*)

Filter クラスのインスタンスを返します。*name* が指定されていれば、*name* はロガーの名前を表します。指定されたロガーとその子ロガーのイベントがフィルタを通過できるようになります。*name* が指定されなければ、すべてのイベントを通過させます。

filter(*record*)

Is the specified record to be logged? Returns false for no, true for yes. Filters can either modify log records in-place or return a completely different record instance which will replace the original log record in any future processing of the event.

ハンドラに対するフィルタはハンドラがイベントを発行する前に試され、一方ではロガーに対するフィルタは、イベントが (*debug()*, *info()* などによって) ロギングされる際には、ハンドラにイベントが送信される前にはいつでも試されることに注意してください。そのフィルタがそれら子孫ロガーにも適用されていない限り、子孫ロガーによって生成されたイベントはロガーのフィルタ設定によってフィルタされることはありません。

実際には、`Filter` をサブクラス化する必要はありません。同じ意味の `filter` メソッドを持つ、すべてのインスタンスを通せます。

バージョン 3.2 で変更: 特殊な `Filter` クラスを作ったり、`filter` メソッドを持つ他のクラスを使う必要はありません: 関数 (あるいは他の callable) をフィルタとして使用することができます。フィルタロジックは、フィルタオブジェクトが `filter` 属性を持っているかどうかチェックします: もし `filter` 属性を持っていたら、それは `Filter` であると仮定され、その *filter()* メソッドが呼び出されます。そうでなければ、それは callable であると仮定され、レコードを単一のパラメータとして呼び出されます。返される値は *filter()* によって返されるものと一致すべきです。

バージョン 3.12 で変更: You can now return a *LogRecord* instance from filters to replace the log record rather than modifying it in place. This allows filters attached to a *Handler* to modify the log record before it is emitted, without having side effects on other handlers.

フィルタは本来、レコードをレベルよりも洗練された基準に基づいてフィルタするために使われますが、それが取り付けられたハンドラやロガーによって処理されるレコードをすべて監視します。これは、特定のロガーやハンドラに処理されたレコードの数を数えたり、処理されている *LogRecord* の属性を追加、変更、削除したりするときに便利です。もちろん、LogRecord を変更するには注意が必要ですが、これにより、ログにコンテキスト情報を注入できます (filters-contextual を参照してください)。

16.5.6 LogRecord オブジェクト

LogRecord インスタンスは、何かをログ記録するたびに *Logger* によって生成されます。また、*makeLogRecord()* を通して (例えば、ワイヤを通して受け取られた pickle 化されたイベントから) 手動で生成することも出来ます。

class logging.**LogRecord**(*name*, *level*, *pathname*, *lineno*, *msg*, *args*, *exc_info*, *func=None*, *sinfo=None*)

ロギングされているイベントに適切なすべての情報を含みます。

もっとも重要な情報は *msg* と *args* に渡され、`msg % args` で結合されてレコードの `message` 属性を生成します。

パラメータ

- **name** (str) -- この LogRecord であらわされるイベントを記録したロガーの名前です。LogRecord が持つロガーの名前は、たとえ異なる (祖先の) ロガーに接続されたハンドラから出力されたとしても、常に同じ値を持つことに注意してください。
- **level** (int) -- 記録されたイベントの **数値であらわしたロギングレベル** (10 が DEBUG, 20 が INFO など) です。このパラメータは LogRecord の *2* **つの** 属性に変換されることに注意してください: 数値は levelno に、また対応するログレベルの名前は levelname に保持されます。
- **pathname** (str) -- ロギングの呼び出しが行われたソースファイルへの完全なパス名をあらわす文字列です。
- **lineno** (int) -- ロギングの呼び出しが発せられたソース行番号。
- **msg** (Any) -- イベントの説明メッセージ。様々なデータのプレースホルダを含んだ % フォーマット文字列か、任意のオブジェクト (arbitrary-object-messages を参照)。
- **args** (tuple | dict[str, Any]) -- *msg* 引数と組み合わせてイベント記述を得るための変数データです。
- **exc_info** (tuple[type[BaseException], BaseException, types.TracebackType] | *None*) -- *sys.exc_info()* によって返される現在の例外情報を含む例外タプルです。例外情報がない場合は None です。
- **func** (str | *None*) -- ロギングの呼び出しを行った関数またはメソッドの名前です。
- **sinfo** (str | *None*) -- 現在のスレッドのスタックベースからログ呼び出しまでの間のスタック情報を表わすテキスト文字列。

getMessage()

ユーザが提供した引数をメッセージに交ぜた後、この *LogRecord* インスタンスへのメッセージを返します。ユーザがロギングの呼び出しに与えた引数が文字列でなければ、その引数に *str()* が呼ばれ、文字列に変換されます。これにより、__str__ メソッドが実際のフォーマット文字列を返せるようなユーザ定義のクラスをメッセージとして使えます。

バージョン 3.2 で変更: *LogRecord* の生成は、レコードを生成するために使用されるファクトリを提供することにより、さらに設定可能になりました。ファクトリは *getLogRecordFactory()* と *setLogRecordFactory()* を使用して設定することができます (ファクトリのシグネチャに関しては *setLogRecordFactory()* を参照)。

この機能を使うと *LogRecord* の生成時に独自の値を注入することができます。次のパターンが使えます:

```
old_factory = logging.getLogRecordFactory()

def record_factory(*args, **kwargs):
    record = old_factory(*args, **kwargs)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    record.custom_attribute = 0xdecafbad
    return record

logging.setLogRecordFactory(record_factory)
```

このパターンでは複数のファクトリをつなぐこともできます。それらが互いの属性を上書きしたりせず、また上にリストされた標準属性を意図せず上書きしたりしない限り、驚くようなことは何も起こりません (there should be no surprises)。

16.5.7 LogRecord 属性

LogRecord には幾つかの属性があり、そのほとんどはコンストラクタの引数から得られます。(なお、LogRecord コンストラクタの引数と LogRecord 属性が常に厳密に対応するわけではありません。) これらの属性は、レコードからのデータをフォーマット文字列に統合するのに使えます。以下のテーブルに、属性名、意味、そして % 形式フォーマット文字列における対応するプレースホルダを (アルファベット順に) 列挙します。

{}-フォーマット (*str.format()*) を使用していれば、書式文字列の中でプレースホルダーとして `{attrname}` を使うことができます。$-フォーマット (*string.Template*) を使用している場合は、`${attrname}` 形式にしてください。もちろん、両方の場合で `attrname` は使用したい実際の属性名に置き換えてください。

{}-フォーマットの場合には、属性名の後にフォーマットフラグを指定することができます。属性名とフォーマットフラグの間はコロンで分割します。例: プレースホルダー `{msecs:03.0f}` は、ミリセカンド値 `4` を `004` としてフォーマットします。利用可能なオプション上の全詳細に関しては *str.format()* ドキュメンテーションを参照してください。

属性名	フォーマット	説明
args	このフォーマットを自分で使う必要はないでしょう。	msg に組み合わせて message を生成するための引数のタプル、または、マージに用いられる辞書 (引数が一つしかなく、かつそれが辞書の場合)。
asctime	%(asctime)s	*LogRecord* が生成された時刻を人間が読める書式で表したもの。デフォルトでは "2003-07-08 16:49:45,896" 形式 (コンマ以降の数字は時刻のミリ秒部分) です。
created	%(created)f	Time when the *LogRecord* was created (as returned by *time.time_ns()* / 1e9).
exc_info	このフォーマットを自分で使う必要はないでしょう。	(sys.exc_info 風の) 例外タプルか、例外が起こっていない場合は None。
ファイル名	%(filename)s	pathname のファイル名部分。
funcName	%(funcName)s	ロギングの呼び出しを含む関数の名前。
levelname	%(levelname)s	メッセージのための文字のロギングレベル ('DEBUG', 'INFO', 'WARNING', 'ERROR', 'CRITICAL')。
levelno	%(levelno)s	メッセージのための数値のロギングレベル (*DEBUG*, *INFO*, *WARNING*, *ERROR*, *CRITICAL*)。
lineno	%(lineno)d	ロギングの呼び出しが発せられたソース行番号 (利用できる場合のみ)。
message	%(message)s	msg % args として求められた、ログメッセージ。*Formatter.format()* が呼び出されたときに設定されます。
module	%(module)s	モジュール (filename の名前部分)。
msecs	%(msecs)d	*LogRecord* が生成された時刻のミリ秒部分。
msg	このフォーマットを自分で使う必要はないでしょう。	元のロギングの呼び出しで渡されたフォーマット文字列。args と合わせて、message 、または任意のオブジェクトを生成します (arbitrary-object-messages 参照)。
name	%(name)s	ロギングに使われたロガーの名前。
pathname	%(pathname)s	ロギングの呼び出しが発せられたファイルの完全なパス名 (利用できる場合のみ)。
process	%(process)d	プロセス ID (利用可能な場合のみ)。
processName	%(processName)s	プロセス名 (利用可能な場合のみ)。
relativeCreated	%(relativeCreated)d	logging モジュールが読み込まれた時刻に対する、LogRecord が生成された時刻を、ミリ秒で表したもの。
stack_info	このフォーマットを自分で使う必要はないでしょう。	現在のスレッドでのスタックの底からこのレコードの生成に帰着したログ呼び出しまでのスタックフレーム情報 (利用可能な場合)。

バージョン 3.1 で変更: *processName* が追加されました。

バージョン 3.12 で変更: *taskName* が追加されました。

16.5.8 LoggerAdapter オブジェクト

LoggerAdapter インスタンスは文脈情報をログ記録呼び出しに渡すのを簡単にするために使われます。使い方の例は コンテキスト情報をログ記録出力に付加する を参照してください。

class logging.**LoggerAdapter**(*logger*, *extra*, *merge_extra=False*)

Returns an instance of *LoggerAdapter* initialized with an underlying *Logger* instance, a dict-like object (*extra*), and a boolean (*merge_extra*) indicating whether or not the *extra* argument of individual log calls should be merged with the *LoggerAdapter* extra. The default behavior is to ignore the *extra* argument of individual log calls and only use the one of the *LoggerAdapter* instance

process(*msg*, *kwargs*)

文脈情報を挿入するために、ログ記録呼び出しに渡されたメッセージおよび/またはキーワード引数に変更を加えます。ここでの実装は *extra* としてコンストラクタに渡されたオブジェクトを取り、'extra' キーを使って *kwargs* に加えます。返り値は (*msg*, *kwargs*) というタプルで、(変更されているはずの) 渡された引数を含みます。

manager

Delegates to the underlying `manager` on *logger*.

_log

Delegates to the underlying `_log()` method on *logger*.

LoggerAdapter は上記に加え *Logger* のメソッド *debug()*, *info()*, *warning()*, *error()*, *exception()*, *critical()*, *log()*, *isEnabledFor()*, *getEffectiveLevel()*, *setLevel()*, *hasHandlers()* をサポートします。これらは *Logger* の対応するメソッドと同じシグニチャを持つため、2 つのインスタンスは区別せずに利用出来ます。

バージョン 3.2 で変更: *isEnabledFor()*, *getEffectiveLevel()*, *setLevel()*, *hasHandlers()* が *LoggerAdapter* に追加されました。これらメソッドは元のロガーに処理を委譲します。

バージョン 3.6 で変更: 基底のロガーに移譲し、アダプターをネストできるようにするために `manager` 属性と `_log()` メソッドが追加されました。

バージョン 3.13 で変更: Remove the undocumented `warn()` method which was an alias to the `warning()` method.

バージョン 3.13 で変更: The *merge_extra* argument was added.

16.5.9 スレッドセーフ性

logging モジュールは、クライアントで特殊な作業を必要としない限りスレッドセーフになっています。このスレッドセーフ性はスレッドロックによって達成されています; モジュールの共有データへのアクセスを直列化するためのロックが一つ存在し、各ハンドラでも背後にある I/O へのアクセスを直列化するためにロックを生成します。

signal モジュールを使用して非同期シグナルハンドラを実装している場合、そのようなハンドラからはログ記録を使用できないかもしれません。これは、*threading* モジュールにおけるロック実装が常にリエントラントではなく、そのようなシグナルハンドラから呼び出すことができないからです。

16.5.10 モジュールレベルの関数

上で述べたクラスに加えて、いくつかのモジュールレベルの関数が存在します。

logging.**getLogger**(*name=None*)

Return a logger with the specified name or, if name is `None`, return the root logger of the hierarchy. If specified, the name is typically a dot-separated hierarchical name like *'a'*, *'a.b'* or *'a.b.c.d'*. Choice of these names is entirely up to the developer who is using logging, though it is recommended that `__name__` be used unless you have a specific reason for not doing that, as mentioned in **ロガーオブジェクト**.

与えられた名前に対して、この関数はどの呼び出しでも同じロガーインスタンスを返します。したがって、ロガーインスタンスをアプリケーションの各部でやりとりする必要はありません。

logging.**getLoggerClass**()

標準の *Logger* クラスか、最後に *setLoggerClass()* に渡したクラスを返します。この関数は、新たなクラス定義の中で呼び出して、カスタマイズした *Logger* クラスのインストールが既に他のコードで適用したカスタマイズを取り消さないことを保証するために使われることがあります。例えば以下のようにします:

```
class MyLogger(logging.getLoggerClass()):
    # ... override behaviour here
```

logging.**getLogRecordFactory**()

LogRecord を生成するのに使われる callable を返します。

Added in version 3.2: この関数は、ログイベントを表現する *LogRecord* の構築方法に関して開発者により多くのコントロールを与えるため、*setLogRecordFactory()* とともに提供されました。

このファクトリがどのように呼ばれるかに関する詳細は *setLogRecordFactory()* を参照してください。

logging.**debug**(*msg*, **args*, ***kwargs*)

This is a convenience function that calls *Logger.debug()*, on the root logger. The handling of the

arguments is in every way identical to what is described in that method.

The only difference is that if the root logger has no handlers, then *basicConfig()* is called, prior to calling `debug` on the root logger.

For very short scripts or quick demonstrations of `logging` facilities, `debug` and the other module-level functions may be convenient. However, most programs will want to carefully and explicitly control the logging configuration, and should therefore prefer creating a module-level logger and calling *Logger.debug()* (or other level-specific methods) on it, as described at the beginning of this documentation.

`logging.info`(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level *INFO* on the root logger. The arguments and behavior are otherwise the same as for *debug()*.

`logging.warning`(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level *WARNING* on the root logger. The arguments and behavior are otherwise the same as for *debug()*.

注釈: `warning` と機能的に等価な古い関数 `warn` があります。`warn` は廃止予定なので使わないでください - 代わりに `warning` を使ってください。

バージョン 3.13 で変更: Remove the undocumented `warn()` function which was an alias to the *warning()* function.

`logging.error`(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level *ERROR* on the root logger. The arguments and behavior are otherwise the same as for *debug()*.

`logging.critical`(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level *CRITICAL* on the root logger. The arguments and behavior are otherwise the same as for *debug()*.

`logging.exception`(*msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level *ERROR* on the root logger. The arguments and behavior are otherwise the same as for *debug()*. Exception info is added to the logging message. This function should only be called from an exception handler.

`logging.log`(*level*, *msg*, **args*, ***kwargs*)

Logs a message with level *level* on the root logger. The arguments and behavior are otherwise the same as for *debug()*.

logging.**disable**(*level=CRITICAL*)

全てのロガーのレベル *level* を上書きし、これはロガー自身の出力レベルよりも優先されます。アプリケーション全体を横断するログ出力を一時的に調整する必要が生じたら、この関数は便利でしょう。これの効果は重大度 *level* 以下の全てのロギング呼び出しを無効にすることですので、INFO で呼び出しをすれば、INFO と DEBUG イベントが捨てられる一方で、重大度 WARNING 以上のものは、ロガーの有効レベルに基いて処理されます。`logging.disable(logging.NOTSET)` が呼び出されると、この上書きレベルは削除され、ログ出力は再び個々のロガーの有効レベルに依存するようになります。

`CRITICAL` より高い独自のログレベル (これは推奨されません) を定義した場合は、*level* 引数のデフォルト値を当てにできなくなり、適切な値を明示的に与える必要があります。

バージョン 3.7 で変更: *level* 引数のデフォルトが `CRITICAL` レベルになりました。この変更についてのより詳しいことは bpo-28524 を参照してください。

logging.**addLevelName**(*level*, *levelName*)

内部的な辞書の中でレベル *level* をテキスト *levelName* に関連付けます。これは例えば *Formatter* でメッセージを書式化する際のように、数字のレベルをテキスト表現に対応付ける際に用いられます。この関数は自作のレベルを定義するために使うこともできます。使われるレベルに対する唯一の制限は、レベルは正の整数でなくてはならず、メッセージの深刻度が上がるに従ってレベルの数も上がらなくてはならないということです。

注釈: 独自のレベルを定義したい場合、custom-levels のセクションを参照してください。

---

logging.**getLevelNamesMapping**()

ログレベルの名前と対応するログレベルのマッピングを返します。例えば、文字列 "CRITICAL" は *CRITICAL* にマップされます。この関数が返すマッピングオブジェクトは、関数呼び出しのたびに内部のマッピングをコピーしたものです。

Added in version 3.11.

logging.**getLevelName**(*level*)

テキストまたは数値表現でログレベル *level* を返してください。

level が定義済みのレベル *CRITICAL*, *ERROR*, *WARNING*, *INFO*, *DEBUG* のいずれかである場合、対応する文字列が返されます。*addLevelName()* を使ってレベルに名前を関連付けていた場合、*level* に関連付けられた名前が返されます。定義済みのレベルに対応する数値を指定した場合、レベルに対応した文字列表現を返します。

level パラメータは、*INFO* のような整数定数の代わりに 'INFO' のようなレベルの文字列表現も受け付けます。この場合、この関数は関連するレベルの数値表現を返します。

もし渡された数値や文字列がマッチしなければ、'Level %s' % level が返されます。

注釈: レベルは内部的には整数です (これはロギングのロジックが大小比較をする必要があるからです)。この関数は、数値のレベルを、書式記述子 `%(levelname)s` (*LogRecord* **属性** 参照) によって書式化されるログ出力の表示用レベル名に変換するなどの用途に使用されます。

バージョン 3.4 で変更: Python 3.4 以前のバージョンでは、この関数にはテキストのレベルも渡すことが出来、これは対応する数字レベルに読み替えられていました。このドキュメントされていなかった振る舞いは誤りであると判断され、Python 3.4 で一度削除されました。ただし後方互換性のために、これは 3.4.2 で元に戻されました。

`logging.getHandlerByName(`*name*`)`

Returns a handler with the specified *name*, or `None` if there is no handler with that name.

Added in version 3.12.

`logging.getHandlerNames()`

Returns an immutable set of all known handler names.

Added in version 3.12.

`logging.makeLogRecord(`*attrdict*`)`

属性が *attrdict* で定義された、新しい *LogRecord* インスタンスを生成して返します。この関数は、pickle された *LogRecord* 属性の辞書をソケットを介して送信し、受信端で *LogRecord* インスタンスとして再構成する場合に便利です。

`logging.basicConfig(`***kwargs*`)`

デフォルトの *Formatter* を持つ *StreamHandler* を生成してルートロガーに追加し、ロギングシステムの基本的な環境設定を行います。関数 *debug()*, *info()*, *warning()*, *error()*, *critical()* は、ルートロガーにハンドラが定義されていない場合に自動的に *basicConfig()* を呼び出します。

この関数は *force* キーワード引数に `True` が設定されない限り、ルートロガーに設定されたハンドラがあれば何もしません。

注釈: この関数は、他のスレッドが開始される前にメインスレッドから呼び出されるべきです。Python の 2.7.1 や 3.2 以前のバージョンでは、この関数が複数のスレッドから呼ばれると (珍しい状況下とはいえ) ハンドラがルートロガーに複数回加えられることがあり、ログ内のメッセージが重複するという予期しない結果をもたらすことがあります。

以下のキーワード引数がサポートされます。

フォーマット	説明
filename	*StreamHandler* ではなく指定された名前で *FileHandler* が作られます。
filemode	*filename* が指定された場合、この **モード** でファイルが開かれます。デフォルトは `'a'` です。
format	ハンドラーで指定されたフォーマット文字列を使います。デフォルトは `levelname`, `name`, `message` 属性をコロン区切りにしたものです。
datefmt	指定された日時の書式で *time.strftime()* が受け付けるものを使います。
style	*format* が指定された場合、書式文字列にこのスタイルを仕様します。`'%'`, `'{'`, `'$'` のうち 1 つで、それぞれ *printf-style*, *str.format()*, *string.Template* に対応します。デフォルトは `'%'` です。
level	ルートロガーのレベルを指定された **レベル** に設定します。
stream	指定されたストリームを *StreamHandler* の初期化に使います。この引数は *filename* と同時には使えないことに注意してください。両方が指定されたときには `ValueError` が送出されます。
handlers	もし指定されれば、これは root ロガーに追加される既に作られたハンドラのイテラブルになります。まだフォーマッタがセットされていないすべてのハンドラは、この関数で作られたデフォルトフォーマッタが割り当てられることになります。この引数は *filename* や *stream* と互換性がないことに注意してください。両方が存在する場合 `ValueError` が上げられます。
force	このキーワード引数が真に設定されている場合、ルートのロガーに取り付けられたハンドラは全て取り除かれ、他の引数によって指定された設定が有効になる前に閉じられます。
encoding	もしこのキーワード引数が *filename* とともに指定された場合、*FileHandler* が作成されるときにこの値が利用され、出力ファイルを開く時に使用されます。
errors	もしこのキーワード引数が *filename* とともに指定された場合、*FileHandler* が作成されるときのこの値が使用され、出力ファイルを開く時に使われます。もし指定されなかった場合、'backslashreplace' が使用されます。もし `None` が指定されると *open()* のように渡され、'errors' を渡したのと同じように扱われます。

バージョン 3.2 で変更: *style* 引数が追加されました。

バージョン 3.3 で変更: 互換性のない引数が指定された状況 (例えば *handlers* が *stream* や *filename* と一緒に指定されたり、*stream* が *filename* と一緒に指定された場合) を捕捉するために、追加のチェックが加えられました。

バージョン 3.8 で変更: *force* 引数が追加されました。

バージョン 3.9 で変更: *encoding* と *errors* 引数が追加されました。

`logging.shutdown()`

ロギングシステムに対して、バッファのフラッシュを行い、すべてのハンドラを閉じることで順次シャット

ダウンを行うように告知します。この関数はアプリケーションの終了時に呼ばれるべきであり、また呼び出し以降はそれ以上ロギングシステムを使ってはなりません。

logging モジュールがインポートされると、この関数が終了ハンドラーとして登録されます（ *atexit* 参照)。そのため、通常はこれを手動で行う必要はありません。

logging.**setLoggerClass**(*klass*)

ロギングシステムに対して、ロガーをインスタンス化する際にクラス *klass* を使うように指示します。指定するクラスは引数として名前だけをとるようなメソッド `__init__()` を定義していなければならず、`__init__()` では `Logger.__init__()` を呼び出さなければなりません。この関数が呼び出されるのはたいてい、独自の振る舞いをするロガーを使う必要のあるアプリケーションでロガーがインスタンス化される前です。呼び出された後は、いつでもそのサブクラスを使ってロガーのインスタンス化をしてはいけません: 引き続き *logging.getLogger()* API を使用してロガーを取得してください。

logging.**setLogRecordFactory**(*factory*)

LogRecord を生成するのに使われる callable をセットします。

パラメータ

factory -- ログレコードを生成するファクトリとして振舞う callable。

Added in version 3.2: この関数は、ログイベントを表現する *LogRecord* の構築方法に関して開発者により多くのコントロールを与えるため、*getLogRecordFactory()* とともに提供されました。

ファクトリは以下のようなシグネチャを持っています:

```
factory(name, level, fn, lno, msg, args, exc_info, func=None, sinfo=None, **kwargs)
```

name
: ロガーの名前。

level
: グレベル (数値)。

fn
: グ呼び出しが行われたファイルのフルパス名。

lno
: グ呼び出しが行われたファイルの行数。

msg
: グメッセージ。

args
: グメッセージに対する引数。

exc_info
: 外タプルまたは `None`。

func
: ログ呼び出しを起動した関数またはメソッドの名前。

sinfo
: *traceback.print_stack()* で提供されるような、呼び出し階層を示すスタックトレースバック。

kwargs
: 追加のキーワード引数。

16.5.11 モジュールレベル属性

logging.**lastResort**

「最後の手段のハンドラ」が、この属性で利用可能です。これは *StreamHandler* が `sys.stderr` に `WARNING` レベルで書き出しているのがそうですし、ロギングの設定がなにか不在のロギングイベントを扱う場合に使われます。最終的な結果は、メッセージを単に `sys.stderr` に出力することです。これはかつて「logger XYZ についてのハンドラが見つかりません」と言っていたエラーメッセージを置き換えています。もしも何らかの理由でその昔の振る舞いが必要な場合は、`lastResort` に `None` をセットすれば良いです。

Added in version 3.2.

logging.**raiseExceptions**

Used to see if exceptions during handling should be propagated.

Default: `True`.

If *raiseExceptions* is `False`, exceptions get silently ignored. This is what is mostly wanted for a logging system - most users will not care about errors in the logging system, they are more interested in application errors.

16.5.12 warnings モジュールとの統合

captureWarnings() 関数を使って、*logging* を *warnings* モジュールと統合できます。

logging.**captureWarnings**(*capture*)

この関数は、logging による警告の補足を、有効にまたは無効にします。

capture が `True` なら、*warnings* モジュールに発せられた警告は、ロギングシステムにリダイレクトされるようになります。具体的には、警告が *warnings.formatwarning()* でフォーマット化され、結果の文字列が `'py.warnings'` という名のロガーに、*WARNING* の重大度でロギングされるようになります。

capture が `False` なら、警告のロギングシステムに対するリダイレクトは止められ、警告は元の (すなわち、`captureWarnings(True)` が呼び出される前に有効だった) 送信先にリダイレクトされるようになり

ます。

参考:

logging.config **モジュール**
: logging モジュールの環境設定 API です。

logging.handlers **モジュール**
: logging モジュールに含まれる、便利なハンドラです。

PEP 282 - ログシステム
: この機能を Python 標準ライブラリに含めることを述べた提案です。

Python の最初のロギングパッケージ
: これは、*logging* パッケージのオリジナルのソースです。このサイトから利用できるバージョンのパッケージは、*logging* パッケージを標準ライブラリに含まない、Python 1.5.2, 2.1.x および 2.2.x で使うのに適しています。

16.6 logging.config --- ログ記録の環境設定

ソースコード: Lib/logging/config.py

Important

このページには、リファレンス情報だけが含まれています。チュートリアルは、以下のページを参照してください

- 基本チュートリアル
- 上級チュートリアル
- ロギングクックブック

この節は、logging モジュールを設定するための API を解説します。

16.6.1 環境設定のための関数

以下の関数は logging モジュールの環境設定をします。これらの関数は、*logging.config* にあります。これらの関数の使用はオプションです --- *logging* モジュールはこれらの関数を使うか、(*logging* 自体で定義されている) 主要な API を呼び出し、*logging* か *logging.handlers* で宣言されているハンドラを定義することで設定できます。

logging.config.**dictConfig**(*config*)

辞書からロギング環境設定を取得します。この辞書の内容は、以下の **環境設定辞書スキーマ** で記述されています。

環境設定中にエラーに遭遇すると、この関数は適宜メッセージを記述しつつ *ValueError*, *TypeError*, *AttributeError* または *ImportError* を送出します。例外を送出する条件を (不完全かもしれませんが) 以下に列挙します:

- 文字列でなかったり、実際のロギングレベルと関係ない文字列であったりする `level`。
- ブール値でない `propagate` の値。
- 対応する行き先を持たない id。
- インクリメンタルな呼び出しの中で見つかった存在しないハンドラ id。
- 無効なロガー名。
- 内部や外部のオブジェクトに関わる不可能性。

解析は `DictConfigurator` クラスによって行われます。このクラスのコンストラクタは環境設定に使われる辞書に渡され、このクラスは `configure()` メソッドを持ちます。*logging.config* モジュールは、呼び出し可能属性 `dictConfigClass` を持ち、これはまず `DictConfigurator` に設定されます。`dictConfigClass` の値は適切な独自の実装で置き換えられます。

dictConfig() は `dictConfigClass` を、指定された辞書を渡して呼び出し、それから返されたオブジェクトの `configure()` メソッドを呼び出して、環境設定を作用させます:

```
def dictConfig(config):
    dictConfigClass(config).configure()
```

例えば、`DictConfigurator` のサブクラスは、自身の `__init__()` で `DictConfigurator.__init__()` を呼び出し、それから続く `configure()` の呼び出しに使えるカスタムの接頭辞を設定できます。`dictConfigClass` は、この新しいサブクラスに束縛され、そして *dictConfig()* はちょうどデフォルトの、カスタマイズされていない状態のように呼び出せます。

Added in version 3.2.

logging.config.**fileConfig**(*fname*, *defaults=None*, *disable_existing_loggers=True*, *encoding=None*)

ログ記録の環境設定を *configparser* 形式ファイルから読み出します。そのファイルの形式は **環境設定**

ファイルの書式 で記述されているとおりにしなければなりません。この関数はアプリケーションから何度も呼び出すことができ、これによって、(設定を選択し、選択された設定を読み出す機構をデベロッパが提供していれば) 複数の準備済みの設定からエンドユーザが選択するようにできます。

It will raise *FileNotFoundError* if the file doesn't exist and *RuntimeError* if the file is invalid or empty.

パラメータ

- **fname** -- A filename, or a file-like object, or an instance derived from *RawConfigParser*. If a `RawConfigParser`-derived instance is passed, it is used as is. Otherwise, a *ConfigParser* is instantiated, and the configuration read by it from the object passed in `fname`. If that has a *readline()* method, it is assumed to be a file-like object and read using *read_file()*; otherwise, it is assumed to be a filename and passed to *read()*.
- **defaults** -- Defaults to be passed to the `ConfigParser` can be specified in this argument.
- **disable_existing_loggers** -- `False` が指定された場合は、この呼び出しが行われたときに存在するロガーは有効のまま残されます。後方互換性のあるやり方で古い振る舞いを保つので、デフォルト値は `True` になっています。そのような振る舞いでは、既存の非ルートロガーまたはそれらのロガーの先祖がロギング設定の中で明示的に名付けられていない限り、既存のロガーを無効にします。
- **encoding** -- *fname* がファイル名の場合に、ファイルをオープンする時のエンコーディングです。

バージョン 3.4 で変更: `fname` として *RawConfigParser* のサブクラスのインスタンスが渡せ得るようになっています。これによってこのようなことが容易になります:

- ロギングの設定が、アプリケーション全体の設定における単なる一部であるような設定ファイルの使用。
- ファイルから設定を読み込み、`fileConfig` に通す前に (例えばコマンドラインパラメータやランタイム環境の他のなにかで) アプリケーションによって修正するようなこと。

バージョン 3.10 で変更: Added the *encoding* parameter.

バージョン 3.12 で変更: An exception will be thrown if the provided file doesn't exist or is invalid or empty.

`logging.config.listen`(*port=DEFAULT_LOGGING_CONFIG_PORT*, *verify=None*)

指定されたポートでソケットサーバを起動し、新しい設定を待ち受けます。ポートが指定されなかった場合は、モジュールのデフォルトの `DEFAULT_LOGGING_CONFIG_PORT` が使用されます。ロギング設定は *dictConfig()* あるいは *fileConfig()* で処理できるファイルとして送信されます。*Thread* インスタンスを返し、このインスタンスの *start()* を呼び出してサーバを起動し、適切なところで *join()* を呼び出すことができます。サーバを停止するには、*stopListening()* を呼び出します。

verify 引数を指定する場合は、これはソケットを通して受け取ったバイト文字列が妥当であるか、処理すべきであるかどうかを検査する callable である必要があります。ソケットを通じて、暗号化または署名あるいはその両方を受け取ることがあります。そのような場合に、verify callable が署名の正当性検査または暗号化の復号あるいはその両方を実施することが出来ます。verify callable は単一引数で呼び出されます - ソケットを通じて受け取ったバイト文字列です - そして処理すべきバイト文字列、または捨て去られるべきであることを示すための None を返す必要があります。返却されるバイト文字列は (たとえば正当性検査だけが行われて) 渡されたものと同じかもしれませんし、あるいは (おそらく暗号化の復号が行われて) まったく異なるものかもしれません。

ソケットに設定を送るには、まず設定ファイルを読み、それを struct.pack('>L', n) を使って長さ 4 バイトのバイナリにパックしたものを前に付けたバイト列としてソケットに送ります。

注釈: 設定の一部は *eval()* を通じて渡されるため、この関数を利用することはユーザーをセキュリティ上のリスクにさらす可能性があります。この関数は localhost のソケットだけにバインドされており、リモートマシンからの接続を受け付けませんが、それでも *listen()* を呼び出したプロセスのアカウントのもとで信頼できないコードが実行されうるシナリオが存在します。特に、*listen()* を呼び出したプロセスが複数のユーザーが利用するマシン上で実行されており、ユーザー同士が互いに信頼できない場合、悪意あるユーザーが被害者ユーザーのプロセス上で本質的に任意のコードを実行するように計画する可能性があります。攻撃は、単に被害者ユーザーの *listen()* ソケットに接続して、被害者ユーザーのプロセス上で攻撃者が実行したいコードが実行されるような設定を送り込むだけです。この攻撃はデフォルトのポートが使われている場合きわめて容易であり、異なるポートが使われている場合でもそれほど難しくはありません。このような事象が発生するリスクを回避するためには、*listen()* の verify 引数を使って不正な設定が適用されるのを防ぐようにしてください。

バージョン 3.4 で変更: verify 引数が追加されました。

注釈: 既存のロガーを無効にしない構成をリスナーに送信する場合は、設定には JSON フォーマットを使用する必要があります。これは、設定に *dictConfig()* を使用します。このメソッドを使用すると、disable_existing_loggers に False を指定した設定を送信できます。

---

logging.config.**stopListening**()

listen() を呼び出して作成された、待ち受け中のサーバを停止します。通常 *listen()* の戻り値に対して join() が呼ばれる前に呼び出します。

16.6.2 セキュリティで考慮すべき点

logging の設定機能は便利さを提供します。その便利さの一部は設定ファイル内のテキストを logging の設定に使われる Python オブジェクトに変換する機能を提供することによって実現されています - たとえば、**ユーザ定義オブジェクト** で説明されているような機能です。しかし、まさにこのメカニズム (実行可能オブジェクトをユーザー定義モジュールからインポートし、設定ファイルから読み込んだパラメータを使ってそれらを呼び出すこと) が任意のコードを呼び出すことに利用できる可能性があります。そして、この理由により、信頼できない情報源から取得した設定ファイルは **細心の注意** を払って取り扱わなければなりません。そのようなファイルをロードする場合、そのファイルがいかなる問題も起こさないと確認した上で実際にファイルをロードしてください。

16.6.3 環境設定辞書スキーマ

ロギング設定を記述するには、生成するさまざまなオブジェクトと、それらのつながりを列挙しなければなりません。例えば、'console' という名前のハンドラを生成し、'startup' という名前のロガーがメッセージを 'console' ハンドラに送るというようなことを記述します。これらのオブジェクトは、*logging* モジュールによって提供されるものに限らず、独自のフォーマッタやハンドラクラスを書くことも出来ます。このクラスへのパラメータは、`sys.stderr` のような外部オブジェクトを必要とすることもあります。これらのオブジェクトとつながりを記述する構文は、以下の **オブジェクトの接続** で定義されています。

辞書スキーマの詳細

dictConfig() に渡される辞書は、以下のキーを含んでいなければなりません:

- *version* - スキーマのバージョンを表す整数値に設定されます。現在有効な値は 1 だけですが、このキーがあることで、このスキーマは後方互換性を保ちながら発展できます。

その他すべてのキーは省略可能ですが、与えられたなら以下に記述するように解釈されます。以下のすべての場合において、' 環境設定辞書' と記載されている所では、その辞書に特殊な `'()'` キーがあるかを調べることで、カスタムのインスタント化が必要であるか判断されます。その場合は、以下の **ユーザ定義オブジェクト** で記述されている機構がインスタンス生成に使われます。そうでなければ、インスタンス化するべきものを決定するのにコンテキストが使われます。

- *formatters* - 対応する値は辞書で、そのそれぞれのキーがフォーマッタ id になり、それぞれの値が対応する *Formatter* インスタンスをどのように環境設定するかを記述する辞書になります。

  設定辞書は *Formatter* オブジェクトを作成するときの引数に対応する、次のようなオプションキーがないか探索されます。

  - `format`
  - `datefmt`
  - `style`

- `validate` (バージョン 3.8 以降)
- `defaults` (since version >=3.12)

オプションの `class` キーはフォーマッタークラスの名前を表します（モジュールとクラス名をドットで繋げる）。インスタンス化時の引数は *Formatter* と同じであるため、このキーは *Formatter* をカスタマイズしたサブクラスのインスタンス化に使うのがもっとも便利です。例えばトレースバックにさらに情報を付加したり、情報を要約代替クラスを実装するといったことが想定されます。もし、自作のフォーマッターが異なる引数や追加の設定引数を持つ場合は、**ユーザ定義オブジェクト** を使うべきです。

- *filters* - 対応する値は辞書で、そのそれぞれのキーがフィルタ id になり、それぞれの値が対応する Filter インスタンスをどのように環境設定するかを記述する辞書になります。

  環境設定辞書は、(デフォルトが空文字列の) キー `name` を検索され、それらが *logging.Filter* インスタンスを構成するのに使われます。

- *handlers* - 対応する値は辞書で、そのそれぞれのキーがハンドラ id になり、それぞれの値が対応する Handler インスタンスをどのように環境設定するかを記述する辞書になります。

  環境設定辞書は、以下のキーを検索されます:

  - `class` (必須)。これはハンドラクラスの完全に修飾された名前です。
  - `level` (任意)。ハンドラのレベルです。
  - `formatter` (任意)。このハンドラへのフォーマッタの id です。
  - `filters` (任意)。このハンドラへのフィルタの id のリストです。

    バージョン 3.11 で変更: `filters` は id に加えてフィルタのインスタンスを受け取ることができるようになりました。

  その他の **すべての** キーは、ハンドラのコンストラクタにキーワード引数として渡されます。例えば、以下のコード片が与えられたとすると:

```
handlers:
  console:
    class : logging.StreamHandler
    formatter: brief
    level   : INFO
    filters: [allow_foo]
    stream  : ext://sys.stdout
  file:
    class : logging.handlers.RotatingFileHandler
    formatter: precise
    filename: logconfig.log
    maxBytes: 1024
    backupCount: 3
```

id が console であるハンドラが、sys.stdout を根底のストリームにして、*logging.StreamHandler* としてインスタンス化されます。id が file であるハンドラが、filename='logconfig.log', maxBytes=1024, backupCount=3 をキーワード引数にして、*logging.handlers.RotatingFileHandler* としてインスタンス化されます。

- *loggers* - 対応する値は辞書で、そのそれぞれのキーがロガー名になり、それぞれの値が対応する Logger インスタンスをどのように環境設定するかを記述する辞書になります。

  環境設定辞書は、以下のキーを検索されます:

  - level (任意)。ロガーのレベルです。
  - propagate (任意)。ロガーの伝播の設定です。
  - filters (任意)。このロガーへのフィルタの id のリストです。

    バージョン 3.11 で変更: filters は id に加えてフィルタのインスタンスを受け取ることができるようになりました。

  - handlers (任意)。このロガーへのハンドラの id のリストです。

  指定されたロガーは、指定されたレベル、伝播、ハンドラに従って環境設定されます。

- *root* - これは、ルートロガーへの設定になります。この環境設定の進行は、propagate 設定が適用されないことを除き、他のロガーと同じです。

- *incremental* - この環境設定が既存の環境設定に対する増分として解釈されるかどうかです。この値のデフォルトは False で、指定された環境設定は、既存の *fileConfig()* API によって使われているのと同じ意味上で、既存の環境設定を置き換えます。

  指定された値が True なら、環境設定は **増分設定** の節で記述されているように進行します。

- *disable_existing_loggers* - 既存の非ルートロガーをすべて無効にするべきかどうかです。この設定は、*fileConfig()* における同じ名前のパラメータと同じです。設定されていなければ、このパラメータのデフォルトは True です。この値は、*incremental* が True なら無視されます。

増分設定

増分設定に完全な柔軟性を提供するのは難しいです。例えば、フィルタやフォーマッタのようなオブジェクトは匿名なので、一旦環境設定がなされると、設定を拡張するときにそのような匿名オブジェクトを参照することができません。

さらに、一旦環境設定がなされた後、実行時にロガー、ハンドラ、フィルタ、フォーマッタのオブジェクトグラフを任意に変えなければならない例もありません。ロガーとハンドラの冗長性は、レベル (または、ロガーの場合には、伝播フラグ) を設定することによってのみ制御できます。安全な方法でオブジェクトグラフを任意に変えることは、マルチスレッド環境で問題となります。不可能ではないですが、その効用は実装に加えられる複雑さに見合いません。

従って、環境設定辞書の incremental キーが与えられ、これが True であるとき、システムは formatters と filters の項目を完全に無視し、handlers の項目の level 設定と、loggers と root の項目の level と propagate 設定のみを処理します。

環境設定辞書の値を使うことで、設定は pickle 化された辞書としてネットワークを通してソケットリスナに送ることができます。これにより、長時間起動するアプリケーションのロギングの冗長性を、アプリケーションを止めて再起動する必要なしに、いつでも変更することができます。

オブジェクトの接続

このスキーマは、ロギングオブジェクトの一揃い - ロガー、ハンドラ、フォーマッタ、フィルタ - について記述します。これらは、オブジェクトグラフ上でお互い接続されます。従って、このスキーマは、オブジェクト間の接続を表現しなければなりません。例えば、環境設定で、特定のロガーが特定のハンドラに取り付けられたとします。この議論では、ロガーとハンドラが、これら 2 つの接続のそれぞれ送信元と送信先であるといえます。もちろん、この設定オブジェクト中では、これはハンドラへの参照を保持しているロガーで表されます。設定辞書中で、これは次のようになされます。まず、送信先オブジェクトを曖昧さなく指定する id を与えます。そして、その id を送信元オブジェクトの環境設定で使い、送信元とその id をもつ送信先が接続されていることを示します。

ですから、例えば、以下の YAML のコード片を例にとると:

```
formatters:
  brief:
    # configuration for formatter with id 'brief' goes here
  precise:
    # configuration for formatter with id 'precise' goes here
handlers:
  h1: #This is an id
   # configuration of handler with id 'h1' goes here
   formatter: brief
  h2: #This is another id
   # configuration of handler with id 'h2' goes here
   formatter: precise
loggers:
  foo.bar.baz:
    # other configuration for logger 'foo.bar.baz'
    handlers: [h1, h2]
```

(注釈: YAML がここで使われているのは、辞書の等価な Python 形式よりもこちらのほうが少し読みやすいからです。)

ロガーの id は、プログラム上でロガーへの参照を得るために使われるロガー名で、たとえば foo.bar.baz です。フォーマッタとフィルタの id は、(上の brief, precise のような) 任意の文字列値にできます。これらは一時的なもので、環境設定辞書の処理にのみ意味があり、オブジェクト間の接続を決定するのに使われます。また、これらは設定の呼び出しが完了したとき、どこにも残りません。

上記のコード片は、foo.bar.baz というの名ロガーに、ハンドラ id h1 と h2 で表される 2 つのハンドラを接続

することを示します。h1 のフォーマッタは id brief で記述されるもので、h2 のフォーマッタは id precise で記述されるものです。

ユーザ定義オブジェクト

このスキーマは、ハンドラ、フィルタ、フォーマッタのための、ユーザ定義オブジェクトをサポートします。(ロガーは、異なるインスタンスに対して異なる型を持つ必要はないので、この環境設定スキーマは、ユーザ定義ロガークラスをサポートしていません。)

設定されるオブジェクトは、それらの設定を詳述する辞書によって記述されます。場所によっては、あるオブジェクトがどのようにインスタンス化されるかというコンテキストを、ロギングシステムが推測できます。しかし、ユーザ定義オブジェクトがインスタンス化されるとき、システムはどのようにこれを行うかを知りません。ユーザ定義オブジェクトのインスタンス化を完全に柔軟なものにするため、ユーザは 'ファクトリ' - 設定辞書を引数として呼ばれ、インスタンス化されたオブジェクトを返す呼び出し可能オブジェクト - を提供する必要があります。これは特殊キー '()' で利用できる、ファクトリへの絶対インポートパスによって合図されます。ここに具体的な例を挙げます:

```
formatters:
  brief:
    format: '%(message)s'
  default:
    format: '%(asctime)s %(levelname)-8s %(name)-15s %(message)s'
    datefmt: '%Y-%m-%d %H:%M:%S'
  custom:
      (): my.package.customFormatterFactory
      bar: baz
      spam: 99.9
      answer: 42
```

上記の YAML コード片は 3 つのフォーマッタを定義します。1 つ目は、id が brief で、指定されたフォーマット文字列をもつ、標準 *logging.Formatter* インスタンスです。2 つ目は、id が default で、長いフォーマットを持ち、時間フォーマットも定義していて、結果はその 2 つのフォーマット文字列で初期化された *logging.Formatter* になります。Python ソース形式で見ると、brief と default フォーマッタは、それぞれ設定の部分辞書:

```
{
  'format' : '%(message)s'
}
```

および:

```
{
  'format' : '%(asctime)s %(levelname)-8s %(name)-15s %(message)s',
  'datefmt' : '%Y-%m-%d %H:%M:%S'
}
```

を持ち、これらの辞書が特殊キー '()' を持たないので、インスタンス化はコンテキストから推測され、結果として標準の *logging.Formatter* インスタンスが生成されます。id が custom である、3 つ目のフォーマッタの設定をする部分辞書は:

```
{
  '()' : 'my.package.customFormatterFactory',
  'bar' : 'baz',
  'spam' : 99.9,
  'answer' : 42
}
```

で、ユーザ定義のインスタンス化が望まれることを示す特殊キー '()' を含みます。この場合、指定された呼び出し可能ファクトリオブジェクトが使われます。これが実際の呼び出し可能オブジェクトであれば、それが直接使われます - そうではなく、(この例でのように) 文字列を指定したなら、実際の呼び出し可能オブジェクトは、通常のインポート機構を使って検索されます。その呼び出し可能オブジェクトは、環境設定の部分辞書の、**残りの** 要素をキーワード引数として呼ばれます。上記の例では、id が custom のフォーマッタは、以下の呼び出しによって返されるものとみなされます:

```
my.package.customFormatterFactory(bar='baz', spam=99.9, answer=42)
```

> **警告:** 上記の例で bar, spam または answer のようなキーワード引数に指定する値は、設定作業の途中で処理されることなくそのまま呼び出し可能オブジェクトに渡されるため、cfg://foo や ext://bar のような設定用の辞書や参照であってはいけません。

キー '()' が特殊キーとして使われるのは、キーワードパラメータ名として不正で、呼び出しに使われるキーワード引数と衝突し得ないからです。'()' はまた、対応する値が呼び出し可能オブジェクトであると覚えやすくします。

バージョン 3.11 で変更: handlers と loggers の filters メンバーは id に加えてフィルタのインスタンスを受け取ることができるようになりました。

特殊なキーワード '.' を指定することもできます。この場合その値には属性名とその値のマッピングをあらわす辞書を指定します。指定された属性は、もしそれが見つかった場合、戻り値のユーザー定義オブジェクトに設定されます。したがって、以下のように設定すると:

```
{
  '()' : 'my.package.customFormatterFactory',
  'bar' : 'baz',
  'spam' : 99.9,
  'answer' : 42,
  '.' {
    'foo': 'bar',
    'baz': 'bozz'
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  }
}
```

戻り値のフォーマッタは属性 foo と “baz“ をもち、それぞれの値は 'bar' と 'bozz' に設定されます。

警告: 上記の例で foo や baz のような属性に設定する値は、フォーマッタの設定作業の途中で処理されることなくそのまま属性値として設定されるため、cfg://foo や ext://bar のような設定用の辞書や参照であってはいけません。

ハンドラの設定順序

ハンドラは対応するキーのアルファベット順に設定され、設定されたハンドラはスキーマ中の環境設定辞書における handlers 辞書 (の作業コピー) を差し替えます。たとえば cfg://handlers.foo という設定において、最初に handlers['foo']``が ``foo という名前のハンドラに対する環境設定辞書を指しているとき、以後 (いったんハンドラが設定されると) 設定されたハンドラのインスタンスを指すようになります。その結果、cfg://handlers.foo は辞書かハンドラのインスタンスのいずれかに解決される可能性があります。一般に、ハンドラは、依存するハンドラが全て設定された __あとに__ それらに依存するハンドラが設定されるように名前をつける方が賢明です; これにより、foo という名前のハンドラに依存するハンドラを設定する際に cfg://handlers.foo で依存するハンドラを参照できるようになります。もし依存するハンドラの名前が bar であった場合、アルファベット順の規則から bar の設定が foo の設定よりも先に試みられることにより foo がまだ設定されていないかもしれないことから、問題が起こる可能性があります。一方、依存するハンドラの名前が foobar であった場合は、その設定は foo の後に行われることとなり、cfg://handlers.foo は環境設定辞書ではなく設定済みのハンドラ foo のインスタンスに解決されます。

外部オブジェクトへのアクセス

環境設定が、例えば sys.stderr のような、設定の外部のオブジェクトへの参照を必要とすることがあります。設定辞書が Python コードで構成されていれば話は簡単ですが、これがテキストファイル (JSON, YAML 等) を通して提供されていると問題となります。テキストファイルでは、sys.stderr をリテラル文字列 'sys.stderr' と区別する標準の方法がありません。この区別を容易にするため、環境設定システムは、文字列中の特定の特殊接頭辞を見つけ、それらを特殊に扱います。例えば、リテラル文字列 'ext://sys.stderr' が設定中の値として与えられたら、この ext:// は剥ぎ取られ、この値の残りが普通のインポート機構で処理されます。

このような接頭辞の処理は、プロトコルの処理と同じようになされます。どちらの機構も、正規表現 ^(?P<prefix>[a-z]+)://(?P<suffix>.*)$ にマッチする接頭辞を検索し、それによって prefix が認識されたなら、接頭辞に応じたやり方で suffix が処理され、その処理の結果によって文字列値が置き換えられます。接頭辞が認識されなければ、その文字列値はそのまま残されます。

内部オブジェクトへのアクセス

外部オブジェクトと同様、環境設定内部のオブジェクトへのアクセスを必要とすることもあります。これは、その各オブジェクトを司る環境設定システムによって暗黙に行われます。例えば、ロガーやハンドラの `level` に対する文字列値 `'DEBUG'` は、自動的に値 `logging.DEBUG` に変換されますし、`handlers`, `filters` および `formatter` の項目は、オブジェクト id を取って、適切な送信先オブジェクトを決定します。

しかし、ユーザ定義モジュールには、*logging* モジュールには分からないような、より一般的な機構が必要です。例えば、*logging.handlers.MemoryHandler* があって、委譲する先の別のハンドラである `target` 引数を取るとします。システムはこのクラスをすでに知っていますから、設定中で、与えられた `target` は関連するターゲットハンドラのオブジェクト id でさえあればよく、システムはその id からハンドラを決定します。しかし、ユーザが `my.package.MyHandler` を定義して、それが `alternate` ハンドラを持つなら、設定システムは `alternate` がハンドラを参照していることを知りません。これを知らせるのに、一般的な解析システムで、ユーザはこのように指定できます:

```
handlers:
  file:
    # configuration of file handler goes here

  custom:
    (): my.package.MyHandler
    alternate: cfg://handlers.file
```

リテラル文字列 `'cfg://handlers.file'` は、`ext://` 接頭辞が付いた文字列と同じように分析されますが、インポート名前空間ではなく、環境設定自体が検索されます。この機構は `str.format` でできるのと同じようにドットやインデックスのアクセスができます。従って、環境設定において以下のコード片が与えられれば:

```
handlers:
  email:
    class: logging.handlers.SMTPHandler
    mailhost: localhost
    fromaddr: my_app@domain.tld
    toaddrs:
      - support_team@domain.tld
      - dev_team@domain.tld
    subject: Houston, we have a problem.
```

in the configuration, the string `'cfg://handlers'` would resolve to the dict with key `handlers`, the string `'cfg://handlers.email` would resolve to the dict with key `email` in the `handlers` dict, and so on. The string `'cfg://handlers.email.toaddrs[1]` would resolve to `'dev_team@domain.tld'` and the string `'cfg://handlers.email.toaddrs[0]'` would resolve to the value `'support_team@domain.tld'`. The `subject` value could be accessed using either `'cfg://handlers.email.subject'` or, equivalently, `'cfg://handlers.email[subject]'`. The latter form only needs to be used if the key contains spaces or non-alphanumeric characters. Please note that the characters `[` and `]` are not allowed in the keys. If an index value consists only of decimal digits, access will be attempted using the corresponding integer value, falling back to the

string value if needed.

文字列 `cfg://handlers.myhandler.mykey.123` が与えられると、これは `config_dict['handlers']['myhandler']['mykey']['123']` と分析されます。文字列が `cfg://handlers.myhandler.mykey[123]` と指定されたら、システムは `config_dict['handlers']['myhandler']['mykey'][123]` から値を引き出そうとし、失敗したら `config_dict['handlers']['myhandler']['mykey']['123']` で代替します。

インポート解決とカスタムインポーター

インポート解決は、デフォルトではインポートを行うために *__import__()* 組み込み関数を使用します。これを独自のインポートメカニズムに置き換えたいと思うかもしれません: もしそうなら、`DictConfigurator` あるいはその上位クラスである `BaseConfigurator` クラスの `importer` 属性を置換することができます。ただし、この関数はクラスからディスクリプタ経由でアクセスされる点に注意する必要があります。インポートを行うために Python callable を使用していて、それをインスタンスレベルではなくクラスレベルで定義したければ、*staticmethod()* でそれをラップする必要があります。例えば:

```
from importlib import import_module
from logging.config import BaseConfigurator

BaseConfigurator.importer = staticmethod(import_module)
```

configurator **インスタンス** に対してインポート callable をセットする場合は、*staticmethod()* でラップする必要はありません。

Configuring QueueHandler and QueueListener

If you want to configure a *QueueHandler*, noting that this is normally used in conjunction with a *QueueListener*, you can configure both together. After the configuration, the `QueueListener` instance will be available as the *listener* attribute of the created handler, and that in turn will be available to you using *getHandlerByName()* and passing the name you have used for the `QueueHandler` in your configuration. The dictionary schema for configuring the pair is shown in the example YAML snippet below.

```
handlers:
  qhand:
    class: logging.handlers.QueueHandler
    queue: my.module.queue_factory
    listener: my.package.CustomListener
    handlers:
      - hand_name_1
      - hand_name_2
      ...
```

The `queue` and `listener` keys are optional.

If the queue key is present, the corresponding value can be one of the following:

- An actual instance of *queue.Queue* or a subclass thereof. This is of course only possible if you are constructing or modifying the configuration dictionary in code.
- A string that resolves to a callable which, when called with no arguments, returns the *queue.Queue* instance to use. That callable could be a *queue.Queue* subclass or a function which returns a suitable queue instance, such as my.module.queue_factory().
- A dict with a '()' key which is constructed in the usual way as discussed in **ユーザ定義オブジェクト**. The result of this construction should be a *queue.Queue* instance.

If the queue key is absent, a standard unbounded *queue.Queue* instance is created and used.

If the listener key is present, the corresponding value can be one of the following:

- A subclass of *logging.handlers.QueueListener*. This is of course only possible if you are constructing or modifying the configuration dictionary in code.
- A string which resolves to a class which is a subclass of QueueListener, such as 'my.package.CustomListener'.
- A dict with a '()' key which is constructed in the usual way as discussed in **ユーザ定義オブジェクト**. The result of this construction should be a callable with the same signature as the QueueListener initializer.

If the listener key is absent, *logging.handlers.QueueListener* is used.

The values under the handlers key are the names of other handlers in the configuration (not shown in the above snippet) which will be passed to the queue listener.

Any custom queue handler and listener classes will need to be defined with the same initialization signatures as *QueueHandler* and *QueueListener*.

Added in version 3.12.

16.6.4 環境設定ファイルの書式

fileConfig() が解釈できる環境設定ファイルの形式は、*configparser* の機能に基づいています。ファイルには、[loggers], [handlers], [formatters] といったセクションが入っていなければならず、各セクションではファイル中で定義されている各タイプのエンティティを名前で指定しています。こうしたエンティティの各々について、そのエンティティをどう設定するかを示した個別のセクションがあります。すなわち、log01 という名前の [loggers] セクションにあるロガーに対しては、対応する詳細設定がセクション [logger_log01] に収められています。同様に、hand01 という名前の [handlers] セクションにあるハンドラは [handler_hand01] と呼ばれるセクションに設定をもつことになり、[formatters] セクションにある form01 は [formatter_form01]

というセクションで設定が指定されています。ルートロガーの設定は [logger_root] と呼ばれるセクションで指定されていなければなりません。

注釈: *fileConfig()* API は *dictConfig()* API よりも古く、ロギングのある種の側面についてカバーする機能に欠けています。たとえば *fileConfig()* では数値レベルを超えたメッセージを単に拾うフィルタリングを行う *Filter* オブジェクトを構成出来ません。*Filter* のインスタンスをロギングの設定において持つ必要があるならば、*dictConfig()* を使う必要があるでしょう。設定の機能における将来の拡張は *dictConfig()* に対して行われることに注意してください。ですから、そうするのが便利であるときに新しい API に乗り換えるのは良い考えです。

ファイルにおけるこれらのセクションの例を以下に示します。

```
[loggers]
keys=root,log02,log03,log04,log05,log06,log07

[handlers]
keys=hand01,hand02,hand03,hand04,hand05,hand06,hand07,hand08,hand09

[formatters]
keys=form01,form02,form03,form04,form05,form06,form07,form08,form09
```

ルートロガーでは、レベルとハンドラのリストを指定しなければなりません。ルートロガーのセクションの例を以下に示します。

```
[logger_root]
level=NOTSET
handlers=hand01
```

level エントリは DEBUG, INFO, WARNING, ERROR, CRITICAL または NOTSET のいずれかの値を取ることができます。ルートロガーでのみ、NOTSET は全てのメッセージがログとして記録されることを意味します。レベルの値は logging パッケージの名前空間のコンテキストで **評価** されます。

handlers エントリはコンマで区切られたハンドラ名からなるリストで、[handlers] セクションになくてはなりません。また、これらの各ハンドラの名前に対応するセクションが設定ファイルに存在しなければなりません。

ルートロガー以外のロガーでは、いくつか追加の情報が必要になります。これは以下の例のように表されます。

```
[logger_parser]
level=DEBUG
handlers=hand01
propagate=1
qualname=compiler.parser
```

level および handlers エントリはルートロガーのエントリと同様に解釈されますが、非ルートロガーのレベル

が NOTSET に指定された場合、ロギングシステムはロガー階層のより上位のロガーにロガーの実効レベルを問い合わせるところが違います。propagate エントリは、メッセージをロガー階層におけるこのロガーの上位のハンドラに伝播させることを示す 1 に設定されるか、メッセージを階層の上位に伝播 **しない** ことを示す 0 に設定されます。qualname エントリはロガーのチャネル名を階層的に表したもの、すなわちアプリケーションがこのロガーを取得する際に使う名前になります。

ハンドラの環境設定を指定しているセクションは以下の例のようになります。

```
[handler_hand01]
class=StreamHandler
level=NOTSET
formatter=form01
args=(sys.stdout,)
```

class エントリはハンドラのクラス (logging パッケージの名前空間において *eval()* で決定されます) を示します。level はロガーの場合と同じように解釈され、NOTSET は " すべてを記録する (log everything)" と解釈されます。

formatter エントリはこのハンドラのフォーマッタに対するキー名を表します。空文字列の場合、デフォルトのフォーマッタ (logging._defaultFormatter) が使われます。名前が指定されている場合、その名前は [formatters] セクションになくてはならず、対応するセクションが設定ファイル中になければなりません。

args は、logging パッケージの名前空間のコンテキストで **評価** される時点では、ハンドラークラスのコンストラクタのための引数のリストです。典型的なコンストラクタの引数が生成される方法については、各ハンドラのコンストラクタまたは下記の例を参照してください。指定されなければデフォルトは () になります。

オプションの kwargs は、logging パッケージの名前空間のコンテキストで **評価** される時点では、ハンドラークラスのコンストラクタのためのキーワード引数の辞書です。指定されなければデフォルトは {} になります。

```
[handler_hand02]
class=FileHandler
level=DEBUG
formatter=form02
args=('python.log', 'w')

[handler_hand03]
class=handlers.SocketHandler
level=INFO
formatter=form03
args=('localhost', handlers.DEFAULT_TCP_LOGGING_PORT)

[handler_hand04]
class=handlers.DatagramHandler
level=WARN
formatter=form04
args=('localhost', handlers.DEFAULT_UDP_LOGGING_PORT)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
[handler_hand05]
class=handlers.SysLogHandler
level=ERROR
formatter=form05
args=(('localhost', handlers.SYSLOG_UDP_PORT), handlers.SysLogHandler.LOG_USER)

[handler_hand06]
class=handlers.NTEventLogHandler
level=CRITICAL
formatter=form06
args=('Python Application', '', 'Application')

[handler_hand07]
class=handlers.SMTPHandler
level=WARN
formatter=form07
args=('localhost', 'from@abc', ['user1@abc', 'user2@xyz'], 'Logger Subject')
kwargs={'timeout': 10.0}

[handler_hand08]
class=handlers.MemoryHandler
level=NOTSET
formatter=form08
target=
args=(10, ERROR)

[handler_hand09]
class=handlers.HTTPHandler
level=NOTSET
formatter=form09
args=('localhost:9022', '/log', 'GET')
kwargs={'secure': True}
```

フォーマッタの環境設定を指定しているセクションは以下のような形式です。

```
[formatter_form01]
format=F1 %(asctime)s %(levelname)s %(message)s %(customfield)s
datefmt=
style=%
validate=True
defaults={'customfield': 'defaultvalue'}
class=logging.Formatter
```

フォーマッターのセクション の辞書スキーマと同じキーを持つ、フォーマッター設定の引数です。

The `defaults` entry, when *evaluated* in the context of the `logging` package's namespace, is a dictionary of default values for custom formatting fields. If not provided, it defaults to `None`.

注釈: *eval()* を使用していることで、上述のようにソケット経由で設定を送受信するために *listen()* を使用していることに起因する潜在的なセキュリティリスクがあります。そのリスクは、相互に信頼できない多数のユーザが同じマシン上でコードを実行する場合に制限されています; 詳細は *listen()* ドキュメンテーションを参照してください。

参考:

logging モジュール
: logging モジュールの API リファレンス。

logging.handlers モジュール
: logging モジュールに含まれる、便利なハンドラです。

16.7 logging.handlers --- ログ記録ハンドラー

ソースコード: Lib/logging/handlers.py

Important

このページには、リファレンス情報だけが含まれています。チュートリアルは、以下のページを参照してください

- 基本チュートリアル
- 上級チュートリアル
- ロギングクックブック

このパッケージでは、以下の便利なハンドラが提供されています。なお、これらのハンドラのうち、3 つ (*StreamHandler*, *FileHandler* および *NullHandler*) は、実際には *logging* モジュール自身で定義されていますが、他のハンドラと一緒にここでドキュメント化します。

16.7.1 StreamHandler

logging コアパッケージに含まれる *StreamHandler* クラスは、ログ出力を *sys.stdout*, *sys.stderr* あるいは何らかのファイル風 (file-like) オブジェクト (あるいは、より正確に言えば `write()` および `flush()` メソッドをサポートする何らかのオブジェクト) といったストリームに送信します。

class logging.**StreamHandler**(*stream=None*)

StreamHandler クラスの新たなインスタンスを返します。*stream* が指定された場合、インスタンスはログ出力先として指定されたストリームを使います; そうでない場合、*sys.stderr* が使われます。

emit(*record*)

フォーマッタが指定されていれば、フォーマッタを使ってレコードを書式化します。次に、レコードが *terminator* とともにストリームに書き込まれます。例外情報が存在する場合、*traceback.print_exception()* を使って書式化され、ストリームの末尾につけられます。

flush()

ストリームの *flush()* メソッドを呼び出してバッファをフラッシュします。`close()` メソッドは *Handler* から継承しているため何も出力を行わないので、*flush()* 呼び出しを明示的に行う必要があるかもしれません。

setStream(*stream*)

このインスタンスの stream と指定された値が異なる場合、指定された値に設定します。新しい stream を設定する前に、古い stream はフラッシュされます。

パラメータ

stream -- ハンドラがこれから使う stream 。

戻り値

the old stream, if the stream was changed, or `None` if it wasn't.

Added in version 3.7.

terminator

フォーマット済みのレコードをストリームに出力するときの終端として使われる文字列です。デフォルト値は `'\n'` です。

もし改行区切りにしたくない場合はハンドラーインスタンスの `terminator` 属性に空文字列を設定してください。

以前のバージョンでは、区切り文字は `'\n'` にハードコードされていました。

Added in version 3.2.

16.7.2 FileHandler

logging コアパッケージに含まれる *FileHandler* クラスは、ログ出力をディスク上のファイルに送信します。このクラスは出力機能を *StreamHandler* から継承しています。

class logging.FileHandler(*filename*, *mode='a'*, *encoding=None*, *delay=False*, *errors=None*)

Returns a new instance of the *FileHandler* class. The specified file is opened and used as the stream for logging. If *mode* is not specified, `'a'` is used. If *encoding* is not `None`, it is used to open the file with that encoding. If *delay* is true, then file opening is deferred until the first call to *emit()*. By default, the file grows indefinitely. If *errors* is specified, it's used to determine how encoding errors are handled.

バージョン 3.6 で変更: 文字列値に加え、*Path* オブジェクトも *filename* 引数が受け取るようになりました。

バージョン 3.9 で変更: *errors* 引数が追加されました。

close()

ファイルを閉じます。

emit(*record*)

record をファイルに出力します。

終了時、ロギングがシャットダウンされたためにファイルがクローズされており、ファイルのモードが 'w' である場合、record は出力されません (bpo-42378 を参照してください)。

16.7.3 NullHandler

Added in version 3.1.

logging コアパッケージに含まれる *NullHandler* クラスは、いかなる書式化も出力も行いません。これは本質的には、ライブラリ開発者に使われる 'no-op' ハンドラです。

class logging.NullHandler

NullHandler クラスの新しいインスタンスを返します。

emit(*record*)

このメソッドは何もしません。

handle(*record*)

このメソッドは何もしません。

createLock()

アクセスが特殊化される必要がある I/O が下にないので、このメソッドはロックに対して None を返します。

NullHandler の使い方の詳しい情報は、library-config を参照してください。

16.7.4 WatchedFileHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *WatchedFileHandler* クラスは、ログ記録先のファイルを監視する FileHandler の一種です。ファイルが変更された場合、ファイルを閉じてからファイル名を使って開き直します。

ファイルはログファイルをローテーションさせる *newsyslog* や *logrotate* のようなプログラムを使うことで変更されることがあります。このハンドラは、Unix/Linux で使われることを意図していますが、ファイルが最後にログを出力してから変わったかどうかを監視します。(ファイルはデバイスや inode が変わることで変わったと判断します。) ファイルが変わったら古いファイルのストリームは閉じて、現在のファイルを新しいストリームを取得するために開きます。

このハンドラを Windows で使うことは適切ではありません。というのも Windows では開いているログファイルを移動したり削除したりできないからです - logging はファイルを排他的ロックを掛けて開きます - そのためこうしたハンドラは必要ないのです。さらに、Windows では *ST_INO* がサポートされていません; *stat()* はこの値として常に 0 を返します。

class logging.handlers.WatchedFileHandler(*filename*, *mode='a'*, *encoding=None*, *delay=False*, *errors=None*)

Returns a new instance of the *WatchedFileHandler* class. The specified file is opened and used as the stream for logging. If *mode* is not specified, 'a' is used. If *encoding* is not None, it is used to open the file with that encoding. If *delay* is true, then file opening is deferred until the first call to *emit()*. By default, the file grows indefinitely. If *errors* is provided, it determines how encoding errors are handled.

バージョン 3.6 で変更: 文字列値に加え、*Path* オブジェクトも *filename* 引数が受け取るようになりました。

バージョン 3.9 で変更: *errors* 引数が追加されました。

reopenIfNeeded()

ファイルが変更されていないかチェックします。もし変更されていれば、手始めにレコードをファイルに出力し、既存のストリームはフラッシュして閉じられ、ファイルが再度開かれます。

Added in version 3.6.

emit(*record*)

レコードをファイルに出力しますが、最初に *reopenIfNeeded()* を呼び出して、変更があった場合はファイルを再度開きます。

16.7.5 BaseRotatingHandler

logging.handlers モジュールに存在する *BaseRotatingHandler* クラスは、ローテートを行うファイルハンドラ *RotatingFileHandler* と *TimedRotatingFileHandler* のベースクラスです。このクラスをインスタンス化する必要はありませんが、オーバーライドすることになるかもしれない属性とメソッドを持っています。

class logging.handlers.**BaseRotatingHandler**(*filename*, *mode*, *encoding=None*, *delay=False*, *errors=None*)

パラメータは FileHandler と同じです。属性は次の通りです:

namer

この属性に callable がセットされた場合、*rotation_filename()* メソッドはこの callable に委譲されます。callable に渡されるパラメータは *rotation_filename()* に渡されたものです。

注釈: namer 関数はロールオーバー中にかなりの回数呼ばれます。そのため、できるだけ単純で、速くあるべきです。さらに、それは与えられた入力に対しては常に同じ出力を返すべきです。そうでなければ、ロールオーバーの振る舞いは期待通りに動かないかもしれません。

namer 属性にローテーションの際に使われるファイル名に埋め込むための特定の属性を保持しようとする場合に注意が必要なことは、注意喚起しておくべきでしょう。たとえば *RotatingFileHandler* は、ローテーションが期待通りに動作するために、名前に連続した番号を含むようなファイル名のリストを持つことを期待します。また *TimedRotatingFileHandler* は (ハンドラの初期化時に渡された backupCount にもとづいて) 削除すべき古いファイルを決定しながら、古いログファイルを削除します。この仕組みが動作するためには、ファイル名は名前に含まれる日付や時刻でソート可能である必要があり、namer はそれを尊重しなければなりません (namer がこの規則を尊重したくない場合、そのような namer は *getFilesToDelete()* メソッドが特定の命名規則に適合するようにオーバーライドされた *TimedRotatingFileHandler* の派生クラス内で使う必要があるでしょう)。

Added in version 3.3.

rotator

この属性に callable がセットされた場合、*rotate()* メソッドはこの callable に委譲されます。callable に渡されるパラメータは *rotate()* に渡されたものです。

Added in version 3.3.

rotation_filename(*default_name*)

ローテートを行う際にログファイルのファイル名を変更します。

このメソッドは、ファイル名をカスタマイズするために提供されます。

デフォルト実装は、ハンドラの 'namer' 属性が callable だった場合、その callable を呼んでデフォ

ルト名を渡します。属性が callable でない場合 (デフォルトは `None` です)、名前は変更せずに返されます。

パラメータ

default_name -- ログファイルのデフォルトのファイル名。

Added in version 3.3.

rotate(*source*, *dest*)

ローテートが行われる時、現在のログをローテートします。

デフォルト実装は、ハンドラの 'rotator' 属性が callable だった場合、その callable を呼んで source と dest 引数を渡します。属性が callable でない場合 (デフォルトは `None` です)、単に source が destination に改名されます。

パラメータ

- **source** -- ソースファイル名。これは通常ベースファイル名 、例えば 'test.log' となります。
- **dest** -- 変更先ファイル名。これは通常ソースファイルをローテートしたもの (例えば 'test.log.1') です。

Added in version 3.3.

これらの属性が存在する理由は、サブクラス化を省略できるようにするためです。*RotatingFileHandler* と *TimedRotatingFileHandler* のインスタンスに対して同じ callable が使えます。もし namer や rotator callable が例外を上げれば、`emit()` 呼び出しで発生した他の例外と同じ方法で、つまりハンドラの `handleError()` メソッドによって扱われます。

ローテート処理に大幅な変更を加える必要があれば、メソッドをオーバーライドすることができます。

例えば、cookbook-rotator-namer を参照してください。

16.7.6 RotatingFileHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *RotatingFileHandler* クラスは、ディスク上のログファイルに対するローテーション処理をサポートします。

class logging.handlers.RotatingFileHandler(*filename*, *mode='a'*, *maxBytes=0*, *backupCount=0*, *encoding=None*, *delay=False*, *errors=None*)

RotatingFileHandler クラスの新たなインスタンスを返します。指定されたファイルが開かれ、ログ記録のためのストリームとして使われます。*mode* が指定されなかった場合、`'a'` が使われます。*encoding* が `None` でない場合、その値はファイルを開くときのエンコーディングとして使われます。*delay* が真ならば、ファイルを開くのは最初の *emit()* 呼び出しまで遅らせられます。デフォルトでは、ファイルは無制限に大きくなりつづけます。*errors* が提供されると、エンコーディングエラーの処理方法を決定します。

maxBytes および *backupCount* 値を指定することで、あらかじめ決められたサイズでファイルをロールオーバ (*rollover*) させることができます。指定サイズを超えそうになると、ファイルは閉じられ、暗黙のうちに新たなファイルが開かれます。ロールオーバは現在のログファイルの長さが *maxBytes* に近くなると常に起きますが、*maxBytes* または *backupCount* がゼロならロールオーバは起きなくなってしまうので、一般的には *backupCount* を少なくとも 1 に設定し *maxBytes* を非ゼロにするのが良いでしょう。*backupCount* が非ゼロのとき、システムは古いログファイルをファイル名に ".1", ".2" といった拡張子を追加して保存します。例えば、*backupCount* が 5 で、基本のファイル名が `app.log` なら、`app.log`, `app.log.1`, `app.log.2` ... と続き、`app.log.5` までを得ることになります。ログの書き込み対象になるファイルは常に `app.log` です。このファイルが満杯になると、ファイルは閉じられ、`app.log.1` に名前が変更されます。`app.log.1`, `app.log.2` などが存在する場合、それらのファイルはそれぞれ `app.log.2`, `app.log.3` といった具合に名前が変更されます。

バージョン 3.6 で変更: 文字列値に加え、*Path* オブジェクトも *filename* 引数が受け取るようになりました。

バージョン 3.9 で変更: *errors* 引数が追加されました。

doRollover()

上述のような方法でロールオーバを行います。

emit(*record*)

上述のようなロールオーバを行いながら、レコードをファイルに出力します。

16.7.7 TimedRotatingFileHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *TimedRotatingFileHandler* クラスは、特定の時間間隔でのログローテーションをサポートしています。

class logging.handlers.**TimedRotatingFileHandler**(*filename*, *when='h'*, *interval=1*, *backupCount=0*, *encoding=None*, *delay=False*, *utc=False*, *atTime=None*, *errors=None*)

TimedRotatingFileHandler クラスの新たなインスタンスを返します。*filename* に指定したファイルを開き、ログ出力先のストリームとして使います。ログファイルのローテーション時には、ファイル名に拡張子 (suffix) をつけます。ログファイルのローテーションは *when* および *interval* の積に基づいて行います。

when は *interval* の単位を指定するために使います。使える値は下表の通りです。大小文字の区別は行いません。

値	*interval* の単位	*atTime* の使用有無/使用方法
'S'	秒	無視
'M'	分	無視
'H'	時間	無視
'D'	日	無視
'W0'-'W6'	曜日 (0=月曜)	初期のロールオーバー時刻の算出に使用
'midnight'	*atTime* が指定されなかった場合は深夜に、そうでない場合は *atTime* の時刻にロールオーバーされます	初期のロールオーバー時刻の算出に使用

曜日ベースのローテーションを使う場合は、月曜として 'W0' を、火曜として 'W1' を、…、日曜として 'W6' を指定します。このケースの場合は、*interval* は使われません。

古いログファイルの保存時、ロギングシステムによりファイル名に拡張子が付けられます。ロールオーバ間隔によって、strftime の `%Y-%m-%d_%H-%M-%S` 形式またはその前方の一部を使って、日付と時間に基づいた拡張子が付けられます。

最初に次のロールオーバー時間を計算するとき (ハンドラが生成されるとき)、次のローテーションがいつ起こるかを計算するために、既存のログファイルの最終変更時刻または現在の時間が使用されます。

utc 引数が true の場合時刻は UTC になり、それ以外では現地時間が使われます。

backupCount がゼロでない場合、保存されるファイル数は高々 *backupCount* 個で、それ以上のファイルがロールオーバされる時に作られるならば、一番古いものが削除されます。削除のロジックは interval で決まるファイルを削除するので、interval を変えると古いファイルが残ったままになることもあります。

delay が true なら、ファイルを開くのは *emit()* の最初の呼び出しまで延期されます。

atTime が `None` でない場合、それは `datetime.time` インスタンスでなければなりません。ロールオーバーが「夜中」「特定の曜日」に設定されていて、ロールが発生する時刻を指定します。*atTime* の値は **初期** のロールオーバーの計算に使われますが、後続のロールオーバーは通常の間隔の計算で算出されます。

errors が指定されると、エンコーディングエラーの取り扱い方法を決定します。

注釈: 最初のロールオーバーの計算はハンドラーが初期化されたときに行われます。後続のロールオーバーは、ロールオーバーが発生し、ロールオーバーが出力した時にのみ行われます。これを念頭に置いておかないと混乱する可能性があります。例えば、インターバルが **毎分** に設定されていて、1 分ごとにログファイルが常に生成されるとは限りません。アプリケーションが実行されている間、1 分に 1 回以上のログ出力されて **いるとすると** 毎分、分割されたログファイルが出力されますが、そうでなく、5 分ごとに出力される場合は、出力されずにロールオーバーが実行されなかった時間分のギャップが生じます。

バージョン 3.4 で変更: *atTime* パラメータが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: 文字列値に加え、*Path* オブジェクトも *filename* 引数が受け取るようになりました。

バージョン 3.9 で変更: *errors* 引数が追加されました。

doRollover()

上述のような方法でロールオーバを行います。

emit(*record***)**

上で説明した方法でロールオーバを行いながら、レコードをファイルに出力します。

getFilesToDelete()

ロールオーバーの一環として削除されるファイル名のリストを返します。それらのファイルは、ハンドラによって書き込まれた最も古いバックアップログファイルの絶対パスです。

16.7.8 SocketHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *SocketHandler* クラスは、ログ出力をネットワークソケットに送信します。基底クラスでは TCP ソケットを用います。

class logging.handlers.SocketHandler(*host***,** *port***)**

アドレスが *host* および *port* で与えられた遠隔のマシンと通信するようにした *SocketHandler* クラスのインスタンスを生成して返します。

バージョン 3.4 で変更: `port` に `None` を指定すると、Unix ドメインソケットが `host` 値を用いて作られます - そうでない場合は TCP ソケットが作られます。

close()

ソケットを閉じます。

emit()

レコードの属性辞書を pickle して、バイナリ形式でソケットに書き込みます。ソケット操作でエラーが生じた場合、暗黙のうちにパケットは捨てられます。事前に接続が失われていた場合、接続を再度確立します。受信端でレコードを unpickle して *LogRecord* にするには、*makeLogRecord()* 関数を使ってください。

handleError()

emit() の処理中に発生したエラーを処理します。よくある原因は接続の消失です。次のイベント発生時に再試行できるようにソケットを閉じます。

makeSocket()

サブクラスで必要なソケット形式を詳細に定義できるようにするためのファクトリメソッドです。デフォルトの実装では、TCP ソケット (*socket.SOCK_STREAM*) を生成します。

makePickle(*record*)

レコードの属性辞書をバイナリ形式に pickle したものの先頭に長さ情報を付け、ソケットを介して送信できるようにして返します。この操作の詳細は次のコードと同等です:

```
data = pickle.dumps(record_attr_dict, 1)
datalen = struct.pack('>L', len(data))
return datalen + data
```

pickle が完全に安全というわけではないことに注意してください。セキュリティに関して心配なら、より安全なメカニズムを実装するためにこのメソッドをオーバーライドすると良いでしょう。例えば、HMAC を使って pickle に署名して、受け取る側ではそれを検証することができます。あるいはまた、受け取る側でグローバルなオブジェクトの unpickle を無効にすることができます。

send(*packet*)

pickle したバイト文字列 *packet* をソケットに送信します。送信するバイト文字列のフォーマットは、*makePickle()* のドキュメントで解説されています。

この関数はネットワークがビジーの時に発生する部分的送信に対応しています。

createSocket()

ソケットの生成を試みます。失敗時には、指数的な減速アルゴリズムを使います。最初の失敗時には、ハンドラは送ろうとしていたメッセージを落とします。続くメッセージが同じインスタンスで扱われたとき、幾らかの時間が経過するまで接続を試みません。デフォルトのパラメタは、最初の遅延時間が 1 秒で、その遅延時間の後でそれでも接続が確保できないなら、遅延時間は 2 倍づつになり、最大で 30 秒になります。

この働きは、以下のハンドラ属性で制御されます:

- `retryStart` (最初の遅延時間、デフォルトは 1.0 秒)。
- `retryFactor` (乗数、デフォルトは 2.0)。
- `retryMax` (最大遅延時間、デフォルトは 30.0 秒)。

つまり、ハンドラが使われた **後に** リモートリスナが起動した場合、メッセージが失われてしまうことがあります (ハンドラは、遅延時間が経過するまで接続を試みようとさえせず、その遅延時間中に通知なくメッセージを捨てるので)。

16.7.9 DatagramHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *DatagramHandler* クラスは、*SocketHandler* を継承しており、UDP ソケットを介したログ記録メッセージの送信をサポートしています。

class logging.handlers.**DatagramHandler**(*host*, *port*)

アドレスが *host* および *port* で与えられた遠隔のマシンと通信するようにした *DatagramHandler* クラスのインスタンスを生成して返します。

注釈: UDP はストリーミングプロトコルではないため、このハンドラのインスタンスと *host* に指定したホストとの間に持続的なコネクションはありません。この理由から、ネットワークソケットを使う場合、イベントがログされるごとに DNS のルックアップを行わなければならないかもしれず、それによりシステムにある程度の待ち時間をもたらす可能性があります。この待ち時間が問題になる場合、自身でルックアップを行い、ホスト名の代わりにルックアップの結果得られた IP アドレスを使ってハンドラを初期化することができます。

バージョン 3.4 で変更: `port` に `None` を指定すると、Unix ドメインソケットが `host` 値を用いて作られます - そうでない場合は UDP ソケットが作られます。

emit()

レコードの属性辞書を pickle して、バイナリ形式でソケットに書き込みます。ソケット操作でエラーが生じた場合、暗黙のうちにパケットは捨てられます。事前に接続が失われていた場合、接続を再度確立します。受信端でレコードを unpickle して *LogRecord* にするには、*makeLogRecord()* 関数を使ってください。

makeSocket()

ここで *SocketHandler* のファクトリメソッドをオーバライドして、UDP ソケット (*socket.SOCK_DGRAM*) を生成しています。

send(*s*)

pickle したバイト文字列をソケットに送信します。送信するバイト文字列のフォーマットは、*SocketHandler.makePickle()* のドキュメントで解説されています。

16.7.10 SysLogHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *SysLogHandler* クラスは、ログ記録メッセージを遠隔またはローカルの Unix syslog に送信する機能をサポートしています。

class logging.handlers.**SysLogHandler**(*address=('localhost', SYSLOG_UDP_PORT)*, *facility=LOG_USER*, *socktype=socket.SOCK_DGRAM*)

遠隔の Unix マシンと通信するための、*SysLogHandler* クラスの新たなインスタンスを返します。マシンのアドレスは `(host, port)` のタプル形式をとる *address* で与えられます。*address* が指定されない場合、`('localhost', 514)` が使われます。アドレスは UDP ソケットを使って開かれます。`(host, port)` のタプル形式の代わりに文字列で "/dev/log" のように与えることもできます。この場合、Unix ドメインソケットが syslog にメッセージを送るのに使われます。*facility* が指定されない場合、`LOG_USER` が使われます。開かれるソケットの型は、*socktype* 引数に依り、デフォルトは *socket.SOCK_DGRAM* で、UDP ソケットを開きます。(rsyslog のような新しい syslog デーモンと使うために) TCP ソケットを開くには、*socket.SOCK_STREAM* の値を指定してください。

使用中のサーバが UDP ポート 514 を待機していない場合、*SysLogHandler* が正常に動作していないように見える場合があります。その場合、ドメインソケットに使うべきアドレスを調べてください。そのアドレスはシステムによって異なります。例えば、Linux システムでは通常 '/dev/log' ですが、OS X では '/var/run/syslog' です。プラットフォームを確認し、適切なアドレスを使う必要があります (アプリケーションを複数のプラットフォーム上で動作させる必要がある場合、実行時に確認する必要があるかもしれません)。Windows では、多くの場合、UDP オプションを使用する必要があります。

注釈: macOS 12.x (Monterey) において、Apple 社は syslog デーモンの振る舞いを変更しました - デーモンはドメインソケットをの待ち受けを行いません。したがって、このシステム上では *SysLogHandler* が動作することは期待できません。

より詳細な情報は gh-91070 を参照して下さい。

バージョン 3.2 で変更: *socktype* が追加されました。

close()

遠隔ホストへのソケットを閉じます。

createSocket()

Tries to create a socket and, if it's not a datagram socket, connect it to the other end. This method is called during handler initialization, but it's not regarded as an error if the other end isn't listening at this point - the method will be called again when emitting an event, if there is no socket at that point.

Added in version 3.11.

emit(*record*)

レコードは書式化された後、syslog サーバに送信されます。例外情報が存在しても、サーバには **送信されません** 。

バージョン 3.2.1 で変更: (参照: bpo-12168) 初期のバージョンでは、syslog デーモンに送られるメッセージは常に NUL バイトで終端していました。初期のバージョンの syslog デーモンが NUL 終端されたメッセージを期待していたからです - たとえ、それが適切な仕様 (**RFC 5424**) にはなかったとしても。syslog デーモンの新しいバージョンは NUL バイトを期待せず、代わりにもしそれがある場合は削除します。さらに、より最近のデーモン (RFC 5424 により忠実なバージョン) は、メッセージの一部として NUL バイトを通します。

このような異なるデーモンの振る舞いすべてに対して syslog メッセージの取り扱いをより容易にするため、NUL バイトの追加はクラスレベル属性 `append_nul` を使用して設定できるようになりました。これはデフォルトで `True` (既存の振る舞いを保持) ですが、`SysLogHandler` インスタンスが NUL 終端文字を追加 **しない** ように `False` にセットすることができます。

バージョン 3.3 で変更: (参照: bpo-12419) 以前のバージョンでは、メッセージソースを識別するための ”ident” あるいは ”tag” プリフィックス機能はありませんでした。これは、今ではクラスレベル属性を使用して指定することができるようになりました。デフォルトでは既存の振る舞いを保持するために `""` ですが、特定の `SysLogHandler` インスタンスが扱うすべてのメッセージに識別子を前置するようにそれをオーバーライドすることができます。識別子はバイトではなくテキストでなければならず、正確にそのままメッセージに前置されることに注意してください。

encodePriority(*facility*, *priority*)

ファシリティおよび優先度を整数に符号化します。値は文字列でも整数でも渡すことができます。文字列が渡された場合、内部の対応付け辞書が使われ、整数に変換されます。

シンボリックな `LOG_` 値は *SysLogHandler* で定義されています。これは `sys/syslog.h` ヘッダーファイルで定義された値を反映しています。

優先度

名前 (文字列)	シンボル値
`alert`	LOG_ALERT
`crit` or `critical`	LOG_CRIT
`debug`	LOG_DEBUG
`emerg` or `panic`	LOG_EMERG
`err` or `error`	LOG_ERR
`info`	LOG_INFO
`notice`	LOG_NOTICE
`warn` or `warning`	LOG_WARNING

ファシリティ

名前 (文字列)	シンボル値
auth	LOG_AUTH
authpriv	LOG_AUTHPRIV
cron	LOG_CRON
daemon	LOG_DAEMON
ftp	LOG_FTP
kern	LOG_KERN
lpr	LOG_LPR
mail	LOG_MAIL
news	LOG_NEWS
syslog	LOG_SYSLOG
user	LOG_USER
uucp	LOG_UUCP
local0	LOG_LOCAL0
local1	LOG_LOCAL1
local2	LOG_LOCAL2
local3	LOG_LOCAL3
local4	LOG_LOCAL4
local5	LOG_LOCAL5
local6	LOG_LOCAL6
local7	LOG_LOCAL7

mapPriority(*levelname*)

ログレベル名を syslog 優先度名に対応付けます。カスタムレベルを使用している場合や、デフォルトアルゴリズムがニーズに適していない場合には、このメソッドをオーバーライドする必要があるかもしれません。デフォルトアルゴリズムは、DEBUG, INFO, WARNING, ERROR, CRITICAL を等価な syslog 名に、他のすべてのレベル名を "warning" に対応付けます。

16.7.11 NTEventLogHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *NTEventLogHandler* クラスは、ログ記録メッセージをローカルな Windows NT, Windows 2000, または Windows XP のイベントログに送信する機能をサポートします。この機能を使えるようにするには、Mark Hammond による Python 用 Win32 拡張パッケージをインストールする必要があります。

class logging.handlers.**NTEventLogHandler**(*appname*, *dllname=None*, *logtype='Application'*)

NTEventLogHandler クラスの新たなインスタンスを返します。*appname* はイベントログに表示する際の

アプリケーション名を定義するために使われます。この名前を使って適切なレジストリエントリが生成されます。*dllname* はログに保存するメッセージ定義の入った .dll または .exe ファイルへの完全修飾パス名を与えなければなりません (指定されない場合、`'win32service.pyd'` が使われます - このライブラリは Win32 拡張とともにインストールされ、いくつかのプレースホルダとなるメッセージ定義を含んでいます)。これらのプレースホルダを利用すると、メッセージの発信源全体がログに記録されるため、イベントログは巨大になるので注意してください。*logtype* は `'Application'`, `'System'`, `'Security'` のいずれかで、デフォルトは `'Application'` です。

close()

現時点では、イベントログエントリの発信源としてのアプリケーション名をレジストリから除去することはできます。しかしこれを行うと、イベントログビューアで意図した通りにログが見えなくなるでしょう - これはイベントログが .dll 名を取得するためにレジストリにアクセスできなければならないからです。現在のバージョンではこの操作を行いません。

emit(*record*)

メッセージ ID、イベントカテゴリ、イベント型を決定し、メッセージを NT イベントログに記録します。

getEventCategory(*record*)

レコードに対するイベントカテゴリを返します。自作のカテゴリを指定したい場合、このメソッドをオーバライドしてください。このクラスのバージョンのメソッドは 0 を返します。

getEventType(*record*)

レコードのイベント型を返します。自作の型を指定したい場合、このメソッドをオーバライドしてください。このクラスのバージョンのメソッドは、ハンドラの *typemap* 属性を使って対応付けを行います。この属性は `__init__()` で初期化され、`DEBUG`, `INFO`, `WARNING`, `ERROR`, `CRITICAL` が入っています。自作のレベルを使っているのなら、このメソッドをオーバライドするか、ハンドラの *typemap* 属性に適切な辞書を配置する必要があるでしょう。

getMessageID(*record*)

レコードのメッセージ ID を返します。自作のメッセージを使っているのなら、ロガーに渡される *msg* を書式化文字列ではなく ID にします。その上で、辞書参照を行ってメッセージ ID を得ます。このクラスのバージョンでは 1 を返します。この値は `win32service.pyd` における基本メッセージ ID です。

16.7.12 SMTPHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *SMTPHandler* クラスは、SMTP を介したログ記録メッセージの送信機能をサポートします。

class logging.handlers.**SMTPHandler**(*mailhost*, *fromaddr*, *toaddrs*, *subject*, *credentials=None*, *secure=None*, *timeout=1.0*)

新たな *SMTPHandler* クラスのインスタンスを返します。インスタンスは email の from および to アドレス行、および subject 行とともに初期化されます。*toaddrs* は文字列からなるリストでなければなりません。非標準の SMTP ポートを指定するには、*mailhost* 引数に (host, port) のタプル形式を指定します。文字列を使った場合、標準の SMTP ポートが使われます。もし SMTP サーバが認証を必要とするならば、(username, password) のタプル形式を *credentials* 引数に指定することができます。

セキュアプロトコル (TLS) の使用を指定するには *secure* 引数にタプルを渡してください。これは認証情報が渡された場合のみ使用されます。タプルは、空のタプルか、キーファイルの名前を持つ 1 要素のタプルか、またはキーファイルと証明書ファイルの名前を持つ 2 要素のタプルのいずれかでなければなりません。(このタプルは *smtplib.SMTP.starttls()* メソッドに渡されます。)

SMTP サーバとのコミュニケーションのために、*timeout* 引数を使用してタイムアウトを指定することができます。

バージョン 3.3 で変更: Added the *timeout* parameter.

emit(*record*)

レコードを書式化し、指定されたアドレスに送信します。

getSubject(*record*)

レコードに応じたサブジェクト行を指定したいなら、このメソッドをオーバライドしてください。

16.7.13 MemoryHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *MemoryHandler* は、ログ記録するレコードをメモリ上にバッファリングし、定期的にその内容をターゲット (*target*) となるハンドラにフラッシュする機能をサポートしています。フラッシュ処理はバッファが一杯になるか、ある深刻度かそれ以上のレベルを持つイベントが観測された際に行われます。

MemoryHandler はより一般的な抽象クラス、*BufferingHandler* のサブクラスです。この抽象クラスでは、ログ記録するレコードをメモリ上にバッファリングします。各レコードがバッファに追加される毎に、`shouldFlush()` を呼び出してバッファをフラッシュすべきかどうか調べます。フラッシュする必要がある場合、`flush()` がフラッシュ処理を行うものと想定されます。

class logging.handlers.**BufferingHandler**(*capacity*)

容量つきのバッファーを設定してハンドラーが初期化されます。*capacity* はバッファ可能なログレコード

数を意味します。

emit(*record*)

レコードをバッファに追加します。*shouldFlush()* が true を返す場合、バッファを処理するために *flush()* を呼び出します。

flush()

For a *BufferingHandler* instance, flushing means that it sets the buffer to an empty list. This method can be overwritten to implement more useful flushing behavior.

shouldFlush(*record*)

バッファが許容量に達している場合に `True` を返します。このメソッドは自作のフラッシュ処理方針を実装するためにオーバライドすることができます。

class logging.handlers.**MemoryHandler**(*capacity*, *flushLevel=ERROR*, *target=None*, *flushOnClose=True*)

MemoryHandler クラスの新たなインスタンスを返します。インスタンスはサイズ *capacity*（バッファされるレコード数）のバッファとともに初期化されます。*flushLevel* が指定されていない場合、`ERROR` が使われます。*target* が指定されていない場合、ハンドラが何らかの意味のある処理を行う前に *setTarget()* でターゲットを指定する必要があります。*flushOnClose* が `False` に指定されていた場合、ハンドラが閉じられるときにバッファはフラッシュ **されません** 。*flushOnClose* が指定されていないか `True` に指定されていた場合、ハンドラが閉じられるときのバッファのフラッシュは以前の挙動になります。

バージョン 3.6 で変更: *flushOnClose* パラメータが追加されました。

close()

flush() を呼び出し、ターゲットを `None` に設定してバッファを消去します。

flush()

For a *MemoryHandler* instance, flushing means just sending the buffered records to the target, if there is one. The buffer is also cleared when buffered records are sent to the target. Override if you want different behavior.

setTarget(*target*)

ターゲットハンドラをこのハンドラに設定します。

shouldFlush(*record*)

バッファが一杯になっているか、*flushLevel* またはそれ以上のレコードでないかを調べます。

16.7.14 HTTPHandler

logging.handlers モジュールに含まれる *HTTPHandler* クラスは、ログ記録メッセージを GET または POST セマンティクスを使って Web サーバに送信する機能をサポートしています。

class logging.handlers.**HTTPHandler**(*host*, *url*, *method='GET'*, *secure=False*, *credentials=None*, *context=None*)

HTTPHandler クラスの新たなインスタンスを返します。特別なポートを使う必要がある場合、*host* は host:port の形式で使うことができます。*method* が指定されない場合、GET が使われます。*secure* が真の場合、HTTPS 接続が使われます。HTTPS 接続で使用する SSL 設定のために *context* 引数を *ssl.SSLContext* のインスタンスに設定することができます。*credentials* を指定する場合、BASIC 認証の際の HTTP 'Authorization' ヘッダに使われるユーザ ID とパスワードからなる 2 要素タプルを渡してください。credentials を指定する場合、ユーザ ID とパスワードが通信中に平文として剥き出しにならないよう、secure=True も指定すべきです。

バージョン 3.5 で変更: *context* パラメータが追加されました。

mapLogRecord(*record*)

URL エンコードされて Web サーバに送信することになる、record に基づく辞書を供給します。デフォルトの実装では単に record.__dict__ を返します。例えば *LogRecord* のサブセットのみを Web サーバに送信する場合や、サーバーに送信する内容を特別にカスタマイズする必要がある場合には、このメソッドをオーバライドできます。

emit(*record*)

レコードを URL エンコードされた辞書形式で Web サーバに送信します。レコードを送信のために辞書に変換するために *mapLogRecord()* が呼び出されます。

注釈: Web server に送信するためのレコードを準備することは一般的な書式化操作とは同じではありませんので、*setFormatter()* を使って *Formatter* を指定することは、*HTTPHandler* には効果はありません。*format()* を呼び出す代わりに、このハンドラは *mapLogRecord()* を呼び出し、その後その返却辞書を Web server に送信するのに適した様式にエンコードするために *urllib.parse.urlencode()* を呼び出します。

16.7.15 QueueHandler

Added in version 3.2.

logging.handlers モジュールに含まれる *QueueHandler* クラスは、*queue* モジュールや *multiprocessing* のモジュールで実装されるようなキューにログメッセージを送信する機能をサポートしています。

QueueListener クラスとともに *QueueHandler* を使うと、ロギングを行うスレッドから分離されたスレッド上でハンドラを動かすことができます。これは、クライアントに対してサービスするスレッドができるだけ速く応答する必要がある一方、別のスレッド上で (*SMTPHandler* によって電子メールを送信するような) 潜在的に遅い操作が行われるような、ウェブアプリケーションおよびその他のサービスアプリケーションにおいて重要です。

class logging.handlers.**QueueHandler**(*queue*)

QueueHandler クラスの新しいインスタンスを返します。インスタンスは、キューにメッセージを送るように初期化されます。キューは任意のキューのようなオブジェクトが可能です; それはそのまま *enqueue()* メソッドによって使用されます。そのメソッドはメッセージを送る方法を知っている必要があります。もしタスクのトラッキング API にキューが必要でない場合はキューとして *SimpleQueue* のインスタンスが使用できます。

注釈: *multiprocessing* を使っている場合、*SimpleQueue* を使うことは避けてください。代わりに *multiprocessing.Queue* を使ってください。

---

emit(*record*)

Enqueues the result of preparing the LogRecord. Should an exception occur (e.g. because a bounded queue has filled up), the *handleError()* method is called to handle the error. This can result in the record silently being dropped (if *logging.raiseExceptions* is `False`) or a message printed to `sys.stderr` (if *logging.raiseExceptions* is `True`).

prepare(*record*)

キューに追加するためレコードを準備します。このメソッドが返したオブジェクトがキューに追加されます。

基底の実装はレコードがメッセージや引数と、またもし存在すれば、発生した例外およびスタック情報と統合されるようにフォーマットします。またこの実装では非 pickle 化不可能な要素をレコードから削除します。特に、この実装はレコードの `msg` と `message` 属性を (ハンドラの *format()* メソッドを呼び出すことによって得られる) 統合されたメッセージで上書きし、同時に `args`, `exc_info`, `exc_text` の 3 つの属性値をすべて `None` に設定します。

レコードを dict や JSON 文字列に変換したい場合や、オリジナルのレコードを変更せずに修正済のコピーを送りたい場合は、このメソッドをオーバーライドすると良いでしょう。

注釈: 基底の実装は、レコードを pickle 化可能にしつつ、さらなるフォーマット処理を防ぐために、メッセージを引数でフォーマットしてフォーマットされたメッセージを message と msg 属性に設定し、同時に args と exc_text 属性を None に設定します。このことは、*QueueListener* 側のハンドラが必要なフォーマット処理を行う、たとえば例外のフォーマット処理を行う、ための必要な情報が得られないかもしれないことを意味します。そのため、QueueHandler の派生クラスにおいてこのメソッドを、たとえば exc_text 属性が None に設定されないように、オーバーライドしたいと考えるかもしれません。この場合、message / msg / args といった属性の変更はレコードが pickle 化可能であることを保証することと関係しており、元の args の値が pickle 化可能かどうかによって、これらの属性の変更が避けられないかもしれないということに注意してください (この点については、自分のコードだけでなく依存するライブラリのコードも考慮しなければならないことにも注意してください)

enqueue(*record*)

キューにレコードを put_nowait() を使ってエンキューします; ブロッキングやタイムアウト、あるいはなにか特別なキューの実装を使いたければ、これをオーバライドしてみてください。

listener

When created via configuration using *dictConfig()*, this attribute will contain a *QueueListener* instance for use with this handler. Otherwise, it will be None.

Added in version 3.12.

16.7.16 QueueListener

Added in version 3.2.

logging.handlers モジュールに含まれる *QueueListener* クラスは、*queue* モジュールや *multiprocessing* のモジュールで実装されるようなキューからログメッセージを受信する機能をサポートしています。メッセージは内部スレッドのキューから受信され、同じスレッド上の複数のハンドラに渡されて処理されます。*QueueListener* それ自体はハンドラではありませんが、*QueueHandler* と連携して動作するのでここで文書化されています。

QueueHandler クラスとともに *QueueListener* を使うと、ロギングを行うスレッドから分離されたスレッド上でハンドラを動かすことができます。これは、クライアントに対してサービスするスレッドができるだけ速く応答する必要がある一方、別のスレッド上で (*SMTPHandler* によって電子メールを送信するような) 潜在的に遅い操作が行われるような、ウェブアプリケーションおよびその他のサービスアプリケーションにおいて重要です。

class logging.handlers.**QueueListener**(*queue*, **handlers*, *respect_handler_level=False*)

QueueListener クラスの新しいインスタンスを返します。インスタンスは、メッセージを送るためのキューと、キューに格納されたエントリーを処理するハンドラーのリストが設定されて初期化されます。キューは任意のキューのようなオブジェクトが可能です; それはそのまま *dequeue()* メソッドによって使用されます。そのメソッドはメッセージを送る方法を知っている必要があります。もしタスクのトラッキン

グ API にキューが必要でない場合はキューとして *SimpleQueue* のインスタンスが使用できます（トラッキング API が使用可能な場合は使用されます）。

注釈: *multiprocessing* を使っている場合、*SimpleQueue* を使うことは避けてください。代わりに *multiprocessing.Queue* を使ってください。

もし `respect_handler_level` が `True` なら、メッセージをハンドラーに渡すか決める時に（メッセージのレベルに比べて）ハンドラーのレベルが尊重されます。そうでない場合は依然の Python バージョンと同様にすべてのメッセージは常にハンドラーに渡されます。

バージョン 3.5 で変更: The `respect_handler_level` argument was added.

dequeue(*block*)

キューからレコードを取り除き、それを返します。ブロッキングすることがあります。

ベース実装は `get()` を使用します。タイムアウトを有効にしたい場合や、カスタムのキュー実装を使いたい場合は、このメソッドをオーバーライドすると良いでしょう。

prepare(*record*)

レコードを扱うための準備をします。

この実装は渡されたレコードをそのまま返します。その値をハンドラに渡す前に何らかのカスタムな整列化 (marshalling) あるいはレコードに対する操作を行う必要があれば、このメソッドをオーバーライドすると良いでしょう。

handle(*record*)

レコードを処理します。

これは、ハンドラをループしてそれらに処理すべきレコードを渡します。ハンドラに渡される実際のオブジェクトは、*prepare()* から返されたものです。

start()

リスナーを開始します。

これは、LogRecord を処理するキューを監視するために、バックグラウンドスレッドを開始します。

stop()

リスナーを停止します。

スレッドに終了するように依頼し、終了するまで待ちます。アプリケーションの終了前にこのメソッドを呼ばないと、いくつかのレコードがキューに残り、処理されなくなるかもしれないことに注意してください。

enqueue_sentinel()

リスナーに停止するように指示するためキューに番兵を書き込みます。この実装は put_nowait() を使用します。タイムアウトを有効にしたい場合や、カスタムのキュー実装を使いたい場合は、このメソッドをオーバーライドすると良いでしょう。

Added in version 3.3.

参考:

logging モジュール
: logging モジュールの API リファレンス。

logging.config モジュール
: logging モジュールの環境設定 API です。

16.8 getpass --- 可搬性のあるパスワード入力機構

ソースコード: Lib/getpass.py

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

getpass モジュールは二つの関数を提供します:

getpass.getpass(*prompt='Password: '*, *stream=None*)

エコーなしでユーザーにパスワードを入力させるプロンプト。ユーザーは *prompt* の文字列をプロンプトに使え、デフォルトは 'Password: ' です。Unix ではプロンプトはファイルに似たオブジェクト *stream* へ、必要なら置き換えられたエラーハンドラを使って出力されます。*stream* のデフォルトは、制御端末 (/dev/tty) か、それが利用できない場合は sys.stderr です (この引数は Windows では無視されます)。

もしエコーなしで入力が利用できない場合は、getpass() は *stream* に警告メッセージを出力し、sys.stdin から読み込み、*GetPassWarning* 警告を発生させます。

注釈: IDLE から getpass を呼び出した場合、入力は IDLE のウィンドウではなく、IDLE を起動したターミナルから行われます。

---

exception getpass.GetPassWarning

UserWarning のサブクラスで、入力がエコーされてしまった場合に発生します。

getpass.getuser()

ユーザーの ” ログイン名” を返します。

この関数は環境変数 LOGNAME USER LNAME USERNAME の順序でチェックして、最初の空ではない文字列が設定された値を返します。もし、なにも設定されていない場合は *pwd* モジュールが提供するシステム上のパスワードデータベースから返します。それ以外の場合は、*OSError* が送出されます。

一般的に、この関数は *os.getlogin()* よりも優先されるべきです。

バージョン 3.13 で変更: 以前は *OSError* だけでなく、様々な例外が送出されていました。

16.9 curses --- 文字セル表示のターミナル処理

ソースコード: Lib/curses

---

curses モジュールは、可搬性のある高度な端末操作のデファクトスタンダードである、curses ライブラリへのインターフェースを提供します。

curses が最も広く用いられているのは Unix 環境ですが、Windows、DOS で利用できるバージョンもあり、おそらく他のシステムで利用できるバージョンもあります。この拡張モジュールは Linux および BSD 系の Unix で動作するオープンソースの curses ライブラリである ncurses の API に合致するように設計されています。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外。

このモジュールは WebAssembly プラットフォームと iOS では動作しないか、利用不可です。WASM 上での利用可能性についてのさらなる情報は *WebAssembly* **プラットフォーム** を、iOS 上での利用可能性についてのさらなる情報は *iOS* を見てください。

注釈: Whenever the documentation mentions a *character* it can be specified as an integer, a one-character Unicode string or a one-byte byte string.

Whenever the documentation mentions a *character string* it can be specified as a Unicode string or a byte string.

参考:

curses.ascii **モジュール** ロ

ケール設定に関わらず ASCII 文字を扱うためのユーティリティ。

curses.panel **モジュール**

curses ウィンドウにデプス機能を追加するパネルスタック拡張。

curses.textpad モジュール

Emacs ライクなキーバインディングをサポートする編集可能な curses 用テキストウィジェット。

curses-howto

Andrew Kuchling および Eric Raymond によって書かれた、curses を Python で使うためのチュートリアルです。

16.9.1 関数

curses モジュールでは以下の例外を定義しています:

exception curses.error

curses ライブラリ関数がエラーを返した際に送出される例外です。

注釈: 関数やメソッドにおけるオプションの引数 *x* および *y* がある場合、デフォルト値は常に現在のカーソルになります。オプションの *attr* がある場合、デフォルト値は *A_NORMAL* です。

---

curses では以下の関数を定義しています:

curses.baudrate()

端末の出力速度をビット/秒で返します。ソフトウェア端末エミュレータの場合、これは固定の高い値を持つことになります。この関数は歴史的な理由で入れられています; かつては、この関数は時間遅延を生成するための出力ループを書くために用いられたり、行速度に応じてインターフェースを切り替えたりするために用いられたりしていました。

curses.beep()

注意を促す短い音を鳴らします。

curses.can_change_color()

端末に表示される色をプログラマが変更できるか否かによって、`True` または `False` を返します。

curses.cbreak()

cbreak モードに入ります。cbreak モード (”rare” モードと呼ばれることもあります) では、通常の tty 行バッファリングはオフにされ、文字を一文字一文字読むことができます。ただし、raw モードとは異なり、特殊文字 (割り込み:interrupt、終了:quit、一時停止:suspend、およびフロー制御) については、tty ドライバおよび呼び出し側のプログラムに対する通常の効果をもっています。まず *raw()* を呼び出し、次いで *cbreak()* を呼び出すと、端末を cbreak モードにします。

curses.color_content(*color_number*)

色 *color_number* の赤、緑、および青 (RGB) 要素の強度を返します。*color_number* は `0` から `COLORS`

- 1 の間でなければなりません。与えられた色の R、G、B、の値からなる三要素のタプルが返されます。この値は 0 (その成分はない) から 1000 (その成分の最大強度) の範囲をとります。

curses.**color_pair**(*pair_number*)

Return the attribute value for displaying text in the specified color pair. Only the first 256 color pairs are supported. This attribute value can be combined with *A_STANDOUT*, *A_REVERSE*, and the other A_* attributes. *pair_number()* is the counterpart to this function.

curses.**curs_set**(*visibility*)

カーソルの状態を設定します。*visibility* は 0 、1``または ``2 に設定され、それぞれ不可視、通常、または非常に可視、を意味します。要求された可視属性を端末がサポートしている場合、以前のカーソル状態が返されます; そうでなければ例外が送出されます。多くの端末では、" 可視 (通常)" モードは下線カーソルで、" 非常に可視" モードはブロックカーソルです。

curses.**def_prog_mode**()

現在の端末属性を、稼動中のプログラムが curses を使う際のモードである " プログラム" モードとして保存します。(このモードの反対は、プログラムが curses を使わない " シェル" モードです。) その後 *reset_prog_mode()* を呼ぶとこのモードを復旧します。

curses.**def_shell_mode**()

現在の端末属性を、稼動中のプログラムが curses を使っていないときのモードである " シェル" モードとして保存します。(このモードの反対は、プログラムが curses 機能を利用している " プログラム" モードです。) その後 *reset_shell_mode()* を呼ぶとこのモードを復旧します。

curses.**delay_output**(*ms*)

出力に *ms* ミリ秒の一時停止を入れます。

curses.**doupdate**()

物理スクリーンを更新します。curses ライブラリは、現在の物理スクリーンの内容と、次の状態として要求されている仮想スクリーンをそれぞれ表す、2 つのデータ構造を保持しています。*doupdate()* は更新を適用し、物理スクリーンを仮想スクリーンに一致させます。

仮想スクリーンは *addstr()* のような書き込み操作をウィンドウに行った後に *noutrefresh()* を呼び出して更新することができます。通常の:meth:*~window.refresh* 呼び出しは、単に noutrefresh() を呼んだ後に doupdate`を呼ぶだけです; 複数のウィンドウを更新しなければならない場合、すべてのウィンドウに対して :meth:()!noutrefresh‘ を呼び出した後、一度だけ doupdate() を呼ぶことで、パフォーマンスを向上させることができ、おそらくスクリーンのちらつきも押さえることができます。

curses.**echo**()

echo モードに入ります。echo モードでは、各文字入力はスクリーン上に入力された通りにエコーバックされます。

curses.**endwin**()

ライブラリの非初期化を行い、端末を通常の状態に戻します。

curses.**erasechar**()

ユーザの現在の消去文字 (erase character) を 1 バイトの bytes オブジェクトで返します。Unix オペレーティングシステムでは、この値は curses プログラムが制御している端末の属性であり、curses ライブラリ自体では設定されません。

curses.**filter**()

filter() ルーチンを使う場合、*initscr()* を呼ぶ前に呼び出さなくてはなりません。この手順のもたらす効果は以下の通りです: まず二つの関数の呼び出しの間は、LINES は 1 に設定されます; clear, cup, cud, cud1, cuu1, cuu, vpa は無効化されます; home 文字列は cr の値に設定されます。これにより、カーソルは現在の行に制限されるので、スクリーンの更新も同様に制限されます。この関数は、スクリーンの他の部分に影響を及ぼさずに文字単位の行編集を行う場合に利用できます。

curses.**flash**()

スクリーンを点滅します。すなわち、画面を色反転して、短時間でもとにもどします。人によっては、*beep()* で生成される注意音よりも、このような ” 目に見えるベル” を好みます。

curses.**flushinp**()

すべての入力バッファをフラッシュします。この関数は、ユーザによってすでに入力されているが、まだプログラムによって処理されていないすべての先行入力文字を破棄します。

curses.**getmouse**()

getch() が *KEY_MOUSE* を返してマウスイベントを通知した後、この関数を呼んで待ち行列上に置かれているマウスイベントを取得しなければなりません。イベントは (id, x, y, z, bstate) の 5 要素のタプルで表現されています。*id* は複数のデバイスを区別するための ID 値で、*x*, *y*, *z* はイベントの座標値です。(現在 *z* は使われていません) *bstate* は整数値で、その各ビットはイベントのタイプを示す値に設定されています。この値は以下に示す定数のうち一つまたはそれ以上のビット単位 OR になっています。以下の定数の *n* は 1 から 5 のボタン番号を示します: *BUTTONn_PRESSED*, *BUTTONn_RELEASED*, *BUTTONn_CLICKED*, *BUTTONn_DOUBLE_CLICKED*, *BUTTONn_TRIPLE_CLICKED*, *BUTTON_SHIFT*, *BUTTON_CTRL*, *BUTTON_ALT*。

バージョン 3.10 で変更: The BUTTON5_* constants are now exposed if they are provided by the underlying curses library.

curses.**getsyx**()

仮想スクリーンにおける現在のカーソル位置をタプル (y, x) で返します。leaveok() が True に設定されていれば、(-1, -1) が返されます。

curses.**getwin**(*file*)

Read window related data stored in the file by an earlier *window.putwin()* call. The routine then creates and initializes a new window using that data, returning the new window object.

curses.**has_colors**()

端末が色表示を行える場合には True を返します。そうでない場合には False を返します。

curses.**has_extended_color_support**()

Return True if the module supports extended colors; otherwise, return False. Extended color support allows more than 256 color pairs for terminals that support more than 16 colors (e.g. xterm-256color).

Extended color support requires ncurses version 6.1 or later.

Added in version 3.10.

curses.**has_ic**()

端末が文字の挿入/削除機能を持つ場合に True を返します。最近の端末エミュレータはどれもこの機能を持っており、この関数は歴史的な理由のためだけに存在しています。

curses.**has_il**()

端末が行の挿入/削除機能を持つ場合に True を返します。最近の端末エミュレータはどれもこの機能を持っていて、この関数は歴史的な理由のためだけに存在しています。

curses.**has_key**(*ch*)

キー値 *ch* をとり、現在の端末タイプがその値のキーを認識できる場合に True を返します。

curses.**halfdelay**(*tenths*)

半遅延モード、すなわち cbreak モードに似た、ユーザが打鍵した文字がすぐにプログラムで利用できるようになるモードで使われます。しかしながら、何も入力されなかった場合、十分の *tenths* 秒後に例外が送出されます。*tenths* の値は 1 から 255 の間でなければなりません。半遅延モードから抜けるには *nocbreak()* を使います。

curses.**init_color**(*color_number*, *r*, *g*, *b*)

色の定義を変更します。変更したい色番号と、その後に 3 つ組みの RGB 値 (赤、緑、青の成分の大きさ) をとります。*color_number* の値は 0 から COLORS - 1 の間でなければなりません。*r*, *g*, *b* の値は 0 から 1000 の間でなければなりません。*init_color()* を使うと、スクリーン上でカラーが使用されている部分はすべて新しい設定に即時変更されます。この関数はほとんどの端末で何も行いません; *can_change_color()* が True を返す場合にのみ動作します。

curses.**init_pair**(*pair_number*, *fg*, *bg*)

色ペアの定義を変更します。3 つの引数: 変更したい色ペア、前景色の色番号、背景色の色番号、をとります。*pair_number* は 1 から COLOR_PAIRS - 1 の間でなければなりません (0 色ペアは黒色背景に白色前景となるように設定されており、変更することができません)。*fg* および *bg* 引数は 0 と COLORS - 1 の間、または、*use_default_colors()* を呼び出した後では -1 でなければなりません。色ペアが以前に初期化されていれば、スクリーンを更新して、指定された色ペアの部分を新たな設定に変更します。

curses.**initscr**()

ライブラリを初期化します。スクリーン全体をあらわす **ウィンドウ** オブジェクトを返します。

注釈: 端末のオープン時にエラーが発生した場合、curses ライブラリによってインタープリタが終了される場合があります。

---

curses.**is_term_resized**(*nlines*, *ncols*)

resize_term() によってウィンドウ構造が変更されている場合に `True` を、そうでない場合は `False` を返します。

curses.**isendwin**()

endwin() がすでに呼び出されている (すなわち、curses ライブラリが非初期化されてしまっている) 場合に `True` を返します。

curses.**keyname**(*k*)

bytes オブジェクト *k* に番号付けされているキーの名前を返します。印字可能な ASCII 文字を生成するキーの名前はそのキーの文字自体になります。コントロールキーと組み合わせたキーの名前は、キャレット (`b'^'`) の後に対応する ASCII 文字が続く 2 バイトの bytes オブジェクトになります。Alt キーと組み合わせたキー (128--255) の名前は、先頭に `b'M-'` が付き、その後に対応する ASCII 文字が続く bytes オブジェクトになります。

curses.**killchar**()

Return the user's current line kill character as a one-byte bytes object. Under Unix operating systems this is a property of the controlling tty of the curses program, and is not set by the curses library itself.

curses.**longname**()

現在の端末について記述している terminfo の長形式 name フィールドが入った bytes オブジェクトを返します。verbose 形式記述の最大長は 128 文字です。この値は *initscr()* 呼び出しの後でのみ定義されています。

curses.**meta**(*flag*)

flag が `True` の場合、8 ビット文字の入力を許可します。*flag* が `False` の場合、7 ビット文字だけを許可します。

curses.**mouseinterval**(*interval*)

ボタンが押されてから離されるまでの時間をマウスクリック一回として認識する最大の時間間隔をミリ秒で設定します。返り値は以前の内部設定値になります。デフォルトは 200 ミリ秒 (5 分の 1 秒) です。

curses.**mousemask**(*mousemask*)

報告すべきマウスイベントを設定し、`(availmask, oldmask)` の組からなるタプルを返します。*availmask*

はどの指定されたマウスイベントのどれが報告されるかを示します; どのイベント指定も完全に失敗した場合には 0 が返ります。*oldmask* は与えられたウィンドウの以前のマウスイベントマスクです。この関数が呼ばれない限り、マウスイベントは何も報告されません。

curses.**napms**(*ms*)

ms ミリ秒間スリープします。

curses.**newpad**(*nlines*, *ncols*)

与えられた行とカラム数を持つパッド (pad) データ構造を生成し、そのポインタを返します。パッドはウィンドウオブジェクトとして返されます。

パッドはウィンドウと同じようなものですが、スクリーンのサイズによる制限をうけず、スクリーンの特定の部分に関連付けられていなくてもかまいません。大きなウィンドウが必要であり、スクリーンにはそのウィンドウの一部しか一度に表示しない場合に使えます。(スクロールや入力エコーなどによる) パッドに対する再描画は起こりません。パッドに対する *refresh()* および *noutrefresh()* メソッドは、パッド中の表示する部分と表示するために利用するスクリーン上の位置を指定する 6 つの引数が必要です。これらの引数は *pminrow*、*pmincol*、*sminrow*、*smincol*、*smaxrow*、*smaxcol* です; *p* で始まる引数はパッド中の表示領域の左上位置で、*s* で始まる引数はパッド領域を表示するスクリーン上のクリップ矩形を指定します。

curses.**newwin**(*nlines*, *ncols*)

curses.**newwin**(*nlines*, *ncols*, *begin_y*, *begin_x*)

左上の角が `(begin_y, begin_x)` で、高さ/幅が *nlines* / *ncols* の新規 **ウィンドウ** を返します。

デフォルトでは、ウィンドウは指定された位置からスクリーンの右下まで広がります。

curses.**nl**()

newlime モードに入ります。このモードはリターンキーを入力中の改行として変換し、出力時に改行文字を復帰 (return) と改行 (line-feed) に変換します。newline モードは初期化時にはオンになっています。

curses.**nocbreak**()

cbreak モードを終了します。行バッファリングを行う通常の ”cooked” モードに戻ります。

curses.**noecho**()

echo モードを終了します。入力のエコーバックはオフにされます。

curses.**nonl**()

newline モードを終了します。入力時のリターンキーから改行への変換、および出力時の改行から復帰/改行への低レベル変換を無効化します (ただし、`addch('\n')` の振る舞いは変更せず、仮想スクリーン上では常に復帰と改行に等しくなります)。変換をオフにすることで、curses は水平方向の動きを少しだけ高速化できることがあります; また、入力中のリターンキーの検出ができるようになります。

curses.**noqiflush**()

noqiflush() ルーチンを使うと、通常行われている INTR 、QUIT および SUSP 文字による入力および出力キューのフラッシュが行われなくなります。シグナルハンドラが終了した際、割り込みが発生しなかったかのように出力を続たい場合、ハンドラ中で noqiflush() を呼び出すことができます。

curses.**noraw**()

raw モードから離れます。行バッファリングを行う通常の "cooked" モードに戻ります。

curses.**pair_content**(*pair_number*)

要求された色ペアの色を含むタプル (fg, bg) を返します。*pair_number* は 0 から COLOR_PAIRS - 1 の間でなければなりません。

curses.**pair_number**(*attr*)

attr に対する色ペアセットの番号を返します。*color_pair()* はこの関数の逆に相当します。

curses.**putp**(*str*)

tputs(str, 1, putchar) と等価です; 現在の端末における、指定された terminfo 機能の値を出力します。*putp()* の出力は常に標準出力に送られるので注意して下さい。

curses.**qiflush**([*flag*])

flag が False なら、*noqiflush()* を呼ぶのとと同じ効果です。*flag* が True か、引数が与えられていない場合、制御文字が読み出された最にキューはフラッシュされます。

curses.**raw**()

raw モードに入ります。raw モードでは、通常の行バッファリングと割り込み (interrupt)、終了 (quit)、一時停止 (suspend)、およびフロー制御キーはオフになります; 文字は curses 入力関数に一文字づつ渡されます。

curses.**reset_prog_mode**()

端末を "program" モードに復旧し、あらかじめ *def_prog_mode()* で保存した内容に戻します。

curses.**reset_shell_mode**()

端末を "shell" モードに復旧し、あらかじめ *def_shell_mode()* で保存した内容に戻します。

curses.**resetty**()

端末モードの状態を最後に *savetty()* を呼び出した時の状態に戻します。

curses.**resize_term**(*nlines*, *ncols*)

resizeterm() で使用されるバックエンド関数で、ウィンドウサイズを変更する時、*resize_term()* は拡張された領域を埋めます。呼び出したアプリケーションはそれらの領域を適切なデータで埋めなくてはなりません。resize_term() 関数はすべてのウィンドウのサイズ変更を試みます。ただし、パッド呼び出しの慣例により、アプリケーションとの追加のやり取りを行わないサイズ変更は行えません。

curses.**resizeterm**(*nlines*, *ncols*)

現在の標準ウィンドウのサイズを指定された寸法に変更し、curses ライブラリが使用する、その他のウィンドウサイズを記憶しているデータ (特に SIGWINCH ハンドラ) を調整します。

curses.**savetty**()

resetty() で使用される、バッファ内の端末モードの現在の状態を保存します。

curses.**get_escdelay**()

Retrieves the value set by *set_escdelay()*.

Added in version 3.9.

curses.**set_escdelay**(*ms*)

Sets the number of milliseconds to wait after reading an escape character, to distinguish between an individual escape character entered on the keyboard from escape sequences sent by cursor and function keys.

Added in version 3.9.

curses.**get_tabsize**()

Retrieves the value set by *set_tabsize()*.

Added in version 3.9.

curses.**set_tabsize**(*size*)

Sets the number of columns used by the curses library when converting a tab character to spaces as it adds the tab to a window.

Added in version 3.9.

curses.**setsyx**(*y*, *x*)

仮想スクリーンのカーソルを *y*, *x* に設定します。*y* および *x* がどちらも `-1` の場合、`leaveok()` が に“True“に設定されます。

curses.**setupterm**(*term=None*, *fd=-1*)

端末を初期化します。*term* は端末名となる文字列または `None` です。省略または `None` の場合、環境変数 `TERM` の値が使用されます。*fd* は送信される初期化シーケンスへのファイル記述子です。指定されないまたは `-1` の場合、`sys.stdout` のファイル記述子が使用されます。

curses.**start_color**()

プログラマがカラーを利用したい場合で、かつ他の何らかのカラー操作ルーチンを呼び出す前に呼び出さなくてはなりません。この関数は *initscr()* を呼んだ直後に呼ぶようにしておくとよいでしょう。

start_color() は 8 つの基本色 (黒、赤、緑、黄、青、マゼンタ、シアン、および白) と、色数の最大値と端末がサポートする色ペアの最大数が入っている、*curses* モジュールにおける二つのグローバル変数、

COLORS および *COLOR_PAIRS* を初期化します。この関数はまた、色設定を端末のスイッチが入れられたときの状態に戻します。

curses.termattrs()

端末がサポートするすべてのビデオ属性を論理和した値を返します。この情報は、curses プログラムがスクリーンの見え方を完全に制御する必要がある場合に便利です。

curses.termname()

14 文字以下になるように切り詰められた環境変数 TERM の値を bytes オブジェクトで返します。

curses.tigetflag(*capname*)

terminfo 機能名 *capname* に対応する真偽値の機能値を整数で返します。*capname* が真偽値で表せる機能値でない場合 -1 を返し、機能がキャンセルされているか、端末記述上に見つからない場合 0 を返します。

curses.tigetnum(*capname*)

terminfo 機能名 *capname* に対応する数値の機能値を整数で返します。*capname* が数値で表せる機能値でない場合 -2 を返し、機能がキャンセルされているか、端末記述上に見つからない場合 -1 を返します。

curses.tigetstr(*capname*)

Return the value of the string capability corresponding to the terminfo capability name *capname* as a bytes object. Return None if *capname* is not a terminfo "string capability", or is canceled or absent from the terminal description.

curses.tparm(*str*[, ...])

str を与えられたパラメタを使って bytes オブジェクトにインスタンス化します。*str* は terminfo データベースから得られたパラメタを持つ文字列でなければなりません。例えば、tparm(tigetstr("cup"), 5, 3) は b'\033[6;4H' のようになります。厳密には端末の形式によって異なる結果となります。

curses.typeahead(*fd*)

先読みチェックに使うためのファイル記述子 *fd* を指定します。*fd* が -1 の場合、先読みチェックは行われません。

curses ライブラリはスクリーンを更新する間、先読み文字列を定期的に検索することで " 行はみ出し最適化 (line-breakout optimization)" を行います。入力が得られ、かつ入力は端末からのものである場合、現在行おうとしている更新は refresh や doupdate を再度呼び出すまで先送りにします。この関数は異なるファイル記述子で先読みチェックを行うように指定することができます。

curses.unctrl(*ch*)

Return a bytes object which is a printable representation of the character *ch*. Control characters are represented as a caret followed by the character, for example as b'^C'. Printing characters are left as they are.

curses.**ungetch**(*ch*)

ch をプッシュし、次に *getch()* を呼び出した時にその値が返るようにします。

注釈: getch() を呼び出すまでは *ch* は一つしかプッシュできません。

---

curses.**update_lines_cols**()

Update the *LINES* and *COLS* module variables. Useful for detecting manual screen resize.

Added in version 3.5.

curses.**unget_wch**(*ch*)

ch をプッシュし、次に *get_wch()* を呼び出した時にその値が返るようにします。

注釈: get_wch() を呼び出すまでは *ch* は一つしかプッシュできません。

Added in version 3.3.

curses.**ungetmouse**(*id*, *x*, *y*, *z*, *bstate*)

与えられた状態データが関連付けられた *KEY_MOUSE* イベントを入力キューにプッシュします。

curses.**use_env**(*flag*)

この関数を使う場合、*initscr()* または newterm を呼ぶ前に呼び出さなくてはなりません。*flag* が False の場合、環境変数 LINES および COLUMNS の値 (デフォルトで使用されます) の値が設定されていたり、curses がウィンドウ内で動作して (この場合 LINES や COLUMNS が設定されていないとウィンドウのサイズを使います) いても、terminfo データベースに指定された lines および columns の値を使います。

curses.**use_default_colors**()

この機能をサポートしている端末上で、色の値としてデフォルト値を使う設定をします。あなたのアプリケーションで透過性とサポートするためにこの関数を使ってください。デフォルトの色は色番号 -1 に割り当てられます。この関数を呼んだ後、たとえば init_pair(x, curses.COLOR_RED, -1) は色ペア x を赤い前景色とデフォルトの背景色に初期化します。

curses.**wrapper**(*func*, */*, **args*, ***kwargs*)

curses を初期化し、呼び出し可能なオブジェクト *func* (その他の curses を使用するアプリケーション) を呼び出します。アプリケーションが例外を送出した場合、この関数は端末を例外を再送出する前に正常な状態に戻し、トレースバックを作成します。その後、呼び出し可能オブジェクト *func* には、第一引数としてメインウィンドウ 'stdscr' が、続いて wrapper() に渡されたその他の引数が渡されます。*func* を呼び出す前、wrapper() は cbreak モードをオンに、エコーをオフに、端末キーパッドを有効にし、端末が色表示をサポートしている場合は色を初期化します。終了時 (通常終了、例外による終了のどちらでも)、cooked モードに戻し、エコーをオンにし、端末キーパッドを無効にします。

16.9.2 Window オブジェクト

上記の *initscr()* や *newwin()* が返すウィンドウは、以下のメソッドと属性を持ちます:

window.addch(*ch*[, *attr*])

window.addch(*y*, *x*, *ch*[, *attr*])

(y, x) にある文字 *ch* を属性 *attr* で描画します。このときその場所に以前描画された文字は上書きされます。デフォルトでは、文字の位置および属性はウィンドウオブジェクトにおける現在の設定になります。

注釈: Writing outside the window, subwindow, or pad raises a *curses.error*. Attempting to write to the lower right corner of a window, subwindow, or pad will cause an exception to be raised after the character is printed.

---

window.addnstr(*str*, *n*[, *attr*])

window.addnstr(*y*, *x*, *str*, *n*[, *attr*])

文字列 *str* から最大で *n* 文字を (y, x) に属性 *attr* で描画します。以前ディスプレイにあった内容はすべて上書きされます。

window.addstr(*str*[, *attr*])

window.addstr(*y*, *x*, *str*[, *attr*])

(y, x) に文字列 *str* を属性 *attr* で描画します。以前ディスプレイにあった内容はすべて上書きされます。

注釈:

- Writing outside the window, subwindow, or pad raises *curses.error*. Attempting to write to the lower right corner of a window, subwindow, or pad will cause an exception to be raised after the string is printed.
- A bug in ncurses, the backend for this Python module, can cause SegFaults when resizing windows. This is fixed in ncurses-6.1-20190511. If you are stuck with an earlier ncurses, you can avoid triggering this if you do not call *addstr()* with a *str* that has embedded newlines. Instead, call *addstr()* separately for each line.

---

window.attroff(*attr*)

現在のウィンドウに書き込まれたすべての内容に対し ” バックグラウンド” に設定された属性 *attr* を除去します。

window.attron(*attr*)

現在のウィンドウに書き込まれたすべての内容に対し ” バックグラウンド” に属性 *attr* を追加します。

window.**attrset**(*attr*)

”バックグラウンド” の属性セットを *attr* に設定します。初期値は 0 (属性なし) です。

window.**bkgd**(*ch*[, *attr*])

ウィンドウ上の背景プロパティを、*attr* を属性とする文字 *ch* に設定します。変更はそのウィンドウ中のすべての文字に以下のようにして適用されます:

- ウィンドウ中のすべての文字の属性が新たな背景属性に変更されます。
- 以前の背景文字が出現すると、常に新たな背景文字に変更されます。

window.**bkgdset**(*ch*[, *attr*])

ウィンドウの背景を設定します。ウィンドウの背景は、文字と何らかの属性の組み合わせから成り立ちます。背景情報の属性の部分は、ウィンドウ上に描画されている空白でないすべての文字と組み合わされ (OR され) ます。空白文字には文字部分と属性部分の両方が組み合わされます。背景は文字のプロパティとなり、スクロールや行/文字の挿入/削除操作の際には文字と一緒に移動します。

window.**border**([*ls*[, *rs*[, *ts*[, *bs*[, *tl*[, *tr*[, *bl*[, *br*]]]]]]]])

ウィンドウの縁に境界線を描画します。各引数には境界の特定部分を表現するために使われる文字を指定します; 詳細は以下のテーブルを参照してください。

注釈: どの引数も、0 を指定した場合デフォルトの文字が使われるようになります。キーワード引数は使うことが **できません**。デフォルトはテーブル内で示しています:

引数	説明	デフォルト値
ls	左側	*ACS_VLINE*
rs	右側	*ACS_VLINE*
ts	上側	*ACS_HLINE*
bs	下側	*ACS_HLINE*
tl	左上の角	*ACS_ULCORNER*
tr	右上の角	*ACS_URCORNER*
bl	左下の角	*ACS_LLCORNER*
br	右下の角	*ACS_LRCORNER*

window.**box**([*vertch*, *horch*])

border() と同様ですが、*ls* および *rs* は共に *vertch* で、*ts* および *bs* は共に *horch* です。この関数では、角に使われるデフォルト文字が常に使用されます。

window.**chgat**(*attr*)

window.**chgat**(*num*, *attr*)

window.**chgat**(*y*, *x*, *attr*)

window.**chgat**(*y*, *x*, *num*, *attr*)

Set the attributes of *num* characters at the current cursor position, or at position `(y, x)` if supplied. If *num* is not given or is `-1`, the attribute will be set on all the characters to the end of the line. This function moves cursor to position `(y, x)` if supplied. The changed line will be touched using the *touchline()* method so that the contents will be redisplayed by the next window refresh.

window.**clear**()

erase() に似ていますが、次に *refresh()* が呼び出された際にすべてのウィンドウを再描画するようにします。

window.**clearok**(*flag*)

flag が `True` ならば、次の *refresh()* はウィンドウを完全に消去します。

window.**clrtobot**()

カーソルの位置からウィンドウの端までを消去します: カーソル以降のすべての行が削除されるため、*clrtoeol()* と等価です。

window.**clrtoeol**()

カーソル位置から行末までを消去します。

window.**cursyncup**()

ウィンドウのすべての親ウィンドウについて、現在のカーソル位置を反映するよう更新します。

window.**delch**(*y*, *x*)

`(y, x)` にある文字を削除します。

window.**deleteln**()

カーソルの下にある行を削除します。後続の行はすべて 1 行上に移動します。

window.**derwin**(*begin_y*, *begin_x*)

window.**derwin**(*nlines*, *ncols*, *begin_y*, *begin_x*)

”derive window (ウィンドウを派生する)” の短縮形です。*derwin()* は *subwin()* と同じですが、*begin_y* および *begin_x* はスクリーン全体の原点ではなく、ウィンドウの原点からの相対位置です。派生したウィンドウオブジェクトが返されます。

window.**echochar**(*ch*, *attr*)

文字 *ch* に属性 *attr* を付与し、即座に *refresh()* をウィンドウに対して呼び出します。

window.**enclose**(*y*, *x*)

与えられた文字セル座標をスクリーン原点から相対的なものとし、ウィンドウの中に含まれるかを調べて、`True` または `False` を返します。スクリーン上のウィンドウの一部がマウスイベントの発生場所を含むかどうかを調べる上で便利です。

バージョン 3.10 で変更: Previously it returned `1` or `0` instead of `True` or `False`.

window.encoding

encode メソッドの引数 (Unicode 文字列および文字) で使用されるエンコーディングです。例えば *window.subwin()* などでサブウィンドウを生成した時、エンコーディング属性は親ウィンドウから継承します。デフォルトでは、現在のロケールのエンコーディングが使用されます (*locale.getencoding()* 参照)。

Added in version 3.3.

window.erase()

ウィンドウをクリアします。

window.getbegyx()

Return a tuple `(y, x)` of coordinates of upper-left corner.

window.getbkgd()

与えられたウィンドウの現在の背景文字と属性のペアを返します。

window.getch([*y*, *x*]**)**

文字を 1 個取得します。返される整数は ASCII の範囲の値となる **とは限らない** ので注意してください。ファンクションキー、キーパッドのキー等は 256 よりも大きな数字で表されます。無遅延 (no-delay) モードでは、入力がない場合 -1 を返し、そうでなければキーが押されるまで待ちます。

window.get_wch([*y*, *x*]**)**

ワイド文字を 1 個取得します。ほとんどのキー、ファンクションキーの数値、キーパッドのキー、およびその他の特殊キーの文字を返します。無遅延モードでは、入力がない場合例外を送出します。

Added in version 3.3.

window.getkey([*y*, *x*]**)**

文字を 1 個取得し、*getch()* が返すような整数ではなく文字列を返します。ファンクションキー、キーパッドのキー、およびその他特殊キーはキー名を含む複数文字を返します。無遅延モードでは、入力がない場合例外を送出します。

window.getmaxyx()

ウィンドウの高さおよび幅を表すタプル `(y, x)` を返します。

window.getparyx()

親ウィンドウ中におけるウィンドウの開始位置をタプル `(y, x)` で返します。ウィンドウに親ウィンドウがない場合 `(-1, -1)` を返します。

window.getstr()

window.getstr(*n***)**

window.getstr(*y*, *x***)**

window.**getstr**(*y*, *x*, *n*)

原始的な文字編集機能つきで、ユーザの入力した byte オブヘクトを読み取ります。

window.**getyx**()

ウィンドウの左上角からの相対で表した現在のカーソル位置をタプル (`y`, `x`) で返します。

window.**hline**(*ch*, *n*)

window.**hline**(*y*, *x*, *ch*, *n*)

(`y`, `x`) から始まり、*n* の長さを持つ、文字 *ch* で作られる水平線を表示します。

window.**idcok**(*flag*)

flag が `False` の場合、curses は端末のハードウェアによる文字挿入/削除機能を使おうとしなくなります; *flag* が `True` ならば、文字挿入/削除は有効にされます。curses が最初に初期化された際には文字挿入/削除はデフォルトで有効になっています。

window.**idlok**(*flag*)

flag が `True` であれば、*curses* はハードウェアの行編集機能の利用を試みます。行挿入/削除は無効化されます。

window.**immedok**(*flag*)

flag が `True` ならば、ウィンドウイメージ内における何らかの変更があるとウィンドウを更新するようになります; すなわち、*refresh()* を自分で呼ばなくても良くなります。とはいえ、wrefresh を繰り返し呼び出すことになるため、この操作はかなりパフォーマンスを低下させます。デフォルトでは無効になっています。

window.**inch**(*y*, *x*)

ウィンドウの指定の位置の文字を返します。下位 8 ビットが本来の文字で、それより上のビットは属性です。

window.**insch**(*ch*, *attr*)

window.**insch**(*y*, *x*, *ch*, *attr*)

(`y`, `x`) に文字 *ch* を属性 *attr* で描画し、行の *x* からの内容を 1 文字分右にずらします。

window.**insdelln**(*nlines*)

nlines 行を指定されたウィンドウの現在の行の上に挿入します。その下にある *nlines* 行は失われます。負の *nlines* を指定すると、カーソルのある行以降の *nlines* を削除し、削除された行の後ろに続く内容が上に来ます。その下にある *nlines* は消去されます。現在のカーソル位置はそのままです。

window.**insertln**()

カーソルの下に空行を 1 行入れます。それ以降の行は 1 行づつ下に移動します。

window.**insnstr**(*str*, *n*, *attr*)

window.**insnstr**(*y*, *x*, *str*, *n*[, *attr*])

文字列をカーソルの下にある文字の前に (一行に収まるだけ) 最大 *n* 文字挿入します。*n* がゼロまたは負の値の場合、文字列全体が挿入されます。カーソルの右にあるすべての文字は右に移動し、行の左端にある文字は失われます。カーソル位置は (*y*, *x* が指定されていた場合はそこに移動しますが、その後は) 変化しません。

window.**insstr**(*str*[, *attr*])

window.**insstr**(*y*, *x*, *str*[, *attr*])

キャラクタ文字列を (行に収まるだけ) カーソルより前に挿入します。カーソルの右側にある文字はすべて右にシフトし、行の右端の文字は失われます。カーソル位置は (*y*, *x* が指定されていた場合はそこに移動しますが、その後は) 変化しません。

window.**instr**([*n*])

window.**instr**(*y*, *x*[, *n*])

現在のカーソル位置、または *y*, *x* が指定されている場合にはその場所から始まるキャラクタの bytes オブジェクトをウィンドウから抽出して返します。属性は文字から剥ぎ取られます。*n* が指定された場合、*instr()* は (末尾の NUL 文字を除いて) 最大で *n* 文字までの長さからなる文字列を返します。

window.**is_linetouched**(*line*)

指定した行が、最後に *refresh()* を呼んだ時から変更されている場合に `True` を返します; そうでない場合には `False` を返します。*line* が現在のウィンドウ上の有効な行でない場合、*curses.error* 例外を送出します。

window.**is_wintouched**()

指定したウィンドウが、最後に *refresh()* を呼んだ時から変更されている場合に `True` を返します; そうでない場合には `False` を返します。

window.**keypad**(*flag*)

flag が `True` の場合、ある種のキー (キーパッドやファンクションキー) によって生成されたエスケープシーケンスは *curses* で解釈されます。*flag* が `False` の場合、エスケープシーケンスは入力ストリームにそのままの状態で残されます。

window.**leaveok**(*flag*)

flag が `True` の場合、カーソルは ” カーソル位置” に移動せず現在の場所にとどめます。これにより、カーソルの移動を減らせる可能性があります。この場合、カーソルは不可視にされます。

flag が `False` の場合、カーソルは更新の際に常に ” カーソル位置” に移動します。

window.**move**(*new_y*, *new_x*)

カーソルを `(new_y, new_x)` に移動します。

window.**mvderwin**(*y*, *x*)

ウィンドウを親ウィンドウの中で移動します。ウィンドウのスクリーン相対となるパラメタ群は変化しません。このルーチンは親ウィンドウの一部をスクリーン上の同じ物理位置に表示する際に用いられます。

window.**mvwin**(*new_y*, *new_x*)

ウィンドウの左上角が `(new_y, new_x)` になるように移動します。

window.**nodelay**(*flag*)

flag が `True` の場合、*getch()* は非ブロックで動作します。

window.**notimeout**(*flag*)

flag が `True` の場合、エスケープシーケンスはタイムアウトしなくなります。

flag が `False` の場合、数ミリ秒間の間エスケープシーケンスは解釈されず、入力ストリーム中にそのままの状態で残されます。

window.**noutrefresh**()

更新をマークはしますが待機します。この関数はウィンドウのデータ構造を表現したい内容を反映するように更新しますが、物理スクリーン上に反映させるための強制更新を行いません。更新を行うためには *doupdate()* を呼び出します。

window.**overlay**(*destwin*[, *sminrow*, *smincol*, *dminrow*, *dmincol*, *dmaxrow*, *dmaxcol*])

ウィンドウを *destwin* の上に重ね書き (overlay) します。ウィンドウは同じサイズである必要はなく、重なっている領域だけが複写されます。この複写は非破壊的です。これは現在の背景文字が *destwin* の内容を上書きしないことを意味します。

複写領域をきめ細かく制御するために、*overlay()* の第二形式を使うことができます。*sminrow* および *smincol* は元のウィンドウの左上の座標で、他の変数は *destwin* 内の矩形を表します。

window.**overwrite**(*destwin*[, *sminrow*, *smincol*, *dminrow*, *dmincol*, *dmaxrow*, *dmaxcol*])

destwin の上にウィンドウの内容を上書き (overwrite) します。ウィンドウは同じサイズである必要はなく、重なっている領域だけが複写されます。この複写は破壊的です。これは現在の背景文字が *destwin* の内容を上書きすることを意味します。

複写領域をきめ細かく制御するために、*overwrite()* の第二形式を使うことができます。*sminrow* および *smincol* は元のウィンドウの左上の座標で、他の変数は *destwin* 内の矩形を表します。

window.**putwin**(*file*)

ウィンドウに関連付けられているすべてのデータを与えられたファイルオブジェクトに書き込みます。この情報は後に *getwin()* 関数を使って取得することができます。

window.**redrawln**(*beg*, *num*)

beg 行から始まる *num* スクリーン行の表示内容が壊れており、次の *refresh()* 呼び出しで完全に再描画されなければならないことを通知します。

window.**redrawwin**()

ウィンドウ全体を更新 (touch) し、次の *refresh()* 呼び出しで完全に再描画されるようにします。

window.**refresh**(*pminrow*, *pmincol*, *sminrow*, *smincol*, *smaxrow*, *smaxcol*)

ディスプレイを即時更新し (実際のウィンドウとこれまでの描画/削除メソッドの内容とを同期し) ます。

6 つのオプション引数はウィンドウが *newpad()* で生成された場合にのみ指定することができます。追加の引数はパッドやスクリーンのどの部分が含まれるのかを示すために必要です。*pminrow* および *pmincol* にはパッドが表示されている矩形の左上角を指定します。*sminrow*, *smincol*, *smaxrow*, および *smaxcol* には、スクリーン上に表示される矩形の縁を指定します。パッド内に表示される矩形の右下角はスクリーン座標から計算されるので、矩形は同じサイズでなければなりません。矩形は両方とも、それぞれのウィンドウ構造内に完全に含まれていなければなりません。*pminrow*, *pmincol*, *sminrow*, または *smincol* に負の値を指定すると、ゼロを指定したものとして扱われます。

window.**resize**(*nlines*, *ncols*)

curses ウィンドウの記憶域を、指定値のサイズに調整するため再割当てします。サイズが現在の値より大きい場合、ウィンドウのデータは現在の背景設定 (*bkgdset()* で設定) で埋められマージされます。

window.**scroll**(*lines=1*)

スクリーンまたはスクロール領域を上に *lines* 行スクロールします。

window.**scrollok**(*flag*)

ウィンドウのカーソルが、最下行で改行を行ったり最後の文字を入力したりした結果、ウィンドウやスクロール領域の縁からはみ出して移動した際の動作を制御します。*flag* が `False` の場合、カーソルは最下行にそのままにしておかれます。*flag* が `True` の場合、ウィンドウは 1 行上にスクロールします。端末の物理スクロール効果を得るためには *idlok()* も呼び出す必要があるので注意してください。

window.**setscrreg**(*top*, *bottom*)

スクロール領域を *top* から *bottom* に設定します。スクロール動作はすべてこの領域で行われます。

window.**standend**()

A_STANDOUT 属性をオフにします。端末によっては、この操作ですべての属性をオフにする副作用が発生します。

window.**standout**()

A_STANDOUT 属性をオンにします。

window.**subpad**(*begin_y*, *begin_x*)

window.**subpad**(*nlines*, *ncols*, *begin_y*, *begin_x*)

左上の角が `(begin_y, begin_x)` にあり、幅/高さがそれぞれ *ncols* / *nlines* であるようなサブウィンドウを返します。

window.**subwin**(*begin_y*, *begin_x*)

window.**subwin**(*nlines*, *ncols*, *begin_y*, *begin_x*)

左上の角が (begin_y, begin_x) にあり、幅/高さがそれぞれ *ncols* / *nlines* であるようなサブウィンドウを返します。

デフォルトでは、サブウィンドウは指定された場所からウィンドウの右下角まで広がります。

window.**syncdown**()

このウィンドウの上位のウィンドウのいずれかで更新 (touch) された各場所をこのウィンドウ内でも更新します。このルーチンは *refresh()* から呼び出されるので、手動で呼び出す必要はほとんどないはずです。

window.**syncok**(*flag*)

flag が True の場合、ウィンドウが変更された際は常に *syncup()* を自動的に呼ぶようになります。

window.**syncup**()

ウィンドウ内で更新 (touch) した場所を、上位のすべてのウィンドウ内でも更新します。

window.**timeout**(*delay*)

ウィンドウのブロックまたは非ブロック読み込み動作を設定します。*delay* が負の場合、ブロック読み出しが使われ、入力を無期限で待ち受けます。*delay* がゼロの場合、非ブロック読み出しが使われ、入力待ちの文字がない場合 *getch()* は -1 を返します。*delay* が正の値であれば、*getch()* は *delay* ミリ秒間ブロックし、ブロック後の時点で入力がない場合には -1 を返します。

window.**touchline**(*start*, *count*[, *changed*])

start から始まる *count* 行が変更されたかのように振舞わせます。もし *changed* が与えられた場合、その引数は指定された行が変更された (*changed*=True) か、変更されていないか (*changed*) を指定します。

window.**touchwin**()

描画を最適化するために、すべてのウィンドウが変更されたかのように振舞わせます。

window.**untouchwin**()

ウィンドウ内のすべての行を、最後に *refresh()* を呼んだ際から変更されていないものとしてマークします。

window.**vline**(*ch*, *n*[, *attr*])

window.**vline**(*y*, *x*, *ch*, *n*[, *attr*])

Display a vertical line starting at (y, x) with length *n* consisting of the character *ch* with attributes *attr*.

16.9.3 定数

curses モジュールでは以下のデータメンバを定義しています:

curses.ERR

getch() のような整数を返す curses ルーチンのいくつかは、失敗した際に *ERR* を返します。

curses.OK

napms() のような整数を返す curses ルーチンのいくつかは、成功した際に *OK* を返します。

curses.version

curses.__version__

A bytes object representing the current version of the module.

curses.ncurses_version

A named tuple containing the three components of the ncurses library version: *major*, *minor*, and *patch*. All values are integers. The components can also be accessed by name, so `curses.ncurses_version[0]` is equivalent to `curses.ncurses_version.major` and so on.

Availability: if the ncurses library is used.

Added in version 3.8.

curses.COLORS

The maximum number of colors the terminal can support. It is defined only after the call to *start_color()*.

curses.COLOR_PAIRS

The maximum number of color pairs the terminal can support. It is defined only after the call to *start_color()*.

curses.COLS

The width of the screen, i.e., the number of columns. It is defined only after the call to *initscr()*. Updated by *update_lines_cols()*, *resizeterm()* and *resize_term()*.

curses.LINES

The height of the screen, i.e., the number of lines. It is defined only after the call to *initscr()*. Updated by *update_lines_cols()*, *resizeterm()* and *resize_term()*.

Some constants are available to specify character cell attributes. The exact constants available are system dependent.

属性	意味
curses.A_ALTCHARSET	代替文字セットモード
curses.A_BLINK	点滅モード
curses.A_BOLD	太字モード
curses.A_DIM	低輝度モード
curses.A_INVIS	Invisible or blank mode
curses.A_ITALIC	イタリックモード
curses.A_NORMAL	通常の属性
curses.A_PROTECT	Protected mode
curses.A_REVERSE	Reverse background and foreground colors
curses.A_STANDOUT	強調モード
curses.A_UNDERLINE	下線モード
curses.A_HORIZONTAL	Horizontal highlight
curses.A_LEFT	Left highlight
curses.A_LOW	Low highlight
curses.A_RIGHT	Right highlight

Added in version 3.7: A_ITALIC が追加されました。

Several constants are available to extract corresponding attributes returned by some methods.

Bit-mask	意味
curses.A_ATTRIBUTES	Bit-mask to extract attributes
curses.A_CHARTEXT	Bit-mask to extract a character
curses.A_COLOR	Bit-mask to extract color-pair field information

キーは KEY_ で始まる名前をもつ整数定数です。利用可能なキーキャップはシステムに依存します。

キー定数	キー
curses.KEY_MIN	最小のキー値
curses.KEY_BREAK	ブレークキー (Break, 信頼できません)
curses.KEY_DOWN	下矢印
curses.KEY_UP	上矢印
curses.KEY_LEFT	左矢印
curses.KEY_RIGHT	右矢印

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

キー定数	キー
curses.KEY_HOME	ホームキー (Home, または上左矢印)
curses.KEY_BACKSPACE	バックスペース (Backspace, 信頼できません)
curses.KEY_F0	ファンクションキー。64 個までサポートされています。
curses.KEY_Fn	ファンクションキー n の値
curses.KEY_DL	行削除 (Delete line)
curses.KEY_IL	行挿入 (Insert line)
curses.KEY_DC	文字削除 (Delete char)
curses.KEY_IC	文字挿入、または文字挿入モードへ入る
curses.KEY_EIC	文字挿入モードから抜ける
curses.KEY_CLEAR	画面消去
curses.KEY_EOS	画面の末端まで消去

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

キー定数	キー
curses.KEY_EOL	行末端まで消去
curses.KEY_SF	前に 1 行スクロール
curses.KEY_SR	後ろ (逆方向) に 1 行スクロール
curses.KEY_NPAGE	次のページ (Page Next)
curses.KEY_PPAGE	前のページ (Page Prev)
curses.KEY_STAB	タブ設定
curses.KEY_CTAB	タブリセット
curses.KEY_CATAB	すべてのタブをリセット
curses.KEY_ENTER	入力または送信 (信頼できません)
curses.KEY_SRESET	ソフトウェア (部分的) リセット (信頼できません)
curses.KEY_RESET	リセットまたはハードリセット (信頼できません)

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

キー定数	キー
curses.KEY_PRINT	印刷 (Print)
curses.KEY_LL	下ホーム (Home down) または最下行 (左下)
curses.KEY_A1	キーパッドの左上キー
curses.KEY_A3	キーパッドの右上キー
curses.KEY_B2	キーパッドの中央キー
curses.KEY_C1	キーパッドの左下キー
curses.KEY_C3	キーパッドの右下キー
curses.KEY_BTAB	Back tab
curses.KEY_BEG	開始 (Beg)
curses.KEY_CANCEL	キャンセル (Cancel)
curses.KEY_CLOSE	Close [閉じる]

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

キー定数	キー
curses.KEY_COMMAND	コマンド (Cmd)
curses.KEY_COPY	Copy [コピー]
curses.KEY_CREATE	生成 (Create)
curses.KEY_END	終了 (End)
curses.KEY_EXIT	Exit [終了]
curses.KEY_FIND	検索 (Find)
curses.KEY_HELP	ヘルプ (Help)
curses.KEY_MARK	マーク (Mark)
curses.KEY_MESSAGE	メッセージ (Message)
curses.KEY_MOVE	移動 (Move)
curses.KEY_NEXT	次へ (Next)

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

キー定数	キー
curses.KEY_OPEN	開く (Open)
curses.KEY_OPTIONS	オプション
curses.KEY_PREVIOUS	前へ (Prev)
curses.KEY_REDO	Redo [やり直し]
curses.KEY_REFERENCE	参照 (Ref)
curses.KEY_REFRESH	更新 (Refresh)
curses.KEY_REPLACE	置換 (Replace)
curses.KEY_RESTART	再起動 (Restart)
curses.KEY_RESUME	再開 (Resume)
curses.KEY_SAVE	Save [保存]
curses.KEY_SBEG	シフト付き Beg

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

キー定数	キー
curses.KEY_SCANCEL	シフト付き Cancel
curses.KEY_SCOMMAND	シフト付き Command
curses.KEY_SCOPY	シフト付き Copy
curses.KEY_SCREATE	シフト付き Create
curses.KEY_SDC	シフト付き Delete char
curses.KEY_SDL	シフト付き Delete line
curses.KEY_SELECT	選択 (Select)
curses.KEY_SEND	シフト付き End
curses.KEY_SEOL	シフト付き Clear line
curses.KEY_SEXIT	シフト付き Exit
curses.KEY_SFIND	シフト付き Find

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

キー定数	キー
curses.KEY_SHELP	シフト付き Help
curses.KEY_SHOME	シフト付き Home
curses.KEY_SIC	シフト付き Input
curses.KEY_SLEFT	シフト付き Left arrow
curses.KEY_SMESSAGE	シフト付き Message
curses.KEY_SMOVE	シフト付き Move
curses.KEY_SNEXT	シフト付き Next
curses.KEY_SOPTIONS	シフト付き Options
curses.KEY_SPREVIOUS	シフト付き Prev
curses.KEY_SPRINT	シフト付き Print
curses.KEY_SREDO	シフト付き Redo

次のページに続く

表 1 – 前のページからの続き

キー定数	キー
curses.KEY_SREPLACE	シフト付き Replace
curses.KEY_SRIGHT	シフト付き Right arrow
curses.KEY_SRSUME	シフト付き Resume
curses.KEY_SSAVE	シフト付き Save
curses.KEY_SSUSPEND	シフト付き Suspend
curses.KEY_SUNDO	シフト付き Undo
curses.KEY_SUSPEND	一時停止 (Suspend)
curses.KEY_UNDO	Undo [元に戻す]
curses.KEY_MOUSE	マウスイベント通知
curses.KEY_RESIZE	端末リサイズイベント
curses.KEY_MAX	最大キー値

On VT100s and their software emulations, such as X terminal emulators, there are normally at least four

function keys (*KEY_F1*, *KEY_F2*, *KEY_F3*, *KEY_F4*) available, and the arrow keys mapped to *KEY_UP*, *KEY_DOWN*, *KEY_LEFT* and *KEY_RIGHT* in the obvious way. If your machine has a PC keyboard, it is safe to expect arrow keys and twelve function keys (older PC keyboards may have only ten function keys); also, the following keypad mappings are standard:

キーキャップ	定数
Insert	KEY_IC
Delete	KEY_DC
Home	KEY_HOME
End	KEY_END
Page Up	KEY_PPAGE
Page Down	KEY_NPAGE

代替文字セットを以下の表に列挙します。これらは VT100 端末から継承したものであり、X 端末のようなソフトウェアエミュレーション上で一般に利用可能なものです。グラフィックが利用できない場合、curses は印字可能 ASCII 文字による粗雑な近似出力を行います。

注釈: これらは *initscr()* が呼び出された後でしか利用できません。

ACS コード	意味
curses.ACS_BBSS	右上角の別名
curses.ACS_BLOCK	黒四角ブロック
curses.ACS_BOARD	白四角ブロック
curses.ACS_BSBS	水平線の別名
curses.ACS_BSSB	左上角の別名

次のページに続く

表 2 – 前のページからの続き

ACS コード	意味
curses.ACS_BSSS	上向き T 字罫線の別名
curses.ACS_BTEE	下向き T 字罫線
curses.ACS_BULLET	黒丸 (bullet)
curses.ACS_CKBOARD	チェッカーボードパタン (点描)
curses.ACS_DARROW	下向き矢印
curses.ACS_DEGREE	度記号
curses.ACS_DIAMOND	ダイアモンド
curses.ACS_GEQUAL	大なりイコール
curses.ACS_HLINE	水平線
curses.ACS_LANTERN	ランタン (lantern) シンボル
curses.ACS_LARROW	左向き矢印

次のページに続く

表 2 – 前のページからの続き

ACS コード	意味
curses.ACS_LEQUAL	小なりイコール
curses.ACS_LLCORNER	左下角
curses.ACS_LRCORNER	右下角
curses.ACS_LTEE	左向き T 字罫線
curses.ACS_NEQUAL	不等号
curses.ACS_PI	パイ記号
curses.ACS_PLMINUS	プラスマイナス記号
curses.ACS_PLUS	大プラス記号
curses.ACS_RARROW	右向き矢印
curses.ACS_RTEE	右向き T 字罫線
curses.ACS_S1	スキャンライン 1

次のページに続く

表 2 – 前のページからの続き

ACS コード	意味
curses.ACS_S3	スキャンライン 3
curses.ACS_S7	スキャンライン 7
curses.ACS_S9	スキャンライン 9
curses.ACS_SBBS	右下角の別名
curses.ACS_SBSB	垂直線の別名
curses.ACS_SBSS	右向き T 字罫線の別名
curses.ACS_SSBB	左下角の別名
curses.ACS_SSBS	下向き T 字罫線の別名
curses.ACS_SSSB	左向き T 字罫線の別名
curses.ACS_SSSS	交差罫線または大プラス記号の別名
curses.ACS_STERLING	ポンドスターリング記号

次のページに続く

表 2 – 前のページからの続き

ACS コード	意味
curses.ACS_TTEE	上向き T 字罫線
curses.ACS_UARROW	上向き矢印
curses.ACS_ULCORNER	左上角
curses.ACS_URCORNER	右上角
curses.ACS_VLINE	垂直線

The following table lists mouse button constants used by *getmouse()*:

Mouse button constant	意味
curses.BUTTONn_PRESSED	Mouse button n pressed
curses.BUTTONn_RELEASED	Mouse button n released
curses.BUTTONn_CLICKED	Mouse button n clicked
curses.BUTTONn_DOUBLE_CLICKED	Mouse button n double clicked
curses.BUTTONn_TRIPLE_CLICKED	Mouse button n triple clicked
curses.BUTTON_SHIFT	Shift was down during button state change
curses.BUTTON_CTRL	Control was down during button state change
curses.BUTTON_ALT	Control was down during button state change

バージョン 3.10 で変更: The BUTTON5_* constants are now exposed if they are provided by the underlying curses library.

以下のテーブルは定義済みの色を列挙したものです:

定数	色
curses.COLOR_BLACK	黒
curses.COLOR_BLUE	青
curses.COLOR_CYAN	シアン (薄く緑がかった青)
curses.COLOR_GREEN	緑
curses.COLOR_MAGENTA	マゼンタ (紫がかった赤)
curses.COLOR_RED	赤
curses.COLOR_WHITE	白
curses.COLOR_YELLOW	黄色

16.10 curses.textpad --- curses プログラムのためのテキスト入力ウィジェット

curses.textpad モジュールでは、curses ウィンドウ内での基本的なテキスト編集を処理し、Emacs に似た (すなわち Netscape Navigator, BBedit 6.x, FrameMaker, その他諸々のプログラムとも似た) キーバインドをサポートしている *Textbox* クラスを提供します。このモジュールではまた、テキストボックスを枠で囲むなどの目的のために有用な、矩形描画関数を提供しています。

curses.textpad モジュールでは以下の関数を定義しています:

curses.textpad.**rectangle**(*win*, *uly*, *ulx*, *lry*, *lrx*)

矩形を描画します。最初の引数はウィンドウオブジェクトでなければなりません; 残りの引数はそのウィンドウからの相対座標になります。2 番目および 3 番目の引数は描画すべき矩形の左上角の y および x 座

標です; 4 番目および 5 番目の引数は右下角の y および x 座標です。矩形は、VT100/IBM PC におけるフォーム文字を利用できる端末 (xterm やその他のほとんどのソフトウェア端末エミュレータを含む) ではそれを使って描画されます。そうでなければ ASCII 文字のダッシュ、垂直バー、およびプラス記号で描画されます。

16.10.1 Textbox オブジェクト

以下のような *Textbox* オブジェクトをインスタンス生成することができます:

class curses.textpad.**Textbox**(*win*)

テキストボックスウィジェットオブジェクトを返します。*win* 引数は、テキストボックスを入れるための **ウィンドウ** オブジェクトでなければなりません。テキストボックスの編集カーソルは、最初はテキストボックスが入っているウィンドウの左上角に配置され、その座標は (0, 0) です。インスタンスの *stripspaces* フラグの初期値はオンに設定されます。

Textbox オブジェクトは以下のメソッドを持ちます:

edit(*[validator]*)

普段使うことになるエントリポイントです。終了キーストロークの一つが入力されるまで編集キーストロークを受け付けます。*validator* を与える場合、関数でなければなりません。*validator* はキーストロークが入力されるたびにそのキーストロークが引数となって呼び出されます; 返された値に対して、コマンドキーストロークとして解釈が行われます。このメソッドはウィンドウの内容を文字列として返します; ウィンドウ内の空白が含められるかどうかは *stripspaces* 属性で決められます。

do_command(*ch*)

単一のコマンドキーストロークを処理します。以下にサポートされている特殊キーストロークを示します:

キーストローク	動作
Control-A	ウィンドウの左端に移動します。
Control-B	カーソルを左へ移動し、必要なら前の行に折り返します。
Control-D	カーソル下の文字を削除します。
Control-E	右端 (stripspaces がオフのとき) または行末 (stripspaces がオンのとき) に移動します。
Control-F	カーソルを右に移動し、必要なら次の行に折り返します。
Control-G	ウィンドウを終了し、その内容を返します。
Control-H	逆方向に文字を削除します。
Control-J	ウィンドウが 1 行であれば終了し、そうでなければ新しい行を挿入します。
Control-K	行が空白行ならその行全体を削除し、そうでなければカーソル以降行末までを消去します。
Control-L	スクリーンを更新します。
Control-N	カーソルを下に移動します; 1 行下に移動します。
Control-O	カーソルの場所に空行を 1 行挿入します。
Control-P	カーソルを上に移動します; 1 行上に移動します。

移動操作は、カーソルがウィンドウの縁にあって移動ができない場合には何も行いません。場合によっては、以下のような同義のキーストロークがサポートされています:

定数	キーストローク
KEY_LEFT	Control-B
KEY_RIGHT	Control-F
KEY_UP	Control-P
KEY_DOWN	Control-N
KEY_BACKSPACE	Control-h

他のキーストロークは、与えられた文字を挿入し、(行折り返し付きで) 右に移動するコマンドとして扱われます。

gather()

ウィンドウの内容を文字列として返します; ウィンドウ内の空白が含められるかどうかは *stripspaces* メンバ変数で決められます。

stripspaces

この属性はウィンドウ内の空白領域の解釈方法を制御するためのフラグです。フラグがオンに設定されている場合、各行の末端にある空白領域は無視されます; すなわち、末端空白領域にカーソルが入る

と、その場所の代わりに行の末尾にカーソルが移動します。また、末端の空白領域はウィンドウの内容を取得する際に剥ぎ取られます。

16.11 curses.ascii --- ASCII 文字のユーティリティー

ソースコード: Lib/curses/ascii.py

---

curses.ascii モジュールでは、ASCII 文字を指す名前定数と、様々な ASCII 文字区分についてある文字が帰属するかどうかを調べる関数を提供します。このモジュールで提供されている定数は以下の制御文字の名前です:

名前	意味
curses.ascii.NUL	
curses.ascii.SOH	ヘディング開始、コンソール割り込み
curses.ascii.STX	テキスト開始
curses.ascii.ETX	テキスト終了
curses.ascii.EOT	テキスト伝送終了
curses.ascii.ENQ	問い合わせ、*ACK* フロー制御時に使用
curses.ascii.ACK	肯定応答
curses.ascii.BEL	ベル

次のページに続く

表 3 – 前のページからの続き

名前	意味
curses.ascii.BS	一文字後退
curses.ascii.TAB	タブ
curses.ascii.HT	*TAB* の別名: ” 水平タブ”
curses.ascii.LF	改行
curses.ascii.NL	*LF* の別名: ” 改行”
curses.ascii.VT	垂直タブ
curses.ascii.FF	改頁
curses.ascii.CR	復帰
curses.ascii.SO	シフトアウト、他の文字セットの開始
curses.ascii.SI	シフトイン、標準の文字セットに復帰
curses.ascii.DLE	データリンクでのエスケープ

次のページに続く

表 3 – 前のページからの続き

名前	意味
curses.ascii.DC1	装置制御 1、フロー制御のための XON
curses.ascii.DC2	装置制御 2、ブロックモードフロー制御
curses.ascii.DC3	装置制御 3、フロー制御のための XOFF
curses.ascii.DC4	装置制御 4
curses.ascii.NAK	否定応答
curses.ascii.SYN	同期信号
curses.ascii.ETB	ブロック転送終了
curses.ascii.CAN	キャンセル (Cancel)
curses.ascii.EM	媒体終端
curses.ascii.SUB	代入文字
curses.ascii.ESC	エスケープ文字

次のページに続く

表 3 – 前のページからの続き

名前	意味
curses.ascii.FS	ファイル区切り文字
curses.ascii.GS	グループ区切り文字
curses.ascii.RS	レコード区切り文字、ブロックモード終了子
curses.ascii.US	単位区切り文字
curses.ascii.SP	空白文字
curses.ascii.DEL	削除

これらの大部分は、最近は実際に定数の意味通りに使われることがほとんどないので注意してください。これらのニーモニック符号はデジタル計算機より前のテレプリンタにおける慣習から付けられたものです。

このモジュールでは、標準 C ライブラリの関数を雛型とする以下の関数をサポートしています:

curses.ascii.**isalnum**(*c*)

ASCII 英数文字かどうかを調べます; `isalpha(c) or isdigit(c)` と等価です。

curses.ascii.**isalpha**(*c*)

ASCII アルファベット文字かどうかを調べます; `isupper(c) or islower(c)` と等価です。

curses.ascii.**isascii**(*c*)

文字が 7 ビット ASCII 文字に合致するかどうかを調べます。

curses.ascii.**isblank**(*c*)

ASCII 余白文字、すなわち空白または水平タブかどうかを調べます。

curses.ascii.**iscntrl**(*c*)

ASCII 制御文字 (0x00 から 0x1f の範囲または 0x7f) かどうかを調べます。

curses.ascii.**isdigit**(*c*)

ASCII 10 進数字、すなわち '0' から '9' までの文字かどうかを調べます。`c in string.digits` と等価です。

curses.ascii.**isgraph**(*c*)

空白以外の ASCII 印字可能文字かどうかを調べます。

curses.ascii.**islower**(*c*)

ASCII 小文字かどうかを調べます。

curses.ascii.**isprint**(*c*)

空白文字を含め、ASCII 印字可能文字かどうかを調べます。

curses.ascii.**ispunct**(*c*)

空白または英数字以外の ASCII 印字可能文字かどうかを調べます。

curses.ascii.**isspace**(*c*)

ASCII 余白文字、すなわち空白、改行、復帰、改頁、水平タブ、垂直タブかどうかを調べます。

curses.ascii.**isupper**(*c*)

ASCII 大文字かどうかを調べます。

curses.ascii.**isxdigit**(*c*)

ASCII 16 進数字かどうかを調べます。`c in string.hexdigits` と等価です。

curses.ascii.**isctrl**(*c*)

ASCII 制御文字 (0 から 31 までの値) かどうかを調べます。

curses.ascii.**ismeta**(*c*)

非 ASCII 文字 (0x80 またはそれ以上の値) かどうかを調べます。

これらの関数は数字も 1 文字の文字列も使えます; 引数を文字列にした場合、組み込み関数 *ord()* を使って変換されます。

これらの関数は全て、関数に渡した文字列の文字から得られたビット値を調べるので注意してください; 関数はホスト計算機で使われている文字列エンコーディングについて何ら関知しません。

以下の 2 つの関数は、引数として 1 文字の文字列または整数で表したバイト値のどちらでもとり得ます; これらの関数は引数と同じ型で値を返します。

curses.ascii.**ascii**(*c*)

ASCII 値を返します。*c* の下位 7 ビットに対応します。

curses.ascii.**ctrl**(*c*)

与えた文字に対応する制御文字を返します (0x1f とビット単位で論理積を取ります)。

curses.ascii.**alt**(*c*)

与えた文字に対応する 8 ビット文字を返します (0x80 とビット単位で論理和を取ります)。

以下の関数は 1 文字からなる文字列値または整数値を引数に取り、文字列を返します。

curses.ascii.**unctrl**(*c*)

ASCII 文字 *c* の文字列表現を返します。もし *c* が印字可能文字であれば、返される文字列は *c* そのものになります。もし *c* が制御文字 (0x00--0x1f) であれば、キャレット (`'^'`) と、その後ろに続く *c* に対応した大文字からなる文字列になります。*c* が ASCII 削除文字 (0x7f) であれば、文字列は `'^?'` になります。*c* のメタビット (0x80) がセットされていれば、メタビットは取り去られ、前述のルールが適用され、`'!'` が前につけられます。

curses.ascii.**controlnames**

0 (NUL) から 0x1f (US) までの 32 の ASCII 制御文字と、空白文字 SP のニーモニック符号名からなる 33 要素の文字列によるシーケンスです。

16.12 curses.panel --- curses のためのパネルスタック拡張

パネルは深さ (depth) の機能が追加されたウィンドウです。これにより、ウィンドウをお互いに重ね合わせることができ、各ウィンドウの可視部分だけが表示されます。パネルはスタック中に追加したり、スタック内で上下移動させたり、スタックから除去することができます。

16.12.1 関数

curses.panel では以下の関数を定義しています:

curses.panel.**bottom_panel**()

パネルスタックの最下層のパネルを返します。

curses.panel.**new_panel**(*win*)

与えられたウィンドウ *win* に関連付けられたパネルオブジェクトを返します。返されたパネルオブジェクトを参照しておく必要があることに注意してください。もし参照しなければ、パネルオブジェクトはガベージコレクションされてパネルスタックから削除されます。

curses.panel.**top_panel**()

パネルスタックの最上層のパネルを返します。

curses.panel.**update_panels**()

仮想スクリーンをパネルスタック変更後の状態に更新します。この関数では *curses.doupdate()* を呼ばないので、ユーザは自分で呼び出す必要があります。

16.12.2 Panel オブジェクト

上記の *new_panel()* が返す Panel オブジェクトはスタック順の概念を持つウィンドウです。ウィンドウはパネルに関連付けられており、表示する内容を決定している一方、パネルのメソッドはパネルスタック中のウィンドウの深さ管理を担います。

Panel オブジェクトは以下のメソッドを持っています:

Panel.above()

現在のパネルの上にあるパネルを返します。

Panel.below()

現在のパネルの下にあるパネルを返します。

Panel.bottom()

パネルをスタックの最下層にプッシュします。

Panel.hidden()

パネルが隠れている (不可視である) 場合に `True` を返し、そうでない場合 `False` を返します。

Panel.hide()

パネルを隠します。この操作ではオブジェクトは消去されず、スクリーン上のウィンドウを不可視にするだけです。

Panel.move(*y*, *x*)

パネルをスクリーン座標 `(y, x)` に移動します。

Panel.replace(*win*)

パネルに関連付けられたウィンドウを *win* に変更します。

Panel.set_userptr(*obj*)

パネルのユーザポインタを *obj* に設定します。このメソッドは任意のデータをパネルに関連付けるために使われ、任意の Python オブジェクトにすることができます。

Panel.show()

(隠れているはずの) パネルを表示します。

Panel.top()

パネルをスタックの最上層にプッシュします。

Panel.userptr()

パネルのユーザポインタを返します。任意の Python オブジェクトです。

Panel.window()

パネルに関連付けられているウィンドウオブジェクトを返します。

16.13 platform --- 実行中プラットフォームの固有情報を参照する

ソースコード: Lib/platform.py

注釈: プラットフォーム毎にアルファベット順に並べています。Linux については Unix セクションを参照してください。

16.13.1 クロスプラットフォーム

platform.**architecture**(*executable=sys.executable*, *bits=''*, *linkage=''*)

executable で指定した実行可能ファイル（省略時は Python インタープリタのバイナリ）の各種アーキテクチャ情報を調べます。

戻り値はタプル `(bits, linkage)` で、アーキテクチャのビット数と実行可能ファイルのリンク形式を示します。どちらの値も文字列で返ります。

値を決定できない場合はパラメータプリセットから与えられる値を返します。bits に `''` を与えた場合、サポートされているポインタサイズを知るために `sizeof(pointer)` (Python バージョン < 1.5.2 では `sizeof(long)`) が使用されます。

この関数は、システムの `file` コマンドを使用します。`file` はほとんどの Unix プラットフォームと一部の非 Unix プラットフォームで利用可能ですが、`file` コマンドが利用できず、かつ *executable* が Python インタープリタでない場合には適切なデフォルト値が返ります。

注釈: macOS (とひょっとすると他のプラットフォーム) では、実行可能ファイルは複数のアーキテクチャを含んだユニバーサル形式かもしれません。

現在のインタープリターが "64-bit" であるかどうかを調べるには、*sys.maxsize* の方が信頼できます:

```
is_64bits = sys.maxsize > 2**32
```

---

platform.**machine**()

`'AMD64'` のような、機種を返します。不明な場合は空文字列を返します。

platform.**node**()

コンピュータのネットワーク名を返します。ネットワーク名は完全修飾名とは限りません。不明な場合は空文字列を返します。

platform.platform(*aliased=False*, *terse=False*)

実行中プラットフォームを識別する文字列を返します。この文字列には、有益な情報をできるだけ多く付加しています。

戻り値は機械で処理しやすい形式ではなく、**人間にとって読みやすい** 形式となっています。異なったプラットフォームでは異なった戻り値となるようになっています。

aliased が真なら、システムの名称として一般的な名称ではなく、別名を使用して結果を返します。たとえば、SunOS は Solaris となります。この機能は *system_alias()* で実装されています。

terse が真なら、プラットフォームを特定するために最低限必要な情報だけを返します。

バージョン 3.8 で変更: macOS では、*mac_ver()* が空でないリリース文字列を返すとき、darwin のバージョンではなく macOS のバージョンを取得するために、この関数は *mac_ver()* を使うようになりました。

platform.processor()

'amdk6' のような、(現実の) プロセッサ名を返します。

不明な場合は空文字列を返します。NetBSD のようにこの情報を提供しない、または *machine()* と同じ値しか返さないプラットフォームも多く存在しますので、注意してください。

platform.python_build()

Python のビルド番号と日付を、(buildno, builddate) のタプルで返します。

platform.python_compiler()

Python をコンパイルする際に使用したコンパイラを示す文字列を返します。

platform.python_branch()

Python 実装のバージョン管理システム上のブランチを特定する文字列を返します。

platform.python_implementation()

Python 実装を指定する文字列を返します。戻り値は: 'CPython', 'IronPython', 'Jython', 'PyPy' のいずれかです。

platform.python_revision()

Python 実装のバージョン管理システム上のリビジョンを特定する文字列を返します。

platform.python_version()

Python のバージョンを、'major.minor.patchlevel' 形式の文字列で返します。

sys.version と異なり、patchlevel (デフォルトでは 0) も必ず含まれています。

platform.python_version_tuple()

Python のバージョンを、文字列のタプル (major, minor, patchlevel) で返します。

sys.version と異なり、patchlevel (デフォルトでは '0') も必ず含まれています。

platform.**release**()

'2.2.0' や 'NT' のような、システムのリリース情報を返します。不明な場合は空文字列を返します。

platform.**system**()

'Linux' 、'Darwin' 、'Java' 、'Windows' のような、システム/OS 名を返します。不明な場合は空文字列を返します。

iOS と Android では、ユーザー向けの名前 (つまり 'iOS 、'iPadOS' または 'Android') を返します。カーネルの名前 ('Darwin' や 'Linux') を取得するには、*os.uname()* を使用してください。

platform.**system_alias**(*system*, *release*, *version*)

マーケティング目的で使われる一般的な別名に変換して (system, release, version) を返します。混乱を避けるために、情報を並べなおす場合があります。

platform.**version**()

'#3 on degas' のような、システムのリリース情報を返します。不明な場合は空文字列を返します。

iOS と Android では、これはユーザー向けのバージョンです。Darwin や Linux のカーネルバージョンを取得するには、*os.uname()* を使用してください。

platform.**uname**()

極めて可搬性の高い uname インターフェースです。*system*, *node*, *release*, *version*, *machine*, *processor* の 6 つの属性を持った *namedtuple()* を返します。

processor is resolved late, on demand.

Note: the first two attribute names differ from the names presented by *os.uname()*, where they are named sysname and nodename.

不明な項目は '' となります。

バージョン 3.3 で変更: 結果が タプル から *namedtuple()* へ変更されました。

バージョン 3.9 で変更: *processor* is resolved late instead of immediately.

16.13.2 Java プラットフォーム

platform.**java_ver**(*release=''*, *vendor=''*, *vminfo=('', '', '')*, *osinfo=('', '', '')*)

Jython 用のバージョンインターフェースです。

タプル (release, vendor, vminfo, osinfo) を返します。*vminfo* はタプル (vm_name, vm_release, vm_vendor)、*osinfo* はタプル (os_name, os_version, os_arch) です。不明な項目は引数で指定した値 (デフォルトは '') となります。

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: It was largely untested, had a confusing API, and was only useful for Jython support.

16.13.3 Windows プラットフォーム

platform.**win32_ver**(*release=''*, *version=''*, *csd=''*, *ptype=''*)

Get additional version information from the Windows Registry and return a tuple `(release, version, csd, ptype)` referring to OS release, version number, CSD level (service pack) and OS type (multi/single processor). Values which cannot be determined are set to the defaults given as parameters (which all default to an empty string).

As a hint: *ptype* is `'Uniprocessor Free'` on single processor NT machines and `'Multiprocessor Free'` on multi processor machines. The `'Free'` refers to the OS version being free of debugging code. It could also state `'Checked'` which means the OS version uses debugging code, i.e. code that checks arguments, ranges, etc.

platform.**win32_edition**()

Returns a string representing the current Windows edition, or `None` if the value cannot be determined. Possible values include but are not limited to `'Enterprise'`, `'IoTUAP'`, `'ServerStandard'`, and `'nanoserver'`.

Added in version 3.8.

platform.**win32_is_iot**()

win32_edition() によって返された Windows のエディションが IoT エディションの時 `True` を返します。

Added in version 3.8.

16.13.4 macOS プラットフォーム

platform.**mac_ver**(*release=''*, *versioninfo=('', '', '')*, *machine=''*)

macOS のバージョン情報を、タプル `(release, versioninfo, machine)` で返します。*versioninfo* は、タプル `(version, dev_stage, non_release_version)` です。

不明な項目は `''` となります。タプルの要素は全て文字列です。

16.13.5 iOS プラットフォーム

platform.ios_ver(*system=''*, *release=''*, *model=''*, *is_simulator=False*)

iOS のバージョン情報を取得し、次の属性付きで *namedtuple()* として返します。

- system は OS 名です。'iOS' または 'iPadOS' となります。
- release は、iOS のバージョン番号の文字列です。('17.2' など)
- model はデバイスモデルの識別子です。これは物理デバイスでは 'iPhone13,2' 、シミュレーターでは 'iPhone' のような文字列になります。
- is_simulator は、アプリがシミュレーター上で実行されているのか、物理デバイス上で実行されているのかを示す真偽値です。

決定不能な項目は、引数として指定されたデフォルトに設定されます。

16.13.6 Unix プラットフォーム

platform.libc_ver(*executable=sys.executable*, *lib=''*, *version=''*, *chunksize=16384*)

executable で指定したファイル（省略時は Python インタープリタ）がリンクしている libc バージョンの取得を試みます。戻り値は文字列のタプル (lib, version) で、不明な項目は引数で指定した値となります。

この関数は、実行形式に追加されるシンボルの細かな違いによって、libc のバージョンを特定します。この違いは gcc でコンパイルされた実行可能ファイルでのみ有効だと思われます。

chunksize にはファイルから情報を取得するために読み込むバイト数を指定します。

16.13.7 Linux プラットフォーム

platform.freedesktop_os_release()

Get operating system identification from os-release file and return it as a dict. The os-release file is a freedesktop.org standard and is available in most Linux distributions. A noticeable exception is Android and Android-based distributions.

Raises *OSError* or subclass when neither /etc/os-release nor /usr/lib/os-release can be read.

On success, the function returns a dictionary where keys and values are strings. Values have their special characters like " and $ unquoted. The fields NAME, ID, and PRETTY_NAME are always defined according to the standard. All other fields are optional. Vendors may include additional fields.

Note that fields like `NAME`, `VERSION`, and `VARIANT` are strings suitable for presentation to users. Programs should use fields like `ID`, `ID_LIKE`, `VERSION_ID`, or `VARIANT_ID` to identify Linux distributions.

以下はプログラム例です:

```
def get_like_distro():
    info = platform.freedesktop_os_release()
    ids = [info["ID"]]
    if "ID_LIKE" in info:
        # ids are space separated and ordered by precedence
        ids.extend(info["ID_LIKE"].split())
    return ids
```

Added in version 3.10.

16.13.8 Android プラットフォーム

`platform.android_ver`(*release=''*, *api_level=0*, *manufacturer=''*, *model=''*, *device=''*, *is_emulator=False*)

Android のデバイス情報を取得し、次の属性付きで *namedtuple()* として返します。決定不能な値は、引数として指定されたデフォルトに設定されます。

- `release` - Android バージョンの文字列 (`"14"` など) 。
- `api_level` - API level of the running device, as an integer (e.g. `34` for Android 14). To get the API level which Python was built against, see *sys.getandroidapilevel()*.
- `manufacturer` - Manufacturer name.
- `model` - Model name – typically the marketing name or model number.
- `device` - Device name – typically the model number or a codename.
- `is_emulator` - `True` if the device is an emulator; `False` if it's a physical device.

Google maintains a list of known model and device names.

Added in version 3.13.

16.14 errno --- 標準の errno システムシンボル

このモジュールから標準の errno システムシンボルを取得することができます。個々のシンボルの値は errno に対応する整数値です。これらのシンボルの名前は、linux/include/errno.h から借用されており、網羅的なはずです。

errno.errorcode

errno 値を背後のシステムにおける文字列表現に対応付ける辞書です。例えば、errno.errorcode[errno.EPERM] は 'EPERM' に対応付けられます。

数値のエラーコードをエラーメッセージに変換するには、*os.strerror()* を使ってください。

以下のリストの内、現在のプラットフォームで使われていないシンボルはモジュール上で定義されていません。定義されているシンボルだけを挙げたリストは errno.errorcode.keys() として取得することができます。取得できるシンボルには以下のようなものがあります:

errno.EPERM

Operation not permitted. This error is mapped to the exception *PermissionError*.

errno.ENOENT

No such file or directory. This error is mapped to the exception *FileNotFoundError*.

errno.ESRCH

No such process. This error is mapped to the exception *ProcessLookupError*.

errno.EINTR

Interrupted system call. This error is mapped to the exception *InterruptedError*.

errno.EIO

I/O エラーです (I/O error)

errno.ENXIO

そのようなデバイスまたはアドレスは存在しません (No such device or address)

errno.E2BIG

引数リストが長すぎます (Arg list too long)

errno.ENOEXEC

実行形式にエラーがあります (Exec format error)

errno.EBADF

ファイル番号が間違っています (Bad file number)

errno.ECHILD

No child processes. This error is mapped to the exception *ChildProcessError*.

errno.EAGAIN

Try again. This error is mapped to the exception *BlockingIOError*.

errno.ENOMEM

空きメモリがありません (Out of memory)

errno.EACCES

Permission denied. This error is mapped to the exception *PermissionError*.

errno.EFAULT

不正なアドレスです (Bad address)

errno.ENOTBLK

ブロックデバイスが必要です (Block device required)

errno.EBUSY

そのデバイスまたはリソースは使用中です (Device or resource busy)

errno.EEXIST

File exists. This error is mapped to the exception *FileExistsError*.

errno.EXDEV

デバイスをまたいだリンクです (Cross-device link)

errno.ENODEV

そのようなデバイスはありません (No such device)

errno.ENOTDIR

Not a directory. This error is mapped to the exception *NotADirectoryError*.

errno.EISDIR

Is a directory. This error is mapped to the exception *IsADirectoryError*.

errno.EINVAL

無効な引数です (Invalid argument)

errno.ENFILE

ファイルテーブルがオーバフローしています (File table overflow)

errno.EMFILE

開かれたファイルが多すぎます (Too many open files)

errno.ENOTTY

タイプライタではありません (Not a typewriter)

errno.ETXTBSY

テキストファイルが使用中です (Text file busy)

errno.EFBIG

ファイルが大きすぎます (File too large)

errno.ENOSPC

デバイス上に空きがありません (No space left on device)

errno.ESPIPE

不正なシークです (Illegal seek)

errno.EROFS

リードオンリーのファイルシステムです (Read-only file system)

errno.EMLINK

リンクが多すぎます (Too many links)

errno.EPIPE

Broken pipe. This error is mapped to the exception *BrokenPipeError*.

errno.EDOM

数学引数が関数の定義域を越えています (Math argument out of domain of func)

errno.ERANGE

表現できない数学演算結果になりました (Math result not representable)

errno.EDEADLK

リソースのデッドロックが起きます (Resource deadlock would occur)

errno.ENAMETOOLONG

ファイル名が長すぎます (File name too long)

errno.ENOLCK

レコードロッキングが利用できません (No record locks available)

errno.ENOSYS

実装されていない機能です (Function not implemented)

errno.ENOTEMPTY

ディレクトリが空ではありません (Directory not empty)

errno.ELOOP

これ以上シンボリックリンクを追跡できません (Too many symbolic links encountered)

errno.EWOULDBLOCK

Operation would block. This error is mapped to the exception *BlockingIOError*.

errno.ENOMSG

指定された型のメッセージはありません (No message of desired type)

errno.EIDRM

識別子が除去されました (Identifier removed)

errno.ECHRNG

チャネル番号が範囲を超えました (Channel number out of range)

errno.EL2NSYNC

レベル 2 で同期がとれていません (Level 2 not synchronized)

errno.EL3HLT

レベル 3 で終了しました (Level 3 halted)

errno.EL3RST

レベル 3 でリセットしました (Level 3 reset)

errno.ELNRNG

リンク番号が範囲を超えています (Link number out of range)

errno.EUNATCH

プロトコルドライバが接続されていません (Protocol driver not attached)

errno.ENOCSI

CSI 構造体がありません (No CSI structure available)

errno.EL2HLT

レベル 2 で終了しました (Level 2 halted)

errno.EBADE

無効な変換です (Invalid exchange)

errno.EBADR

無効な要求記述子です (Invalid request descriptor)

errno.EXFULL

変換テーブルが一杯です (Exchange full)

errno.ENOANO

陰極がありません (No anode)

errno.EBADRQC

無効なリクエストコードです (Invalid request code)

errno.EBADSLT

無効なスロットです (Invalid slot)

errno.EDEADLOCK

ファイルロックにおけるデッドロックエラーです (File locking deadlock error)

errno.EBFONT

フォントファイル形式が間違っています (Bad font file format)

errno.ENOSTR

ストリーム型でないデバイスです (Device not a stream)

errno.ENODATA

利用可能なデータがありません (No data available)

errno.ETIME

時間切れです (Timer expired)

errno.ENOSR

ストリームリソースを使い切りました (Out of streams resources)

errno.ENONET

計算機はネットワーク上にありません (Machine is not on the network)

errno.ENOPKG

パッケージがインストールされていません (Package not installed)

errno.EREMOTE

対象物は遠隔にあります (Object is remote)

errno.ENOLINK

リンクが切られました (Link has been severed)

errno.EADV

Advertise エラーです (Advertise error)

errno.ESRMNT

Srmount エラーです (Srmount error)

errno.ECOMM

送信時の通信エラーです (Communication error on send)

errno.EPROTO

プロトコルエラーです (Protocol error)

errno.EMULTIHOP

多重ホップを試みました (Multihop attempted)

errno.EDOTDOT

RFS 特有のエラーです (RFS specific error)

errno.EBADMSG

データメッセージではありません (Not a data message)

errno.EOVERFLOW

定義されたデータ型にとって大きすぎる値です (Value too large for defined data type)

errno.ENOTUNIQ

名前がネットワーク上で一意でありません (Name not unique on network)

errno.EBADFD

ファイル記述子の状態が不正です (File descriptor in bad state)

errno.EREMCHG

遠隔のアドレスが変更されました (Remote address changed)

errno.ELIBACC

必要な共有ライブラリにアクセスできません (Can not access a needed shared library)

errno.ELIBBAD

壊れた共有ライブラリにアクセスしています (Accessing a corrupted shared library)

errno.ELIBSCN

a.out の .lib セクションが壊れています (.lib section in a.out corrupted)

errno.ELIBMAX

リンクを試みる共有ライブラリが多すぎます (Attempting to link in too many shared libraries)

errno.ELIBEXEC

共有ライブラリを直接実行することができません (Cannot exec a shared library directly)

errno.EILSEQ

不正なバイト列です (Illegal byte sequence)

errno.ERESTART

割り込みシステムコールを復帰しなければなりません (Interrupted system call should be restarted)

errno.ESTRPIPE

ストリームパイプのエラーです (Streams pipe error)

errno.EUSERS

ユーザが多すぎます (Too many users)

errno.ENOTSOCK

非ソケットに対するソケット操作です (Socket operation on non-socket)

errno.EDESTADDRREQ

目的アドレスが必要です (Destination address required)

errno.EMSGSIZE

メッセージが長すぎます (Message too long)

errno.EPROTOTYPE

ソケットに対して不正なプロトコル型です (Protocol wrong type for socket)

errno.ENOPROTOOPT

利用できないプロトコルです (Protocol not available)

errno.EPROTONOSUPPORT

サポートされていないプロトコルです (Protocol not supported)

errno.ESOCKTNOSUPPORT

サポートされていないソケット型です (Socket type not supported)

errno.EOPNOTSUPP

通信端点に対してサポートされていない操作です (Operation not supported on transport endpoint)

errno.ENOTSUP

Operation not supported

Added in version 3.2.

errno.EPFNOSUPPORT

サポートされていないプロトコルファミリです (Protocol family not supported)

errno.EAFNOSUPPORT

プロトコルでサポートされていないアドレスファミリです (Address family not supported by protocol)

errno.EADDRINUSE

アドレスは使用中です (Address already in use)

errno.EADDRNOTAVAIL

要求されたアドレスを割り当てできません (Cannot assign requested address)

errno.ENETDOWN

ネットワークがダウンしています (Network is down)

errno.ENETUNREACH

ネットワークに到達できません (Network is unreachable)

errno.ENETRESET

リセットによってネットワーク接続が切られました (Network dropped connection because of reset)

errno.ECONNABORTED

Software caused connection abort. This error is mapped to the exception *ConnectionAbortedError*.

errno.ECONNRESET

Connection reset by peer. This error is mapped to the exception *ConnectionResetError*.

errno.ENOBUFS

バッファに空きがありません (No buffer space available)

errno.EISCONN

通信端点がすでに接続されています (Transport endpoint is already connected)

errno.ENOTCONN

通信端点が接続されていません (Transport endpoint is not connected)

errno.ESHUTDOWN

Cannot send after transport endpoint shutdown. This error is mapped to the exception *BrokenPipeError*.

errno.ETOOMANYREFS

参照が多すぎます: 接続できません (Too many references: cannot splice)

errno.ETIMEDOUT

Connection timed out. This error is mapped to the exception *TimeoutError*.

errno.ECONNREFUSED

Connection refused. This error is mapped to the exception *ConnectionRefusedError*.

errno.EHOSTDOWN

ホストはシステムダウンしています (Host is down)

errno.EHOSTUNREACH

ホストへの経路がありません (No route to host)

errno.EALREADY

Operation already in progress. This error is mapped to the exception *BlockingIOError*.

errno.EINPROGRESS

Operation now in progress. This error is mapped to the exception *BlockingIOError*.

errno.ESTALE

無効な NFS ファイルハンドルです (Stale NFS file handle)

errno.EUCLEAN

構造のクリーニングが必要です (Structure needs cleaning)

errno.ENOTNAM

XENIX 名前付きファイルではありません (Not a XENIX named type file)

errno.ENAVAIL

XENIX セマフォは利用できません (No XENIX semaphores available)

errno.EISNAM

名前付きファイルです (Is a named type file)

errno.EREMOTEIO

遠隔側の I/O エラーです (Remote I/O error)

errno.EDQUOT

ディスククオータを超えました (Quota exceeded)

errno.EQFULL

Interface output queue is full

Added in version 3.11.

errno.ENOTCAPABLE

Capabilities insufficient. This error is mapped to the exception *PermissionError*.

利用可能な環境: WASI, FreeBSD

Added in version 3.11.1.

errno.ECANCELED

Operation canceled

Added in version 3.2.

errno.EOWNERDEAD

Owner died

Added in version 3.2.

errno.ENOTRECOVERABLE

State not recoverable

Added in version 3.2.

16.15 ctypes --- Python 用の外部関数ライブラリ

ソースコード: Lib/ctypes

---

ctypes は Python のための外部関数ライブラリです。このライブラリは C と互換性のあるデータ型を提供し、動的リンク/共有ライブラリ内の関数呼び出しを可能にします。動的リンク/共有ライブラリを純粋な Python でラップするために使うことができます。

16.15.1 ctypes チュートリアル

注意: このチュートリアルのコードサンプルは動作確認のために *doctest* を使います。コードサンプルの中には Linux、Windows、あるいは macOS 上で異なる動作をするものがあるため、サンプルのコメントに doctest 命令を入れてあります。

注意: いくつかのコードサンプルで ctypes の *c_int* 型を参照しています。`sizeof(long) == sizeof(int)` であるようなプラットフォームでは、この型は *c_long* のエイリアスです。そのため、*c_int* 型を想定しているときに *c_long* が表示されたとしても、混乱しないようにしてください --- 実際には同じ型なのです。

動的リンクライブラリをロードする

動的リンクライブラリをロードするために、*ctypes* は *cdll* をエクスポートします。Windows では *windll* と *oledll* オブジェクトをエクスポートします。

You load libraries by accessing them as attributes of these objects. *cdll* loads libraries which export functions using the standard `cdecl` calling convention, while *windll* libraries call functions using the `stdcall` calling convention. *oledll* also uses the `stdcall` calling convention, and assumes the functions return a Windows

HRESULT error code. The error code is used to automatically raise an *OSError* exception when the function call fails.

バージョン 3.3 で変更: Windows エラーは以前は *WindowsError* を送出していましたが、これは現在では *OSError* の別名になっています。

Windows 用の例ですが、msvcrt はほとんどの標準 C 関数が含まれている MS 標準 C ライブラリであり、cdecl 呼び出し規約を使うことに注意してください:

```
>>> from ctypes import *
>>> print(windll.kernel32)
<WinDLL 'kernel32', handle ... at ...>
>>> print(cdll.msvcrt)
<CDLL 'msvcrt', handle ... at ...>
>>> libc = cdll.msvcrt
>>>
```

Windows では通常の .dll ファイル拡張子を自動的に追加します。

注釈: cdll.msvcrt 経由で標準 C ライブラリにアクセスすると、Python が使用しているライブラリとは互換性のない可能性のある、古いバージョンのライブラリが使用されます。可能な場合には、ネイティブ Python の機能を使用するか、msvcrt モジュールをインポートして使用してください。

On Linux, it is required to specify the filename *including* the extension to load a library, so attribute access can not be used to load libraries. Either the *LoadLibrary()* method of the dll loaders should be used, or you should load the library by creating an instance of CDLL by calling the constructor:

```
>>> cdll.LoadLibrary("libc.so.6")
<CDLL 'libc.so.6', handle ... at ...>
>>> libc = CDLL("libc.so.6")
>>> libc
<CDLL 'libc.so.6', handle ... at ...>
>>>
```

ロードした dll から関数にアクセスする

dll オブジェクトの属性として関数にアクセスします:

```
>>> libc.printf
<_FuncPtr object at 0x...>
>>> print(windll.kernel32.GetModuleHandleA)
<_FuncPtr object at 0x...>
>>> print(windll.kernel32.MyOwnFunction)
Traceback (most recent call last):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "ctypes.py", line 239, in __getattr__
    func = _StdcallFuncPtr(name, self)
AttributeError: function 'MyOwnFunction' not found
>>>
```

kernel32 や user32 のような win32 システム dll は、多くの場合関数の UNICODE バージョンに加えて ANSI バージョンもエクスポートすることに注意してください。UNICODE バージョンは後ろに W が付いた名前でエクスポートされ、ANSI バージョンは A が付いた名前でエクスポートされます。与えられたモジュールの **モジュールハンドル** を返す win32 GetModuleHandle 関数は次のような C プロトタイプを持ちます。UNICODE バージョンが定義されているかどうかにより GetModuleHandle としてどちらか一つを公開するためにマクロが使われます:

```
/* ANSI version */
HMODULE GetModuleHandleA(LPCSTR lpModuleName);
/* UNICODE version */
HMODULE GetModuleHandleW(LPCWSTR lpModuleName);
```

windll は魔法を使ってどちらか一つを選ぶようなことはしません。GetModuleHandleA もしくは GetModuleHandleW を明示的に指定して必要とするバージョンにアクセスし、バイト列か文字列を使ってそれぞれ呼び出さなければなりません。

時には、dll が関数を "??2@YAPAXI@Z" のような Python 識別子として有効でない名前でエクスポートすることがあります。このような場合に関数を取り出すには、*getattr()* を使わなければなりません。:

```
>>> getattr(cdll.msvcrt, "??2@YAPAXI@Z")
<_FuncPtr object at 0x...>
>>>
```

Windows では、名前ではなく序数によって関数をエクスポートする dll もあります。こうした関数には序数を使って dll オブジェクトにインデックス指定することでアクセスします:

```
>>> cdll.kernel32[1]
<_FuncPtr object at 0x...>
>>> cdll.kernel32[0]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "ctypes.py", line 310, in __getitem__
    func = _StdcallFuncPtr(name, self)
AttributeError: function ordinal 0 not found
>>>
```

関数を呼び出す

You can call these functions like any other Python callable. This example uses the `rand()` function, which takes no arguments and returns a pseudo-random integer:

```
>>> print(libc.rand())
1804289383
```

On Windows, you can call the `GetModuleHandleA()` function, which returns a win32 module handle (passing `None` as single argument to call it with a `NULL` pointer):

```
>>> print(hex(windll.kernel32.GetModuleHandleA(None)))
0x1d000000
>>>
```

`cdecl` 呼び出し規約を使って `stdcall` 関数を呼び出したときには、*ValueError* が送出されます。逆の場合も同様です:

```
>>> cdll.kernel32.GetModuleHandleA(None)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: Procedure probably called with not enough arguments (4 bytes missing)
>>>

>>> windll.msvcrt.printf(b"spam")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: Procedure probably called with too many arguments (4 bytes in excess)
>>>
```

正しい呼び出し規約を知るためには、呼び出したい関数についての C ヘッダファイルもしくはドキュメントを見なければなりません。

Windows では、関数が無効な引数とともに呼び出された場合の一般保護例外によるクラッシュを防ぐために、*ctypes* は win32 構造化例外処理を使います:

```
>>> windll.kernel32.GetModuleHandleA(32)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
OSError: exception: access violation reading 0x00000020
>>>
```

しかしそれでも他に *ctypes* で Python がクラッシュする状況はあるので、どちらにせよ気を配るべきです。クラッシュのデバッグには、*faulthandler* モジュールが役に立つ場合があります (例えば、誤った C ライブラリ呼び出しによって引き起こされたセグメンテーション違反) 。

`None`, integers, bytes objects and (unicode) strings are the only native Python objects that can directly be

used as parameters in these function calls. None is passed as a C NULL pointer, bytes objects and strings are passed as pointer to the memory block that contains their data (char* or wchar_t*). Python integers are passed as the platform's default C int type, their value is masked to fit into the C type.

他のパラメータ型をもつ関数呼び出しに移る前に、*ctypes* データ型についてさらに学ぶ必要があります。

基本データ型

ctypes ではいくつもの C 互換のプリミティブなデータ型を定義しています:

ctypes の型	C の型	Python の型
c_bool	_Bool	bool (1)
c_char	char	1 文字のバイト列オブジェクト
c_wchar	wchar_t	1 文字の文字列
c_byte	char	int
c_ubyte	unsigned char	int
c_short	short	int
c_ushort	unsigned short	int
c_int	int	int
c_uint	unsigned int	int
c_long	long	int
c_ulong	unsigned long	int
c_longlong	__int64 または long long	int
c_ulonglong	unsigned __int64 または unsigned long long	int
c_size_t	size_t	int
c_ssize_t	ssize_t or Py_ssize_t	int
c_time_t	time_t	int
c_float	float	浮動小数点数
c_double	double	浮動小数点数
c_longdouble	long double	浮動小数点数
c_char_p	char* (NUL 終端)	バイト列オブジェクトまたは None
c_wchar_p	wchar_t* (NUL 終端)	文字列または None
c_void_p	void*	整数または None

(1) コンストラクタは任意のオブジェクトをその真偽値として受け取ります。

これら全ての型はその型を呼び出すことによって作成でき、オプションとして型と値が合っている初期化子を指定することができます:

```
>>> c_int()
c_long(0)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> c_wchar_p("Hello, World")
c_wchar_p(140018365411392)
>>> c_ushort(-3)
c_ushort(65533)
>>>
```

これらの型は変更可能であり、値を後で変更することもできます:

```
>>> i = c_int(42)
>>> print(i)
c_long(42)
>>> print(i.value)
42
>>> i.value = -99
>>> print(i.value)
-99
>>>
```

新しい値をポインタ型 *c_char_p*, *c_wchar_p* および *c_void_p* のインスタンスへ代入すると、変わるのは指している **メモリ位置** であって、メモリブロックの **内容ではありません** (これは当然で、なぜなら、Python バイト列オブジェクトは変更不可能だからです):

```
>>> s = "Hello, World"
>>> c_s = c_wchar_p(s)
>>> print(c_s)
c_wchar_p(139966785747344)
>>> print(c_s.value)
Hello World
>>> c_s.value = "Hi, there"
>>> print(c_s)              # the memory location has changed
c_wchar_p(139966783348904)
>>> print(c_s.value)
Hi, there
>>> print(s)                # first object is unchanged
Hello, World
>>>
```

しかし、変更可能なメモリを指すポインタであることを想定している関数へそれらを渡さないように注意すべきです。もし変更可能なメモリブロックが必要なら、ctypes には *create_string_buffer()* 関数があり、いろいろな方法で作成することできます。現在のメモリブロックの内容は `raw` プロパティを使ってアクセス (あるいは変更) することができます。もし現在のメモリブロックに NUL 終端文字列としてアクセスしたいなら、`value` プロパティを使ってください:

```
>>> from ctypes import *
>>> p = create_string_buffer(3)            # create a 3 byte buffer, initialized to NUL bytes
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> print(sizeof(p), repr(p.raw))
3 b'\x00\x00\x00'
>>> p = create_string_buffer(b"Hello")      # create a buffer containing a NUL terminated string
>>> print(sizeof(p), repr(p.raw))
6 b'Hello\x00'
>>> print(repr(p.value))
b'Hello'
>>> p = create_string_buffer(b"Hello", 10) # create a 10 byte buffer
>>> print(sizeof(p), repr(p.raw))
10 b'Hello\x00\x00\x00\x00\x00'
>>> p.value = b"Hi"
>>> print(sizeof(p), repr(p.raw))
10 b'Hi\x00lo\x00\x00\x00\x00\x00'
>>>
```

The *create_string_buffer()* function replaces the old `c_buffer()` function (which is still available as an alias). To create a mutable memory block containing unicode characters of the C type `wchar_t`, use the *create_unicode_buffer()* function.

続・関数を呼び出す

printf は *sys.stdout* では **なく** 、本物の標準出力チャンネルへプリントすることに注意してください。したがって、これらの例はコンソールプロンプトでのみ動作し、*IDLE* や *PythonWin* では動作しません。:

```
>>> printf = libc.printf
>>> printf(b"Hello, %s\n", b"World!")
Hello, World!
14
>>> printf(b"Hello, %S\n", "World!")
Hello, World!
14
>>> printf(b"%d bottles of beer\n", 42)
42 bottles of beer
19
>>> printf(b"%f bottles of beer\n", 42.5)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ctypes.ArgumentError: argument 2: TypeError: Don't know how to convert parameter 2
>>>
```

前に述べたように、必要な C のデータ型へ変換できるようにするためには、整数、文字列およびバイト列オブジェクトを除くすべての Python 型を対応する *ctypes* 型でラップしなければなりません:

```
>>> printf(b"An int %d, a double %f\n", 1234, c_double(3.14))
An int 1234, a double 3.140000
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
31
>>>
```

Calling variadic functions

On a lot of platforms calling variadic functions through ctypes is exactly the same as calling functions with a fixed number of parameters. On some platforms, and in particular ARM64 for Apple Platforms, the calling convention for variadic functions is different than that for regular functions.

On those platforms it is required to specify the *argtypes* attribute for the regular, non-variadic, function arguments:

```
libc.printf.argtypes = [ctypes.c_char_p]
```

Because specifying the attribute does not inhibit portability it is advised to always specify *argtypes* for all variadic functions.

自作のデータ型とともに関数を呼び出す

You can also customize *ctypes* argument conversion to allow instances of your own classes be used as function arguments. *ctypes* looks for an `_as_parameter_` attribute and uses this as the function argument. The attribute must be an integer, string, bytes, a *ctypes* instance, or an object with an `_as_parameter_` attribute:

```
>>> class Bottles:
...     def __init__(self, number):
...         self._as_parameter_ = number
...
>>> bottles = Bottles(42)
>>> printf(b"%d bottles of beer\n", bottles)
42 bottles of beer
19
>>>
```

If you don't want to store the instance's data in the `_as_parameter_` instance variable, you could define a *property* which makes the attribute available on request.

要求される引数の型を指定する (関数プロトタイプ)

It is possible to specify the required argument types of functions exported from DLLs by setting the *argtypes* attribute.

argtypes must be a sequence of C data types (the `printf()` function is probably not a good example here, because it takes a variable number and different types of parameters depending on the format string, on the other hand this is quite handy to experiment with this feature):

```
>>> printf.argtypes = [c_char_p, c_char_p, c_int, c_double]
>>> printf(b"String '%s', Int %d, Double %f\n", b"Hi", 10, 2.2)
String 'Hi', Int 10, Double 2.200000
37
>>>
```

(C の関数のプロトタイプのように) 書式を指定すると互換性のない引数型になるのを防ぎ、引数を有効な型へ変換しようとします。:

```
>>> printf(b"%d %d %d", 1, 2, 3)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ctypes.ArgumentError: argument 2: TypeError: 'int' object cannot be interpreted as ctypes.c_char_p
>>> printf(b"%s %d %f\n", b"X", 2, 3)
X 2 3.000000
13
>>>
```

If you have defined your own classes which you pass to function calls, you have to implement a *from_param()* class method for them to be able to use them in the *argtypes* sequence. The *from_param()* class method receives the Python object passed to the function call, it should do a typecheck or whatever is needed to make sure this object is acceptable, and then return the object itself, its `_as_parameter_` attribute, or whatever you want to pass as the C function argument in this case. Again, the result should be an integer, string, bytes, a *ctypes* instance, or an object with an `_as_parameter_` attribute.

戻り値の型

By default functions are assumed to return the C `int` type. Other return types can be specified by setting the *restype* attribute of the function object.

The C prototype of `time()` is `time_t time(time_t *)`. Because `time_t` might be of a different type than the default return type `int`, you should specify the `restype` attribute:

```
>>> libc.time.restype = c_time_t
```

The argument types can be specified using *argtypes*:

```
>>> libc.time.argtypes = (POINTER(c_time_t),)
```

To call the function with a `NULL` pointer as first argument, use `None`:

```
>>> print(libc.time(None))
1150640792
```

Here is a more advanced example, it uses the `strchr()` function, which expects a string pointer and a char, and returns a pointer to a string:

```
>>> strchr = libc.strchr
>>> strchr(b"abcdef", ord("d"))
8059983
>>> strchr.restype = c_char_p    # c_char_p is a pointer to a string
>>> strchr(b"abcdef", ord("d"))
b'def'
>>> print(strchr(b"abcdef", ord("x")))
None
>>>
```

If you want to avoid the *ord("x")* calls above, you can set the *argtypes* attribute, and the second argument will be converted from a single character Python bytes object into a C char:

```
>>> strchr.restype = c_char_p
>>> strchr.argtypes = [c_char_p, c_char]
>>> strchr(b"abcdef", b"d")
b'def'
>>> strchr(b"abcdef", b"def")
Traceback (most recent call last):
ctypes.ArgumentError: argument 2: TypeError: one character bytes, bytearray or integer expected
>>> print(strchr(b"abcdef", b"x"))
None
>>> strchr(b"abcdef", b"d")
b'def'
>>>
```

You can also use a callable Python object (a function or a class for example) as the *restype* attribute, if the foreign function returns an integer. The callable will be called with the *integer* the C function returns, and the result of this call will be used as the result of your function call. This is useful to check for error return values and automatically raise an exception:

```
>>> GetModuleHandle = windll.kernel32.GetModuleHandleA
>>> def ValidHandle(value):
...     if value == 0:
...         raise WinError()
...     return value
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...
>>>
>>> GetModuleHandle.restype = ValidHandle
>>> GetModuleHandle(None)
486539264
>>> GetModuleHandle("something silly")
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 3, in ValidHandle
OSError: [Errno 126] The specified module could not be found.
>>>
```

WinError はエラーコードの文字列表現を得るために Windows の FormatMessage() api を呼び出し、例外を **返す** 関数です。WinError はオプションでエラーコードパラメータを取ります。このパラメータが使われない場合は、エラーコードを取り出すために *GetLastError()* を呼び出します。

Please note that a much more powerful error checking mechanism is available through the *errcheck* attribute; see the reference manual for details.

ポインタを渡す (または、パラメータの参照渡し)

時には、C api 関数がパラメータのデータ型として **ポインタ** を想定していることがあります。おそらくパラメータと同一の場所に書き込むためか、もしくはそのデータが大きすぎて値渡しできない場合です。これは **パラメータの参照渡し** としても知られています。

ctypes は *byref()* 関数をエクスポートしており、パラメータを参照渡しするために使用します。*pointer()* 関数を使っても同じ効果が得られます。しかし、*pointer()* は本当のポインタオブジェクトを構築するためより多くの処理を行うことから、Python 側でポインタオブジェクト自体を必要としないならば *byref()* を使う方がより高速です。:

```
>>> i = c_int()
>>> f = c_float()
>>> s = create_string_buffer(b'\000' * 32)
>>> print(i.value, f.value, repr(s.value))
0 0.0 b''
>>> libc.sscanf(b"1 3.14 Hello", b"%d %f %s",
...             byref(i), byref(f), s)
3
>>> print(i.value, f.value, repr(s.value))
1 3.1400001049 b'Hello'
>>>
```

構造体と共用体

Structures and unions must derive from the *Structure* and *Union* base classes which are defined in the *ctypes* module. Each subclass must define a *_fields_* attribute. _fields_ must be a list of *2-tuples*, containing a *field name* and a *field type*.

フィールド型は *c_int* か他の *ctypes* 型 (構造体、共用体、配列、ポインタ) から派生した *ctypes* 型である必要があります。

以下は、x と y という名前の二つの整数からなる簡単な POINT 構造体の例です。コンストラクタで構造体を初期化する方法も説明しています:

```
>>> from ctypes import *
>>> class POINT(Structure):
...     _fields_ = [("x", c_int),
...                 ("y", c_int)]
...
>>> point = POINT(10, 20)
>>> print(point.x, point.y)
10 20
>>> point = POINT(y=5)
>>> print(point.x, point.y)
0 5
>>> POINT(1, 2, 3)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: too many initializers
>>>
```

しかし、もっと複雑な構造体を構築することもできます。ある構造体は、他の構造体をフィールド型として使うことで、他の構造体を含むことができます。

upperleft と *lowerright* という名前の二つの POINT を持つ RECT 構造体です。:

```
>>> class RECT(Structure):
...     _fields_ = [("upperleft", POINT),
...                 ("lowerright", POINT)]
...
>>> rc = RECT(point)
>>> print(rc.upperleft.x, rc.upperleft.y)
0 5
>>> print(rc.lowerright.x, rc.lowerright.y)
0 0
>>>
```

入れ子になった構造体はいくつかの方法を用いてコンストラクタで初期化することができます。:

```
>>> r = RECT(POINT(1, 2), POINT(3, 4))
>>> r = RECT((1, 2), (3, 4))
```

フィールド *descriptor* (記述子) は **クラス** から取り出せます。デバッグするときに役に立つ情報を得ることができます:

```
>>> print(POINT.x)
<Field type=c_long, ofs=0, size=4>
>>> print(POINT.y)
<Field type=c_long, ofs=4, size=4>
>>>
```

警告: *ctypes* では、ビットフィールドのある共用体や構造体の関数への値渡しはサポートしていません。これは 32-bit の x86 環境では動くかもしれませんが、このライブラリでは一般の場合に動作することは保証していません。

Structure/union layout, alignment and byte order

By default, Structure and Union fields are laid out in the same way the C compiler does it. It is possible to override this behavior entirely by specifying a *_layout_* class attribute in the subclass definition; see the attribute documentation for details.

It is possible to specify the maximum alignment for the fields by setting the *_pack_* class attribute to a positive integer. This matches what `#pragma pack(n)` does in MSVC.

It is also possible to set a minimum alignment for how the subclass itself is packed in the same way `#pragma align(n)` works in MSVC. This can be achieved by specifying a :*_align_* class attribute in the subclass definition.

ctypes は Structure と Union に対してネイティブのバイトオーダーを使います。ネイティブではないバイトオーダーの構造体を作成するには、*BigEndianStructure*, *LittleEndianStructure*, *BigEndianUnion* および *LittleEndianUnion* ベースクラスの中の一つを使います。これらのクラスにポインタフィールドを持たせることはできません。

構造体と共用体におけるビットフィールド

It is possible to create structures and unions containing bit fields. Bit fields are only possible for integer fields, the bit width is specified as the third item in the *_fields_* tuples:

```
>>> class Int(Structure):
...     _fields_ = [("first_16", c_int, 16),
...                 ("second_16", c_int, 16)]
...
>>> print(Int.first_16)
<Field type=c_long, ofs=0:0, bits=16>
>>> print(Int.second_16)
<Field type=c_long, ofs=0:16, bits=16>
>>>
```

配列

配列 (Array) はシーケンスであり、決まった数の同じ型のインスタンスを持ちます。

推奨されている配列の作成方法はデータ型に正の整数を掛けることです。:

```
TenPointsArrayType = POINT * 10
```

ややわざとらしいデータ型の例になりますが、他のものに混ざって 4 個の POINT がある構造体です:

```
>>> from ctypes import *
>>> class POINT(Structure):
...     _fields_ = ("x", c_int), ("y", c_int)
...
>>> class MyStruct(Structure):
...     _fields_ = [("a", c_int),
...                 ("b", c_float),
...                 ("point_array", POINT * 4)]
>>>
>>> print(len(MyStruct().point_array))
4
>>>
```

インスタンスはクラスを呼び出す通常の方法で作成します。:

```
arr = TenPointsArrayType()
for pt in arr:
    print(pt.x, pt.y)
```

上記のコードは ０ ０ という行が並んだものを表示します。配列の要素がゼロで初期化されているためです。

正しい型の初期化子を指定することもできます。:

```
>>> from ctypes import *
>>> TenIntegers = c_int * 10
>>> ii = TenIntegers(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10)
>>> print(ii)
<c_long_Array_10 object at 0x...>
>>> for i in ii: print(i, end=" ")
...
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
>>>
```

ポインタ

ポインタのインスタンスは *ctypes* 型に対して *pointer()* 関数を呼び出して作成します。:

```
>>> from ctypes import *
>>> i = c_int(42)
>>> pi = pointer(i)
>>>
```

次のように、ポインタインスタンスは、ポインタが指すオブジェクト (上の例では `i`) を返す *contents* 属性を持ちます:

```
>>> pi.contents
c_long(42)
>>>
```

ctypes は OOR (original object return 、元のオブジェクトを返すこと) ではないことに注意してください。属性を取り出す度に、新しい同等のオブジェクトを作成しているのです。:

```
>>> pi.contents is i
False
>>> pi.contents is pi.contents
False
>>>
```

別の *c_int* インスタンスがポインタの contents 属性に代入されると、これが記憶されているメモリ位置を指すポインタに変化します。:

```
>>> i = c_int(99)
>>> pi.contents = i
>>> pi.contents
c_long(99)
>>>
```

ポインタインスタンスは整数でインデックス指定することもできます。:

```
>>> pi[0]
99
>>>
```

整数インデックスへ代入するとポインタが指す値が変更されます。:

```
>>> print(i)
c_long(99)
>>> pi[0] = 22
>>> print(i)
c_long(22)
>>>
```

0 ではないインデックスを使うこともできますが、C の場合と同じように自分が何をしているかを理解している必要があります。任意のメモリ位置にアクセスもしくは変更できるのです。一般的にこの機能を使うのは、C 関数からポインタを受け取り、そのポインタが単一の要素ではなく実際に配列を指していると **分かっている** 場合だけです。

舞台裏では、*pointer()* 関数は単にポインタインスタンスを作成するという以上のことを行っています。はじめにポインタ **型** を作成する必要があります。これは任意の *ctypes* 型を受け取る *POINTER()* 関数を使って行われ、新しい型を返します:

```
>>> PI = POINTER(c_int)
>>> PI
<class 'ctypes.LP_c_long'>
>>> PI(42)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: expected c_long instead of int
>>> PI(c_int(42))
<ctypes.LP_c_long object at 0x...>
>>>
```

ポインタ型を引数なしで呼び出すと NULL ポインタを作成します。NULL ポインタは False ブール値を持っています。:

```
>>> null_ptr = POINTER(c_int)()
>>> print(bool(null_ptr))
False
>>>
```

ctypes はポインタの指す値を取り出すときに NULL かどうかを調べます (しかし、NULL でない不正なポインタの指す値の取り出す行為は Python をクラッシュさせるでしょう)。:

```
>>> null_ptr[0]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Traceback (most recent call last):
    ....
ValueError: NULL pointer access
>>>

>>> null_ptr[0] = 1234
Traceback (most recent call last):
    ....
ValueError: NULL pointer access
>>>
```

型変換

Usually, ctypes does strict type checking. This means, if you have `POINTER(c_int)` in the *argtypes* list of a function or as the type of a member field in a structure definition, only instances of exactly the same type are accepted. There are some exceptions to this rule, where ctypes accepts other objects. For example, you can pass compatible array instances instead of pointer types. So, for `POINTER(c_int)`, ctypes accepts an array of c_int:

```
>>> class Bar(Structure):
...     _fields_ = [("count", c_int), ("values", POINTER(c_int))]
...
>>> bar = Bar()
>>> bar.values = (c_int * 3)(1, 2, 3)
>>> bar.count = 3
>>> for i in range(bar.count):
...     print(bar.values[i])
...
1
2
3
>>>
```

In addition, if a function argument is explicitly declared to be a pointer type (such as `POINTER(c_int)`) in *argtypes*, an object of the pointed type (`c_int` in this case) can be passed to the function. ctypes will apply the required *byref()* conversion in this case automatically.

POINTER 型フィールドを `NULL` に設定するために、`None` を代入してもかまいません。:

```
>>> bar.values = None
>>>
```

時には、非互換な型のインスタンスであることもあります。C では、ある型を他の型へキャストすることができます。*ctypes* は同じやり方で使える *cast()* 関数を提供しています。上で定義した `Bar` 構造体は `POINTER(c_int)` ポインタまたは *c_int* 配列を `values` フィールドに対して受け取り、他の型のインスタンスは受け取りません:

```
>>> bar.values = (c_byte * 4)()
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: incompatible types, c_byte_Array_4 instance instead of LP_c_long instance
>>>
```

このような場合には、*cast()* 関数が便利です。

cast() 関数は ctypes インスタンスを異なる ctypes データ型を指すポインタへキャストするために使えます。*cast()* は二つのパラメータ、ある種のポインタかそのポインタへ変換できる ctypes オブジェクトと、ctypes ポインタ型を取ります。そして、第二引数のインスタンスを返します。このインスタンスは第一引数と同じメモリブロックを参照しています:

```
>>> a = (c_byte * 4)()
>>> cast(a, POINTER(c_int))
<ctypes.LP_c_long object at ...>
>>>
```

したがって、*cast()* を Bar 構造体の values フィールドへ代入するために使うことができます:

```
>>> bar = Bar()
>>> bar.values = cast((c_byte * 4)(), POINTER(c_int))
>>> print(bar.values[0])
0
>>>
```

不完全型

不完全型 はメンバーがまだ指定されていない構造体、共用体もしくは配列です。C では、前方宣言により指定され、後で定義されます。:

```
struct cell; /* forward declaration */

struct cell {
    char *name;
    struct cell *next;
};
```

ctypes コードへの直接的な変換ではこうなるでしょう。しかし、動作しません:

```
>>> class cell(Structure):
...     _fields_ = [("name", c_char_p),
...                 ("next", POINTER(cell))]
...
Traceback (most recent call last):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 2, in cell
NameError: name 'cell' is not defined
>>>
```

because the new `class cell` is not available in the class statement itself. In *ctypes*, we can define the `cell` class and set the *_fields_* attribute later, after the class statement:

```
>>> from ctypes import *
>>> class cell(Structure):
...     pass
...
>>> cell._fields_ = [("name", c_char_p),
...                  ("next", POINTER(cell))]
>>>
```

試してみましょう。`cell` のインスタンスを二つ作り、互いに参照し合うようにします。最後に、つながったポインタを何度かたどります。:

```
>>> c1 = cell()
>>> c1.name = b"foo"
>>> c2 = cell()
>>> c2.name = b"bar"
>>> c1.next = pointer(c2)
>>> c2.next = pointer(c1)
>>> p = c1
>>> for i in range(8):
...     print(p.name, end=" ")
...     p = p.next[0]
...
foo bar foo bar foo bar foo bar
>>>
```

コールバック関数

ctypes は C の呼び出し可能な関数ポインタを Python 呼び出し可能オブジェクトから作成できるようにします。これらは **コールバック関数** と呼ばれることがあります。

最初に、コールバック関数のためのクラスを作る必要があります。そのクラスには呼び出し規約、戻り値の型およびこの関数が受け取る引数の数と型についての情報があります。

CFUNCTYPE() ファクトリ関数は通常の `cdecl` 呼び出し規約を用いてコールバック関数のための型を作成します。Windows では、*WINFUNCTYPE()* ファクトリ関数が `stdcall` 呼び出し規約を用いてコールバック関数の型を作成します。

これらのファクトリ関数はともに最初の引数に戻り値の型、残りの引数としてコールバック関数が想定する引数の型を渡して呼び出されます。

I will present an example here which uses the standard C library's `qsort()` function, that is used to sort items with the help of a callback function. `qsort()` will be used to sort an array of integers:

```
>>> IntArray5 = c_int * 5
>>> ia = IntArray5(5, 1, 7, 33, 99)
>>> qsort = libc.qsort
>>> qsort.restype = None
>>>
```

`qsort()` must be called with a pointer to the data to sort, the number of items in the data array, the size of one item, and a pointer to the comparison function, the callback. The callback will then be called with two pointers to items, and it must return a negative integer if the first item is smaller than the second, a zero if they are equal, and a positive integer otherwise.

コールバック関数は整数へのポインタを受け取り、整数を返す必要があります。まず、コールバック関数のための type を作成します。:

```
>>> CMPFUNC = CFUNCTYPE(c_int, POINTER(c_int), POINTER(c_int))
>>>
```

まず初めに、これが受け取った変数を表示するだけのシンプルなコールバックです:

```
>>> def py_cmp_func(a, b):
...     print("py_cmp_func", a[0], b[0])
...     return 0
...
>>> cmp_func = CMPFUNC(py_cmp_func)
>>>
```

結果は以下の通りです:

```
>>> qsort(ia, len(ia), sizeof(c_int), cmp_func)
py_cmp_func 5 1
py_cmp_func 33 99
py_cmp_func 7 33
py_cmp_func 5 7
py_cmp_func 1 7
>>>
```

ここで 2 つの要素を実際に比較し、役に立つ結果を返します:

```
>>> def py_cmp_func(a, b):
...     print("py_cmp_func", a[0], b[0])
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     return a[0] - b[0]
...
>>>
>>> qsort(ia, len(ia), sizeof(c_int), CMPFUNC(py_cmp_func))
py_cmp_func 5 1
py_cmp_func 33 99
py_cmp_func 7 33
py_cmp_func 1 7
py_cmp_func 5 7
>>>
```

簡単に確認できるように、配列を次のようにソートしました:

```
>>> for i in ia: print(i, end=" ")
...
1 5 7 33 99
>>>
```

関数ファクトリはデコレータファクトリとしても使えるので、次のようにも書けます:

```
>>> @CFUNCTYPE(c_int, POINTER(c_int), POINTER(c_int))
... def py_cmp_func(a, b):
...     print("py_cmp_func", a[0], b[0])
...     return a[0] - b[0]
...
>>> qsort(ia, len(ia), sizeof(c_int), py_cmp_func)
py_cmp_func 5 1
py_cmp_func 33 99
py_cmp_func 7 33
py_cmp_func 1 7
py_cmp_func 5 7
>>>
```

注釈: C コードから *CFUNCTYPE()* オブジェクトが使用される限り、そのオブジェクトへの参照を確実に保持してください。*ctypes* は参照を保持しないため、あなたが参照を保持しないと、オブジェクトはガベージコレクションの対象となり、コールバックが行われたときにプログラムをクラッシュさせる場合があります。

同様に、コールバック関数が Python の管理外 (例えば、コールバックを呼び出す外部のコード) で作られたスレッドで呼び出された場合、ctypes は全ての呼び出しごとに新しいダミーの Python スレッドを作成することに注意してください。この動作はほとんどの目的に対して正しいものですが、同じ C スレッドからの呼び出しだったとしても、*threading.local* で格納された値は異なるコールバックをまたいで生存は **しません** 。

---

dll からエクスポートされた値へアクセスする

Some shared libraries not only export functions, they also export variables. An example in the Python library itself is the `Py_Version`, Python runtime version number encoded in a single constant integer.

ctypes can access values like this with the *in_dll()* class methods of the type. *pythonapi* is a predefined symbol giving access to the Python C api:

```
>>> version = ctypes.c_int.in_dll(ctypes.pythonapi, "Py_Version")
>>> print(hex(version.value))
0x30c00a0
```

ポインタの使い方を説明する拡張例では、Python がエクスポートする `PyImport_FrozenModules` ポインタにアクセスします。

この値のドキュメントから引用すると:

> このポインタは `_frozen` のレコードからなり、終端の要素のメンバが `NULL` かゼロになっているような配列を指すよう初期化されます。フリーズされたモジュールをインポートするとき、このテーブルを検索します。サードパーティ製のコードからこのポインタに仕掛けを講じて、動的に生成されたフリーズ化モジュールの集合を提供するようにできます。

これで、このポインタを操作することが役に立つことを証明できるでしょう。例の大きさを制限するために、このテーブルを *ctypes* を使って読む方法だけを示します。:

```
>>> from ctypes import *
>>>
>>> class struct_frozen(Structure):
...     _fields_ = [("name", c_char_p),
...                 ("code", POINTER(c_ubyte)),
...                 ("size", c_int),
...                 ("get_code", POINTER(c_ubyte)),  # Function pointer
...                ]
...
>>>
```

私たちは `_frozen` データ型を定義済みなので、このテーブルを指すポインタを得ることができます。:

```
>>> FrozenTable = POINTER(struct_frozen)
>>> table = FrozenTable.in_dll(pythonapi, "_PyImport_FrozenBootstrap")
>>>
```

`table` が `struct_frozen` レコードの配列への `pointer` なので、その配列に対して反復処理を行えます。しかし、ループが確実に終了するようにする必要があります。なぜなら、ポインタに大きさの情報がないからです。遅かれ早かれ、アクセス違反か何かでクラッシュすることになるでしょう。`NULL` エントリに達したときはループを抜ける方が良いです:

```
>>> for item in table:
...     if item.name is None:
...         break
...     print(item.name.decode("ascii"), item.size)
...
_frozen_importlib 31764
_frozen_importlib_external 41499
zipimport 12345
>>>
```

標準 Python はフローズンモジュールとフローズンパッケージ (負の size メンバーで表されています) を持っているという事実はあまり知られておらず、テストにだけ使われています。例えば、import __hello__ を試してみてください。

びっくり仰天

There are some edges in *ctypes* where you might expect something other than what actually happens.

次に示す例について考えてみてください。:

```
>>> from ctypes import *
>>> class POINT(Structure):
...     _fields_ = ("x", c_int), ("y", c_int)
...
>>> class RECT(Structure):
...     _fields_ = ("a", POINT), ("b", POINT)
...
>>> p1 = POINT(1, 2)
>>> p2 = POINT(3, 4)
>>> rc = RECT(p1, p2)
>>> print(rc.a.x, rc.a.y, rc.b.x, rc.b.y)
1 2 3 4
>>> # now swap the two points
>>> rc.a, rc.b = rc.b, rc.a
>>> print(rc.a.x, rc.a.y, rc.b.x, rc.b.y)
3 4 3 4
>>>
```

うーん、最後の文に 3 4 1 2 と表示されることを期待していたはずです。何が起きたのでしょうか? 上の行の rc.a, rc.b = rc.b, rc.a の各段階はこのようになります。:

```
>>> temp0, temp1 = rc.b, rc.a
>>> rc.a = temp0
>>> rc.b = temp1
>>>
```

temp0 と temp1 は前記の rc オブジェクトの内部バッファでまだ使われているオブジェクトです。したがって、

`rc.a = temp0` を実行すると `temp0` のバッファ内容が `rc` のバッファへコピーされます。さらに、これは `temp1` の内容を変更します。そのため、最後の代入 `rc.b = temp1` は、期待する結果にはならないのです。

Structure 、Union および Array のサブオブジェクトを取り出しても、そのサブオブジェクトが **コピー** されるわけではなく、ルートオブジェクトの内部バッファにアクセスするラッパーオブジェクトを取り出すことを覚えておいてください。

期待とは違う振る舞いをする別の例はこれです:

```
>>> s = c_char_p()
>>> s.value = b"abc def ghi"
>>> s.value
b'abc def ghi'
>>> s.value is s.value
False
>>>
```

注釈: *c_char_p* からインスタンス化されたオブジェクトは、bytes または整数に設定された値しか持てません。

なぜ `False` と表示されるのでしょうか? ctypes インスタンスはメモリと、メモリの内容にアクセスするいくつかの *descriptor* (記述子) を含むオブジェクトです。メモリブロックに Python オブジェクトを保存してもオブジェクト自身が保存される訳ではなく、オブジェクトの `contents` が保存されます。その contents に再アクセスすると新しい Python オブジェクトがその度に作られます。

可変サイズのデータ型

ctypes は可変サイズの配列と構造体をサポートしています。

resize() 関数は既存の ctypes オブジェクトのメモリバッファのサイズを変更したい場合に使えます。この関数は第一引数にオブジェクト、第二引数に要求されたサイズをバイト単位で指定します。メモリブロックはオブジェクト型で指定される通常のメモリブロックより小さくすることはできません。これをやろうとすると、*ValueError* が送出されます。:

```
>>> short_array = (c_short * 4)()
>>> print(sizeof(short_array))
8
>>> resize(short_array, 4)
Traceback (most recent call last):
    ...
ValueError: minimum size is 8
>>> resize(short_array, 32)
>>> sizeof(short_array)
32
>>> sizeof(type(short_array))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
8
>>>
```

これはこれで上手くいっていますが、この配列の追加した要素へどうやってアクセスするのでしょうか? この型は要素の数が 4 個であるとまだ認識しているので、他の要素にアクセスするとエラーになります。:

```
>>> short_array[:]
[0, 0, 0, 0]
>>> short_array[7]
Traceback (most recent call last):
    ...
IndexError: invalid index
>>>
```

ctypes で可変サイズのデータ型を使うもう一つの方法は、必要なサイズが分かった後に Python の動的性質を使って一つ一つデータ型を (再) 定義することです。

16.15.2 ctypes リファレンス

共有ライブラリを見つける

コンパイルされる言語でプログラミングしている場合、共有ライブラリはプログラムをコンパイル/リンクしているときと、そのプログラムが動作しているときにアクセスされます。

The purpose of the *find_library()* function is to locate a library in a way similar to what the compiler or runtime loader does (on platforms with several versions of a shared library the most recent should be loaded), while the ctypes library loaders act like when a program is run, and call the runtime loader directly.

The `ctypes.util` module provides a function which can help to determine the library to load.

`ctypes.util.find_library`(*name*)

ライブラリを見つけてパス名を返そうと試みます。*name* は `lib` のような接頭辞、`.so`, `.dylib` のような接尾辞、あるいは、バージョン番号が何も付いていないライブラリの名前です (これは posix リンカのオプション `-l` に使われている形式です)。ライブラリが見つからないときは `None` を返します。

厳密な機能はシステムに依存します。

On Linux, *find_library()* tries to run external programs (`/sbin/ldconfig`, `gcc`, `objdump` and `ld`) to find the library file. It returns the filename of the library file.

バージョン 3.6 で変更: Linux では、ライブラリを検索する際に、他の方法でライブラリが見つけられない場合は、`LD_LIBRARY_PATH` 環境変数の値が使われます

ここに例があります:

```
>>> from ctypes.util import find_library
>>> find_library("m")
'libm.so.6'
>>> find_library("c")
'libc.so.6'
>>> find_library("bz2")
'libbz2.so.1.0'
>>>
```

On macOS and Android, *find_library()* uses the system's standard naming schemes and paths to locate the library, and returns a full pathname if successful:

```
>>> from ctypes.util import find_library
>>> find_library("c")
'/usr/lib/libc.dylib'
>>> find_library("m")
'/usr/lib/libm.dylib'
>>> find_library("bz2")
'/usr/lib/libbz2.dylib'
>>> find_library("AGL")
'/System/Library/Frameworks/AGL.framework/AGL'
>>>
```

On Windows, *find_library()* searches along the system search path, and returns the full pathname, but since there is no predefined naming scheme a call like `find_library("c")` will fail and return `None`.

If wrapping a shared library with *ctypes*, it *may* be better to determine the shared library name at development time, and hardcode that into the wrapper module instead of using *find_library()* to locate the library at runtime.

共有ライブラリをロードする

共有ライブラリを Python プロセスへロードする方法はいくつかあります。一つの方法は下記のクラスの一つをインスタンス化することです:

class ctypes.CDLL(*name*, *mode=DEFAULT_MODE*, *handle=None*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*, *winmode=None*)

このクラスのインスタンスはロードされた共有ライブラリをあらわします。これらのライブラリの関数は標準 C 呼び出し規約を使用し、`int` を返すと仮定されます。

On Windows creating a *CDLL* instance may fail even if the DLL name exists. When a dependent DLL of the loaded DLL is not found, a *OSError* error is raised with the message *"[WinError 126] The specified module could not be found"*. This error message does not contain the name of the missing DLL because the Windows API does not return this information making this error hard to diagnose. To resolve this error and determine which DLL is not found, you need to find the list of dependent

DLLs and determine which one is not found using Windows debugging and tracing tools.

バージョン 3.12 で変更: The *name* parameter can now be a *path-like object*.

参考:

Microsoft DUMPBIN tool -- A tool to find DLL dependents.

class ctypes.**OleDLL**(*name*, *mode=DEFAULT_MODE*, *handle=None*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*, *winmode=None*)

Windows 用: このクラスのインスタンスはロードされた共有ライブラリをあらわします。これらのライブラリの関数は `stdcall` 呼び出し規約を使用し、windows 固有の *HRESULT* コードを返すと仮定されます。*HRESULT* 値には関数呼び出しが失敗したのか成功したのかを特定する情報とともに、補足のエラーコードが含まれます。戻り値が失敗を知らせたならば、*OSError* が自動的に送出されます。

バージョン 3.3 で変更: *WindowsError* used to be raised, which is now an alias of *OSError*.

バージョン 3.12 で変更: The *name* parameter can now be a *path-like object*.

class ctypes.**WinDLL**(*name*, *mode=DEFAULT_MODE*, *handle=None*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*, *winmode=None*)

Windows 用: このクラスのインスタンスはロードされた共有ライブラリをあらわします。これらのライブラリの関数は `stdcall` 呼び出し規約を使用し、デフォルトでは `int` を返すと仮定されます。

バージョン 3.12 で変更: The *name* parameter can now be a *path-like object*.

これらのライブラリがエクスポートするどの関数でも呼び出す前に Python *global interpreter lock* は解放され、後でまた獲得されます。

class ctypes.**PyDLL**(*name*, *mode=DEFAULT_MODE*, *handle=None*)

Python GIL が関数呼び出しの間解放 **されず** 、関数実行の後に Python エラーフラグがチェックされるということを除けば、このクラスのインスタンスは *CDLL* インスタンスのように振る舞います。エラーフラグがセットされた場合、Python 例外が送出されます。

要するに、これは Python C api 関数を直接呼び出すのに便利だというだけです。

バージョン 3.12 で変更: The *name* parameter can now be a *path-like object*.

All these classes can be instantiated by calling them with at least one argument, the pathname of the shared library. If you have an existing handle to an already loaded shared library, it can be passed as the `handle` named parameter, otherwise the underlying platform's `dlopen()` or `LoadLibrary()` function is used to load the library into the process, and to get a handle to it.

mode パラメータを使うと、ライブラリがどうやってロードされたかを特定できます。詳細は *dlopen(3)* マニュアルページを参考にしてください。Windows では *mode* は無視されます。POSIX システムでは RTLD_NOW が常に追加され、設定変更はできません。

The *use_errno* parameter, when set to true, enables a ctypes mechanism that allows accessing the system *errno* error number in a safe way. *ctypes* maintains a thread-local copy of the system's *errno* variable; if you call foreign functions created with `use_errno=True` then the *errno* value before the function call is swapped with the ctypes private copy, the same happens immediately after the function call.

ctypes.get_errno() 関数は ctypes のプライベートコピーの値を返します。そして、*ctypes.set_errno()* 関数は ctypes のプライベートコピーを置き換え、以前の値を返します。

The *use_last_error* parameter, when set to true, enables the same mechanism for the Windows error code which is managed by the *GetLastError()* and `SetLastError()` Windows API functions; *ctypes.get_last_error()* and *ctypes.set_last_error()* are used to request and change the ctypes private copy of the windows error code.

The *winmode* parameter is used on Windows to specify how the library is loaded (since *mode* is ignored). It takes any value that is valid for the Win32 API `LoadLibraryEx` flags parameter. When omitted, the default is to use the flags that result in the most secure DLL load, which avoids issues such as DLL hijacking. Passing the full path to the DLL is the safest way to ensure the correct library and dependencies are loaded.

バージョン 3.8 で変更: *winmode* 引数が追加されました。

`ctypes.RTLD_GLOBAL`

mode パラメータとして使うフラグ。このフラグが利用できないプラットフォームでは、整数のゼロと定義されています。

`ctypes.RTLD_LOCAL`

mode パラメータとして使うフラグ。これが利用できないプラットフォームでは、*RTLD_GLOBAL* と同様です。

`ctypes.DEFAULT_MODE`

共有ライブラリをロードするために使われるデフォルトモード。OSX 10.3 では *RTLD_GLOBAL* であり、そうでなければ *RTLD_LOCAL* と同じです。

これらのクラスのインスタンスには公開メソッドはありません。共有ライブラリからエクスポートされた関数は、属性として、もしくは添字でアクセスできます。属性を通した関数へのアクセスは結果がキャッシュされ、従って繰り返しアクセスされると毎回同じオブジェクトを返すことに注意してください。それとは反対に、添字を通したアクセスは毎回新しいオブジェクトを返します:

```
>>> from ctypes import CDLL
>>> libc = CDLL("libc.so.6")  # On Linux
>>> libc.time == libc.time
True
>>> libc['time'] == libc['time']
False
```

次に述べる公開属性が利用できます。それらの名前はエクスポートされた関数名に衝突しないように下線で始ま

ります。:

PyDLL._handle

ライブラリへのアクセスに用いられるシステムハンドル。

PyDLL._name

コンストラクタに渡されたライブラリの名前。

Shared libraries can also be loaded by using one of the prefabricated objects, which are instances of the *LibraryLoader* class, either by calling the *LoadLibrary()* method, or by retrieving the library as attribute of the loader instance.

class ctypes.LibraryLoader(*dlltype*)

共有ライブラリをロードするクラス。*dlltype* は *CDLL* 、*PyDLL* 、*WinDLL* もしくは *OleDLL* 型の一つであるべきです。

__getattr__() has special behavior: It allows loading a shared library by accessing it as attribute of a library loader instance. The result is cached, so repeated attribute accesses return the same library each time.

LoadLibrary(*name*)

共有ライブラリをプロセスへロードし、それを返します。このメソッドはライブラリの新しいインスタンスを常に返します。

これらの前もって作られたライブラリローダーを利用することができます。:

ctypes.cdll

CDLL インスタンスを作ります。

ctypes.windll

Windows 用: *WinDLL* インスタンスを作ります。

ctypes.oledll

Windows 用: *OleDLL* インスタンスを作ります。

ctypes.pydll

PyDLL インスタンスを作ります。

C Python api に直接アクセスするために、すぐに使用できる Python 共有ライブラリオブジェクトが次のように用意されています。

ctypes.pythonapi

An instance of *PyDLL* that exposes Python C API functions as attributes. Note that all these functions are assumed to return C int, which is of course not always the truth, so you have to assign the correct restype attribute to use these functions.

引数 name を指定して 監査イベント ctypes.dlopen を送出します。

引数 library, name を指定して 監査イベント ctypes.dlsym を送出します。

引数 handle, name を指定して 監査イベント ctypes.dlsym/handle を送出します。

外部関数

前節で説明した通り、外部関数はロードされた共有ライブラリの属性としてアクセスできます。デフォルトではこの方法で作成された関数オブジェクトはどんな数の引数でも受け取り、引数としてどんな ctypes データのインスタンスをも受け取り、そして、ライブラリローダーが指定したデフォルトの結果の値の型を返します。関数オブジェクトはプライベートクラスのインスタンスです。:

class ctypes._FuncPtr

C の呼び出し可能外部関数のためのベースクラス。

外部関数のインスタンスも C 互換データ型です。それらは C の関数ポインタを表しています。

この振る舞いは外部関数オブジェクトの特別な属性に代入することによって、カスタマイズすることができます。

restype

外部関数の結果の型を指定するために ctypes 型を代入する。何も返さない関数を表す void に対しては None を使います。

It is possible to assign a callable Python object that is not a ctypes type, in this case the function is assumed to return a C int, and the callable will be called with this integer, allowing further processing or error checking. Using this is deprecated, for more flexible post processing or error checking use a ctypes data type as **restype** and assign a callable to the *errcheck* attribute.

argtypes

関数が受け取る引数の型を指定するために ctypes 型のタプルを代入します。stdcall 呼び出し規約を使う関数はこのタプルの長さと同じ数の引数で呼び出されます。C 呼び出し規約を使う関数は、追加の不特定の引数も取ります。

When a foreign function is called, each actual argument is passed to the *from_param()* class method of the items in the *argtypes* tuple, this method allows adapting the actual argument to an object that the foreign function accepts. For example, a *c_char_p* item in the *argtypes* tuple will convert a string passed as argument into a bytes object using ctypes conversion rules.

New: It is now possible to put items in argtypes which are not ctypes types, but each item must have a *from_param()* method which returns a value usable as argument (integer, string, ctypes instance). This allows defining adapters that can adapt custom objects as function parameters.

errcheck

Python 関数または他の呼び出し可能オブジェクトをこの属性に代入します。呼び出し可能オブジェクトは三つ以上の引数とともに呼び出されます。

callable(*result*, *func*, *arguments*)

result is what the foreign function returns, as specified by the **restype** attribute.

func は外部関数オブジェクト自身で、これにより複数の関数の処理結果をチェックまたは後処理するために、同じ呼び出し可能オブジェクトを再利用できるようになります。

arguments は関数呼び出しに最初に渡されたパラメータが入ったタプルです。これにより使われた引数に基づいた特別な振る舞いをさせることができるようになります。

この関数が返すオブジェクトは外部関数呼び出しから返された値でしょう。しかし、戻り値をチェックして、外部関数呼び出しが失敗しているなら例外を送出させることもできます。

exception ctypes.ArgumentError

この例外は外部関数呼び出しが渡された引数を変換できなかったときに送出されます。

On Windows, when a foreign function call raises a system exception (for example, due to an access violation), it will be captured and replaced with a suitable Python exception. Further, an auditing event **ctypes.set_exception** with argument **code** will be raised, allowing an audit hook to replace the exception with its own.

引数 **func_pointer**, **arguments** を指定して 監査イベント **ctypes.call_function** を送出します。

関数プロトタイプ

外部関数は関数プロトタイプをインスタンス化することによって作成されます。関数プロトタイプは C の関数プロトタイプと似ています。実装は定義せずに、関数 (返り値の型、引数の型、呼び出し規約) を記述します。ファクトリ関数は、その関数に要求される返り値の型と引数の型とともに呼び出されます。そしてこの関数はデコレータファクトリとしても使え、**@wrapper** 構文で他の関数に適用できます。例については コールバック関数 を参照してください。

ctypes.CFUNCTYPE(*restype*, **argtypes*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*)

返された関数プロトタイプは標準 C 呼び出し規約をつかう関数を作成します。関数は呼び出されている間 GIL を解放します。*use_errno* が真に設定されれば、呼び出しの前後で System 変数 *errno* の ctypes プライベートコピーは本当の *errno* の値と交換されます。*use_last_error* も Windows エラーコードに対するのと同様です。

ctypes.WINFUNCTYPE(*restype*, **argtypes*, *use_errno=False*, *use_last_error=False*)

Windows のみ: 返された関数プロトタイプは **stdcall** 呼び出し規約を使う関数を作成します。関数は呼び出されている間 GIL を解放します。*use_errno* と *use_last_error* は前述と同じ意味を持ちます。

ctypes.**PYFUNCTYPE**(*restype*, **argtypes*)

返された関数プロトタイプは Python 呼び出し規約を使う関数を作成します。関数は呼び出されている間 GIL を解放 **しません**。

ファクトリ関数によって作られた関数プロトタイプは呼び出しのパラメータの型と数に依存した別の方法でインスタンス化することができます。:

prototype(*address*)

指定されたアドレス (整数でなくてはなりません) の外部関数を返します。

prototype(*callable*)

Python の *callable* から C の呼び出し可能関数 (コールバック関数) を作成します。

prototype(*func_spec*[, *paramflags*])

共有ライブラリがエクスポートしている外部関数を返します。*func_spec* は 2 要素タプル `(name_or_ordinal, library)` でなければなりません。第一要素はエクスポートされた関数の名前である文字列、またはエクスポートされた関数の序数である小さい整数です。第二要素は共有ライブラリインスタンスです。

prototype(*vtbl_index*, *name*[, *paramflags*[, *iid*]])

COM メソッドを呼び出す外部関数を返します。*vtbl_index* は仮想関数テーブルのインデックスで、非負の小さい整数です。*name* は COM メソッドの名前です。*iid* はオプションのインターフェイス識別子へのポインタで、拡張されたエラー情報の提供のために使われます。

COM methods use a special calling convention: They require a pointer to the COM interface as first argument, in addition to those parameters that are specified in the `argtypes` tuple.

オプションの *paramflags* パラメータは上述した機能より多機能な外部関数ラッパーを作成します。

paramflags must be a tuple of the same length as *argtypes*.

このタプルの個々の要素はパラメータについてのより詳細な情報を持ち、1 、2 もしくは 3 要素を含むタプルでなければなりません。

第一要素はパラメータについてのフラグの組み合わせを含んだ整数です。

1
: 入力パラメータを関数に指定します。

2
: 出力パラメータ。外部関数が値を書き込みます。

4
: デフォルトで整数ゼロになる入力パラメータ。

オプションの第二要素はパラメータ名の文字列です。これが指定された場合は、外部関数を名前付きパラメータで呼び出すことができます。

オプションの第三要素はこのパラメータのデフォルト値です。

The following example demonstrates how to wrap the Windows `MessageBoxW` function so that it supports default parameters and named arguments. The C declaration from the windows header file is this:

```
WINUSERAPI int WINAPI
MessageBoxW(
    HWND hWnd,
    LPCWSTR lpText,
    LPCWSTR lpCaption,
    UINT uType);
```

ctypes を使ってラップします。:

```
>>> from ctypes import c_int, WINFUNCTYPE, windll
>>> from ctypes.wintypes import HWND, LPCWSTR, UINT
>>> prototype = WINFUNCTYPE(c_int, HWND, LPCWSTR, LPCWSTR, UINT)
>>> paramflags = (1, "hwnd", 0), (1, "text", "Hi"), (1, "caption", "Hello from ctypes"), (1, "flags
↪", 0)
>>> MessageBox = prototype(("MessageBoxW", windll.user32), paramflags)
```

これで外部関数の `MessageBox` を次のような方法で呼び出すことができるようになりました:

```
>>> MessageBox()
>>> MessageBox(text="Spam, spam, spam")
>>> MessageBox(flags=2, text="foo bar")
```

二番目の例は出力パラメータについて説明します。win32 の `GetWindowRect` 関数は、指定されたウィンドウの大きさを呼び出し側が与える `RECT` 構造体へコピーすることで取り出します。C の宣言はこうです。:

```
WINUSERAPI BOOL WINAPI
GetWindowRect(
     HWND hWnd,
     LPRECT lpRect);
```

ctypes を使ってラップします。:

```
>>> from ctypes import POINTER, WINFUNCTYPE, windll, WinError
>>> from ctypes.wintypes import BOOL, HWND, RECT
>>> prototype = WINFUNCTYPE(BOOL, HWND, POINTER(RECT))
>>> paramflags = (1, "hwnd"), (2, "lprect")
>>> GetWindowRect = prototype(("GetWindowRect", windll.user32), paramflags)
>>>
```

出力パラメータを持つ関数は、単一のパラメータがある場合にはその出力パラメータ値を、複数のパラメータがある場合には出力パラメータ値が入ったタプルを、それぞれ自動的に返します。そのため、GetWindowRect 関数は呼び出されると RECT インスタンスを返します。

Output parameters can be combined with the *errcheck* protocol to do further output processing and error checking. The win32 `GetWindowRect` api function returns a `BOOL` to signal success or failure, so this function could do the error checking, and raises an exception when the api call failed:

```
>>> def errcheck(result, func, args):
...     if not result:
...         raise WinError()
...     return args
...
>>> GetWindowRect.errcheck = errcheck
>>>
```

If the *errcheck* function returns the argument tuple it receives unchanged, *ctypes* continues the normal processing it does on the output parameters. If you want to return a tuple of window coordinates instead of a `RECT` instance, you can retrieve the fields in the function and return them instead, the normal processing will no longer take place:

```
>>> def errcheck(result, func, args):
...     if not result:
...         raise WinError()
...     rc = args[1]
...     return rc.left, rc.top, rc.bottom, rc.right
...
>>> GetWindowRect.errcheck = errcheck
>>>
```

ユーティリティー関数

ctypes.addressof(*obj*)

メモリバッファのアドレスを示す整数を返します。*obj* は ctypes 型のインスタンスでなければなりません。

引数 `obj` を指定して 監査イベント `ctypes.addressof` を送出します。

ctypes.alignment(*obj_or_type*)

ctypes 型のアライメントの必要条件を返します。*obj_or_type* は ctypes 型またはインスタンスでなければなりません。

ctypes.byref(*obj*[, *offset*])

obj (ctypes 型のインスタンスでなければならない) への軽量ポインタを返します。*offset* はデフォルトでは 0 で、内部ポインターへ加算される整数です。

`byref(obj, offset)` は、C コードとしては、以下のようにみなされます。:

```
(((char *)&obj) + offset)
```

返されるオブジェクトは外部関数呼び出しのパラメータとしてのみ使用できます。`pointer(obj)` と似たふるまいをしますが、作成が非常に速く行えます。

ctypes.**cast**(*obj*, *type*)

この関数は C のキャスト演算子に似ています。*obj* と同じメモリブロックを指している *type* の新しいインスタンスを返します。*type* はポインタ型でなければならず、*obj* はポインタとして解釈できるオブジェクトでなければなりません。

ctypes.**create_string_buffer**(*init_or_size*, *size=None*)

この関数は変更可能な文字バッファを作成します。返されるオブジェクトは *c_char* の ctypes 配列です。

init_or_size は配列のサイズを指定する整数もしくは配列要素を初期化するために使われるバイト列オブジェクトである必要があります。

バイト列オブジェクトが第一引数として指定されていた場合、配列の最後の要素が NUL 終端文字となるように、バイト列オブジェクトの長さより 1 つ長いバッファを作成します。バイト列の長さを使うべきではない場合は、第二引数として整数を渡して、配列の長さを指定することができます。

引数 `init`, `size` を指定して **監査イベント** `ctypes.create_string_buffer` を送出します。

ctypes.**create_unicode_buffer**(*init_or_size*, *size=None*)

この関数は変更可能な Unicode 文字バッファを作成します。返されるオブジェクトは *c_wchar* の ctypes 配列です。

init_or_size は配列のサイズを指定する整数もしくは配列要素を初期化するために使われる文字列である必要があります。

第一引数として文字列が指定された場合は、バッファが文字列の長さより一要素分大きく作られます。配列の最後の要素が NUL 終端文字であるためです。文字列の長さを使うべきでない場合は、配列のサイズを指定するために整数を第二引数として渡すことができます。

引数 `init`, `size` を指定して **監査イベント** `ctypes.create_unicode_buffer` を送出します。

ctypes.**DllCanUnloadNow**()

Windows 用: この関数は ctypes をつかってインプロセス COM サーバーを実装できるようにするためのフックです。_ctypes 拡張 dll がエクスポートしている DllCanUnloadNow 関数から呼び出されます。

ctypes.**DllGetClassObject**()

Windows 用: この関数は ctypes をつかってインプロセス COM サーバーを実装できるようにするためのフックです。`_ctypes` 拡張 dll がエクスポートしている DllGetClassObject 関数から呼び出されます。

ctypes.util.**find_library**(*name*)

ライブラリを検索し、パス名を返します。*name* は `lib` のような接頭辞、`.so` や `.dylib` のような接尾辞、そして、バージョンナンバーを除くライブラリ名です (これは posix のリンカーオプション `-l` で使われる書式です) 。もしライブラリが見つからなければ、`None` を返します。

厳密な機能はシステムに依存します。

ctypes.util.**find_msvcrt**()

Windows 用: Python と拡張モジュールで使われる VC ランタイムライブラリのファイル名を返します。もしライブラリ名が同定できなければ、`None` を返します。

もし、例えば拡張モジュールにより割り付けられたメモリを `free(void *)` で解放する必要があるなら、メモリ割り付けを行ったのと同じライブラリの関数を使うことが重要です。

ctypes.**FormatError**(*[code]*)

Windows 用: エラーコード *code* の説明文を返します。エラーコードが指定されない場合は、Windows api 関数 GetLastError を呼び出して、もっとも新しいエラーコードが使われます。

ctypes.**GetLastError**()

Windows 用: 呼び出し側のスレッド内で Windows によって設定された最新のエラーコードを返します。この関数は Windows の `GetLastError()` 関数を直接実行します。ctypes のプライベートなエラーコードのコピーを返したりはしません。

ctypes.**get_errno**()

システムの *errno* 変数の、スレッドローカルなプライベートコピーを返します。

引数無しで **監査イベント** `ctypes.get_errno` を送出します。

ctypes.**get_last_error**()

Windows only: returns the current value of the ctypes-private copy of the system `LastError` variable in the calling thread.

引数無しで **監査イベント** `ctypes.get_last_error` を送出します。

ctypes.**memmove**(*dst*, *src*, *count*)

標準 C の memmove ライブラリ関数と同じものです。: *count* バイトを *src* から *dst* へコピーします。*dst* と *src* はポインタへ変換可能な整数または ctypes インスタンスでなければなりません。

ctypes.**memset**(*dst*, *c*, *count*)

標準 C の memset ライブラリ関数と同じものです。: アドレス *dst* のメモリブロックを値 *c* を *count* バイト分書き込みます。*dst* はアドレスを指定する整数または ctypes インスタンスである必要があります。

ctypes.**POINTER**(*type*, */*)

Create and return a new ctypes pointer type. Pointer types are cached and reused internally, so calling this function repeatedly is cheap. *type* must be a ctypes type.

ctypes.**pointer**(*obj*, */*)

Create a new pointer instance, pointing to *obj*. The returned object is of the type `POINTER(type(obj))`.

注意: 外部関数呼び出しへオブジェクトへのポインタを渡したいだけなら、はるかに高速な `byref(obj)` を使うべきです。

ctypes.**resize**(*obj*, *size*)

この関数は *obj* の内部メモリバッファのサイズを変更します。*obj* は ctypes 型のインスタンスでなければなりません。バッファを `sizeof(type(obj))` で与えられるオブジェクト型の本来のサイズより小さくすることはできませんが、バッファを拡大することはできます。

ctypes.**set_errno**(*value*)

システム変数 *errno* の、呼び出し元スレッドでの ctypes のプライベートコピーの現在値を *value* に設定し、前の値を返します。

引数 `errno` を指定して **監査イベント** `ctypes.set_errno` を送出します。

ctypes.**set_last_error**(*value*)

Windows only: set the current value of the ctypes-private copy of the system `LastError` variable in the calling thread to *value* and return the previous value.

引数 `error` を指定して **監査イベント** `ctypes.set_last_error` を送出します。

ctypes.**sizeof**(*obj_or_type*)

ctypes の型やインスタンスのメモリバッファのサイズをバイト数で返します。C の `sizeof` 演算子と同様の動きをします。

ctypes.**string_at**(*ptr*, *size=-1*)

Return the byte string at *void *ptr*. If *size* is specified, it is used as size, otherwise the string is assumed to be zero-terminated.

Raises an *auditing event* `ctypes.string_at` with arguments `ptr`, `size`.

ctypes.**WinError**(*code=None*, *descr=None*)

Windows only: this function is probably the worst-named thing in ctypes. It creates an instance of *OSError*. If *code* is not specified, `GetLastError` is called to determine the error code. If *descr* is not specified, *FormatError()* is called to get a textual description of the error.

バージョン 3.3 で変更: An instance of *WindowsError* used to be created, which is now an alias of *OSError*.

ctypes.**wstring_at**(*ptr*, *size=-1*)

Return the wide-character string at *void *ptr*. If *size* is specified, it is used as the number of characters of the string, otherwise the string is assumed to be zero-terminated.

Raises an *auditing event* `ctypes.wstring_at` with arguments `ptr`, `size`.

データ型

`class ctypes._CData`

この非公開クラスはすべての ctypes データ型の共通のベースクラスです。他のことはさておき、すべての ctypes 型インスタンスは C 互換データを保持するメモリブロックを内部に持ちます。このメモリブロックのアドレスは *addressof()* ヘルパー関数が返します。別のインスタンス変数が *_objects* として公開されます。これはメモリブロックがポインタを含む場合に存続し続ける必要のある他の Python オブジェクトを含んでいます。

ctypes データ型の共通メソッド、すべてのクラスメソッドが存在します (正確には、**メタクラス** のメソッドです):

from_buffer(*source*[, *offset*])

このメソッドは *source* オブジェクトのバッファを共有する ctypes のインスタンスを返します。*source* オブジェクトは書き込み可能バッファインターフェースをサポートしている必要があります。オプションの *offset* 引数では *source* バッファのオフセットをバイト単位で指定します。デフォルトではゼロです。もし *source* バッファが十分に大きくなければ、*ValueError* が送出されます。

引数 `pointer`, `size`, `offset` を指定して **監査イベント** `ctypes.cdata/buffer` を送出します。

from_buffer_copy(*source*[, *offset*])

このメソッドは *source* オブジェクトの読み出し可能バッファをコピーすることで、ctypes のインスタンスを生成します。オプションの *offset* 引数では *source* バッファのオフセットをバイト単位で指定します。デフォルトではゼロです。もし *source* バッファが十分に大きくなければ、*ValueError* が送出されます。

引数 `pointer`, `size`, `offset` を指定して **監査イベント** `ctypes.cdata/buffer` を送出します。

from_address(*address*)

このメソッドは *address* で指定されたメモリを使って ctypes 型のインスタンスを返します。*address* は整数でなければなりません。

引数 `address` を指定して **監査イベント** `ctypes.cdata` を送出します。

from_param(*obj*)

This method adapts *obj* to a ctypes type. It is called with the actual object used in a foreign function call when the type is present in the foreign function's *argtypes* tuple; it must return an object that can be used as a function call parameter.

すべての ctypes のデータ型は、それが型のインスタンスであれば、*obj* を返すこのクラスメソッドのデフォルトの実装を持ちます。いくつかの型は、別のオブジェクトも受け付けます。

in_dll(*library*, *name*)

このメソッドは、共有ライブラリによってエクスポートされた ctypes 型のインスタンスを返します。*name* はエクスポートされたデータの名前で、*library* はロードされた共有ライブラリです。

ctypes データ型共通のインスタンス変数:

_b_base_

ctypes 型データのインスタンスは、それ自身のメモリブロックを持たず、基底オブジェクトのメモリブロックの一部を共有することがあります。*_b_base_* 読み出し専用属性は、メモリブロックを保持する ctypes の基底オブジェクトです。

_b_needsfree_

この読み出し専用の変数は、ctypes データインスタンスが、それ自身に割り当てられたメモリブロックを持つとき true になります。それ以外の場合は false になります。

_objects

このメンバは `None` 、または、メモリブロックの内容が正しく保つために、生存させておかなくてはならない Python オブジェクトを持つディクショナリです。このオブジェクトはデバッグでのみ使われます。決してディクショナリの内容を変更しないで下さい。

基本データ型

class ctypes._SimpleCData

この非公開クラスは、全ての基本的な ctypes データ型の基底クラスです。これは基本的な ctypes データ型に共通の属性を持っているので、ここで触れておきます。*_SimpleCData* は *_CData* の子クラスなので、そのメソッドと属性を継承しています。ポインタでないかポインタを含まない ctypes データ型は、現在は pickle 化できます。

インスタンスは一つだけ属性を持ちます:

value

この属性は、インスタンスの実際の値を持ちます。整数型とポインタ型に対しては整数型、文字型に対しては一文字のバイト列オブジェクト、文字へのポインタに対しては Python のバイト列オブジェクトもしくは文字列となります。

`value` 属性が ctypes インスタンスより参照されたとき、大抵の場合はそれぞれに対し新しいオブジェクトを返します。*ctypes* はオリジナルのオブジェクトを返す実装にはなって **おらず** 新しいオブジェクトを構築します。同じことが他の ctypes オブジェクトインスタンスに対しても言えます。

Fundamental data types, when returned as foreign function call results, or, for example, by retrieving structure field members or array items, are transparently converted to native Python types. In other words, if a foreign function has a *restype* of *c_char_p*, you will always receive a Python bytes object, *not* a *c_char_p* instance.

Subclasses of fundamental data types do *not* inherit this behavior. So, if a foreign functions `restype` is a subclass of *c_void_p*, you will receive an instance of this subclass from the function call. Of course, you can get the value of the pointer by accessing the `value` attribute.

これらが基本 ctypes データ型です:

class ctypes.c_byte

C の `signed char` データ型を表し、小整数として値を解釈します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。オーバーフローのチェックは行われません。

class ctypes.c_char

C `char` データ型を表し、単一の文字として値を解釈します。コンストラクタはオプションの文字列初期化子を受け取り、その文字列の長さちょうど一文字である必要があります。

class ctypes.c_char_p

C `char*` データ型を表し、ゼロ終端文字列へのポインタでなければなりません。バイナリデータを指す可能性のある一般的なポインタに対しては `POINTER(c_char)` を使わなければなりません。コンストラクタは整数のアドレスもしくはバイト列オブジェクトを受け取ります。

class ctypes.c_double

C `double` データ型を表します。コンストラクタはオプションの浮動小数点数初期化子を受け取ります。

class ctypes.c_longdouble

C `long double` データ型を表します。コンストラクタはオプションで浮動小数点数初期化子を受け取ります。`sizeof(long double) == sizeof(double)` であるプラットフォームでは *c_double* の別名です。

class ctypes.c_float

C `float` データ型を表します。コンストラクタはオプションの浮動小数点数初期化子を受け取ります。

class ctypes.c_int

C `signed int` データ型を表します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。オーバーフローのチェックは行われません。`sizeof(int) == sizeof(long)` であるプラットフォームでは、*c_long* の別名です。

class ctypes.c_int8

C 8-bit `signed int` データ型を表します。たいていは、*c_byte* の別名です。

class ctypes.c_int16

C 16-bit `signed int` データ型を表します。たいていは、*c_short* の別名です。

class ctypes.c_int32

C 32-bit `signed int` データ型を表します。たいていは、*c_int* の別名です。

class ctypes.c_int64

C 64-bit `signed int` データ型を表します。たいていは、*c_longlong* の別名です。

class ctypes.c_long

C `signed long` データ型を表します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。オーバーフローのチェックは行われません。

class ctypes.c_longlong

C `signed long long` データ型を表します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。オーバーフローのチェックは行われません。

class ctypes.c_short

C `signed short` データ型を表します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。オーバーフローのチェックは行われません。

class ctypes.c_size_t

C `size_t` データ型を表します。

class ctypes.c_ssize_t

C `ssize_t` データ型を表します。

Added in version 3.2.

class ctypes.c_time_t

Represents the C `time_t` datatype.

Added in version 3.12.

class ctypes.c_ubyte

C の `unsigned char` データ型を表し、小さな整数として値を解釈します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります; オーバーフローのチェックは行われません。

class ctypes.c_uint

C の `unsigned int` データ型を表します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります; オーバーフローのチェックは行われません。これは、`sizeof(int) == sizeof(long)` であるプラットフォームでは *c_ulong* の別名です。

class ctypes.c_uint8

C 8-bit `unsigned int` データ型を表します。たいていは、*c_ubyte* の別名です。

class ctypes.c_uint16

C 16-bit `unsigned int` データ型を表します。たいていは、*c_ushort* の別名です。

class ctypes.c_uint32

C 32-bit unsigned int データ型を表します。たいていは、*c_uint* の別名です。

class ctypes.c_uint64

C 64-bit unsigned int データ型を表します。たいていは、*c_ulonglong* の別名です。

class ctypes.c_ulong

C unsigned long データ型を表します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。オーバーフローのチェックは行われません。

class ctypes.c_ulonglong

C unsigned long long データ型を表します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。オーバーフローのチェックは行われません。

class ctypes.c_ushort

C unsigned short データ型を表します。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。オーバーフローのチェックは行われません。

class ctypes.c_void_p

C void* データ型を表します。値は整数として表されます。コンストラクタはオプションの整数初期化子を受け取ります。

class ctypes.c_wchar

C wchar_t データ型を表し、値は Unicode 文字列の単一の文字として解釈されます。コンストラクタはオプションの文字列初期化子を受け取り、その文字列の長さはちょうど一文字である必要があります。

class ctypes.c_wchar_p

C wchar_t* データ型を表し、ゼロ終端ワイド文字列へのポインタでなければなりません。コンストラクタは整数のアドレスもしくは文字列を受け取ります。

class ctypes.c_bool

C の bool データ型 (より正確には、C99 以降の _Bool) を表します。True または False の値を持ち、コンストラクタは真偽値と解釈できるオブジェクトを受け取ります。

class ctypes.HRESULT

Windows only: Represents a HRESULT value, which contains success or error information for a function or method call.

class ctypes.py_object

C PyObject* データ型を表します。引数なしでこれを呼び出すと NULL PyObject* ポインタを作成します。

The ctypes.wintypes module provides quite some other Windows specific data types, for example HWND, WPARAM, or DWORD. Some useful structures like MSG or RECT are also defined.

構造化データ型

class ctypes.**Union**(**args*, ***kw*)

ネイティブのバイトオーダーでの共用体のための抽象ベースクラス。

class ctypes.**BigEndianUnion**(**args*, ***kw*)

ビックエンディアン バイトオーダーでの共用体のための抽象ベースクラス。

Added in version 3.11.

class ctypes.**LittleEndianUnion**(**args*, ***kw*)

リトルエンディアン バイトオーダーでの共用体のための抽象ベースクラス。

Added in version 3.11.

class ctypes.**BigEndianStructure**(**args*, ***kw*)

ビックエンディアン バイトオーダーでの構造体のための抽象ベースクラス。

class ctypes.**LittleEndianStructure**(**args*, ***kw*)

リトルエンディアン バイトオーダーでの構造体のための抽象ベースクラス。

ネイティブではないバイトオーダーを持つ構造体および共用体にポインタ型フィールドあるいはポインタ型フィールドを含む他のどんなデータ型をも入れることはできません。

class ctypes.**Structure**(**args*, ***kw*)

ネイティブ のバイトオーダーでの構造体のための抽象ベースクラス。

具象構造体型と具象共用体型はこれらの型の一つをサブクラス化することで作らなければなりません。少なくとも、*_fields_* クラス変数を定義する必要があります。*ctypes* は、属性に直接アクセスしてフィールドを読み書きできるようにする **デスクリプタ** を作成するでしょう。これらは、

fields

構造体のフィールドを定義するシーケンス。要素は 2 要素タプルか 3 要素タプルでなければなりません。第一要素はフィールドの名前です。第二要素はフィールドの型を指定します。それはどんな ctypes データ型でも構いません。

c_int のような整数型のために、オプションの第三要素を与えることができます。フィールドのビット幅を定義する正の小整数である必要があります。

一つの構造体と共用体の中で、フィールド名はただ一つである必要があります。これはチェックされません。名前が繰り返しでてきたときにアクセスできるのは一つのフィールドだけです。

Structure サブクラスを定義するクラス文の **後で** 、*_fields_* クラス変数を定義することができます。これにより、次のように自身を直接または間接的に参照するデータ型を作成できるようになります:

```
class List(Structure):
    pass
List._fields_ = [("pnext", POINTER(List)),
                 ...
                ]
```

しかし、*_fields_* クラス変数はその型が最初に使われる (インスタンスが作成される、それに対して *sizeof()* が呼び出されるなど) より前に定義されていなければなりません。その後 *_fields_* クラス変数へ代入すると AttributeError が送出されます。

構造体型のサブクラスのサブクラスを定義することもでき、もしあるならサブクラスのサブクラス内で定義された *_fields_* に加えて、基底クラスのフィールドも継承します。

pack

An optional small integer that allows overriding the alignment of structure fields in the instance. *_pack_* must already be defined when *_fields_* is assigned, otherwise it will have no effect. Setting this attribute to 0 is the same as not setting it at all.

align

An optional small integer that allows overriding the alignment of the structure when being packed or unpacked to/from memory. Setting this attribute to 0 is the same as not setting it at all.

layout

An optional string naming the struct/union layout. It can currently be set to:

- `"ms"`: the layout used by the Microsoft compiler (MSVC). On GCC and Clang, this layout can be selected with `__attribute__((ms_struct))`.
- `"gcc-sysv"`: the layout used by GCC with the System V or "SysV-like" data model, as used on Linux and macOS. With this layout, *_pack_* must be unset or zero.

If not set explicitly, `ctypes` will use a default that matches the platform conventions. This default may change in future Python releases (for example, when a new platform gains official support, or when a difference between similar platforms is found). Currently the default will be:

- On Windows: `"ms"`
- When *_pack_* is specified: `"ms"`
- Otherwise: `"gcc-sysv"`

`_layout_` must already be defined when *_fields_* is assigned, otherwise it will have no effect.

anonymous

無名 (匿名) フィールドの名前が並べあげられたオプションのシーケンス。*_fields_* が代入されたと

き、*_anonymous_* がすでに定義されていなければなりません。そうでなければ、何ら影響はありません。

この変数に並べあげられたフィールドは構造体型もしくは共用体型フィールドである必要があります。構造体フィールドまたは共用体フィールドを作る必要なく、入れ子になったフィールドに直接アクセスできるようにするために、*ctypes* は構造体型の中に記述子を作成します。

型の例です (Windows):

```
class _U(Union):
    _fields_ = [("lptdesc", POINTER(TYPEDESC)),
                ("lpadesc", POINTER(ARRAYDESC)),
                ("hreftype", HREFTYPE)]

class TYPEDESC(Structure):
    _anonymous_ = ("u",)
    _fields_ = [("u", _U),
                ("vt", VARTYPE)]
```

TYPEDESC 構造体は COM データ型を表現しており、vt フィールドは共用体フィールドのどれが有効であるかを指定します。u フィールドは匿名フィールドとして定義されているため、TYPEDESC インスタンスから取り除かれてそのメンバーへ直接アクセスできます。td.lptdesc と td.u.lptdesc は同等ですが、前者がより高速です。なぜなら一時的な共用体インスタンスを作る必要がないためです。:

```
td = TYPEDESC()
td.vt = VT_PTR
td.lptdesc = POINTER(some_type)
td.u.lptdesc = POINTER(some_type)
```

構造体のサブクラスのサブクラスを定義することができ、基底クラスのフィールドを継承します。サブクラス定義に別の *_fields_* 変数がある場合は、この中で指定されたフィールドは基底クラスのフィールドへ追加されます。

構造体と共用体のコンストラクタは位置引数とキーワード引数の両方を受け取ります。位置引数は *_fields_* の中に現れたのと同じ順番でメンバーフィールドを初期化するために使われます。コンストラクタのキーワード引数は属性代入として解釈され、そのため、同じ名前をもつ *_fields_* を初期化するか、*_fields_* に存在しない名前に対しては新しい属性を作ります。

配列とポインタ

class ctypes.**Array**(**args*)

配列のための抽象基底クラスです。

具象配列型を作成するための推奨される方法は、任意の *ctypes* データ型に非負の整数を乗算することです。代わりに、この型のサブクラスを作成し、*_length_* と *_type_* のクラス変数を定義することもできます。配列の要素は、標準の添え字とスライスによるアクセスを使用して読み書きを行うことができます。スライスの読み込みでは、結果のオブジェクト自体は *Array* ではありません。

length

配列の要素数を指定する正の整数。範囲外の添え字を指定すると、*IndexError* が送出されます。*len()* がこの整数を返します。

type

配列内の各要素の型を指定します。

配列のサブクラスのコンストラクタは、位置引数を受け付けて、配列を順番に初期化するために使用します。

class ctypes.**_Pointer**

ポインタのためのプライベートな抽象基底クラスです。

具象ポインタ型は、ポイント先の型を持つ *POINTER()* を呼び出すことで、作成できます。これは、*pointer()* により自動的に行われます。

ポインタが配列を指す場合、その配列の要素は、標準の添え字とスライスによるアクセスを使用して読み書きが行えます。ポインタオブジェクトには、サイズがないため、*len()* 関数は *TypeError* を送出します。負の添え字は、(C と同様に) ポインタの **前** のメモリから読み込み、範囲外の添え字はおそらく (幸運な場合でも) アクセス違反によりクラッシュを起こします。

type

ポイント先の型を指定します。

contents

ポインタが指すオブジェクトを返します。この属性に割り当てると、ポインタが割り当てられたオブジェクトを指すようになります。

第

SEVENTEEN

並行実行

この章で記述されているモジュールは、コードの並行実行のサポートを提供します。ツールの適切な選択は、実行されるタスク (IO bound vs CPU bound) や推奨される開発スタイル (イベントドリブンな協調的マルチタスク vs プリエンプティブマルチタスク) に依存します。ここに概観を示します:

17.1 threading --- スレッドベースの並列処理

ソースコード: Lib/threading.py

このモジュールでは、高水準のスレッドインターフェースをより低水準 な *_thread* モジュールの上に構築しています。

バージョン 3.7 で変更: このモジュールは以前はオプションでしたが、常に利用可能なモジュールとなりました。

参考:

concurrent.futures.ThreadPoolExecutor offers a higher level interface to push tasks to a background thread without blocking execution of the calling thread, while still being able to retrieve their results when needed.

queue provides a thread-safe interface for exchanging data between running threads.

asyncio offers an alternative approach to achieving task level concurrency without requiring the use of multiple operating system threads.

注釈: In the Python 2.x series, this module contained `camelCase` names for some methods and functions. These are deprecated as of Python 3.10, but they are still supported for compatibility with Python 2.5 and lower.

CPython 実装の詳細: CPython は *Global Interpreter Lock* のため、ある時点で Python コードを実行できるスレッドは 1 つに限られます (ただし、いくつかのパフォーマンスが強く求められるライブラリはこの制限を克服し

ています)。アプリケーションにマルチコアマシンの計算能力をより良く利用させたい場合は、*multiprocessing* モジュールや *concurrent.futures.ProcessPoolExecutor* の利用をお勧めします。ただし、I/O バウンドなタスクを並行して複数走らせたい場合においては、マルチスレッドは正しい選択肢です。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム**を見てください。

このモジュールは以下の関数を定義しています:

threading.active_count()

生存中の *Thread* オブジェクトの数を返します。この数は *enumerate()* の返すリストの長さと同じです。

関数 “activeCount“はこの関数の非推奨エイリアスです。

threading.current_thread()

関数を呼び出している処理のスレッドに対応する *Thread* オブジェクトを返します。関数を呼び出している処理のスレッドが *threading* モジュールで生成したものでない場合、限定的な機能しかもたないダミースレッドオブジェクトを返します。

関数 “currentThread“はこの関数の非推奨エイリアスです。

threading.excepthook(*args*, */*)

Thread.run() で発生したキャッチされない例外を処理する。

(実) 引数*args*は以下の属性をもちます:

- *exc_type*: 例外の型
- *exc_value*: 例外の値、`None` の可能性がある。
- *exc_traceback*: Exception traceback, can be `None`.
- *thread*: Thread which raised the exception, can be `None`.

If *exc_type* is *SystemExit*, the exception is silently ignored. Otherwise, the exception is printed out on *sys.stderr*.

If this function raises an exception, *sys.excepthook()* is called to handle it.

threading.excepthook() can be overridden to control how uncaught exceptions raised by *Thread.run()* are handled.

Storing *exc_value* using a custom hook can create a reference cycle. It should be cleared explicitly to break the reference cycle when the exception is no longer needed.

Storing *thread* using a custom hook can resurrect it if it is set to an object which is being finalized. Avoid storing *thread* after the custom hook completes to avoid resurrecting objects.

参考:

sys.excepthook() handles uncaught exceptions.

Added in version 3.8.

threading.__excepthook__

Holds the original value of *threading.excepthook()*. It is saved so that the original value can be restored in case they happen to get replaced with broken or alternative objects.

Added in version 3.10.

threading.get_ident()

現在のスレッドの 'スレッド ID' を返します。非ゼロの整数です。この値は直接の意味を持っていません; 例えばスレッド特有のデータの辞書に索引をつけるためのような、マジッククッキーとして意図されています。スレッドが終了し、他のスレッドが作られたとき、スレッド ID は再利用されるかもしれません。

Added in version 3.3.

threading.get_native_id()

Return the native integral Thread ID of the current thread assigned by the kernel. This is a non-negative integer. Its value may be used to uniquely identify this particular thread system-wide (until the thread terminates, after which the value may be recycled by the OS).

Availability: Windows, FreeBSD, Linux, macOS, OpenBSD, NetBSD, AIX, DragonFlyBSD, GNU/kFreeBSD.

Added in version 3.8.

バージョン 3.13 で変更: Added support for GNU/kFreeBSD.

threading.enumerate()

現在、アクティブな *Thread* オブジェクト全てのリストを返します。リストには、デーモンスレッド (daemonic thread)、*current_thread()* の生成するダミースレッドオブジェクトが入ります。終了したスレッドとまだ開始していないスレッドは入りません。しかし、主スレッドは、たとえ終了しても、常に結果に含まれます。

threading.main_thread()

main *Thread* オブジェクトを返します。通常の条件では、メインスレッドは Python インタプリタが起動したスレッドを指します。

Added in version 3.4.

threading.settrace(*func*)

threading モジュールを使って開始した全てのスレッドにトレース関数を設定します。*func* は各スレッドの *run()* を呼び出す前にスレッドの *sys.settrace()* に渡されます。

threading.**settrace_all_threads**(*func*)

Set a trace function for all threads started from the *threading* module and all Python threads that are currently executing.

The *func* will be passed to *sys.settrace()* for each thread, before its *run()* method is called.

Added in version 3.12.

threading.**gettrace**()

settrace() 関数で設定したトレース関数を取得します。

Added in version 3.10.

threading.**setprofile**(*func*)

threading モジュールを使って開始した全てのスレッドにプロファイル関数を設定します。*func* は各スレッドの *run()* を呼び出す前にスレッドの *sys.setprofile()* に渡されます。

threading.**setprofile_all_threads**(*func*)

Set a profile function for all threads started from the *threading* module and all Python threads that are currently executing.

The *func* will be passed to *sys.setprofile()* for each thread, before its *run()* method is called.

Added in version 3.12.

threading.**getprofile**()

setprofile() 関数で設定したプロファイラ関数を取得します。

Added in version 3.10.

threading.**stack_size**([*size*])

新しいスレッドを作るときのスレッドスタックサイズを返します。オプションの *size* 引数にはこれ以降に作成するスレッドのスタックサイズを指定し、0 (プラットフォームのデフォルト値または設定されたデフォルト値) か、32,768 (32 KiB) 以上の正の整数でなければなりません。*size* が指定されない場合 0 が使われます。スレッドのスタックサイズの変更がサポートされていない場合、*RuntimeError* を送出します。不正なスタックサイズが指定された場合、*ValueError* を送出して、スタックサイズは変更されません。32 KiB は現在のインタープリタ自身のために十分であると保証された最小のスタックサイズです。いくつかのプラットフォームではスタックサイズに対して制限があることに注意してください。例えば最小のスタックサイズが 32 KiB より大きかったり、システムのメモリページサイズ の整数倍の必要があるなどです。この制限についてはプラットフォームのドキュメントを参照してください (一般的なページサイズは 4 KiB なので、プラットフォームに関する情報がない場合は 4096 の整数倍のスタックサイズを選ぶといいかもしれません)。

利用可能な環境: Windows, pthreads。

Unix platforms with POSIX threads support.

このモジュールでは以下の定数も定義しています:

threading.TIMEOUT_MAX

ブロックする関数 (*Lock.acquire()*, *RLock.acquire()*, *Condition.wait()* など) の *timeout* 引数に許される最大値。これ以上の値を timeout に指定すると *OverflowError* が発生します。

Added in version 3.2.

このモジュールは多くのクラスを定義しています。それらは下記のセクションで詳しく説明されます。

このモジュールのおおまかな設計は Java のスレッドモデルに基づいています。とはいえ、Java がロックと条件変数を全てのオブジェクトの基本的な挙動にしているのに対し、Python ではこれらを別個のオブジェクトに分けています。Python の *Thread* クラスがサポートしているのは Java の Thread クラスの挙動のサブセットにすぎません; 現状では、優先度 (priority) やスレッドグループがなく、スレッドの破壊 (destroy)、中断 (stop)、一時停止 (suspend)、復帰 (resume)、割り込み (interrupt) は行えません。Java の Thread クラスにおける静的メソッドに対応する機能が実装されている場合にはモジュールレベルの関数になっています。

以下に説明するメソッドは全て原子的 (atomic) に実行されます。

17.1.1 スレッドローカルデータ

スレッドローカルデータは、その値がスレッド固有のデータです。スレッドローカルデータを管理するには、単に *local* (あるいはそのサブクラス) のインスタンスを作成して、その属性に値を設定してください:

```
mydata = threading.local()
mydata.x = 1
```

インスタンスの値はスレッドごとに違った値になります。

class threading.local

スレッドローカルデータを表現するクラス。

For more details and extensive examples, see the documentation string of the `_threading_local` module: Lib/_threading_local.py.

17.1.2 Thread オブジェクト

The *Thread* class represents an activity that is run in a separate thread of control. There are two ways to specify the activity: by passing a callable object to the constructor, or by overriding the *run()* method in a subclass. No other methods (except for the constructor) should be overridden in a subclass. In other words, *only* override the `__init__()` and *run()* methods of this class.

ひとたびスレッドオブジェクトを生成すると、スレッドの *start()* メソッドを呼び出して活動を開始しなければなりません。`start()` メソッド はそれぞれのスレッドの *run()* メソッドを起動します。

スレッドの活動が始まると、スレッドは ' 生存中 (alive)' とみなされます。スレッドは、通常 *run()* メソッドが終了するまで、もしくは捕捉されない例外が送出されるまで生存中となります。*is_alive()* メソッドは、スレッドが生存中であるかどうか調べます。

スレッドは他のスレッドの *join()* メソッドを呼び出すことができます。このメソッドは、*join()* メソッドを呼ばれたスレッドが終了するまでメソッドの呼び出し元のスレッドをブロックします。

スレッドは名前を持っています。名前はコンストラクタに渡すことができ、*name* 属性を通して読み出したり変更したりできます。

run() メソッドが例外を発生させた場合、*threading.excepthook()* が呼び出され、例外を処理します。デフォルトでは、*threading.excepthook()* は *SystemExit* を黙殺します。

スレッドには " デーモンスレッド (daemon thread)" であるというフラグを立てられます。このフラグには、残っているスレッドがデーモンスレッドだけになった時に Python プログラム全体を終了させるという意味があります。フラグの初期値はスレッドを生成したスレッドから継承します。フラグの値は *daemon* プロパティまたは *daemon* コンストラクタ引数を通して設定できます。

注釈: デーモンスレッドは終了時にいきなり停止されます。デーモンスレッドで使われたリソース (開いているファイル、データベースのトランザクションなど) は適切に解放されないかもしれません。きちんと (gracefully) スレッドを停止したい場合は、スレッドを非デーモンスレッドにして、*Event* のような適切なシグナル送信機構を使用してください。

スレッドには " 主スレッド (main thread)" オブジェクトがあります。主スレッドは Python プログラムを最初に制御していたスレッドです。主スレッドはデーモンスレッドではありません。

" ダミースレッドオブジェクト (dummy thread objects)" が作成される場合があります。ダミースレッドは、" 外来スレッド (alien thread)" に相当するスレッドオブジェクトです。ダミースレッドは、C コードから直接生成されたスレッドのような、*threading* モジュールの外で開始された処理スレッドです。ダミースレッドオブジェクトには限られた機能しかなく、常に生存中、かつデーモンスレッドであるとみなされ、*join* できません。また、外来スレッドの終了を検出するのは不可能なので、ダミースレッドは削除できません。

class threading.Thread(*group=None*, *target=None*, *name=None*, *args=()*, *kwargs={}*, ***, *daemon=None*)

コンストラクタは常にキーワード引数を使って呼び出さなければなりません。各引数は以下の通りです:

group should be `None`; reserved for future extension when a `ThreadGroup` class is implemented.

target は *run()* メソッドによって起動される呼び出し可能オブジェクトです。デフォルトでは何も呼び出さないことを示す `None` になっています。

name はスレッド名です。デフォルトでは、*"Thread-*N"* (*N* は小さな *10* 進数)、または *target* 引数が指定された場合 *"Thread-*N* (target)"("target" は "target.___name___") という形式でユニークな名前が構成される。

args は *target* を呼び出すときの引数のリストかタプルです。デフォルトは () です。

kwargs は *target* を呼び出すときのキーワード引数の辞書です。デフォルトは {} です。

None でない場合、*daemon* はスレッドがデーモンかどうかを明示的に設定します。None の場合 (デフォルト)、デーモン属性は現在のスレッドから継承されます。

サブクラスでコンストラクタをオーバライドした場合、必ずスレッドが何かを始める前に基底クラスのコンストラクタ (`Thread.__init__()`) を呼び出しておかなくてはなりません。

バージョン 3.3 で変更: Added the *daemon* parameter.

バージョン 3.10 で変更: *name* 引数が省略された場合、*target* 名を使用します。

start()

スレッドの活動を開始します。

このメソッドは、スレッドオブジェクトあたり一度しか呼び出してはなりません。*start()* は、オブジェクトの *run()* メソッドが個別の処理スレッド中で呼び出されるように調整します。

同じスレッドオブジェクトに対し、このメソッドを 2 回以上呼び出した場合、*RuntimeError* を送出します。

run()

スレッドの活動をもたらすメソッドです。

このメソッドはサブクラスでオーバライドできます。標準の *run()* メソッドでは、オブジェクトのコンストラクタの *target* 引数に呼び出し可能オブジェクトを指定した場合、*args* および *kwargs* の位置引数およびキーワード引数とともに呼び出します。

Thread に渡される *args* の引数にリストやタプルを使っても、同じ効果が得られます。

以下はプログラム例です:

```
>>> from threading import Thread
>>> t = Thread(target=print, args=[1])
>>> t.run()
1
>>> t = Thread(target=print, args=(1,))
>>> t.run()
1
```

join(*timeout=None*)

スレッドが終了するまで待機します。このメソッドは、*join()* を呼ばれたスレッドが正常終了あるいは処理されない例外によって終了するか、オプションのタイムアウトが発生するまで、メソッドの呼び出し元のスレッドをブロックします。

timeout 引数が存在して None 以外の場合、それは操作に対するタイムアウト秒 (あるいは秒未満の端数) を表す浮動小数点数でなければなりません。*join()* は常に None を返すので、*join()* の後に *is_alive()* を呼び出してタイムアウトしたかどうかを確認しなければなりません。もしスレッドがまだ生存中であれば、*join()* はタイムアウトしています。

timeout が指定されないかまたは None であるときは、この操作はスレッドが終了するまでブロックします。

1 つのスレッドは何回も join されることができます。

現在のスレッドに対して *join()* を呼び出そうとすると、デッドロックを引き起こすため *RuntimeError* が送出されます。スレッドが開始される前に *join()* を呼び出すことも同様のエラーのため、同じ例外が送出されます。

name

識別のためにのみ用いられる文字列です。名前には機能上の意味づけ (semantics) はありません。複数のスレッドに同じ名前をつけてもかまいません。名前の初期値はコンストラクタで設定されます。

getName()

setName()

name に対する非推奨 getter/setter API; 代わりにプロパティを直接使用してください。

バージョン 3.10 で非推奨.

ident

' スレッド識別子' 、または、スレッドが開始されていなければ None です。非ゼロの整数です。*get_ident()* 関数を参照下さい。スレッド識別子は、スレッドが終了した後、新たなスレッドが生成された場合、再利用され得ます。スレッド識別子は、スレッドが終了した後でも利用できます。

native_id

The Thread ID (TID) of this thread, as assigned by the OS (kernel). This is a non-negative integer, or None if the thread has not been started. See the *get_native_id()* function. This value may be used to uniquely identify this particular thread system-wide (until the thread terminates, after which the value may be recycled by the OS).

注釈: Similar to Process IDs, Thread IDs are only valid (guaranteed unique system-wide) from the time the thread is created until the thread has been terminated.

利用可能な環境: Windows, FreeBSD, Linux, macOS, OpenBSD, NetBSD, AIX, DragonFlyBSD。

Added in version 3.8.

is_alive()

スレッドが生存中かどうかを返します。

このメソッドは、*run()* メソッドが起動する直前から *run()* メソッドが終了する直後までの間 True を返します。モジュール関数 *enumerate()* は、全ての生存中のスレッドのリストを返します。

daemon

このスレッドがデーモンスレッドか (True) か否か (False) を示すブール値。この値は *start()* の呼び出し前に設定されなければなりません。さもなければ *RuntimeError* が送出されます。初期値は生成側のスレッドから継承されます; メインスレッドはデーモンスレッドではないので、メインスレッドで作成されたすべてのスレッドは、デフォルトで *daemon* = False になります。

デーモンでない生存中のスレッドが全てなくなると、Python プログラム全体が終了します。

isDaemon()

setDaemon()

daemon に対する非推奨 getter/setter API; 代わりにプロパティを直接使用してください。

バージョン 3.10 で非推奨.

17.1.3 Lock オブジェクト

プリミティブロックとは、ロックが生じた際に特定のスレッドによって所有されない同期プリミティブです。Python では現在のところ拡張モジュール *_thread* で直接実装されている最も低水準の同期プリミティブを使えます。

プリミティブロックは 2 つの状態、” ロック” または ” アンロック” があります。ロックはアンロック状態で作成されます。ロックには基本となる二つのメソッド、*acquire()* と *release()* があります。ロックの状態がアンロックである場合、*acquire()* は状態をロックに変更して即座に処理を戻します。状態がロックの場合、*acquire()* は他のスレッドが *release()* を呼び出してロックの状態をアンロックに変更するまでブロックします。その後、*acquire()* 呼び出しは状態を再度ロックに設定してから処理を戻します。*release()* メソッドを呼び出すのはロック状態のときでなければなりません; このメソッドはロックの状態をアンロックに変更して、即座に処理を戻します。アンロックの状態のロックを解放しようとすると *RuntimeError* が送出されます。

ロックは **コンテキストマネージメントプロトコル** もサポートします。

複数のスレッドにおいて *acquire()* がアンロック状態への遷移を待っているためにブロックが起きている時に *release()* を呼び出してロックの状態をアンロックにすると、一つのスレッドだけが処理を進行できます。どのスレッドが処理を進行できるのかは定義されておらず、実装によって異なるかもしれません。

全てのメソッドはアトミックに実行されます。

class threading.Lock

プリミティブロック (primitive lock) オブジェクトを実装しているクラスです。スレッドが一度ロックを獲

得すると、それ以後のロック獲得の試みはロックが解放されるまでブロックします。どのスレッドでもロックを解放できます。

バージョン 3.13 で変更: Lock is now a class. In earlier Pythons, Lock was a factory function which returned an instance of the underlying private lock type.

acquire(*blocking=True*, *timeout=-1*)

ブロックあり、またはブロックなしでロックを獲得します。

引数 *blocking* を True (デフォルト) に設定して呼び出した場合、ロックがアンロック状態になるまでブロックします。そしてそれをロック状態にしてから True を返します。

引数 *blocking* の値を False にして呼び出すとブロックしません。*blocking* を True にして呼び出した場合にブロックするような状況では、直ちに False を返します。それ以外の場合には、ロックをロック状態にして True を返します。

正の値に設定された浮動小数点の *timeout* 引数とともに起動された場合、ロックを得られなければ最大で *timeout* によって指定された秒数だけブロックします。*timeout* 引数の -1 は無制限の待機を指定します。*blocking* が False の場合に *timeout* を指定することは禁止されています。

ロックを獲得すると True を、ロックを獲得できなかったとき (例えば *timeout* が過ぎた場合) には False を返します。

バージョン 3.2 で変更: 新しい *timeout* 引数。

バージョン 3.2 で変更: Lock acquisition can now be interrupted by signals on POSIX if the underlying threading implementation supports it.

release()

ロックを解放します。これはロックを獲得したスレッドだけでなく、任意のスレッドから呼ぶことができます。

ロックの状態がロックのとき、状態をアンロックにリセットして処理を戻します。他のスレッドがロックがアンロック状態になるのを待ってブロックしている場合、ただ一つのスレッドだけが処理を継続できるようにします。

アンロック状態のロックに対して呼び出された場合、*RuntimeError* が送出されます。

戻り値はありません。

locked()

ロック状態のとき True を返します。

17.1.4 RLock オブジェクト

再入可能ロック (reentrant lock) とは、同じスレッドが複数回獲得できるような同期プリミティブです。再入可能ロックの内部では、プリミティブロックの使うロック／アンロック状態に加え、" 所有スレッド (owning thread)" と " 再帰レベル (recursion level)" という概念を用いています。ロック状態では何らかのスレッドがロックを所有しており、アンロック状態ではいかなるスレッドもロックを所有していません。

Threads call a lock's *acquire()* method to lock it, and its *release()* method to unlock it.

注釈: Reentrant locks support the *context management protocol*, so it is recommended to use `with` instead of manually calling *acquire()* and *release()* to handle acquiring and releasing the lock for a block of code.

RLock's *acquire()*/*release()* call pairs may be nested, unlike Lock's *acquire()*/*release()*. Only the final *release()* (the *release()* of the outermost pair) resets the lock to an unlocked state and allows another thread blocked in *acquire()* to proceed.

acquire()/*release()* must be used in pairs: each acquire must have a release in the thread that has acquired the lock. Failing to call release as many times the lock has been acquired can lead to deadlock.

class threading.RLock

このクラスは再入可能ロックオブジェクトを実装します。再入可能ロックはそれを獲得したスレッドによって解放されなければなりません。いったんスレッドが再入可能ロックを獲得すると、同じスレッドはブロックされずにもう一度それを獲得できます ; そのスレッドは獲得した回数だけ解放しなければいけません。

`RLock` は実際にはファクトリ関数で、プラットフォームでサポートされる最も効率的なバージョンの具体的な RLock クラスのインスタンスを返すことに注意してください。

acquire(*blocking=True*, *timeout=-1*)

ブロックあり、またはブロックなしでロックを獲得します。

参考:

Using RLock as a context manager
Recommended over manual `acquire()` and *release()* calls whenever practical.

When invoked with the *blocking* argument set to `True` (the default):

- If no thread owns the lock, acquire the lock and return immediately.
- If another thread owns the lock, block until we are able to acquire lock, or *timeout*, if set to a positive float value.

- If the same thread owns the lock, acquire the lock again, and return immediately. This is the difference between *Lock* and `RLock`; *Lock* handles this case the same as the previous, blocking until the lock can be acquired.

When invoked with the *blocking* argument set to `False`:

- If no thread owns the lock, acquire the lock and return immediately.
- If another thread owns the lock, return immediately.
- If the same thread owns the lock, acquire the lock again and return immediately.

In all cases, if the thread was able to acquire the lock, return `True`. If the thread was unable to acquire the lock (i.e. if not blocking or the timeout was reached) return `False`.

If called multiple times, failing to call *release()* as many times may lead to deadlock. Consider using `RLock` as a context manager rather than calling acquire/release directly.

バージョン 3.2 で変更: 新しい *timeout* 引数。

`release()`

再帰レベルをデクリメントしてロックを解放します。デクリメント後に再帰レベルがゼロになった場合、ロックの状態をアンロック (いかなるスレッドにも所有されていない状態) にリセットし、ロックの状態がアンロックになるのを待ってブロックしているスレッドがある場合にはその中のただ一つだけが処理を進行できるようにします。デクリメント後も再帰レベルがゼロでない場合、ロックの状態はロックのままで、呼び出し側のスレッドに所有されたままになります。

Only call this method when the calling thread owns the lock. A *RuntimeError* is raised if this method is called when the lock is not acquired.

戻り値はありません。

17.1.5 Condition オブジェクト

条件変数 (condition variable) は、常にある種のロックに関連付けられています; このロックは明示的に渡すことも、デフォルトで生成させることもできます。複数の条件変数で同じロックを共有しなければならない場合には、引渡しによる関連付けが便利です。ロックは条件オブジェクトの一部です: それを別々に扱う必要はありません。

条件変数は **コンテキスト管理プロトコル** に従います: `with` 文を使って囲まれたブロックの間だけ関連付けられたロックを獲得することができます。*acquire()* メソッドと *release()* メソッドは、さらに関連付けられたロックの対応するメソッドを呼び出します。

他のメソッドは、関連付けられたロックを保持した状態で呼び出さなければなりません。*wait()* メソッドはロックを解放します。そして別のスレッドが *notify()* または *notify_all()* を呼ぶことによってスレッドを起こすまでブロックします。一旦起こされたなら、*wait()* は再びロックを得て戻ります。タイムアウトを指定することも可能です。

notify() メソッドは条件変数待ちのスレッドを 1 つ起こします。*notify_all()* メソッドは条件変数待ちの全てのスレッドを起こします。

注意: *notify()* と *notify_all()* はロックを解放しません; 従って、スレッドが起こされたとき、*wait()* の呼び出しは即座に処理を戻すわけではなく、*notify()* または *notify_all()* を呼び出したスレッドが最終的にロックの所有権を放棄したときに初めて処理を返すのです。

条件変数を使う典型的なプログラミングスタイルでは、何らかの共有された状態変数へのアクセスを同期させるためにロックを使います; 状態変数が特定の状態に変化したことを知りたいスレッドは、自分の望む状態になるまで繰り返し *wait()* を呼び出します。その一方で、状態変更を行うスレッドは、前者のスレッドが待ち望んでいる状態であるかもしれないような状態へ変更を行ったときに *notify()* や *notify_all()* を呼び出します。例えば、以下のコードは無制限のバッファ容量のときの一般的な生産者-消費者問題です:

```
# Consume one item
with cv:
    while not an_item_is_available():
        cv.wait()
    get_an_available_item()

# Produce one item
with cv:
    make_an_item_available()
    cv.notify()
```

アプリケーションの条件をチェックする `while` ループは必須です。なぜなら、*wait()* が任意の長時間の後で返り、*notify()* 呼び出しを促した条件がもはや真でないことがありえるからです。これはマルチスレッドプログラミングに固有です。条件チェックを自動化するために *wait_for()* メソッドを使うことができ、それはタイムアウトの計算を簡略化します:

```
# Consume an item
with cv:
    cv.wait_for(an_item_is_available)
    get_an_available_item()
```

notify() と *notify_all()* のどちらを使うかは、その状態の変化に興味を持っている待ちスレッドが一つだけなのか、あるいは複数なのかで考えます。例えば、典型的な生産者-消費者問題では、バッファに 1 つの要素を加えた場合には消費者スレッドを 1 つしか起こさなくてかまいません。

class threading.Condition(*lock=None*)

このクラスは条件変数 (condition variable) オブジェクトを実装します。条件変数を使うと、1 つ以上のスレッドを別のスレッドの通知があるまで待機させておけます。

lock に `None` でない値を指定した場合、その値は *Lock* または *RLock* オブジェクトでなければなりません。この場合、*lock* は根底にあるロックオブジェクトとして使われます。それ以外の場合には、*RLock* オブジェクトを新しく作成して使います。

バージョン 3.3 で変更: ファクトリ関数からクラスに変更されました。

acquire(**args*)

根底にあるロックを獲得します。このメソッドは根底にあるロックの対応するメソッドを呼び出します。そのメソッドの戻り値を返します。

release()

根底にあるロックを解放します。このメソッドは根底にあるロックの対応するメソッドを呼び出します。戻り値はありません。

wait(*timeout=None*)

通知 (notify) を受けるか、タイムアウトするまで待機します。呼び出し側のスレッドがロックを獲得していないときにこのメソッドを呼び出すと *RuntimeError* が送出されます。

このメソッドは根底にあるロックを解放し、他のスレッドが同じ条件変数に対して *notify()* または *notify_all()* を呼び出して現在のスレッドを起こすか、オプションのタイムアウトが発生するまでブロックします。一度スレッドが起こされると、再度ロックを獲得して処理を戻します。

timeout 引数を指定して、None 以外の値にする場合、タイムアウトを秒 (または端数秒) を表す浮動小数点数でなければなりません。

根底にあるロックが *RLock* である場合、*release()* メソッドではロックは解放されません。というのも、ロックが再帰的に複数回獲得されている場合には、*release()* によって実際にアンロックが行われないかもしれないからです。その代わり、ロックが再帰的に複数回獲得されていても確実にアンロックを行える *RLock* クラスの内部インターフェースを使います。その後ロックを再獲得する時に、もう一つの内部インターフェースを使ってロックの再帰レベルを復帰します。

与えられた *timeout* が過ぎていなければ返り値は True です。タイムアウトした場合には False が返ります。

バージョン 3.2 で変更: 以前は、このメソッドは常に None を返していました。

wait_for(*predicate*, *timeout=None*)

条件が真と判定されるまで待ちます。*predicate* は呼び出し可能オブジェクトでなければならず、その結果はブール値として解釈されます。最大の待ち時間を指定する *timeout* を与えることができます。

このユーティリティメソッドは、述語が満たされるかタイムアウトが発生するまで *wait()* を繰り返し呼び出す場合があります。戻り値は述語の最後の戻り値で、もしメソッドがタイムアウトすれば、False と評価されます。

タイムアウト機能を無視すれば、このメソッドの呼び出しは以下のように書くのとほぼ等価です:

```
while not predicate():
    cv.wait()
```

したがって、*wait()* と同じルールが適用されます: 呼び出された時にロックを保持していなければならず、戻るときにロックが再度獲得されます。述語はロックを保持した状態で評価されます。

Added in version 3.2.

notify(*n=1*)

デフォルトで、この条件変数を待っている 1 つのスレッドを起こします。呼び出し側のスレッドがロックを獲得していないときにこのメソッドを呼び出すと *RuntimeError* が送出されます。

何らかの待機中スレッドがある場合、そのうち *n* スレッドを起こします。待機中のスレッドがなければ何もしません。

現在の実装では、少なくとも *n* スレッドが待機中であれば、ちょうど *n* スレッドを起こします。とはいえ、この挙動に依存するのは安全ではありません。将来、実装の最適化によって、複数のスレッドを起こすようになるかもしれないからです。

注意: 起こされたスレッドは実際にロックを再獲得できるまで *wait()* 呼び出しから戻りません。*notify()* はロックを解放しないので、*notify()* 呼び出し側は明示的にロックを解放しなければなりません。

notify_all()

この条件を待っているすべてのスレッドを起こします。このメソッドは *notify()* のように動作しますが、1 つではなくすべての待ちスレッドを起こします。呼び出し側のスレッドがロックを獲得していない場合、*RuntimeError* が送出されます。

関数 “notifyAll“はこの関数の非推奨エイリアスです。

17.1.6 Semaphore オブジェクト

セマフォ (semaphore) は、計算機科学史上最も古い同期プリミティブの一つ で、草創期のオランダ計算機科学者 Edsger W. Dijkstra によって発明されました (彼は *acquire()* と *release()* の代わりに `P()` と `V()` を使いました)。

セマフォは *acquire()* でデクリメントされ *release()* でインクリメントされるような内部カウンタを管理します。カウンタは決してゼロより小さくはなりません; *acquire()* は、カウンタがゼロになっている場合、他のスレッドが *release()* を呼び出すまでブロックします。

セマフォは **コンテキストマネージメントプロトコル** もサポートします。

class threading.Semaphore(*value=1*)

このクラスはセマフォ (semaphore) オブジェクトを実装します。セマフォは、*release()* を呼び出した数から *acquire()* を呼び出した数を引き、初期値を足した値を表す極小のカウンタを管理します。*acquire()* メソッドは、カウンタの値を負にせずに処理を戻せるまで必要ならば処理をブロックします。*value* を指定しない場合、デフォルトの値は 1 になります。

オプションの引数には、内部カウンタの初期値を指定します。デフォルトは 1 です。与えられた *value* が 0 より小さい場合、*ValueError* が送出されます。

バージョン 3.3 で変更: ファクトリ関数からクラスに変更されました。

acquire(*blocking=True*, *timeout=None*)

セマフォを獲得します。

When invoked without arguments:

- If the internal counter is larger than zero on entry, decrement it by one and return `True` immediately.
- If the internal counter is zero on entry, block until awoken by a call to *release()*. Once awoken (and the counter is greater than 0), decrement the counter by 1 and return `True`. Exactly one thread will be awoken by each call to *release()*. The order in which threads are awoken should not be relied on.

blocking を `False` にして呼び出すとブロックしません。引数なしで呼び出した場合にブロックするような状況であった場合には直ちに `False` を返します。それ以外の場合には、引数なしで呼び出したときと同じ処理を行い `True` を返します。

`None` 以外の *timeout* で起動された場合、最大で *timeout* 秒ブロックします。acquire が その間隔の間で完了しなかった場合は `False` が返ります。そうでなければ `True` が返ります。

バージョン 3.2 で変更: 新しい *timeout* 引数。

release(*n=1*)

内部カウンタを *n* インクリメントして、セマフォを解放します。`release()` 処理に入ったときにカウンタがゼロであり、カウンタの値がゼロより大きくなるのを待っている別のスレッドがあった場合、それらのスレッドから *n* 個を起こします。

バージョン 3.9 で変更: 複数の待機中のスレッドを一度に解放する *n* パラメータを追加しました。

class threading.BoundedSemaphore(*value=1*)

有限セマフォ (bounded semaphore) オブジェクトを実装しているクラスです。有限セマフォは、現在の値が初期値を超過しないようチェックを行います。超過を起こした場合、*ValueError* を送出します。たいていの場合、セマフォは限られた容量のリソースを保護するために使われるものです。従って、あまりにも頻繁なセマフォの解放はバグが生じているしるしです。*value* を指定しない場合、デフォルトの値は 1 になります。

バージョン 3.3 で変更: ファクトリ関数からクラスに変更されました。

Semaphore の例

セマフォはしばしば、容量に限りのある資源、例えばデータベースサーバなどを保護するために使われます。リソースが固定の状況では、常に有限セマフォを使わなければなりません。主スレッドは、作業スレッドを立ち上げる前にセマフォを初期化します:

```
maxconnections = 5
# ...
pool_sema = BoundedSemaphore(value=maxconnections)
```

作業スレッドは、ひとたび立ち上がると、サーバへ接続する必要が生じたときにセマフォの `acquire()` および `release()` メソッドを呼び出します:

```
with pool_sema:
    conn = connectdb()
    try:
        # ... use connection ...
    finally:
        conn.close()
```

有限セマフォを使うと、セマフォを獲得回数以上に解放してしまうというプログラム上の間違いを見逃しにくくします。

17.1.7 Event オブジェクト

イベントは、あるスレッドがイベントを発信し、他のスレッドはそれを待つという、スレッド間で通信を行うための最も単純なメカニズムの一つです。

イベントオブジェクトは内部フラグを管理します。このフラグは *set()* メソッドで値を true に、*clear()* メソッドで値を false にリセットします。*wait()* メソッドはフラグが true になるまでブロックします。

class threading.Event

イベントオブジェクトを実装しているクラスです。イベントは *set()* メソッドを使うと *True* に、*clear()* メソッドを使うと *False* にセットされるようなフラグを管理します。*wait()* メソッドは、全てのフラグが true になるまでブロックするようになっています。フラグの初期値は false です。

バージョン 3.3 で変更: ファクトリ関数からクラスに変更されました。

is_set()

内部フラグが真のとき `True` を返します。

メソッド `isSet` はこのメソッドの非推奨エイリアスです。

set()

内部フラグの値を true にセットします。フラグの値が true になるのを待っている全てのスレッドを

起こします。一旦フラグが true になると、スレッドが *wait()* を呼び出しても全くブロックしなくなります。

clear()

内部フラグの値を false にリセットします。以降は、*set()* を呼び出して再び内部フラグの値を true にセットするまで、*wait()* を呼び出したスレッドはブロックするようになります。

wait(*timeout=None*)

Block as long as the internal flag is false and the timeout, if given, has not expired. The return value represents the reason that this blocking method returned; `True` if returning because the internal flag is set to true, or `False` if a timeout is given and the the internal flag did not become true within the given wait time.

When the timeout argument is present and not `None`, it should be a floating point number specifying a timeout for the operation in seconds, or fractions thereof.

バージョン 3.1 で変更: 以前は、このメソッドは常に `None` を返していました。

17.1.8 Timer オブジェクト

このクラスは、一定時間経過後に実行される活動、すなわちタイマ活動を表現します。*Timer* は *Thread* のサブクラスであり、自作のスレッドを構築した一例でもあります。

Timers are started, as with threads, by calling their *Timer.start* method. The timer can be stopped (before its action has begun) by calling the *cancel()* method. The interval the timer will wait before executing its action may not be exactly the same as the interval specified by the user.

例えば:

```
def hello():
    print("hello, world")

t = Timer(30.0, hello)
t.start()  # after 30 seconds, "hello, world" will be printed
```

class threading.Timer(*interval*, *function*, *args=None*, *kwargs=None*)

interval 秒後に引数 *args* キーワード引数 *kwargs* で *function* を実行するようなタイマを生成します。*args* が *“None“* (デフォルト) なら空のリストが使用されます。*kwargs* が `None` (デフォルト) なら空の辞書が使用されます。

バージョン 3.3 で変更: ファクトリ関数からクラスに変更されました。

cancel()

タイマをストップして、その動作の実行をキャンセルします。このメソッドはタイマがまだ活動待ち状

態にある場合にのみ動作します。

17.1.9 バリアオブジェクト

Added in version 3.2.

このクラスは、互いを待つ必要のある固定の数のスレッドで使用するための単純な同期プリミティブを提供します。それぞれのスレッドは *wait()* メソッドを呼ぶことによりバリアを通ろうとしてブロックします。すべてのスレッドがそれぞれの *wait()* メソッドを呼び出した時点で、すべてのスレッドが同時に解放されます。

バリアは同じ数のスレッドに対して何度でも再利用することができます。

例として、クライアントとサーバの間でスレッドを同期させる単純な方法を紹介します:

```
b = Barrier(2, timeout=5)

def server():
    start_server()
    b.wait()
    while True:
        connection = accept_connection()
        process_server_connection(connection)

def client():
    b.wait()
    while True:
        connection = make_connection()
        process_client_connection(connection)
```

class threading.**Barrier**(*parties*, *action=None*, *timeout=None*)

parties 個のスレッドのためのバリアオブジェクトを作成します。*action* は、もし提供されるなら呼び出し可能オブジェクトで、スレッドが解放される時にそのうちの 1 つによって呼ばれます。*timeout* は、*wait()* メソッドに対して none が指定された場合のデフォルトのタイムアウト値です。

wait(*timeout=None*)

バリアを通ります。バリアに対するすべてのスレッドがこの関数を呼んだ時に、それらは同時にすべて解放されます。*timeout* が提供される場合、それはクラスコンストラクタに渡された値に優先して使用されます。

返り値は 0 から *parties* -- 1 の範囲の整数で、それぞれのスレッドに対して異なります。これは、特別な後始末 (housekeeping) を行うスレッドを選択するために使用することができます。例えば:

```
i = barrier.wait()
if i == 0:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # Only one thread needs to print this
    print("passed the barrier")
```

action がコンストラクタに渡されていれば、スレッドのうちの 1 つが解放される前にそれを呼び出します。万一この呼び出しでエラーが発生した場合、バリアは broken な状態に陥ります。

この呼び出しがタイムアウトする場合、バリアは broken な状態に陥ります。

スレッドが待っている間にバリアが broken になるかリセットされた場合、このメソッドは *BrokenBarrierError* 例外を送出するかもしれません。

reset()

バリアをデフォルトの空の状態に戻します。そのバリアの上で待っているすべてのスレッドは *BrokenBarrierError* 例外を受け取ります。

状態が未知の他のスレッドがある場合、この関数を使用するのに何らかの外部同期を必要とするかもしれないことに注意してください。バリアが broken な場合、単にそれをそのままにして新しいものを作成する方がよいでしょう。

abort()

バリアを broken な状態にします。これによって、現在または将来の *wait()* 呼び出しが *BrokenBarrierError* とともに失敗するようになります。これを使うと、例えばスレッドが異常終了する必要がある場合にアプリケーションがデッドロックするのを避けることができます。

スレッドのうちの 1 つが返ってこないことに対して自動的に保護するように、単純に常識的な *timeout* 値でバリアを作成することは望ましいかもしれません。

parties

バリアを通るために要求されるスレッドの数。

n_waiting

現在バリアの中で待っているスレッドの数。

broken

バリアが broken な状態である場合に `True` となるブール値。

exception threading.BrokenBarrierError

Barrier オブジェクトがリセットされるか broken な場合に、この例外 (*RuntimeError* のサブクラス) が送出されます。

17.1.10 with 文でのロック・条件変数・セマフォの使い方

All of the objects provided by this module that have `acquire` and `release` methods can be used as context managers for a `with` statement. The `acquire` method will be called when the block is entered, and `release` will be called when the block is exited. Hence, the following snippet:

```
with some_lock:
    # do something...
```

は、以下と同じです

```
some_lock.acquire()
try:
    # do something...
finally:
    some_lock.release()
```

現在のところ、*Lock* 、*RLock* 、*Condition* 、*Semaphore* 、*BoundedSemaphore* を `with` 文のコンテキストマネージャとして使うことができます。

17.2 multiprocessing --- プロセスベースの並列処理

ソースコード: Lib/multiprocessing/

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外。

このモジュールは WebAssembly プラットフォームと iOS では動作しないか、利用不可です。WASM 上での利用可能性についてのさらなる情報は *WebAssembly* **プラットフォーム** を、iOS 上での利用可能性についてのさらなる情報は *iOS* を見てください。

17.2.1 はじめに

multiprocessing is a package that supports spawning processes using an API similar to the *threading* module. The *multiprocessing* package offers both local and remote concurrency, effectively side-stepping the *Global Interpreter Lock* by using subprocesses instead of threads. Due to this, the *multiprocessing* module allows the programmer to fully leverage multiple processors on a given machine. It runs on both POSIX and Windows.

multiprocessing モジュールでは、*threading* モジュールには似たものが存在しない API も導入されています。その最たるものが *Pool* オブジェクトです。これは複数の入力データに対して、サブプロセス群に入力データを分配 (データ並列) して関数を並列実行するのに便利な手段を提供します。以下の例では、モジュール内で関数

を定義して、子プロセスがそのモジュールを正常にインポートできるようにする一般的な方法を示します。*Pool* を用いたデータ並列の基礎的な例は次の通りです:

```
from multiprocessing import Pool

def f(x):
    return x*x

if __name__ == '__main__':
    with Pool(5) as p:
        print(p.map(f, [1, 2, 3]))
```

標準出力に以下が出力されます:

```
[1, 4, 9]
```

参考:

concurrent.futures.ProcessPoolExecutor offers a higher level interface to push tasks to a background process without blocking execution of the calling process. Compared to using the *Pool* interface directly, the *concurrent.futures* API more readily allows the submission of work to the underlying process pool to be separated from waiting for the results.

Process クラス

multiprocessing モジュールでは、プロセスは以下の手順によって生成されます。はじめに *Process* のオブジェクトを作成し、続いて *start()* メソッドを呼び出します。この *Process* クラスは *threading.Thread* クラスと同様の API を持っています。まずは、簡単な例をもとにマルチプロセスを使用したプログラムについてみていきましょう

```
from multiprocessing import Process

def f(name):
    print('hello', name)

if __name__ == '__main__':
    p = Process(target=f, args=('bob',))
    p.start()
    p.join()
```

実行された個々のプロセス ID を表示するために拡張したサンプルコードを以下に示します:

```
from multiprocessing import Process
import os

```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
def info(title):
    print(title)
    print('module name:', __name__)
    print('parent process:', os.getppid())
    print('process id:', os.getpid())

def f(name):
    info('function f')
    print('hello', name)

if __name__ == '__main__':
    info('main line')
    p = Process(target=f, args=('bob',))
    p.start()
    p.join()
```

なぜ `if __name__ == '__main__'` という記述が必要かは **プログラミングガイドライン** を参照してください。

コンテキストと開始方式

プラットフォームにもよりますが、*multiprocessing* はプロセスを開始するために 3 つの方法をサポートしています。それら **開始方式** は以下のとおりです

spawn 親

プロセスは新たに Python インタープリタープロセスを開始します。子プロセスはプロセスオブジェクトの *run()* メソッドの実行に必要なリソースのみ継承します。特に、親プロセスからの不要なファイル記述子とハンドルは継承されません。この方式を使用したプロセスの開始は *fork* や *forkserver* に比べ遅くなります。

Available on POSIX and Windows platforms. The default on Windows and macOS.

fork 親

プロセスは *os.fork()* を使用して Python インタープリターをフォークします。子プロセスはそれが開始されるとき、事実上親プロセスと同一になります。親プロセスのリソースはすべて子プロセスに継承されます。マルチスレッドプロセスのフォークは安全性に問題があることに注意してください。

Available on POSIX systems. Currently the default on POSIX except macOS.

注釈: The default start method will change away from *fork* in Python 3.14. Code that requires *fork* should explicitly specify that via *get_context()* or *set_start_method()*.

バージョン 3.12 で変更: If Python is able to detect that your process has multiple threads, the *os.fork()* function that this start method calls internally will raise a *DeprecationWarning*. Use

a different start method. See the *os.fork()* documentation for further explanation.

forkserver

When the program starts and selects the *forkserver* start method, a server process is spawned. From then on, whenever a new process is needed, the parent process connects to the server and requests that it fork a new process. The fork server process is single threaded unless system libraries or preloaded imports spawn threads as a side-effect so it is generally safe for it to use *os.fork()*. No unnecessary resources are inherited.

Available on POSIX platforms which support passing file descriptors over Unix pipes such as Linux.

バージョン 3.4 で変更: *spawn* added on all POSIX platforms, and *forkserver* added for some POSIX platforms. Child processes no longer inherit all of the parents inheritable handles on Windows.

バージョン 3.8 で変更: On macOS, the *spawn* start method is now the default. The *fork* start method should be considered unsafe as it can lead to crashes of the subprocess as macOS system libraries may start threads. See bpo-33725.

On POSIX using the *spawn* or *forkserver* start methods will also start a *resource tracker* process which tracks the unlinked named system resources (such as named semaphores or *SharedMemory* objects) created by processes of the program. When all processes have exited the resource tracker unlinks any remaining tracked object. Usually there should be none, but if a process was killed by a signal there may be some "leaked" resources. (Neither leaked semaphores nor shared memory segments will be automatically unlinked until the next reboot. This is problematic for both objects because the system allows only a limited number of named semaphores, and shared memory segments occupy some space in the main memory.)

開始方式はメインモジュールの `if __name__ == '__main__'` 節内で、関数 *set_start_method()* によって指定します。以下に例を示します:

```
import multiprocessing as mp

def foo(q):
    q.put('hello')

if __name__ == '__main__':
    mp.set_start_method('spawn')
    q = mp.Queue()
    p = mp.Process(target=foo, args=(q,))
    p.start()
    print(q.get())
    p.join()
```

関数 *set_start_method()* はプログラム内で複数回使用してはいけません。

もうひとつの方法として、*get_context()* を使用してコンテキストオブジェクトを取得することができます。コ

ンテキストオブジェクトは multiprocessing モジュールと同じ API を持ち、同じプログラム内で複数の開始方式を使用できます。

```
import multiprocessing as mp

def foo(q):
    q.put('hello')

if __name__ == '__main__':
    ctx = mp.get_context('spawn')
    q = ctx.Queue()
    p = ctx.Process(target=foo, args=(q,))
    p.start()
    print(q.get())
    p.join()
```

あるコンテキストに関連したオブジェクトは、異なるコンテキストのプロセスとは互換性がない場合があることに注意してください。特に、*fork* コンテキストを使用して作成されたロックは、*spawn* あるいは *forkserver* を使用して開始されたプロセスに渡すことはできません。

特定の開始方式の使用を要求するライブラリは *get_context()* を使用してライブラリ利用者の選択を阻害しないようにするべきです。

警告: The `'spawn'` and `'forkserver'` start methods generally cannot be used with ”frozen” executables (i.e., binaries produced by packages like **PyInstaller** and **cx_Freeze**) on POSIX systems. The `'fork'` start method may work if code does not use threads.

プロセス間でのオブジェクト交換

multiprocessing モジュールでは、プロセス間通信の手段が 2 つ用意されています。それぞれ以下に詳細を示します:

キュー (Queue)

Queue クラスは *queue.Queue* クラスとほとんど同じように使うことができます。以下に例を示します:

```
from multiprocessing import Process, Queue

def f(q):
    q.put([42, None, 'hello'])

if __name__ == '__main__':
    q = Queue()
    p = Process(target=f, args=(q,))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    p.start()
    print(q.get())    # prints "[42, None, 'hello']"
    p.join()
```

キューはスレッドセーフであり、プロセスセーフです。

パイプ (Pipe)

Pipe() 関数はパイプで繋がれたコネクションオブジェクトのペアを返します。デフォルトでは双方向性パイプを返します。以下に例を示します:

```
from multiprocessing import Process, Pipe

def f(conn):
    conn.send([42, None, 'hello'])
    conn.close()

if __name__ == '__main__':
    parent_conn, child_conn = Pipe()
    p = Process(target=f, args=(child_conn,))
    p.start()
    print(parent_conn.recv())   # prints "[42, None, 'hello']"
    p.join()
```

パイプのそれぞれの端を表す 2 つのコネクションオブジェクトが *Pipe()* 関数から返されます。各コネクションオブジェクトには、send()、recv()、その他のメソッドがあります。2 つのプロセス (またはスレッド) がパイプの **同じ** 端で同時に読み込みや書き込みを行うと、パイプ内のデータが破損してしまうかもしれないことに注意してください。もちろん、各プロセスがパイプの別々の端を同時に使用するならば、データが破壊される危険性はありません。

プロセス間の同期

multiprocessing は *threading* モジュールと等価な同期プリミティブを備えています。以下の例では、ロックを使用して、一度に 1 つのプロセスしか標準出力に書き込まないようにしています:

```
from multiprocessing import Process, Lock

def f(l, i):
    l.acquire()
    try:
        print('hello world', i)
    finally:
        l.release()

if __name__ == '__main__':
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    lock = Lock()

    for num in range(10):
        Process(target=f, args=(lock, num)).start()
```

ロックを使用しないで標準出力に書き込んだ場合は、各プロセスからの出力がごちゃまぜになってしまいます。

プロセス間での状態の共有

これまでの話の流れで触れたとおり、並行プログラミングを行うときには、できるかぎり状態を共有しないのが定石です。複数のプロセスを使用するときは特にそうでしょう。

しかし、どうしてもプロセス間のデータ共有が必要な場合のために *multiprocessing* モジュールには 2 つの方法が用意されています。

共有メモリ (Shared memory)

データを共有メモリ上に保持するために *Value* クラス、もしくは *Array* クラスを使用することができます。以下のサンプルコードを使って、この機能についてみていきましょう

```
from multiprocessing import Process, Value, Array

def f(n, a):
    n.value = 3.1415927
    for i in range(len(a)):
        a[i] = -a[i]

if __name__ == '__main__':
    num = Value('d', 0.0)
    arr = Array('i', range(10))

    p = Process(target=f, args=(num, arr))
    p.start()
    p.join()

    print(num.value)
    print(arr[:])
```

このサンプルコードを実行すると以下のように表示されます

```
3.1415927
[0, -1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -8, -9]
```

num と arr を生成するときに使用されている、引数 'd' と 'i' は *array* モジュールにより使用される種別の型コードです。ここで使用されている 'd' は倍精度浮動小数、'i' は符号付整数を表します。これらの共有オブジェクトは、プロセスセーフでありスレッドセーフです。

共有メモリを使用して、さらに柔軟なプログラミングを行うには *multiprocessing.sharedctypes* モジュールを使用します。このモジュールは共有メモリから割り当てられた任意の ctypes オブジェクトの生成をサポートします。

サーバープロセス (Server process)

Manager() 関数により生成されたマネージャーオブジェクトはサーバープロセスを管理します。マネージャーオブジェクトは Python のオブジェクトを保持して、他のプロセスがプロキシ経由でその Python オブジェクトを操作することができます。

Manager() 関数が返すマネージャは *list*, *dict*, *Namespace*, *Lock*, *RLock*, *Semaphore*, *BoundedSemaphore*, *Condition*, *Event*, *Barrier*, *Queue*, *Value*, *Array* をサポートします。以下にサンプルコードを示します。

```
from multiprocessing import Process, Manager

def f(d, l):
    d[1] = '1'
    d['2'] = 2
    d[0.25] = None
    l.reverse()

if __name__ == '__main__':
    with Manager() as manager:
        d = manager.dict()
        l = manager.list(range(10))

        p = Process(target=f, args=(d, l))
        p.start()
        p.join()

        print(d)
        print(l)
```

このサンプルコードを実行すると以下のように表示されます

```
{0.25: None, 1: '1', '2': 2}
[9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]
```

サーバープロセスのマネージャーオブジェクトは共有メモリのオブジェクトよりも柔軟であるといえます。それは、どのような型のオブジェクトでも使えるからです。また、1 つのマネージャーオブジェクトはネットワーク経由で他のコンピューター上のプロセスによって共有することもできます。しかし、共有メモリより動作が遅いという欠点があります。

ワーカープロセスのプールを使用

Pool クラスは、ワーカープロセスをプールする機能を備えています。このクラスには、異なる方法でワーカープロセスへタスクを割り当てるいくつかのメソッドがあります。

例えば:

```
from multiprocessing import Pool, TimeoutError
import time
import os

def f(x):
    return x*x

if __name__ == '__main__':
    # start 4 worker processes
    with Pool(processes=4) as pool:

        # print "[0, 1, 4,..., 81]"
        print(pool.map(f, range(10)))

        # print same numbers in arbitrary order
        for i in pool.imap_unordered(f, range(10)):
            print(i)

        # evaluate "f(20)" asynchronously
        res = pool.apply_async(f, (20,))      # runs in *only* one process
        print(res.get(timeout=1))             # prints "400"

        # evaluate "os.getpid()" asynchronously
        res = pool.apply_async(os.getpid, ()) # runs in *only* one process
        print(res.get(timeout=1))             # prints the PID of that process

        # launching multiple evaluations asynchronously *may* use more processes
        multiple_results = [pool.apply_async(os.getpid, ()) for i in range(4)]
        print([res.get(timeout=1) for res in multiple_results])

        # make a single worker sleep for 10 seconds
        res = pool.apply_async(time.sleep, (10,))
        try:
            print(res.get(timeout=1))
        except TimeoutError:
            print("We lacked patience and got a multiprocessing.TimeoutError")

        print("For the moment, the pool remains available for more work")

    # exiting the 'with'-block has stopped the pool
    print("Now the pool is closed and no longer available")
```

プールオブジェクトのメソッドは、そのプールを作成したプロセスのみが呼び出すべきです。

注釈: このパッケージに含まれる機能を使用するためには、子プロセスから `__main__` モジュールをインポートできる必要があります。このことについては **プログラミングガイドライン** で触れていますが、ここであらためて強調しておきます。なぜかというと、いくつかのサンプルコード、例えば *multiprocessing.pool.Pool* のサンプルはインタラクティブシェル上では動作しないからです。以下に例を示します:

```
>>> from multiprocessing import Pool
>>> p = Pool(5)
>>> def f(x):
...     return x*x
...
>>> with p:
...     p.map(f, [1,2,3])
Process PoolWorker-1:
Process PoolWorker-2:
Process PoolWorker-3:
Traceback (most recent call last):
Traceback (most recent call last):
Traceback (most recent call last):
AttributeError: Can't get attribute 'f' on <module '__main__' (<class '_frozen_importlib.
↪BuiltinImporter'>)>
AttributeError: Can't get attribute 'f' on <module '__main__' (<class '_frozen_importlib.
↪BuiltinImporter'>)>
AttributeError: Can't get attribute 'f' on <module '__main__' (<class '_frozen_importlib.
↪BuiltinImporter'>)>
```

(もしこのコードを試すなら、実際には 3 つの完全なトレースバックがばらばらの順番で出力されますし、親プロセスを何らかの方法で止める必要があります。)

17.2.2 リファレンス

multiprocessing パッケージは *threading* モジュールの API とほとんど同じです。

Process クラスと例外

class multiprocessing.**Process**(*group=None*, *target=None*, *name=None*, *args=()*, *kwargs={}*, ***, *daemon=None*)

Process オブジェクトは各プロセスの処理を表します。*Process* クラスは *threading.Thread* クラスのすべてのメソッドと同じインターフェースを提供します。

コンストラクターは必ずキーワード引数で呼び出すべきです。引数 *group* には必ず None を渡してくださ

い。この引数は *threading.Thread* クラスとの互換性のためだけに残されています。引数 *target* には、*run()* メソッドから呼び出される callable オブジェクトを渡します。この引数はデフォルトで None となっており、何も呼び出されません。引数 *name* にはプロセス名を渡します (詳細は *name* を見てください)。*args* は対象の呼び出しに対する引数のタプルを渡します。*kwargs* は対象の呼び出しに対するキーワード引数の辞書を渡します。もし提供されれば、キーワード専用の *daemon* 引数はプロセスの *daemon* フラグを True または False にセットします。None の場合 (デフォルト)、このフラグは作成するプロセスから継承されます。

デフォルトでは、*target* に何の引数も与えられません。(実) 引数 *args* (デフォルトは "()") は、*target* に渡す引数のリストまたはタプルを指定するために使用されます。

サブクラスがコンストラクターをオーバーライドする場合は、そのプロセスに対する処理を行う前に基底クラスのコンストラクター (Process.__init__()) を実行しなければなりません。

バージョン 3.3 で変更: Added the *daemon* parameter.

run()

プロセスが実行する処理を表すメソッドです。

このメソッドはサブクラスでオーバーライドすることができます。標準の *run()* メソッドは、コンストラクターの target 引数として渡された呼び出し可能オブジェクトを呼び出します。もしコンストラクターに *args* もしくは *kwargs* 引数が渡されていれば、呼び出すオブジェクトにこれらの引数を渡します。

Process に渡される *args* の引数にリストやタプルを使っても、同じ効果が得られます。

以下はプログラム例です:

```
>>> from multiprocessing import Process
>>> p = Process(target=print, args=[1])
>>> p.run()
1
>>> p = Process(target=print, args=(1,))
>>> p.run()
1
```

start()

プロセスの処理を開始するためのメソッドです。

各 Process オブジェクトに対し、このメソッドが 2 回以上呼び出されてはいけません。各プロセスでオブジェクトの *run()* メソッドを呼び出す準備を行います。

join([*timeout*]**)**

オプションの引数 *timeout* が None (デフォルト) の場合、*join()* メソッドが呼ばれたプロセスは処理が終了するまでブロックします。*timeout* が正の数である場合、最大 *timeout* 秒ブロックします。プ

ロセスが終了あるいはタイムアウトした場合、メソッドは None を返すことに注意してください。プロセスの *exitcode* を確認し終了したかどうかを判断してください。

1 つのプロセスは何回も join されることができます。

プロセスは自分自身を join することはできません。それはデッドロックを引き起こすことがあるからです。プロセスが start される前に join しようとするとエラーが発生します。

name

プロセスの名前。名前は識別のためだけに使用される文字列です。それ自体には特別な意味はありません。複数のプロセスに同じ名前が与えられても構いません。

最初の名前はコンストラクターによってセットされます。コンストラクターに明示的な名前が渡されない場合、'Process-N_1:N_2:...:N_k' 形式の名前が構築されます。ここでそれぞれの N_k はその親の N 番目の子供です。

is_alive()

プロセスが実行中かを判別します。

おおまかに言って、プロセスオブジェクトは *start()* メソッドを呼び出してから子プロセス終了までの期間が実行中となります。

daemon

デーモンプロセスであるかのフラグであり、ブール値です。この属性は *start()* が呼び出される前に設定されている必要があります。

初期値は作成するプロセスから継承します。

あるプロセスが終了するとき、そのプロセスはその子プロセスであるデーモンプロセスすべてを終了させようとします。

デーモンプロセスは子プロセスを作成できないことに注意してください。もし作成できてしまうと、そのデーモンプロセスの親プロセスが終了したときにデーモンプロセスの子プロセスが孤児になってしまう場合があるからです。さらに言えば、デーモンプロセスは Unix デーモンやサービスでは **なく** 通常のプロセスであり、非デーモンプロセスが終了すると終了されます (そして join されません)。

threading.Thread クラスの API に加えて *Process* クラスのオブジェクトには以下の属性およびメソッドがあります:

pid

プロセス ID を返します。プロセスの生成前は None が設定されています。

exitcode

The child's exit code. This will be None if the process has not yet terminated.

If the child's *run()* method returned normally, the exit code will be 0. If it terminated via *sys.exit()* with an integer argument *N*, the exit code will be *N*.

If the child terminated due to an exception not caught within *run()*, the exit code will be 1. If it was terminated by signal *N*, the exit code will be the negative value *-N*.

authkey

プロセスの認証キーです (バイト文字列です)。

multiprocessing モジュールがメインプロセスにより初期化される場合には、*os.urandom()* 関数を使用してランダムな値が設定されます。

Process クラスのオブジェクトの作成時にその親プロセスから認証キーを継承します。もしくは *authkey* に別のバイト文字列を設定することもできます。

詳細は **認証キー** を参照してください。

sentinel

プロセスが終了するときに "ready" となるシステムオブジェクトの数値ハンドル。

multiprocessing.connection.wait() を使用していくつかのイベントを同時に wait したい場合はこの値を使うことができます。それ以外の場合は *join()* を呼ぶ方がより単純です。

On Windows, this is an OS handle usable with the `WaitForSingleObject` and `WaitForMultipleObjects` family of API calls. On POSIX, this is a file descriptor usable with primitives from the *select* module.

Added in version 3.3.

terminate()

Terminate the process. On POSIX this is done using the *SIGTERM* signal; on Windows `TerminateProcess()` is used. Note that exit handlers and finally clauses, etc., will not be executed.

このメソッドにより終了するプロセスの子孫プロセスは、終了 **しません** 。そういった子孫プロセスは単純に孤児になります。

> **警告:** このメソッドの使用時に、関連付けられたプロセスがパイプやキューを使用している場合には、使用中のパイプやキューが破損して他のプロセスから使用できなくなる可能性があります。同様に、プロセスがロックやセマフォなどを取得している場合には、このプロセスが終了してしまうと他のプロセスのデッドロックの原因になるでしょう。

kill()

Same as *terminate()* but using the `SIGKILL` signal on POSIX.

Added in version 3.7.

close()

Process オブジェクトを閉じ、関連付けられていたすべてのリソースを開放します。中のプロセスが実行中であった場合、*ValueError* を送出します。*close()* が成功した場合、*Process* オブジェクトの他のメソッドや属性は、ほとんどが *ValueError* を送出します。

Added in version 3.7.

プロセスオブジェクトが作成したプロセスのみが *start()*, *join()*, *is_alive()*, *terminate()* と *exitcode* のメソッドを呼び出すべきです。

以下の例では *Process* のメソッドの使い方を示しています:

```
>>> import multiprocessing, time, signal
>>> mp_context = multiprocessing.get_context('spawn')
>>> p = mp_context.Process(target=time.sleep, args=(1000,))
>>> print(p, p.is_alive())
<...Process ... initial> False
>>> p.start()
>>> print(p, p.is_alive())
<...Process ... started> True
>>> p.terminate()
>>> time.sleep(0.1)
>>> print(p, p.is_alive())
<...Process ... stopped exitcode=-SIGTERM> False
>>> p.exitcode == -signal.SIGTERM
True
```

exception multiprocessing.ProcessError

すべての *multiprocessing* 例外の基底クラスです。

exception multiprocessing.BufferTooShort

この例外は Connection.recv_bytes_into() によって発生し、バッファーオブジェクトが小さすぎてメッセージが読み込めないことを示します。

e が *BufferTooShort* のインスタンスであるとすると、e.args[0] はそのメッセージをバイト文字列で与えるものです。

exception multiprocessing.AuthenticationError

認証エラーがあった場合に送出されます。

exception multiprocessing.TimeoutError

タイムアウトをサポートするメソッドでタイムアウトが過ぎたときに送出されます。

パイプ (Pipe) とキュー (Queue)

複数のプロセスを使う場合、一般的にはメッセージパッシングをプロセス間通信に使用し、ロックのような同期プリミティブを使用しないようにします。

メッセージのやりとりのために *Pipe()* (2 つのプロセス間の通信用)、もしくはキュー (複数のメッセージ生成プロセス (producer)、消費プロセス (consumer) の実現用) を使うことができます。

Queue, *SimpleQueue* と *JoinableQueue* 型は複数プロセスから生成/消費を行う FIFO キューです。これらのキューは標準ライブラリの *queue.Queue* を模倣しています。*Queue* には Python 2.5 の *queue.Queue* クラスで導入された *task_done()* と *join()* メソッドがないことが違う点です。

もし *JoinableQueue* を使用するなら、キューから削除される各タスクのために *JoinableQueue.task_done()* を呼び出さなければ **なりません** 。さもないと、いつか完了していないタスクを数えるためのセマフォがオーバーフローし、例外を発生させるでしょう。

管理オブジェクトを使用することで共有キューを作成できることも覚えておいてください。詳細は **マネージャー** を参照してください。

注釈: *multiprocessing* は、タイムアウトを伝えるために、通常の *queue.Empty* と *queue.Full* 例外を使用します。それらは *multiprocessing* の名前空間では利用できないため、*queue* からインポートする必要があります。

注釈: オブジェクトがキューに追加される際、そのオブジェクトは pickle 化されています。そのため、バックグラウンドのスレッドが後になって下位層のパイプに pickle 化されたデータをフラッシュすることがあります。これにより、少し驚くような結果になりますが、実際に問題になることはないはずです。これが問題になるような状況では、かわりに *manager* を使ってキューを作成することができるからです。

(1) 空のキューの中にオブジェクトを追加した後、キューの *empty()* メソッドが *False* を返すまでの間にごくわずかな遅延が起きることがあり、*get_nowait()* が *queue.Empty* を発生させることなく制御が呼び出し元に返ってしまうことがあります。

(2) 複数のプロセスがオブジェクトをキューに詰めている場合、キューの反対側ではオブジェクトが詰められたのとは違う順序で取得される可能性があります。ただし、同一のプロセスから詰め込まれたオブジェクトは、それらのオブジェクト間では、必ず期待どおりの順序になります。

警告: *Queue* を利用しようとしている最中にプロセスを *Process.terminate()* や *os.kill()* で終了させる場合、キューにあるデータは破損し易くなります。終了した後で他のプロセスがキューを利用しようとすると、例外を発生させる可能性があります。

警告: 上述したように、もし子プロセスがキューへ要素を追加するなら (かつ *JoinableQueue.cancel_join_thread* を使用しないなら) そのプロセスはバッファーされたすべての要素がパイプへフラッシュされるまで終了しません。

これは、そのプロセスを join しようとする場合、キューに追加されたすべての要素が消費されたことが確実でないかぎり、デッドロックを発生させる可能性があることを意味します。似たような現象で、子プロセスが非デーモンプロセスの場合、親プロセスは終了時に非デーモンのすべての子プロセスを join しようとしてハングアップする可能性があります。

マネージャーを使用して作成されたキューではこの問題はありません。詳細は **プログラミングガイドライン** を参照してください。

プロセス間通信におけるキューの使用例を知りたいなら **使用例** を参照してください。

multiprocessing.Pipe([*duplex*])

パイプの両端を表す *Connection* オブジェクトのペア (conn1, conn2) を返します。

duplex が True (デフォルト) ならパイプは双方向性です。*duplex* が False ならパイプは一方向性で、conn1 はメッセージの受信専用、conn2 はメッセージの送信専用になります。

class multiprocessing.Queue([*maxsize*])

パイプや 2〜3 個のロック/セマフォを使用して実装されたプロセス共有キューを返します。あるプロセスが最初に要素をキューへ追加するとき、バッファーからパイプの中へオブジェクトを転送する供給スレッドが開始されます。

標準ライブラリの *queue* モジュールの通常の *queue.Empty* や *queue.Full* 例外がタイムアウトを伝えるために送出されます。

Queue は *task_done()* や *join()* を除く *queue.Queue* のすべてのメソッドを実装します。

qsize()

おおよそのキューのサイズを返します。マルチスレッディング/マルチプロセスの特性上、この数値は信用できません。

Note that this may raise *NotImplementedError* on platforms like macOS where sem_getvalue() is not implemented.

empty()

キューが空っぽなら True を、そうでなければ False を返します。マルチスレッディング/マルチプロセシングの特性上、これは信用できません。

May raise an *OSError* on closed queues. (not guaranteed)

`full()`

キューがいっぱいなら `True` を、そうでなければ `False` を返します。マルチスレッディング/マルチプロセシングの特性上、これは信用できません。

`put(`*obj*[, *block*[, *timeout*]]`)`

キューの中へ obj を追加します。オプションの引数 *block* が `True` (デフォルト) 且つ *timeout* が `None` (デフォルト) なら、空きスロットが利用可能になるまで必要であればブロックします。*timeout* が正の数なら、最大 *timeout* 秒ブロックして、その時間内に空きスロットが利用できなかったら *queue.Full* 例外を発生させます。それ以外 (*block* が `False`) で、空きスロットがすぐに利用可能な場合はキューに要素を追加します。そうでなければ *queue.Full* 例外が発生します (その場合 *timeout* は無視されます)。

バージョン 3.8 で変更: If the queue is closed, *ValueError* is raised instead of *AssertionError*.

`put_nowait(`*obj*`)`

`put(obj, False)` と等価です。

`get(`[*block*[, *timeout*]]`)`

キューから要素を取り出して削除します。オプションの引数 *block* が `True` (デフォルト) 且つ *timeout* が `None` (デフォルト) なら、要素が取り出せるまで必要であればブロックします。*timeout* が正の数なら、最大 *timeout* 秒ブロックして、その時間内に要素が取り出せなかったら *queue.Empty* 例外を発生させます。それ以外 (*block* が `False`) で、要素がすぐに取り出せる場合は要素を返します。そうでなければ *queue.Empty* 例外が発生します (その場合 *timeout* は無視されます)。

バージョン 3.8 で変更: If the queue is closed, *ValueError* is raised instead of *OSError*.

`get_nowait()`

`get(False)` と等価です。

multiprocessing.Queue は *queue.Queue* にはない追加メソッドがあります。これらのメソッドは通常、ほとんどのコードに必要ありません:

`close()`

カレントプロセスからこのキューへそれ以上データが追加されないことを表します。バックグラウンドスレッドはパイプへバッファーされたすべてのデータをフラッシュするとすぐに終了します。これはキューがガベージコレクトされるときに自動的に呼び出されます。

`join_thread()`

バックグラウンドスレッドを join します。このメソッドは *close()* が呼び出された後でのみ使用されます。バッファーされたすべてのデータがパイプへフラッシュされるのを保証するため、バックグラウンドスレッドが終了するまでブロックします。

デフォルトでは、あるプロセスがキューを作成していない場合、終了時にキューのバックグラウンドスレッドを join しようとします。そのプロセスは *join_thread()* が何もしないように

cancel_join_thread() を呼び出すことができます。

cancel_join_thread()

join_thread() がブロッキングするのを防ぎます。特にこれはバックグラウンドスレッドがそのプロセスの終了時に自動的に join されるのを防ぎます。詳細は *join_thread()* を参照してください。

このメソッドは `allow_exit_without_flush()` という名前のほうがよかったかもしれません。キューに追加されたデータが失われてしまいがちなため、このメソッドを使う必要はほぼ確実にないでしょう。本当にこれが必要になるのは、キューに追加されたデータを下位層のパイプにフラッシュすることなくカレントプロセスを直ちに終了する必要があり、かつ失われるデータに関心がない場合です。

注釈: このクラスに含まれる機能には、ホストとなるオペレーティングシステム上で動作している共有セマフォ (shared semaphore) を使用しているものがあります。これが使用できない場合には、このクラスが無効になり、*Queue* をインスタンス化する時に *ImportError* が発生します。詳細は bpo-3770 を参照してください。同様のことが、以下に列挙されている特殊なキューでも成り立ちます。

---

class multiprocessing.SimpleQueue

単純化された *Queue* 型です。ロックされた *Pipe* と非常に似ています。

close()

Close the queue: release internal resources.

A queue must not be used anymore after it is closed. For example, *get()*, *put()* and *empty()* methods must no longer be called.

Added in version 3.9.

empty()

キューが空ならば `True` を、そうでなければ `False` を返します。

Always raises an *OSError* if the SimpleQueue is closed.

get()

キューから要素を削除して返します。

put(*item*)

item をキューに追加します。

class multiprocessing.JoinableQueue([*maxsize*])

JoinableQueue は *Queue* のサブクラスであり、*task_done()* や *join()* メソッドが追加されているキューです。

task_done()

以前にキューへ追加されたタスクが完了したことを表します。キューのコンシューマによって使用されます。タスクをフェッチするために使用されるそれぞれの *get()* に対して、後続の *task_done()* 呼び出しはタスクの処理が完了したことをキューへ伝えます。

もし *join()* がブロッキング状態なら、すべての要素が処理されたときに復帰します (*task_done()* 呼び出しが すべての要素からキュー内へ *put()* されたと受け取ったことを意味します)。

キューにある要素より多く呼び出された場合 *ValueError* が発生します。

join()

キューにあるすべてのアイテムが取り出されて処理されるまでブロックします。

キューに要素が追加されると未完了タスク数が増えます。コンシューマがキューの要素が取り出されてすべての処理が完了したことを表す *task_done()* を呼び出すと数が減ります。未完了タスク数がゼロになると *join()* はブロッキングを解除します。

その他

multiprocessing.active_children()

カレントプロセスのすべてのアクティブな子プロセスのリストを返します。

これを呼び出すと ”join” してすでに終了しているプロセスには副作用があります。

multiprocessing.cpu_count()

システムの CPU 数を返します。

This number is not equivalent to the number of CPUs the current process can use. The number of usable CPUs can be obtained with *os.process_cpu_count()* (or `len(os.sched_getaffinity(0))`).

When the number of CPUs cannot be determined a *NotImplementedError* is raised.

参考:

os.cpu_count() *os.process_cpu_count()*

バージョン 3.13 で変更: The return value can also be overridden using the `-X cpu_count` flag or `PYTHON_CPU_COUNT` as this is merely a wrapper around the *os* cpu count APIs.

multiprocessing.current_process()

カレントプロセスに対応する *Process* オブジェクトを返します。

threading.current_thread() とよく似た関数です。

multiprocessing.**parent_process**()

Return the *Process* object corresponding to the parent process of the *current_process()*. For the main process, `parent_process` will be `None`.

Added in version 3.8.

multiprocessing.**freeze_support**()

multiprocessing を使用しているプログラムをフリーズして Windows の実行可能形式を生成するためのサポートを追加します。(**py2exe** , **PyInstaller** や **cx_Freeze** でテストされています。)

メインモジュールの `if __name__ == '__main__'` の直後にこの関数を呼び出す必要があります。以下に例を示します:

```
from multiprocessing import Process, freeze_support

def f():
    print('hello world!')

if __name__ == '__main__':
    freeze_support()
    Process(target=f).start()
```

もし `freeze_support()` の行がない場合、フリーズされた実行可能形式を実行しようとすると *RuntimeError* を発生させます。

`freeze_support()` の呼び出しは Windows 以外の OS では効果がありません。さらに、もしモジュールが Windows の通常の Python インタプリタによって実行されているならば（プログラムがフリーズされていなければ）`freeze_support()` は効果がありません。

multiprocessing.**get_all_start_methods**()

Returns a list of the supported start methods, the first of which is the default. The possible start methods are `'fork'`, `'spawn'` and `'forkserver'`. Not all platforms support all methods. See **コンテキストと開始方式**.

Added in version 3.4.

multiprocessing.**get_context**(*method=None*)

multiprocessing モジュールと同じ属性を持つコンテキストオブジェクトを返します。

If *method* is `None` then the default context is returned. Otherwise *method* should be `'fork'`, `'spawn'`, `'forkserver'`. *ValueError* is raised if the specified start method is not available. See **コンテキストと開始方式**.

Added in version 3.4.

multiprocessing.**get_start_method**(*allow_none=False*)

開始するプロセスで使用する開始方式名を返します。

開始方式がまだ確定しておらず、*allow_none* の値が偽の場合、開始方式はデフォルトに確定され、その名前が返されます。開始方式が確定しておらず、*allow_none* の値が真の場合、`None` が返されます。

The return value can be `'fork'`, `'spawn'`, `'forkserver'` or `None`. See コンテキストと開始方式.

Added in version 3.4.

バージョン 3.8 で変更: macOS では、*spawn* 開始方式がデフォルトになりました。*fork* 開始方法は、サブプロセスのクラッシュを引き起こす可能性があるため、安全ではありません。bpo-33725 を参照。

multiprocessing.**set_executable**(*executable*)

子プロセスを開始するときに、使用する Python インタープリターのパスを設定します。(デフォルトでは *sys.executable* が使用されます)。コードに組み込むときは、おそらく次のようにする必要があります

```
set_executable(os.path.join(sys.exec_prefix, 'pythonw.exe'))
```

子プロセスを作成する前に行ってください。

バージョン 3.4 で変更: Now supported on POSIX when the `'spawn'` start method is used.

バージョン 3.11 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

multiprocessing.**set_forkserver_preload**(*module_names*)

Set a list of module names for the forkserver main process to attempt to import so that their already imported state is inherited by forked processes. Any *ImportError* when doing so is silently ignored. This can be used as a performance enhancement to avoid repeated work in every process.

For this to work, it must be called before the forkserver process has been launched (before creating a `Pool` or starting a *Process*).

Only meaningful when using the `'forkserver'` start method. See コンテキストと開始方式.

Added in version 3.4.

multiprocessing.**set_start_method**(*method*, *force=False*)

Set the method which should be used to start child processes. The *method* argument can be `'fork'`, `'spawn'` or `'forkserver'`. Raises *RuntimeError* if the start method has already been set and *force* is not `True`. If *method* is `None` and *force* is `True` then the start method is set to `None`. If *method* is `None` and *force* is `False` then the context is set to the default context.

これは一度しか呼び出すことができず、その場所もメインモジュールの `if __name__ == '__main__'` 節内で保護された状態でなければなりません。

See コンテキストと開始方式.

Added in version 3.4.

注釈: *multiprocessing* には *threading.active_count()*, *threading.enumerate()*, *threading.settrace()*, *threading.setprofile()*, *threading.Timer* や *threading.local* のような関数はありません。

Connection オブジェクト

Connection オブジェクトは pickle でシリアライズ可能なオブジェクトか文字列を送ったり、受け取ったりします。そういったオブジェクトはメッセージ指向の接続ソケットと考えられます。

Connection オブジェクトは通常は *Pipe* を使用して作成されます。詳細は **リスナーとクライアント** も参照してください。

class multiprocessing.connection.Connection

send(*obj*)

コネクションの相手側へ *recv()* を使用して読み込むオブジェクトを送ります。

オブジェクトは pickle でシリアライズ可能でなければなりません。pickle が極端に大きすぎる (OS にも依りますが、およそ 32 MiB+) と、*ValueError* 例外が送出されることがあります。

recv()

コネクションの相手側から *send()* を使用して送られたオブジェクトを返します。何か受け取るまでブロックします。何も受け取らずにコネクションの相手側でクローズされた場合 *EOFError* が発生します。

fileno()

コネクションが使用するハンドラーか、ファイル記述子を返します。

close()

コネクションをクローズします。

コネクションがガベージコレクトされるときに自動的に呼び出されます。

poll([*timeout*])

読み込み可能なデータがあるかどうかを返します。

timeout が指定されていなければすぐに返します。*timeout* に数値を指定すると、最大指定した秒数をブロッキングします。*timeout* に None を指定するとタイムアウトせずにずっとブロッキングします。

multiprocessing.connection.wait() を使って複数のコネクションオブジェクトを同時にポーリングできることに注意してください。

send_bytes(*buffer*[, *offset*[, *size*]])

bytes-like object から完全なメッセージとしてバイトデータを送ります。

offset が指定されると *buffer* のその位置からデータが読み込まれます。*size* が指定されるとバッファーからその量のデータが読み込まれます。非常に大きなバッファー (OS に依存しますが、およそ 32MiB+) を指定すると、*ValueError* 例外が発生するかもしれません。

recv_bytes([*maxlength*])

コネクションの相手側から送られたバイトデータの完全なメッセージを文字列として返します。何か受け取るまでブロックします。受け取るデータが何も残っておらず、相手側がコネクションを閉じていた場合、*EOFError* が送出されます。

maxlength を指定していて、かつメッセージが *maxlength* より長い場合、*OSError* が発生してコネクションからそれ以上読めなくなります。

バージョン 3.3 で変更: この関数は以前は *IOError* を送出していました。今では *OSError* の別名です。

recv_bytes_into(*buffer*[, *offset*])

コネクションの相手側から送られたバイトデータを *buffer* に読み込み、メッセージのバイト数を返します。何か受け取るまでブロックします。何も受け取らずにコネクションの相手側でクローズされた場合 *EOFError* が発生します。

buffer は書き込み可能な *bytes-like object* でなければなりません。*offset* が与えられたら、その位置からバッファーへメッセージが書き込まれます。オフセットは *buffer* バイトよりも小さい正の数でなければなりません。

バッファーがあまりに小さいと BufferTooShort 例外が発生します。e が例外インスタンスとすると完全なメッセージは e.args[0] で確認できます。

バージョン 3.3 で変更: *Connection.send()* と *Connection.recv()* を使用して Connection オブジェクト自体をプロセス間で転送できるようになりました。

Connection objects also now support the context management protocol -- see **コンテキストマネージャ型**. *__enter__()* returns the connection object, and *__exit__()* calls *close()*.

例えば:

```
>>> from multiprocessing import Pipe
>>> a, b = Pipe()
>>> a.send([1, 'hello', None])
>>> b.recv()
[1, 'hello', None]
>>> b.send_bytes(b'thank you')
>>> a.recv_bytes()
b'thank you'
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> import array
>>> arr1 = array.array('i', range(5))
>>> arr2 = array.array('i', [0] * 10)
>>> a.send_bytes(arr1)
>>> count = b.recv_bytes_into(arr2)
>>> assert count == len(arr1) * arr1.itemsize
>>> arr2
array('i', [0, 1, 2, 3, 4, 0, 0, 0, 0, 0])
```

警告: *Connection.recv()* メソッドは受信したデータを自動的に unpickle 化します。それはメッセージを送ったプロセスが信頼できる場合を除いてセキュリティリスクになります。

そのため Pipe() を使用してコネクションオブジェクトを生成する場合を除いて、何らかの認証処理を実行した後で *recv()* や *send()* メソッドのみを使用すべきです。詳細は **認証キー** を参照してください。

警告: もしプロセスがパイプの読み込みまたは書き込み中に kill されると、メッセージの境界がどこなのか分からなくなってしまうので、そのパイプ内のデータは破損してしまいがちです。

同期プリミティブ

一般的にマルチプロセスプログラムは、マルチスレッドプログラムほどは同期プリミティブを必要としません。詳細は *threading* モジュールのドキュメントを参照してください。

マネージャーオブジェクトを使用して同期プリミティブを作成できることも覚えておいてください。詳細は **マネージャー** を参照してください。

class multiprocessing.**Barrier**(*parties*[, *action*[, *timeout*]])

バリアーオブジェクト: *threading.Barrier* のクローンです。

Added in version 3.3.

class multiprocessing.**BoundedSemaphore**([*value*])

有限セマフォオブジェクト: *threading.BoundedSemaphore* の類似物です。

よく似た *threading.BoundedSemaphore* とは、次の一点だけ異なります。acquire メソッドの第一引数名は *block* で、*Lock.acquire()* と一致しています。

注釈: macOS では sem_getvalue() が実装されていないので *Semaphore* と区別がつきません。

---

class multiprocessing.Condition([*lock*])

状態変数: *threading.Condition* の別名です。

lock を指定するなら *multiprocessing* の *Lock* か *RLock* オブジェクトにすべきです。

バージョン 3.3 で変更: *wait_for()* メソッドが追加されました。

class multiprocessing.Event

threading.Event のクローンです。

class multiprocessing.Lock

再帰しないロックオブジェクトで、*threading.Lock* 相当のものです。プロセスやスレッドがロックをいったん獲得 (acquire) すると、それに続くほかのプロセスやスレッドが獲得しようとする際、それが解放 (release) されるまではブロックされます。解放はどのプロセス、スレッドからも行えます。スレッドに対して適用される *threading.Lock* のコンセプトと振る舞いは、特筆すべきものがない限り、プロセスとスレッドに適用される *multiprocessing.Lock* に引き継がれています。

Lock は実際にはファクトリ関数で、デフォルトコンテキストで初期化された multiprocessing.synchronize.Lock のインスタンスを返すことに注意してください。

Lock は *context manager* プロトコルをサポートしています。つまり with 文で使うことができます。

acquire(*block=True*, *timeout=None*)

ブロックあり、またはブロックなしでロックを獲得します。

引数 *block* を True (デフォルト) に設定して呼び出した場合、ロックがアンロック状態になるまでブロックします。ブロックから抜けるとそれをロック状態にしてから True を返します。*threading.Lock.acquire()* の最初の引数とは名前が違っているので注意してください。

引数 *block* の値を False にして呼び出すとブロックしません。現在ロック状態であれば、直ちに False を返します。それ以外の場合には、ロックをロック状態にして True を返します。

timeout として正の浮動小数点数を与えて呼び出すと、ロックが獲得できない限り、指定された秒数だけブロックします。*timeout* 値に負数を与えると、ゼロを与えた場合と同じになります。*timeout* 値の None (デフォルト) を与えると、無限にブロックします。*timeout* 引数の負数と None の扱いは、*threading.Lock.acquire()* に実装された動作と異なるので注意してください。*block* が False の場合、*timeout* は実際的な意味を持たなくなるので無視されます。ロックを獲得した場合は True 、タイムアウトした場合は False で戻ります。

release()

ロックを解放します。これはロックを獲得したプロセスやスレッドだけでなく、任意のプロセスやスレッドから呼ぶことができます。

threading.Lock.release() と同じように振舞いますが、ロックされていない場合に呼び出すと *ValueError* となる点だけが違います。

class multiprocessing.RLock

再帰ロックオブジェクトで、*threading.RLock* 相当のものです。再帰ロックオブジェクトはそれを獲得 (acquire) したプロセスやスレッドが解放 (release) しなければなりません。プロセスやスレッドがロックをいったん獲得すると、同じプロセスやスレッドはブロックされずに再度獲得出来ます。そのプロセスやスレッドは獲得した回数ぶん解放しなければなりません。

RLock は実際にはファクトリ関数で、デフォルトコンテキストで初期化された multiprocessing.synchronize.Lock のインスタンスを返すことに注意してください。

RLock は *context manager* プロトコルをサポートしています。つまり with 文で使うことができます。

acquire(*block=True*, *timeout=None*)

ブロックあり、またはブロックなしでロックを獲得します。

block 引数を True にして呼び出した場合、ロックが既にカレントプロセスもしくはカレントスレッドが既に所有していない限りは、アンロック状態 (どのプロセス、スレッドも所有していない状態) になるまでブロックします。ブロックから抜けるとカレントプロセスもしくはカレントスレッドが (既に持っていなければ) 所有権を得て、再帰レベルをインクリメントし、True で戻ります。*threading.RLock.acquire()* の実装とはこの最初の引数の振る舞いが、その名前自身を始めとしていくつか違うので注意してください。

block 引数を False にして呼び出した場合、ブロックしません。ロックが他のプロセスもしくはスレッドにより獲得済み (つまり所有されている) であれば、カレントプロセスまたはカレントスレッドは所有権を得ず、再帰レベルも変更せずに、False で戻ります。ロックがアンロック状態の場合、カレントプロセスもしくはカレントスレッドは所有権を得て再帰レベルがインクリメントされ、True で戻ります。(---訳注: *block* の True/False 関係なくここでの説明では「所有権を持っている場合の 2 度目以降の aquire」の説明が欠けています。2 度目以降の acquire では再帰レベルがインクリメントされて即座に返ります。全体読めばわかるとは思いますが一応。---)

timeout 引数の使い方と振る舞いは *Lock.acquire()* と同じです。*timeout* 引数の振る舞いがいくつかの点で *threading.RLock.acquire()* と異なるので注意してください。

release()

再帰レベルをデクリメントしてロックを解放します。デクリメント後に再帰レベルがゼロになった場合、ロックの状態をアンロック (いかなるプロセス、いかなるスレッドにも所有されていない状態) にリセットし、ロックの状態がアンロックになるのを待ってブロックしているプロセスもしくはスレッドがある場合にはその中のただ一つだけが処理を進行できるようにします。デクリメント後も再帰レベルがゼロでない場合、ロックの状態はロックのままで、呼び出し側のプロセスもしくはスレッドに所有されたままになります。

このメソッドは呼び出しプロセスあるいはスレッドがロックを所有している場合に限り呼び出してください。所有者でないプロセスもしくはスレッドによって呼ばれるか、あるいはアンロック (未所有) 状態で呼ばれた場合、*AssertionError* が送出されます。同じ状況での *threading.RLock.release()* 実装とは例外の型が異なるので注意してください。

class multiprocessing.Semaphore([*value*])

セマフォオブジェクト: *threading.Semaphore* のクローンです。

よく似た *threading.BoundedSemaphore* とは、次の一点だけ異なります。acquire メソッドの第一引数名は *block* で、*Lock.acquire()* と一致しています。

注釈: macOS では sem_timedwait がサポートされていないので、acquire() にタイムアウトを与えて呼ぶと、ループ内でスリープすることでこの関数がエミュレートされます。

注釈: メインスレッドが BoundedSemaphore.acquire(), *Lock.acquire()*, *RLock.acquire()*, Semaphore.acquire(), Condition.acquire() 又は Condition.wait() を呼び出してブロッキング状態のときに Ctrl-C で生成される SIGINT シグナルを受け取ると、その呼び出しはすぐに中断されて *KeyboardInterrupt* が発生します。

これは同等のブロッキング呼び出しが実行中のときに SIGINT が無視される *threading* の振る舞いとは違っています。

注釈: このパッケージに含まれる機能には、ホストとなるオペレーティングシステム上で動作している共有セマフォを使用しているものがあります。これが使用できない場合には、multiprocessing.synchronize モジュールが無効になり、このモジュールのインポート時に *ImportError* が発生します。詳細は bpo-3770 を参照してください。

共有 ctypes オブジェクト

子プロセスにより継承される共有メモリを使用する共有オブジェクトを作成することができます。

multiprocessing.Value(*typecode_or_type*, **args*, *lock=True*)

共有メモリから割り当てられた *ctypes* オブジェクトを返します。デフォルトでは、返り値は実際のオブジェクトの同期ラッパーです。オブジェクトそれ自身は、*Value* の *value* 属性によってアクセスできます。

typecode_or_type は返されるオブジェクトの型を決めます。それは ctypes の型か *array* モジュールで使用されるような 1 文字の型コードかのどちらか一方です。**args* は型のコンストラクターへ渡されます。

lock が True (デフォルト) なら、値へ同期アクセスするために新たに再帰的なロックオブジェクトが作成されます。*lock* が *Lock* か *RLock* なら値への同期アクセスに使用されます。*lock* が False なら、返されたオブジェクトへのアクセスはロックにより自動的に保護されません。そのため、必ずしも ” プロセスセーフ” ではありません。

+= のような演算は、読み込みと書き込みを含むためアトミックでありません。このため、たとえば自動的に共有の値を増加させたい場合、以下のようにするのでは不十分です

```
counter.value += 1
```

関連するロックが再帰的 (それがデフォルトです) なら、かわりに次のようにします

```
with counter.get_lock():
    counter.value += 1
```

lock はキーワード専用引数であることに注意してください。

multiprocessing.**Array**(*typecode_or_type*, *size_or_initializer*, *, *lock=True*)

共有メモリから割り当てられた ctypes 配列を返します。デフォルトでは、返り値は実際の配列の同期ラッパーです。

typecode_or_type は返される配列の要素の型を決めます。それは ctypes の型か *array* モジュールで使用されるような 1 文字の型コードかのどちらか一方です。*size_or_initializer* が整数なら、配列の長さを決定し、その配列はゼロで初期化されます。別の使用方法として *size_or_initializer* は配列の初期化に使用されるシーケンスになり、そのシーケンス長が配列の長さを決定します。

lock が True (デフォルト) なら、値へ同期アクセスするために新たなロックオブジェクトが作成されます。*lock* が *Lock* か *RLock* なら値への同期アクセスに使用されます。*lock* が False なら、返されたオブジェクトへのアクセスはロックにより自動的に保護されません。そのため、必ずしも ” プロセスセーフ” ではありません。

lock はキーワード引数としてのみ利用可能なことに注意してください。

ctypes.c_char の配列は文字列を格納して取り出せる *value* と *raw* 属性を持っていることを覚えておいてください。

multiprocessing.sharedctypes モジュール

multiprocessing.sharedctypes モジュールは子プロセスに継承される共有メモリの *ctypes* オブジェクトを割り当てる関数を提供します。

注釈: 共有メモリのポインターを格納することは可能ではありますが、特定プロセスのアドレス空間の位置を参照するということを覚えておいてください。しかし、そのポインターは別のプロセスのコンテキストにおいて無効になる確率が高いです。そして、別のプロセスからそのポインターを逆参照しようとするとクラッシュを引き起こす可能性があります。

---

multiprocessing.sharedctypes.**RawArray**(*typecode_or_type*, *size_or_initializer*)

共有メモリから割り当てられた ctypes 配列を返します。

typecode_or_type は返される配列の要素の型を決めます。それは ctypes の型か *array* モジュールで使用されるような 1 文字の型コードのどちらか一方です。*size_or_initializer* が整数なら、それが配列の長さになり、その配列はゼロで初期化されます。別の使用方法として *size_or_initializer* には配列の初期化に使用されるシーケンスを設定することもでき、その場合はシーケンスの長さが配列の長さになります。

要素を取得したり設定したりすることは潜在的に非アトミックであることに注意してください。ロックを使用して自動的に同期化されたアクセスを保証するには *Array()* を使用してください。

multiprocessing.sharedctypes.**RawValue**(*typecode_or_type*, **args*)

共有メモリから割り当てられた ctypes オブジェクトを返します。

typecode_or_type は返されるオブジェクトの型を決めます。それは ctypes の型か *array* モジュールで使用されるような 1 文字の型コードかのどちらか一方です。**args* は型のコンストラクターへ渡されます。

値を取得したり設定したりすることは潜在的に非アトミックであることに注意してください。ロックを使用して自動的に同期化されたアクセスを保証するには *Value()* を使用してください。

ctypes.c_char の配列は文字列を格納して取り出せる `value` と `raw` 属性を持っていることを覚えておいてください。詳細は *ctypes* を参照してください。

multiprocessing.sharedctypes.**Array**(*typecode_or_type*, *size_or_initializer*, ***, *lock=True*)

RawArray() と同様ですが、*lock* の値によっては ctypes 配列をそのまま返す代わりに、プロセスセーフな同期ラッパーが返されます。

lock が `True` (デフォルト) なら、値へ同期アクセスするために新たな ロックオブジェクトが作成されます。*lock* が *Lock* か *RLock* なら値への同期アクセスに使用されます。*lock* が `False` なら、返された オブジェクトへのアクセスはロックにより自動的に保護されません。そのため、必ずしも ” プロセスセーフ” ではありません。

lock はキーワード専用引数であることに注意してください。

multiprocessing.sharedctypes.**Value**(*typecode_or_type*, **args*, *lock=True*)

RawValue() と同様ですが、*lock* の値によっては ctypes オブジェクトをそのまま返す代わりに、プロセスセーフな同期ラッパーが返されます。

lock が `True` (デフォルト) なら、値へ同期アクセスするために新たな ロックオブジェクトが作成されます。*lock* が *Lock* か *RLock* なら値への同期アクセスに使用されます。*lock* が `False` なら、返された オブジェクトへのアクセスはロックにより自動的に保護されません。そのため、必ずしも ” プロセスセーフ” ではありません。

lock はキーワード専用引数であることに注意してください。

multiprocessing.sharedctypes.**copy**(*obj*)

共有メモリから割り当てられた ctypes オブジェクト *obj* をコピーしたオブジェクトを返します。

multiprocessing.sharedctypes.**synchronized**(*obj*[, *lock*])

同期アクセスに *lock* を使用する ctypes オブジェクトのためにプロセスセーフなラッパーオブジェクトを返します。*lock* が None (デフォルト) なら、*multiprocessing.RLock* オブジェクトが自動的に作成されます。

同期ラッパーがラップするオブジェクトに加えて 2 つのメソッドがあります。get_obj() はラップされたオブジェクトを返します。get_lock() は同期のために使用されるロックオブジェクトを返します。

ラッパー経由で ctypes オブジェクトにアクセスすることは raw ctypes オブジェクトへアクセスするよりずっと遅くなることに注意してください。

バージョン 3.5 で変更: synchronized オブジェクトは **コンテキストマネージャ** プロトコルをサポートしています。

次の表は通常の ctypes 構文で共有メモリから共有 ctypes オブジェクトを作成するための構文を比較します。(MyStruct テーブル内には *ctypes.Structure* のサブクラスがあります。)

ctypes	type を使用する sharedctypes	typecode を使用する sharedctypes
c_double(2.4)	RawValue(c_double, 2.4)	RawValue('d', 2.4)
MyStruct(4, 6)	RawValue(MyStruct, 4, 6)	
(c_short * 7)()	RawArray(c_short, 7)	RawArray('h', 7)
(c_int * 3)(9, 2, 8)	RawArray(c_int, (9, 2, 8))	RawArray('i', (9, 2, 8))

以下に子プロセスが多くの ctypes オブジェクトを変更する例を紹介します:

```
from multiprocessing import Process, Lock
from multiprocessing.sharedctypes import Value, Array
from ctypes import Structure, c_double

class Point(Structure):
    _fields_ = [('x', c_double), ('y', c_double)]

def modify(n, x, s, A):
    n.value **= 2
    x.value **= 2
    s.value = s.value.upper()
    for a in A:
        a.x **= 2
        a.y **= 2

if __name__ == '__main__':
    lock = Lock()

    n = Value('i', 7)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    x = Value(c_double, 1.0/3.0, lock=False)
    s = Array('c', b'hello world', lock=lock)
    A = Array(Point, [(1.875,-6.25), (-5.75,2.0), (2.375,9.5)], lock=lock)

    p = Process(target=modify, args=(n, x, s, A))
    p.start()
    p.join()

    print(n.value)
    print(x.value)
    print(s.value)
    print([(a.x, a.y) for a in A])
```

結果は以下のように表示されます

```
49
0.1111111111111111
HELLO WORLD
[(3.515625, 39.0625), (33.0625, 4.0), (5.640625, 90.25)]
```

マネージャー

マネージャーは異なるプロセス間で共有されるデータの作成方法を提供します。これには別のマシン上で走るプロセス間のネットワーク越しの共有も含まれます。マネージャーオブジェクトは **共有オブジェクト** を管理するサーバープロセスを制御します。他のプロセスはプロキシ経由で共有オブジェクトへアクセスすることができます。

multiprocessing.**Manager**()

プロセス間でオブジェクトを共有するために使用される *SyncManager* オブジェクトを返します。返されたマネージャーオブジェクトは生成される子プロセスに対応付けられ、共有オブジェクトを作成するメソッドや、共有オブジェクトに対応するプロキシを返すメソッドを持ちます。

マネージャープロセスは親プロセスが終了するか、ガベージコレクトされると停止します。マネージャークラスは *multiprocessing.managers* モジュールで定義されています:

class multiprocessing.managers.**BaseManager**(*address=None*, *authkey=None*, *serializer='pickle'*, *ctx=None*, ***, *shutdown_timeout=1.0*)

BaseManager オブジェクトを作成します。

作成後、*start()* または `get_server().serve_forever()` を呼び出して、マネージャーオブジェクトが、開始されたマネージャープロセスを確実に参照するようにしてください。

address はマネージャープロセスが新たなコネクションを待ち受けるアドレスです。*address* が `None` の場合、任意のアドレスが設定されます。

authkey はサーバープロセスへ接続しようとするコネクションの正当性を検証するために 使用される認証

キーです。*authkey* が None の場合 current_process().authkey が使用されます。*authkey* を使用する場合はバイト文字列でなければなりません。

serializer must be 'pickle' (use *pickle* serialization) or 'xmlrpclib' (use *xmlrpc.client* serialization).

ctx is a context object, or None (use the current context). See the get_context() function.

shutdown_timeout is a timeout in seconds used to wait until the process used by the manager completes in the *shutdown()* method. If the shutdown times out, the process is terminated. If terminating the process also times out, the process is killed.

バージョン 3.11 で変更: *shutdown_timeout* パラメータを追加しました。

start([*initializer*[, *initargs*]])

マネージャーを開始するためにサブプロセスを開始します。*initializer* が None でなければ、サブプロセスは開始時に initializer(*initargs) を呼び出します。

get_server()

マネージャーの制御下にある実際のサーバーを表す Server オブジェクトを返します。Server オブジェクトは serve_forever() メソッドをサポートします:

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> manager = BaseManager(address=('', 50000), authkey=b'abc')
>>> server = manager.get_server()
>>> server.serve_forever()
```

Server はさらに *address* 属性も持っています。

connect()

ローカルからリモートのマネージャーオブジェクトへ接続します:

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> m = BaseManager(address=('127.0.0.1', 50000), authkey=b'abc')
>>> m.connect()
```

shutdown()

マネージャーが使用するプロセスを停止します。これはサーバープロセスを開始するために *start()* が使用された場合のみ有効です。

これは複数回呼び出すことができます。

register(*typeid*[, *callable*[, *proxytype*[, *exposed*[, *method_to_typeid*[, *create_method*]]]]])

マネージャークラスで呼び出し可能オブジェクト (callable) や型を登録するために使用されるクラスメソッドです。

typeid は特に共有オブジェクトの型を識別するために使用される "型識別子" です。これは文字列でなければなりません。

callable はこの型識別子のオブジェクトを作成するために使用される呼び出し可能オブジェクトです。マネージャーインスタンスが *connect()* メソッドを使ってサーバーに接続されているか、*create_method* 引数が `False` の場合は、`None` でも構いません。

proxytype はこの *typeid* で共有オブジェクトのプロキシを作成するために使用される *BaseProxy* のサブクラスです。`None` の場合、プロキシクラスは自動的に作成されます。

exposed は *BaseProxy._callmethod()* を使用したアクセスが許されるべき typeid をプロキシするメソッド名のシーケンスを指定するために使用されます (*exposed* が `None` の場合 `proxytype._exposed_` が存在すればそれが代わりに使用されます)。*exposed* リストが指定されない場合、共有オブジェクトのすべての "パブリックメソッド" がアクセス可能になります。(ここでいう "パブリックメソッド" とは `__call__()` メソッドを持つものと名前が `'_'` で始まらないあらゆる属性を意味します。)

method_to_typeid はプロキシが返す exposed メソッドの返り値の型を指定するために使用されるマッピングで、メソッド名を typeid 文字列にマップします。(*method_to_typeid* が `None` の場合 `proxytype._method_to_typeid_` が存在すれば、それが代わりに使用されます。) メソッド名がこのマッピングのキーではないか、マッピングが `None` の場合、そのメソッドによって返されるオブジェクトが値として (by value) コピーされます。

create_method は、共有オブジェクトを作成し、それに対するプロキシを返すようサーバープロセスに伝える、名前 *typeid* のメソッドを作成するかを決定します。デフォルトでは `True` です。

BaseManager インスタンスも読み出し専用属性を 1 つ持っています:

address

マネージャーが使用するアドレスです。

バージョン 3.3 で変更: マネージャーオブジェクトはコンテキストマネージメント・プロトコルをサポートします -- **コンテキストマネージャ型** を参照してください。*__enter__()* は (まだ開始していない場合) サーバープロセスを開始してから、マネージャーオブジェクトを返します。*__exit__()* は *shutdown()* を呼び出します。

旧バージョンでは、*__enter__()* はマネージャーのサーバープロセスがまだ開始していなかった場合でもプロセスを開始しませんでした。

class multiprocessing.managers.SyncManager

プロセス間の同期のために使用される *BaseManager* のサブクラスです。*multiprocessing.Manager()* はこの型のオブジェクトを返します。

Its methods create and return *Proxy* **オブジェクト** for a number of commonly used data types to be synchronized across processes. This notably includes shared lists and dictionaries.

Barrier(*parties*[, *action*[, *timeout*]])

共有 *threading.Barrier* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

Added in version 3.3.

BoundedSemaphore([*value*])

共有 *threading.BoundedSemaphore* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

Condition([*lock*])

共有 *threading.Condition* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

lock が提供される場合 *threading.Lock* か *threading.RLock* オブジェクトのためのプロキシになります。

バージョン 3.3 で変更: *wait_for()* メソッドが追加されました。

Event()

共有 *threading.Event* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

Lock()

共有 *threading.Lock* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

Namespace()

共有 *Namespace* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

Queue([*maxsize*])

共有 *queue.Queue* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

RLock()

共有 *threading.RLock* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

Semaphore([*value*])

共有 *threading.Semaphore* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

Array(*typecode*, *sequence*)

配列を作成して、そのプロキシを返します。

Value(*typecode*, *value*)

書き込み可能な `value` 属性を作成して、そのプロキシを返します。

dict()

dict(*mapping*)

dict(*sequence*)

共有 *dict* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

list()

list(*sequence*)

共有 *list* オブジェクトを作成して、そのプロキシを返します。

バージョン 3.6 で変更: 共有オブジェクトは入れ子もできます。例えば、共有リストのような共有コンテナオブジェクトは、*SyncManager* がまとめて管理し同期を取っている他の共有オブジェクトを保持できます。

class multiprocessing.managers.**Namespace**

SyncManager に登録することのできる型です。

Namespace オブジェクトにはパブリックなメソッドはありませんが、書き込み可能な属性を持ちます。そのオブジェクト表現はその属性の値を表示します。

しかし、Namespace オブジェクトのためにプロキシを使用するとき '_' が先頭に付く属性はプロキシの属性になり、参照対象の属性にはなりません:

```
>>> mp_context = multiprocessing.get_context('spawn')
>>> manager = mp_context.Manager()
>>> Global = manager.Namespace()
>>> Global.x = 10
>>> Global.y = 'hello'
>>> Global._z = 12.3    # this is an attribute of the proxy
>>> print(Global)
Namespace(x=10, y='hello')
```

カスタマイズされたマネージャー

独自のマネージャーを作成するには、*BaseManager* のサブクラスを作成して、マネージャークラスで呼び出し可能なオブジェクトか新たな型を登録するために *register()* クラスメソッドを使用します。例えば:

```
from multiprocessing.managers import BaseManager

class MathsClass:
    def add(self, x, y):
        return x + y
    def mul(self, x, y):
        return x * y

class MyManager(BaseManager):
    pass

MyManager.register('Maths', MathsClass)

if __name__ == '__main__':
    with MyManager() as manager:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        maths = manager.Maths()
        print(maths.add(4, 3))         # prints 7
        print(maths.mul(7, 8))         # prints 56
```

リモートマネージャーを使用する

あるマシン上でマネージャーサーバーを実行して、他のマシンからそのサーバーを使用するクライアントを持つことができます (ファイアウォールを通過できることが前提)。

次のコマンドを実行することでリモートクライアントからアクセスを受け付ける 1 つの共有キューのためにサーバーを作成します:

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> from queue import Queue
>>> queue = Queue()
>>> class QueueManager(BaseManager): pass
>>> QueueManager.register('get_queue', callable=lambda:queue)
>>> m = QueueManager(address=('', 50000), authkey=b'abracadabra')
>>> s = m.get_server()
>>> s.serve_forever()
```

あるクライアントからサーバーへのアクセスは次のようになります:

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> class QueueManager(BaseManager): pass
>>> QueueManager.register('get_queue')
>>> m = QueueManager(address=('foo.bar.org', 50000), authkey=b'abracadabra')
>>> m.connect()
>>> queue = m.get_queue()
>>> queue.put('hello')
```

別のクライアントもそれを使用することができます:

```
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> class QueueManager(BaseManager): pass
>>> QueueManager.register('get_queue')
>>> m = QueueManager(address=('foo.bar.org', 50000), authkey=b'abracadabra')
>>> m.connect()
>>> queue = m.get_queue()
>>> queue.get()
'hello'
```

ローカルプロセスもそのキューへアクセスすることができます。クライアント上で上述のコードを使用してアクセスします:

```
>>> from multiprocessing import Process, Queue
>>> from multiprocessing.managers import BaseManager
>>> class Worker(Process):
...     def __init__(self, q):
...         self.q = q
...         super().__init__()
...     def run(self):
...         self.q.put('local hello')
...
>>> queue = Queue()
>>> w = Worker(queue)
>>> w.start()
>>> class QueueManager(BaseManager): pass
...
>>> QueueManager.register('get_queue', callable=lambda: queue)
>>> m = QueueManager(address=('', 50000), authkey=b'abracadabra')
>>> s = m.get_server()
>>> s.serve_forever()
```

Proxy オブジェクト

プロキシは別のプロセスで (おそらく) 有効な共有オブジェクトを **参照する** オブジェクトです。共有オブジェクトはプロキシの **参照対象** になるということができます。複数のプロキシオブジェクトが同じ参照対象を持つ可能性もあります。

プロキシオブジェクトはその参照対象の対応するメソッドを呼び出すメソッドを持ちます (そうは言っても、参照対象のすべてのメソッドが必ずしもプロキシ経由で利用可能なわけではありません)。この方法で、プロキシオブジェクトはまるでその参照先と同じように使えます:

```
>>> mp_context = multiprocessing.get_context('spawn')
>>> manager = mp_context.Manager()
>>> l = manager.list([i*i for i in range(10)])
>>> print(l)
[0, 1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81]
>>> print(repr(l))
<ListProxy object, typeid 'list' at 0x...>
>>> l[4]
16
>>> l[2:5]
[4, 9, 16]
```

プロキシに *str()* を適用すると参照対象のオブジェクト表現を返すのに対して、*repr()* を適用するとプロキシのオブジェクト表現を返すことに注意してください。

プロキシオブジェクトの重要な機能は pickle 化ができることで、これによりプロセス間での受け渡しができます。そのため、参照対象が *Proxy* **オブジェクト** を持てます。これによって管理されたリスト、辞書、その他 *Proxy* **オ**

ブジェクト をネストできます:

```
>>> a = manager.list()
>>> b = manager.list()
>>> a.append(b)         # referent of a now contains referent of b
>>> print(a, b)
[<ListProxy object, typeid 'list' at ...>] []
>>> b.append('hello')
>>> print(a[0], b)
['hello'] ['hello']
```

同様に、辞書とリストのプロキシも他のプロキシの内部に入れてネストできます:

```
>>> l_outer = manager.list([ manager.dict() for i in range(2) ])
>>> d_first_inner = l_outer[0]
>>> d_first_inner['a'] = 1
>>> d_first_inner['b'] = 2
>>> l_outer[1]['c'] = 3
>>> l_outer[1]['z'] = 26
>>> print(l_outer[0])
{'a': 1, 'b': 2}
>>> print(l_outer[1])
{'c': 3, 'z': 26}
```

(プロキシでない) 標準の *list* オブジェクトや *dict* オブジェクトが参照対象に含まれていた場合、それらの可変な値の変更はマネージャーからは伝搬されません。というのも、プロキシには参照対象の中に含まれる値がいつ変更されたかを知る術が無いのです。しかし、コンテナプロキシに値を保存する (これはプロキシオブジェクトの `__setitem__` を起動します) 場合はマネージャーを通して変更が伝搬され、その要素を実際に変更するために、コンテナプロキシに変更後の値が再代入されます:

```
# create a list proxy and append a mutable object (a dictionary)
lproxy = manager.list()
lproxy.append({})
# now mutate the dictionary
d = lproxy[0]
d['a'] = 1
d['b'] = 2
# at this point, the changes to d are not yet synced, but by
# updating the dictionary, the proxy is notified of the change
lproxy[0] = d
```

This approach is perhaps less convenient than employing nested *Proxy* **オブジェクト** for most use cases but also demonstrates a level of control over the synchronization.

注釈: *multiprocessing* のプロキシ型は値による比較に対して何もサポートしません。そのため、例えば以下のようになります:

```
>>> manager.list([1,2,3]) == [1,2,3]
False
```

比較を行いたいときは参照対象のコピーを使用してください。

---

class multiprocessing.managers.BaseProxy

プロキシオブジェクトは *BaseProxy* のサブクラスのインスタンスです。

_callmethod(*methodname*[, *args*[, *kwds*]])

プロキシの参照対象のメソッドの実行結果を返します。

proxy がプロキシで、プロキシ内の参照対象が obj ならこの式

```
proxy._callmethod(methodname, args, kwds)
```

はこの式を評価します

```
getattr(obj, methodname)(*args, **kwds)
```

(マネージャープロセス内の)。

返される値はその呼び出し結果のコピーか、新たな共有オブジェクトに対するプロキシになります。詳細は *BaseManager.register()* の *method_to_typeid* 引数のドキュメントを参照してください。

その呼び出しによって例外が発生した場合、*_callmethod()* によってその例外は再送出されます。他の例外がマネージャープロセスで発生したなら、RemoteError 例外に変換されたものが *_callmethod()* によって送出されます。

特に *methodname* が **公開** されていない場合は例外が発生することに注意してください。

_callmethod() の使用例になります:

```
>>> l = manager.list(range(10))
>>> l._callmethod('__len__')
10
>>> l._callmethod('__getitem__', (slice(2, 7),)) # equivalent to l[2:7]
[2, 3, 4, 5, 6]
>>> l._callmethod('__getitem__', (20,))          # equivalent to l[20]
Traceback (most recent call last):
...
IndexError: list index out of range
```

_getvalue()

参照対象のコピーを返します。

参照対象が unpickle 化できるなら例外を発生します。

__repr__()

プロキシオブジェクトのオブジェクト表現を返します。

__str__()

参照対象のオブジェクト表現を返します。

クリーンアップ

プロキシオブジェクトは弱参照 (weakref) コールバックを使用します。プロキシオブジェクトがガベージコレクトされるときにその参照対象が所有するマネージャーからその登録を取り消せるようにするためです。

共有オブジェクトはプロキシが参照しなくなったときにマネージャープロセスから削除されます。

プロセスプール

Pool クラスでタスクを実行するプロセスのプールを作成することができます。

class multiprocessing.pool.Pool([*processes*[, *initializer*[, *initargs*[, *maxtasksperchild*[, *context*]]]]])

プロセスプールオブジェクトは、ジョブを送り込めるワーカープロセスのプールを制御します。タイムアウトやコールバックのある非同期の実行をサポートし、並列 map 実装を持ちます。

processes is the number of worker processes to use. If *processes* is None then the number returned by *os.process_cpu_count()* is used.

initializer が None ではない場合、各ワーカープロセスは開始時に initializer(*initargs) を呼び出します。

maxtasksperchild は、ワーカープロセスが exit して新たなワーカープロセスと置き替えられるまでの間に、ワーカープロセスが完了することのできるタスクの数です。この設定により未利用のリソースが解放されるようなります。デフォルトの *maxtasksperchild* は None で、これはワーカープロセスがプールと同じ期間だけ生き続けるということを意味します。

context はワーカープロセスを開始するために使用されるコンテキストの指定に使用できます。通常プールは関数 multiprocessing.Pool() かコンテキストオブジェクトの *Pool()* メソッドを使用して作成されます。どちらの場合でも *context* は適切に設定されます。

プールオブジェクトのメソッドは、そのプールを作成したプロセスのみが呼び出すべきです。

> **警告:** *multiprocessing.pool* objects have internal resources that need to be properly managed (like any other resource) by using the pool as a context manager or by calling *close()* and *terminate()* manually. Failure to do this can lead to the process hanging on finalization.

Note that it is **not correct** to rely on the garbage collector to destroy the pool as CPython does not assure that the finalizer of the pool will be called (see `object.__del__()` for more information).

バージョン 3.2 で変更: Added the *maxtasksperchild* parameter.

バージョン 3.4 で変更: *context* パラメータを追加しました。

バージョン 3.13 で変更: *processes* uses *os.process_cpu_count()* by default, instead of *os.cpu_count()*.

注釈: *Pool* 中のワーカープロセスは、典型的にはプールのワークキューの存続期間とちょうど同じだけ生き続けます。ワーカーに確保されたリソースを解放するために (Apache, mod_wsgi, などのような) 他のシステムによく見られるパターンは、プール内のワーカーが設定された量だけの仕事を完了したら exit とクリーンアップを行い、古いプロセスを置き換えるために新しいプロセスを生成するというものです。*Pool* の *maxtasksperchild* 引数は、この能力をエンドユーザーに提供します。

---

apply(*func*[, *args*[, *kwds*]])

引数 *args* とキーワード引数 *kwds* を伴って *func* を呼びます。結果が準備できるまでブロックします。このブロックがあるため、*apply_async()* の方が並行作業により適しています。加えて、*func* は、プール内の 1 つのワーカーだけで実行されます。

apply_async(*func*[, *args*[, *kwds*[, *callback*[, *error_callback*]]]])

apply() メソッドの派生版で *AsyncResult* オブジェクトを返します。

callback が指定された場合、それは単一の引数を受け取る呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。結果を返せるようになったときに *callback* が結果オブジェクトに対して適用されます。ただし呼び出しが失敗した場合は、代わりに *error_callback* が適用されます。

error_callback が指定された場合、それは単一の引数を受け取る呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。対象の関数が失敗した場合、例外インスタンスを伴って *error_callback* が呼ばれます。

コールバックは直ちに完了すべきです。なぜなら、そうしなければ、結果を扱うスレッドがブロックするからです。

map(*func*, *iterable*[, *chunksize*])

map() 組み込み関数の並列版です (*iterable* な引数を 1 つだけサポートするという違いはあります。もしも複数のイテラブルを使いたいのならば *starmap()* を参照)。結果が出るまでブロックします。

このメソッドはイテラブルをいくつものチャンクに分割し、プロセスプールにそれぞれ独立したタスクとして送ります。(概算の) チャンクサイズは *chunksize* を正の整数に設定することで指定できます。

Note that it may cause high memory usage for very long iterables. Consider using *imap()* or *imap_unordered()* with explicit *chunksize* option for better efficiency.

map_async(*func*, *iterable*[, *chunksize*[, *callback*[, *error_callback*]]])

map() メソッドの派生版で *AsyncResult* オブジェクトを返します。

callback が指定された場合、それは単一の引数を受け取る呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。結果を返せるようになったときに *callback* が結果オブジェクトに対して適用されます。ただし呼び出しが失敗した場合は、代わりに *error_callback* が適用されます。

error_callback が指定された場合、それは単一の引数を受け取る呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。対象の関数が失敗した場合、例外インスタンスを伴って *error_callback* が呼ばれます。

コールバックは直ちに完了すべきです。なぜなら、そうしなければ、結果を扱うスレッドがブロックするからです。

imap(*func*, *iterable*[, *chunksize*])

map() の遅延評価版です。

chunksize 引数は *map()* メソッドで使用されるものと同じです。引数 iterable がとても長いなら *chunksize* に大きな値を指定して使用する方がデフォルト値の `1` を使用するよりもジョブの完了が **かなり** 速くなります。

また *chunksize* が `1` の場合 *imap()* メソッドが返すイテレーターの `next()` メソッドはオプションで *timeout* パラメーターを持ちます。`next(timeout)` は、その結果が *timeout* 秒以内に返されないときに *multiprocessing.TimeoutError* を発生させます。

imap_unordered(*func*, *iterable*[, *chunksize*])

イテレーターが返す結果の順番が任意の順番で良いと見なされることを除けば *imap()* と同じです。(ワーカープロセスが 1 つしかない場合のみ " 正しい" 順番になることが保証されます。)

starmap(*func*, *iterable*[, *chunksize*])

iterable の要素が、引数として unpack されるイテレート可能オブジェクトであると期待される以外は、*map()* と似ています。

そのため、*iterable* が `[(1,2), (3, 4)]` なら、結果は `[func(1,2), func(3,4)]` になります。

Added in version 3.3.

starmap_async(*func*, *iterable*[, *chunksize*[, *callback*[, *error_callback*]]])

starmap() と *map_async()* の組み合わせです。イテレート可能オブジェクトの *iterable* をイテレートして、unpack したイテレート可能オブジェクトを伴って *func* を呼び出します。結果オブジェクトを返します。

Added in version 3.3.

close()

これ以上プールでタスクが実行されないようにします。すべてのタスクが完了した後でワーカープロセスが終了します。

terminate()

実行中の処理を完了させずにワーカープロセスをすぐに停止します。プールオブジェクトがガベージコレクトされるときに *terminate()* が呼び出されます。

join()

ワーカープロセスが終了するのを待ちます。*join()* を使用する前に *close()* か *terminate()* を呼び出さなければなりません。

バージョン 3.3 で変更: Pool オブジェクトがコンテキストマネージメント・プロトコルをサポートするようになりました。-- **コンテキストマネージャ型** を参照してください。*__enter__()* は Pool オブジェクトを返します。また *__exit__()* は *terminate()* を呼び出します。

class multiprocessing.pool.AsyncResult

Pool.apply_async() や *Pool.map_async()* で返される結果のクラスです。

get(*[timeout]*)

結果を受け取ったときに返します。*timeout* が None ではなくて、その結果が *timeout* 秒以内に受け取れない場合 *multiprocessing.TimeoutError* が発生します。リモートの呼び出しが例外を発生させる場合、その例外は *get()* が再発生させます。

wait(*[timeout]*)

その結果が有効になるか *timeout* 秒経つまで待ちます。

ready()

その呼び出しが完了しているかどうかを返します。

successful()

その呼び出しが例外を発生させることなく完了したかどうかを返します。その結果が返せる状態でない場合 *ValueError* が発生します。

バージョン 3.7 で変更: If the result is not ready, *ValueError* is raised instead of *AssertionError*.

次の例はプールの使用例を紹介します:

```
from multiprocessing import Pool
import time

def f(x):
    return x*x
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
if __name__ == '__main__':
    with Pool(processes=4) as pool:         # start 4 worker processes
        result = pool.apply_async(f, (10,)) # evaluate "f(10)" asynchronously in a single process
        print(result.get(timeout=1))        # prints "100" unless your computer is *very* slow

        print(pool.map(f, range(10)))       # prints "[0, 1, 4,..., 81]"

        it = pool.imap(f, range(10))
        print(next(it))                     # prints "0"
        print(next(it))                     # prints "1"
        print(it.next(timeout=1))           # prints "4" unless your computer is *very* slow

        result = pool.apply_async(time.sleep, (10,))
        print(result.get(timeout=1))        # raises multiprocessing.TimeoutError
```

リスナーとクライアント

通常、プロセス間でメッセージを渡すにはキューを使用するか *Pipe()* が返す *Connection* オブジェクトを使用します。

しかし *multiprocessing.connection* モジュールにはさらに柔軟な仕組みがあります。このモジュールは、基本的にはソケットもしくは Windows の名前付きパイプを扱う高レベルのメッセージ指向 API を提供します。また、*hmac* モジュールを使用した **ダイジェスト認証** や同時の複数接続のポーリングもサポートします。

multiprocessing.connection.**deliver_challenge**(*connection*, *authkey*)

ランダム生成したメッセージをコネクションの相手側へ送信して応答を待ちます。

その応答がキーとして *authkey* を使用するメッセージのダイジェストと一致する場合、コネクションの相手側へ歓迎メッセージを送信します。そうでなければ *AuthenticationError* を発生させます。

multiprocessing.connection.**answer_challenge**(*connection*, *authkey*)

メッセージを受信して、そのキーとして *authkey* を使用するメッセージのダイジェストを計算し、ダイジェストを送り返します。

歓迎メッセージを受け取れない場合 *AuthenticationError* が発生します。

multiprocessing.connection.**Client**(*address*[, *family*[, *authkey*]])

address で渡したアドレスを使用するリスナーに対してコネクションを確立しようとして *Connection* を返します。

コネクション種別は *family* 引数で決定しますが、一般的には *address* のフォーマットから推測できるので、これは指定されません。(**アドレスフォーマット** を参照してください)

If *authkey* is given and not `None`, it should be a byte string and will be used as the secret key for an HMAC-based authentication challenge. No authentication is done if *authkey* is `None`.

AuthenticationError is raised if authentication fails. See **認証キー**.

class multiprocessing.connection.**Listener**([*address*[, *family*[, *backlog*[, *authkey*]]]])

コネクションを ’待ち受ける’ 束縛されたソケットか Windows の名前付きパイプのラッパーです。

address はリスナーオブジェクトの束縛されたソケットか名前付きパイプが使用するアドレスです。

注釈: ’0.0.0.0’ のアドレスを使用する場合、Windows 上の終点へ接続することができません。終点へ接続したい場合は ’127.0.0.1’ を使用すべきです。

---

family は使用するソケット (名前付きパイプ) の種別です。これは `'AF_INET'` (TCP ソケット), `'AF_UNIX'` (Unix ドメインソケット) または `'AF_PIPE'` (Windows 名前付きパイプ) という文字列のどれか 1 つになります。これらのうち `'AF_INET'` のみが利用可能であることが保証されています。*family* が `None` の場合 *address* のフォーマットから推測されたものが使用されます。*address* も `None` の場合はデフォルトが選択されます。詳細は **アドレスフォーマット** を参照してください。*family* が `'AF_UNIX'` で *address* が `None` の場合 *tempfile.mkstemp()* を使用して作成されたプライベートな一時ディレクトリにソケットが作成されます。

リスナーオブジェクトがソケットを使用する場合、ソケットに束縛されるときに *backlog* (デフォルトでは 1 つ) がソケットの *listen()* メソッドに対して渡されます。

If *authkey* is given and not `None`, it should be a byte string and will be used as the secret key for an HMAC-based authentication challenge. No authentication is done if *authkey* is `None`. *AuthenticationError* is raised if authentication fails. See **認証キー**.

accept()

リスナーオブジェクトの名前付きパイプか束縛されたソケット上でコネクションを 受け付けて *Connection* オブジェクトを返します。認証が失敗した場合 *AuthenticationError* が発生します。

close()

リスナーオブジェクトの名前付きパイプか束縛されたソケットをクローズします。これはリスナーがガベージコレクトされるときに自動的に呼ばれます。そうは言っても、明示的に close() を呼び出す方が望ましいです。

リスナーオブジェクトは次の読み出し専用属性を持っています:

address

リスナーオブジェクトが使用中のアドレスです。

last_accepted

最後にコネクションを受け付けたアドレスです。有効なアドレスがない場合は `None` になります。

バージョン 3.3 で変更: Listener オブジェクトがコンテキストマネージメント・プロトコルをサポートするようになりました。-- コンテキストマネージャ型 を参照してください。*__enter__()* はリスナーオブジェクトを返します。また *__exit__()* は *close()* を呼び出します。

multiprocessing.connection.**wait**(*object_list*, *timeout=None*)

object_list 中のオブジェクトが準備ができるまで待機します。準備ができた *object_list* 中のオブジェクトのリストを返します。*timeout* が浮動小数点なら、最大でその秒数だけ呼び出しがブロックします。*timeout* が `None` の場合、無制限の期間ブロックします。負のタイムアウトは 0 と等価です。

For both POSIX and Windows, an object can appear in *object_list* if it is

- 読み取り可能な *Connection* オブジェクト;
- 接続された読み取り可能な *socket.socket* オブジェクト; または
- *Process* オブジェクトの *sentinel* 属性。

読み取ることのできるデータがある場合、あるいは相手側の端が閉じられている場合、コネクションまたはソケットオブジェクトは準備ができています。

POSIX: `wait(object_list, timeout)` almost equivalent `select.select(object_list, [], [], timeout)`. The difference is that, if *select.select()* is interrupted by a signal, it can raise *OSError* with an error number of `EINTR`, whereas *wait()* will not.

Windows: An item in *object_list* must either be an integer handle which is waitable (according to the definition used by the documentation of the Win32 function `WaitForMultipleObjects()`) or it can be an object with a *fileno()* method which returns a socket handle or pipe handle. (Note that pipe handles and socket handles are **not** waitable handles.)

Added in version 3.3.

例

次のサーバーコードは認証キーとして `'secret password'` を使用するリスナーを作成します。このサーバーはコネクションを待ってクライアントへデータを送信します:

```
from multiprocessing.connection import Listener
from array import array

address = ('localhost', 6000)     # family is deduced to be 'AF_INET'

with Listener(address, authkey=b'secret password') as listener:
    with listener.accept() as conn:
        print('connection accepted from', listener.last_accepted)

        conn.send([2.25, None, 'junk', float])
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        conn.send_bytes(b'hello')

        conn.send_bytes(array('i', [42, 1729]))
```

次のコードはサーバーへ接続して、サーバーからデータを受信します:

```
from multiprocessing.connection import Client
from array import array

address = ('localhost', 6000)

with Client(address, authkey=b'secret password') as conn:
    print(conn.recv())                  # => [2.25, None, 'junk', float]

    print(conn.recv_bytes())            # => 'hello'

    arr = array('i', [0, 0, 0, 0, 0])
    print(conn.recv_bytes_into(arr))    # => 8
    print(arr)                          # => array('i', [42, 1729, 0, 0, 0])
```

次のコードは *wait()* を使って複数のプロセスからのメッセージを同時に待ちます:

```
from multiprocessing import Process, Pipe, current_process
from multiprocessing.connection import wait

def foo(w):
    for i in range(10):
        w.send((i, current_process().name))
    w.close()

if __name__ == '__main__':
    readers = []

    for i in range(4):
        r, w = Pipe(duplex=False)
        readers.append(r)
        p = Process(target=foo, args=(w,))
        p.start()
        # We close the writable end of the pipe now to be sure that
        # p is the only process which owns a handle for it.  This
        # ensures that when p closes its handle for the writable end,
        # wait() will promptly report the readable end as being ready.
        w.close()

    while readers:
        for r in wait(readers):
            try:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            msg = r.recv()
        except EOFError:
            readers.remove(r)
        else:
            print(msg)
```

アドレスフォーマット

- 'AF_INET' アドレスは (hostname, port) のタプルになります。*hostname* は文字列で *port* は整数です。
- 'AF_UNIX' アドレスはファイルシステム上のファイル名の文字列です。
- 'AF_PIPE' アドレスは r'\\.\pipe*PipeName*' という形式の文字列です。*ServerName* という名前のリモートコンピューター上の名前付きパイプに接続するために *Client()* を使用するには、代わりに r'*ServerName*\pipe*PipeName*' 形式のアドレスを使用する必要があります。

デフォルトでは、2 つのバックスラッシュで始まる文字列は 'AF_UNIX' よりも 'AF_PIPE' として推測されることに注意してください。

認証キー

Connection.recv を使用するとき、データは自動的に unpickle されて受信します。信頼できない接続元からのデータを unpickle することはセキュリティリスクがあります。そのため *Listener* や *Client()* はダイジェスト認証を提供するために *hmac* モジュールを使用します。

認証キーはパスワードとして見なされるバイト文字列です。コネクションが確立すると、双方の終点で正しい接続先であることを証明するために 知っているお互いの認証キーを要求します。(双方の終点が同じキーを使用して通信しようとしても、コネクション上でそのキーを送信することは **できません**。)

認証が要求されているにもかかわらず認証キーが指定されていない場合 current_process().authkey の返す値が使用されます。(詳細は *Process* を参照してください。) この値はカレントプロセスを作成する *Process* オブジェクトによって自動的に継承されます。これは (デフォルトでは) 複数プロセスのプログラムの全プロセスが相互にコネクションを 確立するときに使用される 1 つの認証キーを共有することを意味します。

適当な認証キーを *os.urandom()* を使用して生成することもできます。

ログ記録

ロギングのためにいくつかの機能が利用可能です。しかし *logging* パッケージは、(ハンドラー種別に依存して) 違うプロセスからのメッセージがごちゃ混ぜになるので、プロセスの共有ロックを使用しないことに注意してください。

multiprocessing.**get_logger**()

multiprocessing が使用するロガーを返します。必要に応じて新たなロガーを作成します。

When first created the logger has level *logging.NOTSET* and no default handler. Messages sent to this logger will not by default propagate to the root logger.

Windows 上では子プロセスが親プロセスのロガーレベルを継承しないことに注意してください。さらにその他のロガーのカスタマイズ内容もすべて継承されません。

multiprocessing.**log_to_stderr**(*level=None*)

この関数は *get_logger()* に対する呼び出しを実行しますが、get_logger によって作成されるロガーを返すことに加えて、`'[%(levelname)s/%(processName)s] %(message)s'` のフォーマットを使用して *sys.stderr* へ出力を送るハンドラーを追加します。`level` 引数を渡すことによってロガーの `levelname` を変更できます。

以下にロギングを有効にした例を紹介します:

```
>>> import multiprocessing, logging
>>> logger = multiprocessing.log_to_stderr()
>>> logger.setLevel(logging.INFO)
>>> logger.warning('doomed')
[WARNING/MainProcess] doomed
>>> m = multiprocessing.Manager()
[INFO/SyncManager-...] child process calling self.run()
[INFO/SyncManager-...] created temp directory /.../pymp-...
[INFO/SyncManager-...] manager serving at '/.../listener-...'
>>> del m
[INFO/MainProcess] sending shutdown message to manager
[INFO/SyncManager-...] manager exiting with exitcode 0
```

完全なロギングレベルの表については *logging* モジュールを参照してください。

multiprocessing.dummy モジュール

multiprocessing.dummy は *multiprocessing* の API を複製しますが *threading* モジュールのラッパーでしかありません。

In particular, the `Pool` function provided by *multiprocessing.dummy* returns an instance of *ThreadPool*, which is a subclass of *Pool* that supports all the same method calls but uses a pool of worker threads rather than worker processes.

class multiprocessing.pool.**ThreadPool**([*processes*[, *initializer*[, *initargs*]]])

A thread pool object which controls a pool of worker threads to which jobs can be submitted. *ThreadPool* instances are fully interface compatible with *Pool* instances, and their resources must also be properly managed, either by using the pool as a context manager or by calling *close()* and *terminate()* manually.

processes is the number of worker threads to use. If *processes* is `None` then the number returned by *os.process_cpu_count()* is used.

initializer が `None` ではない場合、各ワーカープロセスは開始時に `initializer(*initargs)` を呼び出します。

Unlike *Pool*, *maxtasksperchild* and *context* cannot be provided.

注釈: A *ThreadPool* shares the same interface as *Pool*, which is designed around a pool of processes and predates the introduction of the *concurrent.futures* module. As such, it inherits some operations that don't make sense for a pool backed by threads, and it has its own type for representing the status of asynchronous jobs, *AsyncResult*, that is not understood by any other libraries.

Users should generally prefer to use *concurrent.futures.ThreadPoolExecutor*, which has a simpler interface that was designed around threads from the start, and which returns *concurrent.futures.Future* instances that are compatible with many other libraries, including *asyncio*.

17.2.3 プログラミングガイドライン

multiprocessing を使用するときに守るべき一定のガイドラインとイディオムを挙げます。

すべての開始方式について

以下はすべての開始方式に当てはまります。

共有状態を避ける

できるだけプロセス間で巨大なデータを移動することは避けるようにすべきです。

プロセス間の通信には、*threading* モジュールの低レベルな同期プリミティブを使うのではなく、キューやパイプを使うのが良いでしょう。

pickle 化の可能性

プロキシのメソッドへの引数は、pickle 化できるものにしてください。

プロキシのスレッドセーフ性

1 つのプロキシオブジェクトは、ロックで保護しないかぎり、2 つ以上のスレッドから使用してはいけません。

(異なるプロセスで **同じ** プロキシを使用することは問題ではありません。)

ゾンビプロセスを join する

On POSIX when a process finishes but has not been joined it becomes a zombie. There should never be very many because each time a new process starts (or *active_children()* is called) all completed processes which have not yet been joined will be joined. Also calling a finished process's *Process.is_alive* will join the process. Even so it is probably good practice to explicitly join all the processes that you start.

pickle/unpickle より継承する方が良い

開始方式に *spawn* あるいは *forkserver* を使用している場合、*multiprocessing* から多くの型を pickle 化する必要があるため子プロセスはそれらを使うことができます。しかし、一般にパイプやキューを使用して共有オブジェクトを他のプロセスに送信することは避けるべきです。代わりに、共有リソースにアクセスする必要のあるプロセスは上位プロセスからそれらを継承するようにすべきです。

プロセスの強制終了を避ける

あるプロセスを停止するために *Process.terminate* メソッドを使用すると、そのプロセスが現在使用されている (ロック、セマフォ、パイプやキューのような) 共有リソースを破壊したり他のプロセスから利用できない状態を引き起こし易いです。

そのため、共有リソースを使用しないプロセスでのみ *Process.terminate* を使用することを考慮することがおそらく最善の方法です。

キューを使用するプロセスを join する

キューに要素を追加するプロセスは、すべてのバッファーされた要素が "feeder" スレッドによって下位層のパイプに対してフィードされるまで終了を待つということを覚えておいてください。(子プロセスはこの動作を避けるためにキューの *Queue.cancel_join_thread* メソッドを呼ぶことができます。)

これはキューを使用するときに、キューに追加されたすべての要素が最終的にそのプロセスが join される前に削除されていることを確認する必要があることを意味します。そうしないと、そのキューに要素が追加したプロセスの終了を保証できません。デーモンではないプロセスは自動的に join されることも覚えておいてください。

次の例はデッドロックを引き起こします:

```
from multiprocessing import Process, Queue

def f(q):
    q.put('X' * 1000000)

if __name__ == '__main__':
    queue = Queue()
    p = Process(target=f, args=(queue,))
    p.start()
    p.join()                    # this deadlocks
    obj = queue.get()
```

修正するには最後の 2 行を入れ替えます (または単純に `p.join()` の行を削除します)。

明示的に子プロセスへリソースを渡す

On POSIX using the *fork* start method, a child process can make use of a shared resource created in a parent process using a global resource. However, it is better to pass the object as an argument to the constructor for the child process.

Windows や他の開始方式と (将来的にでも) 互換性のあるコードを書く場合は別として、これは子プロセスが実行中である限りは親プロセス内でオブジェクトがガベージコレクトされないことも保証します。これは親プロセス内でオブジェクトがガベージコレクトされたときに一部のリソースが開放されてしまう場合に重要かもしれません。

そのため、例えば

```
from multiprocessing import Process, Lock

def f():
    ... do something using "lock" ...
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
if __name__ == '__main__':
    lock = Lock()
    for i in range(10):
        Process(target=f).start()
```

は、次のように書き直すべきです

```
from multiprocessing import Process, Lock

def f(l):
    ... do something using "l" ...

if __name__ == '__main__':
    lock = Lock()
    for i in range(10):
        Process(target=f, args=(lock,)).start()
```

sys.stdin を file-like オブジェクトに置き換えることに注意する

multiprocessing は元々無条件に:

```
os.close(sys.stdin.fileno())
```

を multiprocessing.Process._bootstrap() メソッドの中で呼び出していました --- これはプロセス内プロセス (processes-in-processes) で問題が起こしてしまいます。そこで、これは以下のように変更されました:

```
sys.stdin.close()
sys.stdin = open(os.open(os.devnull, os.O_RDONLY), closefd=False)
```

これによってプロセス同士が衝突して bad file descripter エラーを起こすという根本的な問題は解決しましたが、アプリケーションの出力バッファーを *sys.stdin()* から "file-like オブジェクト" に置き換えるという潜在的危険を持ち込んでしまいました。危険というのは、複数のプロセスが file-like オブジェクトの *close()* を呼び出すと、オブジェクトに同じデータが何度もフラッシュされ、破損してしまう可能性がある、というものです。

もし file-like オブジェクトを書いて独自のキャッシュを実装するなら、キャッシュするときに常に pid を記録しておき、pid が変わったらキュッシュを捨てることで、フォークセーフにできます。例:

```
@property
def cache(self):
    pid = os.getpid()
    if pid != self._pid:
        self._pid = pid
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        self._cache = []
    return self._cache
```

より詳しい情報は bpo-5155 、bpo-5313 、bpo-5331 を見てください

開始方式が *spawn* および *forkserver* の場合

There are a few extra restrictions which don't apply to the *fork* start method.

さらなる pickle 化の可能性

`Process.__init__()` へのすべての引数は pickle 化できることを確認してください。また *Process* をサブクラス化する場合、そのインスタンスが *Process.start* メソッドが呼ばれたときに pickle 化できるようにしてください。

グローバル変数

子プロセスで実行されるコードがグローバル変数にアクセスしようとする場合、子プロセスが見るその値は *Process.start* が呼ばれたときの親プロセスの値と同じではない可能性があります。

しかし、単にモジュールレベルの定数であるグローバル変数なら問題にはなりません。

メインモジュールの安全なインポート

Make sure that the main module can be safely imported by a new Python interpreter without causing unintended side effects (such as starting a new process).

例えば、開始方式に *spawn* あるいは *forkserver* を使用した場合に以下のモジュールを実行すると *RuntimeError* で失敗します:

```
from multiprocessing import Process

def foo():
    print('hello')

p = Process(target=foo)
p.start()
```

代わりに、次のように `if __name__ == '__main__':` を使用してプログラムの "エントリポイント" を保護すべきです:

```
from multiprocessing import Process, freeze_support, set_start_method

def foo():
    print('hello')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
if __name__ == '__main__':
    freeze_support()
    set_start_method('spawn')
    p = Process(target=foo)
    p.start()
```

(プログラムをフリーズせずに通常通り実行するなら `freeze_support()` 行は取り除けます。)

これは新たに生成された Python インタープリターがそのモジュールを安全にインポートして、モジュールの `foo()` 関数を実行します。

プールまたはマネージャーがメインモジュールで作成される場合に似たような制限が適用されます。

17.2.4 使用例

カスタマイズされたマネージャーやプロキシの作成方法と使用方法を紹介します:

```
from multiprocessing import freeze_support
from multiprocessing.managers import BaseManager, BaseProxy
import operator

##

class Foo:
    def f(self):
        print('you called Foo.f()')
    def g(self):
        print('you called Foo.g()')
    def _h(self):
        print('you called Foo._h()')

# A simple generator function
def baz():
    for i in range(10):
        yield i*i

# Proxy type for generator objects
class GeneratorProxy(BaseProxy):
    _exposed_ = ['__next__']
    def __iter__(self):
        return self
    def __next__(self):
        return self._callmethod('__next__')

# Function to return the operator module
def get_operator_module():
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    return operator

##

class MyManager(BaseManager):
    pass

# register the Foo class; make `f()` and `g()` accessible via proxy
MyManager.register('Foo1', Foo)

# register the Foo class; make `g()` and `_h()` accessible via proxy
MyManager.register('Foo2', Foo, exposed=('g', '_h'))

# register the generator function baz; use `GeneratorProxy` to make proxies
MyManager.register('baz', baz, proxytype=GeneratorProxy)

# register get_operator_module(); make public functions accessible via proxy
MyManager.register('operator', get_operator_module)

##

def test():
    manager = MyManager()
    manager.start()

    print('-' * 20)

    f1 = manager.Foo1()
    f1.f()
    f1.g()
    assert not hasattr(f1, '_h')
    assert sorted(f1._exposed_) == sorted(['f', 'g'])

    print('-' * 20)

    f2 = manager.Foo2()
    f2.g()
    f2._h()
    assert not hasattr(f2, 'f')
    assert sorted(f2._exposed_) == sorted(['g', '_h'])

    print('-' * 20)

    it = manager.baz()
    for i in it:
        print('<%d>' % i, end=' ')
    print()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    print('-' * 20)

    op = manager.operator()
    print('op.add(23, 45) =', op.add(23, 45))
    print('op.pow(2, 94) =', op.pow(2, 94))
    print('op._exposed_ =', op._exposed_)

##

if __name__ == '__main__':
    freeze_support()
    test()
```

Pool を使用する例です:

```
import multiprocessing
import time
import random
import sys

#
# Functions used by test code
#

def calculate(func, args):
    result = func(*args)
    return '%s says that %s%s = %s' % (
        multiprocessing.current_process().name,
        func.__name__, args, result
        )

def calculatestar(args):
    return calculate(*args)

def mul(a, b):
    time.sleep(0.5 * random.random())
    return a * b

def plus(a, b):
    time.sleep(0.5 * random.random())
    return a + b

def f(x):
    return 1.0 / (x - 5.0)

def pow3(x):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    return x ** 3

def noop(x):
    pass

#
# Test code
#

def test():
    PROCESSES = 4
    print('Creating pool with %d processes\n' % PROCESSES)

    with multiprocessing.Pool(PROCESSES) as pool:
        #
        # Tests
        #

        TASKS = [(mul, (i, 7)) for i in range(10)] + \
                [(plus, (i, 8)) for i in range(10)]

        results = [pool.apply_async(calculate, t) for t in TASKS]
        imap_it = pool.imap(calculatestar, TASKS)
        imap_unordered_it = pool.imap_unordered(calculatestar, TASKS)

        print('Ordered results using pool.apply_async():')
        for r in results:
            print('\t', r.get())
        print()

        print('Ordered results using pool.imap():')
        for x in imap_it:
            print('\t', x)
        print()

        print('Unordered results using pool.imap_unordered():')
        for x in imap_unordered_it:
            print('\t', x)
        print()

        print('Ordered results using pool.map() --- will block till complete:')
        for x in pool.map(calculatestar, TASKS):
            print('\t', x)
        print()

        #
        # Test error handling
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        #

        print('Testing error handling:')

        try:
            print(pool.apply(f, (5,)))
        except ZeroDivisionError:
            print('\tGot ZeroDivisionError as expected from pool.apply()')
        else:
            raise AssertionError('expected ZeroDivisionError')

        try:
            print(pool.map(f, list(range(10))))
        except ZeroDivisionError:
            print('\tGot ZeroDivisionError as expected from pool.map()')
        else:
            raise AssertionError('expected ZeroDivisionError')

        try:
            print(list(pool.imap(f, list(range(10)))))
        except ZeroDivisionError:
            print('\tGot ZeroDivisionError as expected from list(pool.imap())')
        else:
            raise AssertionError('expected ZeroDivisionError')

        it = pool.imap(f, list(range(10)))
        for i in range(10):
            try:
                x = next(it)
            except ZeroDivisionError:
                if i == 5:
                    pass
            except StopIteration:
                break
            else:
                if i == 5:
                    raise AssertionError('expected ZeroDivisionError')

        assert i == 9
        print('\tGot ZeroDivisionError as expected from IMapIterator.next()')
        print()

        #
        # Testing timeouts
        #

        print('Testing ApplyResult.get() with timeout:', end=' ')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        res = pool.apply_async(calculate, TASKS[0])
        while 1:
            sys.stdout.flush()
            try:
                sys.stdout.write('\n\t%s' % res.get(0.02))
                break
            except multiprocessing.TimeoutError:
                sys.stdout.write('.')
        print()
        print()

        print('Testing IMapIterator.next() with timeout:', end=' ')
        it = pool.imap(calculatestar, TASKS)
        while 1:
            sys.stdout.flush()
            try:
                sys.stdout.write('\n\t%s' % it.next(0.02))
            except StopIteration:
                break
            except multiprocessing.TimeoutError:
                sys.stdout.write('.')
        print()
        print()


if __name__ == '__main__':
    multiprocessing.freeze_support()
    test()
```

ワーカープロセスのコレクションに対してタスクをフィードしてその結果をまとめるキューの使い方の例を紹介します:

```
import time
import random

from multiprocessing import Process, Queue, current_process, freeze_support

#
# Function run by worker processes
#

def worker(input, output):
    for func, args in iter(input.get, 'STOP'):
        result = calculate(func, args)
        output.put(result)

#
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# Function used to calculate result
#

def calculate(func, args):
    result = func(*args)
    return '%s says that %s%s = %s' % \
        (current_process().name, func.__name__, args, result)

#
# Functions referenced by tasks
#

def mul(a, b):
    time.sleep(0.5*random.random())
    return a * b

def plus(a, b):
    time.sleep(0.5*random.random())
    return a + b

#
#
#

def test():
    NUMBER_OF_PROCESSES = 4
    TASKS1 = [(mul, (i, 7)) for i in range(20)]
    TASKS2 = [(plus, (i, 8)) for i in range(10)]

    # Create queues
    task_queue = Queue()
    done_queue = Queue()

    # Submit tasks
    for task in TASKS1:
        task_queue.put(task)

    # Start worker processes
    for i in range(NUMBER_OF_PROCESSES):
        Process(target=worker, args=(task_queue, done_queue)).start()

    # Get and print results
    print('Unordered results:')
    for i in range(len(TASKS1)):
        print('\t', done_queue.get())

    # Add more tasks using `put()`
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    for task in TASKS2:
        task_queue.put(task)

    # Get and print some more results
    for i in range(len(TASKS2)):
        print('\t', done_queue.get())

    # Tell child processes to stop
    for i in range(NUMBER_OF_PROCESSES):
        task_queue.put('STOP')


if __name__ == '__main__':
    freeze_support()
    test()
```

17.3 multiprocessing.shared_memory --- プロセス間で直接アクセス可能な共有メモリ

ソースコード Lib/multiprocessing/shared_memory.py

Added in version 3.8.

このモジュールは、マルチコアもしくは対称型マルチプロセッサ (SMP) を持つマシン上で実行される、ひとつ以上のプロセスから参照される共有メモリの確保、管理を行うための *SharedMemory* クラスを提供します。共有メモリのライフサイクル管理、とりわけ複数のプロセスにわたる場合のために、*multiprocessing.managers* モジュールでは *BaseManager* のサブクラス *SharedMemoryManager* も提供されます。

In this module, shared memory refers to "POSIX style" shared memory blocks (though is not necessarily implemented explicitly as such) and does not refer to "distributed shared memory". This style of shared memory permits distinct processes to potentially read and write to a common (or shared) region of volatile memory. Processes are conventionally limited to only have access to their own process memory space but shared memory permits the sharing of data between processes, avoiding the need to instead send messages between processes containing that data. Sharing data directly via memory can provide significant performance benefits compared to sharing data via disk or socket or other communications requiring the serialization/deserialization and copying of data.

class multiprocessing.shared_memory.**SharedMemory**(*name=None*, *create=False*, *size=0*, ***, *track=True*)

Create an instance of the `SharedMemory` class for either creating a new shared memory block or attaching to an existing shared memory block. Each shared memory block is assigned a unique name.

In this way, one process can create a shared memory block with a particular name and a different process can attach to that same shared memory block using that same name.

As a resource for sharing data across processes, shared memory blocks may outlive the original process that created them. When one process no longer needs access to a shared memory block that might still be needed by other processes, the *close()* method should be called. When a shared memory block is no longer needed by any process, the *unlink()* method should be called to ensure proper cleanup.

パラメータ

- **name** (str / *None*) -- The unique name for the requested shared memory, specified as a string. When creating a new shared memory block, if None (the default) is supplied for the name, a novel name will be generated.
- **create** (bool) -- Control whether a new shared memory block is created (True) or an existing shared memory block is attached (False).
- **size** (int) -- The requested number of bytes when creating a new shared memory block. Because some platforms choose to allocate chunks of memory based upon that platform's memory page size, the exact size of the shared memory block may be larger or equal to the size requested. When attaching to an existing shared memory block, the *size* parameter is ignored.
- **track** (bool) -- When True, register the shared memory block with a resource tracker process on platforms where the OS does not do this automatically. The resource tracker ensures proper cleanup of the shared memory even if all other processes with access to the memory exit without doing so. Python processes created from a common ancestor using *multiprocessing* facilities share a single resource tracker process, and the lifetime of shared memory segments is handled automatically among these processes. Python processes created in any other way will receive their own resource tracker when accessing shared memory with *track* enabled. This will cause the shared memory to be deleted by the resource tracker of the first process that terminates. To avoid this issue, users of *subprocess* or standalone Python processes should set *track* to False when there is already another process in place that does the bookkeeping. *track* is ignored on Windows, which has its own tracking and automatically deletes shared memory when all handles to it have been closed.

バージョン 3.13 で変更: Added the *track* parameter.

close()

Close the file descriptor/handle to the shared memory from this instance. *close()* should be called once access to the shared memory block from this instance is no longer needed. Depending on operating system, the underlying memory may or may not be freed even if all handles to it

have been closed. To ensure proper cleanup, use the *unlink()* method.

unlink()

Delete the underlying shared memory block. This should be called only once per shared memory block regardless of the number of handles to it, even in other processes. *unlink()* and *close()* can be called in any order, but trying to access data inside a shared memory block after *unlink()* may result in memory access errors, depending on platform.

This method has no effect on Windows, where the only way to delete a shared memory block is to close all handles.

buf

A memoryview of contents of the shared memory block.

name

Read-only access to the unique name of the shared memory block.

size

Read-only access to size in bytes of the shared memory block.

The following example demonstrates low-level use of *SharedMemory* instances:

```
>>> from multiprocessing import shared_memory
>>> shm_a = shared_memory.SharedMemory(create=True, size=10)
>>> type(shm_a.buf)
<class 'memoryview'>
>>> buffer = shm_a.buf
>>> len(buffer)
10
>>> buffer[:4] = bytearray([22, 33, 44, 55])  # Modify multiple at once
>>> buffer[4] = 100                           # Modify single byte at a time
>>> # Attach to an existing shared memory block
>>> shm_b = shared_memory.SharedMemory(shm_a.name)
>>> import array
>>> array.array('b', shm_b.buf[:5])  # Copy the data into a new array.array
array('b', [22, 33, 44, 55, 100])
>>> shm_b.buf[:5] = b'howdy'  # Modify via shm_b using bytes
>>> bytes(shm_a.buf[:5])      # Access via shm_a
b'howdy'
>>> shm_b.close()   # Close each SharedMemory instance
>>> shm_a.close()
>>> shm_a.unlink()  # Call unlink only once to release the shared memory
```

The following example demonstrates a practical use of the *SharedMemory* class with NumPy arrays, accessing the same `numpy.ndarray` from two distinct Python shells:

```
>>> # In the first Python interactive shell
>>> import numpy as np
>>> a = np.array([1, 1, 2, 3, 5, 8])  # Start with an existing NumPy array
>>> from multiprocessing import shared_memory
>>> shm = shared_memory.SharedMemory(create=True, size=a.nbytes)
>>> # Now create a NumPy array backed by shared memory
>>> b = np.ndarray(a.shape, dtype=a.dtype, buffer=shm.buf)
>>> b[:] = a[:]  # Copy the original data into shared memory
>>> b
array([1, 1, 2, 3, 5, 8])
>>> type(b)
<class 'numpy.ndarray'>
>>> type(a)
<class 'numpy.ndarray'>
>>> shm.name  # We did not specify a name so one was chosen for us
'psm_21467_46075'

>>> # In either the same shell or a new Python shell on the same machine
>>> import numpy as np
>>> from multiprocessing import shared_memory
>>> # Attach to the existing shared memory block
>>> existing_shm = shared_memory.SharedMemory(name='psm_21467_46075')
>>> # Note that a.shape is (6,) and a.dtype is np.int64 in this example
>>> c = np.ndarray((6,), dtype=np.int64, buffer=existing_shm.buf)
>>> c
array([1, 1, 2, 3, 5, 8])
>>> c[-1] = 888
>>> c
array([  1,   1,   2,   3,   5, 888])

>>> # Back in the first Python interactive shell, b reflects this change
>>> b
array([  1,   1,   2,   3,   5, 888])

>>> # Clean up from within the second Python shell
>>> del c  # Unnecessary; merely emphasizing the array is no longer used
>>> existing_shm.close()

>>> # Clean up from within the first Python shell
>>> del b  # Unnecessary; merely emphasizing the array is no longer used
>>> shm.close()
>>> shm.unlink()  # Free and release the shared memory block at the very end
```

class multiprocessing.managers.**SharedMemoryManager**([*address*[, *authkey*]])

A subclass of *multiprocessing.managers.BaseManager* which can be used for the management of shared memory blocks across processes.

A call to *start()* on a SharedMemoryManager instance causes a new process to be started. This new

process's sole purpose is to manage the life cycle of all shared memory blocks created through it. To trigger the release of all shared memory blocks managed by that process, call *shutdown()* on the instance. This triggers a *unlink()* call on all of the *SharedMemory* objects managed by that process and then stops the process itself. By creating `SharedMemory` instances through a `SharedMemoryManager`, we avoid the need to manually track and trigger the freeing of shared memory resources.

This class provides methods for creating and returning *SharedMemory* instances and for creating a list-like object (*ShareableList*) backed by shared memory.

Refer to *BaseManager* for a description of the inherited *address* and *authkey* optional input arguments and how they may be used to connect to an existing `SharedMemoryManager` service from other processes.

SharedMemory(*size*)

Create and return a new *SharedMemory* object with the specified *size* in bytes.

ShareableList(*sequence*)

Create and return a new *ShareableList* object, initialized by the values from the input *sequence*.

The following example demonstrates the basic mechanisms of a *SharedMemoryManager*:

```
>>> from multiprocessing.managers import SharedMemoryManager
>>> smm = SharedMemoryManager()
>>> smm.start()  # Start the process that manages the shared memory blocks
>>> sl = smm.ShareableList(range(4))
>>> sl
ShareableList([0, 1, 2, 3], name='psm_6572_7512')
>>> raw_shm = smm.SharedMemory(size=128)
>>> another_sl = smm.ShareableList('alpha')
>>> another_sl
ShareableList(['a', 'l', 'p', 'h', 'a'], name='psm_6572_12221')
>>> smm.shutdown()  # Calls unlink() on sl, raw_shm, and another_sl
```

The following example depicts a potentially more convenient pattern for using *SharedMemoryManager* objects via the `with` statement to ensure that all shared memory blocks are released after they are no longer needed:

```
>>> with SharedMemoryManager() as smm:
...     sl = smm.ShareableList(range(2000))
...     # Divide the work among two processes, storing partial results in sl
...     p1 = Process(target=do_work, args=(sl, 0, 1000))
...     p2 = Process(target=do_work, args=(sl, 1000, 2000))
...     p1.start()
...     p2.start()  # A multiprocessing.Pool might be more efficient
...     p1.join()
...     p2.join()   # Wait for all work to complete in both processes
...     total_result = sum(sl)  # Consolidate the partial results now in sl
```

When using a *SharedMemoryManager* in a `with` statement, the shared memory blocks created using that manager are all released when the `with` statement's code block finishes execution.

class multiprocessing.shared_memory.**ShareableList**(*sequence=None*, ***, *name=None*)

Provide a mutable list-like object where all values stored within are stored in a shared memory block. This constrains storable values to the following built-in data types:

- *int* (signed 64-bit)
- *float*
- *bool*
- *str* (less than 10M bytes each when encoded as UTF-8)
- *bytes* (less than 10M bytes each)
- `None`

It also notably differs from the built-in *list* type in that these lists can not change their overall length (i.e. no `append()`, `insert()`, etc.) and do not support the dynamic creation of new `ShareableList` instances via slicing.

sequence is used in populating a new `ShareableList` full of values. Set to `None` to instead attach to an already existing `ShareableList` by its unique shared memory name.

name is the unique name for the requested shared memory, as described in the definition for *SharedMemory*. When attaching to an existing `ShareableList`, specify its shared memory block's unique name while leaving *sequence* set to `None`.

注釈: A known issue exists for *bytes* and *str* values. If they end with `\x00` nul bytes or characters, those may be *silently stripped* when fetching them by index from the `ShareableList`. This `.rstrip(b'\x00')` behavior is considered a bug and may go away in the future. See gh-106939.

For applications where rstripping of trailing nulls is a problem, work around it by always unconditionally appending an extra non-0 byte to the end of such values when storing and unconditionally removing it when fetching:

```
>>> from multiprocessing import shared_memory
>>> nul_bug_demo = shared_memory.ShareableList(['?\x00', b'\x03\x02\x01\x00\x00\x00'])
>>> nul_bug_demo[0]
'?'
>>> nul_bug_demo[1]
b'\x03\x02\x01'
>>> nul_bug_demo.shm.unlink()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> padded = shared_memory.ShareableList(['?\x00\x07', b'\x03\x02\x01\x00\x00\x00\x07'])
>>> padded[0][:-1]
'?\x00'
>>> padded[1][:-1]
b'\x03\x02\x01\x00\x00\x00'
>>> padded.shm.unlink()
```

count(*value*)

Return the number of occurrences of *value*.

index(*value*)

Return first index position of *value*. Raise *ValueError* if *value* is not present.

format

Read-only attribute containing the *struct* packing format used by all currently stored values.

shm

The *SharedMemory* instance where the values are stored.

以下に *ShareableList* インスタンスの利用例を示します。

```
>>> from multiprocessing import shared_memory
>>> a = shared_memory.ShareableList(['howdy', b'HoWdY', -273.154, 100, None, True, 42])
>>> [ type(entry) for entry in a ]
[<class 'str'>, <class 'bytes'>, <class 'float'>, <class 'int'>, <class 'NoneType'>, <class 'bool'>
↪, <class 'int'>]
>>> a[2]
-273.154
>>> a[2] = -78.5
>>> a[2]
-78.5
>>> a[2] = 'dry ice'  # Changing data types is supported as well
>>> a[2]
'dry ice'
>>> a[2] = 'larger than previously allocated storage space'
Traceback (most recent call last):
  ...
ValueError: exceeds available storage for existing str
>>> a[2]
'dry ice'
>>> len(a)
7
>>> a.index(42)
6
>>> a.count(b'howdy')
0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> a.count(b'HoWdY')
1
>>> a.shm.close()
>>> a.shm.unlink()
>>> del a  # Use of a ShareableList after call to unlink() is unsupported
```

The following example depicts how one, two, or many processes may access the same *ShareableList* by supplying the name of the shared memory block behind it:

```
>>> b = shared_memory.ShareableList(range(5))         # In a first process
>>> c = shared_memory.ShareableList(name=b.shm.name)  # In a second process
>>> c
ShareableList([0, 1, 2, 3, 4], name='...')
>>> c[-1] = -999
>>> b[-1]
-999
>>> b.shm.close()
>>> c.shm.close()
>>> c.shm.unlink()
```

The following examples demonstrates that *ShareableList* (and underlying *SharedMemory*) objects can be pickled and unpickled if needed. Note, that it will still be the same shared object. This happens, because the deserialized object has the same unique name and is just attached to an existing object with the same name (if the object is still alive):

```
>>> import pickle
>>> from multiprocessing import shared_memory
>>> sl = shared_memory.ShareableList(range(10))
>>> list(sl)
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

```
>>> deserialized_sl = pickle.loads(pickle.dumps(sl))
>>> list(deserialized_sl)
[0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

```
>>> sl[0] = -1
>>> deserialized_sl[1] = -2
>>> list(sl)
[-1, -2, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> list(deserialized_sl)
[-1, -2, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
```

```
>>> sl.shm.close()
>>> sl.shm.unlink()
```

17.4 concurrent パッケージ

現在のところ、このパッケージにはモジュールが 1 つだけあります:

- *concurrent.futures* -- 並列タスク実行

17.5 concurrent.futures --- 並列タスク実行

Added in version 3.2.

ソースコード: Lib/concurrent/futures/thread.py および Lib/concurrent/futures/process.py

---

concurrent.futures モジュールは、非同期に実行できる呼び出し可能オブジェクトの高水準のインターフェースを提供します。

非同期実行は *ThreadPoolExecutor* を用いてスレッドで実行することも、*ProcessPoolExecutor* を用いて別々のプロセスで実行することもできます. どちらも *Executor* 抽象クラスで定義された同じインターフェースを実装します。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

17.5.1 Executor オブジェクト

class concurrent.futures.**Executor**

非同期呼び出しを実行するためのメソッドを提供する抽象クラスです。このクラスを直接使ってはならず、具象サブクラスを介して使います。

submit(*fn*, */*, **args*, ***kwargs*)

呼び出し可能オブジェクト *fn* を、`fn(*args, **kwargs)` として実行するようにスケジュールし、呼び出し可能オブジェクトの実行を表現する *Future* オブジェクトを返します。

```
with ThreadPoolExecutor(max_workers=1) as executor:
    future = executor.submit(pow, 323, 1235)
    print(future.result())
```

map(*fn*, **iterables*, *timeout=None*, *chunksize=1*)

Similar to *map(fn, *iterables)* except:

- the *iterables* are collected immediately rather than lazily;

- *fn* is executed asynchronously and several calls to *fn* may be made concurrently.

もし *__next__()* が呼ばれその結果が元々の *Executor.map()* の呼び出しから *timeout* 秒経った後も利用できない場合、返されるイテレータは *TimeoutError* を送出します。*timeout* は整数または浮動小数点数です。もし *timeout* が指定されないか の場合、待ち時間に制限はありません。

If a *fn* call raises an exception, then that exception will be raised when its value is retrieved from the iterator.

When using *ProcessPoolExecutor*, this method chops *iterables* into a number of chunks which it submits to the pool as separate tasks. The (approximate) size of these chunks can be specified by setting *chunksize* to a positive integer. For very long iterables, using a large value for *chunksize* can significantly improve performance compared to the default size of 1. With *ThreadPoolExecutor*, *chunksize* has no effect.

バージョン 3.5 で変更: *chunksize* 引数が追加されました。

shutdown(*wait=True*, ***, *cancel_futures=False*)

executor に対して、現在保留中のフューチャーが実行された後で、使用中のすべての資源を解放するように伝えます。シャットダウンにより後に *Executor.submit()* と *Executor.map()* を呼び出すと *RuntimeError* が送出されます。

wait が `True` の場合、すべての未完了のフューチャの実行が完了して Executor に関連付けられたリソースが解放されるまで、このメソッドは返りません。*wait* が `False` の場合、このメソッドはすぐに返り、すべての未完了のフューチャの実行が完了したときに、Executor に関連付けられたリソースが解放されます。*wait* の値に関係なく、すべての未完了のフューチャの実行が完了するまで Python プログラム全体は終了しません。

If *cancel_futures* is `True`, this method will cancel all pending futures that the executor has not started running. Any futures that are completed or running won't be cancelled, regardless of the value of *cancel_futures*.

If both *cancel_futures* and *wait* are `True`, all futures that the executor has started running will be completed prior to this method returning. The remaining futures are cancelled.

`with` 文を使用することで、このメソッドを明示的に呼ばないようにできます。`with` 文は *Executor* をシャットダウンします (*wait* を `True` にセットして *Executor.shutdown()* が呼ばれたかのように待ちます)。

```
import shutil
with ThreadPoolExecutor(max_workers=4) as e:
    e.submit(shutil.copy, 'src1.txt', 'dest1.txt')
    e.submit(shutil.copy, 'src2.txt', 'dest2.txt')
    e.submit(shutil.copy, 'src3.txt', 'dest3.txt')
    e.submit(shutil.copy, 'src4.txt', 'dest4.txt')
```

バージョン 3.9 で変更: *cancel_futures* が追加されました。

17.5.2 ThreadPoolExecutor

ThreadPoolExecutor はスレッドのプールを使用して非同期に呼び出しを行う、*Executor* のサブクラスです。

Future に関連づけられた呼び出し可能オブジェクトが、別の *Future* の結果を待つ時にデッドロックすることがあります。例:

```
import time
def wait_on_b():
    time.sleep(5)
    print(b.result())  # b will never complete because it is waiting on a.
    return 5

def wait_on_a():
    time.sleep(5)
    print(a.result())  # a will never complete because it is waiting on b.
    return 6


executor = ThreadPoolExecutor(max_workers=2)
a = executor.submit(wait_on_b)
b = executor.submit(wait_on_a)
```

以下でも同様です:

```
def wait_on_future():
    f = executor.submit(pow, 5, 2)
    # This will never complete because there is only one worker thread and
    # it is executing this function.
    print(f.result())

executor = ThreadPoolExecutor(max_workers=1)
executor.submit(wait_on_future)
```

class concurrent.futures.**ThreadPoolExecutor**(*max_workers=None*, *thread_name_prefix=''*, *initializer=None*, *initargs=()*)

最大で *max_workers* 個のスレッドを非同期実行に使う *Executor* のサブクラスです。

All threads enqueued to `ThreadPoolExecutor` will be joined before the interpreter can exit. Note that the exit handler which does this is executed *before* any exit handlers added using `atexit`. This means exceptions in the main thread must be caught and handled in order to signal threads to exit gracefully. For this reason, it is recommended that `ThreadPoolExecutor` not be used for long-running tasks.

initializer is an optional callable that is called at the start of each worker thread; *initargs* is a tuple of arguments passed to the initializer. Should *initializer* raise an exception, all currently pending jobs will raise a *BrokenThreadPool*, as well as any attempt to submit more jobs to the pool.

バージョン 3.5 で変更: *max_workers* が None か指定されない場合のデフォルト値はマシンのプロセッサの数に 5 を掛けたものになります。これは、*ThreadPoolExecutor* は CPU の処理ではなく I/O をオーバーラップするのによく使用されるため、*ProcessPoolExecutor* のワーカーの数よりもこのワーカーの数を増やすべきであるという想定に基づいています。

バージョン 3.6 で変更: Added the *thread_name_prefix* parameter to allow users to control the *threading.Thread* names for worker threads created by the pool for easier debugging.

バージョン 3.7 で変更: *initializer* と *initargs* 引数が追加されました。

バージョン 3.8 で変更: Default value of *max_workers* is changed to `min(32, os.cpu_count() + 4)`. This default value preserves at least 5 workers for I/O bound tasks. It utilizes at most 32 CPU cores for CPU bound tasks which release the GIL. And it avoids using very large resources implicitly on many-core machines.

ThreadPoolExecutor now reuses idle worker threads before starting *max_workers* worker threads too.

バージョン 3.13 で変更: Default value of *max_workers* is changed to `min(32, (os.process_cpu_count() or 1) + 4)`.

ThreadPoolExecutor の例

```
import concurrent.futures
import urllib.request

URLS = ['http://www.foxnews.com/',
        'http://www.cnn.com/',
        'http://europe.wsj.com/',
        'http://www.bbc.co.uk/',
        'http://nonexistant-subdomain.python.org/']

# Retrieve a single page and report the URL and contents
def load_url(url, timeout):
    with urllib.request.urlopen(url, timeout=timeout) as conn:
        return conn.read()

# We can use a with statement to ensure threads are cleaned up promptly
with concurrent.futures.ThreadPoolExecutor(max_workers=5) as executor:
    # Start the load operations and mark each future with its URL
    future_to_url = {executor.submit(load_url, url, 60): url for url in URLS}
    for future in concurrent.futures.as_completed(future_to_url):
        url = future_to_url[future]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        try:
            data = future.result()
        except Exception as exc:
            print('%r generated an exception: %s' % (url, exc))
        else:
            print('%r page is %d bytes' % (url, len(data)))
```

17.5.3 ProcessPoolExecutor

ProcessPoolExecutor はプロセスプールを使って非同期呼び出しを実施する *Executor* のサブクラスです。*ProcessPoolExecutor* は *multiprocessing* モジュールを利用します。このため *Global Interpreter Lock* を回避することができますが、pickle 化できるオブジェクトしか実行したり返したりすることができません。

__main__ モジュールはワーカサブプロセスでインポート可能でなければなりません。すなわち、*ProcessPoolExecutor* は対話的インタープリタでは動きません。

ProcessPoolExecutor に渡された呼び出し可能オブジェクトから *Executor* や *Future* メソッドを呼ぶとデッドロックに陥ります。

class concurrent.futures.**ProcessPoolExecutor**(*max_workers=None*, *mp_context=None*, *initializer=None*, *initargs=()*, *max_tasks_per_child=None*)

An *Executor* subclass that executes calls asynchronously using a pool of at most *max_workers* processes. If *max_workers* is `None` or not given, it will default to *os.process_cpu_count()*. If *max_workers* is less than or equal to `0`, then a *ValueError* will be raised. On Windows, *max_workers* must be less than or equal to `61`. If it is not then *ValueError* will be raised. If *max_workers* is `None`, then the default chosen will be at most `61`, even if more processors are available. *mp_context* can be a *multiprocessing* context or `None`. It will be used to launch the workers. If *mp_context* is `None` or not given, the default *multiprocessing* context is used. See **コンテキストと開始方式**.

initializer is an optional callable that is called at the start of each worker process; *initargs* is a tuple of arguments passed to the initializer. Should *initializer* raise an exception, all currently pending jobs will raise a *BrokenProcessPool*, as well as any attempt to submit more jobs to the pool.

max_tasks_per_child is an optional argument that specifies the maximum number of tasks a single process can execute before it will exit and be replaced with a fresh worker process. By default *max_tasks_per_child* is `None` which means worker processes will live as long as the pool. When a max is specified, the "spawn" multiprocessing start method will be used by default in absence of a *mp_context* parameter. This feature is incompatible with the "fork" start method.

バージョン 3.3 で変更: When one of the worker processes terminates abruptly, a *BrokenProcessPool* error is now raised. Previously, behaviour was undefined but operations on the executor or its futures

would often freeze or deadlock.

バージョン 3.7 で変更: The *mp_context* argument was added to allow users to control the start_method for worker processes created by the pool.

initializer と *initargs* 引数が追加されました。

注釈: The default *multiprocessing* start method (see コンテキストと開始方式) will change away from *fork* in Python 3.14. Code that requires *fork* be used for their *ProcessPoolExecutor* should explicitly specify that by passing a `mp_context=multiprocessing.get_context("fork")` parameter.

バージョン 3.11 で変更: The *max_tasks_per_child* argument was added to allow users to control the lifetime of workers in the pool.

バージョン 3.12 で変更: On POSIX systems, if your application has multiple threads and the *multiprocessing* context uses the `"fork"` start method: The *os.fork()* function called internally to spawn workers may raise a *DeprecationWarning*. Pass a *mp_context* configured to use a different start method. See the *os.fork()* documentation for further explanation.

バージョン 3.13 で変更: *max_workers* uses *os.process_cpu_count()* by default, instead of *os.cpu_count()*.

ProcessPoolExecutor の例

```
import concurrent.futures
import math

PRIMES = [
    112272535095293,
    112582705942171,
    112272535095293,
    115280095190773,
    115797848077099,
    1099726899285419]

def is_prime(n):
    if n < 2:
        return False
    if n == 2:
        return True
    if n % 2 == 0:
        return False

    sqrt_n = int(math.floor(math.sqrt(n)))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    for i in range(3, sqrt_n + 1, 2):
        if n % i == 0:
            return False
    return True

def main():
    with concurrent.futures.ProcessPoolExecutor() as executor:
        for number, prime in zip(PRIMES, executor.map(is_prime, PRIMES)):
            print('%d is prime: %s' % (number, prime))

if __name__ == '__main__':
    main()
```

17.5.4 Future オブジェクト

Future クラスは呼び出し可能オブジェクトの非同期実行をカプセル化します。*Future* のインスタンスは *Executor.submit()* によって生成されます。

class concurrent.futures.**Future**

呼び出し可能オブジェクトの非同期実行をカプセル化します。*Future* インスタンスは *Executor.submit()* で生成され、テストを除いて直接生成すべきではありません。

cancel()

Attempt to cancel the call. If the call is currently being executed or finished running and cannot be cancelled then the method will return `False`, otherwise the call will be cancelled and the method will return `True`.

cancelled()

呼び出しが正常にキャンセルされた場合 `True` を返します。

running()

現在呼び出しが実行中でキャンセルできない場合 `True` を返します。

done()

呼び出しが正常にキャンセルされたか終了した場合 `True` を返します。

result(*timeout=None*)

呼び出しによって返された値を返します。もし呼び出しがまだ完了していなければ、このメソッドは *timeout* 秒の間、待機します。もし呼び出しが *timeout* 秒間の間に完了しなければ、*TimeoutError* が送出されます。*timeout* は int か float を指定できます。もし *timeout* が指定されていないか、`None` であれば、待機時間に制限はありません。

future が完了する前にキャンセルされた場合 *CancelledError* が送出されます。

If the call raised an exception, this method will raise the same exception.

exception(*timeout=None*)

呼び出しによって送出された例外を返します。もし呼び出しがまだ完了されていなければ、このメソッドは *timeout* 秒だけ待機します。もし呼び出しが *timeout* 秒の間に完了しなければ、*TimeoutError* が送出されます。*timeout* には int か float を指定できます。*timeout* が指定されていないか、None であれば、待機時間に制限はありません。

future が完了する前にキャンセルされた場合 *CancelledError* が送出されます。

呼び出しが例外を送出することなく完了した場合、None を返します。

add_done_callback(*fn*)

呼び出し可能な *fn* オブジェクトを future にアタッチします。future がキャンセルされたか、実行を終了した際に、future をそのただ一つの引数として *fn* が呼び出されます。

追加された呼び出し可能オブジェクトは、追加された順番で呼びだされ、追加を行ったプロセスに属するスレッド中で呼び出されます。もし呼び出し可能オブジェクトが *Exception* のサブクラスを送出した場合、それはログに記録され無視されます。呼び出し可能オブジェクトが *BaseException* のサブクラスを送出した場合の動作は未定義です。

もし future がすでに完了しているか、キャンセル済みであれば、*fn* は即座に実行されます。

以下の *Future* メソッドは、ユニットテストでの使用と *Executor* を実装することを意図しています。

set_running_or_notify_cancel()

このメソッドは、*Future* に関連付けられたワークやユニットテストによるワークの実行前に、*Executor* の実装によってのみ呼び出してください。

このメソッドが False を返す場合、*Future* はキャンセルされています。つまり、*Future.cancel()* が呼び出されて True が返っています。*Future* の完了を (*as_completed()* または *wait()* により) 待機するすべてのスレッドが起動します。

このメソッドが True を返す場合、*Future* はキャンセルされて、実行状態に移行されています。つまり、*Future.running()* を呼び出すと True が返ります。

このメソッドは、一度だけ呼び出すことができ、*Future.set_result()* または *Future.set_exception()* がキャンセルされた後には呼び出すことができません。

set_result(*result*)

Future に関連付けられたワークの結果を *result* に設定します。

このメソッドは、*Executor* の実装またはユニットテストによってのみ使用してください。

バージョン 3.8 で変更: This method raises *concurrent.futures.InvalidStateError* if the *Future* is already done.

set_exception(*exception*)

Future に関連付けられたワークの結果を *Exception* *exception* に設定します。

このメソッドは、*Executor* の実装またはユニットテストによってのみ使用してください。

バージョン 3.8 で変更: This method raises *concurrent.futures.InvalidStateError* if the *Future* is already done.

17.5.5 モジュール関数

concurrent.futures.wait(*fs*, *timeout=None*, *return_when=ALL_COMPLETED*)

Wait for the *Future* instances (possibly created by different *Executor* instances) given by *fs* to complete. Duplicate futures given to *fs* are removed and will be returned only once. Returns a named 2-tuple of sets. The first set, named **done**, contains the futures that completed (finished or cancelled futures) before the wait completed. The second set, named **not_done**, contains the futures that did not complete (pending or running futures).

timeout で結果を返すまで待機する最大秒数を指定できます。*timeout* は整数か浮動小数点数をとります。*timeout* が指定されないか None の場合、無期限に待機します。

return_when でこの関数がいつ結果を返すか指定します。指定できる値は以下の 定数のどれか一つです:

定数	説明
concurrent.futures.FIRST_COMPLETED	いずれかのフューチャが終了したかキャンセルされたときに返します。
concurrent.futures.FIRST_EXCEPTION	The function will return when any future finishes by raising an exception. If no future raises an exception then it is equivalent to *ALL_COMPLETED*.
concurrent.futures.ALL_COMPLETED	すべてのフューチャが終了したかキャンセルされたときに返します。

concurrent.futures.as_completed(*fs*, *timeout=None*)

Returns an iterator over the *Future* instances (possibly created by different *Executor* instances) given by *fs* that yields futures as they complete (finished or cancelled futures). Any futures given by *fs* that are duplicated will be returned once. Any futures that completed before *as_completed()* is called will be yielded first. The returned iterator raises a *TimeoutError* if *__next__()* is called and the result isn't available after *timeout* seconds from the original call to *as_completed()*. *timeout* can be an int or float. If *timeout* is not specified or None, there is no limit to the wait time.

参考:

PEP 3148 -- futures - execute computations asynchronously こ
の機能を Python 標準ライブラリに含めることを述べた提案です。

17.5.6 例外クラス

exception concurrent.futures.**CancelledError**

future がキャンセルされたときに送出されます。

exception concurrent.futures.**TimeoutError**

A deprecated alias of *TimeoutError*, raised when a future operation exceeds the given timeout.

バージョン 3.11 で変更: このクラスは *TimeoutError* のエイリアスになりました。

exception concurrent.futures.**BrokenExecutor**

Derived from *RuntimeError*, this exception class is raised when an executor is broken for some reason, and cannot be used to submit or execute new tasks.

Added in version 3.7.

exception concurrent.futures.**InvalidStateError**

Raised when an operation is performed on a future that is not allowed in the current state.

Added in version 3.8.

exception concurrent.futures.thread.**BrokenThreadPool**

Derived from *BrokenExecutor*, this exception class is raised when one of the workers of a *ThreadPoolExecutor* has failed initializing.

Added in version 3.7.

exception concurrent.futures.process.**BrokenProcessPool**

Derived from *BrokenExecutor* (formerly *RuntimeError*), this exception class is raised when one of the workers of a *ProcessPoolExecutor* has terminated in a non-clean fashion (for example, if it was killed from the outside).

Added in version 3.3.

17.6 subprocess --- サブプロセス管理

ソースコード: Lib/subprocess.py

---

subprocess モジュールは新しいプロセスの開始、入力/出力/エラーパイプの接続、リターンコードの取得を可能とします。このモジュールは以下の古いモジュールや関数を置き換えることを目的としています：

```
os.system
os.spawn*
```

これらのモジュールや関数の代わりに、*subprocess* モジュールをどのように使うかについてを以下の節で説明します。

参考:

PEP 324 -- subprocess モジュールを提案している PEP

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外。

このモジュールは WebAssembly プラットフォームと iOS では動作しないか、利用不可です。WASM 上での利用可能性についてのさらなる情報は *WebAssembly* **プラットフォーム** を、iOS 上での利用可能性についてのさらなる情報は *iOS* を見てください。

17.6.1 subprocess モジュールを使う

サブプロセスを起動するために推奨される方法は、すべての用法を扱える *run()* 関数を使用することです。より高度な用法では下層の *Popen* インターフェースを直接使用することもできます。

subprocess.run(*args*, ***, *stdin=None*, *input=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *capture_output=False*, *shell=False*, *cwd=None*, *timeout=None*, *check=False*, *encoding=None*, *errors=None*, *text=None*, *env=None*, *universal_newlines=None*, ***other_popen_kwargs*)

args で指定されたコマンドを実行します。コマンドの完了を待って、*CompletedProcess* インスタンスを返します。

上記の引数は、もっともよく使われるものだけ示しており、後述の **よく使われる引数** で説明されています (そのためここではキーワード専用引数の表記に省略されています)。関数の完全な使用法を説明しても大部分が *Popen* コンストラクターの内容と同じになります - この関数のほとんどの引数は *Popen* インターフェイスに渡されます。(*timeout*、*input* および *check* は除く。)

If *capture_output* is true, stdout and stderr will be captured. When used, the internal *Popen* object is automatically created with *stdout* and *stderr* both set to *PIPE*. The *stdout* and *stderr* arguments may not be supplied at the same time as *capture_output*. If you wish to capture and combine both streams into one, set *stdout* to *PIPE* and *stderr* to *STDOUT*, instead of using *capture_output*.

A *timeout* may be specified in seconds, it is internally passed on to *Popen.communicate()*. If the timeout expires, the child process will be killed and waited for. The *TimeoutExpired* exception will be re-raised after the child process has terminated. The initial process creation itself cannot be interrupted on many platform APIs so you are not guaranteed to see a timeout exception until at least after however long process creation takes.

The *input* argument is passed to *Popen.communicate()* and thus to the subprocess's stdin. If used it must be a byte sequence, or a string if *encoding* or *errors* is specified or *text* is true. When used, the internal *Popen* object is automatically created with *stdin* set to *PIPE*, and the *stdin* argument may not be used as well.

check に真を指定した場合、プロセスが非ゼロの終了コードで終了すると *CalledProcessError* 例外が送出されます。この例外の属性には、引数、終了コード、標準出力および標準エラー出力が捕捉できた場合に格納されます。

encoding または *errors* 引数が指定されるか、*text* 引数が true である場合、stdin, stdout および stderr のためのファイルオブジェクトはテキストモードでオープンされます。その際には指定された *encoding* および *errors* が使われるか、デフォルトの *io.TextIOWrapper* になります。*universal_newlines* 引数は *text* 引数と等価であり、後方互換性のために提供されています。そうでない場合、デフォルトでこれらのファイルオブジェクトはバイナリモードでオープンされます。

env が None 以外の場合、これは新しいプロセスでの環境変数を定義します。デフォルトでは、子プロセスは現在のプロセスの環境変数を引き継ぎます。*Popen* に直接渡されます。あらゆるプラットフォームで *os.environ* のように文字列から文字列へ、また POSIX プラットフォームにおいては *os.environb* のようにバイトからバイトへも、定義すること出来ます。

例:

```
>>> subprocess.run(["ls", "-l"])  # doesn't capture output
CompletedProcess(args=['ls', '-l'], returncode=0)

>>> subprocess.run("exit 1", shell=True, check=True)
Traceback (most recent call last):
  ...
subprocess.CalledProcessError: Command 'exit 1' returned non-zero exit status 1

>>> subprocess.run(["ls", "-l", "/dev/null"], capture_output=True)
CompletedProcess(args=['ls', '-l', '/dev/null'], returncode=0,
stdout=b'crw-rw-rw- 1 root root 1, 3 Jan 23 16:23 /dev/null\n', stderr=b'')
```

Added in version 3.5.

バージョン 3.6 で変更: *encoding* と *error* が引数に追加されました。

バージョン 3.7 で変更: *universal_newlines* 引数のよりわかりやすい名前として、*text* 引数が追加されました。*capture_output* 引数が追加されました。

バージョン 3.12 で変更: shell=True のときの Windows シェル検索順序を変更しました。カレントディレクトリと %PATH% は、%COMSPEC% と %SystemRoot%\System32\cmd.exe に置き換えられました。これにより、cmd.exe という名前の悪意のあるプログラムをカレントディレクトリにドロップしても、動作しなくなりました。

class subprocess.CompletedProcess

run() の戻り値。プロセスが終了したことを表します。

args

プロセスを起動するときに使用された引数。1 個のリストか 1 個の文字列になります。

returncode

子プロセスの終了コード。一般に、終了ステータス 0 はプロセスが正常に終了したことを示します。

負の値 -N は子プロセスがシグナル N により中止させられたことを示します (POSIX のみ)。

stdout

子プロセスから補足された標準出力です。バイト列、もしくは *run()* でエンコーディングが指定された場合、エラーの場合、text=True が指定された場合は文字列です。標準出力が補足できなかったら None になります。

プロセスが stderr=subprocess.STDOUT で実行された場合、標準出力と標準エラー出力が混合されたものがこの属性に格納され、*stderr* は None になります。

stderr

子プロセスから補足された標準エラー出力です。バイト列、もしくは *run()* でエンコーディングが指定された場合、エラーの場合、text=True が指定された場合は文字列です。標準エラー出力が補足できなかったら None になります。

check_returncode()

returncode が非ゼロの場合、*CalledProcessError* が送出されます。

Added in version 3.5.

subprocess.DEVNULL

Popen の *stdin*, *stdout*, *stderr* 引数に渡して、標準入出力を *os.devnull* から入出力するように指定するための特殊値です。

Added in version 3.3.

subprocess.PIPE

Popen の *stdin*, *stdout*, *stderr* 引数に渡して、標準ストリームに対するパイプを開くことを指定するための特殊値です。*Popen.communicate()* に非常に有用です。

subprocess.STDOUT

Popen の *stderr* 引数に渡して、標準エラー出力が標準出力と同じハンドルに出力されるように指定するための特殊値です。

exception subprocess.SubprocessError

このモジュールの他のすべての例外のための基底クラスです。

Added in version 3.3.

exception subprocess.TimeoutExpired

SubprocessError のサブクラスです。子プロセスの終了を待機している間にタイムアウトが発生した場合に送出されます。

cmd

子プロセスの生成に使用されるコマンド本文。

timeout

タイムアウト秒数。

output

run() にまたは *check_output()* によって捕捉された場合は、子プロセスの出力となり、それ以外の場合は None となります。text=True の設定に関係なく、出力が捕捉された場合は常に *bytes* となります。出力がない場合は b'' の代わりに “None“ のままになることがあります。

stdout

output の別名。*stderr* と対になります。

stderr

run() によって捕捉された場合、子プロセスの標準エラー出力が表示され、それ以外の場合は None となります。text=True の設定に関係なく、標準エラー出力を捕捉した場合は常に *bytes* となります。標準エラー出力がない場合は、b'' の代わりに None のままになることがあります。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: 属性 *stdout* および *stderr* が追加されました。

exception subprocess.CalledProcessError

SubprocessError のサブクラスです。*check_call()* または *check_output()* 、check=True であるときの *run()* 、によって実行されたプロセスが非ゼロの終了ステータスを返した場合に送出されます。

returncode

子プロセスの終了ステータスです。もしプロセスがシグナルによって終了したなら、これは負のシグナル番号になります。

cmd

子プロセスの生成に使用されるコマンド本文。

output

run() または *check_output()* によって捕捉された子プロセスの出力。捕捉されなかったら None になります。

stdout

output の別名。*stderr* と対になります。

stderr

run() によって捕捉された子プロセスの標準エラー出力。捕捉されなかったら None になります。

バージョン 3.5 で変更: 属性 *stdout* および *stderr* が追加されました。

よく使われる引数

幅広い使用例をサポートするために、*Popen* コンストラクター (とその他の簡易関数) は、多くのオプション引数を受け付けます。一般的な用法については、これらの引数の多くはデフォルト値のままで問題ありません。通常必要とされる引数は以下の通りです:

args はすべての呼び出しに必要で、文字列あるいはプログラム引数のシーケンスでなければなりません。一般に、引数のシーケンスを渡す方が望ましいです。なぜなら、モジュールが必要な引数のエスケープやクオート (例えばファイル名中のスペースを許すこと) の面倒を見ることができるためです。単一の文字列を渡す場合、*shell* は *True* でなければなりません (以下を参照)。もしくは、その文字列は引数を指定せずに実行される単なるプログラムの名前でなければなりません。

stdin, *stdout* and *stderr* specify the executed program's standard input, standard output and standard error file handles, respectively. Valid values are None, *PIPE*, *DEVNULL*, an existing file descriptor (a positive integer), and an existing *file object* with a valid file descriptor. With the default settings of None, no redirection will occur. *PIPE* indicates that a new pipe to the child should be created. *DEVNULL* indicates that the special file *os.devnull* will be used. Additionally, *stderr* can be *STDOUT*, which indicates that the stderr data from the child process should be captured into the same file handle as for *stdout*.

If *encoding* or *errors* are specified, or *text* (also known as *universal_newlines*) is true, the file objects *stdin*, *stdout* and *stderr* will be opened in text mode using the *encoding* and *errors* specified in the call or the defaults for *io.TextIOWrapper*.

stdin については、入力での行末文字 '\n' はデフォルトの行セパレーター *os.linesep* に変換されます。*stdout* と *stderr* については、出力での行末はすべて '\n' に変換されます。詳細は *io.TextIOWrapper* クラスのドキュメントでコンストラクターの引数 *newline* が None である場合を参照してください。

If text mode is not used, *stdin*, *stdout* and *stderr* will be opened as binary streams. No encoding or line ending conversion is performed.

バージョン 3.6 で変更: Added the *encoding* and *errors* parameters.

バージョン 3.7 で変更: *universal_newlines* の別名として、*text* 引数が追加されました。

注釈: ファイルオブジェクト *Popen.stdin*、*Popen.stdout* ならびに *Popen.stderr* の改行属性は *Popen.communicate()* メソッドで更新されません。

---

shell が `True` なら、指定されたコマンドはシェルによって実行されます。あなたが Python を主として (ほとんどのシステムシェル以上の) 強化された制御フローのために使用していて、さらにシェルパイプ、ファイル名ワイルドカード、環境変数展開、~ のユーザーホームディレクトリへの展開のような他のシェル機能への簡単なアクセスを望むなら、これは有用かもしれません。しかしながら、Python 自身が多くのシェル的な機能の実装を提供していることに注意してください (特に *glob*, *fnmatch*, *os.walk()*, *os.path.expandvars()*, *os.path.expanduser()*, *shutil*)。

バージョン 3.3 で変更: *universal_newlines* が `True` の場合、クラスはエンコーディング `locale.getpreferredencoding()` の代わりに *locale.getpreferredencoding(False)* を使用します。この変更についての詳細は、*io.TextIOWrapper* クラスを参照してください。

注釈: `shell=True` を使う前に **セキュリティで考慮すべき点** を読んでください。

これらのオプションは、他のすべてのオプションとともに *Popen* コンストラクターのドキュメントの中でより詳細に説明されています。

Popen コンストラクター

このモジュールの中で、根底のプロセス生成と管理は *Popen* クラスによって扱われます。簡易関数によってカバーされないあまり一般的でないケースを開発者が扱えるように、*Popen* クラスは多くの柔軟性を提供しています。

class subprocess.Popen(*args*, *bufsize=-1*, *executable=None*, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *preexec_fn=None*, *close_fds=True*, *shell=False*, *cwd=None*, *env=None*, *universal_newlines=None*, *startupinfo=None*, *creationflags=0*, *restore_signals=True*, *start_new_session=False*, *pass_fds=()*, ***, *group=None*, *extra_groups=None*, *user=None*, *umask=-1*, *encoding=None*, *errors=None*, *text=None*, *pipesize=-1*, *process_group=None*)

新しいプロセスで子のプログラムを実行します。POSIX においては、子のプログラムを実行するために、このクラスは *os.execvpe()* のような挙動を使用します。Windows においては、このクラスは Windows

の CreateProcess() 関数を使用します。*Popen* への引数は以下の通りです。

args はプログラム引数のシーケンスか、単一の文字列または *path-like object* でなければなりません。デフォルトでは、*args* がシーケンスの場合に実行されるプログラムは *args* の最初の要素です。*args* が文字列の場合、解釈はプラットフォーム依存であり、下記に説明されます。デフォルトの挙動からの追加の違いについては *shell* および *executable* 引数を参照してください。特に明記されない限り、*args* をシーケンスとして渡すことが推奨されます。

警告: For maximum reliability, use a fully qualified path for the executable. To search for an unqualified name on PATH, use *shutil.which()*. On all platforms, passing *sys.executable* is the recommended way to launch the current Python interpreter again, and use the -m command-line format to launch an installed module.

Resolving the path of *executable* (or the first item of *args*) is platform dependent. For POSIX, see *os.execvpe()*, and note that when resolving or searching for the executable path, *cwd* overrides the current working directory and *env* can override the PATH environment variable. For Windows, see the documentation of the lpApplicationName and lpCommandLine parameters of WinAPI CreateProcess, and note that when resolving or searching for the executable path with shell=False, *cwd* does not override the current working directory and *env* cannot override the PATH environment variable. Using a full path avoids all of these variations.

An example of passing some arguments to an external program as a sequence is:

```
Popen(["/usr/bin/git", "commit", "-m", "Fixes a bug."])
```

POSIX 上では、*args* が文字列の場合、その文字列は実行すべきプログラムの名前またはパスとして解釈されます。しかし、これはプログラムに引数を渡さない場合にのみ可能です。

注釈: It may not be obvious how to break a shell command into a sequence of arguments, especially in complex cases. *shlex.split()* can illustrate how to determine the correct tokenization for *args*:

```
>>> import shlex, subprocess
>>> command_line = input()
/bin/vikings -input eggs.txt -output "spam spam.txt" -cmd "echo '$MONEY'"
>>> args = shlex.split(command_line)
>>> print(args)
['/bin/vikings', '-input', 'eggs.txt', '-output', 'spam spam.txt', '-cmd', "echo '$MONEY'"]
>>> p = subprocess.Popen(args) # Success!
```

特に注意すべき点は、シェル内でスペースで区切られたオプション (*-input* など) と引数 (*eggs.txt* など) はリストの別々の要素になるのに対し、シェル内で (上記のスペースを含むファイル名や *echo* コマンドの

ように) クォーティングやバックスラッシュエスケープが必要なものは単一のリスト要素であることです。

Windows 上では、*args* がシーケンスなら *Windows* **における引数シーケンスから文字列への変換** に記述された方法で文字列に変換されます。これは根底の `CreateProcess()` が文字列上で動作するからです。

バージョン 3.6 で変更: *args* parameter accepts a *path-like object* if *shell* is `False` and a sequence containing path-like objects on POSIX.

バージョン 3.8 で変更: *args* parameter accepts a *path-like object* if *shell* is `False` and a sequence containing bytes and path-like objects on Windows.

shell 引数 (デフォルトでは `False`) は、実行するプログラムとしてシェルを使用するかどうかを指定します。*shell* が `True` の場合、*args* をシーケンスとしてではなく文字列として渡すことが推奨されます。

POSIX で `shell=True` の場合、シェルのデフォルトは `/bin/sh` になります。*args* が文字列の場合、この文字列はシェルを介して実行されるコマンドを指定します。したがって、文字列は厳密にシェルプロンプトで打つ形式と一致しなければなりません。例えば、文字列の中にスペースを含むファイル名がある場合は、クォーティングやバックスラッシュエスケープが必要です。*args* がシーケンスの場合には、最初の要素はコマンド名を表わす文字列として、残りの要素は追加の引数としてシェルに渡されます。つまり、以下の *Popen* と等価ということです:

```
Popen(['/bin/sh', '-c', args[0], args[1], ...])
```

Windows で `shell=True` とすると、`COMSPEC` 環境変数がデフォルトシェルを指定します。Windows で `shell=True` を指定する必要があるのは、実行したいコマンドがシェルに組み込みの場合だけです (例えば `dir` や `copy`)。バッチファイルやコンソールベースの実行ファイルを実行するために `shell=True` は必要ありません。

注釈: `shell=True` を使う前に **セキュリティで考慮すべき点** を読んでください。

---

bufsize は標準入力/標準出力/標準エラー出力パイプファイルオブジェクトを生成するときに *open()* 関数の対応する引数に渡されます:

- `0` means unbuffered (read and write are one system call and can return short)
- `1` means line buffered (only usable if `text=True` or `universal_newlines=True`)
- それ以外の正の整数はバッファーのおよそのサイズになることを意味します。
- 負のサイズ (デフォルト) は io.DEFAULT_BUFFER_SIZE のシステムデフォルトが使用されることを意味します。

バージョン 3.3.1 で変更: *bufsize* now defaults to -1 to enable buffering by default to match the behavior that most code expects. In versions prior to Python 3.2.4 and 3.3.1 it incorrectly defaulted to `0` which

was unbuffered and allowed short reads. This was unintentional and did not match the behavior of Python 2 as most code expected.

executable 引数は、実行する置換プログラムを指定します。これが必要になるのは極めて稀です。`shell=False` のときは、*executable* は *args* で指定されている実行プログラムを置換します。しかし、オリジナルの *args* は依然としてプログラムに渡されます。ほとんどのプログラムは、*args* で指定されたプログラムをコマンド名として扱います。そして、それは実際に実行されたプログラムとは異なる可能性があります。POSIX において、`ps` のようなユーティリティの中では、*args* 名が実行ファイルの表示名になります。`shell=True` の場合、POSIX において *executable* 引数はデフォルトの `/bin/sh` に対する置換シェルを指定します。

バージョン 3.6 で変更: *executable* 引数が POSIX で *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: *executable* 引数が Windows で *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.12 で変更: `shell=True` のときの Windows シェル検索順序を変更しました。カレントディレクトリと `%PATH%` は、`%COMSPEC%` と `%SystemRoot%\System32\cmd.exe` に置き換えられました。これにより、`cmd.exe` という名前の悪意のあるプログラムをカレントディレクトリにドロップしても、動作しなくなりました。

stdin, *stdout* and *stderr* specify the executed program's standard input, standard output and standard error file handles, respectively. Valid values are `None`, *PIPE*, *DEVNULL*, an existing file descriptor (a positive integer), and an existing *file object* with a valid file descriptor. With the default settings of `None`, no redirection will occur. *PIPE* indicates that a new pipe to the child should be created. *DEVNULL* indicates that the special file *os.devnull* will be used. Additionally, *stderr* can be *STDOUT*, which indicates that the stderr data from the applications should be captured into the same file handle as for *stdout*.

preexec_fn に呼び出し可能オブジェクトが指定されている場合、このオブジェクトは子プロセスが実行される直前 (fork されたあと、exec される直前) に子プロセス内で呼ばれます。(POSIX のみ)

警告: アプリケーション中に複数のスレッドが存在する状態で *preexec_fn* 引数を使用するのは**安全ではありません**。exec が呼ばれる前に子プロセスがデッドロックを起こすことがあります。

注釈: If you need to modify the environment for the child use the *env* parameter rather than doing it in a *preexec_fn*. The *start_new_session* and *process_group* parameters should take the place of code using *preexec_fn* to call *os.setsid()* or *os.setpgid()* in the child.

バージョン 3.8 で変更: The *preexec_fn* parameter is no longer supported in subinterpreters. The use of the parameter in a subinterpreter raises *RuntimeError*. The new restriction may affect applications that are deployed in mod_wsgi, uWSGI, and other embedded environments.

If *close_fds* is true, all file descriptors except `0`, `1` and `2` will be closed before the child process is executed. Otherwise when *close_fds* is false, file descriptors obey their inheritable flag as described in **ファイル記述子の継承**.

On Windows, if *close_fds* is true then no handles will be inherited by the child process unless explicitly passed in the `handle_list` element of *`STARTUPINFO.lpAttributeList`*, or by standard handle redirection.

バージョン 3.2 で変更: *close_fds* のデフォルトは、*`False`* から上記のものに変更されました。

バージョン 3.7 で変更: On Windows the default for *close_fds* was changed from *`False`* to *`True`* when redirecting the standard handles. It's now possible to set *close_fds* to *`True`* when redirecting the standard handles.

pass_fds はオプションで、親と子の間で開いたままにしておくファイル記述子のシーケンスを指定します。何らかの *pass_fds* を渡した場合、*close_fds* は強制的に *`True`* になります。(POSIX のみ)

バージョン 3.2 で変更: *pass_fds* 引数が追加されました。

If *cwd* is not `None`, the function changes the working directory to *cwd* before executing the child. *cwd* can be a string, bytes or *path-like* object. On POSIX, the function looks for *executable* (or for the first item in *args*) relative to *cwd* if the executable path is a relative path.

バージョン 3.6 で変更: *cwd* 引数が POSIX で *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: *cwd* 引数が Windows で *path-like object* を受け付けるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: *cwd* 引数が Windows で bytes オブジェクトを受け付けるようになりました。

restore_signals が真の場合 (デフォルト)、Python が SIG_IGN に設定したすべてのシグナルは子プロセスが exec される前に子プロセスの SIG_DFL に格納されます。現在これには SIGPIPE, SIGXFZ および SIGXFSZ シグナルが含まれています。(POSIX のみ)

バージョン 3.2 で変更: *restore_signals* が追加されました。

If *start_new_session* is true the `setsid()` system call will be made in the child process prior to the execution of the subprocess.

利用可能な環境: POSIX

バージョン 3.2 で変更: *start_new_session* が追加されました。

If *process_group* is a non-negative integer, the `setpgid(0, value)` system call will be made in the child process prior to the execution of the subprocess.

利用可能な環境: POSIX

バージョン 3.11 で変更: *process_group* was added.

If *group* is not `None`, the setregid() system call will be made in the child process prior to the execution of the subprocess. If the provided value is a string, it will be looked up via *grp.getgrnam()* and the value in `gr_gid` will be used. If the value is an integer, it will be passed verbatim. (POSIX only)

利用可能な環境: POSIX

Added in version 3.9.

If *extra_groups* is not `None`, the setgroups() system call will be made in the child process prior to the execution of the subprocess. Strings provided in *extra_groups* will be looked up via *grp.getgrnam()* and the values in `gr_gid` will be used. Integer values will be passed verbatim. (POSIX only)

利用可能な環境: POSIX

Added in version 3.9.

If *user* is not `None`, the setreuid() system call will be made in the child process prior to the execution of the subprocess. If the provided value is a string, it will be looked up via *pwd.getpwnam()* and the value in `pw_uid` will be used. If the value is an integer, it will be passed verbatim. (POSIX only)

利用可能な環境: POSIX

Added in version 3.9.

If *umask* is not negative, the umask() system call will be made in the child process prior to the execution of the subprocess.

利用可能な環境: POSIX

Added in version 3.9.

env が `None` 以外の場合、これは新しいプロセスでの環境変数を定義します。デフォルトでは、子プロセスは現在のプロセスの環境変数を引き継ぎます。あらゆるプラットフォームで *os.environ* のように文字列から文字列へ、また POSIX プラットフォームにおいては *os.environb* のようにバイトからバイトへも、定義すること出来ます。

注釈: *env* を指定する場合、プログラムを実行するのに必要な変数すべてを与えなければなりません。Windows で Side-by-Side アセンブリ を実行するためには、*env* は正しい `SystemRoot` を **含まなければなりません** 。

If *encoding* or *errors* are specified, or *text* is true, the file objects *stdin*, *stdout* and *stderr* are opened in text mode with the specified *encoding* and *errors*, as described above in **よく使われる引数**. The *universal_newlines* argument is equivalent to *text* and is provided for backwards compatibility. By default, file objects are opened in binary mode.

Added in version 3.6: *encoding* と *errors* が追加されました。

Added in version 3.7: *text* が、*universal_newlines* のより読みやすい別名として追加されました。

If given, *startupinfo* will be a *STARTUPINFO* object, which is passed to the underlying `CreateProcess` function.

If given, *creationflags*, can be one or more of the following flags:

- *CREATE_NEW_CONSOLE*
- *CREATE_NEW_PROCESS_GROUP*
- *ABOVE_NORMAL_PRIORITY_CLASS*
- *BELOW_NORMAL_PRIORITY_CLASS*
- *HIGH_PRIORITY_CLASS*
- *IDLE_PRIORITY_CLASS*
- *NORMAL_PRIORITY_CLASS*
- *REALTIME_PRIORITY_CLASS*
- *CREATE_NO_WINDOW*
- *DETACHED_PROCESS*
- *CREATE_DEFAULT_ERROR_MODE*
- *CREATE_BREAKAWAY_FROM_JOB*

pipesize can be used to change the size of the pipe when *PIPE* is used for *stdin*, *stdout* or *stderr*. The size of the pipe is only changed on platforms that support this (only Linux at this time of writing). Other platforms will ignore this parameter.

バージョン 3.10 で変更: Added the *pipesize* parameter.

Popen オブジェクトは `with` 文によってコンテキストマネージャーとしてサポートされます: 終了時には標準ファイル記述子が閉じられ、プロセスを待機します:

```
with Popen(["ifconfig"], stdout=PIPE) as proc:
    log.write(proc.stdout.read())
```

引数 `executable`, `args`, `cwd`, `env` を指定して **監査イベント** `subprocess.Popen` を送出します。

バージョン 3.2 で変更: コンテキストマネージャーサポートが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: Popen destructor now emits a *ResourceWarning* warning if the child process is still running.

バージョン 3.8 で変更: Popen can use *os.posix_spawn()* in some cases for better performance. On Windows Subsystem for Linux and QEMU User Emulation, Popen constructor using *os.posix_spawn()* no longer raise an exception on errors like missing program, but the child process fails with a non-zero *returncode*.

例外

Exceptions raised in the child process, before the new program has started to execute, will be re-raised in the parent.

The most common exception raised is *OSError*. This occurs, for example, when trying to execute a non-existent file. Applications should prepare for *OSError* exceptions. Note that, when `shell=True`, *OSError* will be raised by the child only if the selected shell itself was not found. To determine if the shell failed to find the requested application, it is necessary to check the return code or output from the subprocess.

不正な引数で *Popen* が呼ばれた場合は *ValueError* が発生します。

呼び出されたプロセスが非ゼロのリターンコードを返した場合 *check_call()* や *check_output()* は *CalledProcessError* を送出します。

All of the functions and methods that accept a *timeout* parameter, such as *run()* and *Popen.communicate()* will raise *TimeoutExpired* if the timeout expires before the process exits.

このモジュールで定義されたすべての例外は *SubprocessError* を継承しています。

Added in version 3.3: *SubprocessError* 基底クラスが追加されました。

17.6.2 セキュリティで考慮すべき点

Unlike some other popen functions, this library will not implicitly choose to call a system shell. This means that all characters, including shell metacharacters, can safely be passed to child processes. If the shell is invoked explicitly, via `shell=True`, it is the application's responsibility to ensure that all whitespace and metacharacters are quoted appropriately to avoid shell injection vulnerabilities. On *some platforms*, it is possible to use *shlex.quote()* for this escaping.

On Windows, batch files (`*.bat` or `*.cmd`) may be launched by the operating system in a system shell regardless of the arguments passed to this library. This could result in arguments being parsed according to shell rules, but without any escaping added by Python. If you are intentionally launching a batch file with arguments from untrusted sources, consider passing `shell=True` to allow Python to escape special characters. See gh-114539 for additional discussion.

17.6.3 Popen オブジェクト

Popen クラスのインスタンスには、以下のようなメソッドがあります:

Popen.poll()

子プロセスが終了しているかどうかを調べます。*returncode* 属性を設定して返します。そうでなければ None を返します。

Popen.wait(*timeout=None*)

子プロセスが終了するまで待ちます。*returncode* 属性を設定して返します。

プロセスが *timeout* 秒後に終了してない場合、*TimeoutExpired* 例外を送出します。この例外を捕捉して wait を再試行するのは安全です。

注釈: stdout=PIPE や stderr=PIPE を使っていて、より多くのデータを受け入れるために OS のパイプバッファーをブロックしているパイプに子プロセスが十分な出力を生成した場合、デッドロックが発生します。これを避けるには *Popen.communicate()* を使用してください。

注釈: When the timeout parameter is not None, then (on POSIX) the function is implemented using a busy loop (non-blocking call and short sleeps). Use the *asyncio* module for an asynchronous wait: see *asyncio.create_subprocess_exec*.

バージョン 3.3 で変更: *timeout* が追加されました

Popen.communicate(*input=None*, *timeout=None*)

Interact with process: Send data to stdin. Read data from stdout and stderr, until end-of-file is reached. Wait for process to terminate and set the *returncode* attribute. The optional *input* argument should be data to be sent to the child process, or None, if no data should be sent to the child. If streams were opened in text mode, *input* must be a string. Otherwise, it must be bytes.

communicate() returns a tuple (stdout_data, stderr_data). The data will be strings if streams were opened in text mode; otherwise, bytes.

子プロセスの標準入力にデータを送りたい場合は、Popen オブジェクトを stdin=PIPE と指定して作成しなければなりません。同じく、戻り値のタプルから None ではない値を取得するためには、stdout=PIPE かつ/または stderr=PIPE を指定しなければなりません。

プロセスが *timeout* 秒後に終了してない場合、*TimeoutExpired* 例外が送出されます。この例外を捕捉して通信を再試行しても出力データは失われません。

タイムアウトが発生した場合子プロセスは kill されません。したがって、適切にクリーンアップを行うために、正常に動作するアプリケーションは子プロセスを kill して通信を終了すべきです:

```
proc = subprocess.Popen(...)
try:
    outs, errs = proc.communicate(timeout=15)
except TimeoutExpired:
    proc.kill()
    outs, errs = proc.communicate()
```

注釈: 受信したデータはメモリにバッファーされます。そのため、返されるデータが大きいかあるいは制限がないような場合はこのメソッドを使うべきではありません。

バージョン 3.3 で変更: *timeout* が追加されました

Popen.**send_signal**(*signal*)

signal シグナルを子プロセスに送ります。

Do nothing if the process completed.

注釈: Windows では、SIGTERM は *terminate()* の別名です。CTRL_C_EVENT と CTRL_BREAK_EVENT を、CREATE_NEW_PROCESS_GROUP を含む *creationflags* で始まった、プロセスに送れます。

Popen.**terminate**()

Stop the child. On POSIX OSs the method sends *SIGTERM* to the child. On Windows the Win32 API function TerminateProcess() is called to stop the child.

Popen.**kill**()

子プロセスを kill します。POSIX OS では SIGKILL シグナルを子プロセスに送ります。Windows では、*kill()* は *terminate()* の別名です。

The following attributes are also set by the class for you to access. Reassigning them to new values is unsupported:

Popen.**args**

Popen に渡された引数 *args* です -- プログラム引数のシーケンスまたは 1 個の文字列になります。

Added in version 3.3.

Popen.**stdin**

If the *stdin* argument was *PIPE*, this attribute is a writeable stream object as returned by *open()*. If

the *encoding* or *errors* arguments were specified or the *text* or *universal_newlines* argument was `True`, the stream is a text stream, otherwise it is a byte stream. If the *stdin* argument was not *PIPE*, this attribute is `None`.

`Popen.stdout`

If the *stdout* argument was *PIPE*, this attribute is a readable stream object as returned by *open()*. Reading from the stream provides output from the child process. If the *encoding* or *errors* arguments were specified or the *text* or *universal_newlines* argument was `True`, the stream is a text stream, otherwise it is a byte stream. If the *stdout* argument was not *PIPE*, this attribute is `None`.

`Popen.stderr`

If the *stderr* argument was *PIPE*, this attribute is a readable stream object as returned by *open()*. Reading from the stream provides error output from the child process. If the *encoding* or *errors* arguments were specified or the *text* or *universal_newlines* argument was `True`, the stream is a text stream, otherwise it is a byte stream. If the *stderr* argument was not *PIPE*, this attribute is `None`.

警告: *.stdin.write*, *.stdout.read*, *.stderr.read* を利用すると、別のパイプの OS パイプバッファーがいっぱいになってデッドロックが発生する恐れがあります。これを避けるためには *communicate()* を利用してください。

`Popen.pid`

子プロセスのプロセス ID が入ります。

shell 引数を `True` に設定した場合は、生成されたシェルのプロセス ID になります。

`Popen.returncode`

The child return code. Initially `None`, *returncode* is set by a call to the *poll()*, *wait()*, or *communicate()* methods if they detect that the process has terminated.

A `None` value indicates that the process hadn't yet terminated at the time of the last method call.

負の値 `-N` は子プロセスがシグナル `N` により中止させられたことを示します (POSIX のみ)。

17.6.4 Windows Popen ヘルパー

STARTUPINFO クラスと以下の定数は、Windows のみで利用できます。

`class subprocess.STARTUPINFO(`*, *dwFlags=0*, *hStdInput=None*, *hStdOutput=None*, *hStdError=None*, *wShowWindow=0*, *lpAttributeList=None*`)`

Partial support of the Windows STARTUPINFO structure is used for *Popen* creation. The following attributes can be set by passing them as keyword-only arguments.

バージョン 3.7 で変更: キーワード専用引数のサポートが追加されました。

dwFlags

特定の *STARTUPINFO* の属性が、プロセスがウィンドウを生成するときに使われるかを決定するビットフィールドです:

```
si = subprocess.STARTUPINFO()
si.dwFlags = subprocess.STARTF_USESTDHANDLES | subprocess.STARTF_USESHOWWINDOW
```

hStdInput

dwFlags が *STARTF_USESTDHANDLES* を指定すれば、この属性がプロセスの標準入力処理です。*STARTF_USESTDHANDLES* が指定されなければ、標準入力のデフォルトはキーボードバッファーです。

hStdOutput

dwFlags が *STARTF_USESTDHANDLES* を指定すれば、この属性がプロセスの標準出力処理です。そうでなければ、この属性は無視され、標準出力のデフォルトはコンソールウィンドウのバッファーです。

hStdError

dwFlags が *STARTF_USESTDHANDLES* を指定すれば、この属性がプロセスの標準エラー処理です。そうでなければ、この属性は無視され、標準エラー出力のデフォルトはコンソールウィンドウのバッファーです。

wShowWindow

dwFlags が *STARTF_USESHOWWINDOW* を指定すれば、この属性は ShowWindow 関数の `nCmdShow` 引数で指定された値なら、`SW_SHOWDEFAULT` 以外の任意のものにできます。しかし、この属性は無視されます。

この属性には *SW_HIDE* が提供されています。これは、*Popen* が `shell=True` として呼び出されたときに使われます。

lpAttributeList

A dictionary of additional attributes for process creation as given in `STARTUPINFOEX`, see UpdateProcThreadAttribute.

Supported attributes:

handle_list

Sequence of handles that will be inherited. *close_fds* must be true if non-empty.

The handles must be temporarily made inheritable by *os.set_handle_inheritable()* when passed to the *Popen* constructor, else *OSError* will be raised with Windows error `ERROR_INVALID_PARAMETER` (87).

> **警告:** In a multithreaded process, use caution to avoid leaking handles that are marked inheritable when combining this feature with concurrent calls to other process creation functions that inherit all handles such as *os.system()*. This also applies to standard handle redirection, which temporarily creates inheritable handles.

Added in version 3.7.

Windows Constants

subprocess モジュールは、以下の定数を公開しています。

subprocess.STD_INPUT_HANDLE

標準入力デバイスです。この初期値は、コンソール入力バッファ、CONIN$ です。

subprocess.STD_OUTPUT_HANDLE

標準出力デバイスです。この初期値は、アクティブコンソールスクリーン、CONOUT$ です。

subprocess.STD_ERROR_HANDLE

標準エラーデバイスです。この初期値は、アクティブコンソールスクリーン、CONOUT$ です。

subprocess.SW_HIDE

ウィンドウを隠します。別のウィンドウがアクティブになります。

subprocess.STARTF_USESTDHANDLES

追加情報を保持する、*STARTUPINFO.hStdInput*, *STARTUPINFO.hStdOutput*, および *STARTUPINFO.hStdError* 属性を指定します。

subprocess.STARTF_USESHOWWINDOW

追加情報を保持する、*STARTUPINFO.wShowWindow* 属性を指定します。

subprocess.STARTF_FORCEONFEEDBACK

A *STARTUPINFO.dwFlags* parameter to specify that the *Working in Background* mouse cursor will be displayed while a process is launching. This is the default behavior for GUI processes.

Added in version 3.13.

subprocess.STARTF_FORCEOFFFEEDBACK

A *STARTUPINFO.dwFlags* parameter to specify that the mouse cursor will not be changed when launching a process.

Added in version 3.13.

subprocess.CREATE_NEW_CONSOLE

新しいプロセスが、親プロセスのコンソールを継承する (デフォルト) のではなく、新しいコンソールを持ちます。

subprocess.CREATE_NEW_PROCESS_GROUP

新しいプロセスグループが生成されることを指定する *Popen* creationflags パラメーターです。このフラグは、サブプロセスで *os.kill()* を使うのに必要です。

CREATE_NEW_CONSOLE が指定されていたら、このフラグは無視されます。

subprocess.ABOVE_NORMAL_PRIORITY_CLASS

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process will have an above average priority.

Added in version 3.7.

subprocess.BELOW_NORMAL_PRIORITY_CLASS

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process will have a below average priority.

Added in version 3.7.

subprocess.HIGH_PRIORITY_CLASS

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process will have a high priority.

Added in version 3.7.

subprocess.IDLE_PRIORITY_CLASS

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process will have an idle (lowest) priority.

Added in version 3.7.

subprocess.NORMAL_PRIORITY_CLASS

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process will have an normal priority. (default)

Added in version 3.7.

subprocess.REALTIME_PRIORITY_CLASS

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process will have realtime priority. You should almost never use REALTIME_PRIORITY_CLASS, because this interrupts system threads that manage mouse input, keyboard input, and background disk flushing. This class can be appropriate for applications that "talk" directly to hardware or that perform brief tasks that should have limited interruptions.

Added in version 3.7.

subprocess.CREATE_NO_WINDOW

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process will not create a window.

Added in version 3.7.

subprocess.DETACHED_PROCESS

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process will not inherit its parent's console. This value cannot be used with CREATE_NEW_CONSOLE.

Added in version 3.7.

subprocess.CREATE_DEFAULT_ERROR_MODE

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process does not inherit the error mode of the calling process. Instead, the new process gets the default error mode. This feature is particularly useful for multithreaded shell applications that run with hard errors disabled.

Added in version 3.7.

subprocess.CREATE_BREAKAWAY_FROM_JOB

A *Popen* creationflags parameter to specify that a new process is not associated with the job.

Added in version 3.7.

17.6.5 古い高水準 API

Python 3.5 より前のバージョンでは、サブプロセスに対して以下の 3 つの関数からなる高水準 API が用意されていました。現在多くの場合 *run()* の使用で済みますが、既存の多くのコードではこれらの関数が使用されています。

subprocess.call(*args*, *, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *shell=False*, *cwd=None*, *timeout=None*, **other_popen_kwargs*)

args で指定されたコマンドを実行します。コマンドの終了を待ち、*returncode* 属性を返します。

Code needing to capture stdout or stderr should use *run()* instead:

```
run(...).returncode
```

To suppress stdout or stderr, supply a value of *DEVNULL*.

上記の引数は、よく使われるものだけ示しています。関数の全使用法は *Popen* コンストラクターの内容と同じになります - この関数は、このインターフェースに直接指定される *timeout* 以外は与えられた全引数を渡します。

注釈: この関数を使用する際は stdout=PIPE および stderr=PIPE を使用しないでください。子プロセ

スが OS のパイプバッファーを埋めてしまうほどの出力データを生成した場合、パイプからは読み込まれないので、子プロセスがブロックされることがあります。

バージョン 3.3 で変更: *timeout* が追加されました

バージョン 3.12 で変更: `shell=True` のときの Windows シェル検索順序を変更しました。カレントディレクトリと `%PATH%` は、`%COMSPEC%` と `%SystemRoot%\System32\cmd.exe` に置き換えられました。これにより、`cmd.exe` という名前の悪意のあるプログラムをカレントディレクトリにドロップしても、動作しなくなりました。

subprocess.check_call(*args*, ***, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *shell=False*, *cwd=None*, *timeout=None*, ***other_popen_kwargs*)

Run command with arguments. Wait for command to complete. If the return code was zero then return, otherwise raise *CalledProcessError*. The *CalledProcessError* object will have the return code in the *returncode* attribute. If *check_call()* was unable to start the process it will propagate the exception that was raised.

Code needing to capture stdout or stderr should use *run()* instead:

```
run(..., check=True)
```

To suppress stdout or stderr, supply a value of *DEVNULL*.

上記の引数は、よく使われるものだけ示しています。関数の全使用法は *Popen* コンストラクターの内容と同じになります - この関数は、このインターフェースに直接指定される *timeout* 以外は与えられた全引数を渡します。

注釈: この関数を使用する際は `stdout=PIPE` および `stderr=PIPE` を使用しないでください。子プロセスが OS のパイプバッファーを埋めてしまうほどの出力データを生成した場合、パイプからは読み込まれないので、子プロセスがブロックされることがあります。

バージョン 3.3 で変更: *timeout* が追加されました

バージョン 3.12 で変更: `shell=True` のときの Windows シェル検索順序を変更しました。カレントディレクトリと `%PATH%` は、`%COMSPEC%` と `%SystemRoot%\System32\cmd.exe` に置き換えられました。これにより、`cmd.exe` という名前の悪意のあるプログラムをカレントディレクトリにドロップしても、動作しなくなりました。

subprocess.check_output(*args*, ***, *stdin=None*, *stderr=None*, *shell=False*, *cwd=None*, *encoding=None*, *errors=None*, *universal_newlines=None*, *timeout=None*, *text=None*, ***other_popen_kwargs*)

引数でコマンドを実行し、その出力を返します。

コマンドのリターンコードが非ゼロならば *CalledProcessError* 例外が送出されます。*CalledProcessError* オブジェクトには、リターンコードが *returncode* 属性に、コマンドからの出力が *output* 属性に、それぞれ格納されています。

これは次と等価です:

```
run(..., check=True, stdout=PIPE).stdout
```

The arguments shown above are merely some common ones. The full function signature is largely the same as that of *run()* - most arguments are passed directly through to that interface. One API deviation from *run()* behavior exists: passing `input=None` will behave the same as `input=b''` (or `input=''`, depending on other arguments) rather than using the parent's standard input file handle.

デフォルトで、この関数はデータをエンコードされたバイトとして返します。出力されたデータの実際のエンコードは起動されているコマンドに依存するため、テキストへのデコードは通常アプリケーションレベルで扱う必要があります。

This behaviour may be overridden by setting *text*, *encoding*, *errors*, or *universal_newlines* to `True` as described in **よく使われる引数** and *run()*.

標準エラー出力も結果に含めるには、`stderr=subprocess.STDOUT` を使います:

```
>>> subprocess.check_output(
...     "ls non_existent_file; exit 0",
...     stderr=subprocess.STDOUT,
...     shell=True)
'ls: non_existent_file: No such file or directory\n'
```

Added in version 3.1.

バージョン 3.3 で変更: *timeout* が追加されました

バージョン 3.4 で変更: キーワード引数 *input* が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *encoding* and *errors* were added. See *run()* for details.

Added in version 3.7: *text* が、*universal_newlines* のより読みやすい別名として追加されました。

バージョン 3.12 で変更: `shell=True` のときの Windows シェル検索順序を変更しました。カレントディレクトリと `%PATH%` は、`%COMSPEC%` と `%SystemRoot%\System32\cmd.exe` に置き換えられました。これにより、`cmd.exe` という名前の悪意のあるプログラムをカレントディレクトリにドロップしても、動作しなくなりました。

17.6.6 古い関数を subprocess モジュールで置き換える

この節では、"a becomes b" と書かれているものは a の代替として b が使えるということを表します。

注釈: この節で紹介されている "a" 関数は全て、実行するプログラムが見つからないときは (おおむね) 静かに終了します。それに対して "b" 代替手段は *OSError* 例外を送出します。

また、要求された操作が非ゼロの終了コードを返した場合、*check_output()* を使用した置き換えは *CalledProcessError* で失敗します。その出力は、送出された例外の *output* 属性として利用可能です。

以下の例では、適切な関数が *subprocess* モジュールからすでにインポートされていることを前提としています。

Replacing /bin/sh shell command substitution

```
output=$(mycmd myarg)
```

これは以下のようになります:

```
output = check_output(["mycmd", "myarg"])
```

シェルのパイプラインを置き換える

```
output=$(dmesg | grep hda)
```

これは以下のようになります:

```
p1 = Popen(["dmesg"], stdout=PIPE)
p2 = Popen(["grep", "hda"], stdin=p1.stdout, stdout=PIPE)
p1.stdout.close()  # Allow p1 to receive a SIGPIPE if p2 exits.
output = p2.communicate()[0]
```

p2 を開始した後の `p1.stdout.close()` の呼び出しは、p1 が p2 の前に存在した場合に、p1 が SIGPIPE を受け取るために重要です。

あるいは、信頼された入力に対しては、シェル自身のパイプラインサポートを直接使用することもできます:

```
output=$(dmesg | grep hda)
```

これは以下のようになります:

```
output = check_output("dmesg | grep hda", shell=True)
```

os.system() を置き換える

```
sts = os.system("mycmd" + " myarg")
# becomes
retcode = call("mycmd" + " myarg", shell=True)
```

注釈:

- このプログラムは普通シェル経由で呼び出す必要はありません。
- The *call()* return value is encoded differently to that of *os.system()*.
- The *os.system()* function ignores SIGINT and SIGQUIT signals while the command is running, but the caller must do this separately when using the *subprocess* module.

より現実的な例ではこうなるでしょう:

```
try:
    retcode = call("mycmd" + " myarg", shell=True)
    if retcode < 0:
        print("Child was terminated by signal", -retcode, file=sys.stderr)
    else:
        print("Child returned", retcode, file=sys.stderr)
except OSError as e:
    print("Execution failed:", e, file=sys.stderr)
```

os.spawn 関数群を置き換える

P_NOWAIT の例:

```
pid = os.spawnlp(os.P_NOWAIT, "/bin/mycmd", "mycmd", "myarg")
==>
pid = Popen(["/bin/mycmd", "myarg"]).pid
```

P_WAIT の例:

```
retcode = os.spawnlp(os.P_WAIT, "/bin/mycmd", "mycmd", "myarg")
==>
retcode = call(["/bin/mycmd", "myarg"])
```

シーケンスを使った例:

```
os.spawnvp(os.P_NOWAIT, path, args)
==>
Popen([path] + args[1:])
```

環境変数を使った例:

```
os.spawnlpe(os.P_NOWAIT, "/bin/mycmd", "mycmd", "myarg", env)
==>
Popen(["/bin/mycmd", "myarg"], env={"PATH": "/usr/bin"})
```

Replacing `os.popen()`

終了コードハンドリングは以下のように解釈します:

```
pipe = os.popen(cmd, 'w')
...
rc = pipe.close()
if rc is not None and rc >> 8:
    print("There were some errors")
==>
process = Popen(cmd, stdin=PIPE)
...
process.stdin.close()
if process.wait() != 0:
    print("There were some errors")
```

17.6.7 レガシーなシェル呼び出し関数

このモジュールでは、以下のような 2.x `commands` モジュールからのレガシー関数も提供しています。これらの操作は、暗黙的にシステムシェルを起動します。また、セキュリティに関して上述した保証や例外処理一貫性は、これらの関数では有効ではありません。

`subprocess.getstatusoutput`(*cmd*, ***, *encoding=None*, *errors=None*)

シェル中の *cmd* を実行して `(exitcode, output)` を返します。

Execute the string *cmd* in a shell with `Popen.check_output()` and return a 2-tuple `(exitcode, output)`. *encoding* and *errors* are used to decode output; see the notes on **よく使われる引数** for more details.

A trailing newline is stripped from the output. The exit code for the command can be interpreted as the return code of subprocess. Example:

```
>>> subprocess.getstatusoutput('ls /bin/ls')
(0, '/bin/ls')
>>> subprocess.getstatusoutput('cat /bin/junk')
(1, 'cat: /bin/junk: No such file or directory')
>>> subprocess.getstatusoutput('/bin/junk')
(127, 'sh: /bin/junk: not found')
>>> subprocess.getstatusoutput('/bin/kill $$')
(-15, '')
```

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.3.4 で変更: Windows のサポートが追加されました。

The function now returns (exitcode, output) instead of (status, output) as it did in Python 3.3.3 and earlier. exitcode has the same value as *returncode*.

バージョン 3.11 で変更: Added the *encoding* and *errors* parameters.

subprocess.getoutput(*cmd*, ***, *encoding=None*, *errors=None*)

シェル中の *cmd* を実行して出力 (stdout と stderr) を返します。

getstatusoutput() に似ていますが、終了コードは無視され、コマンドの出力のみを返します。例えば:

```
>>> subprocess.getoutput('ls /bin/ls')
'/bin/ls'
```

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.3.4 で変更: Windows で利用可能になりました

バージョン 3.11 で変更: Added the *encoding* and *errors* parameters.

17.6.8 注釈

Windows における引数シーケンスから文字列への変換

Windows では、*args* シーケンスは以下の (MS C ランタイムで使われる規則に対応する) 規則を使って解析できる文字列に変換されます:

1. 引数は、スペースかタブのどちらかの空白で分けられます。
2. ダブルクオーテーションマークで囲まれた文字列は、空白が含まれていたとしても 1 つの引数として解釈されます。クオートされた文字列は引数に埋め込めます。
3. バックスラッシュに続くダブルクオーテーションマークは、リテラルのダブルクオーテーションマークと解釈されます。
4. バックスラッシュは、ダブルクオーテーションが続かない限り、リテラルとして解釈されます。
5. 複数のバックスラッシュにダブルクオーテーションマークが続くなら、バックスラッシュ 2 つで 1 つのバックスラッシュ文字と解釈されます。バックスラッシュの数が奇数なら、最後のバックスラッシュは規則 3 に従って続くダブルクオーテーションマークをエスケープします。

参考:

shlex コマンドラインを解析したりエスケープしたりする関数を提供するモジュール。

Disabling use of `vfork()` or `posix_spawn()`

On Linux, *subprocess* defaults to using the `vfork()` system call internally when it is safe to do so rather than `fork()`. This greatly improves performance.

If you ever encounter a presumed highly unusual situation where you need to prevent `vfork()` from being used by Python, you can set the `subprocess._USE_VFORK` attribute to a false value.

```
subprocess._USE_VFORK = False  # See CPython issue gh-NNNNNN.
```

Setting this has no impact on use of `posix_spawn()` which could use `vfork()` internally within its libc implementation. There is a similar `subprocess._USE_POSIX_SPAWN` attribute if you need to prevent use of that.

```
subprocess._USE_POSIX_SPAWN = False  # See CPython issue gh-NNNNNN.
```

It is safe to set these to false on any Python version. They will have no effect on older versions when unsupported. Do not assume the attributes are available to read. Despite their names, a true value does not indicate that the corresponding function will be used, only that it may be.

Please file issues any time you have to use these private knobs with a way to reproduce the issue you were seeing. Link to that issue from a comment in your code.

Added in version 3.8: `_USE_POSIX_SPAWN`

Added in version 3.11: `_USE_VFORK`

17.7 `sched` --- イベントスケジューラー

ソースコード: Lib/sched.py

---

sched モジュールは一般的な目的のためのイベントスケジューラを実装するクラスを定義します:

class sched.scheduler(*timefunc=time.monotonic*, *delayfunc=time.sleep*)

> *scheduler* クラスはイベントをスケジュールするための一般的なインターフェースを定義します。それは ” 外の世界” を実際に扱うための 2 つの関数を必要とします --- *timefunc* は引数なしで呼ばれて 1 つの数値を返す callable オブジェクトでなければなりません (戻り値は任意の単位で「時間」を表します)。*delayfunc* は 1 つの引数を持つ callable オブジェクトでなければならず、その時間だけ遅延する必要があります (引数は *timefunc* の出力と互換)。*delayfunc* は、各々のイベントが実行された後に引数 0 で呼ばれることがあります。これは、マルチスレッドアプリケーションの中で他のスレッドが実行する機会を与えるためです。
>
> バージョン 3.3 で変更: *timefunc* と *delayfunc* がオプション引数になりました。

バージョン 3.3 で変更: *scheduler* クラスをマルチスレッド環境で安全に使用出来るようになりました。

以下はプログラム例です:

```
>>> import sched, time
>>> s = sched.scheduler(time.time, time.sleep)
>>> def print_time(a='default'):
...     print("From print_time", time.time(), a)
...
>>> def print_some_times():
...     print(time.time())
...     s.enter(10, 1, print_time)
...     s.enter(5, 2, print_time, argument=('positional',))
...     # despite having higher priority, 'keyword' runs after 'positional' as enter() is relative
...     s.enter(5, 1, print_time, kwargs={'a': 'keyword'})
...     s.enterabs(1_650_000_000, 10, print_time, argument=("first enterabs",))
...     s.enterabs(1_650_000_000, 5, print_time, argument=("second enterabs",))
...     s.run()
...     print(time.time())
...
>>> print_some_times()
1652342830.3640375
From print_time 1652342830.3642538 second enterabs
From print_time 1652342830.3643398 first enterabs
From print_time 1652342835.3694863 positional
From print_time 1652342835.3696074 keyword
From print_time 1652342840.369612 default
1652342840.3697174
```

17.7.1 スケジューラオブジェクト

scheduler インスタンスは以下のメソッドと属性を持っています:

scheduler.**enterabs**(*time*, *priority*, *action*, *argument=()*, *kwargs={}*)

新しいイベントをスケジュールします。引数 *time* は、コンストラクタへ渡された *timefunc* の戻り値と互換な数値型でなければいけません。同じ *time* によってスケジュールされたイベントは、それらの *priority* によって実行されます。数値の小さい方が高い優先度となります。

イベントを実行することは、`action(*argument, **kwargs)` を実行することを意味します。*argument* は *action* のための位置引数を保持するシーケンスでなければいけません。*kwargs* は *action* のためのキーワード引数を保持する辞書でなければいけません。

戻り値は、後にイベントをキャンセルする時に使われる可能性のあるイベントです (*cancel()* を参照)。

バージョン 3.3 で変更: *argument* 引数が任意になりました。

バージョン 3.3 で変更: *kwargs* 引数が追加されました。

scheduler.**enter**(*delay*, *priority*, *action*, *argument=()*, *kwargs={}*)

時間単位以上の *delay* でイベントをスケジュールします。相対的時間以外の、引数、効果、戻り値は、*enterabs()* に対するものと同じです。

バージョン 3.3 で変更: *argument* 引数が任意になりました。

バージョン 3.3 で変更: *kwargs* 引数が追加されました。

scheduler.**cancel**(*event*)

キューからイベントを消去します。もし *event* がキューにある現在のイベントでないならば、このメソッドは *ValueError* を送出します。

scheduler.**empty**()

もしイベントキューが空ならば、True を返します。

scheduler.**run**(*blocking=True*)

すべてのスケジュールされたイベントを実行します。このメソッドは次のイベントを待ち、それを実行し、スケジュールされたイベントがなくなるまで同じことを繰り返します。(イベントの待機は、コンストラクタへ渡された関数 *delayfunc* を使うことで行います。)

blocking が False の場合、最も早く期限が来るスケジュールされたイベントを (存在する場合) 実行し、スケジューラ内で次にスケジュールされた呼び出しの期限を (存在する場合) 返します。

action あるいは *delayfunc* は例外を投げることができます。いずれの場合も、スケジューラは一貫した状態を維持し、例外を伝播するでしょう。例外が *action* によって投げられる場合、イベントは *run()* への呼出しを未来に行なわないでしょう。

イベントのシーケンスが、次イベントの前に、利用可能時間より実行時間が長いと、スケジューラは単に遅れることになるでしょう。イベントが落ちることはありません; 呼出しコードはもはや適切でないキャンセルイベントに対して責任があります。

バージョン 3.3 で変更: *blocking* 引数が追加されました。

scheduler.**queue**

読み出し専用の属性で、これから起こるイベントが実行される順序で格納されたリストを返します。各イベントは、次の属性 time, priority, action, argument, kwargs を持った *named tuple* の形式になります。

17.8 queue --- 同期キュークラス

ソースコード: Lib/queue.py

---

queue モジュールは、複数プロデューサ-複数コンシューマ (multi-producer, multi-consumer) キューを実装します。これは、複数のスレッドの間で情報を安全に交換しなければならないときのマルチスレッドプログラミングで特に有益です。このモジュールの *Queue* クラスは、必要なすべてのロックセマンティクスを実装しています。

このモジュールでは 3 種類のキューが実装されています。それらはキューから取り出されるエントリの順番だけが違います。FIFO キューでは、最初に追加されたエントリが最初に取り出されます。LIFO キューでは、最後に追加されたエントリが最初に取り出されます (スタックのように振る舞います)。優先順位付きキュー (priority queue) では、エントリは (*heapq* モジュールを利用して) ソートされ、最も低い値のエントリが最初に取り出されます。

内部的には、これらの 3 種類のキューは競争スレッドを一時的にブロックするためにロックを使っています; しかし、スレッド内での再入を扱うようには設計されていません。

In addition, the module implements a "simple" FIFO queue type, *SimpleQueue*, whose specific implementation provides additional guarantees in exchange for the smaller functionality.

queue モジュールは以下のクラスと例外を定義します:

class queue.**Queue**(*maxsize=0*)

FIFO キューのコンストラクタです。*maxsize* はキューに入れられる要素数の上限を設定する整数です。いったんこの大きさに達したら、挿入処理はキューの要素が消費されるまでブロックされます。*maxsize* が 0 以下の場合は、キューの大きさは無限です。

class queue.**LifoQueue**(*maxsize=0*)

LIFO キューのコンストラクタです。*maxsize* はキューに入れられる要素数の上限を設定する整数です。いったんこの大きさに達したら、挿入処理はキューの要素が消費されるまでブロックされます。*maxsize* が 0 以下の場合は、キューの大きさは無限です。

class queue.**PriorityQueue**(*maxsize=0*)

優先順位付きキューのコンストラクタです。*maxsize* はキューに置くことのできる要素数の上限を設定する整数です。いったんこの大きさに達したら、挿入はキューの要素が消費されるまでブロックされます。もし *maxsize* が 0 以下であるならば、キューの大きさは無限です。

最小の値を持つ要素が最初に検索されます (最小の値を持つ値は、`min(entries)` によって返されるものです)。典型的な要素のパターンは、`(priority_number, data)` 形式のタプルです。

If the *data* elements are not comparable, the data can be wrapped in a class that ignores the data item and only compares the priority number:

```
from dataclasses import dataclass, field
from typing import Any

@dataclass(order=True)
class PrioritizedItem:
    priority: int
    item: Any=field(compare=False)
```

class queue.**SimpleQueue**

Constructor for an unbounded FIFO queue. Simple queues lack advanced functionality such as task tracking.

Added in version 3.7.

exception queue.**Empty**

空の *Queue* オブジェクトで、非ブロックメソッド *get()* (または *get_nowait()*) が呼ばれたとき、送出される例外です。

exception queue.**Full**

満杯の *Queue* オブジェクトで、非ブロックメソッド *put()* (または *put_nowait()*) が呼ばれたとき、送出される例外です。

exception queue.**ShutDown**

Exception raised when *put()* or *get()* is called on a *Queue* object which has been shut down.

Added in version 3.13.

17.8.1 キューオブジェクト

キューオブジェクト (*Queue*, *LifoQueue*, *PriorityQueue*) は、以下の public メソッドを提供しています。

Queue.**qsize**()

キューの近似サイズを返します。ここで、qsize() > 0 は後続の get() がブロックしないことを保証しないこと、また qsize() < maxsize が put() がブロックしないことを保証しないことに注意してください。

Queue.**empty**()

キューが空の場合は `True` を返し、そうでなければ `False` を返します。empty() が `True` を返しても、後続の put() の呼び出しがブロックしないことは保証されません。同様に、empty() が `False` を返しても、後続の get() の呼び出しがブロックしないことは保証されません。

Queue.**full**()

キューが一杯の場合は `True` を返し、そうでなければ `False` を返します。full() が `True` を返しても、後

続の get() の呼び出しがブロックしないことは保証されません。同様に、full() が `False` を返しても、後続の put() の呼び出しがブロックしないことは保証されません。

`Queue.put`(*item*, *block=True*, *timeout=None*)

item をキューに入れます。もしオプション引数 *block* が真で *timeout* が `None` (デフォルト) の場合は、必要であればフリースロットが利用可能になるまでブロックします。*timeout* が正の数の場合は、最大で *timeout* 秒間ブロックし、その時間内に空きスロットが利用可能にならなければ、例外 *Full* を送出します。そうでない場合 (*block* が偽) は、空きスロットが直ちに利用できるならば、キューにアイテムを置きます。できないならば、例外 *Full* を送出します (この場合 *timeout* は無視されます)。

Raises *ShutDown* if the queue has been shut down.

`Queue.put_nowait`(*item*)

`put(item, block=False)` と等価です。

`Queue.get`(*block=True*, *timeout=None*)

キューからアイテムを取り除き、それを返します。オプション引数 *block* が真で *timeout* が `None` (デフォルト) の場合は、必要であればアイテムが取り出せるようになるまでブロックします。もし *timeout* が正の数の場合は、最大で *timeout* 秒間ブロックし、その時間内でアイテムが取り出せるようにならなければ、例外 *Empty* を送出します。そうでない場合 (*block* が偽) は、直ちにアイテムが取り出せるならば、それを返します。できないならば、例外 *Empty* を送出します (この場合 *timeout* は無視されます)。

Prior to 3.0 on POSIX systems, and for all versions on Windows, if *block* is true and *timeout* is `None`, this operation goes into an uninterruptible wait on an underlying lock. This means that no exceptions can occur, and in particular a SIGINT will not trigger a *KeyboardInterrupt*.

Raises *ShutDown* if the queue has been shut down and is empty, or if the queue has been shut down immediately.

`Queue.get_nowait`()

`get(False)` と等価です。

キューに入れられたタスクが全てコンシューマスレッドに処理されたかどうかを追跡するために 2 つのメソッドが提供されます。

`Queue.task_done`()

過去にキューに入れられたタスクが完了した事を示します。キューのコンシューマスレッドに利用されます。タスクの取り出しに使われた各 *get()* の後に *task_done()* を呼び出すと、取り出したタスクに対する処理が完了した事をキューに教えます。

join() がブロックされていた場合、全 item が処理された (キューに *put()* された全ての item に対して *task_done()* が呼び出されたことを意味します) 時に復帰します。

`shutdown(immediate=True)` calls *task_done()* for each remaining item in the queue.

キューにある要素より多く呼び出された場合 *ValueError* が発生します。

Queue.join()

キューにあるすべてのアイテムが取り出されて処理されるまでブロックします。

未完了のタスクのカウント値はキューにアイテムが追加されるときは常に加算され、コンシューマースレッドが *task_done()* を呼び出してアイテムの回収とその全処理の完了が示されるときは常に減算されます。未完了のタスクのカウント値がゼロになった場合、*join()* のブロックが解除されます。

キューに入れたタスクが完了するのを待つ例:

```
import threading
import queue

q = queue.Queue()

def worker():
    while True:
        item = q.get()
        print(f'Working on {item}')
        print(f'Finished {item}')
        q.task_done()

# Turn-on the worker thread.
threading.Thread(target=worker, daemon=True).start()

# Send thirty task requests to the worker.
for item in range(30):
    q.put(item)

# Block until all tasks are done.
q.join()
print('All work completed')
```

Terminating queues

Queue objects can be made to prevent further interaction by shutting them down.

Queue.**shutdown**(*immediate=False*)

Shut down the queue, making *get()* and *put()* raise *ShutDown*.

By default, *get()* on a shut down queue will only raise once the queue is empty. Set *immediate* to true to make *get()* raise immediately instead.

All blocked callers of *put()* and *get()* will be unblocked. If *immediate* is true, a task will be marked as done for each remaining item in the queue, which may unblock callers of *join()*.

Added in version 3.13.

17.8.2 SimpleQueue オブジェクト

SimpleQueue オブジェクトは以下の public メソッドを提供しています。

SimpleQueue.**qsize**()

キューの近似サイズを返します。ここで、qsize() > 0 であるからといって、後続の get() の呼び出しがブロックしないことが保証されないことに注意してください。

SimpleQueue.**empty**()

キューが空の場合は `True` を返し、そうでなければ `False` を返します。empty() が `False` を返しても、後続の get() の呼び出しがブロックしないことは保証されません。

SimpleQueue.**put**(*item*, *block=True*, *timeout=None*)

Put *item* into the queue. The method never blocks and always succeeds (except for potential low-level errors such as failure to allocate memory). The optional args *block* and *timeout* are ignored and only provided for compatibility with *Queue.put()*.

CPython 実装の詳細: This method has a C implementation which is reentrant. That is, a `put()` or `get()` call can be interrupted by another `put()` call in the same thread without deadlocking or corrupting internal state inside the queue. This makes it appropriate for use in destructors such as `__del__` methods or *weakref* callbacks.

SimpleQueue.**put_nowait**(*item*)

`put(item, block=False)` と等価です。*Queue.put_nowait()* との互換性のためのメソッドです。

SimpleQueue.**get**(*block=True*, *timeout=None*)

キューからアイテムを取り除き、それを返します。オプション引数 *block* が真で *timeout* が `None` (デフォルト) の場合は、必要であればアイテムが取り出せるようになるまでブロックします。もし *timeout* が正の数の場合は、最大で *timeout* 秒間ブロックし、その時間内でアイテムが取り出せるようにならなければ、例外 *Empty* を送出します。そうでない場合 (*block* が偽) は、直ちにアイテムが取り出せるならば、それを返します。できないならば、例外 *Empty* を送出します (この場合 *timeout* は無視されます)。

SimpleQueue.**get_nowait**()

`get(False)` と等価です。

参考:

multiprocessing.Queue **クラス**

(マルチスレッドではなく) マルチプロセスの文脈で使用されるキュークラス。

collections.deque is an alternative implementation of unbounded queues with fast atomic *append()* and *popleft()* operations that do not require locking and also support indexing.

17.9 contextvars --- コンテキスト変数

このモジュールは、コンテキストローカルな状態を管理し、保持し、アクセスするための API を提供します。*ContextVar* クラスは **コンテキスト変数** を宣言し、取り扱うために使われます。非同期フレームワークで現時点のコンテキストを管理するのには、*copy_context()* 関数と *Context* クラスを使うべきです。

状態を持っているコンテキストマネージャは *threading.local()* ではなくコンテキスト変数を使い、並行処理のコードから状態が意図せず他のコードへ漏れ出すのを避けるべきです。

より詳しくは **PEP 567** を参照をしてください。

Added in version 3.7.

17.9.1 コンテキスト変数

class contextvars.**ContextVar**(*name*[, *, *default*])

このクラスは新しいコンテキスト変数を宣言するのに使われます。例えば、次の通りです:

```
var: ContextVar[int] = ContextVar('var', default=42)
```

必須のパラメータの *name* は内観やデバッグの目的で使われます。

オプションのキーワード専用引数 *default* は、現在のコンテキストにその変数の値が見付からなかったときに *ContextVar.get()* から返されます。

重要: コンテキスト変数は、モジュールのトップレベルで生成する必要があり、クロージャの中で作成すべきではありません。*Context* オブジェクトはコンテキスト変数への強参照を持っており、コンテキスト変数がガーベジコレクトされるのを防ぎます。

name

変数の名前。読み出し専用のプロパティです。

Added in version 3.7.1.

get([*default*])

現在のコンテキストのコンテキスト変数の値を返します。

現在のコンテキストのコンテキスト変数に値がなければ、メソッドは:

- メソッドの *default* 引数に値が指定されていればその値を返します。さもなければ
- コンテキスト変数が生成された時にデフォルト値が渡されていれば、その値を返します。さもなければ

- *LookupError* を送出します。

set(*value*)

現在のコンテキストのコンテキスト変数に新しい値を設定する際に呼び出します。

value は必須の引数で、コンテキスト変数の新しい値を指定します。

Token オブジェクトを返します。このオブジェクトを *ContextVar.reset()* メソッドに渡すことで、以前の値に戻すことができます。

reset(*token*)

コンテキスト変数の値を、*token* を生成した *ContextVar.set()* が呼び出される前の値にリセットします。

例えば:

```
var = ContextVar('var')

token = var.set('new value')
# code that uses 'var'; var.get() returns 'new value'.
var.reset(token)

# After the reset call the var has no value again, so
# var.get() would raise a LookupError.
```

class contextvars.**Token**

Token オブジェクトは、*ContextVar.set()* メソッドによって返されるオブジェクトです。このオブジェクトを *ContextVar.reset()* メソッドに渡すことで、対応する *set* を呼び出す前のコンテキスト変数の値に戻せます。

var

読み出し専用のプロパティです。トークンを生成した *ContextVar* オブジェクトを指します。

old_value

読み出し専用のプロパティです。このトークンを作成した *ContextVar.set()* メソッドの呼び出しの前に持っていた値に設定されています。もし呼び出しの前に値が設定されていなければ *Token.MISSING* を指します。

MISSING

Token.old_value で利用されるマーカーオブジェクトです。

17.9.2 マニュアルでのコンテキスト管理

contextvars.copy_context()

現在の *Context* オブジェクトのコピーを返します。

次のスニペットは、現在のコンテキストのコピーを取得し、コンテキストに設定されているすべての変数とその値を表示します:

```
ctx: Context = copy_context()
print(list(ctx.items()))
```

この関数の複雑性は $O(1)$ です。つまり、少数のコンテキスト変数を持つコンテキストと多くの変数を持つコンテキストで同程度の速度で動作します。

class contextvars.Context

ContextVars とその値の対応付け。

Context() は、値を持たない空のコンテキストを生成します。現在のコンテキストのコピーを得るには、*copy_context()* 関数を利用します。

すべてのスレッドは、異なるトップレベルの *Context* オブジェクトを持っています。これは、値が異なるスレッドに割り当てられたとき、*ContextVar* オブジェクトが *threading.local()* と似た様式の振る舞いをするということを意味します。

Context は、*collections.abc.Mapping* インターフェースを実装します。

run(*callable*, **args*, ***kwargs*)

callable(*args, **kwargs) を *run* メソッドが呼ばれたコンテキストオブジェクトの中で実行します。実行した結果を返すか、例外が発生した場合はその例外を伝播します。

callable が行ったコンテキスト変数へのいかなる変更も、コンテキストオブジェクトに格納されます:

```
var = ContextVar('var')
var.set('spam')

def main():
    # 'var' was set to 'spam' before
    # calling 'copy_context()' and 'ctx.run(main)', so:
    # var.get() == ctx[var] == 'spam'

    var.set('ham')

    # Now, after setting 'var' to 'ham':
    # var.get() == ctx[var] == 'ham'

ctx = copy_context()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# Any changes that the 'main' function makes to 'var'
# will be contained in 'ctx'.
ctx.run(main)

# The 'main()' function was run in the 'ctx' context,
# so changes to 'var' are contained in it:
# ctx[var] == 'ham'

# However, outside of 'ctx', 'var' is still set to 'spam':
# var.get() == 'spam'
```

2 つ以上の OS スレッドから同一のコンテキストオブジェクトを呼び出すか、再帰的に呼び出したとき、メソッドは *RuntimeError* を送出します。

copy()

コンテキストオブジェクトの浅いコピーを返します。

var in context

context に *var* の値が設定されていた場合 `True` を返します; そうでない場合は `False` を返します。

context[var]

ContextVar *var* の値を返します。コンテキストオブジェクト内で変数が設定されていない場合は、*KeyError* を送出します。

get(*var*[, *default*])

var がコンテキストオブジェクトの中に値を持てば、その値を返します。さもなければ、*default* を返します。*default* を指定していなければ、`None` を返します。

iter(context)

コンテキストオブジェクトに格納されている変数群のイテレータを返します。

len(proxy)

コンテキストオブジェクトに格納されている変数の数を返します。

keys()

コンテキストオブジェクト中のすべての変数のリストを返します。

values()

コンテキストオブジェクト中のすべての変数の値のリストを返します。

items()

コンテキストオブジェクト中のすべての変数について、変数とその値からなる 2 要素のタプルのリストを返します。

17.9.3 asyncio サポート

コンテキスト変数は、追加の設定なしに *asyncio* をサポートします。例えば、次の単純な echo サーバーは、クライアントを扱う Task の中でリモートクライアントのアドレスが利用できるように、コンテキスト変数を利用します:

```
import asyncio
import contextvars

client_addr_var = contextvars.ContextVar('client_addr')

def render_goodbye():
    # The address of the currently handled client can be accessed
    # without passing it explicitly to this function.

    client_addr = client_addr_var.get()
    return f'Good bye, client @ {client_addr}\n'.encode()

async def handle_request(reader, writer):
    addr = writer.transport.get_extra_info('socket').getpeername()
    client_addr_var.set(addr)

    # In any code that we call is now possible to get
    # client's address by calling 'client_addr_var.get()'.

    while True:
        line = await reader.readline()
        print(line)
        if not line.strip():
            break
        writer.write(line)

    writer.write(render_goodbye())
    writer.close()

async def main():
    srv = await asyncio.start_server(
        handle_request, '127.0.0.1', 8081)

    async with srv:
        await srv.serve_forever()

asyncio.run(main())

# To test it you can use telnet:
#     telnet 127.0.0.1 8081
```

以下のモジュールは上記のサービスの一部で使われるサポートモジュールです:

17.10 _thread --- 低水準なスレッド API

このモジュールはマルチスレッド (別名 **軽量プロセス** (*light-weight processes*) または **タスク** (*tasks*)) に用いられる低水準プリミティブを提供します --- グローバルデータ空間を共有するマルチスレッドを制御します。同期のための単純なロック (別名 *mutexes* またはバイナリセマフォ (*binary semaphores*)) が提供されています。*threading* モジュールは、このモジュール上で、より使い易く高級なスレッディングの API を提供します。

バージョン 3.7 で変更: このモジュールは以前はオプションでしたが、常に利用可能なモジュールとなりました。

このモジュールでは以下の定数および関数を定義しています:

exception _thread.error

スレッド固有の例外です。

バージョン 3.3 で変更: 現在は組み込みの *RuntimeError* の別名です。

_thread.LockType

これはロックオブジェクトのタイプです。

_thread.start_new_thread(*function*, *args*[, *kwargs*])

新しいスレッドを開始して、その ID を返します。スレッドは引数リスト *args* (タプルでなければなりません) の関数 *function* を実行します。オプション引数 *kwargs* はキーワード引数の辞書を指定します。

関数が戻るとき、スレッドは静かに終了します。

When the function terminates with an unhandled exception, *sys.unraisablehook()* is called to handle the exception. The *object* attribute of the hook argument is *function*. By default, a stack trace is printed and then the thread exits (but other threads continue to run).

When the function raises a *SystemExit* exception, it is silently ignored.

Raises an *auditing event* `_thread.start_new_thread` with arguments `function`, `args`, `kwargs`.

バージョン 3.8 で変更: *sys.unraisablehook()* is now used to handle unhandled exceptions.

_thread.interrupt_main(*signum=signal.SIGINT*, */*)

Simulate the effect of a signal arriving in the main thread. A thread can use this function to interrupt the main thread, though there is no guarantee that the interruption will happen immediately.

If given, *signum* is the number of the signal to simulate. If *signum* is not given, *signal.SIGINT* is simulated.

If the given signal isn't handled by Python (it was set to *signal.SIG_DFL* or *signal.SIG_IGN*), this function does nothing.

バージョン 3.10 で変更: The *signum* argument is added to customize the signal number.

注釈: This does not emit the corresponding signal but schedules a call to the associated handler (if it exists). If you want to truly emit the signal, use *signal.raise_signal()*.

_thread.exit()

SystemExit を送出します。それが捕えられないときは、静かにスレッドを終了させます。

_thread.allocate_lock()

新しいロックオブジェクトを返します。ロックのメソッドはこの後に記述されます。ロックは初期状態としてアンロック状態です。

_thread.get_ident()

現在のスレッドの 'スレッド ID' を返します。非ゼロの整数です。この値は直接の意味を持っていません; 例えばスレッド特有のデータの辞書に索引をつけるためのような、マジッククッキーとして意図されています。スレッドが終了し、他のスレッドが作られたとき、スレッド ID は再利用されるかもしれません。

_thread.get_native_id()

Return the native integral Thread ID of the current thread assigned by the kernel. This is a non-negative integer. Its value may be used to uniquely identify this particular thread system-wide (until the thread terminates, after which the value may be recycled by the OS).

Availability: Windows, FreeBSD, Linux, macOS, OpenBSD, NetBSD, AIX, DragonFlyBSD, GNU/kFreeBSD.

Added in version 3.8.

バージョン 3.13 で変更: Added support for GNU/kFreeBSD.

_thread.stack_size([*size*])

新しいスレッドを作るときのスレッドスタックサイズを返します。オプションの *size* 引数にはこれ以降に作成するスレッドのスタックサイズを指定し、0 (プラットフォームのデフォルト値または設定されたデフォルト値) か、32,768 (32 KiB) 以上の正の整数でなければなりません。*size* が指定されない場合 0 が使われます。スレッドのスタックサイズの変更がサポートされていない場合、*RuntimeError* を送出します。不正なスタックサイズが指定された場合、*ValueError* を送出して、スタックサイズは変更されません。32 KiB は現在のインタープリタ自身のために十分であると保証された最小のスタックサイズです。いくつかのプラットフォームではスタックサイズに対して制限があることに注意してください。例えば最小のスタックサイズが 32 KiB より大きかったり、システムのメモリページサイズ の整数倍の必要があるなどです。この制限についてはプラットフォームのドキュメントを参照してください (一般的なページサイズは 4 KiB なので、プラットフォームに関する情報がない場合は 4096 の整数倍のスタックサイズを選ぶといいかもしれません)。

利用可能な環境: Windows, pthreads。

Unix platforms with POSIX threads support.

_thread.TIMEOUT_MAX

The maximum value allowed for the *timeout* parameter of *Lock.acquire*. Specifying a timeout greater than this value will raise an *OverflowError*.

Added in version 3.2.

ロックオブジェクトは次のようなメソッドを持っています:

lock.acquire(*blocking=True*, *timeout=-1*)

オプションの引数なしで使用すると、このメソッドは他のスレッドがロックしているかどうかにかかわらずロックを獲得します。ただし、他のスレッドがすでにロックしている場合には解除されるまで待ってからロックを獲得します (同時にロックを獲得できるスレッドはひとつだけであり、これこそがロックの存在理由です)。

If the *blocking* argument is present, the action depends on its value: if it is false, the lock is only acquired if it can be acquired immediately without waiting, while if it is true, the lock is acquired unconditionally as above.

If the floating-point *timeout* argument is present and positive, it specifies the maximum wait time in seconds before returning. A negative *timeout* argument specifies an unbounded wait. You cannot specify a *timeout* if *blocking* is false.

なお、ロックを獲得できた場合は `True`、できなかった場合は `False` を返します。

バージョン 3.2 で変更: 新しい *timeout* 引数。

バージョン 3.2 で変更: POSIX ではロックの取得がシグナルに割り込まれるようになりました。

lock.release()

ロックを解放します。そのロックは既に獲得されたものでなければなりませんが、しかし同じスレッドによって獲得されたものである必要はありません。

lock.locked()

ロックの状態を返します: 同じスレッドによって獲得されたものなら `True` 、違うのなら `False` を返します。

これらのメソッドに加えて、ロックオブジェクトは `with` 文を通じて以下の例のように使うこともできます。

```
import _thread

a_lock = _thread.allocate_lock()

with a_lock:
    print("a_lock is locked while this executes")
```

警告:

- スレッドは割り込みと奇妙な相互作用をします: *KeyboardInterrupt* 例外は任意のスレッドによって受け取られます。(*signal* モジュールが利用可能なとき、割り込みは常にメインスレッドへ行きます。)
- *sys.exit()* を呼び出す、あるいは *SystemExit* 例外を送出することは、*_thread.exit()* を呼び出すことと同じです。
- It is not possible to interrupt the *acquire()* method on a lock --- the *KeyboardInterrupt* exception will happen after the lock has been acquired.
- メインスレッドが終了したとき、他のスレッドが生き残るかどうかは、システムに依存します。多くのシステムでは、`try ... finally` 節や、オブジェクトデストラクタを実行せずに終了されます。
- メインスレッドが終了したとき、それの通常のクリーンアップは行なわれず、(`try ... finally` 節が尊重されることは除きます)、標準 I/O ファイルはフラッシュされません。

第

EIGHTEEN

ネットワーク通信とプロセス間通信

この章で解説しているモジュールはネットワーク通信とプロセス間通信の仕組みを提供しています。

例えば *signal* や *mmap* のように、同じマシン上の 2 つのプロセスでしか使えないモジュールがあります。その他のモジュールは 2 つ以上のプロセスを使ってマシン間で通信できるネットワークプロトコルをサポートします。

この章で解説されるモジュールのリスト:

18.1 asyncio --- 非同期 I/O

Hello World!

```
import asyncio

async def main():
    print('Hello ...')
    await asyncio.sleep(1)
    print('... World!')

asyncio.run(main())
```

asyncio は **async/await** 構文を使い **並行処理の** コードを書くためのライブラリです。

asyncio は、高性能なネットワークとウェブサーバ、データベース接続ライブラリ、分散タスクキューなどの複数の非同期 Python フレームワークの基盤として使われています。

asyncio は多くの場合、IO バウンドだったり高レベルの **構造化された** ネットワークコードに完璧に適しています。

asyncio は次の目的で **高レベル** API を提供しています:

- 並行に *Python* **コルーチンを起動** し、実行全体を管理する

- **ネットワーク** *IO* **と** *IPC* を執り行う
- *subprocesses* を管理する
- **キュー** を使ってタスクを分散する
- 並列処理のコードを **同期** させる

これに加えて、**ライブラリやフレームワークの開発者** が次のことをするための **低レベル** API があります:

- **ネットワーク通信** 、**サブプロセス** の実行、*OS* **シグナル** の取り扱いなどのための非同期 API を提供する **イベントループ** の作成と管理を行う
- *Transport* を使った効率的な protocol を実装します
- コールバックを用いたライブラリと async/await 構文を使ったコードの **橋渡し**

REPL で、`asyncio` 並行コンテキストを試すことができます:

```
$ python -m asyncio
asyncio REPL ...
Use "await" directly instead of "asyncio.run()".
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import asyncio
>>> await asyncio.sleep(10, result='hello')
'hello'
```

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

リファレンス

18.1.1 Runners

Source code: Lib/asyncio/runners.py

この節では、asyncio のコードを実行するための高レベルの asyncio のプリミティブの概略を解説します。

これらは **イベントループ** の上に構築されており、一般的な広く普及しているシナリオでの非同期コードの使用を簡素化することを目的としています。

- **非同期プログラムの実行**
- *Runner context manager*

- *Handling Keyboard Interruption*

非同期プログラムの実行

asyncio.**run**(*coro*, ***, *debug=None*, *loop_factory=None*)

coroutine *coro* を実行し、結果を返します。

This function runs the passed coroutine, taking care of managing the asyncio event loop, *finalizing asynchronous generators*, and closing the executor.

この関数は、同じスレッドで他の非同期イベントループが実行中のときは呼び出せません。

debug が `True` の場合、イベントループはデバッグモードで実行されます。`False` は明示的にデバッグモードを無効化します。グローバルな **デバッグモード** 設定を尊重するために `None` が使用されます。

If *loop_factory* is not `None`, it is used to create a new event loop; otherwise *asyncio.new_event_loop()* is used. The loop is closed at the end. This function should be used as a main entry point for asyncio programs, and should ideally only be called once. It is recommended to use *loop_factory* to configure the event loop instead of policies. Passing *asyncio.EventLoop* allows running asyncio without the policy system.

The executor is given a timeout duration of 5 minutes to shutdown. If the executor hasn't finished within that duration, a warning is emitted and the executor is closed.

以下はプログラム例です:

```
async def main():
    await asyncio.sleep(1)
    print('hello')

asyncio.run(main())
```

Added in version 3.7.

バージョン 3.9 で変更: *loop.shutdown_default_executor()* メソッドを使うように更新されました。

バージョン 3.10 で変更: *debug* はグローバルなデバッグモード設定を尊重するためにデフォルトで `None` です。

バージョン 3.12 で変更: Added *loop_factory* parameter.

Runner context manager

class asyncio.Runner(*, *debug=None*, *loop_factory=None*)

同じコンテキスト上での **複数** の非同期関数呼び出しをシンプルにするコンテキストマネージャ。

Sometimes several top-level async functions should be called in the same *event loop* and *contextvars.Context*.

debug が `True` の場合、イベントループはデバッグモードで実行されます。`False` は明示的にデバッグモードを無効化します。グローバルな **デバッグモード** 設定を尊重するために `None` が使用されます。

loop_factory could be used for overriding the loop creation. It is the responsibility of the *loop_factory* to set the created loop as the current one. By default *asyncio.new_event_loop()* is used and set as current event loop with *asyncio.set_event_loop()* if *loop_factory* is `None`.

Basically, *asyncio.run()* example can be rewritten with the runner usage:

```
async def main():
    await asyncio.sleep(1)
    print('hello')

with asyncio.Runner() as runner:
    runner.run(main())
```

Added in version 3.11.

run(*coro*, *, *context=None*)

Run a *coroutine* *coro* in the embedded loop.

Return the coroutine's result or raise its exception.

An optional keyword-only *context* argument allows specifying a custom *contextvars.Context* for the *coro* to run in. The runner's default context is used if `None`.

この関数は、同じスレッドで他の非同期イベントループが実行中のときは呼び出せません。

close()

Close the runner.

Finalize asynchronous generators, shutdown default executor, close the event loop and release embedded *contextvars.Context*.

get_loop()

Return the event loop associated with the runner instance.

注釈: *Runner* uses the lazy initialization strategy, its constructor doesn't initialize underlying low-level

structures.

Embedded *loop* and *context* are created at the `with` body entering or the first call of *run()* or *get_loop()*.

Handling Keyboard Interruption

Added in version 3.11.

When *signal.SIGINT* is raised by `Ctrl-C`, *KeyboardInterrupt* exception is raised in the main thread by default. However this doesn't work with *asyncio* because it can interrupt asyncio internals and can hang the program from exiting.

To mitigate this issue, *asyncio* handles *signal.SIGINT* as follows:

1. *asyncio.Runner.run()* installs a custom *signal.SIGINT* handler before any user code is executed and removes it when exiting from the function.
2. The *Runner* creates the main task for the passed coroutine for its execution.
3. When *signal.SIGINT* is raised by `Ctrl-C`, the custom signal handler cancels the main task by calling *asyncio.Task.cancel()* which raises *asyncio.CancelledError* inside the main task. This causes the Python stack to unwind, `try/except` and `try/finally` blocks can be used for resource cleanup. After the main task is cancelled, *asyncio.Runner.run()* raises *KeyboardInterrupt*.
4. A user could write a tight loop which cannot be interrupted by *asyncio.Task.cancel()*, in which case the second following `Ctrl-C` immediately raises the *KeyboardInterrupt* without cancelling the main task.

18.1.2 コルーチンと Task

この節では、コルーチンと Task を利用する高レベルの asyncio の API の概略を解説します。

- コルーチン
- *Awaitable*
- *Task* の作成
- タスクのキャンセル
- *Task Groups*

コルーチン

Source code: Lib/asyncio/coroutines.py

---

async/await 構文で宣言された **コルーチン** は、asyncio を使ったアプリケーションを書くのに推奨される方法です。例えば、次のコードスニペットは ”hello” を出力し、そこから 1 秒待って ”world” を出力します:

```
>>> import asyncio

>>> async def main():
...     print('hello')
...     await asyncio.sleep(1)
...     print('world')

>>> asyncio.run(main())
hello
world
```

単にコルーチンを呼び出しただけでは、コルーチンの実行スケジュールは予約されていないことに注意してください:

```
>>> main()
<coroutine object main at 0x1053bb7c8>
```

実際にコルーチンを実行するために、asyncio は以下のメカニズムを提供しています:

- 最上位のエントリーポイントである ”main()” 関数を実行する *asyncio.run()* 関数 (上の例を参照してください。)

- コルーチンを await すること。次のコード片は 1 秒間待機した後に ”hello” と出力し、**更に** 2 秒間待機してから ”world” と出力します:

```
import asyncio
import time

async def say_after(delay, what):
    await asyncio.sleep(delay)
    print(what)

async def main():
    print(f"started at {time.strftime('%X')}")

    await say_after(1, 'hello')
    await say_after(2, 'world')

    print(f"finished at {time.strftime('%X')}")

asyncio.run(main())
```

予想される出力:

```
started at 17:13:52
hello
world
finished at 17:13:55
```

- asyncio の *Tasks* としてコルーチンを並行して走らせる *asyncio.create_task()* 関数。

上のコード例を編集して、ふたつの `say_after` コルーチンを **並行して** 走らせてみましょう:

```
async def main():
    task1 = asyncio.create_task(
        say_after(1, 'hello'))

    task2 = asyncio.create_task(
        say_after(2, 'world'))

    print(f"started at {time.strftime('%X')}")

    # Wait until both tasks are completed (should take
    # around 2 seconds.)
    await task1
    await task2
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    print(f"finished at {time.strftime('%X')}")
```

予想される出力が、スニペットの実行が前回よりも 1 秒早いことを示していることに注意してください:

```
started at 17:14:32
hello
world
finished at 17:14:34
```

- The *asyncio.TaskGroup* class provides a more modern alternative to *create_task()*. Using this API, the last example becomes:

```
async def main():
    async with asyncio.TaskGroup() as tg:
        task1 = tg.create_task(
            say_after(1, 'hello'))

        task2 = tg.create_task(
            say_after(2, 'world'))

        print(f"started at {time.strftime('%X')}")

    # The await is implicit when the context manager exits.

    print(f"finished at {time.strftime('%X')}")
```

The timing and output should be the same as for the previous version.

Added in version 3.11: *asyncio.TaskGroup*.

Awaitable

あるオブジェクトを `await` 式の中で使うことができる場合、そのオブジェクトを **awaitable** オブジェクトと言います。多くの asyncio API は awaitable を受け取るように設計されています。

awaitable オブジェクトには主に 3 つの種類があります: **コルーチン**, **Task**, そして **Future** です

コルーチン

Python のコルーチンは *awaitable* であり、他のコルーチンから待機されることができます:

```
import asyncio

async def nested():
    return 42

async def main():
    # Nothing happens if we just call "nested()".
    # A coroutine object is created but not awaited,
    # so it *won't run at all*.
    nested()

    # Let's do it differently now and await it:
    print(await nested())  # will print "42".

asyncio.run(main())
```

重要: このドキュメントにおいて「コルーチン」という用語は以下 2 つの密接に関連した概念に対して使用できます:

- **コルーチン関数**: `async def` 関数;
- **コルーチンオブジェクト**: **コルーチン関数** を呼び出すと返ってくるオブジェクト.

Task

Task は、コルーチンを **並行に** スケジュールするのに使います。

asyncio.create_task() のような関数で、コルーチンが *Task* にラップされているとき、自動的にコルーチンは即時実行されるようにスケジュールされます:

```
import asyncio

async def nested():
    return 42

async def main():
    # Schedule nested() to run soon concurrently
    # with "main()".
    task = asyncio.create_task(nested())

    # "task" can now be used to cancel "nested()", or
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # can simply be awaited to wait until it is complete:
    await task

asyncio.run(main())
```

Future

Future は、非同期処理の **最終結果** を表現する特別な **低レベルの** awaitable オブジェクトです。

Future オブジェクトが **待機** *(await)* **されている** とは、Future がどこか他の場所で解決されるまでコルーチンが待機するということです。

asyncio の Future オブジェクトを使うと、async/await とコールバック形式のコードを併用できます。

通常、アプリケーション水準のコードで Future オブジェクトを作る **必要はありません** 。

Future オブジェクトはライブラリや asyncio の API で外部に提供されることもあり、await（待機）されることができます:

```
async def main():
    await function_that_returns_a_future_object()

    # this is also valid:
    await asyncio.gather(
        function_that_returns_a_future_object(),
        some_python_coroutine()
    )
```

Future オブジェクトを返す低レベル関数の良い例は *loop.run_in_executor()* です。

Task の作成

ソースコード: Lib/asyncio/tasks.py

---

asyncio.create_task(*coro*, ***, *name=None*, *context=None*)

coro *coroutine* を *Task* でラップし、その実行をスケジュールします。Task オブジェクトを返します。

もし *name* が None でない場合、*Task.set_name()* を使用し、*name* がタスクの名前として設定されます。

省略可能なキーワード引数 *context* によって、*coro* を実行するためのカスタムの *contextvars.Context* を指定できます。*context* が省略された場合、現在のコンテキストのコピーが作成されます。

その Task オブジェクトは *get_running_loop()* から返されたループの中で実行されます。現在のスレッドに実行中のループが無い場合は、*RuntimeError* が送出されます。

注釈: *asyncio.TaskGroup.create_task()* is a new alternative leveraging structural concurrency; it allows for waiting for a group of related tasks with strong safety guarantees.

重要: タスクが実行中に消えないように、この関数の結果の参照を保存してください。イベントループは弱い参照のみを保持します。ほかに参照元のないタスクは、完了していなくてもガーベジコレクションされる可能性があります。信頼性のある "fire-and-forget" バックグラウンドタスクが必要な場合、コレクションを使ってください。

```
background_tasks = set()

for i in range(10):
    task = asyncio.create_task(some_coro(param=i))

    # Add task to the set. This creates a strong reference.
    background_tasks.add(task)

    # To prevent keeping references to finished tasks forever,
    # make each task remove its own reference from the set after
    # completion:
    task.add_done_callback(background_tasks.discard)
```

Added in version 3.7.

バージョン 3.8 で変更: *name* パラメータを追加しました。

バージョン 3.11 で変更: *context* パラメータを追加しました。

タスクのキャンセル

タスクは簡単に、そして安全にキャンセルできます。タスクがキャンセルされた場合、*asyncio.CancelledError* が次の機会に送出されます。

It is recommended that coroutines use `try/finally` blocks to robustly perform clean-up logic. In case *asyncio.CancelledError* is explicitly caught, it should generally be propagated when clean-up is complete. *asyncio.CancelledError* directly subclasses *BaseException* so most code will not need to be aware of it.

The asyncio components that enable structured concurrency, like *asyncio.TaskGroup* and *asyncio.timeout()*, are implemented using cancellation internally and might misbehave if a coroutine swallows *asyncio.CancelledError*. Similarly, user code should not generally call *uncancel*. However, in cases when suppressing *asyncio.CancelledError* is truly desired, it is necessary to also call `uncancel()` to completely remove the cancellation state.

Task Groups

Task groups combine a task creation API with a convenient and reliable way to wait for all tasks in the group to finish.

class asyncio.TaskGroup

An asynchronous context manager holding a group of tasks. Tasks can be added to the group using *create_task()*. All tasks are awaited when the context manager exits.

Added in version 3.11.

create_task(*coro*, ***, *name=None*, *context=None*)

Create a task in this task group. The signature matches that of *asyncio.create_task()*. If the task group is inactive (e.g. not yet entered, already finished, or in the process of shutting down), we will close the given `coro`.

バージョン 3.13 で変更: Close the given coroutine if the task group is not active.

以下はプログラム例です:

```
async def main():
    async with asyncio.TaskGroup() as tg:
        task1 = tg.create_task(some_coro(...))
        task2 = tg.create_task(another_coro(...))
    print(f"Both tasks have completed now: {task1.result()}, {task2.result()}")
```

The `async with` statement will wait for all tasks in the group to finish. While waiting, new tasks may still be added to the group (for example, by passing `tg` into one of the coroutines and calling `tg.create_task()` in that coroutine). Once the last task has finished and the `async with` block is exited, no new tasks may be added to the group.

The first time any of the tasks belonging to the group fails with an exception other than *asyncio.CancelledError*, the remaining tasks in the group are cancelled. No further tasks can then be added to the group. At this point, if the body of the `async with` statement is still active (i.e., `__aexit__()` hasn't been called yet), the task directly containing the `async with` statement is also cancelled. The resulting *asyncio.CancelledError* will interrupt an `await`, but it will not bubble out of the containing `async with` statement.

Once all tasks have finished, if any tasks have failed with an exception other than *asyncio.CancelledError*, those exceptions are combined in an *ExceptionGroup* or *BaseExceptionGroup* (as appropriate; see their documentation) which is then raised.

Two base exceptions are treated specially: If any task fails with *KeyboardInterrupt* or *SystemExit*, the task group still cancels the remaining tasks and waits for them, but then the initial *KeyboardInterrupt* or *SystemExit* is re-raised instead of *ExceptionGroup* or *BaseExceptionGroup*.

If the body of the `async with` statement exits with an exception (so `__aexit__()` is called with an exception set), this is treated the same as if one of the tasks failed: the remaining tasks are cancelled and then waited for, and non-cancellation exceptions are grouped into an exception group and raised. The exception passed into `__aexit__()`, unless it is *asyncio.CancelledError*, is also included in the exception group. The same special case is made for *KeyboardInterrupt* and *SystemExit* as in the previous paragraph.

Task groups are careful not to mix up the internal cancellation used to "wake up" their `__aexit__()` with cancellation requests for the task in which they are running made by other parties. In particular, when one task group is syntactically nested in another, and both experience an exception in one of their child tasks simultaneously, the inner task group will process its exceptions, and then the outer task group will receive another cancellation and process its own exceptions.

In the case where a task group is cancelled externally and also must raise an *ExceptionGroup*, it will call the parent task's *cancel()* method. This ensures that a *asyncio.CancelledError* will be raised at the next `await`, so the cancellation is not lost.

Task groups preserve the cancellation count reported by *asyncio.Task.cancelling()*.

バージョン 3.13 で変更: Improved handling of simultaneous internal and external cancellations and correct preservation of cancellation counts.

スリープ

coroutine asyncio.**sleep**(*delay*, *result=None*)

delay 秒だけ停止します。

result が提供されている場合は、コルーチン完了時にそれが呼び出し元に返されます。

`sleep()` は常に現在の Task を一時中断し、他の Task が実行されるのを許可します。

delay を 0 に設定することで、他のタスクを実行可能にする最適な方針を提供します。この方法は、実行時間の長い関数が、その実行時間全体にわたってイベントループをブロックしないようにするために利用できます。

現在の時刻を 5 秒間、毎秒表示するコルーチンの例:

```
import asyncio
import datetime

async def display_date():
    loop = asyncio.get_running_loop()
    end_time = loop.time() + 5.0
    while True:
        print(datetime.datetime.now())
        if (loop.time() + 1.0) >= end_time:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            break
        await asyncio.sleep(1)

asyncio.run(display_date())
```

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.13 で変更: Raises *ValueError* if *delay* is *nan*.

並行な Task 実行

awaitable asyncio.gather(**aws*, *return_exceptions=False*)

aws シーケンスにある *awaitable* **オブジェクト** を **並行** 実行します。

aws にある awaitable がコルーチンである場合、自動的に Task としてスケジュールされます。

全ての awaitable が正常終了した場合、その結果は返り値を集めたリストになります。返り値の順序は、*aws* での awaitable の順序に相当します。

return_exceptions が `False` である場合 (デフォルト)、`gather()` で await しているタスクに対して、最初の例外が直接伝えられます。*aws* に並んでいる他の awaitable は、**キャンセルされずに** 引き続いて実行されます。

return_exceptions が `True` だった場合、例外は成功した結果と同じように取り扱われ、結果リストに集められます。

`gather()` が **キャンセル** された場合、起動された全ての (未完了の) awaitable も **キャンセル** されます。

aws シーケンスにある Task あるいは Future が **キャンセル** された場合、*CancelledError* を送出したかのうように扱われます。つまり、この場合 `gather()` 呼び出しはキャンセル **されません**。これは、起動された 1 つの Task あるいは Future のキャンセルが、他の Task あるいは Future のキャンセルを引き起こすのを避けるためです。

注釈: A new alternative to create and run tasks concurrently and wait for their completion is *asyncio.TaskGroup*. *TaskGroup* provides stronger safety guarantees than *gather* for scheduling a nesting of subtasks: if a task (or a subtask, a task scheduled by a task) raises an exception, *TaskGroup* will, while *gather* will not, cancel the remaining scheduled tasks).

以下はプログラム例です:

```
import asyncio
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
async def factorial(name, number):
    f = 1
    for i in range(2, number + 1):
        print(f"Task {name}: Compute factorial({number}), currently i={i}...")
        await asyncio.sleep(1)
        f *= i
    print(f"Task {name}: factorial({number}) = {f}")
    return f

async def main():
    # Schedule three calls *concurrently*:
    L = await asyncio.gather(
        factorial("A", 2),
        factorial("B", 3),
        factorial("C", 4),
    )
    print(L)

asyncio.run(main())

# Expected output:
#
#     Task A: Compute factorial(2), currently i=2...
#     Task B: Compute factorial(3), currently i=2...
#     Task C: Compute factorial(4), currently i=2...
#     Task A: factorial(2) = 2
#     Task B: Compute factorial(3), currently i=3...
#     Task C: Compute factorial(4), currently i=3...
#     Task B: factorial(3) = 6
#     Task C: Compute factorial(4), currently i=4...
#     Task C: factorial(4) = 24
#     [2, 6, 24]
```

注釈: If *return_exceptions* is false, cancelling gather() after it has been marked done won't cancel any submitted awaitables. For instance, gather can be marked done after propagating an exception to the caller, therefore, calling `gather.cancel()` after catching an exception (raised by one of the awaitables) from gather won't cancel any other awaitables.

バージョン 3.7 で変更: *gather* 自身がキャンセルされた場合は、*return_exceptions* の値に関わらずキャンセルが伝搬されます。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.10 で非推奨: Deprecation warning is emitted if no positional arguments are provided or not all positional arguments are Future-like objects and there is no running event loop.

Eager Task Factory

asyncio.**eager_task_factory**(*loop*, *coro*, ***, *name=None*, *context=None*)

A task factory for eager task execution.

When using this factory (via *loop.set_task_factory(asyncio.eager_task_factory)*), coroutines begin execution synchronously during *Task* construction. Tasks are only scheduled on the event loop if they block. This can be a performance improvement as the overhead of loop scheduling is avoided for coroutines that complete synchronously.

A common example where this is beneficial is coroutines which employ caching or memoization to avoid actual I/O when possible.

注釈: Immediate execution of the coroutine is a semantic change. If the coroutine returns or raises, the task is never scheduled to the event loop. If the coroutine execution blocks, the task is scheduled to the event loop. This change may introduce behavior changes to existing applications. For example, the application's task execution order is likely to change.

Added in version 3.12.

asyncio.**create_eager_task_factory**(*custom_task_constructor*)

Create an eager task factory, similar to *eager_task_factory()*, using the provided *custom_task_constructor* when creating a new task instead of the default *Task*.

custom_task_constructor must be a *callable* with the signature matching the signature of *Task.__init__*. The callable must return a *asyncio.Task*-compatible object.

This function returns a *callable* intended to be used as a task factory of an event loop via *loop.set_task_factory(factory)*).

Added in version 3.12.

キャンセルからの保護

awaitable asyncio.**shield**(*aw*)

キャンセル から *awaitable* **オブジェクト** を保護します。

aw がコルーチンだった場合、自動的に Task としてスケジュールされます。

文:

```
task = asyncio.create_task(something())
res = await shield(task)
```

は、以下と同じです

```
res = await something()
```

それを含むコルーチンがキャンセルされた場合を **除き**、`something()` 内で動作している Task はキャンセルされません。`something()` 側から見るとキャンセルは発生しません。呼び出し元がキャンセルされた場合でも、”await” 式は *CancelledError* を送出します。

注意: `something()` が他の理由 (例えば、原因が自分自身) でキャンセルされた場合は `shield()` でも保護できません。

完全にキャンセルを無視したい場合 (推奨はしません) は、`shield()` 関数は次のように try/except 節と組み合わせることになるでしょう:

```
task = asyncio.create_task(something())
try:
    res = await shield(task)
except CancelledError:
    res = None
```

重要: Save a reference to tasks passed to this function, to avoid a task disappearing mid-execution. The event loop only keeps weak references to tasks. A task that isn't referenced elsewhere may get garbage collected at any time, even before it's done.

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.10 で非推奨: Deprecation warning is emitted if *aw* is not Future-like object and there is no running event loop.

タイムアウト

`asyncio.timeout(`*delay*`)`

Return an asynchronous context manager that can be used to limit the amount of time spent waiting on something.

delay can either be `None`, or a float/int number of seconds to wait. If *delay* is `None`, no time limit will be applied; this can be useful if the delay is unknown when the context manager is created.

In either case, the context manager can be rescheduled after creation using *Timeout.reschedule()*.

以下はプログラム例です:

```
async def main():
    async with asyncio.timeout(10):
        await long_running_task()
```

If `long_running_task` takes more than 10 seconds to complete, the context manager will cancel the current task and handle the resulting *asyncio.CancelledError* internally, transforming it into a *TimeoutError* which can be caught and handled.

注釈: The *asyncio.timeout()* context manager is what transforms the *asyncio.CancelledError* into a *TimeoutError*, which means the *TimeoutError* can only be caught *outside* of the context manager.

Example of catching *TimeoutError*:

```
async def main():
    try:
        async with asyncio.timeout(10):
            await long_running_task()
    except TimeoutError:
        print("The long operation timed out, but we've handled it.")

    print("This statement will run regardless.")
```

The context manager produced by *asyncio.timeout()* can be rescheduled to a different deadline and inspected.

class asyncio.Timeout(*when*)

An asynchronous context manager for cancelling overdue coroutines.

`when` should be an absolute time at which the context should time out, as measured by the event loop's clock:

- If `when` is `None`, the timeout will never trigger.
- If `when < loop.time()`, the timeout will trigger on the next iteration of the event loop.

when() → *float* | *None*

Return the current deadline, or `None` if the current deadline is not set.

reschedule(*when:* float | None)

Reschedule the timeout.

expired() → *bool*

Return whether the context manager has exceeded its deadline (expired).

以下はプログラム例です:

```
async def main():
    try:
        # We do not know the timeout when starting, so we pass ``None``.
        async with asyncio.timeout(None) as cm:
            # We know the timeout now, so we reschedule it.
            new_deadline = get_running_loop().time() + 10
            cm.reschedule(new_deadline)

            await long_running_task()
    except TimeoutError:
        pass

    if cm.expired():
        print("Looks like we haven't finished on time.")
```

Timeout context managers can be safely nested.

Added in version 3.11.

asyncio.timeout_at(*when*)

Similar to *asyncio.timeout()*, except *when* is the absolute time to stop waiting, or `None`.

以下はプログラム例です:

```
async def main():
    loop = get_running_loop()
    deadline = loop.time() + 20
    try:
        async with asyncio.timeout_at(deadline):
            await long_running_task()
    except TimeoutError:
        print("The long operation timed out, but we've handled it.")

    print("This statement will run regardless.")
```

Added in version 3.11.

coroutine asyncio.wait_for(*aw*, *timeout*)

aw *awaitable* が、完了するかタイムアウトになるのを待ちます。

aw がコルーチンだった場合、自動的に Task としてスケジュールされます。

timeout には None もしくは待つ秒数の浮動小数点数か整数を指定できます。*timeout* が None の場合、Future が完了するまで待ちます。

If a timeout occurs, it cancels the task and raises *TimeoutError*.

Task の **キャンセル** を避けるためには、*shield()* の中にラップしてください。

この関数は future が実際にキャンセルされるまで待つため、待ち時間の合計は *timeout* を超えることがあります。キャンセル中に例外が発生した場合は、その例外は伝達されます。

待機が中止された場合 *aw* も中止されます。

以下はプログラム例です:

```
async def eternity():
    # Sleep for one hour
    await asyncio.sleep(3600)
    print('yay!')

async def main():
    # Wait for at most 1 second
    try:
        await asyncio.wait_for(eternity(), timeout=1.0)
    except TimeoutError:
        print('timeout!')

asyncio.run(main())

# Expected output:
#
#     timeout!
```

バージョン 3.7 で変更: When *aw* is cancelled due to a timeout, `wait_for` waits for *aw* to be cancelled. Previously, it raised *TimeoutError* immediately.

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.11 で変更: Raises *TimeoutError* instead of *asyncio.TimeoutError*.

要素の終了待機

coroutine asyncio.wait(*aws*, ***, *timeout=None*, *return_when=ALL_COMPLETED*)

Run *Future* and *Task* instances in the *aws* iterable concurrently and block until the condition specified by *return_when*.

イテラブル *aws* は空であってはなりません。

Task/Future からなる 2 つの集合 (`done`, `pending`) を返します。

使い方:

```
done, pending = await asyncio.wait(aws)
```

timeout (浮動小数点数または整数) が指定されていたら、処理を返すのを待つ最大秒数を制御するのに使われます。

Note that this function does not raise *TimeoutError*. Futures or Tasks that aren't done when the timeout occurs are simply returned in the second set.

return_when でこの関数がいつ結果を返すか指定します。指定できる値は以下の 定数のどれか一つです:

定数	説明
asyncio.FIRST_COMPLETED	いずれかのフューチャが終了したかキャンセルされたときに返します。
asyncio.FIRST_EXCEPTION	The function will return when any future finishes by raising an exception. If no future raises an exception then it is equivalent to *ALL_COMPLETED*.
asyncio.ALL_COMPLETED	すべてのフューチャが終了したかキャンセルされたときに返します。

wait_for() と異なり、wait() はタイムアウトが起きたときに Future をキャンセルしません。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.11 で変更: Passing coroutine objects to wait() directly is forbidden.

バージョン 3.12 で変更: Added support for generators yielding tasks.

asyncio.**as_completed**(*aws*, ***, *timeout=None*)

Run *awaitable objects* in the *aws* iterable concurrently. The returned object can be iterated to obtain the results of the awaitables as they finish.

The object returned by as_completed() can be iterated as an *asynchronous iterator* or a plain *iterator*. When asynchronous iteration is used, the originally-supplied awaitables are yielded if they are tasks or futures. This makes it easy to correlate previously-scheduled tasks with their results. Example:

```
ipv4_connect = create_task(open_connection("127.0.0.1", 80))
ipv6_connect = create_task(open_connection("::1", 80))
tasks = [ipv4_connect, ipv6_connect]

async for earliest_connect in as_completed(tasks):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # earliest_connect is done. The result can be obtained by
    # awaiting it or calling earliest_connect.result()
    reader, writer = await earliest_connect

    if earliest_connect is ipv6_connect:
        print("IPv6 connection established.")
    else:
        print("IPv4 connection established.")
```

During asynchronous iteration, implicitly-created tasks will be yielded for supplied awaitables that aren't tasks or futures.

When used as a plain iterator, each iteration yields a new coroutine that returns the result or raises the exception of the next completed awaitable. This pattern is compatible with Python versions older than 3.13:

```
ipv4_connect = create_task(open_connection("127.0.0.1", 80))
ipv6_connect = create_task(open_connection("::1", 80))
tasks = [ipv4_connect, ipv6_connect]

for next_connect in as_completed(tasks):
    # next_connect is not one of the original task objects. It must be
    # awaited to obtain the result value or raise the exception of the
    # awaitable that finishes next.
    reader, writer = await next_connect
```

A *TimeoutError* is raised if the timeout occurs before all awaitables are done. This is raised by the `async for` loop during asynchronous iteration or by the coroutines yielded during plain iteration.

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.10 で非推奨: Deprecation warning is emitted if not all awaitable objects in the *aws* iterable are Future-like objects and there is no running event loop.

バージョン 3.12 で変更: Added support for generators yielding tasks.

バージョン 3.13 で変更: The result can now be used as either an *asynchronous iterator* or as a plain *iterator* (previously it was only a plain iterator).

スレッド内での実行

coroutine asyncio.to_thread(*func*, /, **args*, ***kwargs*)

別のスレッドで非同期的に関数 *func* を実行します。

この関数に渡された *args と **kwargs は関数 *func* に直接渡されます。また、イベントループスレッドのコンテキスト変数に関数を実行するスレッドからアクセスできるように、現在の *contextvars.Context* も伝播されます。

関数 *func* の最終結果を待ち受けできるコルーチンを返します。

This coroutine function is primarily intended to be used for executing IO-bound functions/methods that would otherwise block the event loop if they were run in the main thread. For example:

```
def blocking_io():
    print(f"start blocking_io at {time.strftime('%X')}")
    # Note that time.sleep() can be replaced with any blocking
    # IO-bound operation, such as file operations.
    time.sleep(1)
    print(f"blocking_io complete at {time.strftime('%X')}")

async def main():
    print(f"started main at {time.strftime('%X')}")

    await asyncio.gather(
        asyncio.to_thread(blocking_io),
        asyncio.sleep(1))

    print(f"finished main at {time.strftime('%X')}")


asyncio.run(main())

# Expected output:
#
# started main at 19:50:53
# start blocking_io at 19:50:53
# blocking_io complete at 19:50:54
# finished main at 19:50:54
```

Directly calling `blocking_io()` in any coroutine would block the event loop for its duration, resulting in an additional 1 second of run time. Instead, by using `asyncio.to_thread()`, we can run it in a separate thread without blocking the event loop.

注釈: Due to the *GIL*, `asyncio.to_thread()` can typically only be used to make IO-bound functions non-blocking. However, for extension modules that release the GIL or alternative Python implemen-

tations that don't have one, `asyncio.to_thread()` can also be used for CPU-bound functions.

Added in version 3.9.

外部スレッドからのスケジュール

`asyncio.run_coroutine_threadsafe(`*coro*, *loop*`)`

与えられたイベントループにコルーチンを送ります。この処理は、スレッドセーフです。

他の OS スレッドから結果を待つための *concurrent.futures.Future* を返します。

この関数は、イベントループが動作しているスレッドとは異なる OS スレッドから呼び出すためのものです。例えば次のように使います:

```
# Create a coroutine
coro = asyncio.sleep(1, result=3)

# Submit the coroutine to a given loop
future = asyncio.run_coroutine_threadsafe(coro, loop)

# Wait for the result with an optional timeout argument
assert future.result(timeout) == 3
```

コルーチンから例外が送出された場合、返された Future に通知されます。これはイベントループの Task をキャンセルするのにも使えます:

```
try:
    result = future.result(timeout)
except TimeoutError:
    print('The coroutine took too long, cancelling the task...')
    future.cancel()
except Exception as exc:
    print(f'The coroutine raised an exception: {exc!r}')
else:
    print(f'The coroutine returned: {result!r}')
```

このドキュメントの **並行処理とマルチスレッド処理** 節を参照してください。

他の asyncio 関数とは異なり、この関数は明示的に渡される *loop* 引数を必要とします。

Added in version 3.5.1.

イントロスペクション

asyncio.**current_task**(*loop=None*)

現在実行中の *Task* インスタンスを返します。実行中の Task が無い場合は None を返します。

loop が None の場合、*get_running_loop()* が現在のループを取得するのに使われます。

Added in version 3.7.

asyncio.**all_tasks**(*loop=None*)

ループで実行された *Task* オブジェクトでまだ完了していないものの集合を返します。

loop が None の場合、*get_running_loop()* は現在のループを取得するのに使われます。

Added in version 3.7.

asyncio.**iscoroutine**(*obj*)

Return True if *obj* is a coroutine object.

Added in version 3.4.

Task オブジェクト

class asyncio.**Task**(*coro*, ***, *loop=None*, *name=None*, *context=None*, *eager_start=False*)

Python **コルーチン** を実行する *Future* **類** オブジェクトです。スレッドセーフではありません。

Task はイベントループのコルーチンを実行するのに使われます。Future でコルーチンが待機している場合、Task は自身のコルーチンの実行を一時停止させ、Future の完了を待ちます。Future が **完了** したら、Task が内包しているコルーチンの実行を再開します。

イベントループは協調スケジューリングを使用します。つまり、イベントループは同時に 1 つの Task のみ実行します。Task が Future の完了を待っているときは、イベントループは他の Task やコールバックを動作させるか、IO 処理を実行します。

Task を作成するには高レベルの *asyncio.create_task()* 関数、あるいは低レベルの *loop.create_task()* 関数や *ensure_future()* 関数を使用してください。手作業での Task の実装は推奨されません。

実行中のタスクをキャンセルするためには、*cancel()* メソッドを使用します。このメソッドを呼ぶと、タスクはそれを内包するコルーチンに対して *CancelledError* 例外を送出します。キャンセルの際にコルーチンが Future オブジェクトを待っていた場合、その Future オブジェクトはキャンセルされます。

cancelled() は、タスクがキャンセルされたかを調べるのに使用できます。タスクを内包するコルーチンで *CancelledError* 例外が抑制されておらず、かつタスクが実際にキャンセルされている場合に、このメソッドは True を変えます。

asyncio.Task は、*Future.set_result()* と *Future.set_exception()* を除いて、*Future* の API をすべて継承しています。

An optional keyword-only *context* argument allows specifying a custom *contextvars.Context* for the *coro* to run in. If no *context* is provided, the Task copies the current context and later runs its coroutine in the copied context.

An optional keyword-only *eager_start* argument allows eagerly starting the execution of the *asyncio.Task* at task creation time. If set to `True` and the event loop is running, the task will start executing the coroutine immediately, until the first time the coroutine blocks. If the coroutine returns or raises without blocking, the task will be finished eagerly and will skip scheduling to the event loop.

バージョン 3.7 で変更: *contextvars* モジュールのサポートを追加。

バージョン 3.8 で変更: *name* パラメータを追加しました。

バージョン 3.10 で非推奨: Deprecation warning is emitted if *loop* is not specified and there is no running event loop.

バージョン 3.11 で変更: *context* パラメータを追加しました。

バージョン 3.12 で変更: Added the *eager_start* parameter.

done()

Task が **完了** しているなら `True` を返します。

Task がラップしているコルーチンが値を返すか、例外を送出するか、または Task がキャンセルされたとき、Task は **完了** します。

result()

Task の結果を返します。

Task が **完了** している場合、ラップしているコルーチンの結果が返されます (コルーチンが例外を送出された場合、その例外が例外が再送出されます)

Task が **キャンセル** されている場合、このメソッドは *CancelledError* 例外を送出します。

Task の結果がまだ未設定の場合、このメソッドは *InvalidStateError* 例外を送出します。

exception()

Task の例外を返します。

ラップされたコルーチンが例外を送出した場合、その例外が返されます。ラップされたコルーチンが正常終了した場合、このメソッドは `None` を返します。

Task が **キャンセル** されている場合、このメソッドは *CancelledError* 例外を送出します。

Task がまだ **完了** していない場合、このメソッドは *InvalidStateError* 例外を送出します。

add_done_callback(*callback*, ***, *context=None*)

Task が **完了** したときに実行されるコールバックを追加します。

このメソッドは低水準のコールバックベースのコードでのみ使うべきです。

詳細については *Future.add_done_callback()* のドキュメントを参照してください。

remove_done_callback(*callback*)

コールバックリストから *callback* を削除します。

このメソッドは低水準のコールバックベースのコードでのみ使うべきです。

詳細については *Future.remove_done_callback()* のドキュメントを参照してください。

get_stack(***, *limit=None*)

このタスクのスタックフレームのリストを返します。

コルーチンが完了していない場合、これはサスペンドされた時点でのスタックを返します。コルーチンが正常に処理を完了したか、キャンセルされていた場合は空のリストを返します。コルーチンが例外で終了した場合はトレースバックフレームのリストを返します。

フレームは常に古いものから新しい物へ並んでいます。

サスペンドされているコルーチンの場合スタックフレームが 1 個だけ返されます。

オプション引数 *limit* は返すフレームの最大数を指定します; デフォルトでは取得可能な全てのフレームを返します。返されるリストの順番は、スタックが返されるか、トレースバックが返されるかによって変わります: スタックでは新しい順に並んだリストが返されますが、トレースバックでは古い順に並んだリストが返されます（これは traceback モジュールの振る舞いと一致します）。

print_stack(***, *limit=None*, *file=None*)

このタスクのスタックまたはトレースバックを出力します。

このメソッドは *get_stack()* によって取得されるフレームに対し、traceback モジュールと同じような出力を生成します。

引数 *limit* は *get_stack()* にそのまま渡されます。

The *file* argument is an I/O stream to which the output is written; by default output is written to *sys.stdout*.

get_coro()

Task がラップしているコルーチンオブジェクトを返します。

注釈: This will return `None` for Tasks which have already completed eagerly. See the *Eager Task*

Factory.

Added in version 3.8.

バージョン 3.12 で変更: Newly added eager task execution means result may be `None`.

get_context()

Return the *contextvars.Context* object associated with the task.

Added in version 3.12.

get_name()

Task の名前を返します。

Task に対して明示的に名前が設定されていない場合, デフォルトの asyncio Task 実装はタスクをインスタンス化する際にデフォルトの名前を生成します。

Added in version 3.8.

set_name(*value*)

Task に名前を設定します。

引数 *value* は文字列に変換可能なオブジェクトであれば何でもかまいません。

Task のデフォルト実装では、名前はオブジェクトの *repr()* メソッドの出力で確認できます。

Added in version 3.8.

cancel(*msg=None*)

このタスクに、自身のキャンセルを要求します。

このメソッドは、イベントループの次のステップにおいて、タスクがラップしているコルーチン内で *CancelledError* 例外が送出されるように準備します。

The coroutine then has a chance to clean up or even deny the request by suppressing the exception with a `try` ... ... `except CancelledError` ... `finally` block. Therefore, unlike *Future.cancel()*, *Task.cancel()* does not guarantee that the Task will be cancelled, although suppressing cancellation completely is not common and is actively discouraged. Should the coroutine nevertheless decide to suppress the cancellation, it needs to call *Task.uncancel()* in addition to catching the exception.

バージョン 3.9 で変更: Added the *msg* parameter.

バージョン 3.11 で変更: The `msg` parameter is propagated from cancelled task to its awaiter. 以下の例は、コルーチンがどのようにしてキャンセルのリクエストを阻止するかを示しています:

```
async def cancel_me():
    print('cancel_me(): before sleep')

    try:
        # Wait for 1 hour
        await asyncio.sleep(3600)
    except asyncio.CancelledError:
        print('cancel_me(): cancel sleep')
        raise
    finally:
        print('cancel_me(): after sleep')

async def main():
    # Create a "cancel_me" Task
    task = asyncio.create_task(cancel_me())

    # Wait for 1 second
    await asyncio.sleep(1)

    task.cancel()
    try:
        await task
    except asyncio.CancelledError:
        print("main(): cancel_me is cancelled now")

asyncio.run(main())

# Expected output:
#
#     cancel_me(): before sleep
#     cancel_me(): cancel sleep
#     cancel_me(): after sleep
#     main(): cancel_me is cancelled now
```

`cancelled()`

Task が **キャンセルされた** 場合に `True` を返します。

`cancel()` メソッドによりキャンセルがリクエストされ、かつ Task がラップしているコルーチンが内部で送出された *`CancelledError`* 例外を伝達したとき、Task は実際に **キャンセル** されます。

`uncancel()`

Decrement the count of cancellation requests to this Task.

Returns the remaining number of cancellation requests.

Note that once execution of a cancelled task completed, further calls to *`uncancel()`* are ineffective.

Added in version 3.11.

This method is used by asyncio's internals and isn't expected to be used by end-user code. In particular, if a Task gets successfully uncancelled, this allows for elements of structured concurrency like *Task Groups* and *asyncio.timeout()* to continue running, isolating cancellation to the respective structured block. For example:

```
async def make_request_with_timeout():
    try:
        async with asyncio.timeout(1):
            # Structured block affected by the timeout:
            await make_request()
            await make_another_request()
    except TimeoutError:
        log("There was a timeout")
    # Outer code not affected by the timeout:
    await unrelated_code()
```

While the block with `make_request()` and `make_another_request()` might get cancelled due to the timeout, `unrelated_code()` should continue running even in case of the timeout. This is implemented with *uncancel()*. *TaskGroup* context managers use *uncancel()* in a similar fashion.

If end-user code is, for some reason, suppressing cancellation by catching *CancelledError*, it needs to call this method to remove the cancellation state.

When this method decrements the cancellation count to zero, the method checks if a previous *cancel()* call had arranged for *CancelledError* to be thrown into the task. If it hasn't been thrown yet, that arrangement will be rescinded (by resetting the internal `_must_cancel` flag).

バージョン 3.13 で変更: Changed to rescind pending cancellation requests upon reaching zero.

`cancelling()`

Return the number of pending cancellation requests to this Task, i.e., the number of calls to *cancel()* less the number of *uncancel()* calls.

Note that if this number is greater than zero but the Task is still executing, *cancelled()* will still return `False`. This is because this number can be lowered by calling *uncancel()*, which can lead to the task not being cancelled after all if the cancellation requests go down to zero.

This method is used by asyncio's internals and isn't expected to be used by end-user code. See *uncancel()* for more details.

Added in version 3.11.

18.1.3 ストリーム

ソースコード: Lib/asyncio/streams.py

ストリームはネットワークコネクションと合わせて動作する高水準の async/await 可能な基本要素です。ストリームはコールバックや低水準のプロトコルやトランスポートを使うことなくデータを送受信することを可能にします。

以下は asyncio ストリームを使って書いた TCP エコークライアントの例です:

```
import asyncio

async def tcp_echo_client(message):
    reader, writer = await asyncio.open_connection(
        '127.0.0.1', 8888)

    print(f'Send: {message!r}')
    writer.write(message.encode())
    await writer.drain()

    data = await reader.read(100)
    print(f'Received: {data.decode()!r}')

    print('Close the connection')
    writer.close()
    await writer.wait_closed()

asyncio.run(tcp_echo_client('Hello World!'))
```

下記の **使用例** 節も参照してください。

ストリーム関数

以下の asyncio のトップレベル関数はストリームの作成や操作を行うことができます:

coroutine asyncio.open_connection(*host=None*, *port=None*, ***, *limit=None*, *ssl=None*, *family=0*, *proto=0*, *flags=0*, *sock=None*, *local_addr=None*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*, *happy_eyeballs_delay=None*, *interleave=None*)

ネットワークコネクションを確立し、(reader, writer) のオブジェクトのペアを返します。

戻り値の *reader* と *writer* はそれぞれ *StreamReader* と *StreamWriter* クラスのインスタンスです。

limit は戻り値の *StreamReader* インスタンスが利用するバッファのサイズの上限値を設定します。デフォルトでは *limit* は 64 KiB に設定されます。

残りの引数は直接 *loop.create_connection()* に渡されます。

注釈: The *sock* argument transfers ownership of the socket to the *StreamWriter* created. To close the socket, call its *close()* method.

バージョン 3.7 で変更: Added the *ssl_handshake_timeout* parameter.

バージョン 3.8 で変更: *happy_eyeballs_delay* と *interleave* が追加されました。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

coroutine asyncio.start_server(*client_connected_cb*, *host=None*, *port=None*, ***, *limit=None*, *family=socket.AF_UNSPEC*, *flags=socket.AI_PASSIVE*, *sock=None*, *backlog=100*, *ssl=None*, *reuse_address=None*, *reuse_port=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*, *start_serving=True*)

ソケットサーバーを起動します。

client_connected_cb コールバックは新しいクライアントコネクションが確立されるたびに呼び出されます。このコールバックは *StreamReader* と *StreamWriter* クラスのインスタンスのペア (`reader`, `writer`) を 2 つの引数として受け取ります。

client_connected_cb には単純な呼び出し可能オブジェクトか、または **コルーチン関数** を指定します; コルーチン関数が指定された場合、コールバックの呼び出しは自動的に *Task* としてスケジュールされます。

limit は戻り値の *StreamReader* インスタンスが利用するバッファのサイズの上限値を設定します。デフォルトでは *limit* は 64 KiB に設定されます。

残りの引数は直接 *loop.create_server()* に渡されます。

注釈: The *sock* argument transfers ownership of the socket to the server created. To close the socket, call the server's *close()* method.

バージョン 3.7 で変更: *ssl_handshake_timeout* と *start_serving* パラメータが追加されました。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

Unix ソケット

coroutine asyncio.**open_unix_connection**(*path=None*, ***, *limit=None*, *ssl=None*, *sock=None*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*)

Unix ソケットコネクションを確立し、`(reader, writer)` のオブジェクトのペアを返します。

この関数は *open_connection()* と似ていますが Unix ソケットに対して動作します。

loop.create_unix_connection() のドキュメントも参照してください。

注釈: The *sock* argument transfers ownership of the socket to the *StreamWriter* created. To close the socket, call its *close()* method.

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.7 で変更: Added the *ssl_handshake_timeout* parameter. The *path* parameter can now be a *path-like object*

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

coroutine asyncio.**start_unix_server**(*client_connected_cb*, *path=None*, ***, *limit=None*, *sock=None*, *backlog=100*, *ssl=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*, *start_serving=True*)

Unix のソケットサーバーを起動します。

start_server() と似ていますが Unix ソケットに対して動作します。

loop.create_unix_server() のドキュメントも参照してください。

注釈: The *sock* argument transfers ownership of the socket to the server created. To close the socket, call the server's *close()* method.

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.7 で変更: Added the *ssl_handshake_timeout* and *start_serving* parameters. The *path* parameter can now be a *path-like object*.

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

StreamReader

class asyncio.StreamReader

Represents a reader object that provides APIs to read data from the IO stream. As an *asynchronous iterable*, the object supports the `async for` statement.

StreamReader オブジェクトを直接インスタンス化することは推奨されません; 代わりに *open_connection()* や *start_server()* を使ってください。

feed_eof()

EOF の肯定応答を行います。

coroutine read(*n=-1*)

ストリームから最大 *n* バイト読み込みます。

n が指定されないか `-1` が指定されていた場合 EOF になるまで読み込み、読み込まれた全ての *bytes* を返します。EOF を受信し、かつ内部バッファーが空の場合、空の `bytes` オブジェクトを返します。

n が `0` なら、ただちに空の `bytes` オブジェクトを返します。

n が正なら、内部バッファで最低でも 1 バイトが利用可能になり次第、利用可能な最大 *n* `bytes` を返します。1 バイトも読み込まないうちに EOF を受信したなら、空の `bytes` オブジェクトを返します。

coroutine readline()

1 行読み込みます。” 行” とは、`\n` で終了するバイト列のシーケンスです。

EOF を受信し、かつ `\n` が見つからない場合、このメソッドは部分的に読み込んだデータを返します。

EOF を受信し、かつ内部バッファーが空の場合、空の `bytes` オブジェクトを返します。

coroutine readexactly(*n*)

厳密に *n* バイトのデータを読み出します。

n バイトを読み出す前に EOF に達した場合 *IncompleteReadError* を送出します。部分的に読み出したデータを取得するには *IncompleteReadError.partial* 属性を使ってください。

coroutine readuntil(*separator=b'\n'*)

separator が見つかるまでストリームからデータを読み出します。

成功時には、データと区切り文字は内部バッファから削除されます (消費されます)。返されるデータの最後には区切り文字が含まれます。

読み出したデータの量が設定したストリームの上限を超えると *LimitOverrunError* 例外が送出されます。このときデータは内部バッファーに残され、再度読み出すことができます。

完全な区切り文字が見つかる前に EOF に達すると *IncompleteReadError* 例外が送出され、内部バッファーがリセットされます。このとき *IncompleteReadError.partial* 属性は区切り文字の一部

を含むかもしれません。

The *separator* may also be a tuple of separators. In this case the return value will be the shortest possible that has any separator as the suffix. For the purposes of *LimitOverrunError*, the shortest possible separator is considered to be the one that matched.

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.13 で変更: The *separator* parameter may now be a *tuple* of separators.

at_eof()

バッファーが空で *feed_eof()* が呼ばれていた場合 True を返します。

StreamWriter

class asyncio.StreamWriter

IO ストリームにデータを書き込むための API を提供するライターオブジェクトを表します。

StreamWriter オブジェクトを直接インスタンス化することは推奨されません; 代わりに *open_connection()* や *start_server()* を使ってください。

write(*data***)**

このメソッドは、背後にあるソケットにデータ *data* を即座に書き込みます。書き込みに失敗した場合、データは送信可能になるまで内部の書き込みバッファーに格納されて待機します。

このメソッドは drain() メソッドと組み合わせて使うべきです:

```
stream.write(data)
await stream.drain()
```

writelines(*data***)**

このメソッドは、背後にあるソケットにバイトデータのリスト (またはイテラブル) を即座に書き込みます。書き込みに失敗した場合、データは送信可能になるまで内部の書き込みバッファーに格納されて待機します。

このメソッドは drain() メソッドと組み合わせて使うべきです:

```
stream.writelines(lines)
await stream.drain()
```

close()

このメソッドはストリームと背後にあるソケットをクローズします。

The method should be used, though not mandatory, along with the wait_closed() method:

```
stream.close()
await stream.wait_closed()
```

can_write_eof()

背後にあるトランスポートが *write_eof()* メソッドをサポートしている場合 True を返し、そうでない場合は False を返します。

write_eof()

バッファーされた書き込みデータを全て書き込んでから、ストリームの書き込み側終端をクローズします。

transport

背後にある asyncio トランスポートを返します。

get_extra_info(*name*, *default=None*)

オプションのトランスポート情報にアクセスします。詳細は *BaseTransport.get_extra_info()* を参照してください。

coroutine drain()

ストリームへの書き込み再開に適切な状態になるまで待ちます。使用例:

```
writer.write(data)
await writer.drain()
```

このメソッドは背後にある IO 書き込みバッファーとやりとりを行うフロー制御メソッドです。バッファーのサイズが最高水位点に達した場合、*drain()* はバッファのサイズが最低水位点を下回るまで減量され、書き込み再開可能になるまで書き込みをブロックします。待ち受けの必要がない場合、*drain()* は即座にリターンします。

coroutine start_tls(*sslcontext*, ***, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*)

Upgrade an existing stream-based connection to TLS.

引数:

- *sslcontext*: 構成済みの *SSLContext* インスタンスです。
- *server_hostname*: 対象のサーバーの証明書との照合に使われるホスト名を設定または上書きします。
- *ssl_handshake_timeout* is the time in seconds to wait for the TLS handshake to complete before aborting the connection. 60.0 seconds if None (default).
- *ssl_shutdown_timeout* is the time in seconds to wait for the SSL shutdown to complete before aborting the connection. 30.0 seconds if None (default).

Added in version 3.11.

バージョン 3.12 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

is_closing()

ストリームがクローズされたか、またはクローズ処理中の場合に `True` を返します。

Added in version 3.7.

coroutine wait_closed()

ストリームがクローズされるまで待機します。

Should be called after *close()* to wait until the underlying connection is closed, ensuring that all data has been flushed before e.g. exiting the program.

Added in version 3.7.

使用例

ストリームを使った TCP Echo クライアント

asyncio.open_connection() 関数を使った TCP Echo クライアントです:

```
import asyncio

async def tcp_echo_client(message):
    reader, writer = await asyncio.open_connection(
        '127.0.0.1', 8888)

    print(f'Send: {message!r}')
    writer.write(message.encode())
    await writer.drain()

    data = await reader.read(100)
    print(f'Received: {data.decode()!r}')

    print('Close the connection')
    writer.close()
    await writer.wait_closed()

asyncio.run(tcp_echo_client('Hello World!'))
```

参考:

TCP エコークライアントプロトコル の例は低水準の *loop.create_connection()* メソッドを使っています。

ストリームを使った TCP Echo サーバー

asyncio.start_server() 関数を使った TCP Echo サーバーです:

```
import asyncio

async def handle_echo(reader, writer):
    data = await reader.read(100)
    message = data.decode()
    addr = writer.get_extra_info('peername')

    print(f"Received {message!r} from {addr!r}")

    print(f"Send: {message!r}")
    writer.write(data)
    await writer.drain()

    print("Close the connection")
    writer.close()
    await writer.wait_closed()

async def main():
    server = await asyncio.start_server(
        handle_echo, '127.0.0.1', 8888)

    addrs = ', '.join(str(sock.getsockname()) for sock in server.sockets)
    print(f'Serving on {addrs}')

    async with server:
        await server.serve_forever()

asyncio.run(main())
```

参考:

TCP エコーサーバープロトコル の例は *loop.create_server()* メソッドを使っています。

HTTP ヘッダーの取得

コマンドラインから渡された URL の HTTP ヘッダーを問い合わせる簡単な例です:

```
import asyncio
import urllib.parse
import sys

async def print_http_headers(url):
    url = urllib.parse.urlsplit(url)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    if url.scheme == 'https':
        reader, writer = await asyncio.open_connection(
            url.hostname, 443, ssl=True)
    else:
        reader, writer = await asyncio.open_connection(
            url.hostname, 80)

    query = (
        f"HEAD {url.path or '/'} HTTP/1.0\r\n"
        f"Host: {url.hostname}\r\n"
        f"\r\n"
    )

    writer.write(query.encode('latin-1'))
    while True:
        line = await reader.readline()
        if not line:
            break

        line = line.decode('latin1').rstrip()
        if line:
            print(f'HTTP header> {line}')

    # Ignore the body, close the socket
    writer.close()
    await writer.wait_closed()

url = sys.argv[1]
asyncio.run(print_http_headers(url))
```

使い方:

```
python example.py http://example.com/path/page.html
```

または HTTPS を使用:

```
python example.py https://example.com/path/page.html
```

ストリームを使ってデータを待つオープンソケットの登録

open_connection() 関数を使ってソケットがデータを受信するまで待つコルーチンです:

```
import asyncio
import socket
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
async def wait_for_data():
    # Get a reference to the current event loop because
    # we want to access low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    # Create a pair of connected sockets.
    rsock, wsock = socket.socketpair()

    # Register the open socket to wait for data.
    reader, writer = await asyncio.open_connection(sock=rsock)

    # Simulate the reception of data from the network
    loop.call_soon(wsock.send, 'abc'.encode())

    # Wait for data
    data = await reader.read(100)

    # Got data, we are done: close the socket
    print("Received:", data.decode())
    writer.close()
    await writer.wait_closed()

    # Close the second socket
    wsock.close()

asyncio.run(wait_for_data())
```

参考:

プロトコルを使ってオープンしたソケットをデータ待ち受けのために登録する 例では、低水準のプロトコルと *loop.create_connection()* メソッドを使っています。

ファイル記述子の読み出しイベントを監視する 例では、低水準の *loop.add_reader()* メソッドを使ってファイル記述子を監視しています。

18.1.4 同期プリミティブ

ソースコード: Lib/asyncio/locks.py

---

asyncio の同期プリミティブは *threading* モジュールのそれと類似するようにデザインされていますが、2 つの重要な注意事項があります:

- asyncio の同期プリミティブはスレッドセーフではありません。従って OS スレッドの同期に使うべきではありません (代わりに *threading* を使ってください);

- 同期プリミティブのメソッドは *timeout* 引数を受け付けません; タイムアウトを伴う操作を実行するには *asyncio.wait_for()* 関数を使ってください。

asyncio モジュールは以下の基本的な同期プリミティブを持っています:

- *Lock*
- *Event*
- *Condition*
- *Semaphore*
- *BoundedSemaphore*
- *Barrier*

Lock

class asyncio.Lock

asyncio タスクのためのミューテックスロックを実装しています。スレッドセーフではありません。

asyncio ロックは、共有リソースに対する排他的なアクセスを保証するために使うことができます。

Lock の望ましい使用方法は、`async with` 文と組み合わせて使うことです:

```
lock = asyncio.Lock()

# ... later
async with lock:
    # access shared state
```

これは以下のコードと等価です:

```
lock = asyncio.Lock()

# ... later
await lock.acquire()
try:
    # access shared state
finally:
    lock.release()
```

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

coroutine acquire()

ロックを獲得します。

このメソッドはロックが **解除される** まで待機し、ロックを **ロック状態** に変更して True を返します。

複数のコルーチンが *acquire()* メソッドによりロックの解除を待ち受けている場合、最終的にただひとつのコルーチンが実行されます。

ロックの獲得は **公平** です: すなわちロックを獲得して実行されるコルーチンは、最初にロックの待ち受けを開始したコルーチンです。

release()

ロックを解放します。

ロックが **ロック状態** の場合、ロックを **解除状態** にしてリターンします。

ロックが **解除状態** の場合、*RuntimeError* 例外が送出されます。

locked()

ロック状態 の場合に True を返します。

Event

class asyncio.Event

イベントオブジェクトです。スレッドセーフではありません。

asyncio イベントは、複数の asyncio タスクに対して何らかのイベントが発生したことを通知するために使うことができます。

Event オブジェクトは内部フラグを管理します。フラグの値は *set()* メソッドにより *true* に、また *clear()* メソッドにより *false* に設定することができます。*wait()* メソッドはフラグが *true* になるまで処理をブロックします。フラグの初期値は *false* です。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。 以下はプログラム例です:

```
async def waiter(event):
    print('waiting for it ...')
    await event.wait()
    print('... got it!')

async def main():
    # Create an Event object.
    event = asyncio.Event()

    # Spawn a Task to wait until 'event' is set.
    waiter_task = asyncio.create_task(waiter(event))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # Sleep for 1 second and set the event.
    await asyncio.sleep(1)
    event.set()

    # Wait until the waiter task is finished.
    await waiter_task

asyncio.run(main())
```

coroutine wait()

イベントがセットされるまで待機します。

イベントがセットされると、即座に True を返します。そうでなければ、他のタスクが *set()* メソッドを呼び出すまで処理をブロックします。

set()

イベントをセットします。

イベントがセットされるまで待機している全てのタスクは、即座に通知を受けて実行を再開します。

clear()

イベントをクリア (アンセット) します

wait() メソッドで待ち受けを行うタスクは *set()* メソッドが再度呼び出されるまで処理をブロックします。

is_set()

イベントがセットされている場合 True を返します。

Condition

class asyncio.Condition(*lock=None*)

条件変数オブジェクトです。スレッドセーフではありません。

asyncio 条件プリミティブは何らかのイベントが発生するのを待ち受け、そのイベントを契機として共有リソースへの排他的なアクセスを得るために利用することができます。

本質的に、Condition オブジェクトは *Event* と a *Lock* の 2 つのクラスの機能を組み合わせたものです。複数の Condition オブジェクトが単一の Lock を共有することでができます。これにより、共有リソースのそれぞれの状態に関連する異なるタスクの間で、そのリソースへの排他的アクセスを調整することが可能になります。

オプション引数 *lock* は *Lock* または None でなければなりません。後者の場合自動的に新しい Lock オブジェクトが生成されます。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

Condition の望ましい使用方法は async with 文と組み合わせて使うことです:

```
cond = asyncio.Condition()

# ... later
async with cond:
    await cond.wait()
```

これは以下のコードと等価です:

```
cond = asyncio.Condition()

# ... later
await cond.acquire()
try:
    await cond.wait()
finally:
    cond.release()
```

coroutine acquire()

下層でのロックを獲得します。

このメソッドは下層のロックが **解除される** まで待機し、ロックを **ロック状態** に変更して True を返します。

notify(*n=1*)

Wake up n tasks (1 by default) waiting on this condition. If fewer than n tasks are waiting they are all awakened.

このメソッドが呼び出される前にロックを獲得しておかなければなりません。また、メソッド呼び出し後速やかにロックを解除しなければなりません。**解除された** ロックとと共に呼び出された場合、*RuntimeError* 例外が送出されます。

locked()

下層のロックを獲得していれば True を返します。

notify_all()

この条件を待ち受けている全てのタスクを起動します。

このメソッドは *notify()* と同じように振る舞いますが、待ち受けている全てのタスクを起動します。

このメソッドが呼び出される前にロックを獲得しておかなければなりません。また、メソッド呼び出し後速やかにロックを解除しなければなりません。**解除された** ロックとと共に呼び出された場合、*RuntimeError* 例外が送出されます。

release()

下層のロックを解除します。

アンロック状態のロックに対して呼び出された場合、*RuntimeError* が送出されます。

coroutine wait()

通知を受けるまで待機します。

このメソッドが呼び出された時点で呼び出し元のタスクがロックを獲得していない場合、*RuntimeError* 例外が送出されます。

このメソッドは下層のロックを解除し、その後 *notify()* または *notify_all()* の呼び出しによって起動されるまで処理をブロックします。いったん起動されると、Condition は再びロックを獲得し、メソッドは `True` を返します。

Note that a task *may* return from this call spuriously, which is why the caller should always re-check the state and be prepared to *wait()* again. For this reason, you may prefer to use *wait_for()* instead.

coroutine wait_for(*predicate*)

引数 predicate の条件が **真** になるまで待機します。

The predicate must be a callable which result will be interpreted as a boolean value. The method will repeatedly *wait()* until the predicate evaluates to *true*. The final value is the return value.

Semaphore

class asyncio.Semaphore(*value=1*)

セマフォオブジェクトです。スレッドセーフではありません。

セマフォは内部のカウンターを管理しています。カウンターは *acquire()* メソッドの呼び出しによって減算され、*release()* メソッドの呼び出しによって加算されます。カウンターがゼロを下回ることはありません。*acquire()* メソッドが呼び出された時にカウンターがゼロになっていると、セマフォは処理をブロックし、他のタスクが *release()* メソッドを呼び出すまで待機します。

オプション引数 *value* は内部カウンターの初期値を与えます (デフォルトは `1` です)。指定された値が `0` より小さい場合、*ValueError* 例外が送出されます。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

セマフォの望ましい使用方法は、`async with` 文と組み合わせて使うことです:

```
sem = asyncio.Semaphore(10)

# ... later
async with sem:
    # work with shared resource
```

これは以下のコードと等価です:

```
sem = asyncio.Semaphore(10)

# ... later
await sem.acquire()
try:
    # work with shared resource
finally:
    sem.release()
```

coroutine acquire()

セマフォを獲得します。

内部カウンターがゼロより大きい場合、カウンターを 1 つ減算して即座に True を返します。内部カウンターがゼロの場合、*release()* が呼び出されるまで待機してから True を返します。

locked()

セマフォを直ちに獲得できない場合 True を返します。

release()

セマフォを解放し、内部カウンターを 1 つ加算します。セマフォ待ちをしているタスクを起動する可能性があります。

BoundedSemaphore と異なり、*Semaphore* は release() を acquire() よりも多く呼び出すことを許容します。

BoundedSemaphore

class asyncio.BoundedSemaphore(*value=1*)

有限セマフォオブジェクトです。スレッドセーフではありません。

有限セマフォは *Semaphore* の一種で、*release()* メソッドの呼び出しにより内部カウンターが **初期値** よりも増加してしまう場合は *ValueError* 例外を送出します。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

Barrier

class asyncio.**Barrier**(*parties*)

A barrier object. Not thread-safe.

A barrier is a simple synchronization primitive that allows to block until *parties* number of tasks are waiting on it. Tasks can wait on the *wait()* method and would be blocked until the specified number of tasks end up waiting on *wait()*. At that point all of the waiting tasks would unblock simultaneously.

async with can be used as an alternative to awaiting on *wait()*.

The barrier can be reused any number of times.

以下はプログラム例です:

```
async def example_barrier():
   # barrier with 3 parties
   b = asyncio.Barrier(3)

   # create 2 new waiting tasks
   asyncio.create_task(b.wait())
   asyncio.create_task(b.wait())

   await asyncio.sleep(0)
   print(b)

   # The third .wait() call passes the barrier
   await b.wait()
   print(b)
   print("barrier passed")

   await asyncio.sleep(0)
   print(b)

asyncio.run(example_barrier())
```

Result of this example is:

```
<asyncio.locks.Barrier object at 0x... [filling, waiters:2/3]>
<asyncio.locks.Barrier object at 0x... [draining, waiters:0/3]>
barrier passed
<asyncio.locks.Barrier object at 0x... [filling, waiters:0/3]>
```

Added in version 3.11.

coroutine wait()

Pass the barrier. When all the tasks party to the barrier have called this function, they are all unblocked simultaneously.

When a waiting or blocked task in the barrier is cancelled, this task exits the barrier which stays in the same state. If the state of the barrier is "filling", the number of waiting task decreases by 1.

The return value is an integer in the range of 0 to `parties-1`, different for each task. This can be used to select a task to do some special housekeeping, e.g.:

```
...
async with barrier as position:
    if position == 0:
        # Only one task prints this
        print('End of *draining phase*')
```

This method may raise a *BrokenBarrierError* exception if the barrier is broken or reset while a task is waiting. It could raise a *CancelledError* if a task is cancelled.

coroutine reset()

Return the barrier to the default, empty state. Any tasks waiting on it will receive the *BrokenBarrierError* exception.

If a barrier is broken it may be better to just leave it and create a new one.

coroutine abort()

Put the barrier into a broken state. This causes any active or future calls to *wait()* to fail with the *BrokenBarrierError*. Use this for example if one of the tasks needs to abort, to avoid infinite waiting tasks.

parties

The number of tasks required to pass the barrier.

n_waiting

The number of tasks currently waiting in the barrier while filling.

broken

バリアが broken な状態である場合に `True` となるブール値。

exception asyncio.BrokenBarrierError

Barrier オブジェクトがリセットされるか broken な場合に、この例外 (*RuntimeError* のサブクラス) が送出されます。

バージョン 3.9 で変更: `await lock` や `yield from lock` およびそれらと `with` 文との組み合わせ (すなわち `with await lock` や `with (yield from lock)`) によるロックの獲得は削除されました。代わりに `async with lock` を使ってください。

18.1.5 サブプロセス

ソースコード: Lib/asyncio/subprocess.py, Lib/asyncio/base_subprocess.py

---

このセクションはサブプロセスの生成と管理を行う高水準の async/await asyncio API について説明します。

以下は、asyncio モジュールがどのようにシェルコマンドを実行し、結果を取得できるかを示す例です:

```
import asyncio

async def run(cmd):
    proc = await asyncio.create_subprocess_shell(
        cmd,
        stdout=asyncio.subprocess.PIPE,
        stderr=asyncio.subprocess.PIPE)

    stdout, stderr = await proc.communicate()

    print(f'[{cmd!r} exited with {proc.returncode}]')
    if stdout:
        print(f'[stdout]\n{stdout.decode()}')
    if stderr:
        print(f'[stderr]\n{stderr.decode()}')

asyncio.run(run('ls /zzz'))
```

このサンプルコードは以下を出力します:

```
['ls /zzz' exited with 1]
[stderr]
ls: /zzz: No such file or directory
```

全ての asyncio のサブプロセス関数は非同期ですが、asyncio モジュールはこれらの非同期関数と協調するための多くのツールを提供しているので、複数のサブプロセスを並列に実行して監視することは簡単です。実際、上記のサンプルコードを複数のコマンドを同時に実行するように修正するのはきわめて単純です:

```
async def main():
    await asyncio.gather(
        run('ls /zzz'),
        run('sleep 1; echo "hello"'))

asyncio.run(main())
```

使用例 節も参照してください。

サブプロセスの生成

coroutine asyncio.**create_subprocess_exec**(*program*, **args*, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *limit=None*, ***kwds*)

サブプロセスを作成します。

The *limit* argument sets the buffer limit for *StreamReader* wrappers for `Process.stdout` and `Process.stderr` (if *subprocess.PIPE* is passed to *stdout* and *stderr* arguments).

Process のインスタンスを返します。

他のパラメータについては *loop.subprocess_exec()* を参照してください。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

coroutine asyncio.**create_subprocess_shell**(*cmd*, *stdin=None*, *stdout=None*, *stderr=None*, *limit=None*, ***kwds*)

シェルコマンド *cmd* を実行します。

The *limit* argument sets the buffer limit for *StreamReader* wrappers for `Process.stdout` and `Process.stderr` (if *subprocess.PIPE* is passed to *stdout* and *stderr* arguments).

Process のインスタンスを返します。

他のパラメータについては *loop.subprocess_shell()* のドキュメントを参照してください。

重要: シェルインジェクション の脆弱性を回避するために全ての空白文字および特殊文字を適切にクオートすることは、アプリケーション側の責任で確実に行ってください。シェルコマンドを構成する文字列内の空白文字と特殊文字のエスケープは、*shlex.quote()* 関数を使うと適切に行うことができます。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

注釈: サブプロセスは、*ProactorEventLoop* を使えば Windows でも利用可能です。詳しくは *Windows* **におけるサブプロセスのサポート** を参照してください。

参考:

asyncio は以下に挙げるサブプロセスと協調するための **低水準の** API も持っています: *loop.subprocess_exec()*, *loop.subprocess_shell()*, *loop.connect_read_pipe()*, *loop.connect_write_pipe()* および *Subprocess Transports* と *Subprocess Protocols*。

定数

asyncio.subprocess.PIPE

stdin, *stdout* または *stderr* に渡すことができます。

PIPE が *stdin* 引数に渡された場合、*Process.stdin* 属性は StreamWriter インスタンスを指します。

PIPE が *stdout* や *stderr* 引数に渡された場合、*Process.stdout* と *Process.stderr* 属性は StreamReader インスタンスを指します。

asyncio.subprocess.STDOUT

stderr 引数に対して利用できる特殊な値で、標準エラー出力が標準出力にリダイレクトされることを意味します。

asyncio.subprocess.DEVNULL

プロセスを生成する関数の *stdin*, *stdout* または *stderr* 引数に利用できる特殊な値です。対応するサブプロセスのストリームに特殊なファイル *os.devnull* が使われることを意味します。

サブプロセスとやりとりする

create_subprocess_exec() と *create_subprocess_shell()* の 2 つの関数はどちらも *Process* クラスのインスタンスを返します。*Process* クラスはサブプロセスと通信したり、サブプロセスの完了を監視したりするための高水準のラッパーです。

class asyncio.subprocess.Process

関数 create_subprocess_exec() や create_subprocess_shell() によって生成された OS のプロセスをラップするオブジェクトです。

このクラスは *subprocess.Popen* クラスと同様の API を持つように設計されていますが、いくつかの注意すべき違いがあります:

- Popen と異なり、Process インスタンスは *poll()* メソッドに相当するメソッドを持っていません;
- the *communicate()* and *wait()* methods don't have a *timeout* parameter: use the *wait_for()* function;
- *subprocess.Popen.wait()* メソッドが同期処理のビジーループとして実装されているのに対して、*Process.wait()* メソッドは非同期処理です;
- *universal_newlines* パラメータはサポートされていません。

このクラスは **スレッド安全ではありません**。

サブプロセスとスレッド 節も参照してください。

coroutine wait()

子プロセスが終了するのを待ち受けます。

returncode 属性を設定し、その値を返します。

注釈: stdout=PIPE または stderr=PIPE を使っており、OS パイプバッファがさらなるデータを受け付けるようになるまで子プロセスをブロックするほど大量の出力を生成場合、このメソッドはデッドロックする可能性があります。この条件を避けるため、パイプを使用する場合は *communicate()* メソッドを使ってください。

---

coroutine communicate(*input=None*)

プロセスとのやりとりを行います:

1. *stdin* にデータを送信します (*input* が None でない場合);
2. *stdin* を閉じます;
3. EOF に達するまで *stdout* および *stderr* からデータを読み出します;
4. プロセスが終了するまで待ち受けます。

input オプション引数は子プロセスに送信されるデータ (*bytes* オブジェクト) です。

(stdout_data, stderr_data) のタプルを返します。

input を標準入力 *stdin* n に書き込んでいる時に *BrokenPipeError* または *ConnectionResetError* 例外が送出された場合、例外は無視されます。このような条件は、全てのデータが *stdin* に書き込まれる前にプロセスが終了した場合に起こります。

子プロセスの標準入力 *stdin* にデータを送りたい場合、プロセスは stdin=PIPE を設定して生成する必要があります。同様に、None 以外の何らかのデータを戻り値のタプルで受け取りたい場合、プロセスは stdout=PIPE と stderr=PIPE のいずれかまたは両方を指定して生成しなければなりません。

プロセスから受信したデータはメモリ上にバッファーされることに注意してください。そのため、返されるデータのサイズが大きいかまたは無制限の場合はこのメソッドを使わないようにしてください。

バージョン 3.12 で変更: *input=None* のときも *stdin* は閉じられます。

send_signal(*signal*)

子プロセスにシグナル *signal* を送信します。

注 釈: On Windows, *SIGTERM* is an alias for *terminate()*. CTRL_C_EVENT and CTRL_BREAK_EVENT can be sent to processes started with a *creationflags* parameter which includes

CREATE_NEW_PROCESS_GROUP.

---

terminate()

子プロセスを停止します。

On POSIX systems this method sends *SIGTERM* to the child process.

On Windows the Win32 API function `TerminateProcess()` is called to stop the child process.

kill()

子プロセスを強制終了 (kill) します。

POSIX システムの場合、このメソッドは子プロセスに `SIGKILL` シグナルを送信します。

Windows では、このメソッドは *terminate()* のエイリアスです。

stdin

標準入力ストリーム (`StreamWriter`) です。プロセスが `stdin=None` で生成された場合は `None` になります。

stdout

標準出力ストリーム (`StreamReader`) です。プロセスが `stdout=None` で生成された場合は `None` になります。

stderr

標準エラー出力ストリーム (`StreamReader`) です。プロセスが `stderr=None` で生成された場合は `None` になります。

警告: Use the *communicate()* method rather than *process.stdin.write()*, *await process.stdout.read()* or *await process.stderr.read()*. This avoids deadlocks due to streams pausing reading or writing and blocking the child process.

pid

子プロセスのプロセス番号 (PID) です。

`create_subprocess_shell()` 関数によって生成されたプロセスの場合、この属性は生成されたシェルの PID になることに注意してください。

returncode

プロセスが終了した時の終了ステータスを返します。

この属性が `None` であることは、プロセスがまだ終了していないことを示しています。

負の値 -N は子プロセスがシグナル N により中止させられたことを示します (POSIX のみ)。

サブプロセスとスレッド

標準的な asyncio のイベントループは、異なるスレッドからサブプロセスを実行するのをデフォルトでサポートしています。

Windows のサブプロセスは *ProactorEventLoop* (デフォルト) のみ提供され、*SelectorEventLoop* はサブプロセスをサポートしていません。

標準で提供されない別のイベントループ実装の場合、固有の制限がある可能性があります; それぞれの実装のドキュメントを参照してください。

参考:

並行処理とマルチスレッド処理

使用例

サブプロセスの制御のために *Process* クラスを使い、サブプロセスの標準出力を読み出すために *StreamReader* を使う例です。

サブプロセスは *create_subprocess_exec()* 関数により生成されます:

```
import asyncio
import sys

async def get_date():
    code = 'import datetime; print(datetime.datetime.now())'

    # Create the subprocess; redirect the standard output
    # into a pipe.
    proc = await asyncio.create_subprocess_exec(
        sys.executable, '-c', code,
        stdout=asyncio.subprocess.PIPE)

    # Read one line of output.
    data = await proc.stdout.readline()
    line = data.decode('ascii').rstrip()

    # Wait for the subprocess exit.
    await proc.wait()
    return line

date = asyncio.run(get_date())
print(f"Current date: {date}")
```

低水準の API を使って書かれた 同様の例 も参照してください。

18.1.6 キュー

ソースコード: Lib/asyncio/queues.py

---

asyncio キューは *queue* モジュールのクラス群と同じ形になるように設計されています。asyncio キューはスレッドセーフではありませんが、それらは async/await コードから使われるために特別に設計されています。

asyncio キューのメソッドは *timeout* パラメータを持たないことに注意してください; タイムアウトを伴うキューを使った処理を行うには *asyncio.wait_for()* 関数を使ってください。

下記の 使用例 節も参照してください。

Queue

class asyncio.Queue(*maxsize=0*)

先入れ先出し (FIFO) キューです。

maxsize がゼロ以下の場合、キューは無限長になります。0 より大きい整数の場合、キューが *maxsize* に達すると `await put()` は *get()* によってキューの要素が除去されるまでブロックします。

標準ライブラリにおけるスレッドベースの *queue* モジュールと異なり、キューのサイズは常に既知であり、*qsize()* メソッドを呼び出すことによって取得することができます。

バージョン 3.10 で変更: *loop* パラメータが削除されました。

このクラスは スレッド安全ではありません。

maxsize

キューに追加できるアイテム数です。

empty()

キューが空ならば `True` を、そうでなければ `False` を返します。

full()

キューに要素が *maxsize* 個あれば `True` を返します。

キューが `maxsize=0` (デフォルト値) で初期化された場合、*full()* メソッドが `True` を返すことはありません。

coroutine get()

キューから要素を削除して返します。キューが空の場合項目が利用可能になるまで待機します。

Raises *QueueShutDown* if the queue has been shut down and is empty, or if the queue has been shut down immediately.

get_nowait()

直ちに利用できるアイテムがあるときはそれを、そうでなければ *QueueEmpty* を返します。

coroutine join()

キューにある全ての要素が取得され、処理されるまでブロックします。

未完了のタスクのカウント値は、キューにアイテムが追加されるときは常に加算され、キューの要素を消費するコルーチンが要素を取り出し、処理を完了したことを通知するために *task_done()* を呼び出すと減算されます。未完了のタスクのカウント値がゼロになると、*join()* のブロックは解除されます。

coroutine put(*item*)

要素をキューに入力します。キューが満杯の場合、要素を追加する前に空きスロットが利用できるようになるまで待機します。

Raises *QueueShutDown* if the queue has been shut down.

put_nowait(*item*)

ブロックせずにアイテムをキューに追加します。

直ちに利用できるスロットがない場合、*QueueFull* を送出します。

qsize()

キュー内の要素数を返します。

shutdown(*immediate=False*)

Shut down the queue, making *get()* and *put()* raise *QueueShutDown*.

By default, *get()* on a shut down queue will only raise once the queue is empty. Set *immediate* to true to make *get()* raise immediately instead.

All blocked callers of *put()* and *get()* will be unblocked. If *immediate* is true, a task will be marked as done for each remaining item in the queue, which may unblock callers of *join()*.

Added in version 3.13.

task_done()

キューに入っていたタスクが完了したことを示します。

キューコンシューマーによって使用されます。タスクの取得に *get()* を使用し、その後の *task_done()* の呼び出しでタスクの処理が完了したことをキューに通知します。

join() が現在ブロック中だった場合、全アイテムが処理されたとき (*put()* でキューに追加された全アイテムの *task_done()* の呼び出しを受信したとき) に再開します。

shutdown(immediate=True) calls *task_done()* for each remaining item in the queue.

キューに追加されているアイテム数以上の呼び出しが行われたときに *ValueError* を送出します。

優先度付きのキュー

class asyncio.PriorityQueue

Queue の変種です; 優先順位にしたがって要素を取り出します (最低順位が最初に取り出されます)。

項目は典型的には (priority_number, data) 形式のタプルです。

LIFO キュー

class asyncio.LifoQueue

Queue の変種で、最後に追加された項目を最初に取り出します (後入れ先出し、またはスタック)。

例外

exception asyncio.QueueEmpty

この例外は *get_nowait()* メソッドが空のキューに対して呼ばれたときに送出されます。

exception asyncio.QueueFull

サイズが *maxsize* に達したキューに対して *put_nowait()* メソッドが 呼ばれたときに送出される例外です。

exception asyncio.QueueShutDown

Exception raised when *put()* or *get()* is called on a queue which has been shut down.

Added in version 3.13.

使用例

キューを使って、並行処理を行う複数のタスクにワークロードを分散させることができます:

```
import asyncio
import random
import time


async def worker(name, queue):
    while True:
        # Get a "work item" out of the queue.
        sleep_for = await queue.get()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        # Sleep for the "sleep_for" seconds.
        await asyncio.sleep(sleep_for)

        # Notify the queue that the "work item" has been processed.
        queue.task_done()

        print(f'{name} has slept for {sleep_for:.2f} seconds')


async def main():
    # Create a queue that we will use to store our "workload".
    queue = asyncio.Queue()

    # Generate random timings and put them into the queue.
    total_sleep_time = 0
    for _ in range(20):
        sleep_for = random.uniform(0.05, 1.0)
        total_sleep_time += sleep_for
        queue.put_nowait(sleep_for)

    # Create three worker tasks to process the queue concurrently.
    tasks = []
    for i in range(3):
        task = asyncio.create_task(worker(f'worker-{i}', queue))
        tasks.append(task)

    # Wait until the queue is fully processed.
    started_at = time.monotonic()
    await queue.join()
    total_slept_for = time.monotonic() - started_at

    # Cancel our worker tasks.
    for task in tasks:
        task.cancel()
    # Wait until all worker tasks are cancelled.
    await asyncio.gather(*tasks, return_exceptions=True)

    print('====')
    print(f'3 workers slept in parallel for {total_slept_for:.2f} seconds')
    print(f'total expected sleep time: {total_sleep_time:.2f} seconds')


asyncio.run(main())
```

18.1.7 例外

ソースコード: Lib/asyncio/exceptions.py

---

exception asyncio.TimeoutError

操作が指定された期限を超えたときに送出される、非推奨な *TimeoutError* のエイリアス。

バージョン 3.11 で変更: このクラスは *TimeoutError* のエイリアスになりました。

exception asyncio.CancelledError

処理がキャンセルされました。

asyncio タスクがキャンセルされた場合の処理をカスタマイズするために、この例外を一旦キャッチすることができます。ほとんどの場合、キャッチした例外は再度送出しなければなりません。

バージョン 3.8 で変更: *CancelledError* は *Exception* ではなく *BaseException* のサブクラスになりました。

exception asyncio.InvalidStateError

Task または *Future* の内部状態が不正になりました。

すでに結果の値が設定されている *Future* オブジェクトに対してさらに結果の値を再び設定しようとする場合などに送出されることがあります。

exception asyncio.SendfileNotAvailableError

与えられたソケットまたはファイルタイプに対して "sendfile" システムコールが利用可能ではありません。

RuntimeError の派生クラスです。

exception asyncio.IncompleteReadError

要求された読み込み処理が完了できませんでした。

asyncio **ストリーム** *API* から送出されます。

この例外は *EOFError* の派生クラスです。

expected

期待される総バイト数 (*int*) です。

partial

ストリームの終端に達するまでに読み込んだ *bytes* 文字列です。

exception asyncio.LimitOverrunError

区切り文字を探している間にバッファサイズの上限に到達しました。

asyncio **ストリーム** *API* から送出されます。

consumed

未消費のバイトの合計数です。

18.1.8 イベントループ

ソースコード: Lib/asyncio/profile.py と Lib/asyncio/pstats.py

まえがき

イベントループは全ての asyncio アプリケーションの中核をなす存在です。イベントループは非同期タスクやコールバックを実行し、ネットワーク I/O を処理し、サブプロセスを実行します。

アプリケーション開発者は通常 *asyncio.run()* のような高水準の asyncio 関数だけを利用し、ループオブジェクトを参照したり、ループオブジェクトのメソッドを呼び出したりすることはほとんどありません。この節は、イベントループの振る舞いに対して細かい調整が必要な、低水準のコード、ライブラリ、フレームワークの開発者向けです。

イベントループの取得

以下の低水準関数はイベントループの取得、設定、生成するために使います:

asyncio.get_running_loop()

現在の OS スレッドで実行中のイベントループを取得します。

Raise a *RuntimeError* if there is no running event loop.

This function can only be called from a coroutine or a callback.

Added in version 3.7.

asyncio.get_event_loop()

現在のイベントループを取得します。

When called from a coroutine or a callback (e.g. scheduled with call_soon or similar API), this function will always return the running event loop.

If there is no running event loop set, the function will return the result of the `get_event_loop_policy().get_event_loop()` call.

この関数の振る舞いは (特にイベントループポリシーをカスタマイズした場合) 複雑なため、コルーチンやコールバックでは *get_event_loop()* よりも *get_running_loop()* を使うほうが好ましいと考えられます。

As noted above, consider using the higher-level *asyncio.run()* function, instead of using these lower level functions to manually create and close an event loop.

バージョン 3.12 で非推奨: Deprecation warning is emitted if there is no current event loop. In some future Python release this will become an error.

asyncio.**set_event_loop**(*loop*)

Set *loop* as the current event loop for the current OS thread.

asyncio.**new_event_loop**()

新しいイベントループオブジェクトを生成して返します。

get_event_loop(), *set_event_loop()*, および *new_event_loop()* 関数の振る舞いは、**カスタムイベントループポリシーを設定する** ことにより変更することができます。

内容

このページは以下の節から構成されます:

- **イベントループのメソッド** 節は、イベントループ API のリファレンスです。
- **コールバックハンドル** 節は *loop.call_soon()* や *loop.call_later()* などのスケジューリングメソッドが返す *Handle* や *TimerHandle* インスタンスについて解説しています。
- **サーバーオブジェクト** 節は *loop.create_server()* のようなメソッドが返す型について解説しています。
- **イベントループの実装** 節は *SelectorEventLoop* と *ProactorEventLoop* の 2 つのクラスについて解説しています。
- **使用例** 節ではイベントループ API の具体的な使い方を紹介しています。

イベントループのメソッド

イベントループは以下の **低水準な** API を持っています:

- **ループの開始と停止**
- **コールバックのスケジューリング**
- **遅延コールバックのスケジューリング**
- **フューチャーとタスクの生成**
- **ネットワーク接続の確立**

ループの開始と停止

loop.**run_until_complete**(*future*)

フューチャー (*Future* インスタンス) が完了するまで実行します。

引数が **コルーチンオブジェクト** の場合、暗黙のうちに *asyncio.Task* として実行されるようにスケジュールされます。

Future の結果を返すか、例外を送出します。

loop.**run_forever**()

stop() が呼び出されるまでイベントループを実行します。

run_forever() メソッドが呼ばれるより前に *stop()* メソッドが呼ばれた場合、イベントループはタイムアウトをゼロにして一度だけ I/O セレクタの問い合わせ処理を行い、I/O イベントに対してスケジュールされた全てのコールバック (および既にスケジュール済みのコールバック) を実行したのち、終了します。

run_forever() メソッドを実行中に *stop()* メソッドが呼び出された場合、イベントループは現在処理されているすべてのコールバックを実行してから終了します。この場合、コールバックにより新たにスケジュールされるコールバックは実行されないことに注意してください; これら新たにスケジュールされたコールバックは、次に *run_forever()* または *run_until_complete()* が呼び出されたときに実行されます。

loop.**stop**()

イベントループを停止します。

loop.**is_running**()

イベントループが現在実行中の場合 True を返します。

loop.**is_closed**()

イベントループが閉じられていた場合 True を返します。

loop.**close**()

イベントループをクローズします。

この関数が呼び出される時点で、イベントループが実行中であってはいけません。保留中のコールバックはすべて破棄されます。

このメソッドは全てのキューをクリアし、エグゼキューターが実行完了するのを待たずにシャットダウンします。

このメソッドはべき等 (何回実行しても結果は同じ) であり取り消せません。イベントループがクローズされた後、他のいかなるメソッドも呼び出すべきではありません。

coroutine loop.**shutdown_asyncgens**()

現在オープンになっているすべての *asynchronous generator* (非同期ジェネレータ) オブジェクトをスケジュールし、aclose() メソッドを呼び出すことでそれらをクローズします。このメソッドの呼び出し後に新しい非同期ジェネレータがイテレートされると、イベントループは警告を発します。このメソッドはスケジュールされたすべての非同期ジェネレータの終了処理を確実に行うために使用すべきです。

asyncio.run() を使った場合はこの関数を呼び出す必要はありません。

以下はプログラム例です:

```
try:
    loop.run_forever()
finally:
    loop.run_until_complete(loop.shutdown_asyncgens())
    loop.close()
```

Added in version 3.6.

coroutine loop.**shutdown_default_executor**(*timeout=None*)

Schedule the closure of the default executor and wait for it to join all of the threads in the *ThreadPoolExecutor*. Once this method has been called, using the default executor with *loop.run_in_executor()* will raise a *RuntimeError*.

The *timeout* parameter specifies the amount of time (in *float* seconds) the executor will be given to finish joining. With the default, None, the executor is allowed an unlimited amount of time.

If the *timeout* is reached, a *RuntimeWarning* is emitted and the default executor is terminated without waiting for its threads to finish joining.

注釈: Do not call this method when using *asyncio.run()*, as the latter handles default executor shutdown automatically.

Added in version 3.9.

バージョン 3.12 で変更: Added the *timeout* parameter.

コールバックのスケジューリング

loop.call_soon(*callback*, **args*, *context=None*)

イベントループの次のイテレーションで *callback* に指定したコールバック (*callback*) を *args* 引数で呼び出すようにスケジュールします。

Return an instance of *asyncio.Handle*, which can be used later to cancel the callback.

コールバックは登録された順に呼び出されます。各コールバックは厳密に 1 回だけ呼び出されます。

The optional keyword-only *context* argument specifies a custom *contextvars.Context* for the *callback* to run in. Callbacks use the current context when no *context* is provided.

Unlike *call_soon_threadsafe()*, this method is not thread-safe.

loop.call_soon_threadsafe(*callback*, **args*, *context=None*)

A thread-safe variant of *call_soon()*. When scheduling callbacks from another thread, this function *must* be used, since *call_soon()* is not thread-safe.

すでにクローズされたイベントループに対してこのメソッドが呼び出された場合 *RuntimeError* 例外を送出します。これはメインアプリケーションが終了しているにもかかわらずセカンダリスレッドでメソッドが呼び出されるといった場合に起こりえます。

このドキュメントの **並行処理とマルチスレッド処理** 節を参照してください。

バージョン 3.7 で変更: キーワード引数 *context* が追加されました。詳細は **PEP 567** を参照してください。

注釈: ほとんどの *asyncio* モジュールのスケジューリング関数は、キーワード引数をコールバックに渡すことを許していません。キーワード引数を渡すためには *functools.partial()* を使ってください:

```
# will schedule "print("Hello", flush=True)"
loop.call_soon(
    functools.partial(print, "Hello", flush=True))
```

asyncio は partial オブジェクトのデバッグメッセージやエラーメッセージをよりよく可視化することができるため、通常はラムダ式よりも partial オブジェクトを使う方が便利です。

遅延コールバックのスケジューリング

イベントループは、コールバック関数を未来のある時点で呼び出されるようにスケジュールする仕組みを提供します。イベントループは時刻が戻らない単調な時計 (monotonic clock) を使って時刻を追跡します。

loop.call_later(*delay*, *callback*, **args*, *context=None*)

delay 秒経過後にコールバック関数 *callback* を呼び出すようにスケジュールします。*delay* には整数または浮動小数点数を指定します。

asyncio.TimerHandle のインスタンスを返します。このインスタンスを使ってスケジュールしたコールバックをキャンセルすることができます。

callback は厳密に一度だけ呼び出されます。2 つのコールバックが完全に同じ時間にスケジュールされた場合、呼び出しの順序は未定義です。

オプションの位置引数 *args* はコールバックが呼び出されるときに位置引数として渡されます。キーワード引数を指定してコールバックを呼び出したい場合は *functools.partial()* を使用してください。

オプションのキーワード引数 *context* を使って、コールバック*callback* を実行する際のコンテキスト *contextvars.Context* を設定することができます。コンテキスト *context* が指定されない場合は現在のコンテキストが使われます。

バージョン 3.7 で変更: キーワード引数 *context* が追加されました。詳細は **PEP 567** を参照してください。

バージョン 3.8 で変更: Python 3.7 またはそれ以前のバージョンでは、デフォルトイベントループの実装を利用した場合に遅延時間 *delay* が 1 日を超えることができませんでした。この問題は Python 3.8 で修正されました。

loop.call_at(*when*, *callback*, **args*, *context=None*)

絶対値の時刻 *when* (整数または浮動小数点数) にコールバックを呼び出すようにスケジュールします。*loop.time()* と同じ参照時刻を使用します。

このメソッドの振る舞いは *call_later()* と同じです。

asyncio.TimerHandle のインスタンスを返します。このインスタンスを使ってスケジュールしたコールバックをキャンセルすることができます。

バージョン 3.7 で変更: キーワード引数 *context* が追加されました。詳細は **PEP 567** を参照してください。

バージョン 3.8 で変更: Python 3.7 またはそれ以前のバージョンでは、デフォルトイベントループの実装を利用した場合に現在の時刻と *when* との差が 1 日を超えることができませんでした。この問題は Python 3.8 で修正されました。

loop.**time**()

現在の時刻を *float* 値で返します。時刻はイベントループが内部で参照している時刻が戻らない単調な時計 (monotonic clock) に従います。

注釈: バージョン 3.8 で変更: Python 3.7 またはそれ以前のバージョンでは、タイムアウト (相対値 *delay* もしくは絶対値 *when*) は 1 日を超えることができませんでした。この問題は Python 3.8 で修正されました。

参考:

関数 *asyncio.sleep()*。

フューチャーとタスクの生成

loop.**create_future**()

イベントループに接続した *asyncio.Future* オブジェクトを生成します。

asyncio でフューチャーオブジェクトを作成するために推奨される方法です。このメソッドにより、サードパーティ製のイベントループが Futures クラスの (パフォーマンスや計測方法が優れた) 代替実装を提供することを可能にします。

Added in version 3.5.2.

loop.**create_task**(*coro*, ***, *name=None*, *context=None*)

Schedule the execution of *coroutine* *coro*. Return a *Task* object.

サードパーティのイベントループは相互運用のための自身の *Task* のサブクラスを使用できます。この場合、結果は *Task* のサブクラスになります。

name 引数が指定され、値が None でない場合、*Task.set_name()* メソッドにより *name* がタスクの名前として設定されます。

省略可能なキーワード引数 *context* によって、*coro* を実行するためのカスタムの *contextvars.Context* を指定できます。*context* が省略された場合、現在のコンテキストのコピーが作成されます。

バージョン 3.8 で変更: *name* パラメータを追加しました。

バージョン 3.11 で変更: *context* パラメータを追加しました。

loop.**set_task_factory**(*factory*)

loop.create_task() が使用するタスクファクトリーを設定します。

If *factory* is `None` the default task factory will be set. Otherwise, *factory* must be a *callable* with the signature matching `(loop, coro, context=None)`, where *loop* is a reference to the active event loop, and *coro* is a coroutine object. The callable must return a *asyncio.Future*-compatible object.

loop.**get_task_factory**()

タスクファクトリを返します。デフォルトのタスクファクトリを使用中の場合は `None` を返します。

ネットワーク接続の確立

coroutine loop.**create_connection**(*protocol_factory*, *host=None*, *port=None*, ***, *ssl=None*, *family=0*, *proto=0*, *flags=0*, *sock=None*, *local_addr=None*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*, *happy_eyeballs_delay=None*, *interleave=None*, *all_errors=False*)

host と *port* で指定されたアドレスとのストリーミングトランスポート接続をオープンします。

The socket family can be either *AF_INET* or *AF_INET6* depending on *host* (or the *family* argument, if provided).

The socket type will be *SOCK_STREAM*.

protocol_factory は *asyncio* **プロトコル** の実装を返す呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。

このメソッドはバックグラウンドで接続の確立を試みます。成功した場合、メソッドは `(transport, protocol)` のペアを返します。

時系列での下層処理の概要は以下のとおりです:

1. 接続を確立し、その接続に対する **トランスポート** が生成されます。
2. *protocol_factory* が引数なしで呼び出され、ファクトリが **プロトコル** インスタンスを返すよう要求します。
3. プロトコルインスタンスが *connection_made()* メソッドを呼び出すことにより、トランスポートと紐付けられます。
4. 成功すると `(transport, protocol)` タプルが返されます。

作成されたトランスポートは実装依存の双方向ストリームです。

その他の引数:

- *ssl*: 偽値以外が与えられた場合、SSL/TLS トランスポートが作成されます (デフォルトでは暗号化なしの TCP トランスポートが作成されます)。*ssl* が *ssl.SSLContext* オブジェクトの場合、

このコンテキストがトランスポートを作成するために使用されます; *ssl* が *True* の場合、*ssl.create_default_context()* が返すデフォルトのコンテキストが使われます。

参考:

SSL/TLS セキュリティについての考察

- *server_hostname* は対象サーバーの証明書との一致を確認するためのホスト名を設定または上書きします。この引数は *ssl* が None でない場合のみ設定すべきです。デフォルトでは *host* に指定したサーバー名が使用されます。*host* が空の文字列の場合のデフォルト値は設定されていません。その場合、*server_hostname* を必ず指定してください。*server_hostname* も空の文字列の場合は、ホスト名の一致確認は行われません (これは深刻なセキュリティリスクであり、中間者攻撃を受ける可能性があります)。

- *family*, *proto*, *flags* は任意のアドレスファミリであり、*host* 解決のための getaddrinfo() 経由で渡されるプロトコルおよびフラグになります。このオプションが与えられた場合、これらはすべて *socket* モジュール定数に従った整数でなければなりません。

- *happy_eyeballs_delay* が設定されると、この接続に対して Happy Eyeballs が有効化されます。設定する値は浮動小数点数であり、次の接続試行を開始する前に、現在の接続試行が完了するのを待つ時間を秒単位で表現します。この値は **RFC 8305** で定義されている ” 接続試行遅延” に相当します。RFC で推奨されている実用的なデフォルト値は 0.25 (250 ミリ秒) です。

- *interleave* はホスト名が複数の IP アドレスに名前解決される場合のアドレスの並べ替えを制御します。0 または未指定の場合並べ替えは行われず、*getaddrinfo()* が返す順番にしたがってアドレスへの接続を試行します。正の整数が指定されると、アドレスはアドレスファミリに応じてインターリーブされます。このとき、与えられた整数は **RFC 8305** で定義される ” 最初のアドレスファミリカウント (First Address Family Count)” として解釈されます。デフォルト値は、*happy_eyeballs_delay* が指定されない場合は 0 であり、指定された場合は 1 です。

- *sock* を与える場合、トランスポートに使用される、既存の、かつ接続済の *socket.socket* オブジェクトを指定します。*sock* を指定する場合、*host*、*port*、*family*、*proto*、*flags*、*happy_eyeballs_delay*、*interleave* および *local_addr* のいずれも指定してはいけません。

注釈: The *sock* argument transfers ownership of the socket to the transport created. To close the socket, call the transport's *close()* method.

- *local_addr* を与える場合、ソケットをローカルにバインドするために使用する (local_host, local_port) タプルを指定します。*local_host* と *local_port* は、*host* および *port* と同じく getaddrinfo() を使ってルックアップされます。

- *ssl_handshake_timeout* は TLS ハンドシェイクが完了するまでの (TLS 接続のための) 待ち時間を秒単位で指定します。指定した待ち時間を超えると接続は中断します。None が与えられた場合はデ

フォルト値 60.0 が使われます。

- *ssl_shutdown_timeout* is the time in seconds to wait for the SSL shutdown to complete before aborting the connection. 30.0 seconds if None (default).

- *all_errors* determines what exceptions are raised when a connection cannot be created. By default, only a single Exception is raised: the first exception if there is only one or all errors have same message, or a single OSError with the error messages combined. When all_errors is True, an ExceptionGroup will be raised containing all exceptions (even if there is only one).

バージョン 3.5 で変更: *ProactorEventLoop* において SSL/TLS のサポートが追加されました。

バージョン 3.6 で変更: The socket option *socket.TCP_NODELAY* is set by default for all TCP connections.

バージョン 3.7 で変更: Added the *ssl_handshake_timeout* parameter.

バージョン 3.8 で変更: *happy_eyeballs_delay* と *interleave* が追加されました。

Happy Eyeballs Algorithm: Success with Dual-Stack Hosts. When a server's IPv4 path and protocol are working, but the server's IPv6 path and protocol are not working, a dual-stack client application experiences significant connection delay compared to an IPv4-only client. This is undesirable because it causes the dual-stack client to have a worse user experience. This document specifies requirements for algorithms that reduce this user-visible delay and provides an algorithm.

For more information: https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc6555

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

バージョン 3.12 で変更: *all_errors* が追加されました

参考:

open_connection() 関数は高水準の代替 API です。この関数は (*StreamReader*, *StreamWriter*) のペアを返し、async/await コードから直接使うことができます。

coroutine loop.**create_datagram_endpoint**(*protocol_factory*, *local_addr=None*, *remote_addr=None*, ***, *family=0*, *proto=0*, *flags=0*, *reuse_port=None*, *allow_broadcast=None*, *sock=None*)

データグラム接続 (UDP) を生成します。

The socket family can be either *AF_INET*, *AF_INET6*, or *AF_UNIX*, depending on *host* (or the *family* argument, if provided).

The socket type will be *SOCK_DGRAM*.

protocol_factory は *asyncio* **プロトコル** の実装を返す呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。

成功すると (transport, protocol) タプルが返されます。

その他の引数:

- *local_addr* が指定される場合、ソケットをローカルにバインドするための (local_host, local_port) のタプルを指定します。*local_host* と *local_port* は *getaddrinfo()* メソッドを使用して検索されます。
- *remote_addr* が指定される場合、(remote_host, remote_por) のタプルで、ソケットをリモートアドレスに束縛するために使用されます。*remote_host* と *remote_port* は *getaddrinfo()* を使用して検索されます。
- *family*, *proto*, *flags* は任意のアドレスファミリです。これらのファミリ、プロトコル、フラグは、*host* 解決のため *getaddrinfo()* 経由でオプションで渡されます。これらのオプションを指定する場合、すべて *socket* モジュール定数に従った整数でなければなりません。
- *reuse_port* tells the kernel to allow this endpoint to be bound to the same port as other existing endpoints are bound to, so long as they all set this flag when being created. This option is not supported on Windows and some Unixes. If the *socket.SO_REUSEPORT* constant is not defined then this capability is unsupported.
- *allow_broadcast* は、カーネルに、このエンドポイントがブロードキャストアドレスにメッセージを送信することを許可するように指示します。
- オプションの *sock* を指定することで、既存の、すでに接続されている *socket.socket* をトランスポートで使用することができます。このオプションを使用する場合、*local_addr* と *remote_addr* は省略してください (*None* でなければなりません)。

注釈: The *sock* argument transfers ownership of the socket to the transport created. To close the socket, call the transport's *close()* method.

UDP echo **クライアントプロトコル** および *UDP echo* **サーバープロトコル** の例を参照してください。

バージョン 3.4.4 で変更: The *family*, *proto*, *flags*, *reuse_address*, *reuse_port*, *allow_broadcast*, and *sock* parameters were added.

バージョン 3.8 で変更: Windows サポートが追加されました。

バージョン 3.8.1 で変更: The *reuse_address* parameter is no longer supported, as using *socket.SO_REUSEADDR* poses a significant security concern for UDP. Explicitly passing reuse_address=True will raise an exception.

SO_REUSEADDR を使って、同一の UDP ソケットアドレスに対して複数のプロセスが異なる UID でソケットを割り当てている場合、受信パケットは複数のソケット間にランダムに分散する可能性があります。

For supported platforms, *reuse_port* can be used as a replacement for similar functionality. With

reuse_port, *socket.SO_REUSEPORT* is used instead, which specifically prevents processes with differing UIDs from assigning sockets to the same socket address.

バージョン 3.11 で変更: The *reuse_address* parameter, disabled since Python 3.8.1, 3.7.6 and 3.6.10, has been entirely removed.

coroutine loop.**create_unix_connection**(*protocol_factory*, *path=None*, ***, *ssl=None*, *sock=None*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*)

Unix 接続を生成します。

The socket family will be *AF_UNIX*; socket type will be *SOCK_STREAM*.

成功すると `(transport, protocol)` タプルが返されます。

path は Unix ドメインソケット名で、*sock* パラメータが指定されない場合は必須です。抽象 Unix ソケット、*str*、*bytes*、and *Path* 形式でのパスがサポートされています。

このメソッドの引数についての詳細は *loop.create_connection()* メソッドのドキュメントを参照してください。

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.7 で変更: Added the *ssl_handshake_timeout* parameter. The *path* parameter can now be a *path-like object*.

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

ネットワークサーバの生成

coroutine loop.**create_server**(*protocol_factory*, *host=None*, *port=None*, ***, *family=socket.AF_UNSPEC*, *flags=socket.AI_PASSIVE*, *sock=None*, *backlog=100*, *ssl=None*, *reuse_address=None*, *reuse_port=None*, *keep_alive=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*, *start_serving=True*)

Create a TCP server (socket type *SOCK_STREAM*) listening on *port* of the *host* address.

Server オブジェクトを返します。

引数:

- *protocol_factory* は *asyncio* **プロトコル** の実装を返す呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。
- *host* パラメータはいくつかの方法で指定することができ、その値によってサーバーがどこをリッスンするかが決まります。

  - *host* が文字列の場合、TCP サーバーは *host* で指定した単一のネットワークインターフェースに束縛されます。
  - *host* が文字列のシーケンスである場合、TCP サーバーはそのシーケンスで指定された全てのネットワークインターフェースに束縛されます。
  - *host* が空の文字列か `None` の場合、すべてのインターフェースが想定され、複合的なソケットのリスト (通常は一つが IPv4、もう一つが IPv6) が返されます。

- The *port* parameter can be set to specify which port the server should listen on. If `0` or `None` (the default), a random unused port will be selected (note that if *host* resolves to multiple network interfaces, a different random port will be selected for each interface).
- *family* can be set to either *socket.AF_INET* or *AF_INET6* to force the socket to use IPv4 or IPv6. If not set, the *family* will be determined from host name (defaults to *AF_UNSPEC*).
- *flags* は *getaddrinfo()* のためのビットマスクになります。
- サーバーで既存のソケットオブジェクトを使用するために、オプションの引数 *sock* にソケットオブジェクトを設定することができます。指定した場合、*host* と *port* を指定してはいけません。

注釈: The *sock* argument transfers ownership of the socket to the server created. To close the socket, call the server's *close()* method.

- *backlog* は *listen()* に渡される、キューに入るコネクションの最大数になります (デフォルトは 100)。
- 確立した接続の上で TLS を有効化するために、*ssl* に *SSLContext* のインスタンスを指定することができます。
- *reuse_address* は、`TIME_WAIT` 状態にあるローカルソケットを、その状態が自然にタイムアウトするのを待つことなく再利用するようカーネルに指示します（訳註: ソケットのオプション SO_REUSEADDR を使用します)。指定しない場合、UNIX では自動的に `True` が設定されます。
- *reuse_port* は、同じポートにバインドされた既存の端点すべてがこのフラグを設定して生成されている場合に限り、この端点を既存の端点と同じポートにバインドすることを許可するよう、カーネルに指示します（訳註: ソケットのオプション SO_REUSEPORT を使用します)。このオプションは、Windows ではサポートされていません。
- *keep_alive* set to `True` keeps connections active by enabling the periodic transmission of messages.

バージョン 3.13 で変更: Added the *keep_alive* parameter.

- *ssl_handshake_timeout* は TLS ハンドシェイクが完了するまでの (TLS サーバーのための) 待ち時間を秒単位で指定します。指定した待ち時間を超えると接続は中断します。`None` が与えられた場合は

デフォルト値 60.0 が使われます。

- *ssl_shutdown_timeout* is the time in seconds to wait for the SSL shutdown to complete before aborting the connection. 30.0 seconds if None (default).

- *start_serving* が True に設定された場合 (これがデフォルトです)、生成されたサーバーは即座に接続の受け付けを開始します。False が指定された場合、ユーザーは接続の受け付けを開始するために *Server.start_serving()* または *Server.serve_forever()* を待ち受け (await) る必要があります。

バージョン 3.5 で変更: *ProactorEventLoop* において SSL/TLS のサポートが追加されました。

バージョン 3.5.1 で変更: *host* パラメータに文字列のシーケンスを指定できるようになりました。

バージョン 3.6 で変更: Added *ssl_handshake_timeout* and *start_serving* parameters. The socket option *socket.TCP_NODELAY* is set by default for all TCP connections.

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

参考:

start_server() 関数は高水準の代替 API です。この関数は *StreamReader* と *StreamWriter* のペアを返し、async/await コードから使うことができます。

coroutine loop.**create_unix_server**(*protocol_factory*, *path=None*, ***, *sock=None*, *backlog=100*, *ssl=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*, *start_serving=True*, *cleanup_socket=True*)

Similar to *loop.create_server()* but works with the *AF_UNIX* socket family.

path は Unix ドメインソケット名で、*sock* パラメータが指定されない場合は必須です。抽象 Unix ソケット、*str*、*bytes*、and *Path* 形式でのパスがサポートされています。

If *cleanup_socket* is true then the Unix socket will automatically be removed from the filesystem when the server is closed, unless the socket has been replaced after the server has been created.

このメソッドの引数についての詳細は *loop.create_server()* メソッドのドキュメントを参照してください。

利用可能な環境: Unix。

バージョン 3.7 で変更: Added the *ssl_handshake_timeout* and *start_serving* parameters. The *path* parameter can now be a *Path* object.

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

バージョン 3.13 で変更: Added the *cleanup_socket* parameter.

coroutine loop.**connect_accepted_socket**(*protocol_factory*, *sock*, ***, *ssl=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*)

すでに確立した接続を transport と protocol のペアでラップします。

このメソッドは asyncio の範囲外で確立された接続を使うサーバーに対しても使えますが、その場合でも接続は asyncio を使って処理されます。

引数:

- *protocol_factory* は *asyncio* **プロトコル** の実装を返す呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。
- *sock* は *socket.accept* メソッドが返す既存のソケットオブジェクトです。

注釈: The *sock* argument transfers ownership of the socket to the transport created. To close the socket, call the transport's *close()* method.

- *ssl* には *SSLContext* を指定できます。指定すると、受け付けたコネクション上での SSL を有効にします。
- *ssl_handshake_timeout* は SSL ハンドシェイクが完了するまでの (SSL 接続のための) 待ち時間を秒単位で指定します。`None` が与えられた場合はデフォルト値 `60.0` が使われます。
- *ssl_shutdown_timeout* is the time in seconds to wait for the SSL shutdown to complete before aborting the connection. `30.0` seconds if `None` (default).

`(transport, protocol)` のペアを返します。

Added in version 3.5.3.

バージョン 3.7 で変更: Added the *ssl_handshake_timeout* parameter.

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

ファイルの転送

coroutine loop.**sendfile**(*transport*, *file*, *offset=0*, *count=None*, ***, *fallback=True*)

transport を通じて *file* を送信します。送信したデータの総バイト数を返します。

このメソッドは、もし利用可能であれば高性能な *os.sendfile()* を利用します。

file はバイナリモードでオープンされた通常のファイルオブジェクトでなければなりません。

offset はファイルの読み込み開始位置を指定します。*count* が指定された場合、ファイルの EOF までファイルを送信する代わりに、*count* で指定された総バイト数の分だけ送信します。ファイルオブジェクトが指し示す位置は、メソッドがエラーを送出した場合でも更新されます。この場合実際に送信されたバイト数は *file.tell()* メソッドで取得することができます。

fallback を `True` に指定することで、asyncio がプラットフォームが sendfile システムコールをサポートしていない場合 (たとえば Windows や Unix の SSL ソケットなど) に別の方法でファイルの読み込みと送信を行うようにすることができます。

システムが *sendfile* システムコールをサポートしておらず、かつ *fallback* が `False` の場合、*SendfileNotAvailableError* 例外を送出します。

Added in version 3.7.

TLS へのアップグレード

coroutine loop.**start_tls**(*transport*, *protocol*, *sslcontext*, ***, *server_side=False*, *server_hostname=None*, *ssl_handshake_timeout=None*, *ssl_shutdown_timeout=None*)

既存のトランスポートベースの接続を TLS にアップグレードします。

Create a TLS coder/decoder instance and insert it between the *transport* and the *protocol*. The coder/decoder implements both *transport*-facing protocol and *protocol*-facing transport.

Return the created two-interface instance. After *await*, the *protocol* must stop using the original *transport* and communicate with the returned object only because the coder caches *protocol*-side data and sporadically exchanges extra TLS session packets with *transport*.

In some situations (e.g. when the passed transport is already closing) this may return `None`.

引数:

- *transport* と *protocol* には、*create_server()* や *create_connection()* が返すものと同等のインスタンスを指定します。
- *sslcontext*: 構成済みの *SSLContext* インスタンスです。
- (*create_server()* で生成されたような) サーバーサイドの接続をアップグレードする場合は *server_side* に `True` を渡します。
- *server_hostname*: 対象のサーバーの証明書との照合に使われるホスト名を設定または上書きします。
- *ssl_handshake_timeout* は TLS ハンドシェイクが完了するまでの (TLS 接続のための) 待ち時間を秒単位で指定します。指定した待ち時間を超えると接続は中断します。`None` が与えられた場合はデフォルト値 `60.0` が使われます。

- *ssl_shutdown_timeout* is the time in seconds to wait for the SSL shutdown to complete before aborting the connection. `30.0` seconds if `None` (default).

Added in version 3.7.

バージョン 3.11 で変更: *ssl_shutdown_timeout* パラメータが追加されました。

ファイル記述子の監視

`loop.add_reader`(*fd*, *callback*, **args*)

ファイル記述子 *fd* に対する読み込みが可能かどうかの監視を開始し、*fd* が読み込み可能になると、指定した引数でコールバック *callback* を呼び出します。

`loop.remove_reader`(*fd*)

Stop monitoring the *fd* file descriptor for read availability. Returns `True` if *fd* was previously being monitored for reads.

`loop.add_writer`(*fd*, *callback*, **args*)

ファイル記述子 *fd* に対する書き込みが可能かどうかの監視を開始し、*fd* が書き込み可能になると、指定した引数でコールバック *callback* を呼び出します。

コールバック *callback* に **キーワード引数を渡す** 場合は *functools.partial()* を使ってください。

`loop.remove_writer`(*fd*)

Stop monitoring the *fd* file descriptor for write availability. Returns `True` if *fd* was previously being monitored for writes.

これらのメソッドに対する制限事項については **プラットフォームのサポート状況** 節も参照してください。

ソケットオブジェクトと直接やりとりする

一般に、*loop.create_connection()* や *loop.create_server()* のようなトランスポートベースの API を使ったプロトコルの実装はソケットと直接やり取りする実装に比べて高速です。しかしながら、パフォーマンスが重要でなく、直接 *socket* オブジェクトとやりとりした方が便利なユースケースがいくつかあります。

`coroutine loop.sock_recv`(*sock*, *nbytes*)

nbytes で指定したバイト数までのデータをソケット *sock* から受信します。このメソッドは *socket.recv()* の非同期版です。

受信したデータをバイトオブジェクトとして返します。

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

バージョン 3.7 で変更: このメソッドは常にコルーチンメソッドとしてドキュメントに記載されてきましたが、Python 3.7 以前のリリースでは *Future* オブジェクトを返していました。Python 3.7 からは `async def` メソッドになりました。

coroutine loop.**sock_recv_into**(*sock*, *buf*)

ソケット *sock* からデータを受信してバッファ *buf* に格納します。ブロッキングコードの *socket.recv_into()* メソッドをモデルとしています。

バッファに書き込んだデータのバイト数を返します。

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

Added in version 3.7.

coroutine loop.**sock_recvfrom**(*sock*, *bufsize*)

Receive a datagram of up to *bufsize* from *sock*. Asynchronous version of *socket.recvfrom()*.

Return a tuple of (received data, remote address).

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

Added in version 3.11.

coroutine loop.**sock_recvfrom_into**(*sock*, *buf*, *nbytes=0*)

Receive a datagram of up to *nbytes* from *sock* into *buf*. Asynchronous version of *socket.recvfrom_into()*.

Return a tuple of (number of bytes received, remote address).

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

Added in version 3.11.

coroutine loop.**sock_sendall**(*sock*, *data*)

データ *data* をソケット *sock* に送信します。*socket.sendall()* メソッドの非同期版です。

このメソッドは *data* をすべて送信し終えるか、またはエラーが起きるまでデータをソケットに送信し続けます。送信に成功した場合 `None` を返します。エラーの場合は例外が送出されます。エラーとなった場合、接続の受信側で正しく処理されたデータの総量を特定する方法はありません。

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

バージョン 3.7 で変更: このメソッドは常にコルーチンメソッドとしてドキュメントに記載されてきましたが、Python 3.7 以前のリリースでは *Future* オブジェクトを返していました。Python 3.7 からは `async def` メソッドになりました。

coroutine loop.**sock_sendto**(*sock*, *data*, *address*)

Send a datagram from *sock* to *address*. Asynchronous version of *socket.sendto()*.

Return the number of bytes sent.

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

Added in version 3.11.

coroutine loop.**sock_connect**(*sock*, *address*)

ソケット *sock* をアドレス *address* のリモートソケットに接続します。

socket.connect() の非同期版です。

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

バージョン 3.5.2 で変更: `address` を名前解決する必要はなくなりました。`sock_connect` は *socket.inet_pton()* を呼び出して *address* が解決済みかどうかを確認します。未解決の場合、*address* の名前解決には *loop.getaddrinfo()* メソッドが使われます。

参考:

loop.create_connection() および *asyncio.open_connection()*。

coroutine loop.**sock_accept**(*sock*)

接続を受け付けます。ブロッキングコールの *socket.accept()* メソッドをモデルとしています。

ソケットはアドレスに束縛済みで、接続を listen 中である必要があります。戻り値は `(conn, address)` のペアで、*conn* は接続を通じてデータの送受信を行うための **新しい** ソケットオブジェクト、*address* は接続先の端点でソケットに束縛されているアドレスを示します。

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

バージョン 3.7 で変更: このメソッドは常にコルーチンメソッドとしてドキュメントに記載されてきましたが、Python 3.7 以前のリリースでは *Future* オブジェクトを返していました。Python 3.7 からは `async def` メソッドになりました。

参考:

loop.create_server() および *start_server()*。

coroutine loop.**sock_sendfile**(*sock*, *file*, *offset=0*, *count=None*, ***, *fallback=True*)

ファイルを送信します。利用可能なら高性能な *os.sendfile* を使います。送信したデータの総バイト数を返します。

socket.sendfile() メソッドの非同期版です。

sock は *socket.SOCK_STREAM* タイプのノンブロッキングな *socket* でなければなりません。

file はバイナリモードでオープンされた通常のファイルオブジェクトでなければなりません。

offset はファイルの読み込み開始位置を指定します。*count* が指定された場合、ファイルの EOF までファイルを送信する代わりに、*count* で指定された総バイト数の分だけ送信します。ファイルオブジェクトが指し示す位置は、メソッドがエラーを送出した場合でも更新されます。この場合実際に送信されたバイト数は *file.tell()* メソッドで取得することができます。

fallback が `True` に設定された場合、プラットフォームが sendfile システムコールをサポートしていない場合 (たとえば Windows や Unix の SSL ソケットなど) に asyncio が別の方法でファイルの読み込みと送信を行うようにすることができます。

システムが *sendfile* システムコールをサポートしておらず、かつ *fallback* が `False` の場合、*SendfileNotAvailableError* 例外を送出します。

sock はノンブロッキングソケットでなければなりません。

Added in version 3.7.

DNS

coroutine loop.**getaddrinfo**(*host*, *port*, ***, *family=0*, *type=0*, *proto=0*, *flags=0*)

socket.getaddrinfo() の非同期版です。

coroutine loop.**getnameinfo**(*sockaddr*, *flags=0*)

socket.getnameinfo() の非同期版です。

注釈: Both *getaddrinfo* and *getnameinfo* internally utilize their synchronous versions through the loop's default thread pool executor. When this executor is saturated, these methods may experience delays, which higher-level networking libraries may report as increased timeouts. To mitigate this, consider using a custom executor for other user tasks, or setting a default executor with a larger number of workers.

バージョン 3.7 で変更: *getaddrinfo* と *getnameinfo* の 2 つのメソッドは、いずれも常にコルーチンメソッドとしてドキュメントに記載されてきましたが、Python 3.7 以前のリリースでは、実際には *asyncio.Future* オブジェクトを返していました。Python 3.7 からはどちらのメソッドもコルーチンになりました。

パイプとやりとりする

coroutine loop.**connect_read_pipe**(*protocol_factory*, *pipe*)

イベントループの読み込み側終端に *pipe* を登録します。

protocol_factory は *asyncio* **プロトコル** の実装を返す呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。

pipe には *file-like* **オブジェクト** を指定します。

(transport, protocol) のペアを返します。ここで *transport* は *ReadTransport* のインターフェースをサポートし、*protocol* は *protocol_factory* ファクトリでインスタンス化されたオブジェクトです。

SelectorEventLoop イベントループの場合、*pipe* は非ブロックモードに設定されていなければなりません。

coroutine loop.**connect_write_pipe**(*protocol_factory*, *pipe*)

pipe の書き込み側終端をイベントループに登録します。

protocol_factory は *asyncio* **プロトコル** の実装を返す呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。

pipe は *file-like* **オブジェクト** です。

(transport, protocol) のペアを返します。ここで *transport* は *WriteTransport* のインスタンスであり、*protocol* は *protocol_factory* ファクトリでインスタンス化されたオブジェクトです。

SelectorEventLoop イベントループの場合、*pipe* は非ブロックモードに設定されていなければなりません。

注釈: *SelectorEventLoop* は Windows 上で上記のメソッドをサポートしていません。Windows では代わりに *ProactorEventLoop* を使ってください。

参考:

loop.subprocess_exec() および *loop.subprocess_shell()* メソッド。

Unix シグナル

loop.**add_signal_handler**(*signum*, *callback*, **args*)

コールバック *callback* をシグナル *signum* に対するハンドラに設定します。

コールバックは *loop*、登録された他のコールバック、およびイベントループの実行可能なコルーチンから呼び出されます。*signal.signal()* を使って登録されたシグナルハンドラと異なり、この関数で登録されたコールバックはイベントループと相互作用することが可能です。

シグナルナンバーが誤っているか捕捉不可能な場合 *ValueError* が送出されます。ハンドラーの設定に問題があった場合 *RuntimeError* が送出されます。

コールバック *callback* に **キーワード引数を渡す** 場合は *functools.partial()* を使ってください。

signal.signal() と同じく、この関数はメインスレッドから呼び出されなければなりません。

loop.**remove_signal_handler**(*sig*)

シグナル *sig* に対するハンドラを削除します。

シグナルハンドラが削除された場合 True を返します。シグナルに対してハンドラが設定されていない場合には False を返します。

利用可能な環境: Unix。

参考:

signal モジュール。

スレッドまたはプロセスプールでコードを実行する

awaitable loop.**run_in_executor**(*executor*, *func*, **args*)

指定したエグゼキュータで関数 *func* が実行されるように準備します。

引数 *executor* は *concurrent.futures.Executor* のインスタンスでなければなりません。*executor* が None の場合はデフォルトのエグゼキュータが使われます。

以下はプログラム例です:

```
import asyncio
import concurrent.futures

def blocking_io():
    # File operations (such as logging) can block the
    # event loop: run them in a thread pool.
    with open('/dev/urandom', 'rb') as f:
        return f.read(100)

def cpu_bound():
    # CPU-bound operations will block the event loop:
    # in general it is preferable to run them in a
    # process pool.
    return sum(i * i for i in range(10 ** 7))

async def main():
    loop = asyncio.get_running_loop()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    ## Options:

    # 1. Run in the default loop's executor:
    result = await loop.run_in_executor(
        None, blocking_io)
    print('default thread pool', result)

    # 2. Run in a custom thread pool:
    with concurrent.futures.ThreadPoolExecutor() as pool:
        result = await loop.run_in_executor(
            pool, blocking_io)
        print('custom thread pool', result)

    # 3. Run in a custom process pool:
    with concurrent.futures.ProcessPoolExecutor() as pool:
        result = await loop.run_in_executor(
            pool, cpu_bound)
        print('custom process pool', result)

if __name__ == '__main__':
    asyncio.run(main())
```

Note that the entry point guard (`if __name__ == '__main__'`) is required for option 3 due to the peculiarities of *multiprocessing*, which is used by *ProcessPoolExecutor*. See *Safe importing of main module*.

このメソッドは *asyncio.Future* オブジェクトを返します。

関数 *func* に **キーワード引数を渡す** 場合は *functools.partial()* を使ってください。

バージョン 3.5.3 で変更: *loop.run_in_executor()* は内部で生成するスレッドプールエグゼキュータの `max_workers` を設定せず、代わりにスレッドプールエグゼキュータ (*ThreadPoolExecutor*) にデフォルト値を設定させるようになりました。

`loop.set_default_executor(`*executor*`)`

Set *executor* as the default executor used by *run_in_executor()*. *executor* must be an instance of *ThreadPoolExecutor*.

バージョン 3.11 で変更: *executor* must be an instance of *ThreadPoolExecutor*.

エラーハンドリング API

イベントループ内での例外の扱い方をカスタマイズできます。

`loop.set_exception_handler(handler)`

handler を新しいイベントループ例外ハンドラーとして設定します。

handler が `None` の場合、デフォルトの例外ハンドラが設定されます。そうでなければ、*handler* は `(loop, context)` に一致する関数シグネチャを持った呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。ここで `loop` はアクティブなイベントループへの参照であり、`context` は例外の詳細な記述からなる `dict` オブジェクトです (*context* についての詳細は *call_exception_handler()* メソッドのドキュメントを参照してください)。

If the handler is called on behalf of a *Task* or *Handle*, it is run in the *contextvars.Context* of that task or callback handle.

バージョン 3.12 で変更: The handler may be called in the *Context* of the task or handle where the exception originated.

`loop.get_exception_handler()`

現在の例外ハンドラを返します。カスタム例外ハンドラが設定されていない場合は `None` を返します。

Added in version 3.5.2.

`loop.default_exception_handler(context)`

デフォルトの例外ハンドラーです。

デフォルト例外ハンドラは、例外ハンドラが未設定の場合、例外が発生した時に呼び出されます。デフォルト例外ハンドラの挙動を受け入れるために、カスタム例外ハンドラから呼び出すことも可能です。

引数 *context* の意味は *call_exception_handler()* と同じです。

`loop.call_exception_handler(context)`

現在のイベントループ例外ハンドラーを呼び出します。

context は以下のキーを含む `dict` オブジェクトです (将来の Python バージョンで新しいキーが追加される可能性があります):

- 'message': エラーメッセージ;
- 'exception' (任意): 例外オブジェクト;
- 'future' (任意): *asyncio.Future* インスタンス;
- 'task' (optional): *asyncio.Task* instance;
- 'handle' (任意): *asyncio.Handle* インスタンス;

- 'protocol' (任意): **プロトコル** インスタンス;
- 'transport' (任意): **トランスポート** インスタンス;
- 'socket' (optional): *socket.socket* instance;
- 'asyncgen' (optional): Asynchronous generator that caused the exception.

注釈: このメソッドはイベントループの派生クラスでオーバーロードされてはいけません。カスタム例外ハンドラの設定には *set_exception_handler()* メソッドを使ってください。

デバッグモードの有効化

loop.**get_debug**()

イベントループのデバッグモード (*bool*) を取得します。

環境変数 PYTHONASYNCIODEBUG に空でない文字列が設定されている場合のデフォルト値は True、そうでない場合は False になります。

loop.**set_debug**(*enabled:* bool)

イベントループのデバッグモードを設定します。

バージョン 3.7 で変更: 新しい *Python* **開発モード** を使ってデバッグモードを有効化することができるようになりました。

loop.**slow_callback_duration**

This attribute can be used to set the minimum execution duration in seconds that is considered "slow". When debug mode is enabled, "slow" callbacks are logged.

Default value is 100 milliseconds.

参考:

asyncio **のデバッグモード**。

サブプロセスの実行

この節で解説しているのは低水準のメソッドです。通常の async/await コードでは、高水準の関数である *asyncio.create_subprocess_shell()* や *asyncio.create_subprocess_exec()* を代わりに使うことを検討してください。

注釈: On Windows, the default event loop *ProactorEventLoop* supports subprocesses, whereas *SelectorEventLoop* does not. See *Subprocess Support on Windows* for details.

---

coroutine loop.**subprocess_exec**(*protocol_factory*, **args*, *stdin=subprocess.PIPE*, *stdout=subprocess.PIPE*, *stderr=subprocess.PIPE*, ***kwargs*)

args で指定されたひとつの、または複数の文字列引数からサブプロセスを生成します。

args は下記のいずれかに当てはまる文字列のリストでなければなりません:

- *str*;
- または **ファイルシステムのエンコーディング** にエンコードされた *bytes*

引数の最初の文字列はプログラムの実行ファイルを指定します。それに続く残りの文字列は引数を指定し、そのプログラムに対する `argv` を構成します。

このメソッドは標準ライブラリの *subprocess.Popen* クラスを、`shell=False` かつ最初の引数に文字列のリストを渡して呼び出した場合に似ています。しかし、*Popen* クラスは文字列のリストを引数としてひとつだけ取るのに対して、*subprocess_exec* は複数の文字列引数をとることができます。

protocol_factory は *asyncio.SubprocessProtocol* クラスの派生クラスを返す呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。

その他の引数:

- *stdin* は下記のいずれかをとることができます:
  - a file-like object
  - an existing file descriptor (a positive integer), for example those created with *os.pipe()*
  - デフォルト値は *subprocess.PIPE* 定数で、この場合新規にパイプを生成して接続します。
  - `None` が設定された場合、サブプロセスは元のプロセスのファイルデスクリプタを引き継ぎます。
  - *subprocess.DEVNULL* 定数を設定すると、特別なファイル *os.devnull* を使います。
- *stdout* は下記のいずれかをとることができます:
  - a file-like object

  - デフォルト値は *subprocess.PIPE* 定数で、この場合新規にパイプを生成して接続します。
  - None が設定された場合、サブプロセスは元のプロセスのファイルデスクリプタを引き継ぎます。
  - *subprocess.DEVNULL* 定数を設定すると、特別なファイル *os.devnull* を使います。

- *stderr* は下記のいずれかをとることができます:
  - a file-like object
  - デフォルト値は *subprocess.PIPE* 定数で、この場合新規にパイプを生成して接続します。
  - None が設定された場合、サブプロセスは元のプロセスのファイルデスクリプタを引き継ぎます。
  - *subprocess.DEVNULL* 定数を設定すると、特別なファイル *os.devnull* を使います。
  - *subprocess.STDOUT* 定数を設定すると、標準エラー出力ストリームをプロセスの標準出力ストリームに接続します。

- その他のすべてのキーワード引数は解釈されずにそのまま *subprocess.Popen* に渡されます。ただし、*bufsize*、*universal_newlines*、*shell*、*text*、*encoding* および *errors* は指定してはいけません。

  asyncio のサブプロセス API はストリームからテキストへのデコードをサポートしていません。ストリームからテキストに変換するには *bytes.decode()* 関数を使ってください。

If a file-like object passed as *stdin*, *stdout* or *stderr* represents a pipe, then the other side of this pipe should be registered with *connect_write_pipe()* or *connect_read_pipe()* for use with the event loop.

他の引数についての詳細は *subprocess.Popen* クラスのコンストラクタを参照してください。

(transport, protocol) のペアを返します。ここで *transport* は *asyncio.SubprocessTransport* 基底クラスに適合するオブジェクトで、*protocol* は *protocol_factory* によりインスタンス化されたオブジェクトです。

coroutine loop.**subprocess_shell**(*protocol_factory*, *cmd*, ***, *stdin=subprocess.PIPE*, *stdout=subprocess.PIPE*, *stderr=subprocess.PIPE*, ***kwargs*)

コマンド *cmd* からプラットフォームの "シェル" シンタックスを使ってサブプロセスを生成します。*cmd* は *str* 文字列もしくは **ファイルシステムのエンコーディング** でエンコードされた *bytes* 文字列です。

これは標準ライブラリの *subprocess.Popen* クラスを shell=True で呼び出した場合と似ています。

protocol_factory は *SubprocessProtocol* の派生クラスを返す呼び出し可能オブジェクトでなければなりません。

その他の引数についての詳細は *subprocess_exec()* メソッドを参照してください。

(transport, protocol) のペアを返します。ここで *transport* は *SubprocessTransport* 基底クラスに適合するオブジェクトで、*protocol* は *protocol_factory* によりインスタンス化されたオブジェクトです。

注釈: シェルインジェクション の脆弱性を回避するために全ての空白文字および特殊文字を適切にクオートすることは、アプリケーション側の責任で確実に行ってください。シェルコマンドを構成する文字列内の空白文字と特殊文字のエスケープは、*shlex.quote()* 関数を使うと適切に行うことができます。

コールバックのハンドル

class asyncio.Handle

loop.call_soon() や *loop.call_soon_threadsafe()* が返すコールバックのラッパーです。

get_context()

Return the *contextvars.Context* object associated with the handle.

Added in version 3.12.

cancel()

コールバックをキャンセルします。コールバックがキャンセル済みまたは実行済みの場合、このメソッドは何の影響もありません。

cancelled()

コールバックがキャンセルされた場合 `True` を返します。

Added in version 3.7.

class asyncio.TimerHandle

A callback wrapper object returned by *loop.call_later()*, and *loop.call_at()*.

このクラスは *Handle* の派生クラスです。

when()

コールバックのスケジュール時刻を秒単位の *float* で返します。

戻り値の時刻は絶対値で、*loop.time()* と同じ参照時刻を使って定義されています。

Added in version 3.7.

Server オブジェクト

Server オブジェクトは *loop.create_server()*、*loop.create_unix_server()*、*start_server()* および *start_unix_server()* 関数により生成されます。

Do not instantiate the *Server* class directly.

class asyncio.Server

Server オブジェクトは非同期のコンテキストマネージャです。`async with` 文の中で使われた場合、`async with` 文が完了した時に Server オブジェクトがクローズされること、およびそれ以降に接続を受け付けないことが保証されます。

```
srv = await loop.create_server(...)

async with srv:
    # some code

# At this point, srv is closed and no longer accepts new connections.
```

バージョン 3.7 で変更: Python 3.7 から、Server オブジェクトは非同期のコンテキストマネージャになりました。

バージョン 3.11 で変更: This class was exposed publicly as `asyncio.Server` in Python 3.9.11, 3.10.3 and 3.11.

close()

サーバーを停止します: 待機しているソケットをクローズし *sockets* 属性に `None` を設定します。

既存の受信中のクライアントとの接続を表すソケットはオープンのままです。

The server is closed asynchronously; use the *wait_closed()* coroutine to wait until the server is closed (and no more connections are active).

close_clients()

Close all existing incoming client connections.

Calls *close()* on all associated transports.

close() should be called before *close_clients()* when closing the server to avoid races with new clients connecting.

Added in version 3.13.

abort_clients()

Close all existing incoming client connections immediately, without waiting for pending operations to complete.

Calls *abort()* on all associated transports.

close() should be called before *abort_clients()* when closing the server to avoid races with new clients connecting.

Added in version 3.13.

get_loop()

サーバオブジェクトに付随するイベントループを返します。

Added in version 3.7.

coroutine start_serving()

接続の受け付けを開始します。

This method is idempotent, so it can be called when the server is already serving.

キーワード専用のパラメータ *start_serving* を *loop.create_server()* や *asyncio.start_server()* メソッドに対して使用することにより、初期に接続を受け付けない Server オブジェクトを生成することができます。この場合 `Server.start_serving()` または *Server.serve_forever()* メソッドを使ってオブジェクトが接続の受け付けを開始するようにすることができます。

Added in version 3.7.

coroutine serve_forever()

接続の受け入れを開始し、コルーチンがキャンセルされるまで継続します。`serve_forever` タスクのキャンセルによりサーバーもクローズされます。

このメソッドはサーバーがすでに接続の受け入れを開始していても呼び出し可能です。ひとつの *Server* オブジェクトにつき `serve_forever` タスクはひとつだけ存在できます。

以下はプログラム例です:

```
async def client_connected(reader, writer):
    # Communicate with the client with
    # reader/writer streams.  For example:
    await reader.readline()

async def main(host, port):
    srv = await asyncio.start_server(
        client_connected, host, port)
    await srv.serve_forever()

asyncio.run(main('127.0.0.1', 0))
```

Added in version 3.7.

is_serving()

サーバーが新規に接続の受け入れを開始した場合 `True` を返します。

Added in version 3.7.

coroutine wait_closed()

Wait until the *close()* method completes and all active connections have finished.

sockets

List of socket-like objects, `asyncio.trsock.TransportSocket`, which the server is listening on.

バージョン 3.7 で変更: Python 3.7 より前のバージョンでは、`Server.sockets` は内部に持っているサーバーソケットのリストを直接返していました。Python 3.7 ではリストのコピーが返されるようになりました。

イベントループの実装

asyncio は 2 つの異なるイベントループの実装、*SelectorEventLoop* と *ProactorEventLoop*、を提供します:

By default asyncio is configured to use *EventLoop*.

class asyncio.SelectorEventLoop

A subclass of *AbstractEventLoop* based on the *selectors* module.

プラットフォーム上で利用可能な最も効率の良い *selector* を使います。特定のセレクタ実装を使うように手動で構成することも可能です:

```
import asyncio
import selectors

class MyPolicy(asyncio.DefaultEventLoopPolicy):
   def new_event_loop(self):
      selector = selectors.SelectSelector()
      return asyncio.SelectorEventLoop(selector)

asyncio.set_event_loop_policy(MyPolicy())
```

Availability: Unix, Windows。

class asyncio.ProactorEventLoop

A subclass of *AbstractEventLoop* for Windows that uses "I/O Completion Ports" (IOCP).

利用可能な環境: Windows 。

参考:

I/O 完了ポートに関する MSDN のドキュメント.

class asyncio.EventLoop

An alias to the most efficient available subclass of *AbstractEventLoop* for the given platform.

It is an alias to *SelectorEventLoop* on Unix and *ProactorEventLoop* on Windows.

Added in version 3.13.

class asyncio.AbstractEventLoop

asyncio に適合するイベントループの抽象基底クラスです。

The **イベントループのメソッド** section lists all methods that an alternative implementation of `AbstractEventLoop` should have defined.

使用例

この節の全ての使用例は **意図的に** *loop.run_forever()* や *loop.call_soon()* のような 低水準のイベントループ API の使用法を示しています。一方で現代的な asyncio アプリケーションはここに示すような方法をほとんど必要としません。*asyncio.run()* のような高水準の関数の使用を検討してください。

call_soon() を使った Hello World

loop.call_soon() メソッドを使ってコールバックをスケジュールする例です。コールバックは `"Hello World"` を出力しイベントループを停止します:

```
import asyncio

def hello_world(loop):
    """A callback to print 'Hello World' and stop the event loop"""
    print('Hello World')
    loop.stop()

loop = asyncio.new_event_loop()

# Schedule a call to hello_world()
loop.call_soon(hello_world, loop)

# Blocking call interrupted by loop.stop()
try:
    loop.run_forever()
finally:
    loop.close()
```

参考:

コルーチンと *run()* 関数を使用した同じような *Hello World* の例。

call_later() で現在の日時を表示する

毎秒現在時刻を表示するコールバックの例です。コールバックは *loop.call_later()* メソッドを使って自身を 5 秒後に実行するよう再スケジュールし、イベントループを停止します:

```
import asyncio
import datetime

def display_date(end_time, loop):
    print(datetime.datetime.now())
    if (loop.time() + 1.0) < end_time:
        loop.call_later(1, display_date, end_time, loop)
    else:
        loop.stop()

loop = asyncio.new_event_loop()

# Schedule the first call to display_date()
end_time = loop.time() + 5.0
loop.call_soon(display_date, end_time, loop)

# Blocking call interrupted by loop.stop()
try:
    loop.run_forever()
finally:
    loop.close()
```

参考:

コルーチンと *run()* 関数を使用した同じような **現在時刻出力** の例。

読み込みイベント用ファイル記述子の監視

ファイル記述子が *loop.add_reader()* メソッドを使って何らかのデータを受信するまで待機し、その後イベントループをクローズします:

```
import asyncio
from socket import socketpair

# Create a pair of connected file descriptors
rsock, wsock = socketpair()

loop = asyncio.new_event_loop()

def reader():
    data = rsock.recv(100)
    print("Received:", data.decode())
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # We are done: unregister the file descriptor
    loop.remove_reader(rsock)

    # Stop the event loop
    loop.stop()

# Register the file descriptor for read event
loop.add_reader(rsock, reader)

# Simulate the reception of data from the network
loop.call_soon(wsock.send, 'abc'.encode())

try:
    # Run the event loop
    loop.run_forever()
finally:
    # We are done. Close sockets and the event loop.
    rsock.close()
    wsock.close()
    loop.close()
```

参考:

- トランスポート、プロトコル、および *loop.create_connection()* メソッドを使用した同じような 例。
- 高水準の *asyncio.open_connection()* 関数とストリームを使用したもうひとつの 実装例。

SIGINT および SIGTERM 用のシグナルハンドラーの設定

(ここに挙げる `signals` の例は Unix でのみ動きます。)

Register handlers for signals *SIGINT* and *SIGTERM* using the *loop.add_signal_handler()* method:

```
import asyncio
import functools
import os
import signal

def ask_exit(signame, loop):
    print("got signal %s: exit" % signame)
    loop.stop()

async def main():
    loop = asyncio.get_running_loop()

    for signame in {'SIGINT', 'SIGTERM'}:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        loop.add_signal_handler(
            getattr(signal, signame),
            functools.partial(ask_exit, signame, loop))

    await asyncio.sleep(3600)

print("Event loop running for 1 hour, press Ctrl+C to interrupt.")
print(f"pid {os.getpid()}: send SIGINT or SIGTERM to exit.")

asyncio.run(main())
```

18.1.9 Future

ソースコード: Lib/asyncio/futures.py, Lib/asyncio/base_futures.py

Future オブジェクトは **低水準のコールバックベースのコード** と高水準の async/await コードとの間を橋渡しします。

Future の関数

asyncio.**isfuture**(*obj*)

オブジェクト *obj* が下記のいずれかであれば `True` を返します:

- *asyncio.Future* クラスのインスタンス
- *asyncio.Task* クラスのインスタンス
- `_asyncio_future_blocking` 属性を持った Future 的なオブジェクト

Added in version 3.5.

asyncio.**ensure_future**(*obj*, ***, *loop=None*)

下記のいずれかを返します:

- *obj* が *Future* オブジェクト、*Task* オブジェクト、または Future 的なオブジェクト (*isfuture()* 関数を使って検査します) である場合には *obj* そのもの
- 引数 *obj* がコルーチンである (*iscoroutine()* 関数を使って検査します) 場合には *obj* をラップした *Task* オブジェクト; この場合コルーチンは `ensure_future()` によりスケジュールされます。
- 引数 *obj* が awaitable である (*inspect.isawaitable()* 関数を使って検査します) 場合には *obj* を await する *Task* オブジェクト

引数 *obj* が上記のいずれにもあてはまらない場合は *TypeError* 例外を送出します。

重要: Task を生成するより好ましい方法である *create_task()* 関数も参照してください。

Save a reference to the result of this function, to avoid a task disappearing mid-execution.

バージョン 3.5.1 で変更: この関数はどんな *awaitable* なオブジェクトでも受け入れるようになりました。

バージョン 3.10 で非推奨: Deprecation warning is emitted if *obj* is not a Future-like object and *loop* is not specified and there is no running event loop.

asyncio.**wrap_future**(*future*, ***, *loop=None*)

concurrent.futures.Future オブジェクトを *asyncio.Future* オブジェクトでラップします。

バージョン 3.10 で非推奨: Deprecation warning is emitted if *future* is not a Future-like object and *loop* is not specified and there is no running event loop.

Future オブジェクト

class asyncio.**Future**(***, *loop=None*)

Future は非同期処理の最終結果を表すクラスです。スレッドセーフではありません。

Future is an *awaitable* object. Coroutines can await on Future objects until they either have a result or an exception set, or until they are cancelled. A Future can be awaited multiple times and the result is same.

典型的には、Future は低水準のコールバックベースのコード (たとえば asyncio の *transports* を使って実装されたプロトコル) が高水準の async/await と相互運用することを可能にするために利用されます。

経験則は Future オブジェクトをユーザー向けの API であらわに利用しないことです。推奨される Future オブジェクトの生成方法は *loop.create_future()* を呼び出すことです。これによりイベントループの代替実装は、自身に最適化された Future オブジェクトの実装を合わせて提供することができます。

バージョン 3.7 で変更: *contextvars* モジュールのサポートを追加。

バージョン 3.10 で非推奨: Deprecation warning is emitted if *loop* is not specified and there is no running event loop.

result()

Future の結果を返します。

Future が **完了** していて、*set_result()* メソッドにより設定された結果を持っている場合は結果の値を返します。

Future が **完了** していて、*set_exception()* メソッドにより設定された例外を持っている場合はその例外を送出します。

Future が **キャンセルされた** 場合、このメソッドは *CancelledError* 例外を送出します。

Future の結果が未設定の場合、このメソッドは *InvalidStateError* 例外を送出します。

set_result(*result*)

Future を **完了** とマークし、結果を設定します。

Future がすでに **完了** している場合 *InvalidStateError* 例外を送出します。

set_exception(*exception*)

Future を **完了** とマークし、例外を設定します。

Future がすでに **完了** している場合 *InvalidStateError* 例外を送出します。

done()

Future が **完了** しているなら `True` を返します。

Future は **キャンセルされた** か、または *set_result()* メソッドや *set_exception()* メソッドの呼び出しにより結果や例外が設定された場合に **完了** とみなされます。

cancelled()

Future が **キャンセルされた** 場合に `True` を返します。

通常の場合、このメソッドは Future に処理結果や例外を設定する前に Future が **キャンセルされていない** ことを確認するために使用されます:

```
if not fut.cancelled():
    fut.set_result(42)
```

add_done_callback(*callback*, *, *context=None*)

Future が **完了** したときに実行されるコールバックを追加します。

callback は Future オブジェクトだけを引数にとって呼び出されます。

このメソッドが呼び出される時点ですでに Future が **完了** している場合、コールバックは *loop.call_soon()* メソッドによりスケジュールされます。

オプションのキーワード引数 *context* を使って、コールバック*callback* を実行する際のコンテキスト *contextvars.Context* を設定することができます。コンテキスト *context* が指定されない場合は現在のコンテキストが使われます。

コールバックにパラメータを渡すには、次の例のように *functools.partial()* を使うことができます:

```
# Call 'print("Future:", fut)' when "fut" is done.
fut.add_done_callback(
    functools.partial(print, "Future:"))
```

バージョン 3.7 で変更: キーワード引数 *context* が追加されました。詳細は **PEP 567** を参照してください。

remove_done_callback(*callback*)

コールバックリストから *callback* を削除します。

削除されたコールバックの数を返します。コールバックが複数回追加されていない限り、通常は 1 が返ります。

cancel(*msg=None*)

Future をキャンセルし、コールバックをスケジュールします。

Future がすでに **完了** または **キャンセル** された場合、False を返します。そうでない場合 Future の状態を **キャンセル** に変更した上でコールバックをスケジュールし、True を返します。

バージョン 3.9 で変更: Added the *msg* parameter.

exception()

この Future オブジェクトに設定された例外を返します。

例外 (または例外が設定されていないときは None) は Future が **完了** している場合のみ返されます。

Future が **キャンセルされた** 場合、このメソッドは *CancelledError* 例外を送出します。

Future が **未完了** の場合、このメソッドは *InvalidStateError* 例外を送出します。

get_loop()

Future オブジェクトが束縛されているイベントループを返します。

Added in version 3.7.

この例は Future オブジェクトを生成し、Future に結果を設定するための非同期タスクを生成してスケジュールし、そして Future に結果が設定されるまで待機します:

```
async def set_after(fut, delay, value):
    # Sleep for *delay* seconds.
    await asyncio.sleep(delay)

    # Set *value* as a result of *fut* Future.
    fut.set_result(value)

async def main():
    # Get the current event loop.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    loop = asyncio.get_running_loop()

    # Create a new Future object.
    fut = loop.create_future()

    # Run "set_after()" coroutine in a parallel Task.
    # We are using the low-level "loop.create_task()" API here because
    # we already have a reference to the event loop at hand.
    # Otherwise we could have just used "asyncio.create_task()".
    loop.create_task(
        set_after(fut, 1, '... world'))

    print('hello ...')

    # Wait until *fut* has a result (1 second) and print it.
    print(await fut)

asyncio.run(main())
```

重要: Future オブジェクトは *concurrent.futures.Future* を模倣してデザインされました。両者の重要な違いは以下の通りです:

- asyncio の Futures と異なり、*concurrent.futures.Future* インスタンスは待ち受けできません。
- *asyncio.Future.result()* と *asyncio.Future.exception()* は *timeout* 引数を取りません。
- *asyncio.Future.result()* と *asyncio.Future.exception()* は Future が **未完了** の場合に *InvalidStateError* 例外を送出します。
- *asyncio.Future.add_done_callback()* メソッドによって登録されたコールバックは、即座に呼び出されません。代わりにコールバックは *loop.call_soon()* によりスケジュールされます。
- asyncio の Future は *concurrent.futures.wait()* および *concurrent.futures.as_completed()* との互換性がありません。
- *asyncio.Future.cancel()* accepts an optional `msg` argument, but *concurrent.futures.Future.cancel()* does not.

18.1.10 トランスポートとプロトコル

まえがき

トランスポートとプロトコルは *loop.create_connection()* のような **低水準の** イベントループ API から使われます。これらはコールバックに基づくプログラミングスタイルを使うことでネットワークや IPC プロトコル (HTTP など) の高性能な実装を可能にします。

基本的にトランスポートとプロトコルはライブラリやフレームワークからのみ使われるべきであり、高水準の asyncio アプリケーションから使われるものではありません。

このドキュメントは *Transports* と *Protocols* を扱います。

はじめに

最上位の観点からは、トランスポートは **どのように** バイトデータを送信するかに影響を与え、いっぽうプロトコルは **どの** バイトデータを送信するかを決定します (また、ある程度は **いつ** も決定します) 。

同じことを違う言い方で表現します: トランスポートはソケット (または同様の I/O 端点) の抽象化であり、プロトコルはトランスポートから見たときのアプリケーションの抽象化です。

さらにもう一つの見方として、トランスポートとプロトコルの 2 つのインターフェースは、協調してネットワーク I/O やプロセス間 I/O の抽象インターフェースを定義しています。

トランスポートオブジェクトとプロトコルオブジェクトの間には常に 1 対 1 の関係があります: プロトコルはデータを送信するためにトランスポートのメソッドを呼び出し、トランスポートは受信したデータを渡すためにプロトコルのメソッドを呼び出します。

ほとんどの接続に基づくイベントループメソッド (*loop.create_connection()* など) は通常 *protocol_factory* 引数を受け取り、*Transport* オブジェクトで表現される確立した接続に対する *Protocol* オブジェクトを生成するために使います。そのようなメソッドは通常 `(transport, protocol)` タプルを返します。

内容

このページは以下の節から構成されます:

- *Transports* 節は asyncio の *BaseTransport*, *ReadTransport*, *WriteTransport*, *Transport*, *DatagramTransport*, および *SubprocessTransport* クラスについて記述しています。
- *Protocols* 節は asyncio の *BaseProtocol*, *Protocol*, *BufferedProtocol*, *DatagramProtocol*, および *SubprocessProtocol* クラスについて記述しています。
- *Examples* 節はトランスポート、プロトコル、および低水準のイベントループ API の利用方法を紹介しています。

トランスポート

ソースコード: Lib/asyncio/transports.py

トランスポートはさまざまな通信方法を抽象化するために *asyncio* が提供するクラス群です。

トランスポートオブジェクトは常に *asyncio* **イベントループ** によってインスタンス化されます。

asyncio は TCP, UDP, SSL, およびサブプロセスパイプのトランスポートを実装しています。利用可能なトランスポートのメソッドはトランスポートの種類に依存します。

トランスポートクラスは **スレッド安全ではありません**。

トランスポートのクラス階層構造

class asyncio.BaseTransport

全てのトランスポートの基底クラスです。すべての asyncio トランスポートが共有するメソッドを含んでいます。

class asyncio.WriteTransport(*BaseTransport*)

書き込み専用の接続に対する基底トランスポートクラスです。

WriteTransport クラスのインスタンスは *loop.connect_write_pipe()* イベントループメソッドから返され、*loop.subprocess_exec()* のようなサブプロセスに関連するメソッドから利用されます。

class asyncio.ReadTransport(*BaseTransport*)

読み込み専用の接続に対する基底トランスポートクラスです。

Instances of the *ReadTransport* class are returned from the *loop.connect_read_pipe()* event loop method and are also used by subprocess-related methods like *loop.subprocess_exec()*.

class asyncio.Transport(*WriteTransport*, *ReadTransport*)

TCP 接続のような、読み出しと書き込みの双方向のトランスポートを表現するインターフェースです。

ユーザーはトランスポートを直接インスタンス化することはありません; ユーザーは、ユーティリティ関数にプロトコルファクトリとその他トランスポートとプロトコルを作成するために必要な情報を渡して呼び出します。

Transport クラスのインスタンスは、*loop.create_connection()*, *loop.create_unix_connection()*, *loop.create_server()*, *loop.sendfile()* などのイベントループメソッドから返されたり、これらのメソッドから利用されたりします。

class asyncio.DatagramTransport(*BaseTransport*)

データグラム (UDP) 接続のためのトランスポートです。

DatagramTransport クラスのインスタンスは *loop.create_datagram_endpoint()* イベントループメソッドから返されます。

class asyncio.**SubprocessTransport**(*BaseTransport*)

親プロセスとその子プロセスの間の接続を表現する抽象クラスです。

SubprocessTransport クラスのインスタンスは *loop.subprocess_shell()* と *loop.subprocess_exec()* の 2 つのイベントループメソッドから返されます。

基底トランスポート

BaseTransport.**close**()

トランスポートをクローズします。

トランスポートが発信データのバッファーを持っていた場合、バッファーされたデータは非同期にフラッシュされます。それ以降データは受信されません。バッファーされていたデータがすべてフラッシュされた後、そのプロトコルの *protocol.connection_lost()* メソッドが引数 *None* で呼び出されます。一度閉じたトランスポートは、使用されるべきではありません。

BaseTransport.**is_closing**()

トランスポートを閉じている最中か閉じていた場合 `True` を返します。

BaseTransport.**get_extra_info**(*name*, *default=None*)

トランスポートまたはそれが背後で利用しているリソースの情報を返します。

name は取得するトランスポート特有の情報を表す文字列です。

default は、取得したい情報が取得可能でなかったり、サードパーティのイベントループ実装や現在のプラットフォームがその情報の問い合わせをサポートしていない場合に返される値です。

例えば、以下のコードはトランスポート内のソケットオブジェクトを取得しようとします:

```
sock = transport.get_extra_info('socket')
if sock is not None:
    print(sock.getsockopt(...))
```

いくつかのトランスポートで問い合わせ可能な情報のカテゴリを示します:

- ソケット:
  - `'peername'`: ソケットが接続されているリモートアドレスで、*socket.socket.getpeername()* の結果になります (エラーのときは `None`)
  - `'socket'`: *socket.socket* のインスタンスになります
  - `'sockname'`: ソケット自身のアドレスで、*socket.socket.getsockname()* の結果になります

- SSL ソケット:
  - 'compression': 圧縮アルゴリズムで、*ssl.SSLSocket.compression()* の結果になります。圧縮されていないときは None になります
  - 'cipher': 3 個の値 (使用されている暗号アルゴリズムの名称、使用が定義されている SSL プロトコルのバージョン、および使用されている秘密鍵のビット数) からなるタプルで、*ssl.SSLSocket.cipher()* の結果になります
  - 'peercert': ピアの証明書で、*ssl.SSLSocket.getpeercert()* の結果になります
  - 'sslcontext': *ssl.SSLContext* のインスタンスになります
  - 'ssl_object': *ssl.SSLObject* または *ssl.SSLSocket* インスタンス
- パイプ:
  - 'pipe': パイプオブジェクトです
- サブプロセス:
  - 'subprocess': *subprocess.Popen* のインスタンスになります

BaseTransport.**set_protocol**(*protocol*)

トランスポートに新しいプロトコルを設定します。

プロトコルの切り替えは、両方のプロトコルのドキュメントで切り替えがサポートされている場合にのみ行うべきです。

BaseTransport.**get_protocol**()

現在のプロトコルを返します。

読み出し専用のトランスポート

ReadTransport.**is_reading**()

トランスポートが新しいデータを受信中の場合 True を返します。

Added in version 3.7.

ReadTransport.**pause_reading**()

トランスポートの受信側を一時停止します。*resume_reading()* メソッドが呼び出されるまでプロトコルの *protocol.data_received()* メソッドにデータは渡されません。

バージョン 3.7 で変更: このメソッドはべき等です。すなわちトランスポートがすでに停止していたりクローズしていても呼び出すことができます。

ReadTransport.**resume_reading**()

受信を再開します。データが読み込み可能になるとプロトコルの *protocol.data_received()* メソッドが再び呼び出されるようになります。

バージョン 3.7 で変更: このメソッドはべき等です。すなわちトランスポートがすでにデータを読み込み中であっても呼び出すことができます。

書き込み専用のトランスポート

WriteTransport.**abort**()

未完了の処理が完了するのを待たず、即座にトランスポートをクローズします。バッファーされているデータは失われます。このメソッドの呼び出し以降データは受信されません。最終的にプロトコルの *protocol.connection_lost()* メソッドが引数 *None* で呼び出されます。

WriteTransport.**can_write_eof**()

トランスポートが *write_eof()* メソッドをサポートしている場合 *True* を返し、そうでない場合は *False* を返します。

WriteTransport.**get_write_buffer_size**()

トランスポートで使用されている出力バッファーの現在のサイズを返します。

WriteTransport.**get_write_buffer_limits**()

書き込みフロー制御の **最高** および **最低** 水位点を取得します。(low, high) タプルを返します。ここで *low* と *high* はバイト数をあらわす正の整数です。

水位点の設定は *set_write_buffer_limits()* で行います。

Added in version 3.4.2.

WriteTransport.**set_write_buffer_limits**(*high=None*, *low=None*)

書き込みフロー制御の **最高** および **最低** 水位点を設定します。

(バイト数をあらわす) これら 2 つの値はプロトコルの *protocol.pause_writing()* と *protocol.resume_writing()* の 2 つのメソッドがいつ呼ばれるかを制御します。指定する場合、*low* は *high* と等しいかまたは *high* より小さくなければなりません。また、*high* も *low* も負の値を指定することはできません。

pause_writing() はバッファーサイズが *high* の値以上になった場合に呼び出されます。書き込みが一時停止している場合、バッファーサイズが *low* の値以下になると *resume_writing()* メソッドが呼び出されます。

デフォルト値は実装固有になります。*high* のみ与えられた場合、*low* は *high* 以下の実装固有のデフォルト値になります。*high* をゼロに設定すると *low* も強制的にゼロになり、バッファーが空でなくなるとすぐに *pause_writing()* メソッドが呼び出されるようになります。*low* をゼロに設定すると、バッファーが空に

な *resume_writing()* が呼び出されるようになります。どちらかにゼロを設定することは I/O と計算を並行に実行する機会を減少させるため、一般に最適ではありません。

上限値と下限値を取得するには *get_write_buffer_limits()* メソッドを使ってください。

WriteTransport.**write**(*data*)

トランスポートにバイト列 *data* を書き込みます。

このメソッドはブロックしません; データをバッファーし、非同期に送信する準備を行います。

WriteTransport.**writelines**(*list_of_data*)

バイト列のデータのリスト (またはイテラブル) をトランスポートに書き込みます。この振る舞いはイテラブルを yield して各要素で *write()* を呼び出すことと等価ですが、より効率的な実装となる場合があります。

WriteTransport.**write_eof**()

バッファーされた全てのデータをフラッシュした後トランスポートの送信側をクローズします。送信側をクローズした後もデータを受信することは可能です。

このメソッドはトランスポート (例えば SSL) がハーフクローズドな接続をサポートしていない場合 *NotImplementedError* を送出します。

データグラムトランスポート

DatagramTransport.**sendto**(*data*, *addr=None*)

リモートピア *addr* (トランスポート依存の対象アドレス) にバイト列 *data* を送信します。*addr* が *None* の場合、データはトランスポートの作成時に指定された送信先に送られます。

このメソッドはブロックしません; データをバッファーし、非同期に送信する準備を行います。

バージョン 3.13 で変更: このメソッドは、長さがゼロのデータグラムを送信するために、空のバイトオブジェクトで呼び出すこともできます。フロー制御に使用されるバッファサイズ計算も、データグラムヘッダーを考慮するように更新されました。

DatagramTransport.**abort**()

未完了の処理が完了するのを待たず、即座にトランスポートをクローズします。バッファーされているデータは失われます。このメソッドの呼び出し以降データは受信されません。最終的にプロトコルの *protocol.connection_lost()* メソッドが引数 *None* で呼び出されます。

サブプロセス化されたトランスポート

SubprocessTransport.**get_pid**()

サブプロセスのプロセス ID (整数) を返します。

SubprocessTransport.**get_pipe_transport**(*fd*)

整数のファイル記述子 *fd* に該当する通信パイプのトランスポートを返します:

- 0: 標準入力 (*stdin*) の読み込み可能ストリーミングトランスポート。サブプロセスが `stdin=PIPE` で作成されていない場合は *None*
- 1: 標準出力 (*stdout*) の書き込み可能ストリーミングトランスポート。サブプロセスが `stdout=PIPE` で作成されていない場合は *None*
- 2: 標準エラー出力 (*stderr*) の書き込み可能ストリーミングトランスポート。サブプロセスが `stderr=PIPE` で作成されていない場合は *None*
- その他の *fd*: *None*

SubprocessTransport.**get_returncode**()

サブプロセスのリターンコードを整数で返します。サブプロセスがリターンしなかった場合は *None* を返します。*subprocess.Popen.returncode* 属性と同じです。

SubprocessTransport.**kill**()

サブプロセスを強制終了 (kill) します。

POSIX システムでは、この関数はサブプロセスに SIGKILL を送信します。Windows では、このメソッドは *terminate()* の別名です。

subprocess.Popen.kill() も参照してください。

SubprocessTransport.**send_signal**(*signal*)

サブプロセスにシグナル *signal* を送信します。*subprocess.Popen.send_signal()* と同じです。

SubprocessTransport.**terminate**()

サブプロセスを停止します。

POSIX システムでは、このメソッドはサブプロセスに *SIGTERM* を送信します。Windows では、Windows API 関数 `TerminateProcess()` がサブプロセスを停止するために呼び出されます。

subprocess.Popen.terminate() も参照してください。

SubprocessTransport.**close**()

kill() メソッドを呼び出すことでサブプロセスを強制終了します。

サブプロセスがまだリターンしていない場合、*stdin*, *stdout*, および *stderr* の各パイプのトランスポートをクローズします。

プロトコル

ソースコード: Lib/asyncio/protocols.py

---

asyncio はネットワークプロトコルを実装するために使う抽象基底クラス群を提供します。これらのクラスは トランスポート と組み合わせて使うことが想定されています。

抽象基底プロトコルクラスの派生クラスはメソッドの一部または全てを実装することができます。これらのメソッドは全てコールバックです: それらは、データを受信した、などの決まったイベントに対してトランスポートから呼び出されます。基底プロトコルメソッドは対応するトランスポートから呼び出されるべきです。

基底プロトコル

class asyncio.BaseProtocol

全てのプロトコルクラスが共有する全てのメソッドを持った基底プロトコルクラスです。

class asyncio.Protocol(*BaseProtocol*)

ストリーミングプロトコル (TCP, Unix ソケットなど) を実装するための基底クラスです。

class asyncio.BufferedProtocol(*BaseProtocol*)

受信バッファーを手動で制御するストリーミングプロトコルを実装するための基底クラスです。

class asyncio.DatagramProtocol(*BaseProtocol*)

データグラム (UDP) プロトコルを実装するための基底クラスです。

class asyncio.SubprocessProtocol(*BaseProtocol*)

子プロセスと (一方向パイプを通じて) 通信するプロトコルを実装するための基底クラスです。

基底プロトコル

全ての asyncio プロトコルは基底プロトコルのコールバックを実装することができます。

通信のコールバック

コネクションコールバックは全てのプロトコルから、成功したコネクションそれぞれにつきただ一度だけ呼び出されます。その他の全てのプロトコルコールバックはこれら 2 つのメソッドの間に呼び出すことができます。

BaseProtocol.**connection_made**(*transport*)

コネクションが作成されたときに呼び出されます。

引数 *transport* はコネクションをあらわすトランスポートです。プロトコルはトランスポートへの参照を保存する責任を負います。

BaseProtocol.**connection_lost**(*exc*)

コネクションが失われた、あるいはクローズされたときに呼び出されます。

引数は例外オブジェクトまたは *None* になります。*None* のとき、通常の EOF が受信されたか、あるいはコネクションがこちら側から中止またはクローズされたことを意味します。

フロー制御コールバック

フロー制御コールバックは、プロトコルによって実行される書き込み処理を停止または再開するためにトランスポートから呼び出されます。

詳しくは *set_write_buffer_limits()* メソッドのドキュメントを参照してください。

BaseProtocol.**pause_writing**()

トランスポートのバッファーサイズが最高水位点 (high watermark) を超えたときに呼び出されます。

BaseProtocol.**resume_writing**()

トランスポートのバッファーサイズが最低水位点 (low watermark) に達したきに呼び出されます。

バッファーサイズが最高水位点と等しい場合、*pause_writing()* は呼び出されません: バッファーサイズは必ず制限値を超えなければなりません。

それに対して、*resume_writing()* はバッファーサイズが最低水位点と等しいかそれよりも小さい場合に呼び出されます。これらの境界条件は、どちらの基準値もゼロである場合の処理が期待通りとなることを保証するために重要です。

ストリーミングプロトコル

loop.create_server(), *loop.create_unix_server()*, *loop.create_connection()*, *loop.create_unix_connection()*, *loop.connect_accepted_socket()*, *loop.connect_read_pipe()*, そして *loop.connect_write_pipe()* などのイベントメソッドはストリーミングプロトコルを返すファクトリを受け付けます。

Protocol.**data_received**(*data*)

データを受信したときに呼び出されます。*data* は受信したデータを含む空ではないバイト列オブジェクトになります。

データがバッファーされるか、チャンキングされるか、または再構築されるかはトランスポートに依存します。一般には、特定のセマンティクスを信頼するべきではなく、代わりにデータのパースを全般的かつ柔軟に行うべきです。ただし、データは常に正しい順序で受信されます。

このメソッドは、コネクションがオープンである間は何度でも呼び出すことができます。

いっぽうで、*protocol.eof_received()* メソッドは最大でも一度だけ呼び出されます。いったん `eof_received()` が呼び出されると、それ以降 `data_received()` は呼び出されません。

Protocol.**eof_received**()

コネクションの相手方がこれ以上データを送信しないことを伝えてきたとき (例えば相手方が asyncio を使用しており、*transport.write_eof()* を呼び出した場合) に呼び出されます。

このメソッドは (`None` を含む) 偽値 を返すことがあり、その場合トランスポートは自身をクローズします。一方メソッドが真値を返す場合は、利用しているプロトコルがトランスポートをクローズするかどうかを決めます。デフォルトの実装は `None` を返すため、コネクションは暗黙のうちにクローズされます。

SSL を含む一部のトランスポートはハーフクローズ接続をサポートしません。そのような場合このメソッドが真値を返すとコネクションはクローズされます。

ステートマシン:

```
start -> connection_made
    [-> data_received]*
    [-> eof_received]?
-> connection_lost -> end
```

バッファリングされたストリーミングプロトコル

Added in version 3.7.

バッファー付きプロトコルは **ストリーミングプロトコル** をサポートするイベントループメソッドで利用することができます。

`BufferedProtocol` 実装は受信バッファーの手動での明示的な割り当てや制御を可能にします。イベントループはプロトコルにより提供されるバッファを利用することにより不要なデータのコピーを避けることができます。これにより大量のデータを受信するプロトコルにおいて顕著なパフォーマンスの向上をもたらします。精巧なプロトコル実装によりバッファー割り当ての数を劇的に減少させることができます。

以下に示すコールバックは *BufferedProtocol* インスタンスに対して呼び出されます:

BufferedProtocol.**get_buffer**(*sizehint*)

新しい受信バッファを割り当てるために呼び出します。

sizehint は返されるバッファーの推奨される最小サイズです。*sizehint* によって推奨された値より小さい、または大きいサイズのバッファーを返すことは容認されています。-1 がセットされた場合、バッファーサイズは任意となります。サイズがゼロのバッファーを返すとエラーになります。

get_buffer() は *バッファープロトコル* を実装したオブジェクトを返さなければなりません。

BufferedProtocol.**buffer_updated**(*nbytes*)

受信データによりバッファが更新された場合に呼び出されます。

nbytes はバッファに書き込まれた総バイト数です。

BufferedProtocol.**eof_received**()

protocol.eof_received() メソッドのドキュメントを参照してください。

コネクションの間、*get_buffer()* は何度でも呼び出すことができます。しかし *protocol.eof_received()* が呼び出されるのは最大でも 1 回で、もし呼び出されると、それ以降 *get_buffer()* と *buffer_updated()* が呼び出されることはありません。

ステートマシン:

```
start -> connection_made
    [-> get_buffer
        [-> buffer_updated]?
    ]*
    [-> eof_received]?
-> connection_lost -> end
```

データグラムプロトコル

データグラムプロトコルのインスタンスは *loop.create_datagram_endpoint()* メソッドに渡されたプロトコルファクトリによって生成されるべきです。

DatagramProtocol.**datagram_received**(*data*, *addr*)

データグラムを受信したときに呼び出されます。*data* は受信データを含むバイトオブジェクトです。*addr* はデータを送信するピアのアドレスです; 正確な形式はトランスポートに依存します。

DatagramProtocol.**error_received**(*exc*)

直前の送信あるいは受信が *OSError* を送出したときに呼び出されます。*exc* は *OSError* のインスタンスになります。

このメソッドが呼ばれるのは、トランスポート (UDP など) がデータグラムを受信側に配信できなかったことが検出されたなどの、まれな場合においてのみです。ほとんどの場合、データグラムが配信できなけれ

ばそのまま通知されることなく破棄されます。

注釈: BSD システム (macOS, FreeBSD など) ではフロー制御はサポートされていません。これは非常に多くのパケットを書き込もうとしたことによる送信の失敗を検出する信頼できる方法が存在しないためです。

ソケットは常に ' 準備ができた状態' のように振る舞いますが、超過したパケットは破棄されます。この場合 errno を *errno.ENOBUFS* に設定した *OSError* 例外が送出されることがあります。もし例外が送出された場合は *DatagramProtocol.error_received()* に通知されますが、送出されない場合は単に無視されます。

サブプロセスプロトコル

サブプロセスプロトコルのインスタンスは *loop.subprocess_exec()* と *loop.subprocess_shell()* メソッドに渡されたプロトコルファクトリにより生成されるべきです。

SubprocessProtocol.**pipe_data_received**(*fd*, *data*)

子プロセスが標準出力または標準エラー出力のパイプにデータを書き込んだ時に呼び出されます。

fd はパイプのファイル記述子を表す整数です。

data は受信データを含む空でないバイトオブジェクトです。

SubprocessProtocol.**pipe_connection_lost**(*fd*, *exc*)

子プロセスと通信するパイプのいずれかがクローズされたときに呼び出されます。

fd はクローズされたファイル記述子を表す整数です。

SubprocessProtocol.**process_exited**()

子プロセスが終了したときに呼び出されます。

これは、*pipe_data_received()* と *pipe_connection_lost()* メソッドの前に呼び出すことができます。

使用例

TCP エコーサーバー

loop.create_server() メソッドを使って TCP エコーサーバーを生成し、受信したデータをそのまま送り返して、最後にコネクションをクローズします:

```
import asyncio


class EchoServerProtocol(asyncio.Protocol):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def connection_made(self, transport):
        peername = transport.get_extra_info('peername')
        print('Connection from {}'.format(peername))
        self.transport = transport

    def data_received(self, data):
        message = data.decode()
        print('Data received: {!r}'.format(message))

        print('Send: {!r}'.format(message))
        self.transport.write(data)

        print('Close the client socket')
        self.transport.close()


async def main():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    server = await loop.create_server(
        EchoServerProtocol,
        '127.0.0.1', 8888)

    async with server:
        await server.serve_forever()


asyncio.run(main())
```

参考:

ストリームを使った *TCP* エコーサーバー の例では高水準の *asyncio.start_server()* 関数を使っています。

TCP エコークライアント

loop.create_connection() メソッドを使った TCP エコークライアントは、データを送信したあとコネクションがクローズされるまで待機します:

```
import asyncio


class EchoClientProtocol(asyncio.Protocol):
    def __init__(self, message, on_con_lost):
        self.message = message
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        self.on_con_lost = on_con_lost

    def connection_made(self, transport):
        transport.write(self.message.encode())
        print('Data sent: {!r}'.format(self.message))

    def data_received(self, data):
        print('Data received: {!r}'.format(data.decode()))

    def connection_lost(self, exc):
        print('The server closed the connection')
        self.on_con_lost.set_result(True)


async def main():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    on_con_lost = loop.create_future()
    message = 'Hello World!'

    transport, protocol = await loop.create_connection(
        lambda: EchoClientProtocol(message, on_con_lost),
        '127.0.0.1', 8888)

    # Wait until the protocol signals that the connection
    # is lost and close the transport.
    try:
        await on_con_lost
    finally:
        transport.close()


asyncio.run(main())
```

参考:

ストリームを使った *TCP* **エコークライアント** の例では高水準の *asyncio.open_connection()* 関数を使っています。

UDP エコーサーバー

loop.create_datagram_endpoint() メソッドを使った UDP エコーサーバーは受信したデータをそのまま送り返します:

```
import asyncio


class EchoServerProtocol:
    def connection_made(self, transport):
        self.transport = transport

    def datagram_received(self, data, addr):
        message = data.decode()
        print('Received %r from %s' % (message, addr))
        print('Send %r to %s' % (message, addr))
        self.transport.sendto(data, addr)


async def main():
    print("Starting UDP server")

    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    # One protocol instance will be created to serve all
    # client requests.
    transport, protocol = await loop.create_datagram_endpoint(
        EchoServerProtocol,
        local_addr=('127.0.0.1', 9999))

    try:
        await asyncio.sleep(3600)  # Serve for 1 hour.
    finally:
        transport.close()


asyncio.run(main())
```

UDP エコークライアント

loop.create_datagram_endpoint() メソッドを使った UDP エコークライアントはデータを送信し、応答を受信するとトランスポートをクローズします:

```
import asyncio


class EchoClientProtocol:
    def __init__(self, message, on_con_lost):
        self.message = message
        self.on_con_lost = on_con_lost
        self.transport = None

    def connection_made(self, transport):
        self.transport = transport
        print('Send:', self.message)
        self.transport.sendto(self.message.encode())

    def datagram_received(self, data, addr):
        print("Received:", data.decode())

        print("Close the socket")
        self.transport.close()

    def error_received(self, exc):
        print('Error received:', exc)

    def connection_lost(self, exc):
        print("Connection closed")
        self.on_con_lost.set_result(True)


async def main():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    on_con_lost = loop.create_future()
    message = "Hello World!"

    transport, protocol = await loop.create_datagram_endpoint(
        lambda: EchoClientProtocol(message, on_con_lost),
        remote_addr=('127.0.0.1', 9999))

    try:
        await on_con_lost
    finally:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        transport.close()


asyncio.run(main())
```

既存のソケットへの接続

プロトコルを設定した *loop.create_connection()* メソッドを使ってソケットがデータを受信するまで待機します:

```
import asyncio
import socket


class MyProtocol(asyncio.Protocol):

    def __init__(self, on_con_lost):
        self.transport = None
        self.on_con_lost = on_con_lost

    def connection_made(self, transport):
        self.transport = transport

    def data_received(self, data):
        print("Received:", data.decode())

        # We are done: close the transport;
        # connection_lost() will be called automatically.
        self.transport.close()

    def connection_lost(self, exc):
        # The socket has been closed
        self.on_con_lost.set_result(True)


async def main():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()
    on_con_lost = loop.create_future()

    # Create a pair of connected sockets
    rsock, wsock = socket.socketpair()

    # Register the socket to wait for data.
    transport, protocol = await loop.create_connection(
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        lambda: MyProtocol(on_con_lost), sock=rsock)

    # Simulate the reception of data from the network.
    loop.call_soon(wsock.send, 'abc'.encode())

    try:
        await protocol.on_con_lost
    finally:
        transport.close()
        wsock.close()

asyncio.run(main())
```

参考:

ファイル記述子の読み込みイベントを監視する 例では低レベルの *loop.add_reader()* メソッドを使ってファイル記述子 (FD) を登録しています。

ストリームを使ってデータを待ち受けるオープンなソケットを登録する 例ではコルーチン内で *open_connection()* 関数によって生成されたストリームを使っています。

loop.subprocess_exec() と SubprocessProtocol

サブプロセスからの出力を受け取り、サブプロセスが終了するまで待機するために使われるサブプロセスプロトコルの例です。

サブプロセスは *loop.subprocess_exec()* メソッドにより生成されます:

```
import asyncio
import sys

class DateProtocol(asyncio.SubprocessProtocol):
    def __init__(self, exit_future):
        self.exit_future = exit_future
        self.output = bytearray()
        self.pipe_closed = False
        self.exited = False

    def pipe_connection_lost(self, fd, exc):
        self.pipe_closed = True
        self.check_for_exit()

    def pipe_data_received(self, fd, data):
        self.output.extend(data)

    def process_exited(self):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        self.exited = True
        # process_exited() method can be called before
        # pipe_connection_lost() method: wait until both methods are
        # called.
        self.check_for_exit()

    def check_for_exit(self):
        if self.pipe_closed and self.exited:
            self.exit_future.set_result(True)

async def get_date():
    # Get a reference to the event loop as we plan to use
    # low-level APIs.
    loop = asyncio.get_running_loop()

    code = 'import datetime; print(datetime.datetime.now())'
    exit_future = asyncio.Future(loop=loop)

    # Create the subprocess controlled by DateProtocol;
    # redirect the standard output into a pipe.
    transport, protocol = await loop.subprocess_exec(
        lambda: DateProtocol(exit_future),
        sys.executable, '-c', code,
        stdin=None, stderr=None)

    # Wait for the subprocess exit using the process_exited()
    # method of the protocol.
    await exit_future

    # Close the stdout pipe.
    transport.close()

    # Read the output which was collected by the
    # pipe_data_received() method of the protocol.
    data = bytes(protocol.output)
    return data.decode('ascii').rstrip()

date = asyncio.run(get_date())
print(f"Current date: {date}")
```

高水準の API を使って書かれた **同様の例** も参照してください。

18.1.11 ポリシー

An event loop policy is a global object used to get and set the current *event loop*, as well as create new event loops. The default policy can be *replaced* with *built-in alternatives* to use different event loop implementations, or substituted by a *custom policy* that can override these behaviors.

The *policy object* gets and sets a separate event loop per *context*. This is per-thread by default, though custom policies could define *context* differently.

Custom event loop policies can control the behavior of *get_event_loop()*, *set_event_loop()*, and *new_event_loop()*.

ポリシーオブジェクトは *AbstractEventLoopPolicy* 抽象基底クラスで定義された API を実装しなければなりません。

ポリシーの取得と設定

以下の関数は現在のプロセスに対するポリシーの取得や設定をするために使われます:

asyncio.get_event_loop_policy()

プロセス全体にわたる現在のポリシーを返します。

asyncio.set_event_loop_policy(*policy*)

プロセス全体にわたる現在のポリシーを *policy* に設定します。

policy が None の場合、デフォルトポリシーが現在のポリシーに戻されます。

ポリシーオブジェクト

イベントループポリシーの抽象基底クラスは以下のように定義されています:

class asyncio.AbstractEventLoopPolicy

asyncio ポリシーの抽象基底クラスです。

get_event_loop()

現在のコンテキストのイベントループを取得します。

AbstractEventLoop のインターフェースを実装したイベントループオブジェクトを返します。

このメソッドは None を返してはいけません。

バージョン 3.6 で変更.

set_event_loop(*loop*)

現在のコンテキストにイベントループ *loop* を設定します。

new_event_loop()

新しいイベントループオブジェクトを生成して返します。

このメソッドは None を返してはいけません。

asyncio は以下の組み込みポリシーを提供します:

class asyncio.DefaultEventLoopPolicy

デフォルトの asyncio ポリシーです。Unix では *SelectorEventLoop* 、Windows では *ProactorEventLoop* を使います。

デフォルトのポリシーを手動でインストールする必要はありません。asyncio はデフォルトポリシーを使うように自動的に構成されます。

バージョン 3.8 で変更: Windows では *ProactorEventLoop* がデフォルトで使われるようになりました。

バージョン 3.12 で非推奨: The *get_event_loop()* method of the default asyncio policy now emits a *DeprecationWarning* if there is no current event loop set and it decides to create one. In some future Python release this will become an error.

class asyncio.WindowsSelectorEventLoopPolicy

SelectorEventLoop イベントループ実装を使った別のイベントループポリシーです。

利用可能な環境: Windows 。

class asyncio.WindowsProactorEventLoopPolicy

ProactorEventLoop イベントループ実装を使った別のイベントループポリシーです。

利用可能な環境: Windows 。

ポリシーのカスタマイズ

新しいイベントループのポリシーを実装するためには、以下に示すように *DefaultEventLoopPolicy* を継承して振る舞いを変更したいメソッドをオーバーライドすることが推奨されます。:

```
class MyEventLoopPolicy(asyncio.DefaultEventLoopPolicy):

    def get_event_loop(self):
        """Get the event loop.

        This may be None or an instance of EventLoop.
        """
        loop = super().get_event_loop()
        # Do something with loop ...
        return loop

asyncio.set_event_loop_policy(MyEventLoopPolicy())
```

18.1.12 プラットフォームでのサポート

asyncio モジュールは可搬的であるようにデザインされていますが、いくつかのプラットフォームでは、その根底にあるアーキテクチャや性能による微妙な動作の違いや制限があります。

全てのプラットホーム

- *loop.add_reader()* と *loop.add_writer()* をファイル I/O を監視するためには使えません。

Windows

ソースコード: Lib/asyncio/proactor_events.py, Lib/asyncio/windows_events.py, Lib/asyncio/windows_utils.py

---

バージョン 3.8 で変更: Windows では *ProactorEventLoop* がデフォルトのイベントループになりました。

全ての Windows 上のイベントループは以下のメソッドをサポートしません:

- *loop.create_unix_connection()* と *loop.create_unix_server()* はサポートされません。*socket.AF_UNIX* ソケットファミリーは Unix 固有です。
- *loop.add_signal_handler()* と *loop.remove_signal_handler()* はサポートされていません。

SelectorEventLoop は以下の制限があります:

- *SelectSelector* はソケットイベントの待ち受けに使われます: このクラスはソケットをサポートしますが 512 ソケットまでに制限されています。
- *loop.add_reader()* と *loop.add_writer()* はソケットハンドルのみを受け付けます (たとえばパイプファイル記述子はサポートされていません)。
- パイプはサポートされていません。従って *loop.connect_read_pipe()* と *loop.connect_write_pipe()* の 2 つのメソッドは未実装です。
- *Subprocesses* はサポートされていません。すなわち *loop.subprocess_exec()* と *loop.subprocess_shell()* の 2 つのメソッドは未実装です。

ProactorEventLoop は以下の制限があります:

- *loop.add_reader()* と *loop.add_writer()* はサポートされていません。

Windows のモノトニッククロックの時間分解能は、通常約 15.6 ミリ秒です。最高分解能は 0.5 ミリ秒です。分解能はハードウエア (HPET が利用可能かどうか) および WIndows の設定に依存します。

Windows におけるサブプロセスのサポート

Windows において、デフォルトのイベントループ *ProactorEventLoop* はサブプロセスをサポートしますが、*SelectorEventLoop* はサポートしません。

macOS

最近の macOS バージョンは完全にサポートされています。

10.8 以前の macOS

macOS 10.6, 10.7 および 10.8 では、デフォルトイベントループは *selectors.KqueueSelector* をしていますが、このクラスはこれらの macOS バージョンのキャラクターデバイスをサポートしていません。これらの macOS バージョンでキャラクターデバイスをサポートするためには *SelectorEventLoop* で *SelectSelector* または *PollSelector* を使うように手動で設定します。以下はその例です:

```
import asyncio
import selectors

selector = selectors.SelectSelector()
loop = asyncio.SelectorEventLoop(selector)
asyncio.set_event_loop(loop)
```

18.1.13 Extending

The main direction for *asyncio* extending is writing custom *event loop* classes. Asyncio has helpers that could be used to simplify this task.

注釈: Third-parties should reuse existing asyncio code with caution, a new Python version is free to break backward compatibility in *internal* part of API.

Writing a Custom Event Loop

asyncio.AbstractEventLoop declares very many methods. Implementing all them from scratch is a tedious job.

A loop can get many common methods implementation for free by inheriting from `asyncio.BaseEventLoop`.

In turn, the successor should implement a bunch of *private* methods declared but not implemented in `asyncio.BaseEventLoop`.

For example, `loop.create_connection()` checks arguments, resolves DNS addresses, and calls `loop._make_socket_transport()` that should be implemented by inherited class. The `_make_socket_transport()` method is not documented and is considered as an *internal* API.

Future and Task private constructors

asyncio.Future and *asyncio.Task* should be never created directly, please use corresponding *loop.create_future()* and *loop.create_task()*, or *asyncio.create_task()* factories instead.

However, third-party *event loops* may *reuse* built-in future and task implementations for the sake of getting a complex and highly optimized code for free.

For this purpose the following, *private* constructors are listed:

Future.__init__(***, *loop=None*)

Create a built-in future instance.

loop is an optional event loop instance.

Task.__init__(*coro*, ***, *loop=None*, *name=None*, *context=None*)

Create a built-in task instance.

loop is an optional event loop instance. The rest of arguments are described in *loop.create_task()* description.

バージョン 3.11 で変更: *context* argument is added.

Task lifetime support

A third party task implementation should call the following functions to keep a task visible by *asyncio.all_tasks()* and *asyncio.current_task()*:

asyncio._register_task(*task*)

Register a new *task* as managed by *asyncio*.

Call the function from a task constructor.

asyncio._unregister_task(*task*)

Unregister a *task* from *asyncio* internal structures.

The function should be called when a task is about to finish.

asyncio._enter_task(*loop*, *task*)

Switch the current task to the *task* argument.

Call the function just before executing a portion of embedded *coroutine* (`coroutine.send()` or `coroutine.throw()`).

`asyncio._leave_task`(*loop*, *task*)

Switch the current task back from *task* to `None`.

Call the function just after `coroutine.send()` or `coroutine.throw()` execution.

18.1.14 高水準の API インデックス

このページには、すべての高水準の 非同期/待機 可能な asyncio API が一覧になっています。

Task

ユーティリティは asyncio プログラムを実行し、タスクを作成し、タイムアウトのある複数の機能を待っています。

run()	イベントループを作成し、コルーチンを実行し、ループを閉じます。
Runner	複数の非同期関数呼び出しをシンプルにするコンテキストマネージャ。
Task	Task オブジェクト
TaskGroup	タスクのグループを保持するコンテキストマネージャ。グループに属するすべてのタスクが完了するのを待つのに便利で信頼性のある方法を提供します。
create_task()	asyncio タスクを開始し、それを返します。
current_task()	現在のタスクを返します。
all_tasks()	イベントループのまだ終了していないすべてのタスクを返します。
await *sleep()*	数秒間スリープします。
await *gather()*	並行してスケジュールして、待ちます。
await *wait_for()*	タイムアウトで実行します。
await *shield()*	取り消しから保護します。
await *wait()*	完了かどうかを監視します。
timeout()	タイムアウト付きで実行します。`wait_for` が適していない場合に有用です。
to_thread()	別の OS スレッドで非同期的に関数を実行します。
run_coroutine_threadsafe()	別の OS スレッドからコルーチンの実行をスケジュールします。
for in *as_completed()*	`for` ループ向けにコルーチンの完了を監視します。

使用例

- *asyncio.gather()* を使って複数の処理を並列に実行する 。
- *asyncio.wait_for()* を使って強制的にタイムアウトする 。
- 非同期処理をキャンセルする 。
- *asyncio.sleep()* を使う 。
- *Tasks* のドキュメント も参照してください。

キュー

キューは複数の非同期タスクの分散処理、コネクションプールや pub/sub パターンの実装に適しています。

Queue	FIFO キューです。
PriorityQueue	優先度付きのキューです。
LifoQueue	LIFO キュー (スタック) です。

使用例

- *asyncio.Queue* を使って複数のタスクを分散処理する.
- *Queue* のドキュメント も参照してください。

サブプロセス

サブプロセスを生成したり、シェルコマンドを実行するためのユーティリティです。

`await` *create_subprocess_exec()*	サブプロセスを作成します。
`await` *create_subprocess_shell()*	シェルコマンドを実行します。

使用例

- シェルコマンドを実行する。
- サブプロセス *API* のドキュメントも参照してください。

ストリーム

ネットワーク IO を利用するための高水準の APIs です。

await *open_connection()*	TCP コネクションを確立します。
await *open_unix_connection()*	Unix のソケット接続を確立します。
await *start_server()*	TCP サーバーを起動します。
await *start_unix_server()*	Unix のソケットサーバーを起動します。
StreamReader	ネットワークからデータを受信するための高水準の async/await オブジェクトです。
StreamWriter	ネットワークにデータを送信するための高水準の async/await オブジェクトです。

使用例

- *TCP* クライアントの例.
- ストリーム *API* のドキュメントも参照してください。

同期

タスク内で利用できるスレッド並列処理に似た同期プリミティブです。

Lock	ミューテックスロックです。
Event	イベントオブジェクトです。
Condition	条件変数オブジェクトです。
Semaphore	セマフォ (semaphore) です。
BoundedSemaphore	有限セマフォ (bounded semaphore) です。
Barrier	バリアーオブジェクト。

使用例

- *asyncio.Event* の使用例 。
- *asyncio.Barrier* を使う。
- asyncio の 同期プリミティブ についてのドキュメントも参照してください。

例外

asyncio.CancelledError	タスクがキャンセルされた場合に送出されます。*Task.cancel()* も参照してください。
asyncio.BrokenBarrierError	バリアーが破壊された場合に送出されます。*Barrier.wait()* も参照してください。

使用例

- *CancelledError* を処理してキャンセル要求に対応するコードを実行する.
- *asyncio* に特有な例外の完全なリスト も参照してください。

18.1.15 低水準の API インデックス

このページでは低水準の asyncio API を全てリストしています。

イベントループの取得

asyncio.get_running_loop()	実行中のイベントループを取得するために **利用が推奨される** 関数です。
asyncio.get_event_loop()	Get an event loop instance (running or current via the current policy).
asyncio.set_event_loop()	ポリシーに基づいて引数のイベントループを ” カレント” (current event loop) に設定します。
asyncio.new_event_loop()	新しいイベントループのインスタンスを生成します。

使用例

- *asyncio.get_running_loop()* を使う。

イベントループのメソッド

See also the main documentation section about the イベントループのメソッド.

ライフサイクル

loop.run_until_complete()	Future/Task/awaitable が完了するまで実行します。
loop.run_forever()	イベントループを永久に実行します。
loop.stop()	イベントループを停止します。
loop.close()	イベントループをクローズします。
loop.is_running()	イベントループが実行中の場合 `True` を返します。
loop.is_closed()	イベントループがクローズされている場合 `True` を返します。
await *loop.shutdown_asyncgens()*	非同期ジェネレータをクローズします。

デバッグ

loop.set_debug()	デバッグモードを有効化または無効化します。
loop.get_debug()	現在のデバッグモードを取得します。

コールバックのスケジューリング

loop.call_soon()	コールバックを即座に実行します。
loop.call_soon_threadsafe()	*loop.call_soon()* のスレッドセーフ版です。
loop.call_later()	与えられた遅延時間の **経過後** にコールバックを実行します。
loop.call_at()	**与えられた時刻に** コールバックを実行します。

スレッドプール／プロセスプール

await *loop.run_in_executor()*	CPU バウンドなブロッキング関数、またはその他のブロッキング関数を *concurrent.futures* 実行オブジェクト (executor) 上で実行します。
loop.set_default_executor()	*loop.run_in_executor()* のデフォルト実行オブジェクト (executor) を設定します。

タスクとフューチャー

loop.create_future()	*Future* オブジェクトを生成します。
loop.create_task()	コルーチンを *Task* としてスケジュールします。
loop.set_task_factory()	*loop.create_task()* が *Tasks* を生成する際に使われるファクトリを設定します。
loop.get_task_factory()	*loop.create_task()* が *Tasks* を生成するファクトリを取得します。

DNS

await *loop.getaddrinfo()*	*socket.getaddrinfo()* の非同期版です。
await *loop.getnameinfo()*	*socket.getnameinfo()* の非同期版です。

ネットワークとプロセス間通信 (IPC)

await *loop.create_connection()*	TCP 接続を確立します。
await *loop.create_server()*	TCP サーバーを起動します。
await *loop.create_unix_connection()*	Unix のソケット接続を確立します。
await *loop.create_unix_server()*	Create a Unix socket server.
await *loop.connect_accepted_socket()*	*socket* を (transport, protocol) のペアでラップします。
await *loop.create_datagram_endpoint()*	データグラム (UDP) 接続を確立します。
await *loop.sendfile()*	確立した接続 (transport) を通じてファイルを送信します。
await *loop.start_tls()*	既存の接続を TLS にアップグレードします。
await *loop.connect_read_pipe()*	パイプの読み出し側を (transport, protocol) のペアでラップします。
await *loop.connect_write_pipe()*	パイプの書き込み側を (transport, protocol) のペアでラップします。

ソケット

await *loop.sock_recv()*	*socket* からデータを受信します。
await *loop.sock_recv_into()*	*socket* からデータを受信し、バッファに送信します。
await *loop.sock_recvfrom()*	Receive a datagram from the *socket*.
await *loop.sock_recvfrom_into()*	Receive a datagram from the *socket* into a buffer.
await *loop.sock_sendall()*	*socket* にデータを送信します。
await *loop.sock_sendto()*	Send a datagram via the *socket* to the given address.
await *loop.sock_connect()*	*socket* を接続します。
await *loop.sock_accept()*	*socket* の接続を受け入れます。
await *loop.sock_sendfile()*	Send a file over the *socket*.
loop.add_reader()	ファイル記述子が読み込み可能かどうかの監視を開始します。
loop.remove_reader()	ファイル記述子が読み込み可能かどうかの監視を停止します。
loop.add_writer()	ファイル記述子が書き込み可能かどうかの監視を開始します。
loop.remove_writer()	ファイル記述子が書き込み可能かどうかの監視を停止します。

Unix シグナル

loop.add_signal_handler()	*signal* 用のハンドラーを追加します。
loop.remove_signal_handler()	*signal* 用のハンドラーを削除します。

サブプロセス

loop.subprocess_exec()	サブプロセスを生成します。
loop.subprocess_shell()	シェルコマンドからサブプロセスを生成します。

エラー処理

loop.call_exception_handler()	例外ハンドラを呼び出します。
loop.set_exception_handler()	新しい例外ハンドラーを設定します。
loop.get_exception_handler()	現在の例外ハンドラーを取得します。
loop.default_exception_handler()	デフォルトの例外ハンドラー実装です。

使用例

- *Using asyncio.new_event_loop() and loop.run_forever()*.
- *loop.call_later()* を使う。
- `loop.create_connection()` を使って *an echo-client* を実装する。
- `loop.create_connection()` を使って **ソケットに接続する**。
- *add_reader()* **を使ってファイルデスクリプタの読み込みイベントを監視する**。
- *loop.add_signal_handler()* を使う。
- *loop.subprocess_exec()* を使う。

トランスポート

全てのトランスポートは以下のメソッドを実装します:

transport.close()	トランスポートをクローズします。
transport.is_closing()	トランスポートを閉じている最中か閉じていた場合 True を返します。
transport.get_extra_info()	トランスポートについての情報をリクエストします。
transport.set_protocol()	トランスポートに新しいプロトコルを設定します。
transport.get_protocol()	現在のプロトコルを返します。

データを受信できるトランスポート (TCP 接続、Unix 接続、パイプなど) のメソッドです。該当するトランスポートは *loop.create_connection()*, *loop.create_unix_connection()*, *loop.connect_read_pipe()* などの戻り値です:

読み込みトランスポート

transport.is_reading()	トランスポートがデータを受信中の場合 True を返します。
transport.pause_reading()	データの受信を停止します。
transport.resume_reading()	データの受信を再開します。

データを送信できるトランスポート (TCP 接続、Unix 接続、パイプなど) のメソッドです。該当するトランスポートは *loop.create_connection()*, *loop.create_unix_connection()*, *loop.connect_write_pipe()* などの戻り値です:

トランスポートにデータを書き込みます。

transport.write()	トランスポートにデータを書き込みます。
transport.writelines()	トランスポートにバッファの内容を書き込みます。
transport.can_write_eof()	トランスポートが 終端 (EOF) の送信をサポートしている場合 *True* を返します。
transport.write_eof()	バッファに残っているデータをフラッシュしてから終端 (EOF) を送信して、トランスポートをクローズします。
transport.abort()	トランスポートを即座にクローズします。
transport.get_write_buffer_size()	Return the current size of the output buffer.
transport.get_write_buffer_limits()	書き込みフロー制御の高水位点と低水位点を取得します。
transport.set_write_buffer_limits()	書き込みフロー制御の高水位点と低水位点を設定します。

loop.create_datagram_endpoint() が返すトランスポート:

データグラムトランスポート

transport.sendto()	リモートピアにデータを送信します。
transport.abort()	トランスポートを即座にクローズします。

サブプロセスに対するトランスポートの低レベルな抽象化です。*loop.subprocess_exec()* や *loop.subprocess_shell()* の戻り値です:

サブプロセス化されたトランスポート

transport.get_pid()	サブプロセスのプロセス ID を返します。
transport.get_pipe_transport()	リクエストされた通信パイプ (標準入力 *stdin*, 標準出力 *stdout*, または標準エラー出力 *stderr*) のためのトランスポートを返します。
transport.get_returncode()	サブプロセスの終了ステータスを返します。
transport.kill()	サブプロセスを強制終了 (kill) します。
transport.send_signal()	サブプロセスにシグナルを送信します。
transport.terminate()	サブプロセスを停止します。
transport.close()	サブプロセスを強制終了 (kill) し、全てのパイプをクローズします。

プロトコル

プロトコルクラスは以下の **コールバックメソッド** を実装することができます:

callback *connection_made()*	コネクションが作成されたときに呼び出されます。
callback *connection_lost()*	コネクションが失われた、あるいはクローズされたときに呼び出されます。
callback *pause_writing()*	トランスポートのバッファーサイズが最高水位点 (High-Water Mark) を超えたときに呼び出されます。
callback *resume_writing()*	トランスポートのバッファーサイズが最低水位点 (Low-Water Mark) に達したきに呼び出されます。

ストリーミングプロトコル (TCP, Unix ソケット, パイプ)

callback *data_received()*	データを受信したときに呼び出されます。
callback *eof_received()*	終端 (EOF) を受信したときに呼び出されます。

バッファリングされたストリーミングプロトコル

callback *get_buffer()*	新しい受信バッファを割り当てるために呼び出します。
callback *buffer_updated()*	受信データによりバッファが更新された場合に呼び出されます。
callback *eof_received()*	終端 (EOF) を受信したときに呼び出されます。

データグラムプロトコル

callback *datagram_received()*	データグラムを受信したときに呼び出されます。
callback *error_received()*	直前の送信あるいは受信が *OSError* を送出したときに呼び出されます。

サブプロセスプロトコル

callback *pipe_data_received()*	子プロセスが標準出力 (*stdout*) または標準エラー出力 (*stderr*) のパイプにデータを書き込んだときに呼び出されます。
callback *pipe_connection_lost()*	子プロセスと通信するパイプのいずれかがクローズされたときに呼び出されます。
callback *process_exited()*	Called when the child process has exited. It can be called before *pipe_data_received()* and *pipe_connection_lost()* methods.

イベントループのポリシー

ポリシーは *asyncio.get_event_loop()* などの関数の振る舞いを変更する低レベルなメカニズムです。詳細は **ポリシーについてのセクション** を参照してください。

ポリシーへのアクセス

asyncio.get_event_loop_policy()	プロセス全体にわたる現在のポリシーを返します。
asyncio.set_event_loop_policy()	新たなプロセス全体にわたるポリシーを設定します。
AbstractEventLoopPolicy	ポリシーオブジェクトの基底クラスです。

18.1.16 asyncio での開発

非同期プログラミングは伝統的な ” 同期的” プログラミングとは異なります。

このページはよくある間違いや落とし穴を列挙し、それらを回避する方法を説明します。

デバッグモード

asyncio はデフォルトで本運用モードで実行されます。いっぽう、開発を容易にするために asyncio は ” デバッグモード” を持っています。

asyncio のデバッグモードを有効化する方法はいくつかあります:

- `PYTHONASYNCIODEBUG` 環境変数の値を `1` に設定する。
- *Python* **開発モード** を使う。
- *asyncio.run()* 実行時に `debug=True` を設定する。

- *loop.set_debug()* を呼び出す。

デバッグモードを有効化することに加え、以下も検討してください:

- *asyncio* **ロガー** のログレベルを *logging.DEBUG* に設定します。例えばアプリケーションの起動時に以下を実行します:

```
logging.basicConfig(level=logging.DEBUG)
```

- *warnings* モジュールが *ResourceWarning* 警告を表示するように設定します。やり方のひとつは `-W default` コマンドラインオプションを使うことです。

デバッグモードが有効化されたときの動作:

- asyncio は **待ち受け処理** *(await)* **を伴わないコルーチン** がないかをチェックし、それらを記録します; これにより "待ち受け忘れ" の落とし穴にはまる可能性を軽減します。
- スレッドセーフでない asyncio APIs の多く (*loop.call_soon()* や *loop.call_at()* など) は、誤ったスレッドから呼び出されたときに例外を送出します。
- I/O セレクタが I/O 処理を実行する時間が長すぎる場合、その実行時間が記録されます。
- 実行時間が 100 ミリ秒を超えるコールバックは記録されます。"遅い" の判断基準となる実行時間の最小値は *loop.slow_callback_duration* 属性で設定できます。

並行処理とマルチスレッド処理

イベントループはスレッド（典型的にはメインスレッド）内で動作し、すべてのコールバックとタスクをそのスレッド内で実行します。ひとつのタスクがイベントループ内で実行される間、他のタスクを同じスレッド内で実行することはできません。タスクが `await` 式を実行すると、実行中のタスクはサスペンドされ、イベントループは次のタスクを実行します。

別の OS スレッドからのコールバック (*callback*) をスケジュールする場合、*loop.call_soon_threadsafe()* メソッドを使ってください。例:

```
loop.call_soon_threadsafe(callback, *args)
```

ほぼ全ての非同期オブジェクトはスレッドセーフではありませんが、タスクやコールバックの外側で非同期オブジェクトを使うコードが存在しない限り、それが問題にはなることはほとんどありません。もしそのような目的で低レベルの asyncio API を呼び出すようなコードを書く必要がある場合、*loop.call_soon_threadsafe()* メソッドを使ってください。例:

```
loop.call_soon_threadsafe(fut.cancel)
```

別の OS スレッドからコルーチンオブジェクトをスケジュールする場合は、*run_coroutine_threadsafe()* メ

ソッドを使ってください。*run_coroutine_threadsafe()* は結果にアクセスするための *concurrent.futures.Future* オブジェクトを返します:

```
async def coro_func():
    return await asyncio.sleep(1, 42)

# Later in another OS thread:

future = asyncio.run_coroutine_threadsafe(coro_func(), loop)
# Wait for the result:
result = future.result()
```

シグナルの処理を行うには、イベントループはメインスレッド内で実行しなければなりません。

The *loop.run_in_executor()* メソッドを *concurrent.futures.ThreadPoolExecutor* とともに使用することで、イベントループの OS スレッドをブロックすることなく、別の OS スレッド内でブロッキングコードを実行することができます。

現在のところ、(たとえば *multiprocessing* で開始したような) 別のプロセスからコルーチンやコールバックを直接スケジュールすることはできません。**イベントループのメソッド** 節では、イベントループをブロックすることなくパイプからの読み込みやファイルデスクリプタの監視ができる API のリストを掲載しています。さらに、asyncio の **サブプロセス** API はイベントループからプロセスを開始したりプロセスと通信したりする方法を提供します。最後に、前述の *loop.run_in_executor()* メソッドは *concurrent.futures.ProcessPoolExecutor* とともに使用することで、別のプロセス内でコードを実行することもできます。

ブロッキングコードの実行

ブロッキングコード (CPU バウンドなコード) を直接呼び出すべきではありません。たとえば、CPU 負荷の高い関数を 1 秒実行したとすると、並行に処理されている全ての非同期タスクと I/O 処理は 1 秒遅れる可能性があります。

エグゼキューターを使用することにより、イベントループの OS スレッドをブロックすることなく、別のスレッドや別のプロセス上でタスクを実行することができます。詳しくは *loop.run_in_executor()* メソッドを参照してください。

ログ記録

asyncio は *logging* モジュールを利用し、全てのログ記録は `"asyncio"` ロガーを通じて行われます。

デフォルトのログレベルは *logging.INFO* ですが、これは簡単に調節できます:

```
logging.getLogger("asyncio").setLevel(logging.WARNING)
```

ネットワークログ記録は、イベントループをブロックし得ます。ログ処理のスレッドを分離するか、ノンブロッキング IO を使用することを推奨します。例えば、blocking-handlers を見てください。

待ち受け処理を伴わないコルーチンの検出

コルーチンが呼び出されただけで、待ち受け処理がない場合 (たとえば `await coro()` のかわりに `coro()` と書いてしまった場合) 、またはコルーチンが *asyncio.create_task()* を使わずにスケジュールされた場合、asyncio は *RuntimeWarning* 警告を送出します:

```
import asyncio

async def test():
    print("never scheduled")

async def main():
    test()

asyncio.run(main())
```

出力:

```
test.py:7: RuntimeWarning: coroutine 'test' was never awaited
  test()
```

デバッグモードの出力:

```
test.py:7: RuntimeWarning: coroutine 'test' was never awaited
Coroutine created at (most recent call last)
  File "../t.py", line 9, in <module>
    asyncio.run(main(), debug=True)

  < .. >

  File "../t.py", line 7, in main
    test()
  test()
```

通常の修正方法はコルーチンを待ち受ける (await) か、*asyncio.create_task()* 関数を呼び出すことです:

```
async def main():
    await test()
```

回収されない例外の検出

もし *Future.set_exception()* メソッドが呼び出されても、その Future オブジェクトを待ち受けていなければ、例外は決してユーザーコードまで伝播しません。この場合 asyncio は、Future オブジェクトがガベージコレクションの対象となったときにログメッセージを送出することがあります。

処理されない例外の例:

```
import asyncio

async def bug():
    raise Exception("not consumed")

async def main():
    asyncio.create_task(bug())

asyncio.run(main())
```

出力:

```
Task exception was never retrieved
future: <Task finished coro=<bug() done, defined at test.py:3>
  exception=Exception('not consumed')>

Traceback (most recent call last):
  File "test.py", line 4, in bug
    raise Exception("not consumed")
Exception: not consumed
```

タスクが生成された箇所を特定するには、**デバッグモードを有効化して** トレースバックを取得してください:

```
asyncio.run(main(), debug=True)
```

デバッグモードの出力:

```
Task exception was never retrieved
future: <Task finished coro=<bug() done, defined at test.py:3>
    exception=Exception('not consumed') created at asyncio/tasks.py:321>

source_traceback: Object created at (most recent call last):
  File "../t.py", line 9, in <module>
    asyncio.run(main(), debug=True)

< .. >

Traceback (most recent call last):
  File "../t.py", line 4, in bug
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    raise Exception("not consumed")
Exception: not consumed
```

注釈: asyncio のソースコードは Lib/asyncio/ にあります。

18.2 socket --- 低水準ネットワークインターフェース

ソースコード: Lib/socket.py

このモジュールは BSD の **ソケット** *(socket)* インターフェイスへのアクセスを提供します。これは、近代的な Unix システム、Windows、MacOS、その他多くのプラットフォームで動作します。

注釈: いくつかの挙動はプラットフォームに依存します。オペレーティングシステムのソケット API を呼び出しているためです。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

The Python interface is a straightforward transliteration of the Unix system call and library interface for sockets to Python's object-oriented style: the *socket()* function returns a *socket object* whose methods implement the various socket system calls. Parameter types are somewhat higher-level than in the C interface: as with `read()` and `write()` operations on Python files, buffer allocation on receive operations is automatic, and buffer length is implicit on send operations.

参考:

Module *socketserver*
: ネットワークサーバの開発を省力化するためのクラス群。

Module *ssl*
: ソケットオブジェクトに対する TLS/SSL ラッパー.

18.2.1 ソケットファミリー

どのシステムで実行するかとビルドオプションに依存しますが、このモジュールによって多様なソケットファミリーをサポートします。

特定のソケットオブジェクトによって必要とされるアドレスフォーマットは、ソケットオブジェクトが生成されたときに指定されたアドレスファミリーを元に自動的に選択されます。ソケットアドレスは次の通りです。

- ファイルシステム上のノードに束縛された *AF_UNIX* ソケットのアドレスは、ファイルシステムエンコーディングと `'surrogateescape'` エラーハンドラ (**PEP 383** を参照) を使って文字列として表現されます。Linux の抽象名前空間のアドレスは、先頭が null バイトとなる *bytes-like object* として返されます。この名前空間のソケットは通常のファイルシステム上のソケットと通信できるので、Linux 上で動作することを意図したプログラムは両方のアドレスを扱う必要がある可能性があります。文字列と bytes-like オブジェクトはどちらのタイプのアドレスにも引数として渡すことができます。

  バージョン 3.3 で変更: これまでは *AF_UNIX* ソケットパスは UTF-8 エンコーディングを使用するものとされていました。

  バージョン 3.5 で変更: 書き込み可能な *bytes-like object* を使用できるようになりました。

- *AF_INET* アドレスファミリーには、`(host, port)` ペアがアドレスとして利用されます。*host* はホスト名か `'daring.cwi.nl'` のようなインターネットドメインか、`'100.50.200.5'` のような IPv4 アドレスで、*port* は整数です。

  - IPv4 ではホストアドレスのほかに 2 つの特別な形式が使用できます。`''` **は、すべてのインターフェイスにバインドされるために使われる** `:const:`INADDR_ANY`` **を表し、**`'<broadcast>'` は `:const:`INADDR_BROADCAST`` を表します。これらの動作は IPv6 と互換性がありません。そのためもしもあなたが Python プログラムで IPv6 をサポートする予定があるのならばこれらを避けたほうが良いでしょう。

- *AF_INET6* アドレスファミリーでは、`(host, port, flowinfo, scope_id)` の 4 要素のタプルが利用されます。*flowinfo* と *scopeid* はそれぞれ C 言語の `struct sockaddr_in6` の `sin6_flowinfo` と `sin6_scope_id` メンバーを表します。*socket* モジュールのメソッドでは、後方互換性のために *flowinfo* と *scope_id* の省略を許しています。しかし、*scope_id* を省略すると scope された IPv6 アドレスを操作するときに問題が起こる場合があることに注意してください。

  バージョン 3.7 で変更: For multicast addresses (with *scope_id* meaningful) *address* may not contain `%scope_id` (or `zone id`) part. This information is superfluous and may be safely omitted (recommended).

- `AF_NETLINK` ソケットのアドレスは `(pid, groups)` のペアで表されます。

- Linux 限定で、`AF_TIPC` アドレスファミリーを用いて TIPC がサポートされます。TIPC は、クラスタコンピューティング環境のために設計された、IP ベースではないオープンなネットワークプロトコルです。アドレスはタプルで表現され、フィールドはアドレスタイプに依存します。一般的なタプルの形式は

(addr_type, v1, v2, v3 [, scope]) で、それぞれは次の通りです:

  - *addr_type* は TIPC_ADDR_NAMESEQ, TIPC_ADDR_NAME, TIPC_ADDR_ID の 1 つ。
  - *scope* は TIPC_ZONE_SCOPE, TIPC_CLUSTER_SCOPE, TIPC_NODE_SCOPE の 1 つ。
  - *addr_type* が TIPC_ADDR_NAME の場合、*v1* はサーバータイプ、*v2* はポート ID (the port identifier)、そして *v3* は 0 であるべきです。

    addr_type が TIPC_ADDR_NAMESEQ の場合、*v1* はサーバータイプ、*v2* はポート番号下位 (lower port number)、*v3* はポート番号上位 (upper port number) です。

    addr_type が TIPC_ADDR_ID の場合、*v1* はノード、*v2* は参照、*v3* は 0 であるべきです。

- *AF_CAN* アドレスファミリーには (interface,) というタプルを利用します。*interface* は 'can0' のようなネットワークインターフェース名を表す文字列です。このファミリーの全てのネットワークインターフェースからパケットを受信するために、ネットワークインターフェース名 '' を利用できます。
  - *CAN_ISOTP* protocol require a tuple (interface, rx_addr, tx_addr) where both additional parameters are unsigned long integer that represent a CAN identifier (standard or extended).
  - *CAN_J1939* protocol require a tuple (interface, name, pgn, addr) where additional parameters are 64-bit unsigned integer representing the ECU name, a 32-bit unsigned integer representing the Parameter Group Number (PGN), and an 8-bit integer representing the address.
- 文字列またはタプル (id, unit) は PF_SYSTEM ファミリーの SYSPROTO_CONTROL プロトコルのために使用されます。この文字列は、動的に割り当てられた ID によるカーネルコントロールの名前です。このタプルは、カーネルコントロールの ID とユニット番号が既知の場合、または登録済み ID が使用中の場合に使用することができます。

  Added in version 3.3.
- AF_BLUETOOTH は以下のプロトコルとアドレスフォーマットをサポートしています。
  - BTPROTO_L2CAP は (bdaddr, psm) を受け取ります。bdaddr は Bluetooth アドレスを表す文字列で、psm は整数です。
  - BTPROTO_RFCOMM は (bdaddr, channel) を受け取ります。bdaddr は Bluetooth アドレスを表す文字列で、channel は整数です。
  - BTPROTO_HCI は (device_id,) を受け取ります。device_id は、数値またはインターフェイスの Bluetooth アドレスを表す文字列です。(OS に依存します。NetBSD と DragonFlyBSD は Bluetooth アドレスを期待しますが、その他すべての OS は、数値を期待します。)

    バージョン 3.2 で変更: NetBSD と DragonFlyBSD のサポートが追加されました。
  - BTPROTO_SCO は bdaddr を受け取ります。ここで、bdaddr は Bluetooth アドレスを文字列形式で持つ *bytes* オブジェクトです (例: b'12:23:34:45:56:67')。このプロトコルは、FreeBSD ではサ

ポートされていません。

- *AF_ALG* はカーネル暗号へのソケットベースのインターフェイスで、Linux でのみ使用できます。アルゴリズムソケットは、2 つから 4 つの要素を持つタプル (`type, name [, feat [, mask]]`) で構成されます。各要素の意味は、以下の通りです。
  - *type* はアルゴリズムタイプを示す文字列です。例: `aead`, `hash`, `skcipher` または `rng`。
  - *name* はアルゴリズム名及び操作モードを示す文字列です。例: `sha256`, `hmac(sha256)`, `cbc(aes)` または `drbg_nopr_ctr_aes256`。
  - *feat* と *mask* は、符号を持たない 32 ビットの整数です。

  利用可能な環境: Linux 2.6.38 以上。

  一部のアルゴリズムタイプでは、さらに新しいカーネルが必要です。

  Added in version 3.6.

- *AF_VSOCK* allows communication between virtual machines and their hosts. The sockets are represented as a `(CID, port)` tuple where the context ID or CID and port are integers.

  利用可能な環境: Linux 3.9 以上。

  See *vsock(7)*

  Added in version 3.7.

- *AF_PACKET* is a low-level interface directly to network devices. The addresses are represented by the tuple `(ifname, proto[, pkttype[, hatype[, addr]]])` where:
  - *ifname* - デバイス名を指定する文字列。
  - *proto* - The Ethernet protocol number. May be *ETH_P_ALL* to capture all protocols, one of the *ETHERTYPE_* constants* or any other Ethernet protocol number.
  - *pkttype* - パケットタイプを指定するオプションの整数:
    - `PACKET_HOST` (the default) - Packet addressed to the local host.
    - `PACKET_BROADCAST` - Physical-layer broadcast packet.
    - `PACKET_MULTICAST` - Packet sent to a physical-layer multicast address.
    - `PACKET_OTHERHOST` - Packet to some other host that has been caught by a device driver in promiscuous mode.
    - `PACKET_OUTGOING` - Packet originating from the local host that is looped back to a packet socket.
  - *hatype* - Optional integer specifying the ARP hardware address type.

- *addr* - Optional bytes-like object specifying the hardware physical address, whose interpretation depends on the device.

利用可能な環境: Linux 2.2 以上。

- *AF_QIPCRTR* is a Linux-only socket based interface for communicating with services running on co-processors in Qualcomm platforms. The address family is represented as a `(node, port)` tuple where the *node* and *port* are non-negative integers.

  利用可能な環境: Linux 4.7 以上。

  Added in version 3.8.

- `IPPROTO_UDPLITE` is a variant of UDP which allows you to specify what portion of a packet is covered with the checksum. It adds two socket options that you can change. `self.setsockopt(IPPROTO_UDPLITE, UDPLITE_SEND_CSCOV, length)` will change what portion of outgoing packets are covered by the checksum and `self.setsockopt(IPPROTO_UDPLITE, UDPLITE_RECV_CSCOV, length)` will filter out packets which cover too little of their data. In both cases `length` should be in `range(8, 2**16, 8)`.

  Such a socket should be constructed with `socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, IPPROTO_UDPLITE)` for IPv4 or `socket(AF_INET6, SOCK_DGRAM, IPPROTO_UDPLITE)` for IPv6.

  Availability: Linux >= 2.6.20, FreeBSD >= 10.1

  Added in version 3.9.

- *AF_HYPERV* is a Windows-only socket based interface for communicating with Hyper-V hosts and guests. The address family is represented as a `(vm_id, service_id)` tuple where the `vm_id` and `service_id` are UUID strings.

  The `vm_id` is the virtual machine identifier or a set of known VMID values if the target is not a specific virtual machine. Known VMID constants defined on `socket` are:

  - `HV_GUID_ZERO`
  - `HV_GUID_BROADCAST`
  - `HV_GUID_WILDCARD` - Used to bind on itself and accept connections from all partitions.
  - `HV_GUID_CHILDREN` - Used to bind on itself and accept connection from child partitions.
  - `HV_GUID_LOOPBACK` - Used as a target to itself.
  - `HV_GUID_PARENT` - When used as a bind accepts connection from the parent partition. When used as an address target it will connect to the parent partition.

  The `service_id` is the service identifier of the registered service.

Added in version 3.12.

IPv4/v6 ソケットの *host* 部にホスト名を指定すると、処理結果が一定ではない場合があります。これは Python は DNS から取得したアドレスのうち最初のアドレスを使用するので、DNS の処理やホストの設定によって異なる IPv4/6 アドレスを取得する場合があるためです。常に同じ結果が必要であれば、*host* に数値のアドレスを指定してください。

エラー時には例外が発生します。引数型のエラーやメモリ不足の場合には通常の例外が発生し、ソケットやアドレス関連のエラーの場合は *OSError* またはそのサブクラスが発生します。

setblocking() メソッドで、非ブロッキングモードを使用することができます。また、より汎用的に *settimeout()* メソッドでタイムアウトを指定する事ができます。

18.2.2 モジュールの内容

socket モジュールは以下の要素を公開しています。

例外

exception socket.error

OSError の非推奨のエイリアスです。

バージョン 3.3 で変更: **PEP 3151** に基づき、このクラスは *OSError* のエイリアスになりました。

exception socket.herror

OSError のサブクラス。この例外はアドレス関連のエラー、つまり *gethostbyname_ex()* と *gethostbyaddr()* などの、POSIX C API の *h_errno* を利用する関数のために利用されます。例外に付随する (`h_errno`, `string`) ペアはライブラリの呼び出しによって返されたエラーを表します。*h_errno* は数値で、*string* は、`hstrerror()` C 関数によって返される *h_errno* を説明する文字列です。

バージョン 3.3 で変更: このクラスは *OSError* のサブクラスになりました。

exception socket.gaierror

A subclass of *OSError*, this exception is raised for address-related errors by *getaddrinfo()* and *getnameinfo()*. The accompanying value is a pair (`error`, `string`) representing an error returned by a library call. *string* represents the description of *error*, as returned by the `gai_strerror()` C function. The numeric *error* value will match one of the `EAI_*` constants defined in this module.

バージョン 3.3 で変更: このクラスは *OSError* のサブクラスになりました。

exception socket.timeout

TimeoutError の非推奨のエイリアスです。

OSError のサブクラスです。この例外は、あらかじめ *settimeout()* を呼び出して (あるいは *setdefaulttimeout()* を利用して暗黙に) タイムアウトを有効にしてあるソケットでタイムアウトが生じた際に送出されます。例外に付属する値は文字列で、その内容は現状では常に "timed out" となります。

バージョン 3.3 で変更: このクラスは *OSError* のサブクラスになりました。

バージョン 3.10 で変更: このクラスは *TimeoutError* のエイリアスになりました。

定数

AF_* 定数と SOCK_* 定数は、`AddressFamily` と `SocketKind` *IntEnum* collection になりました。

Added in version 3.4.

socket.AF_UNIX

socket.AF_INET

socket.AF_INET6

These constants represent the address (and protocol) families, used for the first argument to *socket()*. If the *AF_UNIX* constant is not defined then this protocol is unsupported. More constants may be available depending on the system.

socket.AF_UNSPEC

AF_UNSPEC means that *getaddrinfo()* should return socket addresses for any address family (either IPv4, IPv6, or any other) that can be used.

socket.SOCK_STREAM

socket.SOCK_DGRAM

socket.SOCK_RAW

socket.SOCK_RDM

socket.SOCK_SEQPACKET

These constants represent the socket types, used for the second argument to *socket()*. More constants may be available depending on the system. (Only *SOCK_STREAM* and *SOCK_DGRAM* appear to be generally useful.)

socket.SOCK_CLOEXEC

socket.SOCK_NONBLOCK

この 2 つの定数が定義されていた場合、ソケットタイプと組み合わせていくつかの flags をアトミックに設定することができます (別の呼び出しを不要にして競合状態を避ける事ができます)。

参考:

より完全な説明は Secure File Descriptor Handling を参照してください。

利用可能な環境: Linux 2.6.27 以上。

Added in version 3.2.

SO_*

socket.SOMAXCONN

MSG_*

SOL_*

SCM_*

IPPROTO_*

IPPORT_*

INADDR_*

IP_*

IPV6_*

EAI_*

AI_*

NI_*

TCP_*

Many constants of these forms, documented in the Unix documentation on sockets and/or the IP protocol, are also defined in the socket module. They are generally used in arguments to the *setsockopt()* and *getsockopt()* methods of socket objects. In most cases, only those symbols that are defined in the Unix header files are defined; for a few symbols, default values are provided.

バージョン 3.6 で変更: SO_DOMAIN, SO_PROTOCOL, SO_PEERSEC, SO_PASSSEC, TCP_USER_TIMEOUT, TCP_CONGESTION が追加されました。

バージョン 3.6.5 で変更: Windows では、実行時の Windows がサポートしているならば TCP_FASTOPEN、TCP_KEEPCNT が表示されます。

バージョン 3.7 で変更: TCP_NOTSENT_LOWAT が追加されました。

Windows では、実行時の Windows がサポートしているならば TCP_KEEPIDLE, TCP_KEEPINTVL が表示されます。

バージョン 3.10 で変更: IP_RECVTOS was added. Added TCP_KEEPALIVE. On MacOS this constant can be used in the same way that TCP_KEEPIDLE is used on Linux.

バージョン 3.11 で変更: Added TCP_CONNECTION_INFO. On MacOS this constant can be used in the same way that TCP_INFO is used on Linux and BSD.

バージョン 3.12 で変更: Added SO_RTABLE and SO_USER_COOKIE. On OpenBSD and FreeBSD respectively those constants can be used in the same way that SO_MARK is used on Linux. Also added missing

TCP socket options from Linux: TCP_MD5SIG, TCP_THIN_LINEAR_TIMEOUTS, TCP_THIN_DUPACK, TCP_REPAIR, TCP_REPAIR_QUEUE, TCP_QUEUE_SEQ, TCP_REPAIR_OPTIONS, TCP_TIMESTAMP, TCP_CC_INFO, TCP_SAVE_SYN, TCP_SAVED_SYN, TCP_REPAIR_WINDOW, TCP_FASTOPEN_CONNECT, TCP_ULP, TCP_MD5SIG_EXT, TCP_FASTOPEN_KEY, TCP_FASTOPEN_NO_COOKIE, TCP_ZEROCOPY_RECEIVE, TCP_INQ, TCP_TX_DELAY. Added IP_PKTINFO, IP_UNBLOCK_SOURCE, IP_BLOCK_SOURCE, IP_ADD_SOURCE_MEMBERSHIP, IP_DROP_SOURCE_MEMBERSHIP.

バージョン 3.13 で変更: Added SO_BINDTOIFINDEX. On Linux this constant can be used in the same way that SO_BINDTODEVICE is used, but with the index of a network interface instead of its name.

バージョン 3.14 で変更: Added missing IP_RECVERR, IP_RECVTTL, and IP_RECVORIGDSTADDR on Linux.

socket.AF_CAN

socket.PF_CAN

SOL_CAN_*

CAN_*

Linux ドキュメントにあるこの形式の定数は socket モジュールでも定義されています。

Availability: Linux >= 2.6.25, NetBSD >= 8.

Added in version 3.3.

バージョン 3.11 で変更: NetBSD サポートが追加されました。

socket.CAN_BCM

CAN_BCM_*

CAN プロトコルファミリーの CAN_BCM は、ブロードキャストマネージャー (BCM) プロトコルです。Linux ドキュメントにあるこの形式の定数は、socket モジュールでも定義されています。

利用可能な環境: Linux 2.6.25 以上。

注釈: The CAN_BCM_CAN_FD_FRAME flag is only available on Linux >= 4.8.

Added in version 3.4.

socket.CAN_RAW_FD_FRAMES

CAN_RAW ソケットで CAN FD をサポートします。これはデフォルトで無効になっています。これにより、アプリケーションが CAN フレームと CAN FD フレームを送信できるようになります。ただし、ソケットからの読み出し時に、CAN と CAN FD の両方のフレームを受け入れなければなりません。

この定数は、Linux のドキュメンテーションで説明されています。

利用可能な環境: Linux 3.6 以上。

Added in version 3.5.

socket.CAN_RAW_JOIN_FILTERS

Joins the applied CAN filters such that only CAN frames that match all given CAN filters are passed to user space.

この定数は、Linux のドキュメンテーションで説明されています。

利用可能な環境: Linux 4.1 以上。

Added in version 3.9.

socket.CAN_ISOTP

CAN_ISOTP, in the CAN protocol family, is the ISO-TP (ISO 15765-2) protocol. ISO-TP constants, documented in the Linux documentation.

利用可能な環境: Linux 2.6.25 以上。

Added in version 3.7.

socket.CAN_J1939

CAN_J1939, in the CAN protocol family, is the SAE J1939 protocol. J1939 constants, documented in the Linux documentation.

利用可能な環境: Linux 5.4 以上。

Added in version 3.9.

socket.AF_DIVERT

socket.PF_DIVERT

These two constants, documented in the FreeBSD divert(4) manual page, are also defined in the socket module.

Availability: FreeBSD >= 14.0.

Added in version 3.12.

socket.AF_PACKET

socket.PF_PACKET

PACKET_*

Linux ドキュメントにあるこの形式の定数は socket モジュールでも定義されています。

利用可能な環境: Linux 2.2 以上。

socket.ETH_P_ALL

ETH_P_ALL can be used in the *socket* constructor as *proto* for the *AF_PACKET* family in order to capture every packet, regardless of protocol.

For more information, see the *packet(7)* manpage.

利用可能な環境: Linux。

Added in version 3.12.

socket.**AF_RDS**

socket.**PF_RDS**

socket.**SOL_RDS**

RDS_*

Linux ドキュメントにあるこの形式の定数は socket モジュールでも定義されています。

利用可能な環境: Linux 2.6.30 以上。

Added in version 3.3.

socket.**SIO_RCVALL**

socket.**SIO_KEEPALIVE_VALS**

socket.**SIO_LOOPBACK_FAST_PATH**

RCVALL_*

Windows の WSAIoctl() のための定数です。この定数はソケットオブジェクトの *ioctl()* メソッドに引数として渡されます。

バージョン 3.6 で変更: SIO_LOOPBACK_FAST_PATH が追加されました。

TIPC_*

TIPC 関連の定数で、C のソケット API が公開しているものにマッチします。詳しい情報は TIPC のドキュメントを参照してください。

socket.**AF_ALG**

socket.**SOL_ALG**

ALG_*

Linux カーネル暗号用の定数です。

利用可能な環境: Linux 2.6.38 以上。

Added in version 3.6.

socket.**AF_VSOCK**

socket.**IOCTL_VM_SOCKETS_GET_LOCAL_CID**

VMADDR*

SO_VM*

Constants for Linux host/guest communication.

利用可能な環境: Linux 4.8 以上。

Added in version 3.7.

socket.AF_LINK

利用可能な環境: BSD, macOS。

Added in version 3.4.

socket.has_ipv6

現在のプラットフォームで IPv6 がサポートされているか否かを示す真偽値。

socket.BDADDR_ANY

socket.BDADDR_LOCAL

これらは、特別な意味を持つ Bluetooth アドレスを含む文字列定数です。例えば、*BDADDR_ANY* を使用すると、BTPROTO_RFCOMM で束縛ソケットを指定する際に、任意のアドレスを指し示すことができます。

socket.HCI_FILTER

socket.HCI_TIME_STAMP

socket.HCI_DATA_DIR

BTPROTO_HCI で使用します。*HCI_FILTER* は NetBSD または DragonFlyBSD では使用できません。*HCI_TIME_STAMP* と *HCI_DATA_DIR* は FreeBSD, NetBSD, DragonFlyBSD では使用できません。

socket.AF_QIPCRTR

Constant for Qualcomm's IPC router protocol, used to communicate with service providing remote processors.

利用可能な環境: Linux 4.7 以上。

socket.SCM_CREDS2

socket.LOCAL_CREDS

socket.LOCAL_CREDS_PERSISTENT

LOCAL_CREDS and LOCAL_CREDS_PERSISTENT can be used with SOCK_DGRAM, SOCK_STREAM sockets, equivalent to Linux/DragonFlyBSD SO_PASSCRED, while LOCAL_CREDS sends the credentials at first read, LOCAL_CREDS_PERSISTENT sends for each read, SCM_CREDS2 must be then used for the latter for the message type.

Added in version 3.11.

利用可能な環境: FreeBSD。

socket.SO_INCOMING_CPU

Constant to optimize CPU locality, to be used in conjunction with SO_REUSEPORT.

Added in version 3.11.

利用可能な環境: Linux 3.9 以上。

socket.AF_HYPERV

socket.HV_PROTOCOL_RAW

socket.HVSOCKET_CONNECT_TIMEOUT

socket.HVSOCKET_CONNECT_TIMEOUT_MAX

socket.HVSOCKET_CONNECTED_SUSPEND

socket.HVSOCKET_ADDRESS_FLAG_PASSTHRU

socket.HV_GUID_ZERO

socket.HV_GUID_WILDCARD

socket.HV_GUID_BROADCAST

socket.HV_GUID_CHILDREN

socket.HV_GUID_LOOPBACK

socket.HV_GUID_PARENT

Constants for Windows Hyper-V sockets for host/guest communications.

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.12.

socket.ETHERTYPE_ARP

socket.ETHERTYPE_IP

socket.ETHERTYPE_IPV6

socket.ETHERTYPE_VLAN

IEEE 802.3 protocol number. constants.

Availability: Linux, FreeBSD, macOS.

Added in version 3.12.

関数

ソケットの作成

以下の関数は全て *socket object* を生成します。

class socket.socket(*family=AF_INET*, *type=SOCK_STREAM*, *proto=0*, *fileno=None*)

アドレスファミリー、ソケットタイプ、プロトコル番号を指定してソケットを作成します。アドレスファミリーには *AF_INET* (デフォルト値), *AF_INET6*, *AF_UNIX*, *AF_CAN*, *AF_PACKET*, *AF_RDS* を指定することができます。ソケットタイプには *SOCK_STREAM* (デフォルト値), *SOCK_DGRAM*, *SOCK_RAW* または他の SOCK_ 定数の何れかを指定します。プロトコル番号は通常省略するか、または 0 を指定しますが、アドレスファミリーに *AF_CAN* を指定した場合は、プロトコル番号には const:*CAN_RAW*, *CAN_BCM*, *CAN_ISOTP*, *CAN_J1939* のいずれかを指定すべきです。

If *fileno* is specified, the values for *family*, *type*, and *proto* are auto-detected from the specified file descriptor. Auto-detection can be overruled by calling the function with explicit *family*, *type*, or *proto* arguments. This only affects how Python represents e.g. the return value of *socket.getpeername()* but not the actual OS resource. Unlike *socket.fromfd()*, *fileno* will return the same socket and not a duplicate. This may help close a detached socket using *socket.close()*.

新たに作成されたソケットは **継承不可** です。

引数 self, family, type, protocol 付きで **監査イベント** socket.__new__ を送出します。

バージョン 3.3 で変更: AF_CAN, AF_RDS ファミリーが追加されました。

バージョン 3.4 で変更: CAN_BCM プロトコルが追加されました。

バージョン 3.4 で変更: 返されるソケットは継承不可になりました。

バージョン 3.7 で変更: CAN_ISOTP プロトコルが追加されました。

バージョン 3.7 で変更: When *SOCK_NONBLOCK* or *SOCK_CLOEXEC* bit flags are applied to *type* they are cleared, and *socket.type* will not reflect them. They are still passed to the underlying system socket() call. Therefore,

```
sock = socket.socket(
    socket.AF_INET,
    socket.SOCK_STREAM | socket.SOCK_NONBLOCK)
```

will still create a non-blocking socket on OSes that support SOCK_NONBLOCK, but sock.type will be set to socket.SOCK_STREAM.

バージョン 3.9 で変更: CAN_J1939 プロトコルが追加されました。

バージョン 3.10 で変更: IPPROTO_MPTCP プロトコルが追加されました。

socket.**socketpair**([*family*[, *type*[, *proto*]]])

Build a pair of connected socket objects using the given address family, socket type, and protocol number. Address family, socket type, and protocol number are as for the *socket()* function above. The default family is *AF_UNIX* if defined on the platform; otherwise, the default is *AF_INET*.

新たに作成されたソケットは **継承不可** です。

バージョン 3.2 で変更: 返されるソケットオブジェクトが、サブセットではなく完全なソケット API を提供するようになりました。

バージョン 3.4 で変更: 返されるソケットの組は、どちらも継承不可になりました。

バージョン 3.5 で変更: Windows のサポートが追加されました。

socket.**create_connection**(*address*, *timeout=GLOBAL_DEFAULT*, *source_address=None*, *, *all_errors=False*)

インターネット *address* (`(host, port)` ペア) で listen している TCP サービスに接続し、ソケットオブジェクトを返します。これは *socket.connect()* を高級にした関数です。*host* が数値でないホスト名の場合、*AF_INET* と *AF_INET6* の両方で名前解決を試み、得られた全てのアドレスに対して成功するまで接続を試みます。この関数を使って IPv4 と IPv6 に両対応したクライアントを簡単に書くことができます。

オプションの *timeout* 引数を指定すると、接続を試みる前にソケットオブジェクトのタイムアウトを設定します。*timeout* が指定されない場合、*getdefaulttimeout()* が返すデフォルトのタイムアウト設定値を利用します。

source_address は接続する前にバインドするソースアドレスを指定するオプション引数で、指定する場合は `(host, port)` の 2 要素タプルでなければなりません。host や port が '' か 0 だった場合は、OS のデフォルトの動作になります。

When a connection cannot be created, an exception is raised. By default, it is the exception from the last address in the list. If *all_errors* is `True`, it is an *ExceptionGroup* containing the errors of all attempts.

バージョン 3.2 で変更: *source_address* が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: *all_errors* が追加されました

socket.**create_server**(*address*, *, *family=AF_INET*, *backlog=None*, *reuse_port=False*, *dualstack_ipv6=False*)

Convenience function which creates a TCP socket bound to *address* (a 2-tuple `(host, port)`) and returns the socket object.

family should be either *AF_INET* or *AF_INET6*. *backlog* is the queue size passed to *socket.listen()*; if not specified , a default reasonable value is chosen. *reuse_port* dictates whether to set the `SO_REUSEPORT` socket option.

If *dualstack_ipv6* is true and the platform supports it the socket will be able to accept both IPv4 and IPv6 connections, else it will raise *ValueError*. Most POSIX platforms and Windows are supposed to support this functionality. When this functionality is enabled the address returned by *socket.getpeername()* when an IPv4 connection occurs will be an IPv6 address represented as an IPv4-mapped IPv6 address. If *dualstack_ipv6* is false it will explicitly disable this functionality on platforms that enable it by default (e.g. Linux). This parameter can be used in conjunction with *has_dualstack_ipv6()*:

```
import socket

addr = ("", 8080)  # all interfaces, port 8080
if socket.has_dualstack_ipv6():
    s = socket.create_server(addr, family=socket.AF_INET6, dualstack_ipv6=True)
else:
    s = socket.create_server(addr)
```

注釈: On POSIX platforms the SO_REUSEADDR socket option is set in order to immediately reuse previous sockets which were bound on the same *address* and remained in TIME_WAIT state.

Added in version 3.8.

socket.**has_dualstack_ipv6**()

Return True if the platform supports creating a TCP socket which can handle both IPv4 and IPv6 connections.

Added in version 3.8.

socket.**fromfd**(*fd*, *family*, *type*, *proto=0*)

Duplicate the file descriptor *fd* (an integer as returned by a file object's *fileno()* method) and build a socket object from the result. Address family, socket type and protocol number are as for the *socket()* function above. The file descriptor should refer to a socket, but this is not checked --- subsequent operations on the object may fail if the file descriptor is invalid. This function is rarely needed, but can be used to get or set socket options on a socket passed to a program as standard input or output (such as a server started by the Unix inet daemon). The socket is assumed to be in blocking mode.

新たに作成されたソケットは **継承不可** です。

バージョン 3.4 で変更: 返されるソケットは継承不可になりました。

socket.**fromshare**(*data*)

socket.share() メソッドから取得した data からソケットオブジェクトを生成します。ソケットはブロッキングモードだと仮定されます。

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.3.

socket.SocketType

ソケットオブジェクトの型を示す型オブジェクト。type(socket(...)) と同じです。

その他の関数

socket モジュールはネットワーク関連のサービスを提供しています:

socket.close(*fd*)

Close a socket file descriptor. This is like *os.close()*, but for sockets. On some platforms (most noticeable Windows) *os.close()* does not work for socket file descriptors.

Added in version 3.7.

socket.getaddrinfo(*host*, *port*, *family=0*, *type=0*, *proto=0*, *flags=0*)

host / *port* 引数の指すアドレス情報を、そのサービスに接続されたソケットを作成するために必要な全ての引数が入った 5 要素のタプルに変換します。*host* はドメイン名、IPv4/v6 アドレスの文字列、または None です。*port* は 'http' のようなサービス名文字列、ポート番号を表す数値、または None です。*host* と *port* に None を指定すると C API に NULL を渡せます。

オプションの *family*, *type*, *proto* 引数を指定すると、返されるアドレスのリストを絞り込むことができます。これらの引数の値として 0 を渡すと絞り込まない結果を返します。*flags* 引数には AI_* 定数のうち 1 つ以上が指定でき、結果の取り方を変えることができます。例えば、AI_NUMERICHOST を指定するとドメイン名解決を行わないようにし、*host* がドメイン名だった場合には例外を送出します。

この関数は以下の構造をとる 5 要素のタプルのリストを返します:

(family, type, proto, canonname, sockaddr)

In these tuples, *family*, *type*, *proto* are all integers and are meant to be passed to the *socket()* function. *canonname* will be a string representing the canonical name of the *host* if AI_CANONNAME is part of the *flags* argument; else *canonname* will be empty. *sockaddr* is a tuple describing a socket address, whose format depends on the returned *family* (a (address, port) 2-tuple for *AF_INET*, a (address, port, flowinfo, scope_id) 4-tuple for *AF_INET6*), and is meant to be passed to the *socket.connect()* method.

引数 host, port, family, type, protocol 付きで 監査イベント socket.getaddrinfo を送出します。

次の例では example.org の 80 番ポートポートへの TCP 接続を得るためのアドレス情報を取得しようとしています。(結果は IPv6 をサポートしているかどうかで変わります):

```
>>> socket.getaddrinfo("example.org", 80, proto=socket.IPPROTO_TCP)
[(socket.AF_INET6, socket.SOCK_STREAM,
 6, '', ('2606:2800:220:1:248:1893:25c8:1946', 80, 0, 0)),
 (socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM,
 6, '', ('93.184.216.34', 80))]
```

バージョン 3.2 で変更: パラメータをキーワード引数で渡すことができるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: for IPv6 multicast addresses, string representing an address will not contain `%scope_id` part.

socket.getfqdn([*name*])

Return a fully qualified domain name for *name*. If *name* is omitted or empty, it is interpreted as the local host. To find the fully qualified name, the hostname returned by *gethostbyaddr()* is checked, followed by aliases for the host, if available. The first name which includes a period is selected. In case no fully qualified domain name is available and *name* was provided, it is returned unchanged. If *name* was empty or equal to `'0.0.0.0'`, the hostname from *gethostname()* is returned.

socket.gethostbyname(*hostname*)

ホスト名を `'100.50.200.5'` のような IPv4 形式のアドレスに変換します。ホスト名として IPv4 アドレスを指定した場合、その値は変換せずにそのまま返ります。*gethostbyname()* API へのより完全なインターフェイスが必要であれば、*gethostbyname_ex()* を参照してください。*gethostbyname()* は、IPv6 名前解決をサポートしていません。IPv4/ v6 のデュアルスタックをサポートする場合は *getaddrinfo()* を使用します。

引数 `hostname` を指定して **監査イベント** `socket.gethostbyname` を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.gethostbyname_ex(*hostname*)

Translate a host name to IPv4 address format, extended interface. Return a 3-tuple `(hostname, aliaslist, ipaddrlist)` where *hostname* is the host's primary host name, *aliaslist* is a (possibly empty) list of alternative host names for the same address, and *ipaddrlist* is a list of IPv4 addresses for the same interface on the same host (often but not always a single address). *gethostbyname_ex()* does not support IPv6 name resolution, and *getaddrinfo()* should be used instead for IPv4/v6 dual stack support.

引数 `hostname` を指定して **監査イベント** `socket.gethostbyname` を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.gethostname()

Python インタープリタを現在実行しているマシンのホスト名を含む文字列を返します。

引数無しで **監査イベント** `socket.gethostname` を送出します。

注意: *gethostname()* は完全修飾ドメイン名を返すとは限りません。完全修飾ドメイン名が必要であれば、*getfqdn()* を使用してください。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**gethostbyaddr**(*ip_address*)

Return a 3-tuple `(hostname, aliaslist, ipaddrlist)` where *hostname* is the primary host name responding to the given *ip_address*, *aliaslist* is a (possibly empty) list of alternative host names for the same address, and *ipaddrlist* is a list of IPv4/v6 addresses for the same interface on the same host (most likely containing only a single address). To find the fully qualified domain name, use the function *getfqdn()*. *gethostbyaddr()* supports both IPv4 and IPv6.

引数 `ip_address` を指定して 監査イベント `socket.gethostbyaddr` を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**getnameinfo**(*sockaddr*, *flags*)

Translate a socket address *sockaddr* into a 2-tuple `(host, port)`. Depending on the settings of *flags*, the result can contain a fully qualified domain name or numeric address representation in *host*. Similarly, *port* can contain a string port name or a numeric port number.

For IPv6 addresses, `%scope_id` is appended to the host part if *sockaddr* contains meaningful *scope_id*. Usually this happens for multicast addresses.

For more information about *flags* you can consult *getnameinfo(3)*.

引数 `sockaddr` を指定して 監査イベント `socket.getnameinfo` を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**getprotobyname**(*protocolname*)

Translate an internet protocol name (for example, `'icmp'`) to a constant suitable for passing as the (optional) third argument to the *socket()* function. This is usually only needed for sockets opened in "raw" mode (*SOCK_RAW*); for the normal socket modes, the correct protocol is chosen automatically if the protocol is omitted or zero.

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**getservbyname**(*servicename*[, *protocolname*])

インターネットサービス名とプロトコルから、そのサービスのポート番号を取得します。省略可能なプロトコル名として、`'tcp'` か `'udp'` のどちらかを指定することができます。指定がなければどちらのプロトコルにもマッチします。

引数 `servicename`, `protocolname` を指定して 監査イベント `socket.getservbyname` を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**getservbyport**(*port*[, *protocolname*])

インターネットポート番号とプロトコル名から、サービス名を取得します。省略可能なプロトコル名として、'tcp' か 'udp' のどちらかを指定することができます。指定がなければどちらのプロトコルにもマッチします。

引数 port, protocolname を指定して 監査イベント socket.getservbyport を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**ntohl**(*x*)

32 ビットの正の整数のバイトオーダを、ネットワークバイトオーダからホストバイトオーダに変換します。ホストバイトオーダとネットワークバイトオーダが一致するマシンでは、この関数は何もしません。それ以外の場合は 4 バイトのスワップを行います。

socket.**ntohs**(*x*)

16 ビットの正の整数のバイトオーダを、ネットワークバイトオーダからホストバイトオーダに変換します。ホストバイトオーダとネットワークバイトオーダが一致するマシンでは、この関数は何もしません。それ以外の場合は 2 バイトのスワップを行います。

バージョン 3.10 で変更: Raises *OverflowError* if *x* does not fit in a 16-bit unsigned integer.

socket.**htonl**(*x*)

32 ビットの正の整数のバイトオーダを、ホストバイトオーダからネットワークバイトオーダに変換します。ホストバイトオーダとネットワークバイトオーダが一致するマシンでは、この関数は何もしません。それ以外の場合は 4 バイトのスワップを行います。

socket.**htons**(*x*)

16 ビットの正の整数のバイトオーダを、ホストバイトオーダからネットワークバイトオーダに変換します。ホストバイトオーダとネットワークバイトオーダが一致するマシンでは、この関数は何もしません。それ以外の場合は 2 バイトのスワップを行います。

バージョン 3.10 で変更: Raises *OverflowError* if *x* does not fit in a 16-bit unsigned integer.

socket.**inet_aton**(*ip_string*)

ドット記法による IPv4 アドレス ('123.45.67.89' など) を 32 ビットにパックしたバイナリ形式に変換し、長さ 4 のバイト列オブジェクトとして返します。この関数が返す値は、標準 C ライブラリの in_addr 型を使用する関数に渡す事ができます。

inet_aton() はドットが 3 個以下の文字列も受け取ります; 詳細については Unix のマニュアル *inet(3)* を参照してください。

IPv4 アドレス文字列が不正であれば、*OSError* が発生します。このチェックは、この関数で使用している C の実装 inet_aton() で行われます。

inet_aton() は、IPv6 をサポートしません。IPv4/v6 のデュアルスタックをサポートする場合は *inet_pton()* を使用します。

socket.**inet_ntoa**(*packed_ip*)

32 ビットにパックされた IPv4 アドレス (長さ 4 バイトの *bytes-like object*) を、標準的なドット記法による 4 桁の文字列 (`'123.45.67.89'` など) に変換します。この関数は、`struct in_addr` 型を使用する標準 C ライブラリのプログラムとやりとりする場合に便利です。`in_addr` 型は、この関数が引数として受け取る 32 ビットにパックされたバイナリデータに対する C の型です。

この関数に渡すバイトシーケンスの長さが 4 バイト以外であれば、*OSError* が発生します。*inet_ntoa()* は、IPv6 をサポートしません。IPv4/v6 のデュアルスタックをサポートする場合は *inet_ntop()* を使用します。

バージョン 3.5 で変更: 書き込み可能な *bytes-like object* を使用できるようになりました。

socket.**inet_pton**(*address_family*, *ip_string*)

IP アドレスを、アドレスファミリ固有の文字列からパックしたバイナリ形式に変換します。*inet_pton()* は、`in_addr` 型 (*inet_aton()* と同様) や `in6_addr` を使用するライブラリやネットワークプロトコルを呼び出す際に使用することができます。

現在サポートされている *address_family* は、*AF_INET* と *AF_INET6* です。*ip_string* に不正な IP アドレス文字列を指定すると、*OSError* が発生します。有効な *ip_string* は、*address_family* と `inet_pton()` の実装によって異なります。

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.4 で変更: Windows で利用可能になりました

socket.**inet_ntop**(*address_family*, *packed_ip*)

パックした IP アドレス (数バイトからなる *bytes-like* **オブジェクト**) を、`'7.10.0.5'` や `'5aef:2b::8'` などの標準的な、アドレスファミリ固有の文字列形式に変換します。*inet_ntop()* は (*inet_ntoa()* と同様に)、`in_addr` 型や `in6_addr` 型のオブジェクトを返すライブラリやネットワークプロトコル等で使用することができます。

現在サポートされている *address_family* の値は、*AF_INET* と *AF_INET6* です。バイトオブジェクトの *packed_ip* の長さが、指定したアドレスファミリで適切な長さでない場合、*ValueError* が発生します。*inet_ntop()* の呼び出しでエラーが起こると、*OSError* が発生します。

Availability: Unix, Windows。

バージョン 3.4 で変更: Windows で利用可能になりました

バージョン 3.5 で変更: 書き込み可能な *bytes-like object* を使用できるようになりました。

socket.**CMSG_LEN**(*length*)

指定された *length* にある制御メッセージ（CMSG）から、末尾のパディングを除いた全体の長さを返しま

す。この値は多くの場合、*recvmsg()* が制御メッセージの一連の要素を受信するためのバッファサイズとして使用できますが、バッファの末尾が要素である場合であってもパディングは含まれるので、バッファサイズを取得するには **RFC 3542** で求められているように、*CMSG_SPACE()* を使用した移植可能なアプリケーションが必要です。通常 *length* は定数であり、許容範囲外の値が指定された場合は *OverflowError* 例外が送出されます。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Unix プラットフォーム。

Added in version 3.3.

socket.**CMSG_SPACE**(*length*)

指定された *length* の制御メッセージ（CMSG）の要素を *recvmsg()* が受信するために必要な、パディングを含めたバッファサイズを返します。複数の項目を受信するために必要なバッファスペースは、*CMSG_SPACE()* が返すそれぞれの要素の長さの合計です。通常 *length* は定数であり、許容範囲外の値が指定された場合は *OverflowError* 例外が送出されます。

一部のシステムではこの関数を提供せずに制御メッセージをサポートする可能性があることに注意してください。また、この関数の返り値を使用して設定するバッファサイズは、受信する制御メッセージの量を正確に規定しないことがあり、その後に受信するデータがパディング領域に合う場合があることに注意してください。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

most Unix platforms.

Added in version 3.3.

socket.**getdefaulttimeout**()

新規に生成されたソケットオブジェクトの、デフォルトのタイムアウト値を浮動小数点形式の秒数で返します。タイムアウトを使用しない場合には `None` を返します。最初に socket モジュールがインポートされた時の初期値は `None` です。

socket.**setdefaulttimeout**(*timeout*)

新規に生成されるソケットオブジェクトの、デフォルトのタイムアウト値を秒数 (float 型) で設定します。最初に socket モジュールがインポートされた時の初期値は `None` です。指定可能な値とその意味については *settimeout()* メソッドを参照してください。

socket.**sethostname**(*name*)

マシンのホスト名を *name* に設定します。必要な権限がない場合は *OSError* を送出します。

引数 `name` を指定して 監査イベント `socket.sethostname` を送出します。

利用可能な環境: Unix。

Added in version 3.3.

socket.if_nameindex()

ネットワークインターフェース情報 (index int, name string) のタプルを返します。システムコールが失敗した場合、*OSError* 例外を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 及び Windows。

Added in version 3.3.

バージョン 3.8 で変更: Windows のサポートが追加されました。

注釈: On Windows network interfaces have different names in different contexts (all names are examples):

- UUID: `{FB605B73-AAC2-49A6-9A2F-25416AEA0573}`
- name: `ethernet_32770`
- friendly name: `vEthernet (nat)`
- description: `Hyper-V Virtual Ethernet Adapter`

This function returns names of the second form from the list, `ethernet_32770` in this example case.

---

socket.if_nametoindex(*if_name*)

インターフェース名 *if_name* に対応するネットワークインターフェースのインデックス番号を返します。対応するインターフェースが存在しない場合は *OSError* 例外を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 及び Windows。

Added in version 3.3.

バージョン 3.8 で変更: Windows のサポートが追加されました。

参考:

”Interface name” is a name as documented in *if_nameindex()*.

socket.if_indextoname(*if_index*)

インターフェースインデックス番号 *if_index* に対応するネットワークインターフェース名を返します。対応するインターフェースが存在しない場合は *OSError* 例外を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 及び Windows。

Added in version 3.3.

バージョン 3.8 で変更: Windows のサポートが追加されました。

参考:

"Interface name" is a name as documented in *if_nameindex()*.

socket.**send_fds**(*sock*, *buffers*, *fds*[, *flags*[, *address*]])

Send the list of file descriptors *fds* over an *AF_UNIX* socket *sock*. The *fds* parameter is a sequence of file descriptors. Consult *sendmsg()* for the documentation of these parameters.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 及び Windows。

Unix platforms supporting *sendmsg()* and SCM_RIGHTS mechanism.

Added in version 3.9.

socket.**recv_fds**(*sock*, *bufsize*, *maxfds*[, *flags*])

Receive up to *maxfds* file descriptors from an *AF_UNIX* socket *sock*. Return `(msg, list(fds), flags, addr)`. Consult *recvmsg()* for the documentation of these parameters.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 及び Windows。

Unix platforms supporting *sendmsg()* and SCM_RIGHTS mechanism.

Added in version 3.9.

注釈: Any truncated integers at the end of the list of file descriptors.

18.2.3 socket オブジェクト

ソケットオブジェクトは以下のメソッドを持ちます。*makefile()* 以外のメソッドは、Unix のソケット用システムコールに対応しています。

バージョン 3.2 で変更: *context manager* プロトコルのサポートが追加されました。コンテキストマネージャを終了することは、*close()* を呼ぶことと同一です。

socket.**accept**()

接続を受け付けます。ソケットはアドレスに bind 済みで、listen 中である必要があります。戻り値は `(conn, address)` のペアで、*conn* は接続を通じてデータの送受信を行うための **新しい** ソケットオブジェクト、*address* は接続先でソケットに bind しているアドレスを示します。

新たに作成されたソケットは **継承不可** です。

バージョン 3.4 で変更: ソケットが **継承不可** になりました。

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

socket.bind(*address*)

ソケットを *address* に bind します。bind 済みのソケットを再バインドする事はできません。(*address* のフォーマットはアドレスファミリによって異なります -- 前述。)

引数 `self`, `address` を指定して **監査イベント** `socket.bind` を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.close()

ソケットを閉じられたものとしてマークします。*makefile()* が返したファイルオブジェクトを閉じる時、対応する下層のシステムリソース（例：ファイル記述子）もすべて閉じます。一度この操作をすると、その後、このソケットオブジェクトに対するすべての操作が失敗します。キューに溜まったデータがフラッシュされた後は、リモート側の端点ではそれ以上のデータを受信しません。

ソケットはガベージコレクション時に自動的にクローズされます。しかし、明示的に *close()* するか、`with` 文の中でソケットを使うことを推奨します。

バージョン 3.6 で変更: 下層の `close()` が呼び出される時、*OSError* が送出されるようになりました。

注釈: *close()* は接続に関連付けられたリソースを解放しますが、接続をすぐに切断するとは限りません。接続を即座に切断したい場合は、*close()* の前に *shutdown()* を呼び出してください。

---

socket.connect(*address*)

address で示されるリモートソケットに接続します。(*address* のフォーマットはアドレスファミリによって異なります --- 前述。)

接続が信号によって中断された場合、このメソッドは接続が完了するまで待機するか、タイムアウト時に *TimeoutError* を送出します。タイムアウトは、信号ハンドラが例外を送出せず、ソケットがブロックするかタイムアウトが設定されている場合に起こります。非ブロックソケットでは、接続が信号によって中断された場合 (あるいは信号ハンドラにより例外が送出された場合)、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出します。

引数 `self`, `address` を指定して **監査イベント** `socket.connect` を送出します。

バージョン 3.5 で変更: このメソッドは、接続が信号によって中断され、信号ハンドラが例外を送出せず、ソケットがブロックであるかタイムアウトが設定されている場合、*InterruptedError* 例外を送出する代わりに、接続を完了するまで待機するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.connect_ex(*address*)

connect(address) と同様ですが、C 言語の connect() 関数の呼び出しでエラーが発生した場合には例外を送出せずにエラーを戻り値として返します。(これ以外の、"host not found," 等のエラーの場合には例外が発生します。) 処理が正常に終了した場合には 0 を返し、エラー時には errno の値を返します。この関数は、非同期接続をサポートする場合などに使用することができます。

引数 self, address を指定して 監査イベント socket.connect を送出します。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.detach()

実際にファイル記述子を閉じることなく、ソケットオブジェクトを閉じた状態にします。ファイル記述子は返却され、他の目的に再利用することができます。

Added in version 3.2.

socket.dup()

ソケットを複製します。

新たに作成されたソケットは 継承不可 です。

バージョン 3.4 で変更: ソケットが 継承不可 になりました。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.fileno()

ソケットのファイル記述子を短い整数型で返します。失敗時には、-1 を返します。ファイル記述子は、*select.select()* などで使用します。

Windows ではこのメソッドで返された小整数をファイル記述子を扱う箇所 (*os.fdopen()* など) で利用できません。Unix にはこの制限はありません。

socket.get_inheritable()

ソケットのファイル記述子またはソケットのハンドルの 継承可能フラグ を取得します。ソケットが子プロセスへ継承可能なら True 、継承不可なら False を返します。

Added in version 3.4.

socket.getpeername()

ソケットが接続しているリモートアドレスを返します。この関数は、リモート IPv4/v6 ソケットのポート番号を調べる場合などに使用します。*address* のフォーマットはアドレスファミリによって異なります (前述)。この関数をサポートしていないシステムも存在します。

socket.getsockname()

ソケット自身のアドレスを返します。この関数は、IPv4/v6 ソケットのポート番号を調べる場合などに使用します。(*address* のフォーマットはアドレスファミリによって異なります --- 前述。)

socket.**getsockopt**(*level*, *optname*[, *buflen*])

Return the value of the given socket option (see the Unix man page *getsockopt(2)*). The needed symbolic constants (*SO_* etc.*) are defined in this module. If *buflen* is absent, an integer option is assumed and its integer value is returned by the function. If *buflen* is present, it specifies the maximum length of the buffer used to receive the option in, and this buffer is returned as a bytes object. It is up to the caller to decode the contents of the buffer (see the optional built-in module *struct* for a way to decode C structures encoded as byte strings).

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**getblocking**()

Return `True` if socket is in blocking mode, `False` if in non-blocking.

This is equivalent to checking `socket.gettimeout() != 0`.

Added in version 3.7.

socket.**gettimeout**()

ソケットに指定されたタイムアウト値を取得します。タイムアウト値が設定されている場合には浮動小数点型で秒数が、設定されていなければ `None` が返ります。この値は、最後に呼び出された *setblocking()* または *settimeout()* によって設定されます。

socket.**ioctl**(*control*, *option*)

プラットフォーム
Windows

ioctl() メソッドは WSAIoctl システムインターフェースへの制限されたインターフェースです。詳しい情報については、Win32 documentation を参照してください。

他のプラットフォームでは一般的な *fcntl.fcntl()* と *fcntl.ioctl()* が使われるでしょう; これらの関数は第 1 引数としてソケットオブジェクトを取ります。

現在、以下のコントロールコードのみがサポートされています。`SIO_RCVALL`, `SIO_KEEPALIVE_VALS`, `SIO_LOOPBACK_FAST_PATH`。

バージョン 3.6 で変更: `SIO_LOOPBACK_FAST_PATH` が追加されました。

socket.**listen**([*backlog*])

サーバーを有効にして、接続を受け付けるようにします。*backlog* が指定されている場合、少なくとも 0 以上でなければなりません (それより低い場合、0 に設定されます)。システムが新しい接続を拒否するまでに許可する未受付の接続の数を指定します。指定しない場合、デフォルトの妥当な値が選択されます。

利用可能な環境: WASI 以外。

バージョン 3.5 で変更: *backlog* 引数が任意になりました。

socket.**makefile**(*mode='r'*, *buffering=None*, ***, *encoding=None*, *errors=None*, *newline=None*)

Return a *file object* associated with the socket. The exact returned type depends on the arguments given to *makefile()*. These arguments are interpreted the same way as by the built-in *open()* function, except the only supported *mode* values are `'r'` (default), `'w'`, `'b'`, or a combination of those.

ソケットはブロッキングモードでなければなりません。タイムアウトを設定することはできますが、タイムアウトが発生すると、ファイルオブジェクトの内部バッファが矛盾した状態になることがあります。

makefile() でファイルオブジェクトにソケットを関連づけた場合、ソケットを閉じるには、関連づけられたすべてのファイルオブジェクトを閉じたあとで、元のソケットの *socket.close()* を呼び出さなければなりません。

注釈: Windows では *subprocess.Popen()* の stream 引数などファイルディスクリプタつき file オブジェクトが期待されている場所では、*makefile()* によって作成される file-like オブジェクトは使用できません。

---

socket.**recv**(*bufsize*[, *flags*])

Receive data from the socket. The return value is a bytes object representing the data received. The maximum amount of data to be received at once is specified by *bufsize*. A returned empty bytes object indicates that the client has disconnected. See the Unix manual page *recv(2)* for the meaning of the optional argument *flags*; it defaults to zero.

注釈: ハードウェアおよびネットワークの現実に最大限マッチするように、*bufsize* の値は比較的小さい 2 の累乗、たとえば 4096、にすべきです。

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

socket.**recvfrom**(*bufsize*[, *flags*])

ソケットからデータを受信し、結果をタプル `(bytes, address)` として返します。*bytes* は受信データの bytes オブジェクトで、*address* は送信元のアドレスを示します。オプション引数 *flags* については、Unix のマニュアルページ *recv(2)* を参照してください。デフォルトは 0 です。(*address* のフォーマットはアドレスファミリによって異なります (前述))

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

バージョン 3.7 で変更: For multicast IPv6 address, first item of *address* does not contain `%scope_id` part anymore. In order to get full IPv6 address use *getnameinfo()*.

`socket.recvmsg`(*bufsize*[, *ancbufsize*[, *flags*]])

ソケットから通常のデータ (最大 *bufsize* バイト) と補助的なデータを受信します。*ancbufsize* 引数により、補助的なデータの受信に使用される内部バッファのバイト数として、サイズが設定されます。このデフォルトは 0 で、補助的なデータを受信しないことを意味します。*CMSG_SPACE()* または *CMSG_LEN()* を使用して、補助的なデータの適切なサイズを計算することができ、バッファ内に収まらないアイテムは、短縮されるか破棄されます。*flags* 引数はデフォルトでは 0 で、*recv()* での意味と同じ意味を持ちます。

戻り値は 4 要素のタプル `(data, ancdata, msg_flags, address)` です。*data* アイテムは、受信した非付属的データを保持する *bytes* オブジェクトです。*ancdata* アイテムは、ゼロ以上のタプル `(cmsg_level, cmsg_type, cmsg_data)` からなるリストで、受信する付属的なデータ (制御メッセージ) を表します。*cmsg_level* と *cmsg_type* はそれぞれ、プロトコルレベルとプロトコル固有のタイプを指定する整数で、*cmsg_data* は関連するデータを保持する *bytes* オブジェクトです。*msg_flags* アイテムは、受信したメッセージの条件を示す様々なフラグのビット OR です。詳細は、システムのドキュメントを参照してください。受信ソケットが接続されていない場合、*address* は、送信ソケットが利用できる場合にはそのアドレスで、利用できない場合、その値は未指定になります。

一部のシステムでは、*sendmsg()* と *recvmsg()* を使用して、プロセス間で *AF_UNIX* ソケットを経由してファイル記述子を渡すことができます。この機能を使用する場合 (しばしば *SOCK_STREAM* ソケットに限定されます)、*recvmsg()* は、付属的なデータ中に、`(socket.SOL_SOCKET, socket.SCM_RIGHTS, fds)` という形式のアイテムを返します。ここで、*fds* は、新しいファイル記述子をネイティブ C の `int` 型のバイナリ配列として表す *bytes* オブジェクトです。システムコールが返った後 *recvmsg()* が例外を送出する場合、まずこのメカニズムを経由して受信したファイル記述子を全て閉じようと試みます。

一部のシステムでは、部分的に受信した付属的なデータアイテムの短縮された長さが示されません。アイテムがバッファの末尾を超えているようである場合、*recvmsg()* は *RuntimeWarning* を送出し、関連するデータの開始位置より前で途切れていない場合、バッファ内の付属的なデータの一部を返します。

SCM_RIGHTS メカニズムをサポートするシステム上では、次の関数が最大 *maxfds* のファイル記述子を受信し、メッセージデータと記述子を含むリストを返しま (無関係な制御メッセージを受信した場合など、予期しない条件は無視します)。*sendmsg()* も参照してください。

```
import socket, array

def recv_fds(sock, msglen, maxfds):
    fds = array.array("i")   # Array of ints
    msg, ancdata, flags, addr = sock.recvmsg(msglen, socket.CMSG_LEN(maxfds * fds.itemsize))
    for cmsg_level, cmsg_type, cmsg_data in ancdata:
        if cmsg_level == socket.SOL_SOCKET and cmsg_type == socket.SCM_RIGHTS:
            # Append data, ignoring any truncated integers at the end.
            fds.frombytes(cmsg_data[:len(cmsg_data) - (len(cmsg_data) % fds.itemsize)])
    return msg, list(fds)
```

利用可能な環境: Unix。

Unix プラットフォーム。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

socket.**recvmsg_into**(*buffers*[, *ancbufsize*[, *flags*]])

recvmsg() と同様に動作してソケットから通常のデータと付属的なデータを受信しますが、非付属的データは新しいバイトオブジェクトとして返すのではなく、一連のバッファとして返します。*buffers* 引数は書き込み可能なバッファをエクスポートするオブジェクトのイテラブルでなければなりません (例: *bytearray* オブジェクト)。これらは、全てに書き込まれるか、残りバッファがなくなるまで、非付属的データの連続チャンクで埋められます。オペレーティングシステムによって、使用できるバッファの数が制限 (*sysconf()* 値 SC_IOV_MAX) されている場合があります。*ancbufsize* 引数と *flags* 引数は、*recvmsg()* での意味と同じ意味を持ちます。

戻り値は 4 要素のタプル (nbytes, ancdata, msg_flags, address) です。ここで、*nbytes* はバッファに書き込まれた非付属的データの総数で、*ancdata*、*msg_flags*、*address* は *recvmsg()* と同様です。

以下はプログラム例です:

```
>>> import socket
>>> s1, s2 = socket.socketpair()
>>> b1 = bytearray(b'----')
>>> b2 = bytearray(b'0123456789')
>>> b3 = bytearray(b'--------------')
>>> s1.send(b'Mary had a little lamb')
22
>>> s2.recvmsg_into([b1, memoryview(b2)[2:9], b3])
(22, [], 0, None)
>>> [b1, b2, b3]
[bytearray(b'Mary'), bytearray(b'01 had a 9'), bytearray(b'little lamb---')]
```

利用可能な環境: Unix。

Unix プラットフォーム。

Added in version 3.3.

socket.**recvfrom_into**(*buffer*[, *nbytes*[, *flags*]])

ソケットからデータを受信し、そのデータを新しいバイト文字列として返す代わりに *buffer* に書きます。戻り値は (nbytes, address) のペアで、*nbytes* は受信したデータのバイト数を、*address* はデータを送信したソケットのアドレスです。オプション引数 *flags* (デフォルト:0) の意味については、Unix マニュア

ルページ *recv(2)* を参照してください。(*address* のフォーマットは前述のとおりアドレスファミリーに依存します。)

socket.**recv_into**(*buffer*[, *nbytes*[, *flags*]])

nbytes バイトまでのデータをソケットから受信して、そのデータを新しいバイト文字列にするのではなく *buffer* に保存します。*nbytes* が指定されない (あるいは 0 が指定された) 場合、*buffer* の利用可能なサイズまで受信します。受信したバイト数を返り値として返します。オプション引数 *flags* (デフォルト:0) の意味については、Unix マニュアルページ *recv(2)* を参照してください。

socket.**send**(*bytes*[, *flags*])

ソケットにデータを送信します。ソケットはリモートソケットに接続済みでなければなりません。オプション引数 *flags* の意味は、上記 *recv()* と同じです。戻り値として、送信したバイト数を返します。アプリケーションでは、必ず戻り値をチェックし、全てのデータが送られた事を確認する必要があります。データの一部だけが送信された場合、アプリケーションで残りのデータを再送信してください。ソケットプログラミング HOWTO に、さらに詳しい情報があります。

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

socket.**sendall**(*bytes*[, *flags*])

ソケットにデータを送信します。ソケットはリモートソケットに接続済みでなければなりません。オプション引数 *flags* の意味は、上記 *recv()* と同じです。*send()* と異なり、このメソッドは *bytes* の全データを送信するか、エラーが発生するまで処理を継続します。正常終了の場合は None を返し、エラー発生時には例外が発生します。エラー発生時、送信されたバイト数を調べる事はできません。

バージョン 3.5 で変更: ソケットのタイムアウトは、データが正常に送信される度にリセットされなくなりました。ソケットのタイムアウトは、すべてのデータを送る最大の合計時間となります。

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

socket.**sendto**(*bytes*, *address*)

socket.**sendto**(*bytes*, *flags*, *address*)

ソケットにデータを送信します。このメソッドでは接続先を *address* で指定するので、接続済みではいけません。オプション引数 *flags* の意味は、上記 *recv()* と同じです。戻り値として、送信したバイト数を返します。(*address* のフォーマットはアドレスファミリによって異なります --- 前述。)

引数 self, address を指定して **監査イベント** socket.sendto を送出します。

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

socket.**sendmsg**(*buffers*[, *ancdata*[, *flags*[, *address*]]])

非付属的なデータを一連のバッファから集め、単一のメッセージにまとめることで、通常のデータと付属的なデータをソケットに送信します。*buffers* 引数は、非付属的なデータを *bytes-like objects* (例: *bytes* オブジェクト) のイテラブルとして指定します。オペレーティングシステムによって、使用できるバッファの数が制限 (*sysconf()* 値 SC_IOV_MAX) されている場合があります。*ancdata* 引数は付属的なデータ (制御メッセージ) をゼロ以上のタプル (cmsg_level, cmsg_type, cmsg_data) のイテラブルとして指定します。ここで、*cmsg_level* と *cmsg_type* はそれぞれプロトコルレベルとプロトコル固有のタイプを指定する整数で、*cmsg_data* は関連データを保持するバイトライクオブジェクトです。一部のシステム (特に *CMSG_SPACE()* を持たないシステム) では、一度の呼び出しで一つの制御メッセージの送信しかサポートされていない場合があります。*flags* 引数のデフォルトは 0 であり、*send()* での意味と同じ意味を持ちます。None 以外の *address* が渡された場合、メッセージの目的地のアドレスを設定します。戻り値は、送信された非付属的データのバイト数です。

以下の関数は、SCM_RIGHTS メカニズムをサポートするシステムで、ファイル記述子 *fds* を *AF_UNIX* ソケット経由で送信します。*recvmsg()* も参照してください。

```
import socket, array

def send_fds(sock, msg, fds):
    return sock.sendmsg([msg], [(socket.SOL_SOCKET, socket.SCM_RIGHTS, array.array("i",␣
↪fds))])
```

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

Unix プラットフォーム。

引数 self, address を指定して **監査イベント** socket.sendmsg を送出します。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: システムコールが中断されシグナルハンドラが例外を送出しなかった場合、このメソッドは *InterruptedError* 例外を送出する代わりにシステムコールを再試行するようになりました (論拠については **PEP 475** を参照してください)。

socket.**sendmsg_afalg**([*msg*,]*, *op*[, *iv*[, *assoclen*[, *flags*]]])

sendmsg() の *AF_ALG* ソケット用に特化したバージョンです。*AF_ALG* ソケットの、モード、IV、AEAD に関連づけられたデータ長、フラグを設定します。

利用可能な環境: Linux 2.6.38 以上。

Added in version 3.6.

socket.**sendfile**(*file*, *offset=0*, *count=None*)

高性能の *os.sendfile* を使用して、ファイルを EOF まで送信し、送信されたバイトの総数を返します。*file* は、バイナリモードで開かれた標準的なファイルオブジェクトです。*os.sendfile* が使用できない場合

(例: Windows)、または *file* が標準的なファイルでない場合、代わりに *send()* が使用されます。*offset* は、ファイルの読み出し開始位置を指定します。*count* が指定されている場合、ファイルを EOF まで送信するのではなく、転送するバイトの総数を指定します。ファイルの位置は、返る時に更新されます。あるいは、エラー時には *file.tell()* を使用して送信されたバイトの数を確認することができます。ソケットは *SOCK_STREAM* タイプでなければなりません。非ブロックソケットはサポートされていません。

Added in version 3.5.

socket.set_inheritable(*inheritable*)

ソケットのファイル記述子、またはソケットのハンドルの、**継承可能フラグ** を立てます。

Added in version 3.4.

socket.setblocking(*flag*)

ソケットをブロッキングモード、または非ブロッキングモードに設定します。*flag* が False の場合にはソケットは非ブロッキングモードになり、True の場合にはブロッキングモードになります。

このメソッドは、次の *settimeout()* 呼び出しの省略表記です:

- `sock.setblocking(True)` は `sock.settimeout(None)` と等価です
- `sock.setblocking(False)` は `sock.settimeout(0.0)` と等価です

バージョン 3.7 で変更: The method no longer applies *SOCK_NONBLOCK* flag on *socket.type*.

socket.settimeout(*value*)

ブロッキングソケットの処理のタイムアウト値を指定します。*value* には float 型で非負の秒数を指定するか、`None` を指定します。ゼロ以外の値を指定した場合、ソケットの処理が完了する前に *value* で指定した秒数が経過すれば *timeout* 例外を送出します。ゼロを指定した場合、ソケットは非ブロッキングモード状態に置かれます。`None` を指定した場合、ソケットのタイムアウトを無効にします。

詳しくは **ソケットタイムアウトの注意事項** を参照してください。

バージョン 3.7 で変更: The method no longer toggles *SOCK_NONBLOCK* flag on *socket.type*.

socket.setsockopt(*level*, *optname*, *value:* int)

socket.setsockopt(*level*, *optname*, *value: buffer*)

socket.setsockopt(*level*, *optname*, *None*, *optlen: int*)

Set the value of the given socket option (see the Unix manual page *setsockopt(2)*). The needed symbolic constants are defined in this module (SO_* etc. <socket-unix-constants>). The value can be an integer, `None` or a *bytes-like object* representing a buffer. In the later case it is up to the caller to ensure that the bytestring contains the proper bits (see the optional built-in module *struct* for a way to encode C structures as bytestrings). When *value* is set to `None`, *optlen* argument is required. It's equivalent to call `setsockopt()` C function with `optval=NULL` and `optlen=optlen`.

バージョン 3.5 で変更: 書き込み可能な *bytes-like object* を使用できるようになりました。

バージョン 3.6 で変更: setsockopt(level, optname, None, optlen: int) の形式が追加されました。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**shutdown**(*how*)

接続の片方向、または両方向を切断します。*how* が SHUT_RD の場合、以降は受信を行えません。*how* が SHUT_WR の場合、以降は送信を行えません。*how* が SHUT_RDWR の場合、以降は送受信を行えません。

利用可能な環境: WASI 以外。

socket.**share**(*process_id*)

ソケットを複製し、対象のプロセスと共有するための bytes オブジェクトを返します。対象のプロセスを *process_id* で指定しなければなりません。戻り値の bytes オブジェクトは、何らかのプロセス間通信を使って対象のプロセスに伝えます。対象のプロセス側では、*fromshare()* を使って複製されたソケットをとらえます。オペレーティング・システムは対象のプロセスに対してソケットを複製するため、このメソッドを呼び出した後であれば、元のソケットをクローズしても、対象のプロセスに渡ったソケットには影響がありません。

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.3.

read() メソッドと write() メソッドは存在しませんので注意してください。代わりに *flags* を省略した *recv()* と *send()* を使うことができます。

ソケットオブジェクトには以下の *socket* コンストラクタに渡された値に対応した (読み出し専用) 属性があります。

socket.**family**

ソケットファミリー。

socket.**type**

ソケットタイプ。

socket.**proto**

ソケットプロトコル。

18.2.4 ソケットタイムアウトの注意事項

ソケットオブジェクトは、ブロッキングモード、非ブロッキングモード、タイムアウトモードのうち、いずれか 1 つのモードをとります。デフォルトでは、ソケットは常にブロッキングモードで作成されますが、*setdefaulttimeout()* で標準のモードを変更することができます。

- **ブロッキングモード** での操作は、完了するか、または（接続がタイムアウトするなどして）システムがエラーを返すまで、ブロックされます。
- **非ブロッキングモード** での操作は、ただちに完了できない場合、例外を送出して失敗します。この場合の例外の種類は、システムに依存するため、ここに記すことができません。*select* モジュールの関数を使って、ソケットの読み書きが利用可能かどうか、可能な場合はいつ利用できるかを調べることができます。
- **タイムアウトモード** での操作は、指定されたタイムアウトの時間内に完了しなければ、*timeout* 例外を送出します。タイムアウトの時間内にシステムがエラーを返した場合は、そのエラーを返します。

注釈: オペレーティング・システムのレベルでは、**タイムアウトモード** のソケットには、内部的に非ブロッキングモードが設定されています。またブロッキングモードとタイムアウトモードの指定は、ファイル記述子と、「そのファイル記述子と同じネットワーク端点を参照するソケットオブジェクト」との間で共有されます。このことは、例えばソケットの *fileno()* を使うことにした場合に、明らかな影響を与えます。

タイムアウトと connect メソッド

connect() もタイムアウト設定に従います。一般的に、*settimeout()* を *connect()* の前に呼ぶか、*create_connection()* にタイムアウト引数を渡すことが推奨されます。ただし、システムのネットワークスタックが Python のソケットタイムアウトの設定を無視して、自身の接続タイムアウトエラーを返すこともあります。

タイムアウトと accept メソッド

getdefaulttimeout() が *None* でない場合、*accept()* メソッドが返すソケットでは、そのタイムアウトが継承されます。*None* である場合、待機中のソケットの設定によって動作は異なります。

- 待機中のソケットが **ブロッキングモード** または **タイムアウトモード** である場合、*accept()* が返すソケットは、**ブロッキングモード** になります。
- 待機中のソケットが **非ブロッキングモード** である場合、*accept()* が返すソケットは、オペレーティングシステムによってブロッキングモードまたは非ブロッキングモードになります。クロスプラットフォームの動作を確保したい場合、この設定を手動でオーバーライドすることをお勧めします。

18.2.5 使用例

Here are four minimal example programs using the TCP/IP protocol: a server that echoes all data that it receives back (servicing only one client), and a client using it. Note that a server must perform the sequence *socket()*, *bind()*, *listen()*, *accept()* (possibly repeating the *accept()* to service more than one client), while a client only needs the sequence *socket()*, *connect()*. Also note that the server does not *sendall()*/*recv()* on the socket it is listening on but on the new socket returned by *accept()*.

次のクライアントとサーバは、IPv4 のみをサポートしています。

```
# Echo server program
import socket

HOST = ''                 # Symbolic name meaning all available interfaces
PORT = 50007              # Arbitrary non-privileged port
with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as s:
    s.bind((HOST, PORT))
    s.listen(1)
    conn, addr = s.accept()
    with conn:
        print('Connected by', addr)
        while True:
            data = conn.recv(1024)
            if not data: break
            conn.sendall(data)
```

```
# Echo client program
import socket

HOST = 'daring.cwi.nl'    # The remote host
PORT = 50007              # The same port as used by the server
with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as s:
    s.connect((HOST, PORT))
    s.sendall(b'Hello, world')
    data = s.recv(1024)
print('Received', repr(data))
```

The next two examples are identical to the above two, but support both IPv4 and IPv6. The server side will listen to the first address family available (it should listen to both instead). On most of IPv6-ready systems, IPv6 will take precedence and the server may not accept IPv4 traffic. The client side will try to connect to all the addresses returned as a result of the name resolution, and sends traffic to the first one connected successfully.

```
# Echo server program
import socket
import sys
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
HOST = None               # Symbolic name meaning all available interfaces
PORT = 50007              # Arbitrary non-privileged port
s = None
for res in socket.getaddrinfo(HOST, PORT, socket.AF_UNSPEC,
                              socket.SOCK_STREAM, 0, socket.AI_PASSIVE):
    af, socktype, proto, canonname, sa = res
    try:
        s = socket.socket(af, socktype, proto)
    except OSError as msg:
        s = None
        continue
    try:
        s.bind(sa)
        s.listen(1)
    except OSError as msg:
        s.close()
        s = None
        continue
    break
if s is None:
    print('could not open socket')
    sys.exit(1)
conn, addr = s.accept()
with conn:
    print('Connected by', addr)
    while True:
        data = conn.recv(1024)
        if not data: break
        conn.send(data)
```

```
# Echo client program
import socket
import sys

HOST = 'daring.cwi.nl'    # The remote host
PORT = 50007              # The same port as used by the server
s = None
for res in socket.getaddrinfo(HOST, PORT, socket.AF_UNSPEC, socket.SOCK_STREAM):
    af, socktype, proto, canonname, sa = res
    try:
        s = socket.socket(af, socktype, proto)
    except OSError as msg:
        s = None
        continue
    try:
        s.connect(sa)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    except OSError as msg:
        s.close()
        s = None
        continue
    break
if s is None:
    print('could not open socket')
    sys.exit(1)
with s:
    s.sendall(b'Hello, world')
    data = s.recv(1024)
print('Received', repr(data))
```

次の例は、Windows で raw socket を利用して非常にシンプルなネットワークスニファーを書きます。このサンプルを実行するには、インターフェースを操作するための管理者権限が必要です:

```
import socket

# the public network interface
HOST = socket.gethostbyname(socket.gethostname())

# create a raw socket and bind it to the public interface
s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_RAW, socket.IPPROTO_IP)
s.bind((HOST, 0))

# Include IP headers
s.setsockopt(socket.IPPROTO_IP, socket.IP_HDRINCL, 1)

# receive all packets
s.ioctl(socket.SIO_RCVALL, socket.RCVALL_ON)

# receive a packet
print(s.recvfrom(65565))

# disabled promiscuous mode
s.ioctl(socket.SIO_RCVALL, socket.RCVALL_OFF)
```

次の例では、ソケットインターフェースを使用してローソケットプロトコルを使用する CAN ネットワークと通信する方法を説明します。ブロードキャストマネージャプロトコルで CAN を使用するには、以下でソケットを開きます。

```
socket.socket(socket.AF_CAN, socket.SOCK_DGRAM, socket.CAN_BCM)
```

ソケットの束縛 (CAN_RAW) または (*CAN_BCM*) 接続を行ったあと、ソケットオブジェクトで *socket.send()* と *socket.recv()* 操作 (とそのカウンターパート) を通常通りに使用することができます。

最後の例では、特権が必要になるかもしれません:

```
import socket
import struct


# CAN frame packing/unpacking (see 'struct can_frame' in <linux/can.h>)

can_frame_fmt = "=IB3x8s"
can_frame_size = struct.calcsize(can_frame_fmt)

def build_can_frame(can_id, data):
    can_dlc = len(data)
    data = data.ljust(8, b'\x00')
    return struct.pack(can_frame_fmt, can_id, can_dlc, data)

def dissect_can_frame(frame):
    can_id, can_dlc, data = struct.unpack(can_frame_fmt, frame)
    return (can_id, can_dlc, data[:can_dlc])


# create a raw socket and bind it to the 'vcan0' interface
s = socket.socket(socket.AF_CAN, socket.SOCK_RAW, socket.CAN_RAW)
s.bind(('vcan0',))

while True:
    cf, addr = s.recvfrom(can_frame_size)

    print('Received: can_id=%x, can_dlc=%x, data=%s' % dissect_can_frame(cf))

    try:
        s.send(cf)
    except OSError:
        print('Error sending CAN frame')

    try:
        s.send(build_can_frame(0x01, b'\x01\x02\x03'))
    except OSError:
        print('Error sending CAN frame')
```

この例を、ほとんど間を空けずに複数回実行すると、以下のエラーが発生する場合があります:

```
OSError: [Errno 98] Address already in use
```

これは以前の実行がソケットを TIME_WAIT 状態のままにし、すぐには再利用できないことで起こります。

There is a *socket* flag to set, in order to prevent this, socket.SO_REUSEADDR:

```
s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
s.setsockopt(socket.SOL_SOCKET, socket.SO_REUSEADDR, 1)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
s.bind((HOST, PORT))
```

SO_REUSEADDR フラグは、TIME_WAIT 状態にあるローカルソケットをそのタイムアウト期限が自然に切れるのを待つことなく再利用することをカーネルに伝えます。

参考:

C 言語によるソケットプログラミングの基礎については、以下の資料を参照してください。

- *An Introductory 4.3BSD Interprocess Communication Tutorial*, by Stuart Sechrest
- *An Advanced 4.3BSD Interprocess Communication Tutorial*, by Samuel J. Leffler et al,

両書とも UNIX Programmer's Manual, Supplementary Documents 1 (PS1:7 章 PS1:8 章)。ソケットの詳細については、各プラットフォームのソケット関連システムコールに関するドキュメントも参照してください。Unix ではマニュアルページ、Windows では WinSock (または WinSock2) 仕様書をご覧ください。IPv6 対応の API については、**RFC 3493** "Basic Socket Interface Extensions for IPv6" を参照してください。

18.3 ssl --- ソケットオブジェクト用の TLS/SSL ラッパー

Source code: Lib/ssl.py

このモジュールは Transport Layer Security ("Secure Sockets Layer" という名前でよく知られています) 暗号化と、クライアントサイド、サーバサイド両方のネットワークソケットのためのピア認証の仕組みを提供しています。このモジュールは OpenSSL ライブラリを利用しています。OpenSSL は、すべてのモダンな Unix システム、Windows 、macOS 、その他幾つかの OpenSSL がインストールされているプラットフォームで利用できます。

注釈: Some behavior may be platform dependent, since calls are made to the operating system socket APIs. The installed version of OpenSSL may also cause variations in behavior. For example, TLSv1.3 comes with OpenSSL version 1.1.1.

警告: セキュリティで考慮すべき点 を読まずにこのモジュールを使用しないでください。SSL のデフォルト設定はアプリケーションに十分ではないので、読まない場合はセキュリティに誤った意識を持ってしまうかもしれません。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* プラットフォーム を見てください。

このセクションでは、ssl モジュールのオブジェクトと関数を解説します。TLS, SSL, 証明書に関するより一般的な情報は、末尾にある "See Also" のセクションを参照してください。

This module provides a class, *ssl.SSLSocket*, which is derived from the *socket.socket* type, and provides a socket-like wrapper that also encrypts and decrypts the data going over the socket with SSL. It supports additional methods such as `getpeercert()`, which retrieves the certificate of the other side of the connection, `cipher()`, which retrieves the cipher being used for the secure connection or `get_verified_chain()`, `get_unverified_chain()` which retrieves certificate chain.

より洗練されたアプリケーションのために、*ssl.SSLContext* クラスが設定と証明書の管理の助けとなるでしょう。それは *SSLContext.wrap_socket()* メソッドを通して SSL ソケットを作成することで引き継がれます。

バージョン 3.5.3 で変更: Updated to support linking with OpenSSL 1.1.0

バージョン 3.6 で変更: OpenSSL 0.9.8, 1.0.0, 1.0.1 は廃止されており、もはやサポートされていません。ssl モジュールは、将来的に OpenSSL 1.0.2 または 1.1.0 を必要とするようになります。

バージョン 3.10 で変更: **PEP 644** has been implemented. The ssl module requires OpenSSL 1.1.1 or newer.

Use of deprecated constants and functions result in deprecation warnings.

18.3.1 関数、定数、例外

ソケットの作成

Instances of *SSLSocket* must be created using the *SSLContext.wrap_socket()* method. The helper function *create_default_context()* returns a new context with secure default settings.

Client socket example with default context and IPv4/IPv6 dual stack:

```
import socket
import ssl

hostname = 'www.python.org'
context = ssl.create_default_context()

with socket.create_connection((hostname, 443)) as sock:
    with context.wrap_socket(sock, server_hostname=hostname) as ssock:
        print(ssock.version())
```

Client socket example with custom context and IPv4:

```
hostname = 'www.python.org'
# PROTOCOL_TLS_CLIENT requires valid cert chain and hostname
context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_CLIENT)
context.load_verify_locations('path/to/cabundle.pem')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM, 0) as sock:
    with context.wrap_socket(sock, server_hostname=hostname) as ssock:
        print(ssock.version())
```

Server socket example listening on localhost IPv4:

```
context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_SERVER)
context.load_cert_chain('/path/to/certchain.pem', '/path/to/private.key')

with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM, 0) as sock:
    sock.bind(('127.0.0.1', 8443))
    sock.listen(5)
    with context.wrap_socket(sock, server_side=True) as ssock:
        conn, addr = ssock.accept()
        ...
```

コンテキストの作成

コンビニエンス関数が、共通の目的で使用される *SSLContext* オブジェクトを作成するのに役立ちます。

ssl.create_default_context(*purpose=Purpose.SERVER_AUTH*, *cafile=None*, *capath=None*, *cadata=None*)

新規の *SSLContext* オブジェクトを、与えられた *purpose* のデフォルト設定で返します。設定は *ssl* モジュールで選択され、通常は *SSLContext* のコンストラクタを直接呼び出すよりも高いセキュリティレベルを表現します。

cafile、*capath*、*cadata* は証明書の検証で信用するオプションの CA 証明書で、*SSLContext.load_verify_locations()* のものと同じです。これら 3 つすべてが *None* であれば、この関数は代わりにシステムのデフォルトの CA 証明書を信用して選択することができます。

The settings are: *PROTOCOL_TLS_CLIENT* or *PROTOCOL_TLS_SERVER*, *OP_NO_SSLv2*, and *OP_NO_SSLv3* with high encryption cipher suites without RC4 and without unauthenticated cipher suites. Passing *SERVER_AUTH* as *purpose* sets *verify_mode* to *CERT_REQUIRED* and either loads CA certificates (when at least one of *cafile*, *capath* or *cadata* is given) or uses *SSLContext.load_default_certs()* to load default CA certificates.

When *keylog_filename* is supported and the environment variable `SSLKEYLOGFILE` is set, *create_default_context()* enables key logging.

The default settings for this context include *VERIFY_X509_PARTIAL_CHAIN* and *VERIFY_X509_STRICT*. These make the underlying OpenSSL implementation behave more like a conforming implementation of **RFC 5280**, in exchange for a small amount of incompatibility with older X.509 certificates.

注釈: プロトコル、オプション、暗号方式その他の設定は、事前に非推奨の状態にすることなく、もっと制限の強い値に変更される場合があります。これらの値は、互換性と安全性との妥当なバランスをとって決められます。

もしもあなたのアプリケーションが特定の設定を必要とする場合、*SSLContext* を作って自分自身で設定を適用すべきです。

注釈: ある種の古いクライアントやサーバが接続しようと試みてきた場合に、この関数で作られた *SSLContext* が "Protocol or cipher suite mismatch" で始まるエラーを起こすのを目撃したらそれは、この関数が *OP_NO_SSLv3* を使って除外している SSL 3.0 しかサポートしていないのでしょう。SSL 3.0 は完璧にぶっ壊れている ことが広く知られています。それでもまだこの関数を使って、ただし SSL 3.0 接続を許可したいと望むならば、これをこのように再有効化できます:

```
ctx = ssl.create_default_context(Purpose.CLIENT_AUTH)
ctx.options &= ~ssl.OP_NO_SSLv3
```

注釈: This context enables *VERIFY_X509_STRICT* by default, which may reject pre-**RFC 5280** or malformed certificates that the underlying OpenSSL implementation otherwise would accept. While disabling this is not recommended, you can do so using:

```
ctx = ssl.create_default_context()
ctx.verify_flags &= ~ssl.VERIFY_X509_STRICT
```

Added in version 3.4.

バージョン 3.4.4 で変更: デフォルトの暗号設定から RC4 が除かれました。

バージョン 3.6 で変更: デフォルトの暗号化文字列に ChaCha20/Poly1305 が追加されました。

デフォルトの暗号化文字列から 3DES が除かれました。

バージョン 3.8 で変更: Support for key logging to `SSLKEYLOGFILE` was added.

バージョン 3.10 で変更: The context now uses *PROTOCOL_TLS_CLIENT* or *PROTOCOL_TLS_SERVER* protocol instead of generic *PROTOCOL_TLS*.

バージョン 3.13 で変更: The context now uses *VERIFY_X509_PARTIAL_CHAIN* and *VERIFY_X509_STRICT* in its default verify flags.

例外

exception ssl.SSLError

(現在のところ OpenSSL ライブラリによって提供されている) 下層の SSL 実装からのエラーを伝えるための例外です。このエラーは、低レベルなネットワークの上に載っている、高レベルな暗号化と認証レイヤーでの問題を通知します。このエラーは *OSError* のサブタイプです。*SSLError* インスタンスのエラーコードとメッセージは OpenSSL ライブラリによるものです。

バージョン 3.3 で変更: *SSLError* は以前は *socket.error* のサブタイプでした。

library

エラーが起こった OpenSSL サブモジュールを示すニーモニック文字列で、SSL, PEM, X509 などです。取り得る値は OpenSSL のバージョンに依存します。

Added in version 3.3.

reason

エラーが起こった原因を示すニーモニック文字列で、CERTIFICATE_VERIFY_FAILED などです。取り得る値は OpenSSL のバージョンに依存します。

Added in version 3.3.

exception ssl.SSLZeroReturnError

読み出しあるいは書き込みを試みようとした際に SSL コネクションが行儀よく閉じられてしまった場合に送出される *SSLError* サブクラス例外です。これは下層の転送 (read TCP) が閉じたことは意味しないことに注意してください。

Added in version 3.3.

exception ssl.SSLWantReadError

読み出しあるいは書き込みを試みようとした際に、リクエストが遂行される前に下層の TCP 転送で受け取る必要があるデータが不足した場合に *non-blocking SSL socket* によって送出される *SSLError* サブクラス例外です。

Added in version 3.3.

exception ssl.SSLWantWriteError

読み出しあるいは書き込みを試みようとした際に、リクエストが遂行される前に下層の TCP 転送が送信する必要があるデータが不足した場合に *non-blocking SSL socket* によって送出される *SSLError* サブクラス例外です。

Added in version 3.3.

exception ssl.SSLSyscallError

SSL ソケット上で操作を遂行しようとしていてシステムエラーが起こった場合に送出される *SSLError* サブクラス例外です。残念ながら元となった errno 番号を調べる簡単な方法はありません。

Added in version 3.3.

exception ssl.SSLEOFError

SSL コネクションが唐突に打ち切られた際に送出される *SSLError* サブクラス例外です。一般的に、このエラーが起こったら下層の転送を再利用しようと試みるべきではありません。

Added in version 3.3.

exception ssl.SSLCertVerificationError

A subclass of *SSLError* raised when certificate validation has failed.

Added in version 3.7.

verify_code

A numeric error number that denotes the verification error.

verify_message

A human readable string of the verification error.

exception ssl.CertificateError

SSLCertVerificationError の別名です。

バージョン 3.7 で変更: 例外は *SSLCertVerificationError* の別名になりました。

乱数生成

ssl.RAND_bytes(*num*)

暗号学的に強固な擬似乱数の *num* バイトを返します。擬似乱数生成器に十分なデータでシードが与えられていない場合や、現在の RANDOM メソッドに操作がサポートされていない場合は *SSLError* を送出します。*RAND_status()* を使って擬似乱数生成器の状態をチェックできます。*RAND_add()* を使って擬似乱数生成器にシードを与えることができます。

ほとんどすべてのアプリケーションでは *os.urandom()* が望ましいです。

暗号論的に強い擬似乱数生成器に要求されることについては Wikipedia の記事 Cryptographically secure pseudorandom number generator (CSPRNG) (日本語版: 暗号論的擬似乱数生成器) を参照してください。

Added in version 3.3.

ssl.RAND_status()

SSL 擬似乱数生成器が十分なランダム性 (randomness) を受け取っている時に `True` を、それ以外の場合

は *False* を返します。`ssl.RAND_egd()` と *ssl.RAND_add()* を使って擬似乱数生成機にランダム性を加えることができます。

`ssl.RAND_add`(*bytes*, *entropy*)

Mix the given *bytes* into the SSL pseudo-random number generator. The parameter *entropy* (a float) is a lower bound on the entropy contained in string (so you can always use `0.0`). See **RFC 1750** for more information on sources of entropy.

バージョン 3.5 で変更: 書き込み可能な *bytes-like object* を使用できるようになりました。

証明書の取り扱い

`ssl.cert_time_to_seconds`(*cert_time*)

`cert_time` として証明書内の "notBefore" や "notAfter" の `"%b %d %H:%M:%S %Y %Z"` strptime フォーマット (C locale) 日付を渡すと、エポックからの積算秒を返します。

例です。:

```
>>> import ssl
>>> timestamp = ssl.cert_time_to_seconds("Jan  5 09:34:43 2018 GMT")
>>> timestamp
1515144883
>>> from datetime import datetime
>>> print(datetime.utcfromtimestamp(timestamp))
2018-01-05 09:34:43
```

"notBefore" や "notAfter" の日付には GMT を使わなければなりません (**RFC 5280**)。

バージョン 3.5 で変更: 入力文字列に指定された 'GMT' タイムゾーンを UTC として解釈するようになりました。以前はローカルタイムで解釈していました。また、整数を返すようになりました (入力に含まれる秒の端数を含まない)。

`ssl.get_server_certificate`(*addr*, *ssl_version=PROTOCOL_TLS_CLIENT*, *ca_certs=None*[, *timeout*])

Given the address `addr` of an SSL-protected server, as a (*hostname*, *port-number*) pair, fetches the server's certificate, and returns it as a PEM-encoded string. If `ssl_version` is specified, uses that version of the SSL protocol to attempt to connect to the server. If *ca_certs* is specified, it should be a file containing a list of root certificates, the same format as used for the *cafile* parameter in *SSLContext.load_verify_locations()*. The call will attempt to validate the server certificate against that set of root certificates, and will fail if the validation attempt fails. A timeout can be specified with the `timeout` parameter.

バージョン 3.3 で変更: この関数は IPv6 互換になりました。

バージョン 3.5 で変更: *ssl_version* のデフォルトが、最近のサーバへの最大限の互換性のために *PROTOCOL_SSLv3* から *PROTOCOL_TLS* に変更されました。

バージョン 3.10 で変更: *timeout* 引数が追加されました。

ssl.DER_cert_to_PEM_cert(*DER_cert_bytes*)

DER エンコードされたバイト列として与えられた証明書から、PEM エンコードされたバージョンの同じ証明書を返します。

ssl.PEM_cert_to_DER_cert(*PEM_cert_string*)

PEM 形式の ASCII 文字列として与えられた証明書から、同じ証明書を DER エンコードしたバイト列を返します。

ssl.get_default_verify_paths()

OpenSSL デフォルトの cafile, capath を指すパスを名前付きタプルで返します。パスは *SSLContext.set_default_verify_paths()* で使われるものと同じです。戻り値は *named tuple* DefaultVerifyPaths です:

- cafile - cafile の解決済みパス、またはファイルが存在しない場合は None
- capath - capath の解決済みパス、またはディレクトリが存在しない場合は None
- openssl_cafile_env - cafile を指す OpenSSL の環境変数
- openssl_cafile - OpenSSL にハードコードされた cafile のパス
- openssl_capath_env - capath を指す OpenSSL の環境変数
- openssl_capath - OpenSSL にハードコードされた capath のパス

Added in version 3.4.

ssl.enum_certificates(*store_name*)

Windows のシステム証明書ストアより証明書を抽出します。*store_name* は CA, ROOT, MY のうちどれか一つでしょう。Windows は追加の証明書ストアを提供しているかもしれません。

この関数はタプル (cert_bytes, encoding_type, trust) のリストで返します。encoding_type は cert_bytes のエンコーディングを表します。X.509 ASN.1 に対する x509_asn か PKCS#7 ASN.1 データに対する pkcs_7_asn のいずれかです。trust は、証明書の目的を、OIDS を内容に持つ set として表すか、または証明書がすべての目的で信頼できるならば True です。

以下はプログラム例です:

```
>>> ssl.enum_certificates("CA")
[(b'data...', 'x509_asn', {'1.3.6.1.5.5.7.3.1', '1.3.6.1.5.5.7.3.2'}),
 (b'data...', 'x509_asn', True)]
```

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.4.

ssl.enum_crls(*store_name*)

Windows のシステム証明書ストアより CRLs を抽出します。*store_name* は CA, ROOT, MY のうちどれか一つでしょう。Windows は追加の証明書ストアを提供しているかもしれません。

この関数はタプル (cert_bytes, encoding_type, trust) のリストで返します。encoding_type は cert_bytes のエンコーディングを表します。X.509 ASN.1 に対する x509_asn か PKCS#7 ASN.1 データに対する pkcs_7_asn のいずれかです。

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.4.

定数

すべての定数が *enum.IntEnum* コレクションまたは *enum.IntFlag* コレクションになりました。

Added in version 3.6.

ssl.CERT_NONE

Possible value for *SSLContext.verify_mode*. Except for *PROTOCOL_TLS_CLIENT*, it is the default mode. With client-side sockets, just about any cert is accepted. Validation errors, such as untrusted or expired cert, are ignored and do not abort the TLS/SSL handshake.

In server mode, no certificate is requested from the client, so the client does not send any for client cert authentication.

このドキュメントの下の方の、**セキュリティで考慮すべき点** に関する議論を参照してください。

ssl.CERT_OPTIONAL

Possible value for *SSLContext.verify_mode*. In client mode, *CERT_OPTIONAL* has the same meaning as *CERT_REQUIRED*. It is recommended to use *CERT_REQUIRED* for client-side sockets instead.

In server mode, a client certificate request is sent to the client. The client may either ignore the request or send a certificate in order perform TLS client cert authentication. If the client chooses to send a certificate, it is verified. Any verification error immediately aborts the TLS handshake.

Use of this setting requires a valid set of CA certificates to be passed to *SSLContext.load_verify_locations()*.

ssl.CERT_REQUIRED

Possible value for *SSLContext.verify_mode*. In this mode, certificates are required from the other side of the socket connection; an *SSLError* will be raised if no certificate is provided, or if its validation

fails. This mode is **not** sufficient to verify a certificate in client mode as it does not match hostnames. *check_hostname* must be enabled as well to verify the authenticity of a cert. *PROTOCOL_TLS_CLIENT* uses *CERT_REQUIRED* and enables *check_hostname* by default.

With server socket, this mode provides mandatory TLS client cert authentication. A client certificate request is sent to the client and the client must provide a valid and trusted certificate.

Use of this setting requires a valid set of CA certificates to be passed to *SSLContext.load_verify_locations()*.

class ssl.VerifyMode

CERT_* 定数の *enum.IntEnum* コレクションです。

Added in version 3.6.

ssl.VERIFY_DEFAULT

SSLContext.verify_flags に渡せる値です。このモードでは、証明書失効リスト (CRLs) はチェックされません。デフォルトでは OpenSSL は CRLs を必要ともしませんし検証にも使いません。

Added in version 3.4.

ssl.VERIFY_CRL_CHECK_LEAF

SSLContext.verify_flags に渡せる値です。このモードでは、接続先の証明書のみがチェックされ、仲介の CA 証明書はチェックされません。接続先証明書の発行者 (その CA の直接の祖先) によって署名された妥当な CRL が必要です。*SSLContext.load_verify_locations* で相応しい CRL をロードしていなければ、検証は失敗します。

Added in version 3.4.

ssl.VERIFY_CRL_CHECK_CHAIN

SSLContext.verify_flags に渡せる値です。このモードでは、接続先の証明書チェイン内のすべての証明書についての CRLs がチェックされます。

Added in version 3.4.

ssl.VERIFY_X509_STRICT

SSLContext.verify_flags に渡せる値で、壊れた X.509 証明書に対するワークアラウンドを無効にします。

Added in version 3.4.

ssl.VERIFY_ALLOW_PROXY_CERTS

Possible value for *SSLContext.verify_flags* to enables proxy certificate verification.

Added in version 3.10.

ssl.VERIFY_X509_TRUSTED_FIRST

SSLContext.verify_flags に渡せる値です。OpenSSL に対し、証明書検証のために信頼チェインを構築する際、信頼できる証明書を選ぶように指示します。これはデフォルトで有効にされています。

Added in version 3.4.4.

ssl.VERIFY_X509_PARTIAL_CHAIN

Possible value for *SSLContext.verify_flags*. It instructs OpenSSL to accept intermediate CAs in the trust store to be treated as trust-anchors, in the same way as the self-signed root CA certificates. This makes it possible to trust certificates issued by an intermediate CA without having to trust its ancestor root CA.

Added in version 3.10.

class ssl.VerifyFlags

VERIFY_* 定数の *enum.IntFlag* コレクションです。

Added in version 3.6.

ssl.PROTOCOL_TLS

クライアントとサーバの両方がサポートするプロトコルバージョンのうち、最も大きなものを選択します。名前に反して、このオプションは "SSL" と "TLS" プロトコルのいずれも選択できます。

Added in version 3.6.

バージョン 3.10 で非推奨: TLS clients and servers require different default settings for secure communication. The generic TLS protocol constant is deprecated in favor of *PROTOCOL_TLS_CLIENT* and *PROTOCOL_TLS_SERVER*.

ssl.PROTOCOL_TLS_CLIENT

Auto-negotiate the highest protocol version that both the client and server support, and configure the context client-side connections. The protocol enables *CERT_REQUIRED* and *check_hostname* by default.

Added in version 3.6.

ssl.PROTOCOL_TLS_SERVER

Auto-negotiate the highest protocol version that both the client and server support, and configure the context server-side connections.

Added in version 3.6.

ssl.PROTOCOL_SSLv23

PROTOCOL_TLS のエイリアスです。

バージョン 3.6 で非推奨: 代わりに *PROTOCOL_TLS* を使用してください。

ssl.PROTOCOL_SSLv3

チャンネル暗号化プロトコルとして SSL バージョン 3 を選択します。

このプロトコルは、OpenSSL が no-ssl3 オプションをつけてコンパイルされている場合には利用できません。

> **警告:** SSL version 3 は非セキュアです。このプロトコルは強く非推奨です。

バージョン 3.6 で非推奨: OpenSSL has deprecated all version specific protocols. Use the default protocol *PROTOCOL_TLS_SERVER* or *PROTOCOL_TLS_CLIENT* with *SSLContext.minimum_version* and *SSLContext.maximum_version* instead.

ssl.PROTOCOL_TLSv1

チャンネル暗号化プロトコルとして TLS バージョン 1.0 を選択します。

バージョン 3.6 で非推奨: OpenSSL has deprecated all version specific protocols.

ssl.PROTOCOL_TLSv1_1

チャンネル暗号化プロトコルとして TLS バージョン 1.1 を選択します。openssl version 1.0.1+ のみで利用可能です。

Added in version 3.4.

バージョン 3.6 で非推奨: OpenSSL has deprecated all version specific protocols.

ssl.PROTOCOL_TLSv1_2

チャンネル暗号化プロトコルとして TLS バージョン 1.2 を選択します。openssl version 1.0.1+ のみで利用可能です。

Added in version 3.4.

バージョン 3.6 で非推奨: OpenSSL has deprecated all version specific protocols.

ssl.OP_ALL

相手にする SSL 実装のさまざまなバグを回避するためのワークアラウンドを有効にします。このオプションはデフォルトで有効です。これを有効にする場合 OpenSSL 用の同じ意味のフラグ SSL_OP_ALL をセットする必要はありません。

Added in version 3.2.

ssl.OP_NO_SSLv2

SSLv2 接続が行われないようにします。このオプションは *PROTOCOL_TLS* と組み合わされている場合にのみ適用されます。ピアがプロトコルバージョンとして SSLv2 を選択しないようにします。

Added in version 3.2.

バージョン 3.6 で非推奨: SSLv2 は非推奨です

ssl.OP_NO_SSLv3

SSLv3 接続が行われないようにします。このオプションは *PROTOCOL_TLS* と組み合わされている場合にのみ適用されます。ピアがプロトコルバージョンとして SSLv3 を選択しないようにします。

Added in version 3.2.

バージョン 3.6 で非推奨: SSLv3 は非推奨です

ssl.OP_NO_TLSv1

TLSv1 接続が行われないようにします。このオプションは *PROTOCOL_TLS* と組み合わされている場合にのみ適用されます。ピアがプロトコルバージョンとして TLSv1 を選択しないようにします。

Added in version 3.2.

バージョン 3.7 で非推奨: The option is deprecated since OpenSSL 1.1.0, use the new *SSLContext.minimum_version* and *SSLContext.maximum_version* instead.

ssl.OP_NO_TLSv1_1

TLSv1.1 接続が行われないようにします。このオプションは *PROTOCOL_TLS* と組み合わされている場合にのみ適用されます。ピアがプロトコルバージョンとして TLSv1.1 を選択しないようにします。openssl バージョン 1.0.1 以降でのみ利用できます。

Added in version 3.4.

バージョン 3.7 で非推奨: The option is deprecated since OpenSSL 1.1.0.

ssl.OP_NO_TLSv1_2

TLSv1.2 接続が行われないようにします。このオプションは *PROTOCOL_TLS* と組み合わされている場合にのみ適用されます。ピアがプロトコルバージョンとして TLSv1.2 を選択しないようにします。openssl バージョン 1.0.1 以降でのみ利用できます。

Added in version 3.4.

バージョン 3.7 で非推奨: The option is deprecated since OpenSSL 1.1.0.

ssl.OP_NO_TLSv1_3

Prevents a TLSv1.3 connection. This option is only applicable in conjunction with *PROTOCOL_TLS*. It prevents the peers from choosing TLSv1.3 as the protocol version. TLS 1.3 is available with OpenSSL 1.1.1 or later. When Python has been compiled against an older version of OpenSSL, the flag defaults to *0*.

Added in version 3.6.3.

バージョン 3.7 で非推奨: The option is deprecated since OpenSSL 1.1.0. It was added to 2.7.15 and 3.6.3 for backwards compatibility with OpenSSL 1.0.2.

ssl.OP_NO_RENEGOTIATION

Disable all renegotiation in TLSv1.2 and earlier. Do not send HelloRequest messages, and ignore renegotiation requests via ClientHello.

このオプションは OpenSSL 1.1.0h 以降のみで使用できます。

Added in version 3.7.

ssl.OP_CIPHER_SERVER_PREFERENCE

暗号の優先順位として、クライアントのものではなくサーバのものを使います。このオプションはクライアントソケットと SSLv2 のサーバソケットでは効果はありません。

Added in version 3.3.

ssl.OP_SINGLE_DH_USE

Prevents reuse of the same DH key for distinct SSL sessions. This improves forward secrecy but requires more computational resources. This option only applies to server sockets.

Added in version 3.3.

ssl.OP_SINGLE_ECDH_USE

Prevents reuse of the same ECDH key for distinct SSL sessions. This improves forward secrecy but requires more computational resources. This option only applies to server sockets.

Added in version 3.3.

ssl.OP_ENABLE_MIDDLEBOX_COMPAT

Send dummy Change Cipher Spec (CCS) messages in TLS 1.3 handshake to make a TLS 1.3 connection look more like a TLS 1.2 connection.

このオプションは OpenSSL 1.1.1 以降のみで使用できます。

Added in version 3.8.

ssl.OP_NO_COMPRESSION

SSL チャネルでの圧縮を無効にします。これはアプリケーションのプロトコルが自身の圧縮方法をサポートする場合に有用です。

Added in version 3.3.

class ssl.Options

OP_* 定数の *enum.IntFlag* コレクションです。

ssl.OP_NO_TICKET

クライアントサイドがセッションチケットをリクエストしないようにします。

Added in version 3.6.

ssl.OP_IGNORE_UNEXPECTED_EOF

Ignore unexpected shutdown of TLS connections.

このオプションは OpenSSL 3.0.0 以降のみで使用できます。

Added in version 3.10.

ssl.OP_ENABLE_KTLS

Enable the use of the kernel TLS. To benefit from the feature, OpenSSL must have been compiled with support for it, and the negotiated cipher suites and extensions must be supported by it (a list of supported ones may vary by platform and kernel version).

Note that with enabled kernel TLS some cryptographic operations are performed by the kernel directly and not via any available OpenSSL Providers. This might be undesirable if, for example, the application requires all cryptographic operations to be performed by the FIPS provider.

このオプションは OpenSSL 3.0.0 以降のみで使用できます。

Added in version 3.12.

ssl.OP_LEGACY_SERVER_CONNECT

Allow legacy insecure renegotiation between OpenSSL and unpatched servers only.

Added in version 3.12.

ssl.HAS_ALPN

OpenSSL ライブラリが、組み込みで **RFC 7301** で記述されている *Application-Layer Protocol Negotiation* TLS 拡張をサポートしているかどうか。

Added in version 3.5.

ssl.HAS_NEVER_CHECK_COMMON_NAME

Whether the OpenSSL library has built-in support not checking subject common name and *SSLContext.hostname_checks_common_name* is writeable.

Added in version 3.7.

ssl.HAS_ECDH

OpenSSL ライブラリが、組み込みの楕円曲線ディフィー・ヘルマン鍵共有をサポートしているかどうか。これは、ディストリビュータが明示的に無効にしていない限りは、真であるはずです。

Added in version 3.3.

ssl.HAS_SNI

OpenSSL ライブラリが、組み込みで (**RFC 6066** で記述されている) *Server Name Indication* 拡張をサポートしているかどうか。

Added in version 3.2.

ssl.HAS_NPN

OpenSSL ライブラリが、組み込みで、Application Layer Protocol Negotiation で記述されている *Next Protocol Negotiation* をサポートしているかどうか。true であれば、サポートしたいプロトコルを *SSLContext.set_npn_protocols()* メソッドで提示することができます。

Added in version 3.3.

ssl.HAS_SSLv2

OpenSSL ライブラリが、組み込みで SSL 2.0 プロトコルをサポートしているかどうか。

Added in version 3.7.

ssl.HAS_SSLv3

OpenSSL ライブラリが、組み込みで SSL 3.0 プロトコルをサポートしているかどうか。

Added in version 3.7.

ssl.HAS_TLSv1

OpenSSL ライブラリが、組み込みで TLS 1.0 プロトコルをサポートしているかどうか。

Added in version 3.7.

ssl.HAS_TLSv1_1

OpenSSL ライブラリが、組み込みで TLS 1.1 プロトコルをサポートしているかどうか。

Added in version 3.7.

ssl.HAS_TLSv1_2

OpenSSL ライブラリが、組み込みで TLS 1.2 プロトコルをサポートしているかどうか。

Added in version 3.7.

ssl.HAS_TLSv1_3

OpenSSL ライブラリが、組み込みで TLS 1.3 プロトコルをサポートしているかどうか。

Added in version 3.7.

ssl.HAS_PSK

Whether the OpenSSL library has built-in support for TLS-PSK.

Added in version 3.13.

ssl.CHANNEL_BINDING_TYPES

サポートされている TLS のチャネルバインディングのタイプのリスト。リスト内の文字列は *SSLSocket.get_channel_binding()* の引数に渡せます。

Added in version 3.3.

ssl.OPENSSL_VERSION

インタプリタによってロードされた OpenSSL ライブラリのバージョン文字列:

```
>>> ssl.OPENSSL_VERSION
'OpenSSL 1.0.2k  26 Jan 2017'
```

Added in version 3.2.

ssl.OPENSSL_VERSION_INFO

OpenSSL ライブラリのバージョン情報を表す 5 つの整数のタプル:

```
>>> ssl.OPENSSL_VERSION_INFO
(1, 0, 2, 11, 15)
```

Added in version 3.2.

ssl.OPENSSL_VERSION_NUMBER

1 つの整数の形式の、OpenSSL ライブラリの生のバージョン番号:

```
>>> ssl.OPENSSL_VERSION_NUMBER
268443839
>>> hex(ssl.OPENSSL_VERSION_NUMBER)
'0x100020bf'
```

Added in version 3.2.

ssl.ALERT_DESCRIPTION_HANDSHAKE_FAILURE

ssl.ALERT_DESCRIPTION_INTERNAL_ERROR

ALERT_DESCRIPTION_*

RFC 5246 その他からのアラートの種類です。IANA TLS Alert Registry にはこのリストとその意味が定義された RFC へのリファレンスが含まれています。

SSLContext.set_servername_callback() でのコールバック関数の戻り値として使われます。

Added in version 3.4.

class ssl.AlertDescription

ALERT_DESCRIPTION_* 定数の *enum.IntEnum* コレクションです。

Added in version 3.6.

Purpose.**SERVER_AUTH**

create_default_context() と *SSLContext.load_default_certs()* に渡すオプションです。この値はコンテキストが web サーバの認証に使われることを示します (ですので、クライアントサイドのソケットを作るのに使うことになるでしょう)。

Added in version 3.4.

Purpose.**CLIENT_AUTH**

create_default_context() と *SSLContext.load_default_certs()* に渡すオプションです。この値はコンテキストが web クライアントの認証に使われることを示します (ですので、サーバサイドのソケットを作るのに使うことになるでしょう)。

Added in version 3.4.

class ssl.SSLErrorNumber

SSL_ERROR_* 定数の *enum.IntEnum* コレクションです。

Added in version 3.6.

class ssl.TLSVersion

enum.IntEnum collection of SSL and TLS versions for *SSLContext.maximum_version* and *SSLContext.minimum_version*.

Added in version 3.7.

TLSVersion.**MINIMUM_SUPPORTED**

TLSVersion.**MAXIMUM_SUPPORTED**

The minimum or maximum supported SSL or TLS version. These are magic constants. Their values don't reflect the lowest and highest available TLS/SSL versions.

TLSVersion.**SSLv3**

TLSVersion.**TLSv1**

TLSVersion.**TLSv1_1**

TLSVersion.**TLSv1_2**

TLSVersion.**TLSv1_3**

SSL 3.0 to TLS 1.3.

バージョン 3.10 で非推奨: All *TLSVersion* members except *TLSVersion.TLSv1_2* and *TLSVersion.TLSv1_3* are deprecated.

18.3.2 SSL ソケット

class ssl.SSLSocket(*socket.socket*)

SSL ソケットは *socket* **オブジェクト** の以下のメソッドを提供します:

- *accept()*
- *bind()*
- *close()*
- *connect()*
- *detach()*
- *fileno()*
- *getpeername()*, *getsockname()*
- *getsockopt()*, *setsockopt()*
- *gettimeout()*, *settimeout()*, *setblocking()*
- *listen()*
- *makefile()*
- *recv()*, *recv_into()* (非ゼロの `flags` は渡せません)
- *send()*, *sendall()* (非ゼロの `flags` は渡せません)
- *sendfile()* (ただし、*os.sendfile* は平文ソケットにのみ使用されます。それ以外の場合には、*send()* が使用されます。)
- *shutdown()*

SSL(および TLS) プロトコルは TCP の上に独自の枠組みを持っているので、SSL ソケットの抽象化は、いくつかの点で通常の OS レベルのソケットの仕様から逸脱することがあります。特に **ノンブロッキングソケットについての注釈** を参照してください。

SSLSocket のインスタンスは *SSLContext.wrap_socket()* メソッドを使用して作成されなければなりません。

バージョン 3.5 で変更: `sendfile()` メソッドが追加されました。

バージョン 3.5 で変更: `shutdown()` は、バイトが送受信されるたびにソケットのタイムアウトをリセットしません。ソケットのタイムアウトは、シャットダウンの最大合計時間になりました。

バージョン 3.6 で非推奨: *SSLSocket* インスタンスを直接作成することは非推奨です。ソケットをラップするために *SSLContext.wrap_socket()* を使用してください。

バージョン 3.7 で変更: *SSLSocket* instances must to created with *wrap_socket()*. In earlier versions, it was possible to create instances directly. This was never documented or officially supported.

バージョン 3.10 で変更: Python now uses `SSL_read_ex` and `SSL_write_ex` internally. The functions support reading and writing of data larger than 2 GB. Writing zero-length data no longer fails with a protocol violation error.

SSL ソケットには、以下に示す追加のメソッドと属性もあります:

`SSLSocket.read`(*len=1024*, *buffer=None*)

SSL ソケットからデータの *len* バイトまでを読み出し、読み出した結果を `bytes` インスタンスで返します。*buffer* を指定すると、結果は代わりに buffer に読み込まれ、読み込んだバイト数を返します。

ソケットが *non-blocking* で読み出しがブロックすると、*SSLWantReadError* もしくは *SSLWantWriteError* が送出されます。

再ネゴシエーションがいつでも可能なので、*read()* の呼び出しは書き込み操作も引き起こしえます。

バージョン 3.5 で変更: ソケットのタイムアウトは、バイトが送受信されるたびにリセットされなくなりました。ソケットのタイムアウトは、最大 *len* バイトを読むのにかかる最大合計時間になりました。

バージョン 3.6 で非推奨: *read()* の代わりに `recv()` を使用してください。

`SSLSocket.write`(*buf*)

buf を SSL ソケットに書き込み、書き込んだバイト数を返します。*buf* 引数はバッファインターフェイスをサポートするオブジェクトでなければなりません。

ソケットが *non-blocking* で書き込みがブロックすると、*SSLWantReadError* もしくは *SSLWantWriteError* が送出されます。

再ネゴシエーションがいつでも可能なので、*write()* の呼び出しは読み出し操作も引き起こしえます。

バージョン 3.5 で変更: ソケットのタイムアウトは、バイトが送受信されるたびにリセットされなくなりました。ソケットのタイムアウトは、*buf* を書き込むのにかかる最大合計時間になりました。

バージョン 3.6 で非推奨: *write()* の代わりに `send()` を使用してください。

注釈: *read()*, *write()* メソッドは下位レベルのメソッドであり、暗号化されていないアプリケーションレベルのデータを読み書きし、それを復号/暗号化して暗号化された書き込みレベルのデータにします。これらのメソッドはアクティブな SSL 接続つまり、ハンドシェイクが完了していて、*SSLSocket.unwrap()* が呼ばれていないことを必要とします。

通常はこれらのメソッドの代わりに *recv()* や *send()* のようなソケット API メソッドを使うべきです。

SSLSocket.do_handshake()

SSL セットアップのハンドシェイクを実行します。

バージョン 3.4 で変更: ソケットの *context* の属性 *check_hostname* が真の場合に、ハンドシェイクメソッドが match_hostname() を実行するようになりました。

バージョン 3.5 で変更: ソケットのタイムアウトは、バイトが送受信されるたびにリセットされなくなりました。ソケットのタイムアウトは、ハンドシェイクにかかる最大合計時間になりました。

バージョン 3.7 で変更: Hostname or IP address is matched by OpenSSL during handshake. The function match_hostname() is no longer used. In case OpenSSL refuses a hostname or IP address, the handshake is aborted early and a TLS alert message is sent to the peer.

SSLSocket.getpeercert(*binary_form=False*)

接続先に証明書が無い場合、None を返します。SSL ハンドシェイクがまだ行われていない場合は、*ValueError* が送出されます。

binary_form が *False* で接続先から証明書を取得した場合、このメソッドは *dict* のインスタンスを返します。証明書が認証されていない場合、辞書は空です。証明書が認証されていた場合いくつかのキーを持った辞書を返し、subject (証明書が発行された principal), issuer (証明書を発行した principal) を含みます。証明書が *Subject Alternative Name* 拡張 (**RFC 3280** を参照) のインスタンスを格納していた場合、subjectAltName キーも辞書に含まれます。

subject, issuer フィールドは、証明書のそれぞれのフィールドについてのデータ構造で与えられる RDN (relative distinguishued name) のシーケンスを格納したタプルで、各 RDN は name-value ペアのシーケンスです。現実世界での例をお見せします:

```
{'issuer': ((('countryName', 'IL'),),
            (('organizationName', 'StartCom Ltd.'),),
            (('organizationalUnitName',
              'Secure Digital Certificate Signing'),),
            (('commonName',
              'StartCom Class 2 Primary Intermediate Server CA'),)),
 'notAfter': 'Nov 22 08:15:19 2013 GMT',
 'notBefore': 'Nov 21 03:09:52 2011 GMT',
 'serialNumber': '95F0',
 'subject': ((('description', '571208-SLe257oHY9fVQ07Z'),),
             (('countryName', 'US'),),
             (('stateOrProvinceName', 'California'),),
             (('localityName', 'San Francisco'),),
             (('organizationName', 'Electronic Frontier Foundation, Inc.'),),
             (('commonName', '*.eff.org'),),
             (('emailAddress', 'hostmaster@eff.org'),)),
 'subjectAltName': (('DNS', '*.eff.org'), ('DNS', 'eff.org')),
 'version': 3}
```

binary_form 引数が *True* だった場合、証明書が渡されていればこのメソッドは DER エンコードされた

証明書全体をバイト列として返し、接続先が証明書を提示しなかった場合は *None* を返します。接続先が証明書を提供するかどうかは SSL ソケットの役割に依存します:

- クライアント SSL ソケットでは、認証が要求されているかどうかに関わらず、サーバは常に証明書を提供します。
- サーバ SSL ソケットでは、クライアントはサーバによって認証が要求されている場合にのみ証明書を提供します。したがって、(*CERT_OPTIONAL* や *CERT_REQUIRED* ではなく) *CERT_NONE* を使用した場合 *getpeercert()* は *None* を返します。

See also *SSLContext.check_hostname*.

バージョン 3.2 で変更: 返される辞書に `issuer`, `notBefore` のような追加アイテムを含むようになりました。

バージョン 3.4 で変更: ハンドシェイクが済んでいなければ *ValueError* を投げるようになりました。返される辞書に `crlDistributionPoints`, `caIssuers`, `OCSP` URI のような X509v3 拡張アイテムを含むようになりました。

バージョン 3.9 で変更: IPv6 address strings no longer have a trailing new line.

`SSLSocket.get_verified_chain()`

Returns verified certificate chain provided by the other end of the SSL channel as a list of DER-encoded bytes. If certificate verification was disabled method acts the same as *get_unverified_chain()*.

Added in version 3.13.

`SSLSocket.get_unverified_chain()`

Returns raw certificate chain provided by the other end of the SSL channel as a list of DER-encoded bytes.

Added in version 3.13.

`SSLSocket.cipher()`

利用されている暗号の名前、その暗号の利用を定義している SSL プロトコルのバージョン、利用されている鍵の bit 長の 3 つの値を含むタプルを返します。もし接続が確立されていない場合、`None` を返します。

`SSLSocket.shared_ciphers()`

クライアントとサーバーの両方で利用できる暗号方式のリストを返します。返されるリストの各要素は 3 つの値を含むタプルで、その値はそれぞれ、暗号方式の名前、その暗号の利用を定義している SSL プロトコルのバージョン、暗号で使用される秘密鍵のビット長です。接続が確立されていないか、ソケットがクライアントソケットである場合、meth:*~SSLSocket.shared_ciphers* は `None` を返します。

Added in version 3.5.

SSLSocket.**compression**()

使われている圧縮アルゴリズムを文字列で返します。接続が圧縮されていなければ None を返します。

上位レベルのプロトコルが自身で圧縮メカニズムをサポートする場合、SSL レベルでの圧縮を *OP_NO_COMPRESSION* を使って無効にできます。

Added in version 3.3.

SSLSocket.**get_channel_binding**(*cb_type='tls-unique'*)

現在の接続におけるチャネルバインディングのデータを取得します。未接続あるいはハンドシェイクが完了していなければ None を返します。

cb_type パラメータにより、望みのチャネルバインディングのタイプを選択できます。チャネルバインディングのタイプの妥当なものは *CHANNEL_BINDING_TYPES* でリストされています。現在のところは **RFC 5929** で定義されている 'tls-unique' のみがサポートされています。未サポートのチャネルバインディングのタイプが要求された場合、*ValueError* を送出します。

Added in version 3.3.

SSLSocket.**selected_alpn_protocol**()

TLS ハンドシェイクで選択されたプロトコルを返します。*SSLContext.set_alpn_protocols()* が呼ばれていない場合、相手側が ALPN をサポートしていない場合、クライアントが提案したプロトコルのどれもソケットがサポートしない場合、あるいはハンドシェイクがまだ行われていない場合には、None が返されます。

Added in version 3.5.

SSLSocket.**selected_npn_protocol**()

TLS/SSL ハンドシェイクで選択された上位レベルのプロトコルを返します。*SSLContext.set_npn_protocols()* が呼ばれていない場合、相手側が NPN をサポートしていない場合、あるいはハンドシェイクがまだ行われていない場合には、None が返されます。

Added in version 3.3.

バージョン 3.10 で非推奨: NPN has been superseded by ALPN

SSLSocket.**unwrap**()

SSL シャットダウンハンドシェイクを実行します。これは下位レイヤーのソケットから TLS レイヤーを取り除き、下位レイヤーのソケットオブジェクトを返します。これは暗号化されたオペレーションから暗号化されていない接続に移行するときに利用されます。以降の通信には、オリジナルのソケットではなくこのメソッドが返したソケットのみを利用するべきです。

SSLSocket.**verify_client_post_handshake**()

Requests post-handshake authentication (PHA) from a TLS 1.3 client. PHA can only be initiated

for a TLS 1.3 connection from a server-side socket, after the initial TLS handshake and with PHA enabled on both sides, see *SSLContext.post_handshake_auth*.

The method does not perform a cert exchange immediately. The server-side sends a CertificateRequest during the next write event and expects the client to respond with a certificate on the next read event.

If any precondition isn't met (e.g. not TLS 1.3, PHA not enabled), an *SSLError* is raised.

注釈: Only available with OpenSSL 1.1.1 and TLS 1.3 enabled. Without TLS 1.3 support, the method raises *NotImplementedError*.

Added in version 3.8.

SSLSocket.**version**()

コネクションによって実際にネゴシエイトされた SSL プロトコルバージョンを文字列で、または、セキュアなコネクションが確立していなければ `None` を返します。これを書いている時点では、`"SSLv2"`, `"SSLv3"`, `"TLSv1"`, `"TLSv1.1"`, `"TLSv1.2"` などが返ります。最新の OpenSSL はもっと色々な値を定義しているかもしれません。

Added in version 3.5.

SSLSocket.**pending**()

接続において既に復号済みで読み出し可能で保留になっているバイト列の数を返します。

SSLSocket.**context**

The *SSLContext* object this SSL socket is tied to.

Added in version 3.2.

SSLSocket.**server_side**

サーバサイドのソケットに対して `True` 、クライアントサイドのソケットに対して `False` となる真偽値です。

Added in version 3.2.

SSLSocket.**server_hostname**

サーバのホスト名: *str* 型、またはサーバサイドのソケットの場合とコンストラクタで hostname が指定されなかった場合は `None`

Added in version 3.2.

バージョン 3.7 で変更: The attribute is now always ASCII text. When `server_hostname` is an internationalized domain name (IDN), this attribute now stores the A-label form (`"xn--pythn-mua.org"`), rather than the U-label form (`"pythön.org"`).

SSLSocket.**session**

この SSL 接続に対する *SSLSession* です。このセッションは、TLS ハンドシェイクの実行後、クライアントサイドとサーバサイドのソケットで使用できます。クライアントソケットでは、このセッションを *do_handshake()* が呼ばれる前に設定して、セッションを再利用できます。

Added in version 3.6.

SSLSocket.**session_reused**

Added in version 3.6.

18.3.3 SSL コンテキスト

Added in version 3.2.

SSL コンテキストは、SSL 構成オプション、証明書 (群) や秘密鍵 (群) などのような、一回の SSL 接続よりも長生きするさまざまなデータを保持します。これはサーバサイドソケットの SSL セッションのキャッシュも管理し、同じクライアントからの繰り返しの接続時の速度向上に一役買います。

class ssl.**SSLContext**(*protocol=None*)

Create a new SSL context. You may pass *protocol* which must be one of the PROTOCOL_* constants defined in this module. The parameter specifies which version of the SSL protocol to use. Typically, the server chooses a particular protocol version, and the client must adapt to the server's choice. Most of the versions are not interoperable with the other versions. If not specified, the default is *PROTOCOL_TLS*; it provides the most compatibility with other versions.

次のテーブルは、どのクライアントのバージョンがどのサーバのバージョンに接続できるかを示しています:

client / **server**	**SSLv2**	**SSLv3**	**TLS**[*3]	**TLSv1**	**TLSv1.1**	**TLSv1.2**
SSLv2	yes	no	no[*1]	no	no	no
SSLv3	no	yes	no[*2]	no	no	no
TLS (SSLv23)[*3]	no[*1]	no[*2]	yes	yes	yes	yes
TLSv1	no	no	yes	yes	no	no
TLSv1.1	no	no	yes	no	yes	no
TLSv1.2	no	no	yes	no	no	yes

[*3] TLS 1.3 protocol will be available with *PROTOCOL_TLS* in OpenSSL >= 1.1.1. There is no dedicated PROTOCOL constant for just TLS 1.3.

[*1] *SSLContext* では、デフォルトで *OP_NO_SSLv2* により SSLv2 が無効になっています。

[*2] *SSLContext* では、デフォルトで *OP_NO_SSLv3* により SSLv3 が無効になっています。

脚注

参考:

create_default_context() は *ssl* モジュールに、目的に合ったセキュリティ設定を選ばせます。

バージョン 3.6 で変更: The context is created with secure default values. The options *OP_NO_COMPRESSION*, *OP_CIPHER_SERVER_PREFERENCE*, *OP_SINGLE_DH_USE*, *OP_SINGLE_ECDH_USE*, *OP_NO_SSLv2*, and *OP_NO_SSLv3* (except for *PROTOCOL_SSLv3*) are set by default. The initial cipher suite list contains only `HIGH` ciphers, no `NULL` ciphers and no `MD5` ciphers.

バージョン 3.10 で非推奨: *SSLContext* without protocol argument is deprecated. The context class will either require *PROTOCOL_TLS_CLIENT* or *PROTOCOL_TLS_SERVER* protocol in the future.

バージョン 3.10 で変更: The default cipher suites now include only secure AES and ChaCha20 ciphers with forward secrecy and security level 2. RSA and DH keys with less than 2048 bits and ECC keys with less than 224 bits are prohibited. *PROTOCOL_TLS*, *PROTOCOL_TLS_CLIENT*, and *PROTOCOL_TLS_SERVER* use TLS 1.2 as minimum TLS version.

注釈: *SSLContext* only supports limited mutation once it has been used by a connection. Adding new certificates to the internal trust store is allowed, but changing ciphers, verification settings, or mTLS certificates may result in surprising behavior.

注釈: *SSLContext* is designed to be shared and used by multiple connections. Thus, it is thread-safe as long as it is not reconfigured after being used by a connection.

SSLContext オブジェクトは以下のメソッドと属性を持っています:

SSLContext.cert_store_stats()

ロードされた X.509 証明書の数、CA 証明書で活性の X.509 証明書の数、証明書失効リストの数、についての統計情報を辞書として取得します。

一つの CA と他の一つの証明書を持ったコンテキストでの例です:

```
>>> context.cert_store_stats()
{'crl': 0, 'x509_ca': 1, 'x509': 2}
```

Added in version 3.4.

SSLContext.load_cert_chain(*certfile*, *keyfile=None*, *password=None*)

秘密鍵と対応する証明書をロードします。*certfile* は、証明書と、証明書認証で必要とされる任意の数の CA 証明書を含む、PEM フォーマットの単一ファイルへのパスでなければなりません。*keyfile* 文字列を指定す

る場合、秘密鍵が含まれるファイルを指すものでなければなりません。指定しない場合、秘密鍵も *certfile* から取得されます。*certfile* への証明書の格納についての詳細は、証明書 の議論を参照してください。

password 引数に、秘密鍵を復号するためのパスワードを返す関数を与えることができます。その関数は秘密鍵が暗号化されていて、なおかつパスワードが必要な場合にのみ呼び出されます。その関数は引数なしで呼び出され、string, bytes, または bytearray を返さなければなりません。戻り値が string の場合は鍵を復号化するのに使う前に UTF-8 でエンコードされます。string の代わりに bytes や bytearray を返した場合は *password* 引数に直接供給されます。秘密鍵が暗号化されていなかったりパスワードを必要としない場合は、指定は無視されます。

password が与えられず、そしてパスワードが必要な場合には、OpenSSL 組み込みのパスワード問い合わせメカニズムが、ユーザに対話的にパスワードを問い合わせます。

秘密鍵が証明書に合致しなければ、*SSLError* が送出されます。

バージョン 3.3 で変更: 新しいオプション引数 *password*。

`SSLContext.load_default_certs`(*purpose=Purpose.SERVER_AUTH*)

デフォルトの場所から ” 認証局” (CA=certification authority) 証明書ファイル一式をロードします。Windows では、CA 証明書はシステム記憶域の `CA` と `ROOT` からロードします。全てのシステムでは、この関数は *SSLContext.set_default_verify_paths()* を呼び出します。将来的にはこのメソッドは、他の場所からも CA 証明書をロードするかもしれません。

The *purpose* flag specifies what kind of CA certificates are loaded. The default settings *Purpose.SERVER_AUTH* loads certificates, that are flagged and trusted for TLS web server authentication (client side sockets). *Purpose.CLIENT_AUTH* loads CA certificates for client certificate verification on the server side.

Added in version 3.4.

`SSLContext.load_verify_locations`(*cafile=None*, *capath=None*, *cadata=None*)

verify_mode が *CERT_NONE* でない場合に接続先の証明書ファイルの正当性検証に使われる ” 認証局” (CA=certification authority) 証明書ファイル一式をロードします。少なくとも *cafile* か *capath* のどちらかは指定しなければなりません。

このメソッドは PEM または DER フォーマットの証明書失効リスト (CRLs=certification revocation lists) もロードできます。CRLs のために使うには、*SSLContext.verify_flags* を適切に設定しなければなりません。

cafile を指定する場合は、PEM フォーマットで CA 証明書が結合されたファイルへのパスを指定してください。このファイル内で証明書をどのように編成すれば良いのかについての詳しい情報については、証明書 の議論を参照してください。

capath を指定する場合は、PEM フォーマットの CA 証明書が含まれる、OpenSSL specific layout に従ったディレクトリへのパスを指定してください。

cadata オブジェクトを指定する場合は、PEM エンコードの証明書一つ以上の ASCII 文字列か、DER エンコードの証明書の *bytes-like object* オブジェクトのどちらかを指定してください。PEM エンコードの証明書の周囲の余分な行は無視されますが、少なくとも一つの証明書が含まれている必要があります。

バージョン 3.4 で変更: 新しいオプション引数 *cadata* 。

SSLContext.**get_ca_certs**(*binary_form=False*)

ロードされた ” 認証局” (CA=certification authority) 証明書のリストを取得します。`binary_form` 引数が *`False`* である場合、リストのそれぞれのエントリは *`SSLSocket.getpeercert()`* が出力するような辞書になります。True である場合、このメソッドは、DER エンコード形式の証明書のリストを返します。返却されるリストには、SSL 接続によって証明書がリクエストおよびロードされない限り、*capath* からの証明書は含まれません。

注釈: capath ディレクトリ内の証明書は一度でも使われない限りはロードされません。

Added in version 3.4.

SSLContext.**get_ciphers**()

有効な暗号化のリストを取得します。リストは暗号化優先度順に並びます。*`SSLContext.set_ciphers()`* を参照してください。

以下はプログラム例です:

```
>>> ctx = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_SSLv23)
>>> ctx.set_ciphers('ECDHE+AESGCM:!ECDSA')
>>> ctx.get_ciphers()
[{'aead': True,
  'alg_bits': 256,
  'auth': 'auth-rsa',
  'description': 'ECDHE-RSA-AES256-GCM-SHA384 TLSv1.2 Kx=ECDH     Au=RSA  '
                 'Enc=AESGCM(256) Mac=AEAD',
  'digest': None,
  'id': 50380848,
  'kea': 'kx-ecdhe',
  'name': 'ECDHE-RSA-AES256-GCM-SHA384',
  'protocol': 'TLSv1.2',
  'strength_bits': 256,
  'symmetric': 'aes-256-gcm'},
 {'aead': True,
  'alg_bits': 128,
  'auth': 'auth-rsa',
  'description': 'ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256 TLSv1.2 Kx=ECDH     Au=RSA  '
                 'Enc=AESGCM(128) Mac=AEAD',
  'digest': None,
  'id': 50380847,
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
 'kea': 'kx-ecdhe',
 'name': 'ECDHE-RSA-AES128-GCM-SHA256',
 'protocol': 'TLSv1.2',
 'strength_bits': 128,
 'symmetric': 'aes-128-gcm'}]
```

Added in version 3.6.

SSLContext.**set_default_verify_paths**()

デフォルトの ”認証局” (CA=certification authority) 証明書を、OpenSSL ライブラリがビルドされた際に定義されたファイルシステム上のパスからロードします。残念ながらこのメソッドが成功したかどうかを知るための簡単な方法はありません: 証明書が見つからなくてもエラーは返りません。OpenSSL ライブラリがオペレーティングシステムの一部として提供されている際にはどうやら適切に構成できるようですが。

SSLContext.**set_ciphers**(*ciphers*)

このコンテキストによって作られるソケットで利用できる暗号を設定します。OpenSSL cipher list format に書かれている形式の文字列でなければなりません。(OpenSSL のコンパイル時オプションや他の設定がそれらすべての暗号の使用を禁止しているなどの理由で) どの暗号も選べない場合、*SSLError* が送出されます。

注釈: 接続時に SSL ソケットの *SSLSocket.cipher()* メソッドが、現在選択されているその暗号を使います。

TLS 1.3 cipher suites cannot be disabled with *set_ciphers()*.

SSLContext.**set_alpn_protocols**(*protocols*)

SSL/TLS ハンドシェイク時にソケットが提示すべきプロトコルを指定します。`['http/1.1', 'spdy/2']` のような推奨順に並べた ASCII 文字列のリストでなければなりません。プロトコルの選択は **RFC 7301** に従いハンドシェイク中に行われます。ハンドシェイクが正常に終了した後、*SSLSocket.selected_alpn_protocol()* メソッドは合意されたプロトコルを返します。

このメソッドは *HAS_ALPN* が `False` の場合 *NotImplementedError* を送出します。

Added in version 3.5.

SSLContext.**set_npn_protocols**(*protocols*)

SSL/TLS ハンドシェイク時にソケットが提示すべきプロトコルを指定します。`['http/1.1', 'spdy/2']` のような推奨順に並べた文字列のリストでなければなりません。プロトコルの選択は Application Layer Protocol Negotiation に従いハンドシェイク中に行われます。ハンドシェイクが正常に終了した後、*SSLSocket.selected_alpn_protocol()* メソッドは合意されたプロトコルを返します。

このメソッドは *HAS_NPN* が `False` の場合 *NotImplementedError* を送出します。

Added in version 3.3.

バージョン 3.10 で非推奨: NPN has been superseded by ALPN

SSLContext.sni_callback

TLS クライアントがサーバ名表示を指定した際の、SSL/TLS サーバによって TLS Client Hello ハンドシェイクメッセージが受け取られたあとで呼び出されるコールバック関数を登録します。サーバ名表示メカニズムは **RFC 6066** セクション 3 - Server Name Indication で述べられています。

SSLContext ごとに一つだけコールバックをセットできます。*sni_callback* を None にすればコールバックは無効になります。この関数を続けて呼ぶと、以前に登録されたコールバックを上書きします。

The callback function will be called with three arguments; the first being the *ssl.SSLSocket*, the second is a string that represents the server name that the client is intending to communicate (or *None* if the TLS Client Hello does not contain a server name) and the third argument is the original *SSLContext*. The server name argument is text. For internationalized domain name, the server name is an IDN A-label ("xn--pythn-mua.org").

このコールバックの典型的な利用方法は、*ssl.SSLSocket* の *SSLSocket.context* 属性を、サーバ名に合致する証明書チェインを持つ新しい *SSLContext* オブジェクトに変更することです。

Due to the early negotiation phase of the TLS connection, only limited methods and attributes are usable like *SSLSocket.selected_alpn_protocol()* and *SSLSocket.context*. The *SSLSocket.getpeercert()*, *SSLSocket.get_verified_chain()*, *SSLSocket.get_unverified_chain()* *SSLSocket.cipher()* and *SSLSocket.compression()* methods require that the TLS connection has progressed beyond the TLS Client Hello and therefore will not return meaningful values nor can they be called safely.

TLS ネゴシエーションを継続させるならば、*sni_callback* 関数は None を返さなければなりません。TLS が失敗することを必要とするなら、constant *ALERT_DESCRIPTION_** を返してください。ここにない値を返すと、致命エラー *ALERT_DESCRIPTION_INTERNAL_ERROR* を引き起こします。

sni_callback 関数が例外を送出した場合、TLS 接続は TLS の致命的アラートメッセージ *ALERT_DESCRIPTION_HANDSHAKE_FAILURE* とともに終了します。

このメソッドは OpenSSL ライブラリが OPENSSL_NO_TLSEXT を定義してビルドされている場合、*NotImplementedError* を送出します。

Added in version 3.7.

SSLContext.set_servername_callback(*server_name_callback*)

This is a legacy API retained for backwards compatibility. When possible, you should use *sni_callback* instead. The given *server_name_callback* is similar to *sni_callback*, except that when the server hostname is an IDN-encoded internationalized domain name, the *server_name_callback* receives a decoded U-label ("pythön.org").

サーバ名に対するデコードエラーがあれば、TLS 接続はクライアントに対する TLS の致命的アラートメッセージ *ALERT_DESCRIPTION_INTERNAL_ERROR* とともに終了します。

Added in version 3.4.

SSLContext.**load_dh_params**(*dhfile*)

ディフィー・ヘルマン (DH) 鍵交換のための鍵生成パラメータをロードします。DH 鍵交換を用いることは、(サーバ、クライアントともに) 計算機リソースに高い処理負荷をかけますがセキュリティを向上させます。*dhfile* パラメータは PEM フォーマットの DH パラメータを含んだファイルへのパスでなければなりません。

この設定はクライアントソケットには適用されません。さらにセキュリティを改善するのに *OP_SINGLE_DH_USE* オプションも利用できます。

Added in version 3.3.

SSLContext.**set_ecdh_curve**(*curve_name*)

楕円曲線ディフィー・ヘルマン (ECDH) 鍵交換の曲線名を指定します。ECDH はもとの DH に較べて、ほぼ間違いなく同程度に安全である一方で、顕著に高速です。*curve_name* パラメータは既知の楕円曲線を表す文字列でなければなりません。例えば `prime256v1` が広くサポートされている曲線です。

この設定はクライアントソケットには適用されません。さらにセキュリティを改善するのに *OP_SINGLE_ECDH_USE* オプションも利用できます。

このメソッドは *HAS_ECDH* が `False` の場合は利用できません。

Added in version 3.3.

参考:

SSL/TLS & Perfect Forward Secrecy
Vincent Bernat.

SSLContext.**wrap_socket**(*sock*, *server_side=False*, *do_handshake_on_connect=True*, *suppress_ragged_eofs=True*, *server_hostname=None*, *session=None*)

Wrap an existing Python socket *sock* and return an instance of *SSLContext.sslsocket_class* (default *SSLSocket*). The returned SSL socket is tied to the context, its settings and certificates. *sock* must be a *SOCK_STREAM* socket; other socket types are unsupported.

`server_side` 引数は真偽値で、このソケットがサーバサイドとクライアントサイドのどちらの動作をするのかを指定します。

クライアントサイドソケットにおいて、コンテキストの生成は遅延されます。つまり、低レイヤのソケットがまだ接続されていない場合、コンテキストの生成はそのソケットの `connect()` メソッドが呼ばれた後に行われます。サーバサイドソケットの場合、そのソケットに接続先が居なければそれは listen 用ソケット

だと判断されます。accept() メソッドで生成されるクライアント接続に対してのサーバサイド SSL ラップは自動的に行われます。メソッドは *SSLError* を送出することがあります。

クライアントからの接続では、*server_hostname* で接続先サービスのホスト名を指定できます。これは HTTP バーチャルホストにかなり似て、シングルサーバで複数の SSL ベースのサービスを別々の証明書でホストしているようなサーバに対して使えます。*server_side* が True の場合に *server_hostname* を指定すると *ValueError* を送出します。

do_handshake_on_connect 引数は、socket.connect() の後に自動的に SSL ハンドシェイクを行うか、それともアプリケーションが明示的に *SSLSocket.do_handshake()* メソッドを実行するかを指定します。*SSLSocket.do_handshake()* を明示的に呼びだすことで、ハンドシェイクによるソケット I/O のブロッキング動作を制御できます。

suppress_ragged_eofs 引数は、SSLSocket.recv() メソッドが、接続先から予期しない EOF を受け取った時に通知する方法を指定します。*True* (デフォルト) の場合、下位のソケットレイヤーから予期せぬ EOF エラーが来た場合、通常の EOF (空のバイト列オブジェクト) を返します。*False* の場合、呼び出し元に例外を投げて通知します。

session, *session* を参照してください。

To wrap an *SSLSocket* in another *SSLSocket*, use *SSLContext.wrap_bio()*.

バージョン 3.5 で変更: OpenSSL が SNI をサポートしなくても server_hostname を許容するようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *session* 引数が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: The method returns an instance of *SSLContext.sslsocket_class* instead of hard-coded *SSLSocket*.

SSLContext.**sslsocket_class**

The return type of *SSLContext.wrap_socket()*, defaults to *SSLSocket*. The attribute can be overridden on instance of class in order to return a custom subclass of *SSLSocket*.

Added in version 3.7.

SSLContext.**wrap_bio**(*incoming*, *outgoing*, *server_side=False*, *server_hostname=None*, *session=None*)

Wrap the BIO objects *incoming* and *outgoing* and return an instance of *SSLContext.sslobject_class* (default *SSLObject*). The SSL routines will read input data from the incoming BIO and write data to the outgoing BIO.

server_side、*server_hostname* 、*session* 引数は、*SSLContext.wrap_socket()* での意味と同じ意味を持ちます。

バージョン 3.6 で変更: *session* 引数が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: The method returns an instance of *SSLContext.sslobject_class* instead of hard-coded *SSLObject*.

SSLContext.sslobject_class

The return type of *SSLContext.wrap_bio()*, defaults to *SSLObject*. The attribute can be overridden on instance of class in order to return a custom subclass of *SSLObject*.

Added in version 3.7.

SSLContext.session_stats()

このコンテキストによって作られた、または管理されている SSL セッションについての統計情報を取得します。piece of information のそれぞれの名前にそれらが持つ数値をマッピングした辞書を返します。例えば、以下は、コンテキスト作成以降のセッションキャッシュのキャッシュヒットとキャッシュミスの総計です。

```
>>> stats = context.session_stats()
>>> stats['hits'], stats['misses']
(0, 0)
```

SSLContext.check_hostname

Whether to match the peer cert's hostname in *SSLSocket.do_handshake()*. The context's *verify_mode* must be set to *CERT_OPTIONAL* or *CERT_REQUIRED*, and you must pass *server_hostname* to *wrap_socket()* in order to match the hostname. Enabling hostname checking automatically sets *verify_mode* from *CERT_NONE* to *CERT_REQUIRED*. It cannot be set back to *CERT_NONE* as long as hostname checking is enabled. The *PROTOCOL_TLS_CLIENT* protocol enables hostname checking by default. With other protocols, hostname checking must be enabled explicitly.

以下はプログラム例です:

```
import socket, ssl

context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLSv1_2)
context.verify_mode = ssl.CERT_REQUIRED
context.check_hostname = True
context.load_default_certs()

s = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
ssl_sock = context.wrap_socket(s, server_hostname='www.verisign.com')
ssl_sock.connect(('www.verisign.com', 443))
```

Added in version 3.4.

バージョン 3.7 で変更: *verify_mode* is now automatically changed to *CERT_REQUIRED* when hostname checking is enabled and *verify_mode* is *CERT_NONE*. Previously the same operation would have failed with a *ValueError*.

SSLContext.**keylog_filename**

Write TLS keys to a keylog file, whenever key material is generated or received. The keylog file is designed for debugging purposes only. The file format is specified by NSS and used by many traffic analyzers such as Wireshark. The log file is opened in append-only mode. Writes are synchronized between threads, but not between processes.

Added in version 3.8.

SSLContext.**maximum_version**

A *TLSVersion* enum member representing the highest supported TLS version. The value defaults to *TLSVersion.MAXIMUM_SUPPORTED*. The attribute is read-only for protocols other than *PROTOCOL_TLS*, *PROTOCOL_TLS_CLIENT*, and *PROTOCOL_TLS_SERVER*.

The attributes *maximum_version*, *minimum_version* and *SSLContext.options* all affect the supported SSL and TLS versions of the context. The implementation does not prevent invalid combination. For example a context with *OP_NO_TLSv1_2* in *options* and *maximum_version* set to *TLSVersion.TLSv1_2* will not be able to establish a TLS 1.2 connection.

Added in version 3.7.

SSLContext.**minimum_version**

Like *SSLContext.maximum_version* except it is the lowest supported version or *TLSVersion.MINIMUM_SUPPORTED*.

Added in version 3.7.

SSLContext.**num_tickets**

Control the number of TLS 1.3 session tickets of a *PROTOCOL_TLS_SERVER* context. The setting has no impact on TLS 1.0 to 1.2 connections.

Added in version 3.8.

SSLContext.**options**

このコンテキストで有効になっている SSL オプションを表す整数。デフォルトの値は *OP_ALL* ですが、*OP_NO_SSLv2* のような他の値をビット OR 演算で指定できます。

バージョン 3.6 で変更: *SSLContext.options* は次のように *Options* のフラグを返します。

```
>>> ssl.create_default_context().options
<Options.OP_ALL|OP_NO_SSLv3|OP_NO_SSLv2|OP_NO_COMPRESSION: 2197947391>
```

バージョン 3.7 で非推奨: All `OP_NO_SSL*` and `OP_NO_TLS*` options have been deprecated since Python 3.7. Use *SSLContext.minimum_version* and *SSLContext.maximum_version* instead.

SSLContext.**post_handshake_auth**

Enable TLS 1.3 post-handshake client authentication. Post-handshake auth is disabled by default and a server can only request a TLS client certificate during the initial handshake. When enabled, a server may request a TLS client certificate at any time after the handshake.

When enabled on client-side sockets, the client signals the server that it supports post-handshake authentication.

When enabled on server-side sockets, *SSLContext.verify_mode* must be set to *CERT_OPTIONAL* or *CERT_REQUIRED*, too. The actual client cert exchange is delayed until *SSLSocket.verify_client_post_handshake()* is called and some I/O is performed.

Added in version 3.8.

SSLContext.**protocol**

コンテキストの構築時に選択されたプロトコルバージョン。この属性は読み出し専用です。

SSLContext.**hostname_checks_common_name**

Whether *check_hostname* falls back to verify the cert's subject common name in the absence of a subject alternative name extension (default: true).

Added in version 3.7.

バージョン 3.10 で変更: The flag had no effect with OpenSSL before version 1.1.1l. Python 3.8.9, 3.9.3, and 3.10 include workarounds for previous versions.

SSLContext.**security_level**

An integer representing the security level for the context. This attribute is read-only.

Added in version 3.10.

SSLContext.**verify_flags**

証明書の検証操作のためのフラグです。*VERIFY_CRL_CHECK_LEAF* などのフラグをビット OR 演算でセットできます。デフォルトでは OpenSSL は証明書失効リスト (CRLs) を必要としませんし検証にも使いません。

Added in version 3.4.

バージョン 3.6 で変更: *SSLContext.verify_flags* は次のように *VerifyFlags* のフラグを返します。

```
>>> ssl.create_default_context().verify_flags
<VerifyFlags.VERIFY_X509_TRUSTED_FIRST: 32768>
```

SSLContext.**verify_mode**

接続先の証明書の検証を試みるかどうか、また、検証が失敗した場合にどのように振舞うべきかを制御します。この属性は *CERT_NONE*, *CERT_OPTIONAL*, *CERT_REQUIRED* のうちどれか一つでなければなりません。

バージョン 3.6 で変更: *SSLContext.verify_mode* は次のように *VerifyMode* enum (列挙) を返します。

```
>>> ssl.create_default_context().verify_mode
<VerifyMode.CERT_REQUIRED: 2>
```

SSLContext.**set_psk_client_callback**(*callback*)

Enables TLS-PSK (pre-shared key) authentication on a client-side connection.

In general, certificate based authentication should be preferred over this method.

The parameter `callback` is a callable object with the signature: `def callback(hint: str | None) -> tuple[str | None, bytes]`. The `hint` parameter is an optional identity hint sent by the server. The return value is a tuple in the form (client-identity, psk). Client-identity is an optional string which may be used by the server to select a corresponding PSK for the client. The string must be less than or equal to `256` octets when UTF-8 encoded. PSK is a *bytes-like object* representing the pre-shared key. Return a zero length PSK to reject the connection.

Setting `callback` to *None* removes any existing callback.

注釈: When using TLS 1.3:

- the `hint` parameter is always *None*.
- client-identity must be a non-empty string.

使用例:

```
context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_CLIENT)
context.check_hostname = False
context.verify_mode = ssl.CERT_NONE
context.maximum_version = ssl.TLSVersion.TLSv1_2
context.set_ciphers('PSK')

# A simple lambda:
psk = bytes.fromhex('c0ffee')
context.set_psk_client_callback(lambda hint: (None, psk))

# A table using the hint from the server:
psk_table = { 'ServerId_1': bytes.fromhex('c0ffee'),
              'ServerId_2': bytes.fromhex('facade')
}
def callback(hint):
    return 'ClientId_1', psk_table.get(hint, b'')
context.set_psk_client_callback(callback)
```

This method will raise *NotImplementedError* if *HAS_PSK* is `False`.

Added in version 3.13.

SSLContext.set_psk_server_callback(*callback*, *identity_hint=None*)

Enables TLS-PSK (pre-shared key) authentication on a server-side connection.

In general, certificate based authentication should be preferred over this method.

The parameter `callback` is a callable object with the signature: `def callback(identity: str | None) -> bytes`. The `identity` parameter is an optional identity sent by the client which can be used to select a corresponding PSK. The return value is a *bytes-like object* representing the pre-shared key. Return a zero length PSK to reject the connection.

Setting `callback` to *None* removes any existing callback.

The parameter `identity_hint` is an optional identity hint string sent to the client. The string must be less than or equal to 256 octets when UTF-8 encoded.

注釈: When using TLS 1.3 the `identity_hint` parameter is not sent to the client.

使用例:

```
context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_SERVER)
context.maximum_version = ssl.TLSVersion.TLSv1_2
context.set_ciphers('PSK')

# A simple lambda:
psk = bytes.fromhex('c0ffee')
context.set_psk_server_callback(lambda identity: psk)

# A table using the identity of the client:
psk_table = { 'ClientId_1': bytes.fromhex('c0ffee'),
              'ClientId_2': bytes.fromhex('facade')
}
def callback(identity):
    return psk_table.get(identity, b'')
context.set_psk_server_callback(callback, 'ServerId_1')
```

This method will raise *NotImplementedError* if *HAS_PSK* is `False`.

Added in version 3.13.

18.3.4 証明書

証明書を大まかに説明すると、公開鍵/秘密鍵システムの一種です。このシステムでは、各 *principal* (これはマシン、人、組織などです) は、ユニークな 2 つの暗号鍵を割り当てられます。1 つは公開され、**公開鍵** *(public key)* と呼ばれます。もう一方は秘密にされ、**秘密鍵** *(private key)* と呼ばれます。2 つの鍵は関連しており、片方の鍵で暗号化したメッセージは、もう片方の鍵 **のみ** で復号できます。

証明書は 2 つの principal の情報を含んでいます。証明書は *subject* 名とその公開鍵を含んでいます。また、もう一つの principal である **発行者** *(issuer)* からの、subject が本人であることと、その公開鍵が正しいことの宣言 (statement) を含んでいます。発行者からの宣言は、その発行者の秘密鍵で署名されています。発行者の秘密鍵は発行者しか知りませんが、誰もがその発行者の公開鍵を利用して宣言を復号し、証明書内の別の情報と比較することで認証することができます。証明書はまた、その証明書が有効である期限に関する情報も含んでいます。この期限は "notBefore" と "notAfter" と呼ばれる 2 つのフィールドで表現されています。

Python において証明書を利用する場合、クライアントもサーバーも自分を証明するために証明書を利用することができます。ネットワーク接続の相手側に証明書の提示を要求する事ができ、そのクライアントやサーバーが認証を必要とするならその証明書を認証することができます。認証が失敗した場合、接続は例外を発生させます。認証は下位層の OpenSSL フレームワークが自動的に行います。アプリケーションは認証機構について意識する必要はありません。しかし、アプリケーションは認証プロセスのために幾つかの証明書を提供する必要があるかもしれません。

Python は証明書を格納したファイルを利用します。そのファイルは "PEM" (**RFC 1422** 参照) フォーマットという、ヘッダー行とフッター行の間に base-64 エンコードされた形をとっている必要があります。

```
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (certificate in base64 PEM encoding) ...
-----END CERTIFICATE-----
```

証明書チェイン

Python が利用する証明書を格納したファイルは、ときには **証明書チェイン** *(certificate chain)* と呼ばれる証明書のシーケンスを格納します。このチェインの先頭には、まずクライアントやサーバーである principal の証明書を置き、それ以降には、その証明書の発行者 (issuer) の証明書などを続け、最後に証明対象 (subject) と発行者が同じ **自己署名** *(self-signed)* 証明書で終わります。この最後の証明書は **ルート証明書** *(root certificate* と呼ばれます。これらの証明書チェインは単純に 1 つの証明書ファイルに結合してください。例えば、3 つの証明書からなる証明書チェインがある場合、私たちのサーバーの証明書から、私たちのサーバーに署名した認証局の証明書、そして認証局の証明書を発行した機関のルート証明書と続きます:

```
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (certificate for your server)...
-----END CERTIFICATE-----
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (the certificate for the CA)...
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
-----END CERTIFICATE-----
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (the root certificate for the CA's issuer)...
-----END CERTIFICATE-----
```

CA 証明書

もし相手から送られてきた証明書の認証をしたい場合、信頼している各発行者の証明書チェインが入った "CA certs" ファイルを提供する必要があります。繰り返しますが、このファイルは単純に、各チェインを結合しただけのものです。認証のために、Python はそのファイルの中の最初にマッチしたチェインを利用します。*SSLContext.load_default_certs()* を呼び出すことでプラットフォームの証明書ファイルも使われますが、これは *create_default_context()* によって自動的に行われます。

秘密鍵と証明書の組み合わせ

Often the private key is stored in the same file as the certificate; in this case, only the `certfile` parameter to *SSLContext.load_cert_chain()* needs to be passed. If the private key is stored with the certificate, it should come before the first certificate in the certificate chain:

```
-----BEGIN RSA PRIVATE KEY-----
... (private key in base64 encoding) ...
-----END RSA PRIVATE KEY-----
-----BEGIN CERTIFICATE-----
... (certificate in base64 PEM encoding) ...
-----END CERTIFICATE-----
```

自己署名証明書

SSL 暗号化接続サービスを提供するサーバーを建てる場合、適切な証明書を取得するには、認証局から買うなどの幾つかの方法があります。また、自己署名証明書を作るケースもあります。OpenSSL を使って自己署名証明書を作るには、次のようにします。

```
% openssl req -new -x509 -days 365 -nodes -out cert.pem -keyout cert.pem
Generating a 1024 bit RSA private key
.......++++++
.............................++++++
writing new private key to 'cert.pem'
-----
You are about to be asked to enter information that will be incorporated
into your certificate request.
What you are about to enter is what is called a Distinguished Name or a DN.
There are quite a few fields but you can leave some blank
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
For some fields there will be a default value,
If you enter '.', the field will be left blank.
-----
Country Name (2 letter code) [AU]:US
State or Province Name (full name) [Some-State]:MyState
Locality Name (eg, city) []:Some City
Organization Name (eg, company) [Internet Widgits Pty Ltd]:My Organization, Inc.
Organizational Unit Name (eg, section) []:My Group
Common Name (eg, YOUR name) []:myserver.mygroup.myorganization.com
Email Address []:ops@myserver.mygroup.myorganization.com
%
```

自己署名証明書の欠点は、それ自身がルート証明書であり、他の人はその証明書を持っていない (そして信頼しない) ことです。

18.3.5 使用例

SSL サポートをテストする

インストールされている Python が SSL をサポートしているかどうかをテストするために、ユーザーコードは次のイディオムを利用することができます。

```
try:
    import ssl
except ImportError:
    pass
else:
    ...  # do something that requires SSL support
```

クライアントサイドの処理

この例では、自動的に証明書の検証を行うことを含む望ましいセキュリティ設定でクライアントソケットの SSL コンテキストを作ります:

```
>>> context = ssl.create_default_context()
```

自分自身でセキュリティ設定を調整したい場合、コンテキストを一から作ることはできます (ただし、正しくない設定をしてしまいがちなことに注意してください):

```
>>> context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_CLIENT)
>>> context.load_verify_locations("/etc/ssl/certs/ca-bundle.crt")
```

(このスニペットはすべての CA 証明書が /etc/ssl/certs/ca-bundle.crt にバンドルされていることを仮定

しています; もし違っていればエラーになりますので、適宜修正してください)

The *PROTOCOL_TLS_CLIENT* protocol configures the context for cert validation and hostname verification. *verify_mode* is set to *CERT_REQUIRED* and *check_hostname* is set to `True`. All other protocols create SSL contexts with insecure defaults.

When you use the context to connect to a server, *CERT_REQUIRED* and *check_hostname* validate the server certificate: it ensures that the server certificate was signed with one of the CA certificates, checks the signature for correctness, and verifies other properties like validity and identity of the hostname:

```
>>> conn = context.wrap_socket(socket.socket(socket.AF_INET),
...                            server_hostname="www.python.org")
>>> conn.connect(("www.python.org", 443))
```

そして証明書を持ってくることができます:

```
>>> cert = conn.getpeercert()
```

証明書が、期待しているサービス (つまり、HTTPS ホスト `www.python.org`) の身元を特定していることを視覚的に点検してみましょう:

```
>>> pprint.pprint(cert)
{'OCSP': ('http://ocsp.digicert.com',),
 'caIssuers': ('http://cacerts.digicert.com/DigiCertSHA2ExtendedValidationServerCA.crt',),
 'crlDistributionPoints': ('http://crl3.digicert.com/sha2-ev-server-g1.crl',
                           'http://crl4.digicert.com/sha2-ev-server-g1.crl'),
 'issuer': ((('countryName', 'US'),),
            (('organizationName', 'DigiCert Inc'),),
            (('organizationalUnitName', 'www.digicert.com'),),
            (('commonName', 'DigiCert SHA2 Extended Validation Server CA'),)),
 'notAfter': 'Sep  9 12:00:00 2016 GMT',
 'notBefore': 'Sep  5 00:00:00 2014 GMT',
 'serialNumber': '01BB6F00122B177F36CAB49CEA8B6B26',
 'subject': ((('businessCategory', 'Private Organization'),),
             (('1.3.6.1.4.1.311.60.2.1.3', 'US'),),
             (('1.3.6.1.4.1.311.60.2.1.2', 'Delaware'),),
             (('serialNumber', '3359300'),),
             (('streetAddress', '16 Allen Rd'),),
             (('postalCode', '03894-4801'),),
             (('countryName', 'US'),),
             (('stateOrProvinceName', 'NH'),),
             (('localityName', 'Wolfeboro'),),
             (('organizationName', 'Python Software Foundation'),),
             (('commonName', 'www.python.org'),)),
 'subjectAltName': (('DNS', 'www.python.org'),
                    ('DNS', 'python.org'),
                    ('DNS', 'pypi.org'),
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                   ('DNS', 'docs.python.org'),
                   ('DNS', 'testpypi.org'),
                   ('DNS', 'bugs.python.org'),
                   ('DNS', 'wiki.python.org'),
                   ('DNS', 'hg.python.org'),
                   ('DNS', 'mail.python.org'),
                   ('DNS', 'packaging.python.org'),
                   ('DNS', 'pythonhosted.org'),
                   ('DNS', 'www.pythonhosted.org'),
                   ('DNS', 'test.pythonhosted.org'),
                   ('DNS', 'us.pycon.org'),
                   ('DNS', 'id.python.org')),
 'version': 3}
```

SSL チャネルは今や確立されて証明書が検証されているので、サーバとのお喋りを続けることができます:

```
>>> conn.sendall(b"HEAD / HTTP/1.0\r\nHost: linuxfr.org\r\n\r\n")
>>> pprint.pprint(conn.recv(1024).split(b"\r\n"))
[b'HTTP/1.1 200 OK',
 b'Date: Sat, 18 Oct 2014 18:27:20 GMT',
 b'Server: nginx',
 b'Content-Type: text/html; charset=utf-8',
 b'X-Frame-Options: SAMEORIGIN',
 b'Content-Length: 45679',
 b'Accept-Ranges: bytes',
 b'Via: 1.1 varnish',
 b'Age: 2188',
 b'X-Served-By: cache-lcy1134-LCY',
 b'X-Cache: HIT',
 b'X-Cache-Hits: 11',
 b'Vary: Cookie',
 b'Strict-Transport-Security: max-age=63072000; includeSubDomains',
 b'Connection: close',
 b'',
 b'']
```

このドキュメントの下の方の、**セキュリティで考慮すべき点** に関する議論を参照してください。

サーバサイドの処理

サーバサイドの処理では、通常、サーバー証明書と秘密鍵がそれぞれファイルに格納された形で必要です。最初に秘密鍵と証明書が保持されたコンテキストを作成し、クライアントがあなたの信憑性をチェックできるようにします。そののちにソケットを開き、ポートにバインドし、そのソケットの `listen()` を呼び、クライアントからの接続を待ちます。

```
import socket, ssl

context = ssl.create_default_context(ssl.Purpose.CLIENT_AUTH)
context.load_cert_chain(certfile="mycertfile", keyfile="mykeyfile")

bindsocket = socket.socket()
bindsocket.bind(('myaddr.example.com', 10023))
bindsocket.listen(5)
```

クライアントが接続してきた場合、`accept()` を呼んで新しいソケットを作成し、接続のためにサーバサイドの SSL ソケットを、コンテキストの *SSLContext.wrap_socket()* メソッドで作ります:

```
while True:
    newsocket, fromaddr = bindsocket.accept()
    connstream = context.wrap_socket(newsocket, server_side=True)
    try:
        deal_with_client(connstream)
    finally:
        connstream.shutdown(socket.SHUT_RDWR)
        connstream.close()
```

そして、connstream からデータを読み、クライアントと切断する (あるいはクライアントが切断してくる) まで何か処理をします。

```
def deal_with_client(connstream):
    data = connstream.recv(1024)
    # empty data means the client is finished with us
    while data:
        if not do_something(connstream, data):
            # we'll assume do_something returns False
            # when we're finished with client
            break
        data = connstream.recv(1024)
    # finished with client
```

そして新しいクライアント接続のために listen に戻ります。(もちろん現実のサーバは、おそらく個々のクライアント接続ごとに別のスレッドで処理するか、ソケットを **ノンブロッキングモード** にし、イベントループを使うでしょう。)

18.3.6 ノンブロッキングソケットについての注意事項

SSL ソケットはノンブロッキングモードにおいては、普通のソケットとは少し違った振る舞いをします。ですのでノンブロッキングソケットとともに使う場合、いくつか気をつけなければならない事項があります:

- ほとんどの *SSLSocket* のメソッドは I/O 操作がブロックすると *BlockingIOError* ではなく *SSLWantWriteError* か *SSLWantReadError* のどちらかを送出します。*SSLWantReadError* は下層のソケットで読み出しが必要な場合に送出され、*SSLWantWriteError* は下層のソケットで書き込みが必要な場合に送出されます。SSL ソケットに対して **書き込み** を試みると下層のソケットから最初に **読み出す** 必要があるかもしれず、SSL ソケットに対して **読み出し** を試みると下層のソケットに先に **書き込む** 必要があるかもしれないことに注意してください。

  バージョン 3.5 で変更: 以前の Python バージョンでは、SSLSocket.send() メソッドは *SSLWantWriteError* または *SSLWantReadError* を送出するのではなく、ゼロを返していました。

- *select()* 呼び出しは OS レベルでのソケットが読み出し可能 (または書き込み可能) になったことを教えてくれますが、上位の SSL レイヤーでの十分なデータがあることを意味するわけではありません。例えば、SSL フレームの一部が届いただけかもしれません。ですから、SSLSocket.recv() と SSLSocket.send() の失敗を処理することに備え、ほかの *select()* 呼び出し後にリトライしなければなりません。

- 反対に、SSL レイヤーは独自の枠組みを持っているため、*select()* が気付かない読み出し可能なデータを SSL ソケットが持っている場合があります。したがって、入手可能な可能性のあるデータをすべて引き出すために最初に SSLSocket.recv() を呼び出し、次にそれでもまだ必要な場合にだけ *select()* 呼び出しでブロックすべきです。

  (当然のことながら、ほかのプリミティブ、例えば *poll()* や *selectors* モジュール内のものを使う際にも似た但し書きが付きます)

- SSL ハンドシェイクそのものがノンブロッキングになります: *SSLSocket.do_handshake()* メソッドは成功するまでリトライしなければなりません。*select()* を用いてソケットの準備が整うのを待つためには、およそ以下のようにします:

```
while True:
    try:
        sock.do_handshake()
        break
    except ssl.SSLWantReadError:
        select.select([sock], [], [])
    except ssl.SSLWantWriteError:
        select.select([], [sock], [])
```

参考:

asyncio モジュールは **ノンブロッキング *SSL* ソケット** をサポートし、より高いレベルの API を提供しています。*selectors* モジュールを使ってイベントを poll し、*SSLWantWriteError*, *SSLWantReadError*, *BlockingIOError* 例外を処理します。SSL ハンドシェイクも非同期に実行します。

18.3.7 メモリ BIO サポート

Added in version 3.5.

Python 2.6 で SSL モジュールが導入されて以降、*SSLSocket* クラスは、以下の互いに関連するが別々の機能を提供してきました。

- SSL プロトコル処理
- ネットワーク IO

ネットワーク IO API は、*socket.socket* が提供するものと同じです。*SSLSocket* も、そのクラスから継承しています。これにより、SSL ソケットは標準のソケットをそっくりそのまま置き換えるものとして使用できるため、既存のアプリケーションを SSL に対応させるのが非常に簡単になります。

SSL プロトコルの処理とネットワーク IO を組み合わせた場合、通常は問題なく動作しますが、問題が発生する場合があります。一例を挙げると、非同期 IO フレームワークが別の多重化モデルを使用する場合、これは *socket.socket* と内部 OpenSSL ソケット IO ルーティンが想定する「ファイル記述子上の select/poll」モデル（準備状態ベース）とは異なります。これは、このモデルが非効率的になる Windows などのプラットフォームに主に該当します。そのため、スコープを限定した *SSLSocket* の変種、*SSLObject* が提供されています。

class ssl.SSLObject

ネットワーク IO メソッドを含まない SSL プロトコルインスタンスを表す、スコープを限定した *SSLSocket* の変種です。一般的にこ、のクラスを使用するのは、メモリバッファを通じて SSL のための非同期 IO を実装するフレームワーク作成者です。

このクラスは、OpenSSL が実装する低水準 SSL オブジェクトの上にインターフェースを実装します。このオブジェクトは SSL 接続の状態をキャプチャしますが、ネットワーク IO 自体は提供しません。IO は、OpenSSL の IO 抽象レイヤである別の「BIO」オブジェクトを通じて実行する必要があります。

このクラスには公開されたコンストラクタがありません。*SSLObject* インスタンスは、*wrap_bio()* メソッドを使用して作成しなければなりません。このメソッドは、*SSLObject* インスタンスを作成し、2 つの BIO に束縛します。*incoming* BIO は、Python から SSL プロトコルインスタンスにデータを渡すために使用され、*outgoing* BIO は、データを反対向きに渡すために使用されます。

次のメソッドがサポートされています:

- *context*
- *server_side*
- *server_hostname*
- *session*
- *session_reused*
- *read()*

- *write()*
- *getpeercert()*
- *get_verified_chain()*
- *get_unverified_chain()*
- *selected_alpn_protocol()*
- *selected_npn_protocol()*
- *cipher()*
- *shared_ciphers()*
- *compression()*
- *pending()*
- *do_handshake()*
- *verify_client_post_handshake()*
- *unwrap()*
- *get_channel_binding()*
- *version()*

SSLSocket と比較すると、このオブジェクトでは以下の機能が不足しています。

- Any form of network IO; `recv()` and `send()` read and write only to the underlying *MemoryBIO* buffers.
- *do_handshake_on_connect* 機構はありません。必ず手動で *do_handshake()* を呼んで、ハンドシェイクを開始する必要があります。
- *suppress_ragged_eofs* は処理されません。プロトコルに違反するファイル末尾状態は、*SSLEOFError* 例外を通じて報告されます。
- *unwrap()* メソッドの呼び出しは、下層のソケットを返す SSL ソケットとは異なり、何も返しません。
- *SSLContext.set_servername_callback()* に渡される *server_name_callback* コールバックは、1 つ目の引数として *SSLSocket* インスタンスではなく *SSLObject* インスタンスを受け取ります。

SSLObject の使用に関する注意:

- *SSLObject* 上のすべての IO は *non-blocking* です。例えば、*read()* は入力 BIO が持つデータよりも多くのデータを必要とする場合、*SSLWantReadError* を送出します。

バージョン 3.7 で変更: *SSLObject* instances must be created with *wrap_bio()*. In earlier versions, it was possible to create instances directly. This was never documented or officially supported.

SSLObject は、メモリバッファを使用して外界と通信します。*MemoryBIO* クラスは、以下のように OpenSSL メモリ BIO (Basic IO) オブジェクトをラップし、この目的に使用できるメモリバッファを提供します。

class ssl.MemoryBIO

Python と SSL プロトコルインスタンス間でデータをやり取りするために使用できるメモリバッファ。

pending

現在メモリバッファ中にあるバイト数を返します。

eof

メモリ BIO が現在ファイルの末尾にあるかを表す真偽値です。

read(*n=-1*)

メモリバッファから最大 *n* 読み取ります。*n* が指定されていないか、負値の場合、すべてのバイトが返されます。

write(*buf*)

buf からメモリ BIO にバイトを書き込みます。*buf* 引数は、バッファプロトコルをサポートするオブジェクトでなければなりません。

戻り値は、書き込まれるバイト数であり、常に *buf* の長さと等しくなります。

write_eof()

EOF マーカーをメモリ BIO に書き込みます。このメソッドが呼び出された後に *write()* を呼ぶことはできません。*eof* 属性は、バッファ内のすべてのデータが読み出された後に True になります。

18.3.8 SSL セッション

Added in version 3.6.

class ssl.SSLSession

session が使用するセッションオブジェクトです。

id

time

timeout

ticket_lifetime_hint

has_ticket

18.3.9 セキュリティで考慮すべき点

最善のデフォルト値

クライアントでの使用 では、セキュリティポリシーによる特殊な要件がない限りは、*create_default_context()* 関数を使用して SSL コンテキストを作成することを強くお勧めします。この関数は、システムの信頼済み CA 証明書をロードし、証明書の検証とホスト名のチェックを有効化し、十分にセキュアなプロトコルと暗号を選択しようとします。

例として、*smtplib.SMTP* クラスを使用して SMTP サーバーに対して信頼できるセキュアな接続を行う方法を以下に示します:

```
>>> import ssl, smtplib
>>> smtp = smtplib.SMTP("mail.python.org", port=587)
>>> context = ssl.create_default_context()
>>> smtp.starttls(context=context)
(220, b'2.0.0 Ready to start TLS')
```

接続にクライアントの証明書が必要な場合、*SSLContext.load_cert_chain()* によって追加できます。

対照的に、自分自身で *SSLContext* クラスのコンストラクタを呼び出すことによって SSL コンテキストを作ると、デフォルトでは証明書検証もホスト名チェックも有効になりません。自分で設定を行う場合は、十分なセキュリティレベルを達成するために、以下のパラグラフをお読みください。

手動での設定

証明書の検証

When calling the *SSLContext* constructor directly, *CERT_NONE* is the default. Since it does not authenticate the other peer, it can be insecure, especially in client mode where most of time you would like to ensure the authenticity of the server you're talking to. Therefore, when in client mode, it is highly recommended to use *CERT_REQUIRED*. However, it is in itself not sufficient; you also have to check that the server certificate, which can be obtained by calling *SSLSocket.getpeercert()*, matches the desired service. For many protocols and applications, the service can be identified by the hostname. This common check is automatically performed when *SSLContext.check_hostname* is enabled.

バージョン 3.7 で変更: Hostname matchings is now performed by OpenSSL. Python no longer uses `match_hostname()`.

サーバモードにおいて、(より上位のレベルでの認証メカニズムではなく) SSL レイヤーを使ってあなたのクライアントを認証したいならば、*CERT_REQUIRED* を指定して同じようにクライアントの証明書を検証すべきでしょう。

プロトコルのバージョン

SSL バージョン 2 と 3 は安全性に欠けると考えられており、使用するのは危険です。クライアントとサーバ間の互換性を最大限に確保したい場合、プロトコルバージョンとして *PROTOCOL_TLS_CLIENT* または *PROTOCOL_TLS_SERVER* を使用してください。SSLv2 と SSLv3 はデフォルトで無効になっています。

```
>>> client_context = ssl.SSLContext(ssl.PROTOCOL_TLS_CLIENT)
>>> client_context.minimum_version = ssl.TLSVersion.TLSv1_3
>>> client_context.maximum_version = ssl.TLSVersion.TLSv1_3
```

The SSL context created above will only allow TLSv1.3 and later (if supported by your system) connections to a server. *PROTOCOL_TLS_CLIENT* implies certificate validation and hostname checks by default. You have to load certificates into the context.

暗号の選択

高度なセキュリティが要求されている場合、SSL セッションのネゴシエーションで有効になる暗号の微調整が *SSLContext.set_ciphers()* によって可能です。Python 3.2.3 以降、ssl モジュールではデフォルトで特定の弱い暗号化が無効になっていますが、暗号方式の選択をさらに厳しく制限したい場合もあるでしょう。OpenSSL ドキュメントの cipher list format を注意深く読んでください。与えられた暗号方式リストによって有効になる暗号方式をチェックするには、*SSLContext.get_ciphers()* メソッドまたは `openssl ciphers` コマンドをシステム上で実行してください。

マルチプロセス化

If using this module as part of a multi-processed application (using, for example the *multiprocessing* or *concurrent.futures* modules), be aware that OpenSSL's internal random number generator does not properly handle forked processes. Applications must change the PRNG state of the parent process if they use any SSL feature with *os.fork()*. Any successful call of *RAND_add()* or *RAND_bytes()* is sufficient.

18.3.10 TLS 1.3

Added in version 3.7.

The TLS 1.3 protocol behaves slightly differently than previous version of TLS/SSL. Some new TLS 1.3 features are not yet available.

- TLS 1.3 uses a disjunct set of cipher suites. All AES-GCM and ChaCha20 cipher suites are enabled by default. The method *SSLContext.set_ciphers()* cannot enable or disable any TLS 1.3 ciphers yet, but *SSLContext.get_ciphers()* returns them.

- Session tickets are no longer sent as part of the initial handshake and are handled differently. *SSLSocket.session* and *SSLSession* are not compatible with TLS 1.3.
- Client-side certificates are also no longer verified during the initial handshake. A server can request a certificate at any time. Clients process certificate requests while they send or receive application data from the server.
- TLS 1.3 features like early data, deferred TLS client cert request, signature algorithm configuration, and rekeying are not supported yet.

参考:

socket.socket **クラス** 下位レイヤーの *socket* クラスのドキュメント

SSL/TLS Strong Encryption: An Introduction
Apache HTTP サーバのドキュメンテーションのイントロ

RFC 1422: Privacy Enhancement for Internet Electronic Mail: Part II: Certificate-Based Key Management
Steve Kent

RFC 4086: Randomness Requirements for Security
Donald E., Jeffrey I. Schiller

RFC 5280: Internet X.509 Public Key Infrastructure Certificate and Certificate Revocation List (CRL) Profile
D. Cooper

RFC 5246: The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.2
T. Dierks et. al.

RFC 6066: Transport Layer Security (TLS) Extensions
D. Eastlake

IANA TLS: Transport Layer Security (TLS) Parameters
IANA

RFC 7525: Recommendations for Secure Use of Transport Layer Security (TLS) and Datagram Transport Layer Security (DTLS)
IETF

Mozilla's Server Side TLS recommendations
Mozilla

18.4 select --- I/O 完了の待機

このモジュールでは、ほとんどのオペレーティングシステムで利用可能な `select()` および `poll()` 関数、Solaris やその派生で利用可能な `devpoll()` 、Linux 2.5+ で利用可能な `epoll()` 、多くの BSD で利用可能な `kqueue()` 関数に対するアクセスを提供しています。Windows 上ではソケットに対してしか動作しないので注意してください; その他のオペレーティングシステムでは、他のファイル形式でも (特に Unix ではパイプにも) 動作します。通常のファイルに対して適用し、最後にファイルを読み出した時から内容が増えているかを決定するために使うことはできません。

注釈: *selectors* モジュールにより、*select* モジュールプリミティブに基づく高水準かつ効率的な I/O の多重化が行うことが出来ます。OS レベルプリミティブを使用した正確な制御を求めない限り、代わりに *selectors* を使用することが推奨されます。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

このモジュールは以下を定義します:

exception select.error

OSError の非推奨のエイリアスです。

バージョン 3.3 で変更: **PEP 3151** に基づき、このクラスは *OSError* のエイリアスになりました。

select.devpoll()

(Solaris およびその派生でのみサポートされています) `/dev/poll` ポーリングオブジェクトを返します。ポーリングオブジェクトが提供しているメソッドについては **ポーリングオブジェクト** 節を参照してください。

`devpoll()` オブジェクトはインスタンス化時に許されるファイル記述子の数にリンクされます。プログラムがこの値を減らす場合 `devpoll()` は失敗します。プログラムがこの値を増やす場合 `devpoll()` は有効なファイル記述子の不完全なリストを返すことがあります。

新しいファイル記述子は **継承不可** です。

Added in version 3.3.

バージョン 3.4 で変更: 新しいファイル記述子が継承不可になりました。

select.epoll(*sizehint=-1*, *flags=0*)

(Linux 2.5.44 以降でのみサポート) エッジポーリング (edge polling) オブジェクトを返します。このオブジェクトは、I/O イベントのエッジトリガもしくはレベルトリガインターフェースとして使えます。

sizehint informs epoll about the expected number of events to be registered. It must be positive, or `-1` to use the default. It is only used on older systems where `epoll_create1()` is not available; otherwise it has no effect (though its value is still checked).

flags is deprecated and completely ignored. However, when supplied, its value must be `0` or `select.EPOLL_CLOEXEC`, otherwise `OSError` is raised.

エッジポーリングオブジェクトが提供しているメソッドについては **エッジおよびレベルトリガポーリング *(epoll)* オブジェクト** 節を参照してください。

`epoll` オブジェクトはコンテキストマネジメントプロトコルをサポートしています。`with` 文内で使用された場合、新たなファイル記述子はブロックの最後で自動的に閉じられます。

新しいファイル記述子は **継承不可** です。

バージョン 3.3 で変更: *flags* 引数が追加されました。

バージョン 3.4 で変更: `with` 文のサポートが追加されました。新しいファイル記述子が継承不可になりました。

バージョン 3.4 で非推奨: *flags* パラメータ。現在ではデフォルトで `select.EPOLL_CLOEXEC` が使われます。ファイルディスクリプタを継承可能にするには *`os.set_inheritable()`* を使ってください。

`select.poll()`

(全てのオペレーティングシステムでサポートされているわけではありません) ポーリングオブジェクトを返します。このオブジェクトはファイル記述子を登録したり登録解除したりすることができ、ファイル記述子に対する I/O イベント発生をポーリングすることができます; ポーリングオブジェクトが提供しているメソッドについては **ポーリングオブジェクト** 節を参照してください。

`select.kqueue()`

(BSD でのみサポート) カーネルキュー (kernel queue) オブジェクトを返します。カーネルキューオブジェクトが提供しているメソッドについては、*kqueue* **オブジェクト** 節を参照してください。

新しいファイル記述子は **継承不可** です。

バージョン 3.4 で変更: 新しいファイル記述子が継承不可になりました。

`select.kevent`(*ident*, *filter=KQ_FILTER_READ*, *flags=KQ_EV_ADD*, *fflags=0*, *data=0*, *udata=0*)

(BSD でのみサポート) カーネルイベント (kernel event) オブジェクトを返します。カーネルイベントオブジェクトが提供しているメソッドについては、*kevent* **オブジェクト** 節を参照してください。

`select.select`(*rlist*, *wlist*, *xlist*[, *timeout*])

This is a straightforward interface to the Unix `select()` system call. The first three arguments are iterables of 'waitable objects': either integers representing file descriptors or objects with a parameterless method named *`fileno()`* returning such an integer:

- *rlist*: 読み込み可能になるまで待機

- *wlist*: 書き込み可能になるまで待機
- *xlist*: " 例外状態 (exceptional condition)" になるまで待機 (" 例外状態" については、システムのマニュアルページを参照してください)

引数に空のイテラブルを指定してもかまいませんが、3 つの引数全てを空のイテラブルにしてもよいかどうかはプラットフォームに依存します (Unix では動作し、Windows では動作しないことが知られています)。オプションの *timeout* 引数にはタイムアウトまでの秒数を浮動小数点数で指定します。*timeout* 引数が省略された場合、関数は少なくとも一つのファイル記述子が何らかの準備完了状態になるまでブロックします。*timeout* に 0 を指定した場合は、ポーリングを行いブロックしないことを示します。

戻り値は準備完了状態のオブジェクトからなる 3 つのリストです: したがってこのリストはそれぞれ関数の最初の 3 つの引数のサブセットになります。ファイル記述子のいずれも準備完了にならないままタイムアウトした場合、3 つの空のリストが返されます。

イテラブルの中に含めることのできるオブジェクトは Python **ファイルオブジェクト** (例えば `sys.stdin` や、*`open()`* または *`os.popen()`* が返すオブジェクト)、*`socket.socket()`* が返すソケットオブジェクトです。**ラッパー** *<wrapper>* クラスを自分で定義することもできます。この場合、適切な (まったくデタラメな数ではなく本物のファイル記述子を返す) *`fileno()`* メソッドを持つ必要があります。

注釈: File objects on Windows are not acceptable, but sockets are. On Windows, the underlying `select()` function is provided by the WinSock library, and does not handle file descriptors that don't originate from WinSock.

バージョン 3.5 で変更: この関数は、シグナルによって中断された時に、*`InterruptedError`* を上げる代わりに再計算されたタイムアウトによってリトライするようになりました。ただし、シグナルハンドラが例外を起こした場合を除きます (この論理的根拠については **PEP 475** を見てください)。

`select.PIPE_BUF`

The minimum number of bytes which can be written without blocking to a pipe when the pipe has been reported as ready for writing by *`select()`*, `poll()` or another interface in this module. This doesn't apply to other kind of file-like objects such as sockets.

この値は POSIX により少なくとも 512 であることが保証されています。

利用可能な環境: Unix

Added in version 3.2.

18.4.1 /dev/poll ポーリングオブジェクト

Solaris and derivatives have `/dev/poll`. While `select()` is *O*(*highest file descriptor*) and `poll()` is *O*(*number of file descriptors*), `/dev/poll` is *O*(*active file descriptors*).

`/dev/poll` behaviour is very close to the standard `poll()` object.

`devpoll.close()`

ポーリングオブジェクトのファイル記述子を閉じます。

Added in version 3.4.

`devpoll.closed`

ポーリングオブジェクトが閉じている場合 `True` です。

Added in version 3.4.

`devpoll.fileno()`

ポーリングオブジェクトのファイル記述子番号を返します。

Added in version 3.4.

`devpoll.register`(*fd*[, *eventmask*])

ファイル記述子をポーリングオブジェクトに登録します。これ以降の *poll()* メソッド呼び出しでは、そのファイル記述子に処理待ち中の I/O イベントがあるかどうかを監視します。*fd* は整数か、整数値を返す *fileno()* メソッドを持つオブジェクトを取ります。ファイルオブジェクトも `fileno()` を実装しているので、引数として使うことができます。

eventmask is an optional bitmask describing the type of events you want to check for. The constants are the same that with `poll()` object. The default value is a combination of the constants `POLLIN`, `POLLPRI`, and `POLLOUT`.

> **警告:** Registering a file descriptor that's already registered is not an error, but the result is undefined. The appropriate action is to unregister or modify it first. This is an important difference compared with `poll()`.

`devpoll.modify`(*fd*[, *eventmask*])

このメソッドは *unregister()* に続いて *register()* を行います。同じことを明示的に行うよりも (少し) 効率的です。

`devpoll.unregister`(*fd*)

ポーリングオブジェクトによって追跡中のファイル記述子を登録解除します。*register()* メソッドと同様に、*fd* は整数か、整数値を返す *fileno()* メソッドを持つオブジェクトを取ります。

登録されていないファイル記述子の削除を試みるのは安全に無視されます。

devpoll.poll(*[timeout]*)

登録されたファイル記述子に対してポーリングを行い、報告すべき I/O イベントまたはエラーの発生したファイル記述子毎に 2 要素のタプル (`fd, event`) からなるリストを返します。リストは空になることもあります。*fd* はファイル記述子で、*event* は該当するファイル記述子について報告されたイベントを表すビットマスクです --- 例えば `POLLIN` は入力待ちを示し、`POLLOUT` はファイル記述子に対する書き込みが可能を示す、などです。空のリストは呼び出しがタイムアウトしたか、報告すべきイベントがどのファイル記述子でも発生しなかったことを示します。*timeout* が与えられた場合、処理を戻すまで待機する時間の長さをミリ秒単位で指定します。*timeout* が省略されたり、-1 であったり、あるいは *None* の場合、そのポーリングオブジェクトが監視している何らかのイベントが発生するまでブロックします。

バージョン 3.5 で変更: この関数は、シグナルによって中断された時に、*InterruptedError* を上げる代わりに再計算されたタイムアウトによってリトライするようになりました。ただし、シグナルハンドラが例外を起こした場合を除きます (この論理的根拠については **PEP 475** を見てください)。

18.4.2 エッジおよびレベルトリガポーリング (epoll) オブジェクト

https://linux.die.net/man/4/epoll

eventmask

定数	意味
EPOLLIN	読み込み可能
EPOLLOU	書き込み可能
EPOLLPR	緊急の読み出しデータ
EPOLLER	設定された fd にエラー状態が発生した
EPOLLHU	設定された fd がハングアップした
EPOLLET	エッジトリガ動作に設定する。デフォルトではレベルトリガ動作
EPOLLON	1 ショット動作に設定する。1 回イベントが取り出されたら、その fd が内部で無効になる
EPOLLEX	関連づけられた fd にイベントがある場合、1 つの epoll オブジェクトのみを起こします。デフォルトでは (このフラグが設定されていない場合には)、fd に対してポーリングするすべての epoll オブジェクトを起こします。
EPOLLRD	ストリームソケットの他端が接続を切断したか、接続の書き込み側のシャットダウンを行った。
EPOLLRD	EPOLLIN と同じ
EPOLLRD	優先データバンドを読み込める。
EPOLLWR	EPOLLOUT と同じ
EPOLLWR	優先データに書き込みできる。
EPOLLMS	無視される。

Added in version 3.6: `EPOLLEXCLUSIVE` was added. It's only supported by Linux Kernel 4.5 or later.

`epoll.close()`

epoll オブジェクトの制御用ファイル記述子を閉じます。

`epoll.closed`

epoll オブジェクトが閉じている場合 True です。

`epoll.fileno()`

制御用ファイル記述子の番号を返します。

`epoll.fromfd(`*fd*`)`

fd から epoll オブジェクトを作成します。

`epoll.register(`*fd*[, *eventmask*]`)`

epoll オブジェクトにファイル記述子 *fd* を登録します。

`epoll.modify(`*fd*, *eventmask*`)`

登録されたファイル記述子変更します。

`epoll.unregister(`*fd*`)`

epoll オブジェクトから登録されたファイル記述子 *fd* を削除します。

バージョン 3.9 で変更: The method no longer ignores the *EBADF* error.

`epoll.poll(`*timeout=None*, *maxevents=-1*`)`

イベントを待機します。*timeout* はタイムアウト時間で、単位は秒 (float 型) です。

バージョン 3.5 で変更: この関数は、シグナルによって中断された時に、*InterruptedError* を上げる代わりに再計算されたタイムアウトによってリトライするようになりました。ただし、シグナルハンドラが例外を起こした場合を除きます (この論理的根拠については **PEP 475** を見てください)。

18.4.3 ポーリングオブジェクト

The `poll()` system call, supported on most Unix systems, provides better scalability for network servers that service many, many clients at the same time. `poll()` scales better because the system call only requires listing the file descriptors of interest, while `select()` builds a bitmap, turns on bits for the fds of interest, and then afterward the whole bitmap has to be linearly scanned again. `select()` is *O*(*highest file descriptor*), while `poll()` is *O*(*number of file descriptors*).

`poll.register(`*fd*[, *eventmask*]`)`

ファイル記述子をポーリングオブジェクトに登録します。これ以降の *poll()* メソッド呼び出しでは、そのファイル記述子に処理待ち中の I/O イベントがあるかどうかを監視します。*fd* は整数か、整数値を返す

fileno() メソッドを持つオブジェクトを取ります。ファイルオブジェクトも fileno() を実装しているので、引数として使うことができます。

eventmask はオプションのビットマスクで、どの種類の I/O イベントを監視したいかを記述します。この値は以下の表で述べる定数 POLLIN 、POLLPRI 、および POLLOUT の組み合わせにすることができます。ビットマスクを指定しない場合、標準の値が使われ、3 種類のイベント全てに対して監視が行われます。

定数	意味
POLLIN	読み出し可能なデータが存在する
POLLPRI	緊急の読み出し可能なデータが存在する
POLLOUT	書き出しの準備ができている: 書き出し処理がブロックしない
POLLERR	何らかのエラー状態
POLLHUP	ハングアップ
POLLRDHUP	ストリームソケットの他端が接続を切断したか、接続の書き込み側のシャットダウンを行った。
POLLNVAL	無効な要求: 記述子が開かれていない

登録済みのファイル記述子を登録してもエラーにはならず、一度だけ登録した場合と同じ効果になります。

poll.**modify**(*fd*, *eventmask*)

登録されているファイル記述子 *fd* を変更する。これは、register(fd, eventmask) と同じ効果を持ちます。登録されていないファイル記述子に対してこのメソッドを呼び出すと、errno ENOENT で *OSError* 例外が発生します。

poll.**unregister**(*fd*)

ポーリングオブジェクトによって追跡中のファイル記述子を登録解除します。*register()* メソッドと同様に、*fd* は整数か、整数値を返す *fileno()* メソッドを持つオブジェクトを取ります。

登録されていないファイル記述子を登録解除しようとすると *KeyError* 例外が送出されます。

poll.**poll**(*[timeout]*)

登録されたファイル記述子に対してポーリングを行い、報告すべき I/O イベントまたはエラーの発生したファイル記述子毎に 2 要素のタプル (fd, event) からなるリストを返します。リストは空になることもあります。*fd* はファイル記述子で、*event* は該当するファイル記述子について報告されたイベントを表すビットマスクです --- 例えば POLLIN は入力待ちを示し、POLLOUT はファイル記述子に対する書き込みが可能を示す、などです。空のリストは呼び出しがタイムアウトしたか、報告すべきイベントがどのファイル記述子でも発生しなかったことを示します。*timeout* が与えられた場合、処理を戻すまで待機する時間の長さをミリ秒単位で指定します。*timeout* が省略されたり、負の値であったり、あるいは *None* の場合、そのポーリングオブジェクトが監視している何らかのイベントが発生するまでブロックします。

バージョン 3.5 で変更: この関数は、シグナルによって中断された時に、*InterruptedError* を上げる代わりに再計算されたタイムアウトによってリトライするようになりました。ただし、シグナルハンドラが例

外を起こした場合を除きます (この論理的根拠については **PEP 475** を見てください)。

18.4.4 kqueue オブジェクト

`kqueue.close()`

kqueue オブジェクトの制御用ファイル記述子を閉じる。

`kqueue.closed`

kqueue オブジェクトが閉じている場合 `True` です。

`kqueue.fileno()`

制御用ファイル記述子の番号を返します。

`kqueue.fromfd(`*fd*`)`

与えられたファイル記述子から、kqueue オブジェクトを作成する。

`kqueue.control(`*changelist*, *max_events*[, *timeout*]`)` → eventlist

kevent に対する低水準のインターフェース

- *changelist* は kevent オブジェクトのイテラブルまたは `None`
- *max_events* は 0 または正の整数
- timeout in seconds (floats possible); the default is `None`, to wait forever

バージョン 3.5 で変更: この関数は、シグナルによって中断された時に、*InterruptedError* を上げる代わりに再計算されたタイムアウトによってリトライするようになりました。ただし、シグナルハンドラが例外を起こした場合を除きます (この論理的根拠については **PEP 475** を見てください)。

18.4.5 kevent オブジェクト

https://man.freebsd.org/cgi/man.cgi?query=kqueue&sektion=2

`kevent.ident`

イベントを特定するための値。この値は、フィルタにもよりますが、大抵の場合はファイル記述子です。コンストラクタでは、ident として、整数値か *fileno()* メソッドを持ったオブジェクトを渡せます。kevent は内部で整数値を保存します。

`kevent.filter`

カーネルフィルタの名前。

定数	意味
KQ_FILTER_READ	記述子を受け取り、読み込めるデータが存在する時に戻る
KQ_FILTER_WRITE	記述子を受け取り、書き込み可能な時に戻る
KQ_FILTER_AIO	AIO リクエスト
KQ_FILTER_VNODE	*fflag* で監視されたイベントが 1 つ以上発生したときに戻る
KQ_FILTER_PROC	プロセス ID 上のイベントを監視する
KQ_FILTER_NETDEV	ネットワークデバイス上のイベントを監視する (macOS では利用不可)
KQ_FILTER_SIGNAL	監視しているシグナルがプロセスに届いたときに戻る
KQ_FILTER_TIMER	任意のタイマを設定する

kevent.**flags**

フィルタアクション。

定数	意味
KQ_EV_ADD	イベントを追加または修正する
KQ_EV_DELETE	キューからイベントを取り除く
KQ_EV_ENABLE	control() がイベントを返すのを許可する
KQ_EV_DISABLE	イベントを無効にする
KQ_EV_ONESHOT	イベントを最初の発生後無効にする
KQ_EV_CLEAR	イベントを受け取った後で状態をリセットする
KQ_EV_SYSFLAGS	内部イベント
KQ_EV_FLAG1	内部イベント
KQ_EV_EOF	フィルタ依存の EOF 状態
KQ_EV_ERROR	戻り値を参照

kevent.**fflags**

フィルタ依存のフラグ。

KQ_FILTER_READ と KQ_FILTER_WRITE フィルタのフラグ:

定数	意味
KQ_NOTE_LOWAT	ソケットバッファの最低基準値

KQ_FILTER_VNODE フィルタのフラグ:

定数	意味
KQ_NOTE_DELETE	*unlink()* が呼ばれた
KQ_NOTE_WRITE	書き込みが発生した
KQ_NOTE_EXTEND	ファイルのサイズが拡張された
KQ_NOTE_ATTRIB	属性が変更された
KQ_NOTE_LINK	リンクカウントが変更された
KQ_NOTE_RENAME	ファイル名が変更された
KQ_NOTE_REVOKE	ファイルアクセスが破棄された

KQ_FILTER_PROC フィルタフラグ:

定数	意味
KQ_NOTE_EXIT	プロセスが終了した
KQ_NOTE_FORK	プロセスが *fork()* を呼び出した
KQ_NOTE_EXEC	プロセスが新しいプロセスを実行した
KQ_NOTE_PCTRLMASK	内部フィルタフラグ
KQ_NOTE_PDATAMASK	内部フィルタフラグ
KQ_NOTE_TRACK	*fork()* の呼び出しを超えてプロセスを監視する
KQ_NOTE_CHILD	*NOTE_TRACK* に対して子プロセスに渡される
KQ_NOTE_TRACKERR	子プロセスにアタッチできなかった

KQ_FILTER_NETDEV フィルタフラグ (macOS では利用不可):

定数	意味
KQ_NOTE_LINKUP	リンクアップしている
KQ_NOTE_LINKDOWN	リンクダウンしている
KQ_NOTE_LINKINV	リンク状態が不正

kevent.data

フィルタ固有のデータ。

kevent.udata

ユーザー定義値。

18.5 selectors --- 高水準の I/O 多重化

Added in version 3.4.

ソースコード: Lib/selectors.py

18.5.1 はじめに

このモジュールにより、*select* モジュールプリミティブに基づく高水準かつ効率的な I/O の多重化が行えます。OS 水準のプリミティブを使用した正確な制御を求めない限り、このモジュールの使用が推奨されます。

このモジュールは *BaseSelector* 抽象基底クラスと、いくつかの具象実装 (*KqueueSelector*, *EpollSelector*...) を定義しており、これらは複数のファイルオブジェクトの I/O の準備状況の通知の待機に使用できます。以下では、" ファイルオブジェクト" は、*fileno()* メソッドを持つあらゆるオブジェクトか、あるいは Raw ファイル記述子を意味します。**ファイルオブジェクト** を参照してください。

DefaultSelector は、現在のプラットフォームで利用できる、もっとも効率的な実装の別名になります: これはほとんどのユーザーにとってのデフォルトの選択になるはずです。

注釈: プラットフォームごとにサポートされているファイルオブジェクトのタイプは異なります: Windows ではソケットはサポートされますが、パイプはされません。Unix では両方がサポートされます (その他の fifo やスペシャルファイルデバイスなどのタイプもサポートされます)。

参考:

select 低水準の I/O 多重化モジュールです。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

18.5.2 クラス

クラス階層:

```
BaseSelector
+-- SelectSelector
+-- PollSelector
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
+-- EpollSelector
+-- DevpollSelector
+-- KqueueSelector
```

以下では、*events* は与えられたファイルオブジェクトを待機すべき I/O イベントを示すビット単位のマスクになります。これには以下のモジュール定数の組み合わせを設定できます:

定数	意味
selectors.EVENT_READ	読み込み可能
selectors.EVENT_WRITE	書き込み可能

class selectors.SelectorKey

SelectorKey はそれの下層のファイルディスクリプタ、選択したイベントマスク、および付属データへのファイルオブジェクトの関連付けに使用される *namedtuple* です。いくつかの *BaseSelector* メソッドを返します。

fileobj

登録されたファイルオブジェクトです。

fd

下層のファイル記述子です。

events

このファイルオブジェクトで待機しなければならないイベントです。

data

このファイルオブジェクトに関連付けられたオプションの不透明型 (Opaque) データです。例えば、これはクライアントごとのセッション ID を格納するために使用できます。

class selectors.BaseSelector

BaseSelector は複数のファイルオブジェクトの I/O イベントの準備状況の待機に使用されます。これはファイルストリームを登録、登録解除、およびこれらのストリームでの I/O イベントを待機 (オプションでタイムアウト) するメソッドをサポートします。これは抽象基底クラスであるため、インスタンスを作成できません。使用する実装を明示的に指定したい、そしてプラットフォームがそれをサポートしている場合

は、代わりに *DefaultSelector* を使用するか、*SelectSelector* や *KqueueSelector* などの一つを使用します。*BaseSelector* とその具象実装は **コンテキストマネージャー** プロトコルをサポートしています。

abstractmethod register(*fileobj*, *events*, *data=None*)

I/O イベントを監視するファイルオブジェクトをセレクションに登録します。

fileobj は監視するファイルオブジェクトです。これは整数のファイル記述子か、`fileno()` メソッドを持つオブジェクトのどちらかになります。*events* は監視するイベントのビット幅マスクになります。*data* は不透明型 (Opaque) オブジェクトです。

これは新しい *SelectorKey* インスタンスを返します。不正なイベントマスク化ファイル記述子のときは *ValueError* が、ファイルオブジェクトがすでに登録済みのときは *KeyError* が送出されます。

abstractmethod unregister(*fileobj*)

ファイルオブジェクトのセレクション登録を解除し、監視対象から外します。ファイルオブジェクトの登録解除はそのクローズより前に行われます。

fileobj は登録済みのファイルオブジェクトでなければなりません。

関連付けられた *SelectorKey* インスタンスを返します。*fileobj* が登録されていない場合 *KeyError* を送出します。*fileobj* が不正な場合 (例えば *fileobj* に `fileno()` メソッドが無い場合や `fileno()` メソッドの戻り値が不正な場合) *ValueError* を送出します。

modify(*fileobj*, *events*, *data=None*)

登録されたファイルオブジェクトの監視されたイベントや付属データを変更します。

より効率的に実装できる点を除けば、`BaseSelector.unregister(fileobj)` に続けて `BaseSelector.register(fileobj, events, data)` を行うのと等価です。

新たな *SelectorKey* インスタンスを返します。イベントマスクやファイル記述子が不正な場合は *ValueError* を、ファイルオブジェクトが登録されていない場合は *KeyError* を送出します。

abstractmethod select(*timeout=None*)

登録されたいくつかのファイルオブジェクトが準備できたか、タイムアウトするまで待機します。

`timeout > 0` の場合、最大待機時間を秒で指定します。`timeout <= 0` の場合、この関数の呼び出しはブロックせず、現在準備できているファイルオブジェクトを報告します。*timeout* が `None` の場合、監視しているファイルオブジェクトの一つが準備できるまでブロックします。

この関数は `(key, events)` タプルのリストを返します。準備できたファイルオブジェクトにつき 1 タプルです。

key は準備状態のファイルオブジェクトに対応する *SelectorKey* インスタンスです。*events* はそのファイルオブジェクトで準備が完了したイベントのビットマスクです。

注釈: このメソッドは、現在のプロセスで信号を受信した場合、どのファイルオブジェクトも準備完

了にならないうちに、またはタイムアウトが経過する前に返ることがあります。その場合、空のリストが返されます。

バージョン 3.5 で変更: このセレクタは、シグナルによって中断された時に、シグナルハンドラが例外を起こさなかった場合、空のイベントリストを返すのではなく、再計算されたタイムアウトによってリトライするようになりました (この論拠については **PEP 475** を参照してください)。

close()

セレクタを閉じます。

下層のリソースがすべて解放されたことを確かめるために呼ばれなければなりません。一旦閉じられたセレクタは使ってはいけません。

get_key(*fileobj*)

登録されたファイルオブジェクトに関連付けられたキーを返します。

そのファイルオブジェクトに関連付けられた *SelectorKey* インスタンスを返します。そのファイルオブジェクトが登録されていない場合 *KeyError* を送出します。

abstractmethod get_map()

ファイルオブジェクトからセレクタキーへのマッピングを返します。

これは、登録済みのファイルオブジェクトを、それらに関連づけられた *SelectorKey* インスタンスにマッピングする *Mapping* のインスタンスを返します。

class selectors.DefaultSelector

デフォルトの selector クラスで、現在のプラットフォームで利用できる最も効率的な実装を使用しています。大半のユーザはこれをデフォルトにすべきです。

class selectors.SelectSelector

select.select() を基底とするセレクタです。

class selectors.PollSelector

select.poll() を基底とするセレクタです。

class selectors.EpollSelector

select.epoll() を基底とするセレクタです。

fileno()

下層の *select.epoll()* オブジェクトが使用しているファイル記述子を返します。

class selectors.DevpollSelector

select.devpoll() を基底とするセレクタです。

fileno()

下層の *select.devpoll()* オブジェクトが使用しているファイル記述子を返します。

Added in version 3.5.

class selectors.KqueueSelector

select.kqueue() を基底とするセレクタです。

fileno()

下層の *select.kqueue()* オブジェクトが使用しているファイル記述子を返します。

18.5.3 使用例

簡単なエコーサーバの実装です:

```
import selectors
import socket

sel = selectors.DefaultSelector()

def accept(sock, mask):
    conn, addr = sock.accept()  # Should be ready
    print('accepted', conn, 'from', addr)
    conn.setblocking(False)
    sel.register(conn, selectors.EVENT_READ, read)

def read(conn, mask):
    data = conn.recv(1000)  # Should be ready
    if data:
        print('echoing', repr(data), 'to', conn)
        conn.send(data)  # Hope it won't block
    else:
        print('closing', conn)
        sel.unregister(conn)
        conn.close()

sock = socket.socket()
sock.bind(('localhost', 1234))
sock.listen(100)
sock.setblocking(False)
sel.register(sock, selectors.EVENT_READ, accept)

while True:
    events = sel.select()
    for key, mask in events:
        callback = key.data
        callback(key.fileobj, mask)
```

18.6 signal --- 非同期イベントにハンドラーを設定する

ソースコード: Lib/signal.py

このモジュールでは Python でシグナルハンドラを使うための機構を提供します。

18.6.1 一般的なルール

signal.signal() 関数を使って、シグナルを受信した時に実行されるハンドラを定義することができます。Python は標準でごく少数のシグナルハンドラをインストールしています: *SIGPIPE* は無視され (したがって、pipe や socket に対する書き込みで生じたエラーは通常の Python 例外として報告されます)、*SIGINT* は *KeyboardInterrupt* 例外に変換されます。親プロセスが変更していない場合は、これらはどれも上書きすることができます。

特定のシグナルに対するハンドラが一度設定されると、明示的にリセットしないかぎり設定されたままになります (Python は背後の実装系に関係なく BSD 形式のインターフェースをエミュレートします)。例外は *SIGCHLD* のハンドラで、この場合は背後の実装系の仕様に従います。

On WebAssembly platforms, signals are emulated and therefore behave differently. Several functions and signals are not available on these platforms.

Python のシグナルハンドラの実行

Python のシグナルハンドラは、低水準 (C 言語) のシグナルハンドラ内で実行されるわけではありません。代わりに、低水準のシグナルハンドラが *virtual machine* が対応する Python のシグナルハンドラを後から (例えば次の *bytecode* 命令時に) 実行するようにフラグを立てます:

- It makes little sense to catch synchronous errors like *SIGFPE* or *SIGSEGV* that are caused by an invalid operation in C code. Python will return from the signal handler to the C code, which is likely to raise the same signal again, causing Python to apparently hang. From Python 3.3 onwards, you can use the *faulthandler* module to report on synchronous errors.
- 完全に C で実装された長時間かかる計算 (大きいテキストに対する正規表現のマッチなど) は、どのシグナルを受信しても中断されないまま長時間実行され続ける可能性があります。Python のシグナルハンドラはその計算が終了してから呼び出されます。
- If the handler raises an exception, it will be raised "out of thin air" in the main thread. See the *note below* for a discussion.

シグナルとスレッド

Python のシグナルハンドラは、もしシグナルを受け取ったのが別のスレッドだったとしても、常にメインインタープリターの Python のメインスレッドで実行されます。このためシグナルをスレッド間通信に使うことはできません。代わりに *threading* モジュールが提供している同期プリミティブを利用できます。

また、メインインタープリターのメインスレッドだけが新しいシグナルハンドラを登録できます。

18.6.2 モジュールの内容

バージョン 3.5 で変更: signal (SIG*), handler (*SIG_DFL*, *SIG_IGN*) and sigmask (*SIG_BLOCK*, *SIG_UNBLOCK*, *SIG_SETMASK*) related constants listed below were turned into *enums* (*Signals*, *Handlers* and *Sigmasks* respectively). *getsignal()*, *pthread_sigmask()*, *sigpending()* and *sigwait()* functions return human-readable *enums* as *Signals* objects.

The signal module defines three enums:

class signal.Signals

enum.IntEnum collection of SIG* constants and the CTRL_* constants.

Added in version 3.5.

class signal.Handlers

enum.IntEnum collection the constants *SIG_DFL* and *SIG_IGN*.

Added in version 3.5.

class signal.Sigmasks

enum.IntEnum collection the constants *SIG_BLOCK*, *SIG_UNBLOCK* and *SIG_SETMASK*.

利用可能な環境: Unix。

See the man page *sigprocmask(2)* and *pthread_sigmask(3)* for further information.

Added in version 3.5.

以下に *signal* モジュールで定義されている変数を示します:

signal.SIG_DFL

二つある標準シグナル処理オプションのうちの一つです; 単純にシグナルに対する標準の関数を実行します。例えば、ほとんどのシステムでは、SIGQUIT に対する標準の動作はコアダンプと終了で、*SIGCHLD* に対する標準の動作は単にシグナルの無視です。

signal.SIG_IGN

もう一つの標準シグナル処理オプションで、受け取ったシグナルを単に無視します。

signal.SIGABRT

Abort signal from *abort(3)*.

signal.SIGALRM

Timer signal from *alarm(2)*.

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGBREAK

Interrupt from keyboard (CTRL + BREAK).

利用可能な環境: Windows 。

signal.SIGBUS

Bus error (bad memory access).

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGCHLD

Child process stopped or terminated.

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGCLD

SIGCHLD のエイリアスです。

Availability: not macOS.

signal.SIGCONT

Continue the process if it is currently stopped

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGFPE

Floating-point exception. For example, division by zero.

参考:

ZeroDivisionError is raised when the second argument of a division or modulo operation is zero.

signal.SIGHUP

Hangup detected on controlling terminal or death of controlling process.

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGILL

Illegal instruction.

signal.SIGINT

Interrupt from keyboard (CTRL + C).

Default action is to raise *KeyboardInterrupt*.

signal.SIGKILL

Kill signal.

It cannot be caught, blocked, or ignored.

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGPIPE

Broken pipe: write to pipe with no readers.

Default action is to ignore the signal.

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGSEGV

Segmentation fault: invalid memory reference.

signal.SIGSTKFLT

Stack fault on coprocessor. The Linux kernel does not raise this signal: it can only be raised in user space.

利用可能な環境: Linux。

On architectures where the signal is available. See the man page *signal(7)* for further information.

Added in version 3.11.

signal.SIGTERM

Termination signal.

signal.SIGUSR1

User-defined signal 1.

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGUSR2

User-defined signal 2.

利用可能な環境: Unix。

signal.SIGWINCH

Window resize signal.

利用可能な環境: Unix。

SIG*

全てのシグナル番号はシンボル定義されています。例えば、ハングアップシグナルは *signal.SIGHUP* で定義されています; 変数名は C 言語のプログラムで使われているのと同じ名前で、<signal.h> にあります。'signal()' に関する Unix マニュアルページでは、システムで定義されているシグナルを列挙しています (あるシステムではリストは *signal(2)* に、別のシステムでは *signal(7)* に列挙されています)。全てのシステムで同じシグナル名のセットを定義しているわけではないので注意してください; このモジュールでは、システムで定義されているシグナル名だけを定義しています。

signal.CTRL_C_EVENT

CTRL+C キーストロークに該当するシグナル。このシグナルは *os.kill()* でだけ利用できます。

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.2.

signal.CTRL_BREAK_EVENT

CTRL+BREAK キーストロークに該当するシグナル。このシグナルは *os.kill()* でだけ利用できます。

利用可能な環境: Windows 。

Added in version 3.2.

signal.NSIG

One more than the number of the highest signal number. Use *valid_signals()* to get valid signal numbers.

signal.ITIMER_REAL

実時間でデクリメントするインターバルタイマーです。タイマーが発火したときに *SIGALRM* を送ります。

signal.ITIMER_VIRTUAL

プロセスの実行時間だけデクリメントするインターバルタイマーです。タイマーが発火したときに SIGVTALRM を送ります。

signal.ITIMER_PROF

プロセスの実行中と、システムがそのプロセスのために実行している時間だけデクリメントするインターバルタイマーです。ITIMER_VIRTUAL と組み合わせて、このタイマーはよくアプリケーションがユーザー空間とカーネル空間で消費した時間のプロファイリングに利用されます。タイマーが発火したときに SIGPROF を送ります。

signal.SIG_BLOCK

pthread_sigmask() の *how* 引数に渡せる値で、シグナルがブロックされることを意味します。

Added in version 3.3.

signal.SIG_UNBLOCK

pthread_sigmask() の *how* 引数に渡せる値で、シグナルがブロック解除されることを意味します。

Added in version 3.3.

signal.SIG_SETMASK

pthread_sigmask() の *how* 引数に渡せる値で、シグナルが置換されることを意味します。

Added in version 3.3.

signal モジュールは 1 つの例外を定義しています:

exception signal.ItimerError

背後の *setitimer()* または *getitimer()* 実装からエラーを通知するために送出されます。無効なインタバルタイマーや負の時間が *setitimer()* に渡された場合、このエラーを予期してください。このエラーは *OSError* を継承しています。

Added in version 3.3: このエラーは以前は *IOError* のサブタイプでしたが、*OSError* のエイリアスになりました。

signal モジュールでは以下の関数を定義しています:

signal.alarm(*time*)

time がゼロでない値の場合、この関数は *time* 秒後頃に *SIGALRM* をプロセスに送るように要求します。それ以前にスケジュールしたアラームはキャンセルされます (常に一つのアラームしかスケジュールできません)。この場合、戻り値は以前に設定されたアラームシグナルが通知されるまであと何秒だったかを示す値です。*time* がゼロの場合、アラームは一切スケジュールされず、現在スケジュールされているアラームがキャンセルされます。戻り値がゼロの場合、現在アラームがスケジュールされていないことを示します。

利用可能な環境: Unix。

See the man page *alarm(2)* for further information.

signal.getsignal(*signalnum*)

シグナル *signalnum* に対する現在のシグナルハンドラを返します。戻り値は呼び出し可能な Python オブジェクトか、*signal.SIG_IGN*、*signal.SIG_DFL*、および *None* といった特殊な値のいずれかです。ここで *signal.SIG_IGN* は以前そのシグナルが無視されていたことを示し、*signal.SIG_DFL* は以前そのシグナルの標準の処理方法が使われていたことを示し、None はシグナルハンドラがまだ Python によってインストールされていないことを示します。

signal.**strsignal**(*signalnum*)

Returns the description of signal *signalnum*, such as "Interrupt" for *SIGINT*. Returns *None* if *signalnum* has no description. Raises *ValueError* if *signalnum* is invalid.

Added in version 3.8.

signal.**valid_signals**()

Return the set of valid signal numbers on this platform. This can be less than `range(1, NSIG)` if some signals are reserved by the system for internal use.

Added in version 3.8.

signal.**pause**()

シグナルを受け取るまでプロセスを一時停止します; その後、適切なハンドラが呼び出されます。戻り値はありません。

利用可能な環境: Unix。

See the man page *signal(2)* for further information.

sigwait(), *sigwaitinfo()*, *sigtimedwait()* *sigpending()* も参照してください。

signal.**raise_signal**(*signum*)

Sends a signal to the calling process. Returns nothing.

Added in version 3.8.

signal.**pidfd_send_signal**(*pidfd*, *sig*, *siginfo=None*, *flags=0*)

Send signal *sig* to the process referred to by file descriptor *pidfd*. Python does not currently support the *siginfo* parameter; it must be `None`. The *flags* argument is provided for future extensions; no flag values are currently defined.

さらに詳しい情報についてはオンラインマニュアルページ *pidfd_send_signal(2)* を参照してください。

Availability: Linux >= 5.1

Added in version 3.9.

signal.**pthread_kill**(*thread_id*, *signalnum*)

Send the signal *signalnum* to the thread *thread_id*, another thread in the same process as the caller. The target thread can be executing any code (Python or not). However, if the target thread is executing the Python interpreter, the Python signal handlers will be *executed by the main thread of the main interpreter*. Therefore, the only point of sending a signal to a particular Python thread would be to force a running system call to fail with *InterruptedError*.

Use *threading.get_ident()* or the *ident* attribute of *threading.Thread* objects to get a suitable value for *thread_id*.

If *signalnum* is 0, then no signal is sent, but error checking is still performed; this can be used to check if the target thread is still running.

引数 `thread_id`, `signalnum` を指定して **監査イベント** `signal.pthread_kill` を送出します。

利用可能な環境: Unix。

See the man page *pthread_kill(3)* for further information.

os.kill() を参照してください。

Added in version 3.3.

`signal.pthread_sigmask`(*how*, *mask*)

これを呼び出すスレッドにセットされているシグナルマスクを取り出したり変更したりします。シグナルマスクは、呼び出し側のために現在どのシグナルの配送がブロックされているかを示す集合 (set) です。呼び出し前のもとのシグナルマスクを集合として返却します。

この関数の振る舞いは *how* に依存して以下のようになります。

- *SIG_BLOCK*: *mask* で指定されるシグナルが現時点のシグナルマスクに追加されます。
- *SIG_UNBLOCK*: *mask* で指定されるシグナルが現時点のシグナルマスクから取り除かれます。もともとブロックされていないシグナルをブロック解除しようとしても問題ありません。
- *SIG_SETMASK*: シグナルマスク全体を *mask* としてセットします。

mask はシグナル番号の集合です (例えば {*signal.SIGINT*, *signal.SIGTERM*})。全てのシグナルを含む全集合として *valid_signals()* を使うことが出来ます。

呼び出しスレッドにセットされたシグナルマスクを問い合わせるには例えば `signal.pthread_sigmask(signal.SIG_BLOCK, [])` とします。

SIGKILL and `SIGSTOP` cannot be blocked.

利用可能な環境: Unix。

See the man page *sigprocmask(2)* and *pthread_sigmask(3)* for further information.

pause(), *sigpending()*, *sigwait()* も参照して下さい。

Added in version 3.3.

`signal.setitimer`(*which*, *seconds*, *interval=0.0*)

which で指定されたタイマー (*signal.ITIMER_REAL*, *signal.ITIMER_VIRTUAL*, *signal.ITIMER_PROF* のどれか) を、*seconds* 秒後と (*alarm()* と異なり、float を指定できます)、それから (*interval* が 0 でなければ) *interval* 秒間隔で起動するように設定します。*seconds* に 0 を指定すると、*which* で指定されたタイマーをクリアすることができます。

インターバルタイマーが起動したとき、シグナルがプロセスに送られます。送られるシグナルは利用されたタイマーの種類に依存します。*signal.ITIMER_REAL* の場合は *SIGALRM* が、*signal.ITIMER_VIRTUAL* の場合は SIGVTALRM が、*signal.ITIMER_PROF* の場合は SIGPROF が送られます。

以前の値が (delay, interval) のタプルとして返されます。

無効なインターバルタイマーを渡すと *ItimerError* 例外が発生します。

利用可能な環境: Unix。

signal.getitimer(*which*)

which で指定されたインターバルタイマーの現在の値を返します。

利用可能な環境: Unix。

signal.set_wakeup_fd(*fd*, ***, *warn_on_full_buffer=True*)

Set the wakeup file descriptor to *fd*. When a signal is received, the signal number is written as a single byte into the fd. This can be used by a library to wakeup a poll or select call, allowing the signal to be fully processed.

The old wakeup fd is returned (or -1 if file descriptor wakeup was not enabled). If *fd* is -1, file descriptor wakeup is disabled. If not -1, *fd* must be non-blocking. It is up to the library to remove any bytes from *fd* before calling poll or select again.

スレッドが有効な場合、この関数は **メインインタープリターのメインスレッド** <*signals-and-threads*> からしか実行できません。それ以外のスレッドからこの関数を実行しようとすると *ValueError* 例外が発生します。

There are two common ways to use this function. In both approaches, you use the fd to wake up when a signal arrives, but then they differ in how they determine *which* signal or signals have arrived.

In the first approach, we read the data out of the fd's buffer, and the byte values give you the signal numbers. This is simple, but in rare cases it can run into a problem: generally the fd will have a limited amount of buffer space, and if too many signals arrive too quickly, then the buffer may become full, and some signals may be lost. If you use this approach, then you should set `warn_on_full_buffer=True`, which will at least cause a warning to be printed to stderr when signals are lost.

In the second approach, we use the wakeup fd *only* for wakeups, and ignore the actual byte values. In this case, all we care about is whether the fd's buffer is empty or non-empty; a full buffer doesn't indicate a problem at all. If you use this approach, then you should set `warn_on_full_buffer=False`, so that your users are not confused by spurious warning messages.

バージョン 3.5 で変更: Windows で、この関数はソケットハンドルをサポートするようになりました。

バージョン 3.7 で変更: `warn_on_full_buffer` 引数が追加されました。

signal.**siginterrupt**(*signalnum*, *flag*)

システムコールのリスタートの動作を変更します。*flag* が *False* の場合、*signalnum* シグナルに中断されたシステムコールは再実行されます。それ以外の場合、システムコールは中断されます。戻り値はありません。

利用可能な環境: Unix。

See the man page *siginterrupt(3)* for further information.

Note that installing a signal handler with *signal()* will reset the restart behaviour to interruptible by implicitly calling `siginterrupt()` with a true *flag* value for the given signal.

signal.**signal**(*signalnum*, *handler*)

シグナル *signalnum* に対するハンドラを関数 *handler* にします。*handler* は二つの引数 (下記参照) を取る呼び出し可能な Python オブジェクトか、*signal.SIG_IGN* あるいは *signal.SIG_DFL* といった特殊な値にすることができます。以前に使われていたシグナルハンドラが返されます (上記の *getsignal()* の記述を参照してください)。(さらに詳しい情報については Unix マニュアルページ *signal(2)* を参照してください。)

スレッドが有効な場合、この関数は **メインインタープリターのメインスレッド** <*signals-and-threads*> からしか実行できません。それ以外のスレッドからこの関数を実行しようとすると *ValueError* 例外が発生します。

handler は二つの引数とともに呼び出されます: シグナル番号、および現在のスタックフレーム (`None` またはフレームオブジェクト; フレームオブジェクトについての記述は 標準型の階層における説明 か、*inspect* モジュールの属性の説明を参照してください)。

On Windows, *signal()* can only be called with *SIGABRT*, *SIGFPE*, *SIGILL*, *SIGINT*, *SIGSEGV*, *SIGTERM*, or *SIGBREAK*. A *ValueError* will be raised in any other case. Note that not all systems define the same set of signal names; an *AttributeError* will be raised if a signal name is not defined as `SIG*` module level constant.

signal.**sigpending**()

呼び出しスレッドで配送が保留されているシグナル (つまり配送がブロックされている間に発生したシグナル) の集合を調べます。保留中のシグナルの集合を返します。

利用可能な環境: Unix。

See the man page *sigpending(2)* for further information.

pause(), *pthread_sigmask()*, *sigwait()* も参照して下さい。

Added in version 3.3.

signal.**sigwait**(*sigset*)

sigset 集合で指定されたシグナルのうちどれか一つが届くまで呼び出しスレッドを一時停止します。この

関数はそのシグナルを受け取ると (それを保留シグナルリストから取り除いて) そのシグナル番号を返します。

利用可能な環境: Unix。

See the man page *sigwait(3)* for further information.

pause(), *pthread_sigmask()*, *sigpending()*, *sigwaitinfo()*, *sigtimedwait()* も参照して下さい。

Added in version 3.3.

signal.**sigwaitinfo**(*sigset*)

Suspend execution of the calling thread until the delivery of one of the signals specified in the signal set *sigset*. The function accepts the signal and removes it from the pending list of signals. If one of the signals in *sigset* is already pending for the calling thread, the function will return immediately with information about that signal. The signal handler is not called for the delivered signal. The function raises an *InterruptedError* if it is interrupted by a signal that is not in *sigset*.

The return value is an object representing the data contained in the `siginfo_t` structure, namely: `si_signo`, `si_code`, `si_errno`, `si_pid`, `si_uid`, `si_status`, `si_band`.

利用可能な環境: Unix。

See the man page *sigwaitinfo(2)* for further information.

pause(), *sigwait()*, *sigtimedwait()* も参照して下さい。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: The function is now retried if interrupted by a signal not in *sigset* and the signal handler does not raise an exception (see **PEP 475** for the rationale).

signal.**sigtimedwait**(*sigset*, *timeout*)

Like *sigwaitinfo()*, but takes an additional *timeout* argument specifying a timeout. If *timeout* is specified as `0`, a poll is performed. Returns *None* if a timeout occurs.

利用可能な環境: Unix。

See the man page *sigtimedwait(2)* for further information.

pause(), *sigwait()*, *sigwaitinfo()* も参照して下さい。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: The function is now retried with the recomputed *timeout* if interrupted by a signal not in *sigset* and the signal handler does not raise an exception (see **PEP 475** for the rationale).

18.6.3 使用例

以下は最小限のプログラム例です。この例では *alarm()* を使ってファイルを開く処理を待つのに費やす時間を制限します; 例えば、電源の入っていないシリアルデバイスを開こうとすると、通常 *os.open()* は未定義の期間ハングアップしてしまいますが、この方法はそうした場合に便利です。ここではファイルを開くまで 5 秒間のアラームを設定することで解決しています; ファイルを開く処理が長くかかりすぎると、アラームシグナルが送信され、ハンドラが例外を送出するようになっています。

```
import signal, os

def handler(signum, frame):
    signame = signal.Signals(signum).name
    print(f'Signal handler called with signal {signame} ({signum})')
    raise OSError("Couldn't open device!")

# Set the signal handler and a 5-second alarm
signal.signal(signal.SIGALRM, handler)
signal.alarm(5)

# This open() may hang indefinitely
fd = os.open('/dev/ttyS0', os.O_RDWR)

signal.alarm(0)          # Disable the alarm
```

18.6.4 Note on SIGPIPE

Piping output of your program to tools like *head(1)* will cause a *SIGPIPE* signal to be sent to your process when the receiver of its standard output closes early. This results in an exception like `BrokenPipeError: [Errno 32] Broken pipe`. To handle this case, wrap your entry point to catch this exception as follows:

```
import os
import sys

def main():
    try:
        # simulate large output (your code replaces this loop)
        for x in range(10000):
            print("y")
        # flush output here to force SIGPIPE to be triggered
        # while inside this try block.
        sys.stdout.flush()
    except BrokenPipeError:
        # Python flushes standard streams on exit; redirect remaining output
        # to devnull to avoid another BrokenPipeError at shutdown
        devnull = os.open(os.devnull, os.O_WRONLY)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        os.dup2(devnull, sys.stdout.fileno())
        sys.exit(1)  # Python exits with error code 1 on EPIPE

if __name__ == '__main__':
    main()
```

Do not set *SIGPIPE*'s disposition to *SIG_DFL* in order to avoid *BrokenPipeError*. Doing that would cause your program to exit unexpectedly whenever any socket connection is interrupted while your program is still writing to it.

18.6.5 Note on Signal Handlers and Exceptions

If a signal handler raises an exception, the exception will be propagated to the main thread and may be raised after any *bytecode* instruction. Most notably, a *KeyboardInterrupt* may appear at any point during execution. Most Python code, including the standard library, cannot be made robust against this, and so a *KeyboardInterrupt* (or any other exception resulting from a signal handler) may on rare occasions put the program in an unexpected state.

To illustrate this issue, consider the following code:

```
class SpamContext:
    def __init__(self):
        self.lock = threading.Lock()

    def __enter__(self):
        # If KeyboardInterrupt occurs here, everything is fine
        self.lock.acquire()
        # If KeyboardInterrupt occurs here, __exit__ will not be called
        ...
        # KeyboardInterrupt could occur just before the function returns

    def __exit__(self, exc_type, exc_val, exc_tb):
        ...
        self.lock.release()
```

For many programs, especially those that merely want to exit on *KeyboardInterrupt*, this is not a problem, but applications that are complex or require high reliability should avoid raising exceptions from signal handlers. They should also avoid catching *KeyboardInterrupt* as a means of gracefully shutting down. Instead, they should install their own *SIGINT* handler. Below is an example of an HTTP server that avoids *KeyboardInterrupt*:

```
import signal
import socket
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
from selectors import DefaultSelector, EVENT_READ
from http.server import HTTPServer, SimpleHTTPRequestHandler

interrupt_read, interrupt_write = socket.socketpair()

def handler(signum, frame):
    print('Signal handler called with signal', signum)
    interrupt_write.send(b'\0')
signal.signal(signal.SIGINT, handler)

def serve_forever(httpd):
    sel = DefaultSelector()
    sel.register(interrupt_read, EVENT_READ)
    sel.register(httpd, EVENT_READ)

    while True:
        for key, _ in sel.select():
            if key.fileobj == interrupt_read:
                interrupt_read.recv(1)
                return
            if key.fileobj == httpd:
                httpd.handle_request()

print("Serving on port 8000")
httpd = HTTPServer(('', 8000), SimpleHTTPRequestHandler)
serve_forever(httpd)
print("Shutdown...")
```

18.7 mmap --- メモリマップファイルのサポート

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

メモリにマップされたファイルオブジェクトは、*bytearray* と **ファイルオブジェクト** の両方のように振舞います。しかし通常の文字列オブジェクトとは異なり、これらは可変です。*bytearray* が期待されるほとんどの場所で mmap オブジェクトを利用できます。例えば、メモリマップファイルを探索するために *re* モジュールを使うことができます。それらは可変なので、`obj[index] = 97` のように文字を変換できますし、スライスを使うことで `obj[i1:i2] = b'...'` のように部分文字列を変換することができます。現在のファイル位置をデータの始めとする読込みや書込み、ファイルの異なる位置へ `seek()` することもできます。

メモリマップドファイルは Unix と Windows で異なる *mmap* コンストラクタで生成されます。どちらの場合も、更新用に開かれたファイル記述子を渡さなければなりません。既存の Python ファイルオブジェクトをマップ

したければ、*fileno()* メソッドを使って *fileno* パラメータの正しい値を取得してください。そうでなければ、*os.open()* 関数を使ってファイルを開けます。この関数はファイルディスクリプタを直接返します (処理が終わったら、やはりファイルを閉じる必要があります)。

注釈: 書き込み可能でバッファされたファイルへのメモリマップファイルを作りたいのであれば、まず最初にファイルの *flush()* を呼び出すべきです。これはバッファへのローカルな修正がマッピングで実際に利用可能になることを保障するために必要です。

Unix バージョンと Windows バージョンのどちらのコンストラクタについても、オプションのキーワード・パラメータとして *access* を指定できます。*access* は 4 つの値の内の 1 つを受け入れます。ACCESS_READ は読み出し専用、ACCESS_WRITE は書き込み可能、ACCESS_COPY はコピーした上での書き込み、ACCESS_DEFAULT は *prot* に従います。*access* は Unix と Windows の両方で使用することができます。*access* が指定されない場合、Windows の mmap は書き込み可能マップを返します。3 つのアクセス型すべてに対する初期メモリ値は、指定されたファイルから得られます。ACCESS_READ 型のメモリマップに対して書き込むと *TypeError* 例外を送出します。ACCESS_WRITE 型のメモリマップへの書き込みはメモリと元のファイルの両方に影響を与えます。ACCESS_COPY 型のメモリマップへの書き込みはメモリに影響を与えますが、元のファイルを更新することはありません。

バージョン 3.7 で変更: 定数 ACCESS_DEFAULT が追加されました。

無名メモリ (anonymous memory) にマップするためには fileno として -1 を渡し、length を与えてください。

class mmap.**mmap**(*fileno*, *length*, *tagname=None*, *access=ACCESS_DEFAULT*, *offset=0*)

(Windows バージョン) ファイルハンドル *fileno* によって指定されたファイルから *length* バイトをマップして、mmap オブジェクトを生成します。*length* が現在のファイルサイズより大きな場合、ファイルサイズは *length* を含む大きさにまで拡張されます。*length* が 0 の場合、マップの最大の長さは現在のファイルサイズになります。ただし、ファイル自体が空のときは Windows が例外を送出します (Windows では空のマップを作成することができません)。

tagname は、None 以外で指定された場合、マップのタグ名を与える文字列となります。Windows は同じファイルに対する様々なマップを持つことを可能にします。既存のタグの名前を指定すればそのタグがオープンされ、そうでなければこの名前の新しいタグが作成されます。もしこのパラメータを省略したり None を与えたりしたならば、マップは名前なしで作成されます。"tagname" パラメータの使用の回避は、あなたのコードを Unix と Windows の間で移植可能にしておくのを助けてくれるでしょう。

offset は非負整数のオフセットとして指定できます。mmap の参照はファイルの先頭からのオフセットに相対的になります。*offset* のデフォルトは 0 です。*offset* は ALLOCATIONGRANULARITY の倍数でなければなりません。

引数 fileno, length, access, offset 付きで 監査イベント mmap.__new__ を送出します。

class mmap.**mmap**(*fileno*, *length*, *flags=MAP_SHARED*, *prot=PROT_WRITE | PROT_READ*, *access=ACCESS_DEFAULT*, *offset=0*, ***, *trackfd=True*)

(Unix バージョン) ファイルディスクリプタ *fileno* で指定されたファイルから *length* バイトをマップし、mmap オブジェクトを返します。*length* が 0 の場合、マップの最大の長さは *mmap* が呼ばれた時点でのファイルサイズになります。

flags specifies the nature of the mapping. *MAP_PRIVATE* creates a private copy-on-write mapping, so changes to the contents of the mmap object will be private to this process, and *MAP_SHARED* creates a mapping that's shared with all other processes mapping the same areas of the file. The default value is *MAP_SHARED*. Some systems have additional possible flags with the full list specified in *MAP_* constants*.

prot が指定された場合、希望のメモリ保護を与えます。2 つの最も有用な値は、PROT_READ と PROT_WRITE です。これは、読込み可能または書込み可能を指定するものです。*prot* のデフォルトは PROT_READ | PROT_WRITE です。

access はオプションのキーワード・パラメータとして、*flags* と *prot* の代わりに指定してもかまいません。*flags*, *prot* と *access* の両方を指定することは間違っています。このパラメータの使用法についての情報は、先に述べた *access* の記述を参照してください。

offset may be specified as a non-negative integer offset. mmap references will be relative to the offset from the beginning of the file. *offset* defaults to 0. *offset* must be a multiple of ALLOCATIONGRANULARITY which is equal to PAGESIZE on Unix systems.

If *trackfd* is False, the file descriptor specified by *fileno* will not be duplicated, and the resulting mmap object will not be associated with the map's underlying file. This means that the *size()* and *resize()* methods will fail. This mode is useful to limit the number of open file descriptors.

To ensure validity of the created memory mapping the file specified by the descriptor *fileno* is internally automatically synchronized with the physical backing store on macOS.

バージョン 3.13 で変更: The *trackfd* parameter was added.

この例は *mmap* の簡潔な使い方を示すものです:

```
import mmap

# write a simple example file
with open("hello.txt", "wb") as f:
    f.write(b"Hello Python!\n")

with open("hello.txt", "r+b") as f:
    # memory-map the file, size 0 means whole file
    mm = mmap.mmap(f.fileno(), 0)
    # read content via standard file methods
    print(mm.readline())  # prints b"Hello Python!\n"
    # read content via slice notation
    print(mm[:5])  # prints b"Hello"
    # update content using slice notation;
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # note that new content must have same size
    mm[6:] = b" world!\n"
    # ... and read again using standard file methods
    mm.seek(0)
    print(mm.readline())  # prints b"Hello  world!\n"
    # close the map
    mm.close()
```

mmap は with 文の中でコンテキストマネージャとしても使えます:

```
import mmap

with mmap.mmap(-1, 13) as mm:
    mm.write(b"Hello world!")
```

Added in version 3.2: コンテキストマネージャのサポート。

次の例では無名マップを作り親プロセスと子プロセスの間でデータのやりとりをしてみせます:

```
import mmap
import os

mm = mmap.mmap(-1, 13)
mm.write(b"Hello world!")

pid = os.fork()

if pid == 0:  # In a child process
    mm.seek(0)
    print(mm.readline())

    mm.close()
```

引数 fileno, length, access, offset 付きで **監査イベント** mmap.__new__ を送出します。

メモリマップファイルオブジェクトは以下のメソッドをサポートしています:

close()

メモリマップファイルを閉じます。この呼出しの後にオブジェクトの他のメソッドの呼出すことは、*ValueError* 例外の送出を引き起こします。このメソッドは開いたファイルのクローズはしません。

closed

ファイルが閉じている場合 True となります。

Added in version 3.2.

find(*sub*[, *start*[, *end*]])

オブジェクト内の [*start*, *end*] の範囲に含まれている部分シーケンス *sub* が見つかった場所の最も小さいインデックスを返します。オプションの引数 *start* と *end* はスライスに使われるときのように解釈されます。失敗したときには -1 を返します。

バージョン 3.5 で変更: 書き込み可能な *bytes-like object* を使用できるようになりました。

flush([*offset*[, *size*]])

Flushes changes made to the in-memory copy of a file back to disk. Without use of this call there is no guarantee that changes are written back before the object is destroyed. If *offset* and *size* are specified, only changes to the given range of bytes will be flushed to disk; otherwise, the whole extent of the mapping is flushed. *offset* must be a multiple of the PAGESIZE or ALLOCATIONGRANULARITY.

None is returned to indicate success. An exception is raised when the call failed.

バージョン 3.8 で変更: Previously, a nonzero value was returned on success; zero was returned on error under Windows. A zero value was returned on success; an exception was raised on error under Unix.

madvise(*option*[, *start*[, *length*]])

Send advice *option* to the kernel about the memory region beginning at *start* and extending *length* bytes. *option* must be one of the *MADV_** *constants* available on the system. If *start* and *length* are omitted, the entire mapping is spanned. On some systems (including Linux), *start* must be a multiple of the PAGESIZE.

Availability: Systems with the **madvise()** system call.

Added in version 3.8.

move(*dest*, *src*, *count*)

オフセット *src* から始まる *count* バイトをインデックス *dest* の位置へコピーします。もし mmap が ACCESS_READ で作成されていた場合、*TypeError* 例外を発生させます。

read([*n*])

現在のファイル位置からの最大 *n* バイトを含む *bytes* を返します。引数が省略されるか、None もしくは負の値が指定された場合、現在のファイル位置からマップ終端までの全てのバイト列を返します。ファイル位置は返されたバイト列の直後を指すように更新されます。

バージョン 3.3 で変更: 引数が省略可能になり、None も受け付けるようになりました。

read_byte()

現在のファイル位置のバイトを整数値として返し、ファイル位置を 1 進めます。

readline()

Returns a single line, starting at the current file position and up to the next newline. The file position is updated to point after the bytes that were returned.

resize(*newsize*)

Resizes the map and the underlying file, if any.

Resizing a map created with *access* of ACCESS_READ or ACCESS_COPY, will raise a *TypeError* exception. Resizing a map created with with *trackfd* set to False, will raise a *ValueError* exception.

On Windows: Resizing the map will raise an *OSError* if there are other maps against the same named file. Resizing an anonymous map (ie against the pagefile) will silently create a new map with the original data copied over up to the length of the new size.

バージョン 3.11 で変更: Correctly fails if attempting to resize when another map is held Allows resize against an anonymous map on Windows

rfind(*sub*[, *start*[, *end*]])

オブジェクト内の [*start*, *end*] の範囲に含まれている部分シーケンス *sub* が見つかった場所の最も大きいインデックスを返します。オプションの引数 *start* と *end* はスライスに使われるときのように解釈されます。失敗したときには -1 を返します。

バージョン 3.5 で変更: 書き込み可能な *bytes-like object* を使用できるようになりました。

seek(*pos*[, *whence*])

ファイルの現在位置をセットします。*whence* 引数はオプションであり、デフォルトは os.SEEK_SET つまり 0 (絶対位置) です。その他の値として、os.SEEK_CUR つまり 1 (現在位置からの相対位置) と os.SEEK_END つまり 2 (ファイルの終わりからの相対位置) があります。

バージョン 3.13 で変更: Return the new absolute position instead of None.

seekable()

Return whether the file supports seeking, and the return value is always True.

Added in version 3.13.

size()

ファイルの長さを返します。メモリマップ領域のサイズより大きいかもしれません。

tell()

ファイルポインタの現在位置を返します。

write(*bytes*)

メモリ内のファイルポイントの現在位置に *bytes* のバイト列を書き込み、書き込まれたバイト数を返

します (もし書き込みが失敗したら *ValueError* が送出されるため、len(bytes) より少なくなりません)。ファイル位置はバイト列が書き込まれた位置に更新されます。もし mmap が ACCESS_READ とともに作成されていた場合は、書き込みは *TypeError* 例外を送出するでしょう。

バージョン 3.5 で変更: 書き込み可能な *bytes-like object* を使用できるようになりました。

バージョン 3.6 で変更: 書きこまれたバイト数を返すようになりました。

write_byte(*byte*)

メモリ内のファイル・ポインタの現在位置に整数 *byte* を書き込みます。ファイル位置は 1 だけ進みます。もし mmap が ACCESS_READ で作成されていた場合、書き込み時に *TypeError* 例外を発生させるでしょう。

18.7.1 MADV_* Constants

mmap.MADV_NORMAL

mmap.MADV_RANDOM

mmap.MADV_SEQUENTIAL

mmap.MADV_WILLNEED

mmap.MADV_DONTNEED

mmap.MADV_REMOVE

mmap.MADV_DONTFORK

mmap.MADV_DOFORK

mmap.MADV_HWPOISON

mmap.MADV_MERGEABLE

mmap.MADV_UNMERGEABLE

mmap.MADV_SOFT_OFFLINE

mmap.MADV_HUGEPAGE

mmap.MADV_NOHUGEPAGE

mmap.MADV_DONTDUMP

mmap.MADV_DODUMP

mmap.MADV_FREE

mmap.MADV_NOSYNC

mmap.MADV_AUTOSYNC

mmap.MADV_NOCORE

mmap.MADV_CORE

mmap.MADV_PROTECT

mmap.MADV_FREE_REUSABLE

mmap.MADV_FREE_REUSE

These options can be passed to *mmap.madvise()*. Not every option will be present on every system.

Availability: Systems with the madvise() system call.

Added in version 3.8.

18.7.2 MAP_* Constants

mmap.MAP_SHARED

mmap.MAP_PRIVATE

mmap.MAP_32BIT

mmap.MAP_ALIGNED_SUPER

mmap.MAP_ANON

mmap.MAP_ANONYMOUS

mmap.MAP_CONCEAL

mmap.MAP_DENYWRITE

mmap.MAP_EXECUTABLE

mmap.MAP_HASSEMAPHORE

mmap.MAP_JIT

mmap.MAP_NOCACHE

mmap.MAP_NOEXTEND

mmap.MAP_NORESERVE

mmap.MAP_POPULATE

mmap.MAP_RESILIENT_CODESIGN

mmap.MAP_RESILIENT_MEDIA

mmap.MAP_STACK

mmap.MAP_TPRO

mmap.MAP_TRANSLATED_ALLOW_EXECUTE

mmap.MAP_UNIX03

These are the various flags that can be passed to *mmap.mmap()*. *MAP_ALIGNED_SUPER* is only available at FreeBSD and *MAP_CONCEAL* is only available at OpenBSD. Note that some options might not be present on some systems.

バージョン 3.10 で変更: Added *MAP_POPULATE* constant.

Added in version 3.11: Added *MAP_STACK* constant.

Added in version 3.12: Added *MAP_ALIGNED_SUPER* and *MAP_CONCEAL* constants.

Added in version 3.13: Added *MAP_32BIT*, *MAP_HASSEMAPHORE*, *MAP_JIT*, *MAP_NOCACHE*, *MAP_NOEXTEND*, *MAP_NORESERVE*, *MAP_RESILIENT_CODESIGN*, *MAP_RESILIENT_MEDIA*, *MAP_TPRO*, *MAP_TRANSLATED_ALLOW_EXECUTE*, and *MAP_UNIX03* constants.

第

NINETEEN

インターネット上のデータの操作

この章ではインターネット上で一般的に利用されているデータ形式の操作をサポートするモジュール群について記述します。

19.1 email --- 電子メールと MIME 処理のためのパッケージ

ソースコード: Lib/email/__init__.py

---

email パッケージは、電子メールメッセージを管理するライブラリです。特に、SMTP（**RFC 2821**)、NNTP、またはその他のサーバーに電子メールメッセージを送信するようには設計されていません。これらは、*smtplib* などのモジュールの関数群です。*email* パッケージは、可能な限り RFC に準拠するよう試みています。**RFC 5322** や **RFC 6532** のほか、**RFC 2045**、**RFC 2046**、**RFC 2047**、**RFC 2183**、**RFC 2231** などの MIME 関連の RFC に対応しています。

The overall structure of the email package can be divided into three major components, plus a fourth component that controls the behavior of the other components.

The central component of the package is an ”object model” that represents email messages. An application interacts with the package primarily through the object model interface defined in the *message* sub-module. The application can use this API to ask questions about an existing email, to construct a new email, or to add or remove email subcomponents that themselves use the same object model interface. That is, following the nature of email messages and their MIME subcomponents, the email object model is a tree structure of objects that all provide the *EmailMessage* API.

The other two major components of the package are the *parser* and the *generator*. The parser takes the serialized version of an email message (a stream of bytes) and converts it into a tree of *EmailMessage* objects. The generator takes an *EmailMessage* and turns it back into a serialized byte stream. (The parser and generator also handle streams of text characters, but this usage is discouraged as it is too easy to end up with messages that are not valid in one way or another.)

The control component is the *policy* module. Every *EmailMessage*, every *generator*, and every *parser* has an associated *policy* object that controls its behavior. Usually an application only needs to specify the policy when an *EmailMessage* is created, either by directly instantiating an *EmailMessage* to create a new email, or by parsing an input stream using a *parser*. But the policy can be changed when the message is serialized using a *generator*. This allows, for example, a generic email message to be parsed from disk, but to serialize it using standard SMTP settings when sending it to an email server.

The email package does its best to hide the details of the various governing RFCs from the application. Conceptually the application should be able to treat the email message as a structured tree of unicode text and binary attachments, without having to worry about how these are represented when serialized. In practice, however, it is often necessary to be aware of at least some of the rules governing MIME messages and their structure, specifically the names and nature of the MIME "content types" and how they identify multipart documents. For the most part this knowledge should only be required for more complex applications, and even then it should only be the high level structure in question, and not the details of how those structures are represented. Since MIME content types are used widely in modern internet software (not just email), this will be a familiar concept to many programmers.

The following sections describe the functionality of the *email* package. We start with the *message* object model, which is the primary interface an application will use, and follow that with the *parser* and *generator* components. Then we cover the *policy* controls, which completes the treatment of the main components of the library.

The next three sections cover the exceptions the package may raise and the defects (non-compliance with the RFCs) that the *parser* may detect. Then we cover the *headerregistry* and the *contentmanager* sub-components, which provide tools for doing more detailed manipulation of headers and payloads, respectively. Both of these components contain features relevant to consuming and producing non-trivial messages, but also document their extensibility APIs, which will be of interest to advanced applications.

Following those is a set of examples of using the fundamental parts of the APIs covered in the preceding sections.

The foregoing represent the modern (unicode friendly) API of the email package. The remaining sections, starting with the *Message* class, cover the legacy *compat32* API that deals much more directly with the details of how email messages are represented. The *compat32* API does *not* hide the details of the RFCs from the application, but for applications that need to operate at that level, they can be useful tools. This documentation is also relevant for applications that are still using the *compat32* API for backward compatibility reasons.

バージョン 3.6 で変更: Docs reorganized and rewritten to promote the new *EmailMessage*/*EmailPolicy* API.

email パッケージ文書の内容

19.1.1 email.message: Representing an email message

ソースコード: Lib/email/message.py

Added in version 3.6:[*1]

The central class in the *email* package is the *EmailMessage* class, imported from the *email.message* module. It is the base class for the *email* object model. *EmailMessage* provides the core functionality for setting and querying header fields, for accessing message bodies, and for creating or modifying structured messages.

An email message consists of *headers* and a *payload* (which is also referred to as the *content*). Headers are **RFC 5322** or **RFC 6532** style field names and values, where the field name and value are separated by a colon. The colon is not part of either the field name or the field value. The payload may be a simple text message, or a binary object, or a structured sequence of sub-messages each with their own set of headers and their own payload. The latter type of payload is indicated by the message having a MIME type such as *multipart/** or *message/rfc822*.

The conceptual model provided by an *EmailMessage* object is that of an ordered dictionary of headers coupled with a *payload* that represents the **RFC 5322** body of the message, which might be a list of sub-EmailMessage objects. In addition to the normal dictionary methods for accessing the header names and values, there are methods for accessing specialized information from the headers (for example the MIME content type), for operating on the payload, for generating a serialized version of the message, and for recursively walking over the object tree.

The *EmailMessage* dictionary-like interface is indexed by the header names, which must be ASCII values. The values of the dictionary are strings with some extra methods. Headers are stored and returned in case-preserving form, but field names are matched case-insensitively. The keys are ordered, but unlike a real dict, there can be duplicates. Additional methods are provided for working with headers that have duplicate keys.

The *payload* is either a string or bytes object, in the case of simple message objects, or a list of *EmailMessage* objects, for MIME container documents such as *multipart/** and *message/rfc822* message objects.

class email.message.**EmailMessage**(*policy=default*)

If *policy* is specified use the rules it specifies to update and serialize the representation of the message. If *policy* is not set, use the *default* policy, which follows the rules of the email RFCs except for line endings (instead of the RFC mandated \r\n, it uses the Python standard \n line endings). For more information see the *policy* documentation.

[*1] Originally added in 3.4 as a *provisional module*. Docs for legacy message class moved to *email.message.Message: compat32 API を使用した電子メールメッセージの表現*.

as_string(*unixfrom=False*, *maxheaderlen=None*, *policy=None*)

Return the entire message flattened as a string. When optional *unixfrom* is true, the envelope header is included in the returned string. *unixfrom* defaults to `False`. For backward compatibility with the base *Message* class *maxheaderlen* is accepted, but defaults to `None`, which means that by default the line length is controlled by the *max_line_length* of the policy. The *policy* argument may be used to override the default policy obtained from the message instance. This can be used to control some of the formatting produced by the method, since the specified *policy* will be passed to the *Generator*.

もし、文字列への変換を完全に行うためにデフォルト値を埋める必要がある場合、メッセージのフラット化は *EmailMessage* の変更を引き起こす可能性があります (例えば、MIME の境界が生成される、変更される等)。

Note that this method is provided as a convenience and may not be the most useful way to serialize messages in your application, especially if you are dealing with multiple messages. See *email.generator.Generator* for a more flexible API for serializing messages. Note also that this method is restricted to producing messages serialized as "7 bit clean" when *utf8* is `False`, which is the default.

バージョン 3.6 で変更: the default behavior when *maxheaderlen* is not specified was changed from defaulting to 0 to defaulting to the value of *max_line_length* from the policy.

__str__()

Equivalent to `as_string(policy=self.policy.clone(utf8=True))`. Allows `str(msg)` to produce a string containing the serialized message in a readable format.

バージョン 3.4 で変更: the method was changed to use `utf8=True`, thus producing an **RFC 6531**-like message representation, instead of being a direct alias for *as_string()*.

as_bytes(*unixfrom=False*, *policy=None*)

Return the entire message flattened as a bytes object. When optional *unixfrom* is true, the envelope header is included in the returned string. *unixfrom* defaults to `False`. The *policy* argument may be used to override the default policy obtained from the message instance. This can be used to control some of the formatting produced by the method, since the specified *policy* will be passed to the *BytesGenerator*.

もし、文字列への変換を完全に行うためにデフォルト値を埋める必要がある場合、メッセージのフラット化は *EmailMessage* の変更を引き起こす可能性があります (例えば、MIME の境界が生成される、変更される等)。

Note that this method is provided as a convenience and may not be the most useful way to serialize messages in your application, especially if you are dealing with multiple messages. See *email.generator.BytesGenerator* for a more flexible API for serializing messages.

__bytes__()

Equivalent to *as_bytes()*. Allows **bytes**(msg) to produce a bytes object containing the serialized message.

is_multipart()

Return **True** if the message's payload is a list of sub-*EmailMessage* objects, otherwise return **False**. When *is_multipart()* returns **False**, the payload should be a string object (which might be a CTE encoded binary payload). Note that *is_multipart()* returning **True** does not necessarily mean that "msg.get_content_maintype() == 'multipart'" will return the **True**. For example, **is_multipart** will return **True** when the *EmailMessage* is of type **message/rfc822**.

set_unixfrom(*unixfrom*)

Set the message's envelope header to *unixfrom*, which should be a string. (See *mboxMessage* for a brief description of this header.)

get_unixfrom()

メッセージのエンベロープヘッダを返します。エンベロープヘッダが設定されていない場合は **None** が返されます。

The following methods implement the mapping-like interface for accessing the message's headers. Note that there are some semantic differences between these methods and a normal mapping (i.e. dictionary) interface. For example, in a dictionary there are no duplicate keys, but here there may be duplicate message headers. Also, in dictionaries there is no guaranteed order to the keys returned by *keys()*, but in an *EmailMessage* object, headers are always returned in the order they appeared in the original message, or in which they were added to the message later. Any header deleted and then re-added is always appended to the end of the header list.

These semantic differences are intentional and are biased toward convenience in the most common use cases.

注意: どんな場合も、メッセージ中のエンベロープヘッダはこのマップ形式のインタフェイスには含まれません。

__len__()

複製されたものもふくめてヘッダ数の合計を返します。

__contains__(*name*)

Return **True** if the message object has a field named *name*. Matching is done without regard to case and *name* does not include the trailing colon. Used for the **in** operator. For example:

```
if 'message-id' in myMessage:
   print('Message-ID:', myMessage['message-id'])
```

__getitem__(*name*)

Return the value of the named header field. *name* does not include the colon field separator. If the header is missing, `None` is returned; a *KeyError* is never raised.

Note that if the named field appears more than once in the message's headers, exactly which of those field values will be returned is undefined. Use the *get_all()* method to get the values of all the extant headers named *name*.

Using the standard (non-`compat32`) policies, the returned value is an instance of a subclass of *email.headerregistry.BaseHeader*.

__setitem__(*name*, *val*)

メッセージヘッダに *name* という名前の *val* という値をもつフィールドをあらたに追加します。このフィールドは現在メッセージに存在するヘッダーのいちばん後に追加されます。

注意: このメソッドでは、すでに同一の名前で存在するフィールドは上書き **されません**。もしメッセージが名前 *name* をもつフィールドをひとつしか持たないようにしたければ、最初にそれを除去してください。たとえば:

```
del msg['subject']
msg['subject'] = 'Python roolz!'
```

If the *policy* defines certain headers to be unique (as the standard policies do), this method may raise a *ValueError* when an attempt is made to assign a value to such a header when one already exists. This behavior is intentional for consistency's sake, but do not depend on it as we may choose to make such assignments do an automatic deletion of the existing header in the future.

__delitem__(*name*)

メッセージのヘッダから、*name* という名前をもつフィールドをすべて除去します。たとえこの名前をもつヘッダが存在していなくても例外は発生しません。

keys()

メッセージ中にあるすべてのヘッダのフィールド名のリストを返します。

values()

メッセージ中にあるすべてのフィールドの値のリストを返します。

items()

メッセージ中にあるすべてのヘッダのフィールド名とその値を 2-タプルのリストとして返します。

get(*name*, *failobj=None*)

Return the value of the named header field. This is identical to `__getitem__()` except that optional *failobj* is returned if the named header is missing (*failobj* defaults to `None`).

Here are some additional useful header related methods:

get_all(*name*, *failobj=None*)

name の名前をもつフィールドのすべての値からなるリストを返します。該当する名前のヘッダがメッセージ中に含まれていない場合は *failobj* (デフォルトでは None) が返されます。

add_header(*_name*, *_value*, ***_params*)

拡張ヘッダ設定。このメソッドは *__setitem__()* と似ていますが、追加のヘッダ・パラメータをキーワード引数で指定できるところが違っています。*_name* に追加するヘッダフィールドを、*_value* にそのヘッダの **最初の** 値を渡します。

For each item in the keyword argument dictionary *_params*, the key is taken as the parameter name, with underscores converted to dashes (since dashes are illegal in Python identifiers). Normally, the parameter will be added as `key="value"` unless the value is None, in which case only the key will be added.

If the value contains non-ASCII characters, the charset and language may be explicitly controlled by specifying the value as a three tuple in the format `(CHARSET, LANGUAGE, VALUE)`, where `CHARSET` is a string naming the charset to be used to encode the value, `LANGUAGE` can usually be set to None or the empty string (see **RFC 2231** for other possibilities), and `VALUE` is the string value containing non-ASCII code points. If a three tuple is not passed and the value contains non-ASCII characters, it is automatically encoded in **RFC 2231** format using a `CHARSET` of `utf-8` and a `LANGUAGE` of None.

以下に例を示します。:

```
msg.add_header('Content-Disposition', 'attachment', filename='bud.gif')
```

こうするとヘッダには以下のように追加されます

```
Content-Disposition: attachment; filename="bud.gif"
```

An example of the extended interface with non-ASCII characters:

```
msg.add_header('Content-Disposition', 'attachment',
               filename=('iso-8859-1', '', 'Fußballer.ppt'))
```

replace_header(*_name*, *_value*)

Replace a header. Replace the first header found in the message that matches *_name*, retaining header order and field name case of the original header. If no matching header is found, raise a *KeyError*.

get_content_type()

Return the message's content type, coerced to lower case of the form *maintype/subtype*. If there is no *Content-Type* header in the message return the value returned by *get_default_type()*. If the *Content-Type* header is invalid, return `text/plain`.

(According to **RFC 2045**, messages always have a default type, *get_content_type()* will always return a value. **RFC 2045** defines a message's default type to be *text/plain* unless it appears inside a *multipart/digest* container, in which case it would be *message/rfc822*. If the *Content-Type* header has an invalid type specification, **RFC 2045** mandates that the default type be *text/plain*.)

get_content_maintype()

そのメッセージの主 content-type を返します。これは *get_content_type()* によって返される文字列の *maintype* 部分です。

get_content_subtype()

そのメッセージの副 content-type (sub content-type、subtype) を返します。これは *get_content_type()* によって返される文字列の *subtype* 部分です。

get_default_type()

デフォルトの content-type を返します。ほどんどのメッセージではデフォルトの content-type は *text/plain* ですが、メッセージが *multipart/digest* コンテナに含まれているときだけ例外的に *message/rfc822* になります。

set_default_type(*ctype*)

Set the default content type. *ctype* should either be *text/plain* or *message/rfc822*, although this is not enforced. The default content type is not stored in the *Content-Type* header, so it only affects the return value of the `get_content_type` methods when no *Content-Type* header is present in the message.

set_param(*param*, *value*, *header='Content-Type'*, *requote=True*, *charset=None*, *language=''*, *replace=False*)

Set a parameter in the *Content-Type* header. If the parameter already exists in the header, replace its value with *value*. When *header* is `Content-Type` (the default) and the header does not yet exist in the message, add it, set its value to *text/plain*, and append the new parameter value. Optional *header* specifies an alternative header to *Content-Type*.

If the value contains non-ASCII characters, the charset and language may be explicitly specified using the optional *charset* and *language* parameters. Optional *language* specifies the **RFC 2231** language, defaulting to the empty string. Both *charset* and *language* should be strings. The default is to use the `utf8` *charset* and `None` for the *language*.

If *replace* is `False` (the default) the header is moved to the end of the list of headers. If *replace* is `True`, the header will be updated in place.

Use of the *requote* parameter with *EmailMessage* objects is deprecated.

Note that existing parameter values of headers may be accessed through the *params* attribute of the header value (for example, `msg['Content-Type'].params['charset']`).

バージョン 3.4 で変更: replace キーワードが追加されました。

del_param(*param*, *header='content-type'*, *requote=True*)

指定されたパラメータを *Content-Type* ヘッダ中から完全にとりのぞきます。ヘッダはそのパラメータと値がない状態に書き換えられます。オプション変数 *header* が与えられた場合、*Content-Type* のかわりにそのヘッダが使用されます。

Use of the *requote* parameter with *EmailMessage* objects is deprecated.

get_filename(*failobj=None*)

そのメッセージ中の *Content-Disposition* ヘッダにある、filename パラメータの値を返します。目的のヘッダに filename パラメータがない場合には *Content-Type* ヘッダにある name パラメータを探します。それも無い場合またはヘッダが無い場合には *failobj* が返されます。返される文字列はつねに *email.utils.unquote()* によって unquote されます。

get_boundary(*failobj=None*)

そのメッセージ中の *Content-Type* ヘッダにある、boundary パラメータの値を返します。目的のヘッダが欠けていたり、boundary パラメータがない場合には *failobj* が返されます。返される文字列はつねに *email.utils.unquote()* によって unquote されます。

set_boundary(*boundary*)

メッセージ中の *Content-Type* ヘッダにある、boundary パラメータに値を設定します。*set_boundary()* は必要に応じて *boundary* を quote します。そのメッセージが *Content-Type* ヘッダを含んでいない場合、*HeaderParseError* が発生します。

Note that using this method is subtly different from deleting the old *Content-Type* header and adding a new one with the new boundary via *add_header()*, because *set_boundary()* preserves the order of the *Content-Type* header in the list of headers.

get_content_charset(*failobj=None*)

そのメッセージ中の *Content-Type* ヘッダにある、charset パラメータの値を返します。値はすべて小文字に変換されます。メッセージ中に *Content-Type* がなかったり、このヘッダ中に charaset パラメータがない場合には *failobj* が返されます。

get_charsets(*failobj=None*)

メッセージ中に含まれる文字セットの名前をすべてリストにして返します。そのメッセージが *multipart* である場合、返されるリストの各要素がそれぞれの subpart のペイロードに対応します。それ以外の場合、これは長さ 1 のリストを返します。

リスト中の各要素は文字列であり、これは対応する subpart 中のそれぞれの *Content-Type* ヘッダにある charset の値です。その subpart が *Content-Type* をもってないか、charset がないか、あるいは MIME maintype が *text* でないいずれかの場合には、リストの要素として *failobj* が返されます。

is_attachment()

Content-Disposition ヘッダが存在し、その (大文字小文字を区別しない) 値が attachment の場合、True を返します。それ以外の場合は False を返します。

バージョン 3.4.2 で変更: *is_multipart()* との一貫性のために、is_attachment が属性からメソッドになりました。

get_content_disposition()

Return the lowercased value (without parameters) of the message's *Content-Disposition* header if it has one, or None. The possible values for this method are *inline*, *attachment* or None if the message follows **RFC 2183**.

Added in version 3.5.

The following methods relate to interrogating and manipulating the content (payload) of the message.

walk()

walk() メソッドは多目的のジェネレータで、これはあるメッセージオブジェクトツリー中のすべての part および subpart をわたり歩くのに使えます。順序は深さ優先です。おそらく典型的な用法は、*walk()* を for ループ中でのイテレータとして使うことでしょう。ループを一回まわるごとに、次の subpart が返されるのです。

以下の例は、multipart メッセージのすべての part において、その MIME タイプを表示していくものです。:

```
>>> for part in msg.walk():
...     print(part.get_content_type())
multipart/report
text/plain
message/delivery-status
text/plain
text/plain
message/rfc822
text/plain
```

walk iterates over the subparts of any part where *is_multipart()* returns True, even though msg.get_content_maintype() == 'multipart' may return False. We can see this in our example by making use of the _structure debug helper function:

```
>>> from email.iterators import _structure
>>> for part in msg.walk():
...     print(part.get_content_maintype() == 'multipart',
...           part.is_multipart())
True True
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
False False
False True
False False
False False
False True
False False
>>> _structure(msg)
multipart/report
    text/plain
    message/delivery-status
        text/plain
        text/plain
    message/rfc822
        text/plain
```

Here the `message` parts are not `multiparts`, but they do contain subparts. `is_multipart()` returns `True` and `walk` descends into the subparts.

`get_body`(*preferencelist=('related', 'html', 'plain')*)

メッセージの "本体" の最有力候補となる MIME 部を返します。

preferencelist must be a sequence of strings from the set `related`, `html`, and `plain`, and indicates the order of preference for the content type of the part returned.

Start looking for candidate matches with the object on which the `get_body` method is called.

If `related` is not included in *preferencelist*, consider the root part (or subpart of the root part) of any related encountered as a candidate if the (sub-)part matches a preference.

When encountering a `multipart/related`, check the `start` parameter and if a part with a matching *`Content-ID`* is found, consider only it when looking for candidate matches. Otherwise consider only the first (default root) part of the `multipart/related`.

If a part has a *`Content-Disposition`* header, only consider the part a candidate match if the value of the header is `inline`.

If none of the candidates matches any of the preferences in *preferencelist*, return `None`.

Notes: (1) For most applications the only *preferencelist* combinations that really make sense are `('plain',)`, `('html', 'plain')`, and the default `('related', 'html', 'plain')`. (2) Because matching starts with the object on which `get_body` is called, calling `get_body` on a `multipart/related` will return the object itself unless *preferencelist* has a non-default value. (3) Messages (or message parts) that do not specify a *`Content-Type`* or whose *`Content-Type`* header is invalid will be treated as if they are of type `text/plain`, which may occasionally cause `get_body` to return unexpected results.

iter_attachments()

Return an iterator over all of the immediate sub-parts of the message that are not candidate "body" parts. That is, skip the first occurrence of each of `text/plain`, `text/html`, `multipart/related`, or `multipart/alternative` (unless they are explicitly marked as attachments via *Content-Disposition: attachment*), and return all remaining parts. When applied directly to a `multipart/related`, return an iterator over the all the related parts except the root part (ie: the part pointed to by the `start` parameter, or the first part if there is no `start` parameter or the `start` parameter doesn't match the *Content-ID* of any of the parts). When applied directly to a `multipart/alternative` or a non-`multipart`, return an empty iterator.

iter_parts()

Return an iterator over all of the immediate sub-parts of the message, which will be empty for a non-`multipart`. (See also *walk()*.)

get_content(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)

Call the *get_content()* method of the *content_manager*, passing self as the message object, and passing along any other arguments or keywords as additional arguments. If *content_manager* is not specified, use the `content_manager` specified by the current *policy*.

set_content(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)

Call the *set_content()* method of the *content_manager*, passing self as the message object, and passing along any other arguments or keywords as additional arguments. If *content_manager* is not specified, use the `content_manager` specified by the current *policy*.

make_related(*boundary=None*)

Convert a non-`multipart` message into a `multipart/related` message, moving any existing *Content-* headers and payload into a (new) first part of the `multipart`. If *boundary* is specified, use it as the boundary string in the multipart, otherwise leave the boundary to be automatically created when it is needed (for example, when the message is serialized).

make_alternative(*boundary=None*)

Convert a non-`multipart` or a `multipart/related` into a `multipart/alternative`, moving any existing *Content-* headers and payload into a (new) first part of the `multipart`. If *boundary* is specified, use it as the boundary string in the multipart, otherwise leave the boundary to be automatically created when it is needed (for example, when the message is serialized).

make_mixed(*boundary=None*)

Convert a non-`multipart`, a `multipart/related`, or a `multipart-alternative` into a `multipart/mixed`, moving any existing *Content-* headers and payload into a (new) first part of the `multipart`. If *boundary* is specified, use it as the boundary string in the multipart, otherwise leave the boundary to be automatically created when it is needed (for example, when the message is serialized).

add_related(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)

If the message is a `multipart/related`, create a new message object, pass all of the arguments to its *set_content()* method, and *attach()* it to the `multipart`. If the message is a non-`multipart`, call *make_related()* and then proceed as above. If the message is any other type of `multipart`, raise a *TypeError*. If *content_manager* is not specified, use the `content_manager` specified by the current *policy*. If the added part has no *Content-Disposition* header, add one with the value `inline`.

add_alternative(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)

If the message is a `multipart/alternative`, create a new message object, pass all of the arguments to its *set_content()* method, and *attach()* it to the `multipart`. If the message is a non-`multipart` or `multipart/related`, call *make_alternative()* and then proceed as above. If the message is any other type of `multipart`, raise a *TypeError*. If *content_manager* is not specified, use the `content_manager` specified by the current *policy*.

add_attachment(**args*, *content_manager=None*, ***kw*)

If the message is a `multipart/mixed`, create a new message object, pass all of the arguments to its *set_content()* method, and *attach()* it to the `multipart`. If the message is a non-`multipart`, `multipart/related`, or `multipart/alternative`, call *make_mixed()* and then proceed as above. If *content_manager* is not specified, use the `content_manager` specified by the current *policy*. If the added part has no *Content-Disposition* header, add one with the value `attachment`. This method can be used both for explicit attachments (*Content-Disposition: attachment*) and `inline` attachments (*Content-Disposition: inline*), by passing appropriate options to the `content_manager`.

clear()

ペイロードとヘッダの全てを削除します。

clear_content()

Remove the payload and all of the *!Content-* headers, leaving all other headers intact and in their original order.

EmailMessage オブジェクトは次のようなインスタンス属性を持ちます:

preamble

MIME ドキュメントの形式では、ヘッダ直後にくる空行と最初の multipart 境界をあらわす文字列のあいだにいくらかのテキスト (訳注: preamble, 序文) を埋めこむことを許しています。このテキストは標準的な MIME の範疇からはみ出しているので、MIME 形式を認識するメールソフトからこれらは通常まったく見えません。しかしメッセージのテキストを生で見る場合、あるいはメッセージを MIME 対応していないメールソフトで見る場合、このテキストは目に見えることになります。

preamble 属性は MIME ドキュメントに加えるこの最初の MIME 範囲外テキストを含んでいます。*Parser* があるテキストをヘッダ以降に発見したが、それはまだ最初の MIME 境界文字列が現れる

前だった場合、パーザはそのテキストをメッセージの *preamble* 属性に格納します。*Generator* がある MIME メッセージからプレーンテキスト形式を生成するときメッセージが *preamble* 属性を持つことが発見されれば、これはそのテキストをヘッダと最初の MIME 境界の間に挿入します。詳細は *email.parser* および *email.generator* を参照してください。

注意: そのメッセージに preamble がない場合、*preamble* 属性には `None` が格納されます。

epilogue

The *epilogue* attribute acts the same way as the *preamble* attribute, except that it contains text that appears between the last boundary and the end of the message. As with the *preamble*, if there is no epilog text this attribute will be `None`.

defects

defects 属性はメッセージを解析する途中で検出されたすべての問題点 (defect、障害) のリストを保持しています。解析中に発見されうる障害についてのより詳細な説明は *email.errors* を参照してください。

class email.message.**MIMEPart**(*policy=default*)

This class represents a subpart of a MIME message. It is identical to *EmailMessage*, except that no *MIME-Version* headers are added when *set_content()* is called, since sub-parts do not need their own *MIME-Version* headers.

脚注

19.1.2 email.parser: Parsing email messages

ソースコード: Lib/email/parser.py

Message object structures can be created in one of two ways: they can be created from whole cloth by creating an *EmailMessage* object, adding headers using the dictionary interface, and adding payload(s) using *set_content()* and related methods, or they can be created by parsing a serialized representation of the email message.

The *email* package provides a standard parser that understands most email document structures, including MIME documents. You can pass the parser a bytes, string or file object, and the parser will return to you the root *EmailMessage* instance of the object structure. For simple, non-MIME messages the payload of this root object will likely be a string containing the text of the message. For MIME messages, the root object will return `True` from its *is_multipart()* method, and the subparts can be accessed via the payload manipulation methods, such as *get_body()*, *iter_parts()*, and *walk()*.

There are actually two parser interfaces available for use, the *Parser* API and the incremental *FeedParser* API. The *Parser* API is most useful if you have the entire text of the message in memory, or if the entire

message lives in a file on the file system. *FeedParser* is more appropriate when you are reading the message from a stream which might block waiting for more input (such as reading an email message from a socket). The *FeedParser* can consume and parse the message incrementally, and only returns the root object when you close the parser.

Note that the parser can be extended in limited ways, and of course you can implement your own parser completely from scratch. All of the logic that connects the *email* package's bundled parser and the *EmailMessage* class is embodied in the *Policy* class, so a custom parser can create message object trees any way it finds necessary by implementing custom versions of the appropriate `Policy` methods.

FeedParser API

The *BytesFeedParser*, imported from the `email.feedparser` module, provides an API that is conducive to incremental parsing of email messages, such as would be necessary when reading the text of an email message from a source that can block (such as a socket). The *BytesFeedParser* can of course be used to parse an email message fully contained in a *bytes-like object*, string, or file, but the *BytesParser* API may be more convenient for such use cases. The semantics and results of the two parser APIs are identical.

BytesFeedParser API は簡単です。まずインスタンスをつくり、それに bytes を (それ以上 bytes が必要なくなるまで) 流しこみます。その後パーザを close すると根っこ (root) のメッセージオブジェクトが返されます。標準に従ったメッセージを解析する場合、*BytesFeedParser* は非常に正確であり、標準に従っていないメッセージでもちゃんと動きます。そのさい、これはメッセージがどのように壊れていると認識されたかについての情報を残します。これはメッセージオブジェクトの *defects* 属性にリストとして現れ、メッセージ中に発見された問題が記録されます。パーザが検出できる障害 (defect) については *email.errors* モジュールを参照してください。

以下は *BytesFeedParser* の API です:

class email.parser.**BytesFeedParser**(*_factory=None*, *, *policy=policy.compat32*)

Create a *BytesFeedParser* instance. Optional *_factory* is a no-argument callable; if not specified use the *message_factory* from the *policy*. Call *_factory* whenever a new message object is needed.

If *policy* is specified use the rules it specifies to update the representation of the message. If *policy* is not set, use the *compat32* policy, which maintains backward compatibility with the Python 3.2 version of the email package and provides *Message* as the default factory. All other policies provide *EmailMessage* as the default *_factory*. For more information on what else *policy* controls, see the *policy* documentation.

Note: **The policy keyword should always be specified**; The default will change to *email.policy.default* in a future version of Python.

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: キーワード引数 *policy* が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *_factory* defaults to the policy `message_factory`.

`feed`(*data*)

パーサーにデータを供給します。*data* は 1 行または複数行からなる *bytes-like object* を渡します。渡される行は完結していなくてもよく、その場合パーサーは部分的な行を適切につなぎ合わせます。各行は 3 種類の標準的な行末文字 (復帰 CR、改行 LF、または CR+LF) どれかの組み合わせでよく、これらが混在してもかまいません。

`close`()

Complete the parsing of all previously fed data and return the root message object. It is undefined what happens if *feed()* is called after this method has been called.

`class email.parser.FeedParser`(*_factory=None*, *, *policy=policy.compat32*)

Works like *BytesFeedParser* except that the input to the *feed()* method must be a string. This is of limited utility, since the only way for such a message to be valid is for it to contain only ASCII text or, if `utf8` is `True`, no binary attachments.

バージョン 3.3 で変更: キーワード引数 *policy* が追加されました。

Parser API

The *BytesParser* class, imported from the *email.parser* module, provides an API that can be used to parse a message when the complete contents of the message are available in a *bytes-like object* or file. The *email.parser* module also provides *Parser* for parsing strings, and header-only parsers, *BytesHeaderParser* and *HeaderParser*, which can be used if you're only interested in the headers of the message. *BytesHeaderParser* and *HeaderParser* can be much faster in these situations, since they do not attempt to parse the message body, instead setting the payload to the raw body.

`class email.parser.BytesParser`(*_class=None*, *, *policy=policy.compat32*)

Create a *BytesParser* instance. The *_class* and *policy* arguments have the same meaning and semantics as the *_factory* and *policy* arguments of *BytesFeedParser*.

Note: **The policy keyword should always be specified**; The default will change to *email.policy.default* in a future version of Python.

バージョン 3.3 で変更: 2.4 で非推奨になった *strict* 引数の削除。キーワード引数 *policy* の追加。

バージョン 3.6 で変更: *_class* defaults to the policy `message_factory`.

`parse`(*fp*, *headersonly=False*)

Read all the data from the binary file-like object *fp*, parse the resulting bytes, and return the message object. *fp* must support both the *readline()* and the `read()` methods.

The bytes contained in *fp* must be formatted as a block of **RFC 5322** (or, if `utf8` is `True`, **RFC 6532**) style headers and header continuation lines, optionally preceded by an envelope header. The header block is terminated either by the end of the data or by a blank line. Following the

header block is the body of the message (which may contain MIME-encoded subparts, including subparts with a *Content-Transfer-Encoding* of 8bit).

オプション引数 *headersonly* はヘッダを読み終えた後にパースを止めるかを指定するフラグです。デフォルトは False で、ファイルの内容全体をパースします。

parsebytes(*bytes*, *headersonly=False*)

Similar to the *parse()* method, except it takes a *bytes-like object* instead of a file-like object. Calling this method on a *bytes-like object* is equivalent to wrapping *bytes* in a *BytesIO* instance first and calling *parse()*.

オプション引数 *headersonly* は *parse()* メソッドと同じです。

Added in version 3.2.

class email.parser.BytesHeaderParser(*_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Exactly like *BytesParser*, except that *headersonly* defaults to True.

Added in version 3.3.

class email.parser.Parser(*_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

This class is parallel to *BytesParser*, but handles string input.

バージョン 3.3 で変更: *strict* 引数の削除。キーワード引数 *policy* の追加。

バージョン 3.6 で変更: *_class* defaults to the policy message_factory.

parse(*fp*, *headersonly=False*)

ファイルなどテキストモードのストリーム形式 (file-like) のオブジェクト *fp* からすべてのデータを読み込み、得られたテキストを解析して基底 (root) メッセージオブジェクト構造を返します。*fp* はストリーム形式のオブジェクトで *readline()* および *read()* 両方のメソッドをサポートしている必要があります。

Other than the text mode requirement, this method operates like *BytesParser.parse()*.

parsestr(*text*, *headersonly=False*)

parse() メソッドに似ていますが、ファイルなどのストリーム形式のかわりに文字列を引数としてとるところが違います。文字列に対してこのメソッドを呼ぶことは、*text* を *StringIO* インスタンスとして作成して *parse()* を適用するのと同じです。

オプション引数 *headersonly* は *parse()* メソッドと同じです。

class email.parser.HeaderParser(*_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

Exactly like *Parser*, except that *headersonly* defaults to True.

ファイルや文字列からメッセージオブジェクト構造を作成するのはかなりよくおこなわれる作業なので、便宜上次のような 4 つの関数が提供されています。これらは *email* パッケージのトップレベルの名前空間で使用できます。

email.**message_from_bytes**(*s*, *_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

bytes-like **オブジェクト** からメッセージオブジェクト構造を作成して返します。これは `BytesParser().parsebytes(s)` と同じです。オプション引数 *_class* および *policy* は *BytesParser* クラスのコンストラクタと同様に解釈されます。

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: *strict* 引数の削除。キーワード引数 *policy* の追加。

email.**message_from_binary_file**(*fp*, *_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

オープンされたバイナリ *file object* からメッセージオブジェクト構造を作成して返します。これは `BytesParser().parse(fp)` と同じです。*_class* および *policy* は *BytesParser* クラスのコンストラクタと同様に解釈されます。

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: *strict* 引数の削除。キーワード引数 *policy* の追加。

email.**message_from_string**(*s*, *_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

文字列からメッセージオブジェクト構造を作成して返します。これは `Parser().parsestr(s)` と同じです。*_class* および *policy* は *Parser* クラスのコンストラクタと同様に解釈されます。

バージョン 3.3 で変更: *strict* 引数の削除。キーワード引数 *policy* の追加。

email.**message_from_file**(*fp*, *_class=None*, ***, *policy=policy.compat32*)

オープンされた *file object* からメッセージオブジェクト構造を作成して返します。これは `Parser().parse(fp)` と同じです。*_class* および *policy* は *Parser* クラスのコンストラクタと同様に解釈されます。

バージョン 3.3 で変更: *strict* 引数の削除。キーワード引数 *policy* の追加。

バージョン 3.6 で変更: *_class* defaults to the policy `message_factory`.

対話的な Python プロンプトで *message_from_bytes()* を使用するとすれば、このようになります:

```
>>> import email
>>> msg = email.message_from_bytes(myBytes)
```

追記事項

以下はテキスト解析の際に適用されるいくつかの規約です:

- Most non-*multipart* type messages are parsed as a single message object with a string payload. These objects will return `False` for *is_multipart()*, and *iter_parts()* will yield an empty list.
- All *multipart* type messages will be parsed as a container message object with a list of sub-message objects for their payload. The outer container message will return `True` for *is_multipart()*, and *iter_parts()* will yield a list of subparts.
- Most messages with a content type of *message/** (such as *message/delivery-status* and *message/rfc822*) will also be parsed as container object containing a list payload of length 1. Their *is_multipart()* method will return `True`. The single element yielded by *iter_parts()* will be a sub-message object.
- いくつかの標準的でないメッセージは、*multipart* の使い方に統一がとれていない場合があります。このようなメッセージは *Content-Type* ヘッダに *multipart* を指定しているものの、その *is_multipart()* メソッドは `False` を返すことがあります。もしこのようなメッセージが *FeedParser* によって解析されると、その *defects* 属性のリスト中には `MultipartInvariantViolationDefect` クラスのインスタンスが現れます。詳しい情報については *email.errors* を参照してください。

19.1.3 `email.generator`: Generating MIME documents

ソースコード: Lib/email/generator.py

One of the most common tasks is to generate the flat (serialized) version of the email message represented by a message object structure. You will need to do this if you want to send your message via *smtplib.SMTP.sendmail()*, or print the message on the console. Taking a message object structure and producing a serialized representation is the job of the generator classes.

As with the *email.parser* module, you aren't limited to the functionality of the bundled generator; you could write one from scratch yourself. However the bundled generator knows how to generate most email in a standards-compliant way, should handle MIME and non-MIME email messages just fine, and is designed so that the bytes-oriented parsing and generation operations are inverses, assuming the same non-transforming *policy* is used for both. That is, parsing the serialized byte stream via the *BytesParser* class and then regenerating the serialized byte stream using *BytesGenerator* should produce output identical to the input[*1]. (On the other hand, using the generator on an *EmailMessage* constructed by program may result in changes to the *EmailMessage* object as defaults are filled in.)

[*1] This statement assumes that you use the appropriate setting for `unixfrom`, and that there are no *email.policy* settings calling for automatic adjustments (for example, *refold_source* must be `none`, which is *not* the default). It is also not 100% true, since if the message does not conform to the RFC standards occasionally information about the exact original text is lost during parsing error recovery. It is a goal to fix these latter edge cases when possible.

The *Generator* class can be used to flatten a message into a text (as opposed to binary) serialized representation, but since Unicode cannot represent binary data directly, the message is of necessity transformed into something that contains only ASCII characters, using the standard email RFC Content Transfer Encoding techniques for encoding email messages for transport over channels that are not "8 bit clean".

To accommodate reproducible processing of SMIME-signed messages *Generator* disables header folding for message parts of type `multipart/signed` and all subparts.

class email.generator.BytesGenerator(*outfp*, *mangle_from_=None*, *maxheaderlen=None*, ***, *policy=None*)

Return a *BytesGenerator* object that will write any message provided to the *flatten()* method, or any surrogateescape encoded text provided to the *write()* method, to the *file-like object* *outfp*. *outfp* must support a `write` method that accepts binary data.

If optional *mangle_from_* is `True`, put a `>` character in front of any line in the body that starts with the exact string `"From "`, that is `From` followed by a space at the beginning of a line. *mangle_from_* defaults to the value of the *mangle_from_* setting of the *policy* (which is `True` for the *compat32* policy and `False` for all others). *mangle_from_* is intended for use when messages are stored in Unix mbox format (see *mailbox* and WHY THE CONTENT-LENGTH FORMAT IS BAD).

If *maxheaderlen* is not `None`, refold any header lines that are longer than *maxheaderlen*, or if `0`, do not rewrap any headers. If *manheaderlen* is `None` (the default), wrap headers and other message lines according to the *policy* settings.

If *policy* is specified, use that policy to control message generation. If *policy* is `None` (the default), use the policy associated with the *Message* or *EmailMessage* object passed to `flatten` to control the message generation. See *email.policy* for details on what *policy* controls.

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: キーワード引数 *policy* が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: The default behavior of the *mangle_from_* and *maxheaderlen* parameters is to follow the policy.

flatten(*msg*, *unixfrom=False*, *linesep=None*)

msg を基点とするメッセージオブジェクト構造体の文字表現を出力します。出力先のファイルにはこの *BytesGenerator* インスタンスが作成されたときに指定されたものが使われます。

If the *policy* option *cte_type* is `8bit` (the default), copy any headers in the original parsed message that have not been modified to the output with any bytes with the high bit set reproduced as in the original, and preserve the non-ASCII *Content-Transfer-Encoding* of any body parts that have them. If `cte_type` is `7bit`, convert the bytes with the high bit set as needed using an ASCII-compatible *Content-Transfer-Encoding*. That is, transform parts with non-ASCII *Content-Transfer-Encoding* (*Content-Transfer-Encoding: 8bit*) to an ASCII compatible

Content-Transfer-Encoding, and encode RFC-invalid non-ASCII bytes in headers using the MIME `unknown-8bit` character set, thus rendering them RFC-compliant.

If *unixfrom* is `True`, print the envelope header delimiter used by the Unix mailbox format (see *mailbox*) before the first of the **RFC 5322** headers of the root message object. If the root object has no envelope header, craft a standard one. The default is `False`. Note that for subparts, no envelope header is ever printed.

If *linesep* is not `None`, use it as the separator character between all the lines of the flattened message. If *linesep* is `None` (the default), use the value specified in the *policy*.

`clone`(*fp*)

Return an independent clone of this *BytesGenerator* instance with the exact same option settings, and *fp* as the new *outfp*.

`write`(*s*)

Encode *s* using the `ASCII` codec and the `surrogateescape` error handler, and pass it to the *write* method of the *outfp* passed to the *BytesGenerator*'s constructor.

As a convenience, *EmailMessage* provides the methods *as_bytes()* and `bytes(aMessage)` (a.k.a. *__bytes__()*), which simplify the generation of a serialized binary representation of a message object. For more detail, see *email.message*.

Because strings cannot represent binary data, the *Generator* class must convert any binary data in any message it flattens to an ASCII compatible format, by converting them to an ASCII compatible *Content-Transfer_Encoding*. Using the terminology of the email RFCs, you can think of this as *Generator* serializing to an I/O stream that is not "8 bit clean". In other words, most applications will want to be using *BytesGenerator*, and not *Generator*.

`class email.generator.Generator`(*outfp*, *mangle_from_=None*, *maxheaderlen=None*, ***, *policy=None*)

Return a *Generator* object that will write any message provided to the *flatten()* method, or any text provided to the *write()* method, to the *file-like object* *outfp*. *outfp* must support a `write` method that accepts string data.

If optional *mangle_from_* is `True`, put a `>` character in front of any line in the body that starts with the exact string `"From "`, that is `From` followed by a space at the beginning of a line. *mangle_from_* defaults to the value of the *mangle_from_* setting of the *policy* (which is `True` for the *compat32* policy and `False` for all others). *mangle_from_* is intended for use when messages are stored in Unix mbox format (see *mailbox* and WHY THE CONTENT-LENGTH FORMAT IS BAD).

If *maxheaderlen* is not `None`, refold any header lines that are longer than *maxheaderlen*, or if `0`, do not rewrap any headers. If *manheaderlen* is `None` (the default), wrap headers and other message lines according to the *policy* settings.

If *policy* is specified, use that policy to control message generation. If *policy* is `None` (the default),

use the policy associated with the *Message* or *EmailMessage* object passed to `flatten` to control the message generation. See *email.policy* for details on what *policy* controls.

バージョン 3.3 で変更: キーワード引数 *policy* が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: The default behavior of the *mangle_from_* and *maxheaderlen* parameters is to follow the policy.

flatten(*msg*, *unixfrom=False*, *linesep=None*)

msg を基点とするメッセージオブジェクト構造体の文字表現を出力します。出力先のファイルにはこの *Generator* インスタンスが作成されたときに指定されたものが使われます。

If the *policy* option *cte_type* is `8bit`, generate the message as if the option were set to `7bit`. (This is required because strings cannot represent non-ASCII bytes.) Convert any bytes with the high bit set as needed using an ASCII-compatible *Content-Transfer-Encoding*. That is, transform parts with non-ASCII *Content-Transfer-Encoding* (*Content-Transfer-Encoding: 8bit*) to an ASCII compatible *Content-Transfer-Encoding*, and encode RFC-invalid non-ASCII bytes in headers using the MIME `unknown-8bit` character set, thus rendering them RFC-compliant.

If *unixfrom* is `True`, print the envelope header delimiter used by the Unix mailbox format (see *mailbox*) before the first of the **RFC 5322** headers of the root message object. If the root object has no envelope header, craft a standard one. The default is `False`. Note that for subparts, no envelope header is ever printed.

If *linesep* is not `None`, use it as the separator character between all the lines of the flattened message. If *linesep* is `None` (the default), use the value specified in the *policy*.

バージョン 3.2 で変更: `8bit` メッセージ本体の再エンコードがサポートされました。*linesep* 引数が追加されました。

clone(*fp*)

Return an independent clone of this *Generator* instance with the exact same options, and *fp* as the new *outfp*.

write(*s*)

Write *s* to the *write* method of the *outfp* passed to the *Generator*'s constructor. This provides just enough file-like API for *Generator* instances to be used in the *print()* function.

As a convenience, *EmailMessage* provides the methods *as_string()* and `str(aMessage)` (a.k.a. *__str__()*), which simplify the generation of a formatted string representation of a message object. For more detail, see *email.message*.

The *email.generator* module also provides a derived class, *DecodedGenerator*, which is like the *Generator* base class, except that non-*text* parts are not serialized, but are instead represented in the output stream by a string derived from a template filled in with information about the part.

class email.generator.DecodedGenerator(*outfp*, *mangle_from_=None*, *maxheaderlen=None*, *fmt=None*, ***, *policy=None*)

Act like *Generator*, except that for any subpart of the message passed to *Generator.flatten()*, if the subpart is of main type *text*, print the decoded payload of the subpart, and if the main type is not *text*, instead of printing it fill in the string *fmt* using information from the part and print the resulting filled-in string.

To fill in *fmt*, execute `fmt % part_info`, where `part_info` is a dictionary composed of the following keys and values:

- `type` -- 非 *text* 型 subpart の MIME 形式
- `maintype` -- 非 *text* 型 subpart の MIME 主形式 (maintype)
- `subtype` -- 非 *text* 型 subpart の MIME 副形式 (subtype)
- `filename` -- 非 *text* 型 subpart のファイル名
- `description` -- 非 *text* 型 subpart につけられた説明文字列
- `encoding` -- 非 *text* 型 subpart の Content-transfer-encoding

If *fmt* is `None`, use the following default *fmt*:

"[Non-text (%(type)s) part of message omitted, filename %(filename)s]"

Optional *_mangle_from_* and *maxheaderlen* are as with the *Generator* base class.

脚注

19.1.4 email.policy: Policy Objects

Added in version 3.3.

ソースコード: Lib/email/policy.py

---

email パッケージの主要な目的は様々な E メールや MIME の RFC で記述された E メールメッセージを取り扱うことにあります。しかし、E メールメッセージの一般的なフォーマット (名前の後にコロンが続き、コロンの後に値が続くという構成の複数のヘッダーフィールドのブロック、空白行、任意の 'body') は E メールの分野外での用途が見いだされたフォーマットです。これらの用途には主となる E メールの RFC に厳密に従っているものもあれば、そうでないものもあります。E メールを使った working のときでさえも、厳密な RFC 準拠にしないのが望ましいことがあります。たとえば、基準に従わない E メールサーバーと相互運用する E メールを作成するときや、基準に違反する方法で使用したい拡張機能を実装する E メールを作成するときです。

これらのばらばらな用途に対応するため Policy オブジェクトは E メールパッケージに対して柔軟性を提供します。

A *Policy* object encapsulates a set of attributes and methods that control the behavior of various components of the email package during use. *Policy* instances can be passed to various classes and methods in the email package to alter the default behavior. The settable values and their defaults are described below.

There is a default policy used by all classes in the email package. For all of the *parser* classes and the related convenience functions, and for the *Message* class, this is the *Compat32* policy, via its corresponding pre-defined instance *compat32*. This policy provides for complete backward compatibility (in some cases, including bug compatibility) with the pre-Python3.3 version of the email package.

This default value for the *policy* keyword to *EmailMessage* is the *EmailPolicy* policy, via its pre-defined instance *default*.

When a *Message* or *EmailMessage* object is created, it acquires a policy. If the message is created by a *parser*, a policy passed to the parser will be the policy used by the message it creates. If the message is created by the program, then the policy can be specified when it is created. When a message is passed to a *generator*, the generator uses the policy from the message by default, but you can also pass a specific policy to the generator that will override the one stored on the message object.

The default value for the *policy* keyword for the *email.parser* classes and the parser convenience functions **will be changing** in a future version of Python. Therefore you should **always specify explicitly which policy you want to use** when calling any of the classes and functions described in the *parser* module.

The first part of this documentation covers the features of *Policy*, an *abstract base class* that defines the features that are common to all policy objects, including *compat32*. This includes certain hook methods that are called internally by the email package, which a custom policy could override to obtain different behavior. The second part describes the concrete classes *EmailPolicy* and *Compat32*, which implement the hooks that provide the standard behavior and the backward compatible behavior and features, respectively.

Policy instances are immutable, but they can be cloned, accepting the same keyword arguments as the class constructor and returning a new *Policy* instance that is a copy of the original but with the specified attributes values changed.

As an example, the following code could be used to read an email message from a file on disk and pass it to the system `sendmail` program on a Unix system:

```
>>> from email import message_from_binary_file
>>> from email.generator import BytesGenerator
>>> from email import policy
>>> from subprocess import Popen, PIPE
>>> with open('mymsg.txt', 'rb') as f:
...     msg = message_from_binary_file(f, policy=policy.default)
...
>>> p = Popen(['sendmail', msg['To'].addresses[0]], stdin=PIPE)
>>> g = BytesGenerator(p.stdin, policy=msg.policy.clone(linesep='\r\n'))
>>> g.flatten(msg)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> p.stdin.close()
>>> rc = p.wait()
```

Here we are telling *BytesGenerator* to use the RFC correct line separator characters when creating the binary string to feed into `sendmail's stdin`, where the default policy would use `\n` line separators.

Some email package methods accept a *policy* keyword argument, allowing the policy to be overridden for that method. For example, the following code uses the *as_bytes()* method of the *msg* object from the previous example and writes the message to a file using the native line separators for the platform on which it is running:

```
>>> import os
>>> with open('converted.txt', 'wb') as f:
...     f.write(msg.as_bytes(policy=msg.policy.clone(linesep=os.linesep)))
17
```

Policy オブジェクトは加算オペレータを使用して組み合わせることも可能で、それらのオブジェクトの非デフォルト値を組み合わせた設定を持つ Policy オブジェクトを生成します:

```
>>> compat_SMTP = policy.compat32.clone(linesep='\r\n')
>>> compat_strict = policy.compat32.clone(raise_on_defect=True)
>>> compat_strict_SMTP = compat_SMTP + compat_strict
```

この操作には交換法則が成り立ちません。つまり、オブジェクトを加える順番に結果が依存します。次のように説明できます:

```
>>> policy100 = policy.compat32.clone(max_line_length=100)
>>> policy80 = policy.compat32.clone(max_line_length=80)
>>> apolicy = policy100 + policy80
>>> apolicy.max_line_length
80
>>> apolicy = policy80 + policy100
>>> apolicy.max_line_length
100
```

class email.policy.Policy(***kw*)

This is the *abstract base class* for all policy classes. It provides default implementations for a couple of trivial methods, as well as the implementation of the immutability property, the *clone()* method, and the constructor semantics.

The constructor of a policy class can be passed various keyword arguments. The arguments that may be specified are any non-method properties on this class, plus any additional non-method properties on the concrete class. A value specified in the constructor will override the default value for the corresponding attribute.

This class defines the following properties, and thus values for the following may be passed in the constructor of any policy class:

max_line_length

行の終端文字を数に含まない、シリアライズした出力の任意の行の最大長。デフォルトは **RFC 5322** に従い 78 となっています。値が 0 または *None* の場合は行の折り返しを全くしないべきであるということを示します。

linesep

The string to be used to terminate lines in serialized output. The default is `\n` because that's the internal end-of-line discipline used by Python, though `\r\n` is required by the RFCs.

cte_type

Controls the type of Content Transfer Encodings that may be or are required to be used. The possible values are:

`7bit`	all data must be "7 bit clean" (ASCII-only). This means that where necessary data will be encoded using either quoted-printable or base64 encoding.
`8bit`	data is not constrained to be 7 bit clean. Data in headers is still required to be ASCII-only and so will be encoded (see *fold_binary()* and *utf8* below for exceptions), but body parts may use the `8bit` CTE.

A `cte_type` value of `8bit` only works with `BytesGenerator`, not `Generator`, because strings cannot contain binary data. If a `Generator` is operating under a policy that specifies `cte_type=8bit`, it will act as if `cte_type` is `7bit`.

raise_on_defect

If *True*, any defects encountered will be raised as errors. If *False* (the default), defects will be passed to the *register_defect()* method.

mangle_from_

If *True*, lines starting with *"From "* in the body are escaped by putting a `>` in front of them. This parameter is used when the message is being serialized by a generator. Default: *False*.

Added in version 3.5.

message_factory

A factory function for constructing a new empty message object. Used by the parser when building messages. Defaults to `None`, in which case *Message* is used.

Added in version 3.6.

The following *Policy* method is intended to be called by code using the email library to create policy instances with custom settings:

clone(***kw*)

Return a new *Policy* instance whose attributes have the same values as the current instance, except where those attributes are given new values by the keyword arguments.

The remaining *Policy* methods are called by the email package code, and are not intended to be called by an application using the email package. A custom policy must implement all of these methods.

handle_defect(*obj*, *defect*)

Handle a *defect* found on *obj*. When the email package calls this method, *defect* will always be a subclass of `Defect`.

The default implementation checks the *raise_on_defect* flag. If it is `True`, *defect* is raised as an exception. If it is `False` (the default), *obj* and *defect* are passed to *register_defect()*.

register_defect(*obj*, *defect*)

defect を *obj* に登録します。email パッケージでは、*defect* は常に `Defect` の派生クラスです。

The default implementation calls the `append` method of the `defects` attribute of *obj*. When the email package calls *handle_defect*, *obj* will normally have a `defects` attribute that has an `append` method. Custom object types used with the email package (for example, custom `Message` objects) should also provide such an attribute, otherwise defects in parsed messages will raise unexpected errors.

header_max_count(*name*)

name というヘッダに許される最大の数を返します。

Called when a header is added to an *EmailMessage* or *Message* object. If the returned value is not `0` or `None`, and there are already a number of headers with the name *name* greater than or equal to the value returned, a *ValueError* is raised.

Because the default behavior of `Message.__setitem__` is to append the value to the list of headers, it is easy to create duplicate headers without realizing it. This method allows certain headers to be limited in the number of instances of that header that may be added to a `Message` programmatically. (The limit is not observed by the parser, which will faithfully produce as many headers as exist in the message being parsed.)

デフォルトの実装は全てのヘッダ名に `None` を返します。

header_source_parse(*sourcelines*)

The email package calls this method with a list of strings, each string ending with the line separation characters found in the source being parsed. The first line includes the field header name

and separator. All whitespace in the source is preserved. The method should return the `(name, value)` tuple that is to be stored in the `Message` to represent the parsed header.

If an implementation wishes to retain compatibility with the existing email package policies, *name* should be the case preserved name (all characters up to the ':' separator), while *value* should be the unfolded value (all line separator characters removed, but whitespace kept intact), stripped of leading whitespace.

sourcelines はサロゲートエスケープされたバイナリーデータを持つことがあります。

デフォルトの実装はありません。

`header_store_parse`(*name*, *value*)

The email package calls this method with the name and value provided by the application program when the application program is modifying a `Message` programmatically (as opposed to a `Message` created by a parser). The method should return the `(name, value)` tuple that is to be stored in the `Message` to represent the header.

If an implementation wishes to retain compatibility with the existing email package policies, the *name* and *value* should be strings or string subclasses that do not change the content of the passed in arguments.

デフォルトの実装はありません。

`header_fetch_parse`(*name*, *value*)

The email package calls this method with the *name* and *value* currently stored in the `Message` when that header is requested by the application program, and whatever the method returns is what is passed back to the application as the value of the header being retrieved. Note that there may be more than one header with the same name stored in the `Message`; the method is passed the specific name and value of the header destined to be returned to the application.

value はサロゲートエスケープされたバイナリーデータを持つことがあります。このメソッドの返り値にはサロゲートエスケープされたバイナリーデータはありません。

デフォルトの実装はありません。

`fold`(*name*, *value*)

The email package calls this method with the *name* and *value* currently stored in the `Message` for a given header. The method should return a string that represents that header "folded" correctly (according to the policy settings) by composing the *name* with the *value* and inserting *linesep* characters at the appropriate places. See **RFC 5322** for a discussion of the rules for folding email headers.

value はサロゲートエスケープされたバイナリーデータを持つことがあります。このメソッドが返す文字列にはサロゲートエスケープされたバイナリーデータはありません。

fold_binary(*name*, *value*)

返り値が文字列でなく bytes オブジェクトである点を除けば、*fold()* と同じです。

value はサロゲートエスケープされたバイナリデータを持つことがあります。これらは返された bytes オブジェクト内でバイナリデータに変換されることがあります。

class email.policy.EmailPolicy(***kw*)

This concrete *Policy* provides behavior that is intended to be fully compliant with the current email RFCs. These include (but are not limited to) **RFC 5322**, **RFC 2047**, and the current MIME RFCs.

This policy adds new header parsing and folding algorithms. Instead of simple strings, headers are `str` subclasses with attributes that depend on the type of the field. The parsing and folding algorithm fully implement **RFC 2047** and **RFC 5322**.

The default value for the *message_factory* attribute is *EmailMessage*.

In addition to the settable attributes listed above that apply to all policies, this policy adds the following additional attributes:

Added in version 3.6:[*1]

utf8

If `False`, follow **RFC 5322**, supporting non-ASCII characters in headers by encoding them as "encoded words". If `True`, follow **RFC 6532** and use `utf-8` encoding for headers. Messages formatted in this way may be passed to SMTP servers that support the `SMTPUTF8` extension (**RFC 6531**).

refold_source

If the value for a header in the `Message` object originated from a *parser* (as opposed to being set by a program), this attribute indicates whether or not a generator should refold that value when transforming the message back into serialized form. The possible values are:

`none`	all source values use original folding
`long`	source values that have any line that is longer than `max_line_length` will be refolded
`all`	all values are refolded.

デフォルトは `long` です。

header_factory

A callable that takes two arguments, `name` and `value`, where `name` is a header field name and `value` is an unfolded header field value, and returns a string subclass that represents that header.

[*1] Originally added in 3.3 as a *provisional feature*.

A default `header_factory` (see *headerregistry*) is provided that supports custom parsing for the various address and date **RFC 5322** header field types, and the major MIME header field stypes. Support for additional custom parsing will be added in the future.

`content_manager`

An object with at least two methods: get_content and set_content. When the *get_content()* or *set_content()* method of an *EmailMessage* object is called, it calls the corresponding method of this object, passing it the message object as its first argument, and any arguments or keywords that were passed to it as additional arguments. By default `content_manager` is set to *raw_data_manager*.

Added in version 3.4.

このクラスは *Policy* の抽象メソッドの具象実装を提供します:

`header_max_count`(*name*)

Returns the value of the *max_count* attribute of the specialized class used to represent the header with the given name.

`header_source_parse`(*sourcelines*)

The name is parsed as everything up to the ':' and returned unmodified. The value is determined by stripping leading whitespace off the remainder of the first line, joining all subsequent lines together, and stripping any trailing carriage return or linefeed characters.

`header_store_parse`(*name*, *value*)

The name is returned unchanged. If the input value has a `name` attribute and it matches *name* ignoring case, the value is returned unchanged. Otherwise the *name* and *value* are passed to `header_factory`, and the resulting header object is returned as the value. In this case a `ValueError` is raised if the input value contains CR or LF characters.

`header_fetch_parse`(*name*, *value*)

If the value has a `name` attribute, it is returned to unmodified. Otherwise the *name*, and the *value* with any CR or LF characters removed, are passed to the `header_factory`, and the resulting header object is returned. Any surrogateescaped bytes get turned into the unicode unknown-character glyph.

`fold`(*name*, *value*)

Header folding is controlled by the *refold_source* policy setting. A value is considered to be a 'source value' if and only if it does not have a `name` attribute (having a `name` attribute means it is a header object of some sort). If a source value needs to be refolded according to the policy, it is converted into a header object by passing the *name* and the *value* with any CR and LF characters removed to the `header_factory`. Folding of a header object is done by calling its `fold` method with the current policy.

Source values are split into lines using *splitlines()*. If the value is not to be refolded, the lines are rejoined using the `linesep` from the policy and returned. The exception is lines containing non-ascii binary data. In that case the value is refolded regardless of the `refold_source` setting, which causes the binary data to be CTE encoded using the `unknown-8bit` charset.

`fold_binary`(*name*, *value*)

返り値が bytes である点を除いて、*cte_type* が `7bit` の場合は *fold()* と同じです。

If *cte_type* is `8bit`, non-ASCII binary data is converted back into bytes. Headers with binary data are not refolded, regardless of the `refold_header` setting, since there is no way to know whether the binary data consists of single byte characters or multibyte characters.

The following instances of *EmailPolicy* provide defaults suitable for specific application domains. Note that in the future the behavior of these instances (in particular the `HTTP` instance) may be adjusted to conform even more closely to the RFCs relevant to their domains.

`email.policy.default`

デフォルト値を変更していない `EmailPolicy` のインスタンスです。このポリシーの行末は、RFC で正しい `\r\n` ではなく Python の標準の `\n` です。

`email.policy.SMTP`

Suitable for serializing messages in conformance with the email RFCs. Like `default`, but with `linesep` set to `\r\n`, which is RFC compliant.

`email.policy.SMTPUTF8`

The same as `SMTP` except that *utf8* is `True`. Useful for serializing messages to a message store without using encoded words in the headers. Should only be used for SMTP transmission if the sender or recipient addresses have non-ASCII characters (the *smtplib.SMTP.send_message()* method handles this automatically).

`email.policy.HTTP`

Suitable for serializing headers with for use in HTTP traffic. Like `SMTP` except that `max_line_length` is set to `None` (unlimited).

`email.policy.strict`

Convenience instance. The same as `default` except that `raise_on_defect` is set to `True`. This allows any policy to be made strict by writing:

```
somepolicy + policy.strict
```

With all of these *EmailPolicies*, the effective API of the email package is changed from the Python 3.2 API in the following ways:

- Setting a header on a *Message* results in that header being parsed and a header object created.

- Fetching a header value from a *Message* results in that header being parsed and a header object created and returned.
- Any header object, or any header that is refolded due to the policy settings, is folded using an algorithm that fully implements the RFC folding algorithms, including knowing where encoded words are required and allowed.

From the application view, this means that any header obtained through the *EmailMessage* is a header object with extra attributes, whose string value is the fully decoded unicode value of the header. Likewise, a header may be assigned a new value, or a new header created, using a unicode string, and the policy will take care of converting the unicode string into the correct RFC encoded form.

ヘッダオブジェクトとその属性は *headerregistry* で述べられています。

class email.policy.Compat32(***kw*)

This concrete *Policy* is the backward compatibility policy. It replicates the behavior of the email package in Python 3.2. The *policy* module also defines an instance of this class, *compat32*, that is used as the default policy. Thus the default behavior of the email package is to maintain compatibility with Python 3.2.

以下の属性は *Policy* デフォルトとは異なる値を持ちます:

mangle_from_

デフォルトは `True` です。

このクラスは *Policy* の抽象メソッドの具象実装を提供します:

header_source_parse(*sourcelines*)

The name is parsed as everything up to the ':' and returned unmodified. The value is determined by stripping leading whitespace off the remainder of the first line, joining all subsequent lines together, and stripping any trailing carriage return or linefeed characters.

header_store_parse(*name*, *value*)

名前と値は変更されずに返されます。

header_fetch_parse(*name*, *value*)

If the value contains binary data, it is converted into a *Header* object using the `unknown-8bit` charset. Otherwise it is returned unmodified.

fold(*name*, *value*)

Headers are folded using the *Header* folding algorithm, which preserves existing line breaks in the value, and wraps each resulting line to the `max_line_length`. Non-ASCII binary data are CTE encoded using the `unknown-8bit` charset.

fold_binary(*name*, *value*)

Headers are folded using the *Header* folding algorithm, which preserves existing line breaks in the value, and wraps each resulting line to the `max_line_length`. If `cte_type` is `7bit`, non-ascii binary data is CTE encoded using the `unknown-8bit` charset. Otherwise the original source header is used, with its existing line breaks and any (RFC invalid) binary data it may contain.

`email.policy.compat32`

Compat32 のインスタンスで、Python 3.2 の email パッケージの挙動との後方互換性を提供します。

脚注

19.1.5 `email.errors`: Exception and Defect classes

ソースコード: Lib/email/errors.py

---

email.errors モジュールでは、以下の例外クラスが定義されています:

exception email.errors.MessageError

これは *email* パッケージが送出しうるすべての例外の基底クラスです。これは標準の *Exception* クラスから派生しており、追加のメソッドは定義されていません。

exception email.errors.MessageParseError

This is the base class for exceptions raised by the *Parser* class. It is derived from *MessageError*. This class is also used internally by the parser used by *headerregistry*.

exception email.errors.HeaderParseError

Raised under some error conditions when parsing the **RFC 5322** headers of a message, this class is derived from *MessageParseError*. The *set_boundary()* method will raise this error if the content type is unknown when the method is called. *Header* may raise this error for certain base64 decoding errors, and when an attempt is made to create a header that appears to contain an embedded header (that is, there is what is supposed to be a continuation line that has no leading whitespace and looks like a header).

exception email.errors.BoundaryError

Deprecated and no longer used.

exception email.errors.MultipartConversionError

この例外は、*Message* オブジェクトに `add_payload()` メソッドでペイロードを追加したが、そのペイロードがすでにスカラー値で、メッセージの *Content-Type* メインタイプが *multipart* でないか見付からない場合に送出されます。*MultipartConversionError* は *MessageError* と組み込みの *TypeError* を多重継承しています。

Message.add_payload() は非推奨なので、実際のところこの例外が送出されることはほとんどありません。しかしながら、*attach()* メソッドを *MIMENonMultipart* から派生したインスタンス (たとえば *MIMEImage*) に対して呼んだ場合にも送出されることがあります。

exception email.errors.MessageDefect

This is the base class for all defects found when parsing email messages. It is derived from *ValueError*.

exception email.errors.HeaderDefect

This is the base class for all defects found when parsing email headers. It is derived from *MessageDefect*.

以下は *FeedParser* がメッセージの解析中に検出する障害 (defect) の一覧です。これらの障害は、問題が見つかったメッセージに追加されるため、たとえば *multipart/alternative* 内にあるネストしたメッセージが異常なヘッダをもっていた場合には、そのネストしたメッセージが障害を持っているが、その親メッセージには障害はないとみなされることに注意してください。

すべての障害クラスは *email.errors.MessageDefect* のサブクラスです。

- NoBoundaryInMultipartDefect -- メッセージが multipart だと宣言されているのに、*boundary* パラメータがありません。
- StartBoundaryNotFoundDefect -- *Content-Type* ヘッダで宣言された開始境界がありません。
- CloseBoundaryNotFoundDefect -- 開始境界はあるが対応する終了境界がありません。

  Added in version 3.3.

- FirstHeaderLineIsContinuationDefect -- メッセージの最初のヘッダ行が継続行です。
- MisplacedEnvelopeHeaderDefect -- ヘッダブロックの途中に "Unix From" ヘッダがあります。
- MissingHeaderBodySeparatorDefect - 先頭に空白はないが ':' がないヘッダの解析中に行が見付かりました。その行を本体の最初の行とみなして解析を続けます。

  Added in version 3.3.

- MalformedHeaderDefect -- ヘッダにコロンがありません、あるいはそれ以外の不正な形式です。

  バージョン 3.3 で非推奨: この欠陥が使われていない Python バージョンがいくつかあります。

- MultipartInvariantViolationDefect -- メッセージが *multipart* だと宣言されているのに、サブパートが存在しません。メッセージがこの欠陥を持つ場合、内容の型が *multipart* と宣言されていても *is_multipart()* メソッドは False を返すことがあるので注意してください。
- InvalidBase64PaddingDefect -- 一連の base64 でエンコードされた bytes をデコードしているときにパディングが誤っていました。デコードするのに十分なパディングがなされますが、デコードされた bytes は不正かもしれません。

- `InvalidBase64CharactersDefect` -- 一連の base64 でエンコードされた bytes をデコードしているときに base64 アルファベット外の文字がありました。その文字は無視されますが、デコードされた bytes は不正かもしれません。
- `InvalidBase64LengthDefect` -- When decoding a block of base64 encoded bytes, the number of non-padding base64 characters was invalid (1 more than a multiple of 4). The encoded block was kept as-is.
- `InvalidDateDefect` -- When decoding an invalid or unparsable date field. The original value is kept as-is.

19.1.6 `email.headerregistry`: Custom Header Objects

ソースコード: Lib/email/headerregistry.py

Added in version 3.6:[*1]

ヘッダーは *str* のカスタマイズされたサブクラスで表現されます。与えられたヘッダーを表現するために使用される特定のクラスは、ヘッダーが作成されるときに有効な *policy* の *header_factory* で決定されます。このセクションでは、email ライブラリが **RFC 5322** に準拠したメールメッセージを扱うために実装している、特定の `header_factory` について説明します。このヘッダーは、様々なヘッダータイプに対してカスタマイズされたヘッダーオブジェクトを提供するだけでなく、アプリケーションが独自のカスタムヘッダータイプを追加できるような拡張メカニズムも備えています。

EmailPolicy から派生したポリシーオブジェクトのいずれかを使用する場合、すべてのヘッダーは *HeaderRegistry* によって生成され、最終的な基底クラスとして *BaseHeader* を有します。各ヘッダクラスには、ヘッダの種類によって決まる追加のベースクラスがあります。例えば、多くのヘッダーは *UnstructuredHeader* というクラスをもうひとつの基底クラスとして持っています。ヘッダーに特化した第二のクラスは、ヘッダーの名前によって決定され、*HeaderRegistry* に格納されたルックアップテーブルを使用します。これらすべては、典型的なアプリケーションプログラムに対しては透過的に管理されますが、より複雑なアプリケーションで使用するためにデフォルトの動作を変更するためのインタフェースが提供されています。

以下のセクションでは、まずヘッダーの基本クラスとその属性を説明し、次に *HeaderRegistry* の動作を変更するための API、そして最後に構造化ヘッダーからパースされたデータを表現するためのサポートクラスについて説明します。

class `email.headerregistry.BaseHeader`(*name*, *value*)

name と *value* は *header_factory* 呼び出しから `BaseHeader` に渡されます。どのヘッダーオブジェクトの文字列値も、完全にユニコードにデコードされた *value* です。

基底クラスは以下の読み出し専用属性を定義しています:

[*1] Originally added in 3.3 as a *provisional module*

name

ヘッダーの名前 (フィールドの':' の前の部分)。これは *header_factory* の *name* の呼び出しで渡された値と全く同じです; つまり、大文字・小文字が保持されます。

defects

パース中に見つかった RFC のコンプライアンス問題を報告する *HeaderDefect* インスタンスのタプルです。email パッケージはコンプライアンスに関する問題を完全に検出するように努めています。報告されるかもしれない欠陥の種類の議論については、*errors* モジュールを参照してください。

max_count

このタイプのヘッダーで、同じ name を持つことができる最大数。値として None を指定すると、無制限になります。この属性の BaseHeader の値は None です; 特殊な header クラスでは、必要に応じてこの値をオーバーライドすることが期待されます。

BaseHeader は以下のメソッドも提供します。このメソッドは email ライブラリのコードから呼び出され、一般にアプリケーションプログラムからは呼び出されません：

fold(*, *policy*)

ヘッダを *policy* に従って正しく折りたたむために必要な *linesep* 文字を含む文字列を返します。ヘッダには任意のバイナリデータを含めることができないため、*cte_type* が 8bit の場合は 7bit と同じように扱われます。もし *utf8* が False であれば、非 ASCII データは **RFC 2047** でエンコードされます。

BaseHeader 自身はヘッダーオブジェクトを生成するために使用することはできません。このクラスは、それぞれの特殊化ヘッダーがヘッダーオブジェクトを生成するために協力するプロトコルを定義しています。具体的には、BaseHeader は parse という名前の *classmethod()* を特殊化されたクラスが提供することを要求しています。このメソッドは以下のように呼び出されます:

```
parse(string, kwds)
```

kwds は、初期化されたキー defects を含む辞書です。defects は空のリストです。解析メソッドは、検出された不具合をこのリストに追加するべきです。return の際には、kwds 辞書に少なくとも decoded と "defects" のキーを含む必要があります。decoded はヘッダの文字列値 (つまり、ヘッダを Unicode に完全にデコードした値) でなければなりません。parse メソッドは、*string* が content-transfer-encoded な部分を含む可能性があると仮定すべきですが、エンコードされていないヘッダ値をパースできるように、すべての有効な Unicode 文字も正しく処理する必要があります。

その後、BaseHeader の __new__ がヘッダのインスタンスを生成し、init メソッドを呼び出します。特殊クラスは、BaseHeader が提供しない属性を設定したい場合にのみ init メソッドを提供する必要があります。このような "init" メソッドは以下のようなものです：

```
def init(self, /, *args, **kw):
    self._myattr = kw.pop('myattr')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    super().init(*args, **kw)
```

つまり、特殊クラスが kwds の辞書に追加したものはすべて削除して処理し、kw``の残りの内容（と``args) は “BaseHeader“ の “init“ メソッドに渡す必要があるのです。

class email.headerregistry.UnstructuredHeader

”unstructured” ヘッダは RFC 5322 におけるデフォルトのヘッダのタイプです。指定された構文を持たないすべてのヘッダは、unstructured として扱われます。構造化されていないヘッダの典型的な例は *Subject* ヘッダです。

RFC 5322 では、非構造化ヘッダは ASCII 文字セットの任意のテキストの集まりです。しかし、RFC 2047 にはヘッダ値の中で非 ASCII テキストを ASCII 文字としてエンコードするための RFC 5322 と互換性のあるメカニズムが備わっています。エンコードされた単語を含む *value* がコンストラクタに渡されると、UnstructuredHeader パーサは非構造化テキストに対する RFC 2047 規則に従って、エンコードされた単語を unicode に変換します。パーサは特定の非適合なエンコードされた単語のデコードを試みるためにヒューリスティックを使用します。このような場合、欠陥が登録されます。また、エンコードされた単語やエンコードされていないテキスト内の無効な文字などの問題に対しても欠陥が登録されます。

このヘッダ型には追加の属性はありません。

class email.headerregistry.DateHeader

RFC 5322 specifies a very specific format for dates within email headers. The DateHeader parser recognizes that date format, as well as recognizing a number of variant forms that are sometimes found ”in the wild”.

このヘッダ型は以下の属性も提供しています:

datetime

If the header value can be recognized as a valid date of one form or another, this attribute will contain a *datetime* instance representing that date. If the timezone of the input date is specified as -0000 (indicating it is in UTC but contains no information about the source timezone), then *datetime* will be a naive *datetime*. If a specific timezone offset is found (including +0000), then *datetime* will contain an aware datetime that uses *datetime.timezone* to record the timezone offset.

ヘッダーの decoded 値は、datetime を RFC 5322 のルールに従ってフォーマットすることで決定されます。

```
email.utils.format_datetime(self.datetime)
```

DateHeader を作成する際に、*value* は *datetime* インスタンスである可能性があります。これは、例えば、次のようなコードは有効であり、期待通りの動作をすることを意味します:

```
msg['Date'] = datetime(2011, 7, 15, 21)
```

これは単純な datetime であるため、UTC タイムスタンプとして解釈され、結果として -0000 というタイムゾーンを持つ値になります。もっと便利なのは *utils* モジュールの *localtime()* 関数を使用することです:

```
msg['Date'] = utils.localtime()
```

この例では、現在のタイムゾーンオフセットを使用して、日付ヘッダーを現在の時刻と日付に設定します。

class email.headerregistry.AddressHeader

アドレスヘッダは最も複雑な構造のヘッダタイプの 1 つです。AddressHeader クラスは、あらゆるアドレスヘッダに対する汎用的なインターフェースを提供します。

このヘッダ型は以下の属性も提供しています:

groups

ヘッダー値に含まれるアドレスとグループをエンコードした *Group* オブジェクトのタプルです。グループに属さないアドレスは、このリストでは *display_name* が None であるシングルアドレスの Groups として表現されます。

addresses

ヘッダー値に含まれる全ての個別アドレスをエンコードした *Address* オブジェクトのタプルです。ヘッダ値にグループが含まれている場合、そのグループに含まれる個々のアドレスは、ヘッダ値でグループが出現した時点でリストに含まれます (つまり、アドレスのリストは一次元のリストに「フラット化」されます)。

The decoded value of the header will have all encoded words decoded to unicode. *idna* encoded domain names are also decoded to unicode. The decoded value is set by *joining* the *str* value of the elements of the groups attribute with ', '.

A list of *Address* and *Group* objects in any combination may be used to set the value of an address header. Group objects whose display_name is None will be interpreted as single addresses, which allows an address list to be copied with groups intact by using the list obtained from the groups attribute of the source header.

class email.headerregistry.SingleAddressHeader

追加の属性を 1 つ持つ、*AddressHeader* の派生クラスです:

address

The single address encoded by the header value. If the header value actually contains more than one address (which would be a violation of the RFC under the default *policy*), accessing this attribute will result in a *ValueError*.

Many of the above classes also have a `Unique` variant (for example, `UniqueUnstructuredHeader`). The only difference is that in the `Unique` variant, *max_count* is set to 1.

class email.headerregistry.MIMEVersionHeader

There is really only one valid value for the *MIME-Version* header, and that is `1.0`. For future proofing, this header class supports other valid version numbers. If a version number has a valid value per **RFC 2045**, then the header object will have non-`None` values for the following attributes:

version

バージョン番号 (文字列)、空白やコメントは除かれます。

major

メジャーバージョン番号 (整数)

minor

マイナーバージョン番号 (整数)

class email.headerregistry.ParameterizedMIMEHeader

MIME headers all start with the prefix 'Content-'. Each specific header has a certain value, described under the class for that header. Some can also take a list of supplemental parameters, which have a common format. This class serves as a base for all the MIME headers that take parameters.

params

A dictionary mapping parameter names to parameter values.

class email.headerregistry.ContentTypeHeader

Content-Type ヘッダを扱う *ParameterizedMIMEHeader* クラスです。

content_type

The content type string, in the form `maintype/subtype`.

maintype

subtype

class email.headerregistry.ContentDispositionHeader

Content-Disposition ヘッダを扱う *ParameterizedMIMEHeader* クラスです。

content_disposition

`inline` and `attachment` are the only valid values in common use.

class email.headerregistry.ContentTransferEncoding

Content-Transfer-Encoding ヘッダを扱います。

`cte`

有効な値は `7bit`、`8bit`、`base64`、`quoted-printable` です。詳細については **RFC 2045** を参照してください。

`class email.headerregistry.HeaderRegistry`(*base_class=BaseHeader*, *default_class=UnstructuredHeader*, *use_default_map=True*)

This is the factory used by *EmailPolicy* by default. `HeaderRegistry` builds the class used to create a header instance dynamically, using *base_class* and a specialized class retrieved from a registry that it holds. When a given header name does not appear in the registry, the class specified by *default_class* is used as the specialized class. When *use_default_map* is `True` (the default), the standard mapping of header names to classes is copied in to the registry during initialization. *base_class* is always the last class in the generated class's `__bases__` list.

デフォルトのマッピング:

subject
: UniqueUnstructuredHeader

date
: UniqueDateHeader

resent-date
: DateHeader

orig-date
: UniqueDateHeader

sender
: UniqueSingleAddressHeader

resent-sender
: SingleAddressHeader

to
: UniqueAddressHeader

resent-to
: AddressHeader

cc
: UniqueAddressHeader

resent-cc
: AddressHeader

bcc
: UniqueAddressHeader

resent-bcc
: AddressHeader

from
: UniqueAddressHeader

resent-from
: AddressHeader

reply-to
: UniqueAddressHeader

mime-version
: MIMEVersionHeader

content-type
: ContentTypeHeader

content-disposition
: ContentDispositionHeader

content-transfer-encoding
: ContentTransferEncodingHeader

message-id
: MessageIDHeader

`HeaderRegistry` には以下のメソッドがあります:

map_to_type(*self*, *name*, *cls*)

name is the name of the header to be mapped. It will be converted to lower case in the registry. *cls* is the specialized class to be used, along with *base_class*, to create the class used to instantiate headers that match *name*.

__getitem__(*name*)

Construct and return a class to handle creating a *name* header.

__call__(*name*, *value*)

Retrieves the specialized header associated with *name* from the registry (using *default_class* if *name* does not appear in the registry) and composes it with *base_class* to produce a class, calls the constructed class's constructor, passing it the same argument list, and finally returns the class instance created thereby.

The following classes are the classes used to represent data parsed from structured headers and can, in general, be used by an application program to construct structured values to assign to specific headers.

class email.headerregistry.Address(*display_name=''*, *username=''*, *domain=''*, *addr_spec=None*)

このクラスは電子メールのアドレスを表すのに使われます。アドレスの一般的な形式は:

```
[display_name] <username@domain>
```

もしくは:

```
username@domain
```

where each part must conform to specific syntax rules spelled out in **RFC 5322**.

As a convenience *addr_spec* can be specified instead of *username* and *domain*, in which case *username* and *domain* will be parsed from the *addr_spec*. An *addr_spec* must be a properly RFC quoted string; if it is not `Address` will raise an error. Unicode characters are allowed and will be property encoded when serialized. However, per the RFCs, unicode is *not* allowed in the username portion of the address.

display_name

The display name portion of the address, if any, with all quoting removed. If the address does not have a display name, this attribute will be an empty string.

username

アドレスの `username` 部分、クォートは取り除かれます。

domain

アドレスの `domain` 部分。

addr_spec

The `username@domain` portion of the address, correctly quoted for use as a bare address (the second form shown above). This attribute is not mutable.

__str__()

The `str` value of the object is the address quoted according to **RFC 5322** rules, but with no Content Transfer Encoding of any non-ASCII characters.

To support SMTP (**RFC 5321**), `Address` handles one special case: if `username` and `domain` are both the empty string (or `None`), then the string value of the `Address` is `<>`.

class email.headerregistry.Group(*display_name=None*, *addresses=None*)

このクラスはアドレスグループを表すのに使われます。アドレスグループの一般的な形式は:

```
display_name: [address-list];
```

As a convenience for processing lists of addresses that consist of a mixture of groups and single addresses, a `Group` may also be used to represent single addresses that are not part of a group by setting *display_name* to `None` and providing a list of the single address as *addresses*.

display_name

The `display_name` of the group. If it is `None` and there is exactly one `Address` in `addresses`, then the `Group` represents a single address that is not in a group.

addresses

A possibly empty tuple of *`Address`* objects representing the addresses in the group.

__str__()

The `str` value of a `Group` is formatted according to **RFC 5322**, but with no Content Transfer Encoding of any non-ASCII characters. If `display_name` is none and there is a single `Address` in the `addresses` list, the `str` value will be the same as the `str` of that single `Address`.

脚注

19.1.7 email.contentmanager: Managing MIME Content

ソースコード: Lib/email/contentmanager.py

Added in version 3.6:[*1]

class email.contentmanager.ContentManager

Base class for content managers. Provides the standard registry mechanisms to register converters between MIME content and other representations, as well as the `get_content` and `set_content` dispatch methods.

get_content(*msg*, **args*, ***kw*)

Look up a handler function based on the `mimetype` of *msg* (see next paragraph), call it, passing through all arguments, and return the result of the call. The expectation is that the handler will extract the payload from *msg* and return an object that encodes information about the extracted data.

To find the handler, look for the following keys in the registry, stopping with the first one found:

- 完全な MIME 型を表す文字列 (`maintype/subtype`)

[*1] Originally added in 3.4 as a *provisional module*

- `maintype` を表す文字列
- 空の文字列

If none of these keys produce a handler, raise a *KeyError* for the full MIME type.

set_content(*msg*, *obj*, **args*, ***kw*)

If the `maintype` is `multipart`, raise a *TypeError*; otherwise look up a handler function based on the type of *obj* (see next paragraph), call *clear_content()* on the *msg*, and call the handler function, passing through all arguments. The expectation is that the handler will transform and store *obj* into *msg*, possibly making other changes to *msg* as well, such as adding various MIME headers to encode information needed to interpret the stored data.

To find the handler, obtain the type of *obj* (`typ = type(obj)`), and look for the following keys in the registry, stopping with the first one found:

- 型自身 (`typ`)
- 型の完全修飾名 (`typ.__module__ + '.' + typ.__qualname__`).
- 型の qualname (`typ.__qualname__`)
- 型の name (`typ.__name__`).

If none of the above match, repeat all of the checks above for each of the types in the *MRO* (`typ.__mro__`). Finally, if no other key yields a handler, check for a handler for the key `None`. If there is no handler for `None`, raise a *KeyError* for the fully qualified name of the type.

Also add a *MIME-Version* header if one is not present (see also *MIMEPart*).

add_get_handler(*key*, *handler*)

Record the function *handler* as the handler for *key*. For the possible values of *key*, see *get_content()*.

add_set_handler(*typekey*, *handler*)

Record *handler* as the function to call when an object of a type matching *typekey* is passed to *set_content()*. For the possible values of *typekey*, see *set_content()*.

Content Manager Instances

Currently the email package provides only one concrete content manager, *raw_data_manager*, although more may be added in the future. *raw_data_manager* is the *content_manager* provided by *EmailPolicy* and its derivatives.

`email.contentmanager.raw_data_manager`

This content manager provides only a minimum interface beyond that provided by *Message* itself:

it deals only with text, raw byte strings, and *Message* objects. Nevertheless, it provides significant advantages compared to the base API: `get_content` on a text part will return a unicode string without the application needing to manually decode it, `set_content` provides a rich set of options for controlling the headers added to a part and controlling the content transfer encoding, and it enables the use of the various `add_` methods, thereby simplifying the creation of multipart messages.

`email.contentmanager.get_content`(*msg*, *errors='replace'*)

Return the payload of the part as either a string (for `text` parts), an *EmailMessage* object (for `message/rfc822` parts), or a `bytes` object (for all other non-multipart types). Raise a *KeyError* if called on a `multipart`. If the part is a `text` part and *errors* is specified, use it as the error handler when decoding the payload to unicode. The default error handler is `replace`.

`email.contentmanager.set_content`(*msg*, *<'str'>*, *subtype="plain"*, *charset='utf-8'*, *cte=None*, *disposition=None*, *filename=None*, *cid=None*, *params=None*, *headers=None*)

`email.contentmanager.set_content`(*msg*, *<'bytes'>*, *maintype*, *subtype*, *cte="base64"*, *disposition=None*, *filename=None*, *cid=None*, *params=None*, *headers=None*)

`email.contentmanager.set_content`(*msg*, *<'EmailMessage'>*, *cte=None*, *disposition=None*, *filename=None*, *cid=None*, *params=None*, *headers=None*)

Add headers and payload to *msg*:

Add a *Content-Type* header with a `maintype/subtype` value.

- For `str`, set the MIME `maintype` to `text`, and set the subtype to *subtype* if it is specified, or `plain` if it is not.
- For `bytes`, use the specified *maintype* and *subtype*, or raise a *TypeError* if they are not specified.
- For *EmailMessage* objects, set the maintype to `message`, and set the subtype to *subtype* if it is specified or `rfc822` if it is not. If *subtype* is `partial`, raise an error (`bytes` objects must be used to construct `message/partial` parts).

If *charset* is provided (which is valid only for `str`), encode the string to bytes using the specified character set. The default is `utf-8`. If the specified *charset* is a known alias for a standard MIME charset name, use the standard charset instead.

If *cte* is set, encode the payload using the specified content transfer encoding, and set the *Content-Transfer-Encoding* header to that value. Possible values for *cte* are `quoted-printable`, `base64`, `7bit`, `8bit`, and `binary`. If the input cannot be encoded in the specified encoding (for example, specifying a *cte* of `7bit` for an input that contains non-ASCII values), raise a *ValueError*.

- For `str` objects, if *cte* is not set use heuristics to determine the most compact encoding.

- For *EmailMessage*, per **RFC 2046**, raise an error if a *cte* of `quoted-printable` or `base64` is requested for *subtype* `rfc822`, and for any *cte* other than `7bit` for *subtype* `external-body`. For `message/rfc822`, use `8bit` if *cte* is not specified. For all other values of *subtype*, use `7bit`.

注釈: A *cte* of `binary` does not actually work correctly yet. The `EmailMessage` object as modified by `set_content` is correct, but *BytesGenerator* does not serialize it correctly.

If *disposition* is set, use it as the value of the *Content-Disposition* header. If not specified, and *filename* is specified, add the header with the value `attachment`. If *disposition* is not specified and *filename* is also not specified, do not add the header. The only valid values for *disposition* are `attachment` and `inline`.

If *filename* is specified, use it as the value of the `filename` parameter of the *Content-Disposition* header.

If *cid* is specified, add a *Content-ID* header with *cid* as its value.

If *params* is specified, iterate its `items` method and use the resulting `(key, value)` pairs to set additional parameters on the *Content-Type* header.

If *headers* is specified and is a list of strings of the form `headername: headervalue` or a list of `header` objects (distinguished from strings by having a `name` attribute), add the headers to *msg*.

脚注

19.1.8 email: 使用例

ここでは *email* パッケージを使って電子メールメッセージを読む・書く・送信するいくつかの例を紹介します。より複雑な MIME メッセージについても扱います。

最初に、シンプルなテキストメッセージ (テキストコンテンツとアドレスの両方がユニコード文字を含み得る) を作成・送信する方法を見てみましょう:

```
# Import smtplib for the actual sending function
import smtplib

# Import the email modules we'll need
from email.message import EmailMessage

# Open the plain text file whose name is in textfile for reading.
with open(textfile) as fp:
    # Create a text/plain message
    msg = EmailMessage()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    msg.set_content(fp.read())

# me == the sender's email address
# you == the recipient's email address
msg['Subject'] = f'The contents of {textfile}'
msg['From'] = me
msg['To'] = you

# Send the message via our own SMTP server.
s = smtplib.SMTP('localhost')
s.send_message(msg)
s.quit()
```

RFC 822 ヘッダーの解析は、*parser* モジュールにあるクラスを使用することにより、簡単に実現できます:

```
# Import the email modules we'll need
#from email.parser import BytesParser
from email.parser import Parser
from email.policy import default

# If the e-mail headers are in a file, uncomment these two lines:
# with open(messagefile, 'rb') as fp:
#     headers = BytesParser(policy=default).parse(fp)

#  Or for parsing headers in a string (this is an uncommon operation), use:
headers = Parser(policy=default).parsestr(
        'From: Foo Bar <user@example.com>\n'
        'To: <someone_else@example.com>\n'
        'Subject: Test message\n'
        '\n'
        'Body would go here\n')

#  Now the header items can be accessed as a dictionary:
print('To: {}'.format(headers['to']))
print('From: {}'.format(headers['from']))
print('Subject: {}'.format(headers['subject']))

# You can also access the parts of the addresses:
print('Recipient username: {}'.format(headers['to'].addresses[0].username))
print('Sender name: {}'.format(headers['from'].addresses[0].display_name))
```

つぎに、あるディレクトリ内にある何枚かの家族写真をひとつの MIME メッセージに収めて送信する例です:

```
# Import smtplib for the actual sending function.
import smtplib

# Here are the email package modules we'll need.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
from email.message import EmailMessage

# Create the container email message.
msg = EmailMessage()
msg['Subject'] = 'Our family reunion'
# me == the sender's email address
# family = the list of all recipients' email addresses
msg['From'] = me
msg['To'] = ', '.join(family)
msg.preamble = 'You will not see this in a MIME-aware mail reader.\n'

# Open the files in binary mode.  You can also omit the subtype
# if you want MIMEImage to guess it.
for file in pngfiles:
    with open(file, 'rb') as fp:
        img_data = fp.read()
    msg.add_attachment(img_data, maintype='image',
                                 subtype='png')

# Send the email via our own SMTP server.
with smtplib.SMTP('localhost') as s:
    s.send_message(msg)
```

つぎはあるディレクトリに含まれている内容全体をひとつの電子メールメッセージとして送信するやり方です:[*1]

```
#!/usr/bin/env python3

"""Send the contents of a directory as a MIME message."""

import os
import smtplib
# For guessing MIME type based on file name extension
import mimetypes

from argparse import ArgumentParser

from email.message import EmailMessage
from email.policy import SMTP


def main():
    parser = ArgumentParser(description="""\
Send the contents of a directory as a MIME message.
Unless the -o option is given, the email is sent by forwarding to your local
SMTP server, which then does the normal delivery process.  Your local machine
```

(次のページに続く)

[*1] 最初の思いつきと用例は Matthew Dixon Cowles のおかげです。

(前のページからの続き)

```
must be running an SMTP server.
""")
    parser.add_argument('-d', '--directory',
                        help="""Mail the contents of the specified directory,
                        otherwise use the current directory.  Only the regular
                        files in the directory are sent, and we don't recurse to
                        subdirectories.""")
    parser.add_argument('-o', '--output',
                        metavar='FILE',
                        help="""Print the composed message to FILE instead of
                        sending the message to the SMTP server.""")
    parser.add_argument('-s', '--sender', required=True,
                        help='The value of the From: header (required)')
    parser.add_argument('-r', '--recipient', required=True,
                        action='append', metavar='RECIPIENT',
                        default=[], dest='recipients',
                        help='A To: header value (at least one required)')
    args = parser.parse_args()
    directory = args.directory
    if not directory:
        directory = '.'
    # Create the message
    msg = EmailMessage()
    msg['Subject'] = f'Contents of directory {os.path.abspath(directory)}'
    msg['To'] = ', '.join(args.recipients)
    msg['From'] = args.sender
    msg.preamble = 'You will not see this in a MIME-aware mail reader.\n'

    for filename in os.listdir(directory):
        path = os.path.join(directory, filename)
        if not os.path.isfile(path):
            continue
        # Guess the content type based on the file's extension.  Encoding
        # will be ignored, although we should check for simple things like
        # gzip'd or compressed files.
        ctype, encoding = mimetypes.guess_file_type(path)
        if ctype is None or encoding is not None:
            # No guess could be made, or the file is encoded (compressed), so
            # use a generic bag-of-bits type.
            ctype = 'application/octet-stream'
        maintype, subtype = ctype.split('/', 1)
        with open(path, 'rb') as fp:
            msg.add_attachment(fp.read(),
                               maintype=maintype,
                               subtype=subtype,
                               filename=filename)
    # Now send or store the message
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    if args.output:
        with open(args.output, 'wb') as fp:
            fp.write(msg.as_bytes(policy=SMTP))
    else:
        with smtplib.SMTP('localhost') as s:
            s.send_message(msg)


if __name__ == '__main__':
    main()
```

つぎに、上のような MIME メッセージをどうやって展開してひとつのディレクトリ上の複数ファイルにするかを示します:

```
#!/usr/bin/env python3

"""Unpack a MIME message into a directory of files."""

import os
import email
import mimetypes

from email.policy import default

from argparse import ArgumentParser


def main():
    parser = ArgumentParser(description="""\
Unpack a MIME message into a directory of files.
""")
    parser.add_argument('-d', '--directory', required=True,
                        help="""Unpack the MIME message into the named
                        directory, which will be created if it doesn't already
                        exist.""")
    parser.add_argument('msgfile')
    args = parser.parse_args()

    with open(args.msgfile, 'rb') as fp:
        msg = email.message_from_binary_file(fp, policy=default)

    try:
        os.mkdir(args.directory)
    except FileExistsError:
        pass

    counter = 1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    for part in msg.walk():
        # multipart/* are just containers
        if part.get_content_maintype() == 'multipart':
            continue
        # Applications should really sanitize the given filename so that an
        # email message can't be used to overwrite important files
        filename = part.get_filename()
        if not filename:
            ext = mimetypes.guess_extension(part.get_content_type())
            if not ext:
                # Use a generic bag-of-bits extension
                ext = '.bin'
            filename = f'part-{counter:03d}{ext}'
        counter += 1
        with open(os.path.join(args.directory, filename), 'wb') as fp:
            fp.write(part.get_payload(decode=True))


if __name__ == '__main__':
    main()
```

代替のプレーンテキストバージョン付きの HTML メッセージを作成する方法の例です。もう少し面白くするために、HTML 部分に関連する画像を追加し、さらに送信だけでなく、送信しようとしているもののコピーをディスクにも保存してみます。

```
#!/usr/bin/env python3

import smtplib

from email.message import EmailMessage
from email.headerregistry import Address
from email.utils import make_msgid

# Create the base text message.
msg = EmailMessage()
msg['Subject'] = "Pourquoi pas des asperges pour ce midi ?"
msg['From'] = Address("Pepé Le Pew", "pepe", "example.com")
msg['To'] = (Address("Penelope Pussycat", "penelope", "example.com"),
             Address("Fabrette Pussycat", "fabrette", "example.com"))
msg.set_content("""\
Salut!

Cette recette [1] sera sûrement un très bon repas.

[1] http://www.yummly.com/recipe/Roasted-Asparagus-Epicurious-203718

--Pepé
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
""")

# Add the html version.  This converts the message into a multipart/alternative
# container, with the original text message as the first part and the new html
# message as the second part.
asparagus_cid = make_msgid()
msg.add_alternative("""\
<html>
  <head></head>
  <body>
    <p>Salut!</p>
    <p>Cette
        <a href="http://www.yummly.com/recipe/Roasted-Asparagus-Epicurious-203718">
            recette
        </a> sera sûrement un très bon repas.
    </p>
    <img src="cid:{asparagus_cid}" />
  </body>
</html>
""".format(asparagus_cid=asparagus_cid[1:-1]), subtype='html')
# note that we needed to peel the <> off the msgid for use in the html.

# Now add the related image to the html part.
with open("roasted-asparagus.jpg", 'rb') as img:
    msg.get_payload()[1].add_related(img.read(), 'image', 'jpeg',
                                     cid=asparagus_cid)

# Make a local copy of what we are going to send.
with open('outgoing.msg', 'wb') as f:
    f.write(bytes(msg))

# Send the message via local SMTP server.
with smtplib.SMTP('localhost') as s:
    s.send_message(msg)
```

前の例のメッセージが送信されてきたら、これを処理する方法の一つは次のようなものです:

```
import os
import sys
import tempfile
import mimetypes
import webbrowser

# Import the email modules we'll need
from email import policy
from email.parser import BytesParser
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
def magic_html_parser(html_text, partfiles):
    """Return safety-sanitized html linked to partfiles.

    Rewrite the href="cid:...." attributes to point to the filenames in partfiles.
    Though not trivial, this should be possible using html.parser.
    """
    raise NotImplementedError("Add the magic needed")


# In a real program you'd get the filename from the arguments.
with open('outgoing.msg', 'rb') as fp:
    msg = BytesParser(policy=policy.default).parse(fp)

# Now the header items can be accessed as a dictionary, and any non-ASCII will
# be converted to unicode:
print('To:', msg['to'])
print('From:', msg['from'])
print('Subject:', msg['subject'])

# If we want to print a preview of the message content, we can extract whatever
# the least formatted payload is and print the first three lines.  Of course,
# if the message has no plain text part printing the first three lines of html
# is probably useless, but this is just a conceptual example.
simplest = msg.get_body(preferencelist=('plain', 'html'))
print()
print(''.join(simplest.get_content().splitlines(keepends=True)[:3]))

ans = input("View full message?")
if ans.lower()[0] == 'n':
    sys.exit()

# We can extract the richest alternative in order to display it:
richest = msg.get_body()
partfiles = {}
if richest['content-type'].maintype == 'text':
    if richest['content-type'].subtype == 'plain':
        for line in richest.get_content().splitlines():
            print(line)
        sys.exit()
    elif richest['content-type'].subtype == 'html':
        body = richest
    else:
        print("Don't know how to display {}".format(richest.get_content_type()))
        sys.exit()
elif richest['content-type'].content_type == 'multipart/related':
    body = richest.get_body(preferencelist=('html'))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    for part in richest.iter_attachments():
        fn = part.get_filename()
        if fn:
            extension = os.path.splitext(part.get_filename())[1]
        else:
            extension = mimetypes.guess_extension(part.get_content_type())
        with tempfile.NamedTemporaryFile(suffix=extension, delete=False) as f:
            f.write(part.get_content())
            # again strip the <> to go from email form of cid to html form.
            partfiles[part['content-id'][1:-1]] = f.name
else:
    print("Don't know how to display {}".format(richest.get_content_type()))
    sys.exit()
with tempfile.NamedTemporaryFile(mode='w', delete=False) as f:
    f.write(magic_html_parser(body.get_content(), partfiles))
webbrowser.open(f.name)
os.remove(f.name)
for fn in partfiles.values():
    os.remove(fn)

# Of course, there are lots of email messages that could break this simple
# minded program, but it will handle the most common ones.
```

プロンプトまでの、上記のプログラムの出力はこうなります:

```
To: Penelope Pussycat <penelope@example.com>, Fabrette Pussycat <fabrette@example.com>
From: Pepé Le Pew <pepe@example.com>
Subject: Pourquoi pas des asperges pour ce midi ?

Salut!

Cette recette [1] sera sûrement un très bon repas.
```

脚注

レガシー API:

19.1.9 email.message.Message: compat32 API を使用した電子メールメッセージの表現

The *Message* class is very similar to the *EmailMessage* class, without the methods added by that class, and with the default behavior of certain other methods being slightly different. We also document here some methods that, while supported by the *EmailMessage* class, are not recommended unless you are dealing with legacy code.

The philosophy and structure of the two classes is otherwise the same.

This document describes the behavior under the default (for *Message*) policy *Compat32*. If you are going to use another policy, you should be using the *EmailMessage* class instead.

An email message consists of *headers* and a *payload*. Headers must be **RFC 5322** style names and values, where the field name and value are separated by a colon. The colon is not part of either the field name or the field value. The payload may be a simple text message, or a binary object, or a structured sequence of sub-messages each with their own set of headers and their own payload. The latter type of payload is indicated by the message having a MIME type such as *multipart/** or *message/rfc822*.

The conceptual model provided by a *Message* object is that of an ordered dictionary of headers with additional methods for accessing both specialized information from the headers, for accessing the payload, for generating a serialized version of the message, and for recursively walking over the object tree. Note that duplicate headers are supported but special methods must be used to access them.

The *Message* pseudo-dictionary is indexed by the header names, which must be ASCII values. The values of the dictionary are strings that are supposed to contain only ASCII characters; there is some special handling for non-ASCII input, but it doesn't always produce the correct results. Headers are stored and returned in case-preserving form, but field names are matched case-insensitively. There may also be a single envelope header, also known as the *Unix-From* header or the `From_` header. The *payload* is either a string or bytes, in the case of simple message objects, or a list of *Message* objects, for MIME container documents (e.g. *multipart/** and *message/rfc822*).

Message クラスのメソッドは以下のとおりです:

class email.message.**Message**(*policy=compat32*)

If *policy* is specified (it must be an instance of a *policy* class) use the rules it specifies to update and serialize the representation of the message. If *policy* is not set, use the *compat32* policy, which maintains backward compatibility with the Python 3.2 version of the email package. For more information see the *policy* documentation.

バージョン 3.3 で変更: キーワード引数 *policy* が追加されました。

as_string(*unixfrom=False*, *maxheaderlen=0*, *policy=None*)

Return the entire message flattened as a string. When optional *unixfrom* is true, the envelope header is included in the returned string. *unixfrom* defaults to `False`. For backward compatibility

reasons, *maxheaderlen* defaults to `0`, so if you want a different value you must override it explicitly (the value specified for *max_line_length* in the policy will be ignored by this method). The *policy* argument may be used to override the default policy obtained from the message instance. This can be used to control some of the formatting produced by the method, since the specified *policy* will be passed to the `Generator`.

もし、文字列への変換を完全に行うためにデフォルト値を埋める必要がある場合、メッセージのフラット化は *Message* の変更を引き起こす可能性があります (例えば、MIME の境界が生成される、変更される等)。

Note that this method is provided as a convenience and may not always format the message the way you want. For example, by default it does not do the mangling of lines that begin with `From` that is required by the Unix mbox format. For more flexibility, instantiate a *Generator* instance and use its *flatten()* method directly. For example:

```
from io import StringIO
from email.generator import Generator
fp = StringIO()
g = Generator(fp, mangle_from_=True, maxheaderlen=60)
g.flatten(msg)
text = fp.getvalue()
```

If the message object contains binary data that is not encoded according to RFC standards, the non-compliant data will be replaced by unicode "unknown character" code points. (See also *as_bytes()* and *BytesGenerator*.)

バージョン 3.4 で変更: *policy* キーワード引数が追加されました。

__str__()

as_string() と等価です。これにより `str(msg)` は書式化されたメッセージの文字列を作ります。

as_bytes(*unixfrom=False*, *policy=None*)

Return the entire message flattened as a bytes object. When optional *unixfrom* is true, the envelope header is included in the returned string. *unixfrom* defaults to `False`. The *policy* argument may be used to override the default policy obtained from the message instance. This can be used to control some of the formatting produced by the method, since the specified *policy* will be passed to the `BytesGenerator`.

もし、文字列への変換を完全に行うためにデフォルト値を埋める必要がある場合、メッセージのフラット化は *Message* の変更を引き起こす可能性があります (例えば、MIME の境界が生成される、変更される等)。

Note that this method is provided as a convenience and may not always format the message the way you want. For example, by default it does not do the mangling of lines that begin with `From`

that is required by the Unix mbox format. For more flexibility, instantiate a *BytesGenerator* instance and use its *flatten()* method directly. For example:

```
from io import BytesIO
from email.generator import BytesGenerator
fp = BytesIO()
g = BytesGenerator(fp, mangle_from_=True, maxheaderlen=60)
g.flatten(msg)
text = fp.getvalue()
```

Added in version 3.4.

__bytes__()

as_bytes() と等価です。これにより `bytes(msg)` は書式化されたメッセージの bytes オブジェクトを作ります。

Added in version 3.4.

is_multipart()

Return `True` if the message's payload is a list of sub-*Message* objects, otherwise return `False`. When *is_multipart()* returns `False`, the payload should be a string object (which might be a CTE encoded binary payload). (Note that *is_multipart()* returning `True` does not necessarily mean that "msg.get_content_maintype() == 'multipart'" will return the `True`. For example, `is_multipart` will return `True` when the *Message* is of type `message/rfc822`.)

set_unixfrom(*unixfrom*)

メッセージのエンベロープヘッダを *unixfrom* に設定します。これは文字列でなければなりません。

get_unixfrom()

メッセージのエンベロープヘッダを返します。エンベロープヘッダが設定されていない場合は `None` が返されます。

attach(*payload*)

与えられた *payload* を現在のペイロードに追加します。この時点でのペイロードは `None` か、あるいは *Message* オブジェクトのリストである必要があります。このメソッドの実行後、ペイロードは必ず *Message* オブジェクトのリストになります。ペイロードにスカラーオブジェクト (文字列など) を格納したい場合は、かわりに *set_payload()* を使ってください。

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by *set_content()* and the related `make` and `add` methods.

get_payload(*i=None*, *decode=False*)

現在のペイロードへの参照を返します。これは *is_multipart()* が `True` の場合 *Message* オブジェクトのリストになり、*is_multipart()* が `False` の場合は文字列になります。ペイロードがリストの場合、リストを変更することはそのメッセージのペイロードを変更することになります。

オプション引数の *i* がある場合、*is_multipart()* が True ならば *get_payload()* はペイロード中で 0 から数えて *i* 番目の要素を返します。*i* が 0 より小さい場合、あるいはペイロードの個数以上の場合は *IndexError* が発生します。ペイロードが文字列 (つまり *is_multipart()* が False) にもかかわらず *i* が与えられたときは *TypeError* が発生します。

Optional *decode* is a flag indicating whether the payload should be decoded or not, according to the *Content-Transfer-Encoding* header. When True and the message is not a multipart, the payload will be decoded if this header's value is quoted-printable or base64. If some other encoding is used, or *Content-Transfer-Encoding* header is missing, the payload is returned as-is (undecoded). In all cases the returned value is binary data. If the message is a multipart and the *decode* flag is True, then None is returned. If the payload is base64 and it was not perfectly formed (missing padding, characters outside the base64 alphabet), then an appropriate defect will be added to the message's defect property (InvalidBase64PaddingDefect or InvalidBase64CharactersDefect, respectively).

When *decode* is False (the default) the body is returned as a string without decoding the *Content-Transfer-Encoding*. However, for a *Content-Transfer-Encoding* of 8bit, an attempt is made to decode the original bytes using the charset specified by the *Content-Type* header, using the replace error handler. If no charset is specified, or if the charset given is not recognized by the email package, the body is decoded using the default ASCII charset.

This is a legacy method. On the EmailMessage class its functionality is replaced by *get_content()* and *iter_parts()*.

set_payload(*payload*, *charset=None*)

メッセージオブジェクト全体のペイロードを *payload* に設定します。クライアントはペイロードを変更してはいけません。オプションの *charset* はメッセージのデフォルト文字セットを設定します。詳しくは *set_charset()* を参照してください。

This is a legacy method. On the EmailMessage class its functionality is replaced by *set_content()*.

set_charset(*charset*)

ペイロードの文字セットを *charset* に変更します。これは *Charset* インスタンス (*email.charset* 参照)、文字セット名を表す文字列、あるいは None のいずれかです。文字列を指定した場合は *Charset* インスタンスに変換されます。*charset* が None の場合、charset 引数は *Content-Type* ヘッダから除去されます (それ以外にメッセージは変更されません)。これら以外のものを文字セットとして指定した場合、*TypeError* を送出します。

MIME-Version ヘッダが存在しなければ、追加されます。*Content-Type* ヘッダが存在しなければ、*text/plain* を値として追加されます。*Content-Type* が存在していてもいなくても、charset パラメタは *charset.output_charset* に設定されます。*charset.input_charset* と *charset.output_charset* が異なるなら、ペイロードは *output_charset* に再エンコードされます。*Content-Transfer-Encoding*

ヘッダが存在しなければ、ペイロードは、必要なら指定された *Charset* を使って transfer エンコードされ、適切な値のヘッダが追加されます。*Content-Transfer-Encoding* ヘッダがすでに存在すれば、ペイロードはすでにその *Content-Transfer-Encoding* によって正しくエンコードされたものと見なされ、変形されません。

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by the *charset* parameter of the `email.emailmessage.EmailMessage.set_content()` method.

get_charset()

そのメッセージ中のペイロードの *Charset* インスタンスを返します。

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class it always returns `None`.

以下のメソッドは、メッセージの **RFC 2822** ヘッダにアクセスするためのマップ (辞書) 形式のインタフェイスを実装したものです。これらのメソッドと、通常のマップ (辞書) 型はまったく同じ意味をもつわけではないことに注意してください。たとえば辞書型では、同じキーが複数あることは許されていませんが、ここでは同じメッセージヘッダが複数ある場合があります。また、辞書型では *keys()* で返されるキーの順序は保証されていませんが、*Message* オブジェクト内のヘッダはつねに元のメッセージ中に現れた順序、あるいはそのあとに追加された順序で返されます。削除され、その後ふたたび追加されたヘッダはリストの一番最後に現れます。

こういった意味のちがいは意図的なもので、最大の利便性をもつようにつくられています。

注意: どんな場合も、メッセージ中のエンベロープヘッダはこのマップ形式のインタフェイスには含まれません。

In a model generated from bytes, any header values that (in contravention of the RFCs) contain non-ASCII bytes will, when retrieved through this interface, be represented as *Header* objects with a charset of `unknown-8bit`.

__len__()

複製されたものもふくめてヘッダ数の合計を返します。

__contains__(*name*)

メッセージオブジェクトが *name* という名前のフィールドを持っていれば `True` を返します。この検査では名前の大文字小文字は区別されません。*name* は最後にコロンをふくんでいてはいけません。このメソッドは以下のように `in` 演算子で使われます:

```
if 'message-id' in myMessage:
   print('Message-ID:', myMessage['message-id'])
```

__getitem__(*name*)

指定された名前のヘッダフィールドの値を返します。*name* は最後にコロンをふくんでいてはいけません。そのヘッダがない場合は `None` が返され、*KeyError* 例外は発生しません。

注意: 指定された名前のフィールドがメッセージのヘッダに 2 回以上現れている場合、どちらの値が返されるかは未定義です。ヘッダに存在するフィールドの値をすべて取り出したい場合は *get_all()* メソッドを使ってください。

__setitem__(*name*, *val*)

メッセージヘッダに *name* という名前の *val* という値をもつフィールドをあらたに追加します。このフィールドは現在メッセージに存在するフィールドのいちばん後に追加されます。

注意: このメソッドでは、すでに同一の名前で存在するフィールドは上書き **されません**。もしメッセージが名前 *name* をもつフィールドをひとつしか持たないようにしたければ、最初にそれを除去してください。たとえば:

```
del msg['subject']
msg['subject'] = 'Python roolz!'
```

__delitem__(*name*)

メッセージのヘッダから、*name* という名前をもつフィールドをすべて除去します。たとえこの名前をもつヘッダが存在していなくても例外は発生しません。

keys()

メッセージ中にあるすべてのヘッダのフィールド名のリストを返します。

values()

メッセージ中にあるすべてのフィールドの値のリストを返します。

items()

メッセージ中にあるすべてのヘッダのフィールド名とその値を 2-タプルのリストとして返します。

get(*name*, *failobj=None*)

Return the value of the named header field. This is identical to `__getitem__()` except that optional *failobj* is returned if the named header is missing (defaults to `None`).

さらに、役に立つメソッドをいくつか紹介します:

get_all(*name*, *failobj=None*)

name の名前をもつフィールドのすべての値からなるリストを返します。該当する名前のヘッダがメッセージ中に含まれていない場合は *failobj* (デフォルトでは `None`) が返されます。

add_header(*_name*, *_value*, ***_params*)

拡張ヘッダ設定。このメソッドは *__setitem__()* と似ていますが、追加のヘッダ・パラメータをキーワード引数で指定できるところが違っています。*_name* に追加するヘッダフィールドを、*_value* にそのヘッダの **最初の** 値を渡します。

キーワード引数辞書 *_params* の各項目ごとに、そのキーがパラメータ名として扱われ、キー名にふくまれるアンダースコアはハイフンに置換されます (アンダースコアは、Python 識別子としてハイフ

ンを使えないための代替です)。ふつう、パラメータの値が None 以外のときは、key="value" の形で追加されます。パラメータの値が None のときはキーのみが追加されます。値が非 ASCII 文字を含むなら、それは (CHARSET, LANGUAGE, VALUE) の形式の 3 タプルにすることが出来ます。ここで CHARSET はその値をエンコードするのに使われる文字セットを指示する文字列で、LANGUAGE は通常 None か空文字列にでき (これら以外で指定出来るものについては **RFC 2231** を参照してください)、VALUE は非 ASCII コードポイントを含む文字列値です。この 3 タプルではなく非 ASCII 文字を含む値が渡された場合は、CHARSET に utf-8 、LANGUAGE に None を使って **RFC 2231** 形式に自動的にエンコードされます。

以下はこの使用例です:

```
msg.add_header('Content-Disposition', 'attachment', filename='bud.gif')
```

こうするとヘッダには以下のように追加されます

```
Content-Disposition: attachment; filename="bud.gif"
```

非 ASCII 文字を使った例:

```
msg.add_header('Content-Disposition', 'attachment',
               filename=('iso-8859-1', '', 'Fußballer.ppt'))
```

は、以下のようになります

```
Content-Disposition: attachment; filename*="iso-8859-1''Fu%DFballer.ppt"
```

replace_header(*_name*, *_value*)

ヘッダの置換。*_name* と一致するヘッダで最初に見つかったものを置き換えます。このときヘッダの順序とフィールド名の大文字小文字は保存されます。一致するヘッダがない場合、*KeyError* が発生します。

get_content_type()

そのメッセージの content-type を返します。返された文字列は強制的に小文字で *maintype/subtype* の形式に変換されます。メッセージ中に *Content-Type* ヘッダがない場合、デフォルトの content-type は *get_default_type()* が返す値によって与えられます。**RFC 2045** によればメッセージはつねにデフォルトの content-type をもっているので、*get_content_type()* はつねになんらかの値を返すはずです。

RFC 2045 はメッセージのデフォルト content-type を、それが *multipart/digest* コンテナに現れているとき以外は *text/plain* に規定しています。あるメッセージが *multipart/digest* コンテナ中にある場合、その content-type は *message/rfc822* になります。もし *Content-Type* ヘッダが適切でない content-type 書式だった場合、**RFC 2045** はそれのデフォルトを *text/plain* として扱うよう定めています。

get_content_maintype()

そのメッセージの主 content-type を返します。これは *get_content_type()* によって返される文字列の *maintype* 部分です。

get_content_subtype()

そのメッセージの副 content-type (sub content-type、subtype) を返します。これは *get_content_type()* によって返される文字列の *subtype* 部分です。

get_default_type()

デフォルトの content-type を返します。ほどんどのメッセージではデフォルトの content-type は *text/plain* ですが、メッセージが *multipart/digest* コンテナに含まれているときだけ例外的に *message/rfc822* になります。

set_default_type(*ctype*)

デフォルトの content-type を設定します。*ctype* は *text/plain* あるいは *message/rfc822* である必要がありますが、強制ではありません。デフォルトの content-type はヘッダの *Content-Type* には格納されません。

get_params(*failobj=None*, *header='content-type'*, *unquote=True*)

メッセージの *Content-Type* パラメータをリストとして返します。返されるリストはキー/値の組からなる 2 要素タプルが連なったものであり、これらは `'='` 記号で分離されています。`'='` の左側はキーになり、右側は値になります。パラメータ中に `'='` がなかった場合、値の部分は空文字列になり、そうでなければその値は *get_param()* で説明されている形式になります。また、オプション引数 *unquote* が `True` (デフォルト) である場合、この値は unquote されます。

オプション引数 *failobj* は、*Content-Type* ヘッダが存在しなかった場合に返すオブジェクトです。オプション引数 *header* には *Content-Type* のかわりに検索すべきヘッダを指定します。

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by the *params* property of the individual header objects returned by the header access methods.

get_param(*param*, *failobj=None*, *header='content-type'*, *unquote=True*)

メッセージの *Content-Type* ヘッダ中のパラメータ *param* を文字列として返します。そのメッセージ中に *Content-Type* ヘッダが存在しなかった場合、*failobj* (デフォルトは `None`) が返されます。

オプション引数 *header* が与えられた場合、*Content-Type* のかわりにそのヘッダが使用されます。

パラメータのキー比較は常に大文字小文字を区別しません。返り値は文字列か 3 要素のタプルで、タプルになるのはパラメータが **RFC 2231** エンコードされている場合です。3 要素タプルの場合、各要素の値は `(CHARSET, LANGUAGE, VALUE)` の形式になっています。`CHARSET` と `LAGUAGE` は `None` になることがあり、その場合 `VALUE` は `us-ascii` 文字セットでエンコードされているとみなさなければならないので注意してください。普段は `LANGUAGE` を無視できます。

この関数を使うアプリケーションが、パラメータが **RFC 2231** 形式でエンコードされているかどう

かを気にしないのであれば、*email.utils.collapse_rfc2231_value()* に *get_param()* の返り値を渡して呼び出すことで、このパラメータをひとつにまとめることができます。この値がタプルならばこの関数は適切にデコードされた Unicode 文字列を返し、そうでない場合は unquote された元の文字列を返します。たとえば:

```
rawparam = msg.get_param('foo')
param = email.utils.collapse_rfc2231_value(rawparam)
```

いずれの場合もパラメータの値は (文字列であれ 3 要素タプルの `VALUE` 項目であれ) つねに unquote されます。ただし、*unquote* が `False` に指定されている場合は unquote されません。

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by the *params* property of the individual header objects returned by the header access methods.

set_param(*param*, *value*, *header='Content-Type'*, *requote=True*, *charset=None*, *language=''*, *replace=False*)

Content-Type ヘッダ中のパラメータを設定します。指定されたパラメータがヘッダ中にすでに存在する場合、その値は *value* に置き換えられます。*Content-Type* ヘッダがまだこのメッセージ中に存在していない場合、**RFC 2045** にしたがいこの値には *text/plain* が設定され、新しいパラメータ値が末尾に追加されます。

オプション引数 *header* が与えられた場合、*Content-Type* のかわりにそのヘッダが使用されます。オプション引数 *requote* が `False` でない限り、この値は quote されます (デフォルトは `True`)。

オプション引数 *charset* が与えられると、そのパラメータは **RFC 2231** に従ってエンコードされます。オプション引数 *language* は RFC 2231 の言語を指定しますが、デフォルトではこれは空文字列となります。*charset* と *language* はどちらも文字列である必要があります。

If *replace* is `False` (the default) the header is moved to the end of the list of headers. If *replace* is `True`, the header will be updated in place.

バージョン 3.4 で変更: `replace` キーワードが追加されました。

del_param(*param*, *header='content-type'*, *requote=True*)

指定されたパラメータを *Content-Type* ヘッダ中から完全にとりのぞきます。ヘッダはそのパラメータと値がない状態に書き換えられます。*requote* が `False` でない限り (デフォルトでは `True` です)、すべての値は必要に応じて quote されます。オプション変数 *header* が与えられた場合、*Content-Type* のかわりにそのヘッダが使用されます。

set_type(*type*, *header='Content-Type'*, *requote=True*)

Content-Type ヘッダの maintype と subtype を設定します。*type* は *maintype/subtype* という形の文字列でなければなりません。それ以外の場合は *ValueError* が発生します。

このメソッドは *Content-Type* ヘッダを置き換えますが、すべてのパラメータはそのままにします。*requote* が `False` の場合、これはすでに存在するヘッダを quote せず放置しますが、そうでない場合

は自動的に quote します (デフォルト動作)。

オプション変数 *header* が与えられた場合、*Content-Type* のかわりにそのヘッダが使用されます。*Content-Type* ヘッダが設定される場合には、*MIME-Version* ヘッダも同時に付加されます。

This is a legacy method. On the `EmailMessage` class its functionality is replaced by the `make_` and `add_` methods.

get_filename(*failobj=None*)

そのメッセージ中の *Content-Disposition* ヘッダにある、`filename` パラメータの値を返します。目的のヘッダに `filename` パラメータがない場合には *Content-Type* ヘッダにある `name` パラメータを探します。それも無い場合またはヘッダが無い場合には *failobj* が返されます。返される文字列はつねに *email.utils.unquote()* によって unquote されます。

get_boundary(*failobj=None*)

そのメッセージ中の *Content-Type* ヘッダにある、`boundary` パラメータの値を返します。目的のヘッダが欠けていたり、`boundary` パラメータがない場合には *failobj* が返されます。返される文字列はつねに *email.utils.unquote()* によって unquote されます。

set_boundary(*boundary*)

メッセージ中の *Content-Type* ヘッダにある、`boundary` パラメータに値を設定します。*set_boundary()* は必要に応じて *boundary* を quote します。そのメッセージが *Content-Type* ヘッダを含んでいない場合、*HeaderParseError* が発生します。

注意: このメソッドを使うのは、古い *Content-Type* ヘッダを削除して新しい boundary をもったヘッダを *add_header()* で足すのとは少し違います。*set_boundary()* は一連のヘッダ中での *Content-Type* ヘッダの位置を保つからです。しかし、これは元の *Content-Type* ヘッダ中に存在していた連続する行の順番までは **保ちません** 。

get_content_charset(*failobj=None*)

そのメッセージ中の *Content-Type* ヘッダにある、`charset` パラメータの値を返します。値はすべて小文字に変換されます。メッセージ中に *Content-Type* がなかったり、このヘッダ中に `charaset` パラメータがない場合には *failobj* が返されます。

注意: これは *get_charset()* メソッドとは異なります。こちらのほうは文字列のかわりに、そのメッセージボディのデフォルトエンコーディングの *Charset* インスタンスを返します。

get_charsets(*failobj=None*)

メッセージ中に含まれる文字セットの名前をすべてリストにして返します。そのメッセージが *multipart* である場合、返されるリストの各要素がそれぞれの subpart のペイロードに対応します。それ以外の場合、これは長さ 1 のリストを返します。

リスト中の各要素は文字列であり、これは対応する subpart 中のそれぞれの *Content-Type* ヘッダにある `charset` の値です。しかし、その subpart が *Content-Type* をもってないか、`charset` がない

か、あるいは MIME maintype が *text* でないいずれかの場合には、リストの要素として *failobj* が返されます。

get_content_disposition()

Return the lowercased value (without parameters) of the message's *Content-Disposition* header if it has one, or None. The possible values for this method are *inline*, *attachment* or None if the message follows **RFC 2183**.

Added in version 3.5.

walk()

walk() メソッドは多目的のジェネレータで、これはあるメッセージオブジェクトツリー中のすべての part および subpart をわたり歩くのに使えます。順序は深さ優先です。おそらく典型的な用法は、*walk()* を for ループ中でのイテレータとして使うことでしょう。ループを一回まわるごとに、次の subpart が返されるのです。

以下の例は、multipart メッセージのすべての part において、その MIME タイプを表示していくものです。:

```
>>> for part in msg.walk():
...     print(part.get_content_type())
multipart/report
text/plain
message/delivery-status
text/plain
text/plain
message/rfc822
text/plain
```

walk iterates over the subparts of any part where *is_multipart()* returns True, even though msg.get_content_maintype() == 'multipart' may return False. We can see this in our example by making use of the _structure debug helper function:

```
>>> for part in msg.walk():
...     print(part.get_content_maintype() == 'multipart',
...           part.is_multipart())
True True
False False
False True
False False
False False
False True
False False
>>> _structure(msg)
multipart/report
    text/plain
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    message/delivery-status
        text/plain
        text/plain
    message/rfc822
        text/plain
```

Here the `message` parts are not `multiparts`, but they do contain subparts. `is_multipart()` returns `True` and `walk` descends into the subparts.

Message オブジェクトはオプションとして 2 つのインスタンス属性をとることができます。これはある MIME メッセージからプレーンテキストを生成するのに使うことができます。

preamble

MIME ドキュメントの形式では、ヘッダ直後にくる空行と最初の multipart 境界をあらわす文字列のあいだにいくらかのテキスト (訳注: preamble, 序文) を埋めこむことを許しています。このテキストは標準的な MIME の範疇からはみ出しているので、MIME 形式を認識するメールソフトからこれらは通常まったく見えません。しかしメッセージのテキストを生で見る場合、あるいはメッセージを MIME 対応していないメールソフトで見る場合、このテキストは目に見えることになります。

preamble 属性は MIME ドキュメントに加えるこの最初の MIME 範囲外テキストを含んでいます。*Parser* があるテキストをヘッダ以降に発見したが、それはまだ最初の MIME 境界文字列が現れる前だった場合、パーザはそのテキストをメッセージの *preamble* 属性に格納します。*Generator* がある MIME メッセージからプレーンテキスト形式を生成するときメッセージが *preamble* 属性を持つことが発見されれば、これはそのテキストをヘッダと最初の MIME 境界の間に挿入します。詳細は *email.parser* および *email.generator* を参照してください。

注意: そのメッセージに preamble がない場合、*preamble* 属性には `None` が格納されます。

epilogue

epilogue 属性はメッセージの最後の MIME 境界文字列からメッセージ末尾までのテキストを含むもので、それ以外は *preamble* 属性と同じです。

Generator でファイル終端に改行を出力するため、epilogue に空文字列を設定する必要はなくなりました。

defects

defects 属性はメッセージを解析する途中で検出されたすべての問題点 (defect、障害) のリストを保持しています。解析中に発見されうる障害についてのより詳細な説明は *email.errors* を参照してください。

19.1.10 email.mime: Creating email and MIME objects from scratch

ソースコード: Lib/email/mime/

This module is part of the legacy (Compat32) email API. Its functionality is partially replaced by the *contentmanager* in the new API, but in certain applications these classes may still be useful, even in non-legacy code.

ふつう、メッセージオブジェクト構造はファイルまたは何がしかのテキストをパーザに通すことで得られます。パーザは与えられたテキストを解析し、基底となる root のメッセージオブジェクトを返します。しかし、完全なメッセージオブジェクト構造を何もないところから作成することもまた可能です。個別の *Message* を手で作成することさえできます。実際には、すでに存在するメッセージオブジェクト構造をとってきて、そこに新たな *Message* オブジェクトを追加したり、あるものを別のところへ移動させたりできます。これは MIME メッセージを切ったりおろしたりするために非常に便利なインターフェイスを提供します。

新しいメッセージオブジェクト構造は *Message* インスタンスを作成することにより作れます。ここに添付ファイルやその他適切なものをすべて手で加えてやればよいのです。MIME メッセージの場合、*email* パッケージはこれらを簡単におこなえるようにするためにいくつかの便利なサブクラスを提供しています。

以下がそのサブクラスです:

class email.mime.base.MIMEBase(*_maintype*, *_subtype*, ***, *policy=compat32*, ***_params*)

モジュール: *email.mime.base*

これはすべての *Message* の MIME 用サブクラスの基底となるクラスです。とくに *MIMEBase* のインスタンスを直接作成することは (可能ではありますが) ふつうはしないでしょう。*MIMEBase* は単により特化された MIME 用サブクラスのための便宜的な基底クラスとして提供されています。

_maintype は *Content-Type* の主形式 (maintype) であり (*text* や *image* など)、*_subtype* は *Content-Type* の副形式 (subtype) です (*plain* や *gif* など)。*_params* は各パラメータのキーと値を格納した辞書であり、これは直接 *Message.add_header* に渡されます。

If *policy* is specified, (defaults to the *compat32* policy) it will be passed to *Message*.

MIMEBase クラスはつねに (*_maintype* 、*_subtype* 、および *_params* にもとづいた) *Content-Type* ヘッダと、*MIME-Version* ヘッダ (必ず 1.0 に設定される) を追加します。

バージョン 3.6 で変更: キーワード専用引数 *policy* が追加されました。

class email.mime.nonmultipart.MIMENonMultipart

モジュール: *email.mime.nonmultipart*

MIMEBase のサブクラスで、これは *multipart* 形式でない MIME メッセージのための中間的な基底クラスです。このクラスのおもな目的は、通常 *multipart* 形式のメッセージに対してのみ意味をな

す *attach()* メソッドの使用をふせぐことです。もし *attach()* メソッドが呼ばれた場合、これは *MultipartConversionError* 例外を発生します。

class email.mime.multipart.**MIMEMultipart**(*_subtype='mixed'*, *boundary=None*, *_subparts=None*, ***, *policy=compat32*, ***_params*)

モジュール: *email.mime.multipart*

MIMEBase のサブクラスで、これは ***multipart*** 形式の MIME メッセージのための中間的な基底クラスです。オプション引数 *_subtype* はデフォルトでは ***mixed*** になっていますが、そのメッセージの副形式 (subtype) を指定するのに使うことができます。メッセージオブジェクトには ***multipart/_subtype*** という値をもつ ***Content-Type*** ヘッダとともに、***MIME-Version*** ヘッダが追加されるでしょう。

オプション引数 *boundary* は multipart の境界文字列です。これが `None` の場合 (デフォルト)、境界は必要に応じて計算されます (例えばメッセージがシリアライズされるときなど)。

_subparts はそのペイロードの subpart の初期値からなるシーケンスです。このシーケンスはリストに変換できるようになっている必要があります。新しい subpart はつねに *Message.attach* メソッドを使ってそのメッセージに追加できるようになっています。

Optional *policy* argument defaults to *compat32*.

Content-Type ヘッダに対する追加のパラメータはキーワード引数 *_params* を介して取得あるいは設定されます。これはキーワード辞書になっています。

バージョン 3.6 で変更: キーワード専用引数 *policy* が追加されました。

class email.mime.application.**MIMEApplication**(*_data*, *_subtype='octet-stream'*, *_encoder=email.encoders.encode_base64*, ***, *policy=compat32*, ***_params*)

モジュール: *email.mime.application*

A subclass of *MIMENonMultipart*, the *MIMEApplication* class is used to represent MIME message objects of major type ***application***. *_data* contains the bytes for the raw application data. Optional *_subtype* specifies the MIME subtype and defaults to ***octet-stream***.

オプション引数の *_encoder* は呼び出し可能なオブジェクト (関数など) で、データの転送に使う実際のエンコード処理を行います。この呼び出し可能なオブジェクトは引数を 1 つ取り、それは *MIMEApplication* のインスタンスです。ペイロードをエンコードされた形式に変更するために *get_payload()* と *set_payload()* を使い、必要に応じて ***Content-Transfer-Encoding*** やその他のヘッダをメッセージオブジェクトに追加するべきです。デフォルトのエンコードは base64 です。組み込みのエンコーダの一覧は *email.encoders* モジュールを見てください。

Optional *policy* argument defaults to *compat32*.

_params は基底クラスのコンストラクタにそのまま渡されます。

バージョン 3.6 で変更: キーワード専用引数 *policy* が追加されました。

class email.mime.audio.**MIMEAudio**(*_audiodata*, *_subtype=None*, *_encoder=email.encoders.encode_base64*, ***, *policy=compat32*, ***_params*)

モジュール: *email.mime.audio*

A subclass of *MIMENonMultipart*, the *MIMEAudio* class is used to create MIME message objects of major type ***audio***. *_audiodata* contains the bytes for the raw audio data. If this data can be decoded as au, wav, aiff, or aifc, then the subtype will be automatically included in the ***Content-Type*** header. Otherwise you can explicitly specify the audio subtype via the *_subtype* argument. If the minor type could not be guessed and *_subtype* was not given, then *TypeError* is raised.

オプション引数の *_encoder* は呼び出し可能なオブジェクト (関数など) で、オーディオデータの転送に使う実際のエンコード処理を行います。この呼び出し可能なオブジェクトは引数を 1 つ取り、それは *MIMEAudio* のインスタンスです。ペイロードをエンコードされた形式に変更するために *get_payload()* と *set_payload()* を使い、必要に応じて ***Content-Transfer-Encoding*** やその他のヘッダをメッセージオブジェクトに追加するべきです。デフォルトのエンコードは base64 です。組み込みのエンコーダの一覧は *email.encoders* モジュールを見てください。

Optional *policy* argument defaults to *compat32*.

_params は基底クラスのコンストラクタにそのまま渡されます。

バージョン 3.6 で変更: キーワード専用引数 *policy* が追加されました。

class email.mime.image.**MIMEImage**(*_imagedata*, *_subtype=None*, *_encoder=email.encoders.encode_base64*, ***, *policy=compat32*, ***_params*)

モジュール: *email.mime.image*

A subclass of *MIMENonMultipart*, the *MIMEImage* class is used to create MIME message objects of major type ***image***. *_imagedata* contains the bytes for the raw image data. If this data type can be detected (jpeg, png, gif, tiff, rgb, pbm, pgm, ppm, rast, xbm, bmp, webp, and exr attempted), then the subtype will be automatically included in the ***Content-Type*** header. Otherwise you can explicitly specify the image subtype via the *_subtype* argument. If the minor type could not be guessed and *_subtype* was not given, then *TypeError* is raised.

オプション引数の *_encoder* は呼び出し可能なオブジェクト (関数など) で、画像データの転送に使う実際のエンコード処理を行います。この呼び出し可能なオブジェクトは引数を 1 つ取り、それは *MIMEImage* のインスタンスです。ペイロードをエンコードされた形式に変更するために *get_payload()* と *set_payload()* を使い、必要に応じて ***Content-Transfer-Encoding*** やその他のヘッダをメッセージオブジェクトに追加するべきです。デフォルトのエンコードは base64 です。組み込みのエンコーダの一覧は *email.encoders* モジュールを見てください。

Optional *policy* argument defaults to *compat32*.

_params は *MIMEBase* コンストラクタに直接渡されます。

バージョン 3.6 で変更: キーワード専用引数 *policy* が追加されました。

class email.mime.message.**MIMEMessage**(*_msg*, *_subtype='rfc822'*, ***, *policy=compat32*)

モジュール: *email.mime.message*

MIMEMessage クラスは *MIMENonMultipart* のサブクラスで、主形式 (maintype) が ***message*** の MIME オブジェクトを作成するのに使われます。ペイロードとして使われるメッセージは *_msg* になります。これは *Message* クラス (あるいはそのサブクラス) のインスタンスでなければいけません。そうでない場合、この関数は *TypeError* を発生します。

オプション引数 *_subtype* はそのメッセージの副形式 (subtype) を設定します。デフォルトではこれは ***rfc822*** になっています。

Optional *policy* argument defaults to *compat32*.

バージョン 3.6 で変更: キーワード専用引数 *policy* が追加されました。

class email.mime.text.**MIMEText**(*_text*, *_subtype='plain'*, *_charset=None*, ***, *policy=compat32*)

モジュール: *email.mime.text*

MIMEText クラスは *MIMENonMultipart* のサブクラスで、主形式 (maintype) が ***text*** の MIME オブジェクトを作成するのに使われます。ペイロードの文字列は *_text* になります。*_subtype* には副形式 (subtype) を指定し、デフォルトは ***plain*** です。*_charset* はテキストの文字セットで、*MIMENonMultipart* コンストラクタに引数として渡されます。この値は、文字列が `ascii` コードポイントのみを含む場合 `us-ascii`、それ以外は `utf-8` がデフォルトになっています。*_charset* パラメータは、文字列と *Charset* インスタンスの両方を受け付けます。

`_charset` 引数に明示的に `None` をセットしない限りは、作成される MIMEText オブジェクトは `charset` の付いた *Content-Type* ヘッダと *Content-Transfer-Endcoding* ヘッダの両方を持ちます。これは後続の `set_payload` 呼び出しが、`set_payload` コマンドに charset が渡したとしてもエンコードされたペイロードにはならないことを意味します。`Content-Transfer-Encoding` ヘッダを削除することでこの振る舞いを「リセット」出来ます。これにより `set_payload` 呼び出しが新たなペイロードを自動的にエンコード (そして新たな *Content-Transfer-Encoding* ヘッダを追加) します。

Optional *policy* argument defaults to *compat32*.

バージョン 3.5 で変更: *_charset* は *Charset* インスタンスも受け取ります。

バージョン 3.6 で変更: キーワード専用引数 *policy* が追加されました。

19.1.11 email.header: 国際化されたヘッダー

ソースコード: Lib/email/header.py

このモジュールはレガシー (Compat32) な電子メール API の一部です。現在の API ではヘッダのエンコードとデコードは *EmailMessage* クラスの辞書的な API によって透過的に処理されます。レガシーコードでの使用に加えて、このモジュールは、ヘッダーをエンコードする際に使用される文字セットを完全に制御する必要があるアプリケーションで役立ちます

この節の以降のテキストはモジュールの元々のドキュメントです。

RFC 2822 は電子メールメッセージの形式を規定する基本規格です。これはほとんどの電子メールが ASCII 文字のみで構成されていたころ普及した **RFC 822** 標準から発展したものです。**RFC 2822** は電子メールがすべて 7-bit ASCII 文字のみから構成されていると仮定して作られた仕様です。

もちろん、電子メールが世界的に普及するにつれ、この仕様は国際化されてきました。今では電子メールに言語依存の文字集合を使うことができます。基本規格では、まだ電子メールメッセージを 7-bit ASCII 文字のみを使って転送するよう要求していますので、多くの RFC でどうやって非 ASCII の電子メールを **RFC 2822** 準拠な形式にエンコードするかが記述されています。これらの RFC は以下のものを含みます: **RFC 2045** 、**RFC 2046** 、**RFC 2047** 、および **RFC 2231** 。*email* パッケージは、*email.header* および *email.charset* モジュールでこれらの規格をサポートしています。

ご自分の電子メールヘッダ、たとえば *Subject* や *To* などのフィールドに非 ASCII 文字を入れたい場合、*Header* クラスを使う必要があります。*Message* オブジェクトの該当フィールドに文字列ではなく、*Header* インスタンスを使うのです。*Header* クラスは *email.header* モジュールからインポートしてください。たとえば:

```
>>> from email.message import Message
>>> from email.header import Header
>>> msg = Message()
>>> h = Header('p\xf6stal', 'iso-8859-1')
>>> msg['Subject'] = h
>>> msg.as_string()
'Subject: =?iso-8859-1?q?p=F6stal?=\n\n'
```

Subject フィールドに非 ASCII 文字を含めていることに注目してください。ここでは、含めたいバイト列がエンコードされている文字集合を指定して *Header* インスタンスを作成することによって実現しています。のちにこの *Message* インスタンスからフラットなテキストを生成する際に、この *Subject* フィールドは **RFC 2047** 準拠の適切な形式にエンコードされます。MIME 機能のあるメーラなら、このヘッダに埋めこまれた ISO-8859-1 文字を正しく表示するでしょう。

以下は *Header* クラスの説明です:

class email.header.**Header**(*s=None*, *charset=None*, *maxlinelen=None*, *header_name=None*, *continuation_ws=' '*, *errors='strict'*)

別の文字集合の文字列を含む MIME 準拠なヘッダを作成します。

オプション引数 *s* はヘッダの値の初期値です。これが None の場合 (デフォルト)、ヘッダの初期値は設定されません。この値はあとから *append()* メソッドを呼びだすことによって追加することができます。*s* は *bytes* または *str* のインスタンスにできます。このセマンティクスについては *append()* の項を参照してください。

オプション引数 *charset* には 2 つの目的があります。ひとつは *append()* メソッドにおける *charset* 引数と同じものです。もうひとつは、これ以降 *charset* 引数を省略した *append()* メソッド呼び出しすべてにおける、デフォルト文字集合を決定するものです。コンストラクタに *charset* が与えられない場合 (デフォルト)、初期値の *s* および以後の *append()* 呼び出しにおける文字集合として us-ascii が使われます。

行の最大長は *maxlinelen* によって明示的に指定できます。最初の行を (*Subject* などの *s* に含まれないフィールドヘッダの責任をとるため) 短く切りとる場合、*header_name* にそのフィールド名を指定してください。*maxlinelen* のデフォルト値は 78 であり、*header_name* のデフォルト値は None です。これはその最初の行を長い、切りとられたヘッダとして扱わないことを意味します。

オプション引数 *continuation_ws* は **RFC 2822** 準拠の折り返し用余白文字で、ふつうこれは空白か、ハードタブ文字 (hard tab) である必要があります。ここで指定された文字は複数にわたる行の行頭に挿入されます。*continuation_ws* のデフォルト値は 1 つのスペース文字です。

オプション引数 *errors* は、*append()* メソッドにそのまま渡されます。

append(*s*, *charset=None*, *errors='strict'*)

この MIME ヘッダに文字列 *s* を追加します。

オプション引数 *charset* がもし与えられた場合、これは *Charset* インスタンス (*email.charset* を参照) か、あるいは文字集合の名前でなければなりません。この場合は *Charset* インスタンスに変換されます。この値が None の場合 (デフォルト)、コンストラクタで与えられた *charset* が使われます。

s は *bytes* または *str* のインスタンスです。*bytes* のインスタンスの場合、*charset* はその文字列のエンコーディングであり、この文字セットでデコードできないときは *UnicodeError* が発生します。

s が *str* のインスタンスの場合、*charset* はその文字列の文字セットを決定するためのヒントとして使われます。

いずれの場合でも、**RFC 2822** 準拠のヘッダを **RFC 2047** の規則を用いて生成する際、文字列は指定された文字セットの出力コーデックを用いてエンコードされます。出力コーデックを用いて文字列がエンコードできないときは *UnicodeError* が発生します。

オプションの *errors* は、*s* がバイト文字列だった場合のデコード呼び出しに errors 引数として渡されます。

encode(*splitchars=';, \t'*, *maxlinelen=None*, *linesep='\n'*)

メッセージヘッダを RFC に沿ったやり方でエンコードします。おそらく長い行は折り返され、非

ASCII 部分は base64 または quoted-printable エンコーディングで包含されるでしょう。

オプション引数 *splitchars* は、通常のヘッダーの折り返し処理の間に分割アルゴリズムによって特別な重みが与えられるべき文字を含む文字列です。これは、**RFC 2822** の 'higher level syntactic breaks' の非常に荒いサポートです: splitchar の後の分割点は、行分割において優先されます。分割文字は文字列中での出現順に優先されます。スペースとタブは、分割しようとする行に他の分割文字が出現しない時に、分割点として他の文字と比べてどのような優先順位が与えられるべきかを示すために、文字列に含めることができます。Splitchars は **RFC 2047** エンコードされた行には影響しません。

与えられた場合、*maxlinelen* はインスタンスの最大行長の値を上書きします。

linesep は、折り返しヘッダの行を区切る文字を指定します。デフォルトでは Python アプリケーションコードに最も有用な値 (\n) になりますが、RFC 準拠の行区切り文字でヘッダを生成するために "rn"を指定することができます。

バージョン 3.2 で変更: *linesep* 引数が追加されました。

Header クラスは、標準の演算子や組み込み関数をサポートするためのメソッドもいくつか提供しています。

__str__()

Header の概要を文字列として返します。無制限の行長を使用します。すべての箇所は、指定されたエンコーディングを使用して Unicode に変換され、適切に結合されます。文字セット 'unknown-8bit' を持つ箇所は、'replace' エラーハンドラを使って ASCII としてデコードされます。

バージョン 3.2 で変更: 'unknown-8bit' 文字集合の処理が追加されました。

__eq__(*other*)

このメソッドは、ふたつの *Header* インスタンスどうしが等しいかどうか判定するのに使えます。

__ne__(*other*)

このメソッドは、ふたつの *Header* インスタンスどうしが異なっているかどうかを判定するのに使えます。

さらに、*email.header* モジュールは以下のような簡易関数も提供しています。

email.header.decode_header(*header*)

文字集合を変換せずにメッセージのヘッダをデコードします。ヘッダの値は *header* にあります。

この関数はヘッダのそれぞれのデコードされた部分ごとに、(decoded_string, charset) という形式の 2 要素タプルからなるリストを返します。*charset* はヘッダのエンコードされていない部分に対しては None を、それ以外の場合はエンコードされた文字列が指定している文字集合の名前を小文字からなる文字列で返します。

以下はこの使用例です:

```
>>> from email.header import decode_header
>>> decode_header('=?iso-8859-1?q?p=F6stal?=')
[(b'p\xf6stal', 'iso-8859-1')]
```

email.header.**make_header**(*decoded_seq*, *maxlinelen=None*, *header_name=None*, *continuation_ws=' '*)

decode_header() によって返される 2 要素タプルのリストから *Header* インスタンスを作成します。

decode_header() はヘッダの値をとってきて、(decoded_string, charset) という形式の 2 要素タプルからなるリストを返します。ここで *decoded_string* はデコードされた文字列、*charset* はその文字集合です。

この関数はこれらのリストの項目から、*Header* インスタンスを返します。オプション引数 *maxlinelen* 、*header_name* および *continuation_ws* は *Header* コンストラクタに与えるものと同じです。

19.1.12 email.charset: 文字集合の表現

ソースコード: Lib/email/charset.py

このモジュールは、レガシーな (Compat32) email API の一部分です。新しい API では別名の表のみ使われています。

この節の以降のテキストはモジュールの元々のドキュメントです。

このモジュールは文字集合の表現および電子メールメッセージの文字集合の変換を行う *Charset* クラスに加え、文字集合のレジストリとそれを操作する簡易メソッドを提供しています。*Charset* インスタンスは *email* パッケージ中にある他のいくつかのモジュールで使用されます。

このクラスは *email.charset* モジュールからインポートしてください。

class email.charset.**Charset**(*input_charset=DEFAULT_CHARSET*)

文字集合を電子メールのプロパティに写像します。

このクラスは、ある特定の文字集合に対し電子メールに課される条件についての情報を提供します。また、適用可能なコーデックスが利用出来れば、文字集合間の変換を行う簡易ルーチンを提供します。文字集合について、この関数は電子メールメッセージ内での RFC に準拠した文字集合の使い方に関する情報を提供するのに最善を尽くします。

文字集合によっては、電子メールのヘッダや本体で使う場合に quoted-printable や base64 形式でエンコードされなければなりません。また、文字集合によっては完全に変換する必要があり、電子メールの中では使用できません。

以下ではオプション引数 *input_charset* について説明します。この値は常に小文字に強制的に変換されます。そして文字集合の別名が正規化されたあと、この値は文字集合のレジストリ内を検索し、ヘッダのエ

ンコーディングとメッセージ本体のエンコーディング、および出力時の変換に使われるコーデックを見付けるのに使われます。たとえば *input_charset* が `iso-8859-1` の場合、ヘッダおよびメッセージ本体は quoted-printable でエンコードされ、出力時の変換用コーデックは必要ありません。もし *input_charset* が `euc-jp` ならば、ヘッダは base64 でエンコードされ、メッセージ本体はエンコードされませんが、出力されるテキストは `euc-jp` 文字集合から `iso-2022-jp` 文字集合に変換されます。

Charset インスタンスは以下のようなデータ属性をもっています:

input_charset

最初に指定される文字集合です。一般的な別名は、**正式な** 電子メール用の名前に変換されます (たとえば、`latin_1` は `iso-8859-1` に変換されます)。デフォルトは 7-bit の `us-ascii` です。

header_encoding

この文字集合が電子メールヘッダに使われる前にエンコードされなければならない場合、この属性は `charset.QP` (quoted-printable エンコーディング)、`charset.BASE64` (base64 エンコーディング)、あるいは最短の QP または BASE64 エンコーディングである `charset.SHORTEST` に設定されます。そうでない場合、この値は `None` になります。

body_encoding

header_encoding と同じですが、この値はメッセージ本体のためのエンコーディングを記述します。これはヘッダ用のエンコーディングとは違うかもしれません。*body_encoding* では、`charset.SHORTEST` を使うことはできません。

output_charset

文字集合によっては、電子メールのヘッダあるいはメッセージ本体に使う前に変換しなければなりません。もし *input_charset* がそれらの文字集合のどれかをさしていたら、この *output_charset* 属性はそれが出力時に変換される文字集合の名前を表しています。それ以外の場合、この値は `None` になります。

input_codec

input_charset を Unicode に変換するための Python 用コーデック名です。変換用のコーデックが必要ないときは、この値は `None` になります。

output_codec

Unicode を *output_charset* に変換するための Python 用コーデック名です。変換用のコーデックが必要ないときは、この値は `None` になります。この属性は *input_codec* と同じ値を持つことになるでしょう。

Charset インスタンスは、以下のメソッドも持っています:

get_body_encoding()

メッセージ本体のエンコードに使われる content-transfer-encoding の値を返します。

この値は使用しているエンコーディングの文字列 quoted-printable または base64 か、あるいは関数のいずれかです。後者の場合、これはエンコードされる Message オブジェクトを単一の引数として取るような関数である必要があります。この関数は変換後 *Content-Transfer-Encoding* ヘッダ自体を、なんであれ適切な値に設定する必要があります。

このメソッドは *body_encoding* が QP の場合 quoted-printable を返し、*body_encoding* が BASE64 の場合 base64 を返します。それ以外の場合は文字列 7bit を返します。

get_output_charset()

出力用の文字集合を返します。

これは *output_charset* 属性が None でなければその値になります。それ以外の場合、この値は *input_charset* と同じです。

header_encode(*string*)

文字列 *string* をヘッダ用にエンコードします。

エンコーディングの形式 (base64 または quoted-printable) は、*header_encoding* 属性に基づきます。

header_encode_lines(*string*, *maxlengths*)

string を最初にバイト列に変換し、ヘッダ用にエンコードします。

これは *header_encode()* と似ていますが、与えられた引数 *maxlengths* に従って、行の最大長に合うように文字列が調整されるところが異なります。*maxlengths* はイテレータでなければなりません: このイテレータが返す要素は次の行の最大長を表します。

body_encode(*string*)

文字列 *string* をメッセージ本体用にエンコードします。

エンコーディングの形式 (base64 または quoted-printable) は、*body_encoding* 属性に基づきます。

Charset クラスには、標準的な演算と組み込み関数をサポートするいくつかのメソッドがあります。

__str__()

input_charset を小文字に変換された文字列型として返します。__repr__() は、__str__() の別名となっています。

__eq__(*other*)

このメソッドは、2 つの *Charset* インスタンスが同じかどうかをチェックするのに使います。

__ne__(*other*)

このメソッドは、2 つの *Charset* インスタンスが異なるかどうかをチェックするのに使います。

また、*email.charset* モジュールには、グローバルな文字集合、文字集合の別名およびコーデック用のレジストリに新しいエントリを追加する以下の関数も含まれています:

email.charset.**add_charset**(*charset*, *header_enc=None*, *body_enc=None*, *output_charset=None*)

文字の属性をグローバルなレジストリに追加します。

charset は入力用の文字集合で、その文字集合の正式名称を指定する必要があります。

オプション引数 *header_enc* および *body_enc* は quoted-printable エンコーディングを表す `charset.QP` か、base64 エンコーディングを表す `charset.BASE64`、最短の quoted-printable または base64 エンコーディングを表す `charset.SHORTEST`、あるいはエンコーディングなしの `None` のいずれかになります。`SHORTEST` が使えるのは *header_enc* だけです。デフォルトの値はエンコーディングなしの `None` になっています。

オプション引数 *output_charset* には出力用の文字集合が入ります。`Charset.convert()` が呼ばれたときの変換はまず入力用の文字集合を Unicode に変換し、それから出力用の文字集合に変換されます。デフォルトでは、出力は入力と同じ文字集合になっています。

input_charset および *output_charset* はこのモジュール中の文字集合-コーデック対応表にある Unicode コーデックエントリである必要があります。モジュールがまだ対応していないコーデックを追加するには、*add_codec()* を使ってください。より詳しい情報については *codecs* モジュールの文書を参照してください。

グローバルな文字集合用のレジストリは、モジュールのグローバル辞書 `CHARSETS` 内に保持されています。

email.charset.**add_alias**(*alias*, *canonical*)

文字集合の別名を追加します。*alias* はその別名で、たとえば `latin-1` のように指定します。*canonical* はその文字集合の正式名称で、たとえば `iso-8859-1` のように指定します。

文字集合のグローバルな別名用レジストリは、モジュールのグローバル辞書 `ALIASES` 内に保持されています。

email.charset.**add_codec**(*charset*, *codecname*)

与えられた文字集合の文字と Unicode との変換を行うコーデックを追加します。

charset は文字集合の正式な名前です。*codecname* は、*str* の *encode()* メソッドの第 2 引数で使える Python コーデックの名前です。

19.1.13 email.encoders: エンコーダー

ソースコード: Lib/email/encoders.py

このモジュールは、レガシーな (`Compat32`) email API の一部です。新しい API では、この機能は *set_content()* メソッドの*cte*パラメータによって提供されます。

このモジュールは Python3 で非推奨になりました。*MIMEText* クラスはクラスのインスタンス化中に渡された *_subtype* と *_charset* の値を使って content type と CTE ヘッダを設定するので、ここで提供されている関数は明示的に呼び出すべきではありません。

この節の以降のテキストはモジュールの元々のドキュメントです。

何もないところから *Message* を作成するときしばしば必要になるのが、ペイロードをメールサーバに通すためにエンコードすることです。これはとくにバイナリデータを含んだ *image/** や *text/** タイプのメッセージで必要です。

email パッケージでは、*encoders* モジュールにおいていくかの便宜的なエンコーダをサポートしています。実際にはこれらのエンコーダは *MIMEAudio* および *MIMEImage* クラスのコンストラクタでデフォルトエンコーダとして使われています。すべてのエンコーディング関数は、エンコードするメッセージオブジェクトひとつだけを引数にとります。これらはふつうペイロードを取りだし、それをエンコードして、ペイロードをエンコードされたものにセットしなおします。これらはまた *Content-Transfer-Encoding* ヘッダを適切な値に設定します。

マルチパートメッセージにこれら関数を使うことは全く無意味です。それらは各々のサブパートごとに適用されるべきものです。メッセージがマルチパートのものを渡すと *TypeError* が発生します。

提供されているエンコーディング関数は以下のとおりです:

email.encoders.encode_quopri(*msg*)

ペイロードを quoted-printable 形式にエンコードし、*Content-Transfer-Encoding* ヘッダを `quoted-printable`[*1] に設定します。これはそのペイロードのほとんどが通常の印刷可能な文字からなっているが、印刷不可能な文字がすこしだけあるときのエンコード方法として適しています。

email.encoders.encode_base64(*msg*)

ペイロードを base64 形式でエンコードし、*Content-Transfer-Encoding* ヘッダを `base64` に変更します。これはペイロード中のデータのほとんどが印刷不可能な文字である場合に適しています。quoted-printable 形式よりも結果としてはコンパクトなサイズになるからです。base64 形式の欠点は、これが人間にはまったく読めないテキストになってしまうことです。

email.encoders.encode_7or8bit(*msg*)

これは実際にはペイロードを変更はしませんが、ペイロードの形式に応じて *Content-Transfer-Encoding* ヘッダを `7bit` あるいは `8bit` に適した形に設定します。

email.encoders.encode_noop(*msg*)

これは何もしないエンコーダです。*Content-Transfer-Encoding* ヘッダを設定さえしません。

[*1] 注意: *encode_quopri()* を使ってエンコードすると、データ中のタブ文字や空白文字もエンコードされます。

脚注

19.1.14 email.utils: Miscellaneous utilities

ソースコード: Lib/email/utils.py

---

email.utils モジュールではいくつかの便利なユーティリティを提供しています:

email.utils.**localtime**(*dt=None*)

Return local time as an aware datetime object. If called without arguments, return current time. Otherwise *dt* argument should be a *datetime* instance, and it is converted to the local time zone according to the system time zone database. If *dt* is naive (that is, `dt.tzinfo` is `None`), it is assumed to be in local time.

Added in version 3.3.

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: The *isdst* parameter.

email.utils.**make_msgid**(*idstring=None*, *domain=None*)

Returns a string suitable for an **RFC 2822**-compliant *Message-ID* header. Optional *idstring* if given, is a string used to strengthen the uniqueness of the message id. Optional *domain* if given provides the portion of the msgid after the '@'. The default is the local hostname. It is not normally necessary to override this default, but may be useful certain cases, such as a constructing distributed system that uses a consistent domain name across multiple hosts.

バージョン 3.2 で変更: *domain* キーワードが追加されました。

The remaining functions are part of the legacy (`Compat32`) email API. There is no need to directly use these with the new API, since the parsing and formatting they provide is done automatically by the header parsing machinery of the new API.

email.utils.**quote**(*str*)

文字列 *str* 内のバックスラッシュをバックスラッシュ 2 つに置換した新しい文字列を返します。また、ダブルクォートはバックスラッシュ + ダブルクォートに置換されます。

email.utils.**unquote**(*str*)

文字列 *str* の **クォートを外した** 新しい文字列を返します。*str* の先頭と末尾がダブルクォートだった場合、それらは取り除かれます。同様に *str* の先頭と末尾が角ブラケット (<、>) だった場合もそれらは取り除かれます。

email.utils.**parseaddr**(*address*, ***, *strict=True*)

To や *Cc* のようなフィールドを持つアドレスをパースして、構成要素の **実名** と **電子メールアドレス** を取り出します。パースに成功した場合、これらの情報持つタプルを返します。失敗した場合は 2 要素のタプル (`''`, `''`) を返します。

If *strict* is true, use a strict parser which rejects malformed inputs.

バージョン 3.13 で変更: Add *strict* optional parameter and reject malformed inputs by default.

email.utils.formataddr(*pair*, *charset='utf-8'*)

parseaddr() の逆で、2 要素のタプル (realname, email_address) を取って *To* や *Cc* ヘッダに適した文字列を返します。タプル *pair* の第 1 要素が偽である場合、第 2 要素の値をそのまま返します。

任意の *charset* は、realname が非 ASCII 文字を含んでいる場合にその **RFC 2047** エンコーディングに使われる文字集合です。*str* か *Charset* のインスタンスで、デフォルトは utf-8 です。

バージョン 3.3 で変更: *charset* オプションが追加されました。

email.utils.getaddresses(*fieldvalues*, *, *strict=True*)

This method returns a list of 2-tuples of the form returned by parseaddr(). *fieldvalues* is a sequence of header field values as might be returned by *Message.get_all*.

If *strict* is true, use a strict parser which rejects malformed inputs.

Here's a simple example that gets all the recipients of a message:

```
from email.utils import getaddresses

tos = msg.get_all('to', [])
ccs = msg.get_all('cc', [])
resent_tos = msg.get_all('resent-to', [])
resent_ccs = msg.get_all('resent-cc', [])
all_recipients = getaddresses(tos + ccs + resent_tos + resent_ccs)
```

バージョン 3.13 で変更: Add *strict* optional parameter and reject malformed inputs by default.

email.utils.parsedate(*date*)

RFC 2822 の規則に基づいて日付の解析を試みます。しかしながらメイラーによっては指定された形式に従っていないものがあるので、その場合 *parsedate()* は正しく推測しようとします。*date* は "Mon, 20 Nov 1995 19:12:08 -0500" のような **RFC 2822** 形式の日付を含む文字列です。日付の解析に成功した場合、*parsedate()* は関数 *time.mktime()* に直接渡せる形式の 9 要素からなるタプルを返します。失敗した場合は None を返します。返されるタプルの 6、7、8 番目の添字は使用不可なので注意してください。

email.utils.parsedate_tz(*date*)

Performs the same function as *parsedate()*, but returns either None or a 10-tuple; the first 9 elements make up a tuple that can be passed directly to *time.mktime()*, and the tenth is the offset of the date's timezone from UTC (which is the official term for Greenwich Mean Time)[*1]. If the input string has

[*1] 注意: この時間帯のオフセット値は time.timezone の値と符号が逆です。これは time.timezone が POSIX 標準に準拠しているのに対して、こちらは **RFC 2822** に準拠しているからです。

no timezone, the last element of the tuple returned is `0`, which represents UTC. Note that indexes 6, 7, and 8 of the result tuple are not usable.

`email.utils.parsedate_to_datetime`(*date*)

The inverse of *format_datetime()*. Performs the same function as *parsedate()*, but on success returns a *datetime*; otherwise `ValueError` is raised if *date* contains an invalid value such as an hour greater than 23 or a timezone offset not between -24 and 24 hours. If the input date has a timezone of `-0000`, the `datetime` will be a naive `datetime`, and if the date is conforming to the RFCs it will represent a time in UTC but with no indication of the actual source timezone of the message the date comes from. If the input date has any other valid timezone offset, the `datetime` will be an aware `datetime` with the corresponding a *timezone tzinfo*.

Added in version 3.3.

`email.utils.mktime_tz`(*tuple*)

parsedate_tz() が返す 10 要素のタプルを UTC のタイムスタンプ (エポックからの秒数) に変換します。与えられた時間帯が `None` である場合、時間帯として現地時間 (localtime) が仮定されます。

`email.utils.formatdate`(*timeval=None*, *localtime=False*, *usegmt=False*)

日付を **RFC 2822** 形式の文字列で返します。例:

```
Fri, 09 Nov 2001 01:08:47 -0000
```

与えられた場合、オプションの *timeval* は *time.gmtime()* や *time.localtime()* に渡すことの出来る浮動小数の時刻です。それ以外の場合、現在時刻が使われます。

オプション引数 *localtime* はフラグです。`True` の場合、この関数は *timeval* を解析して UTC の代わりに現地のタイムゾーンに対する日付を返します。おそらく夏時間も考慮するでしょう。デフォルトは `False` で、UTC が使われます。

オプション引数 *usegmt* はフラグです。`True` の場合、この関数はタイムゾーンを数値の `-0000` ではなく ascii 文字列 `GMT` として日付を出力します。これはプロトコルによっては (例えば HTTP) 必要です。これは *localtime* が `False` のときのみ適用されます。デフォルトは `False` です。

`email.utils.format_datetime`(*dt*, *usegmt=False*)

Like `formatdate`, but the input is a *datetime* instance. If it is a naive datetime, it is assumed to be "UTC with no information about the source timezone", and the conventional `-0000` is used for the timezone. If it is an aware `datetime`, then the numeric timezone offset is used. If it is an aware timezone with offset zero, then *usegmt* may be set to `True`, in which case the string `GMT` is used instead of the numeric timezone offset. This provides a way to generate standards conformant HTTP date headers.

Added in version 3.3.

email.utils.**decode_rfc2231**(*s*)

RFC 2231 に従って文字列 *s* をデコードします。

email.utils.**encode_rfc2231**(*s*, *charset=None*, *language=None*)

RFC 2231 に従って *s* をエンコードします。オプション引数 *charset* および *language* が与えられた場合、これらは文字セット名と言語名として使われます。もしこれらのどちらも与えられていない場合、*s* はそのまま返されます。*charset* は与えられているが *language* が与えられていない場合、文字列 *s* は *language* の空文字列を使ってエンコードされます。

email.utils.**collapse_rfc2231_value**(*value*, *errors='replace'*, *fallback_charset='us-ascii'*)

ヘッダのパラメータが **RFC 2231** 形式でエンコードされている場合、*Message.get_param* は 3 要素からなるタプルを返すことがあります。ここには、そのパラメータの文字セット、言語、および値の順に格納されています。*collapse_rfc2231_value()* はこのパラメータをひとつの Unicode 文字列にまとめます。オプション引数 *errors* は *str* の *encode()* メソッドの引数 *errors* に渡されます。このデフォルト値は `'replace'` となっています。オプション引数 *fallback_charset* は、もし **RFC 2231** ヘッダの使用している文字セットが Python の知っているものではなかった場合の非常用文字セットとして使われます。デフォルトでは、この値は `'us-ascii'` です。

便宜上、*collapse_rfc2231_value()* に渡された引数 *value* がタプルでない場合には、これは文字列でなければなりません。その場合にはクォートを除いた文字列を返します。

email.utils.**decode_params**(*params*)

RFC 2231 に従って引数のリストをデコードします。*params* は `(content-type, string-value)` のような形式の 2 要素タプルです。

脚注

19.1.15 email.iterators: イテレータ

ソースコード: Lib/email/iterators.py

Message.walk メソッドを使うと、簡単にメッセージオブジェクトツリー内を次から次へとたどる (iteration) ことができます。*email.iterators* モジュールはこのための高水準イテレータをいくつか提供します。

email.iterators.**body_line_iterator**(*msg*, *decode=False*)

このイテレータは *msg* 中のすべてのサブパートに含まれるペイロードをすべて順にたどっていき、ペイロード内の文字列を 1 行ずつ返します。サブパートのヘッダはすべて無視され、Python 文字列でないペイロードからなるサブパートも無視されます。これは *readline()* を使って、ファイルからメッセージを (ヘッダだけとばして) フラットなテキストとして読むのにいくぶん似ているかもしれません。

オプション引数 *decode* は、*Message.get_payload* にそのまま渡されます。

email.iterators.**typed_subpart_iterator**(*msg*, *maintype='text'*, *subtype=None*)

このイテレータは *msg* 中のすべてのサブパートをたどり、それらの中で指定された MIME 形式 *maintype* と *subtype* をもつようなパートのみを返します。

subtype は省略可能であることに注意してください。これが省略された場合、サブパートの MIME 形式は maintype のみがチェックされます。じつは *maintype* も省略可能で、その場合にはデフォルトは *text* です。

つまり、デフォルトでは *typed_subpart_iterator()* は MIME 形式 *text/** をもつサブパートを順に返していくというわけです。

以下の関数は役に立つデバッグ用ツールとして追加されたもので、パッケージとして公式なサポートのあるインターフェイスでは **ありません**。

email.iterators.**_structure**(*msg*, *fp=None*, *level=0*, *include_default=False*)

そのメッセージオブジェクト構造の content-type をインデントつきで表示します。例えば:

```
>>> msg = email.message_from_file(somefile)
>>> _structure(msg)
multipart/mixed
    text/plain
    text/plain
    multipart/digest
        message/rfc822
            text/plain
        message/rfc822
            text/plain
        message/rfc822
            text/plain
        message/rfc822
            text/plain
        message/rfc822
            text/plain
    text/plain
```

オプション引数 *fp* は出力を渡すための file-like オブジェクトです。これは Python の *print()* 関数が対応できるようになっている必要があります。*level* は内部的に使用されます。*include_default* が真の場合、デフォルトの型も出力します。

参考:

smtplib **モジュール**
SMTP（簡易メール転送プロトコル）クライアント

poplib **モジュール**
POP (Post Office Protocol) クライアント

モジュール *imaplib*

IMAP (Internet Message Access Protocol) クライアント

mailbox **モジュール**

Tools for creating, reading, and managing collections of messages on disk using a variety standard formats.

19.2 json --- JSON エンコーダーとデコーダー

ソースコード: Lib/json/___init___.py

JSON (JavaScript Object Notation) は、**RFC 7159** (**RFC 4627** を obsolete) と ECMA-404 によって定義された軽量のデータ交換用のフォーマットです。JavaScript のオブジェクトリテラル記法に由来しています (JavaScript の厳密なサブセットではありませんが[*1])。

> **警告:** 信頼されていないソースからの JSON データをパースするときは十分注意してください。悪意を持った JSON 文字列はデコーダに著しい量の CPU とメモリリソースを消費させる可能性があります。パースするデータ量を制限することを推奨します。

json の API は標準ライブラリの *marshal* や *pickle* のユーザに馴染み深いものです。

基本的な Python オブジェクト階層のエンコーディング:

```
>>> import json
>>> json.dumps(['foo', {'bar': ('baz', None, 1.0, 2)}])
'["foo", {"bar": ["baz", null, 1.0, 2]}]'
>>> print(json.dumps("\"foo\bar"))
"\"foo\bar"
>>> print(json.dumps('\u1234'))
"\u1234"
>>> print(json.dumps('\\'))
"\\"
>>> print(json.dumps({"c": 0, "b": 0, "a": 0}, sort_keys=True))
{"a": 0, "b": 0, "c": 0}
>>> from io import StringIO
>>> io = StringIO()
>>> json.dump(['streaming API'], io)
>>> io.getvalue()
'["streaming API"]'
```

[*1] RFC 7159 正誤表 で述べられている通り、JSON は (ECMAScript Edition 5.1 の) JavaScript とは逆に、U+2028 (LINE SEPARATOR) と U+2029 (PARAGRAPH SEPARATOR) が文字列内に含まれることを許容しています。

コンパクトなエンコーディング:

```
>>> import json
>>> json.dumps([1, 2, 3, {'4': 5, '6': 7}], separators=(',', ':'))
'[1,2,3,{"4":5,"6":7}]'
```

見やすい表示:

```
>>> import json
>>> print(json.dumps({'6': 7, '4': 5}, sort_keys=True, indent=4))
{
    "4": 5,
    "6": 7
}
```

JSON オブジェクトのエンコーディングに特化する:

```
>>> import json
>>> def custom_json(obj):
...     if isinstance(obj, complex):
...         return {'__complex__': True, 'real': obj.real, 'imag': obj.imag}
...     raise TypeError(f'Cannot serialize object of {type(obj)}')
...
>>> json.dumps(1 + 2j, default=custom_json)
'{"__complex__": true, "real": 1.0, "imag": 2.0}'
```

JSON のデコーディング:

```
>>> import json
>>> json.loads('["foo", {"bar":["baz", null, 1.0, 2]}]')
['foo', {'bar': ['baz', None, 1.0, 2]}]
>>> json.loads('"\\"foo\\bar"')
'"foo\x08ar'
>>> from io import StringIO
>>> io = StringIO('["streaming API"]')
>>> json.load(io)
['streaming API']
```

JSON オブジェクトのデコーディング方法を誂える:

```
>>> import json
>>> def as_complex(dct):
...     if '__complex__' in dct:
...         return complex(dct['real'], dct['imag'])
...     return dct
...
>>> json.loads('{"__complex__": true, "real": 1, "imag": 2}',
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     object_hook=as_complex)
(1+2j)
>>> import decimal
>>> json.loads('1.1', parse_float=decimal.Decimal)
Decimal('1.1')
```

JSONEncoder の拡張:

```
>>> import json
>>> class ComplexEncoder(json.JSONEncoder):
...     def default(self, obj):
...         if isinstance(obj, complex):
...             return [obj.real, obj.imag]
...         # Let the base class default method raise the TypeError
...         return super().default(obj)
...
>>> json.dumps(2 + 1j, cls=ComplexEncoder)
'[2.0, 1.0]'
>>> ComplexEncoder().encode(2 + 1j)
'[2.0, 1.0]'
>>> list(ComplexEncoder().iterencode(2 + 1j))
['[2.0', ', 1.0', ']']
```

シェルから *json.tool* を使って妥当性チェックをして見やすく表示:

```
$ echo '{"json":"obj"}' | python -m json.tool
{
    "json": "obj"
}
$ echo '{1.2:3.4}' | python -m json.tool
Expecting property name enclosed in double quotes: line 1 column 2 (char 1)
```

詳細については **コマンドラインインターフェイス** を参照してください。

注釈: JSON は YAML 1.2 のサブセットです。このモジュールのデフォルト設定 (特に、デフォルトの **セパレータ** 値) で生成される JSON は YAML 1.0 および 1.1 のサブセットでもあります。このモジュールは YAML シリアライザとしても使えます。

注釈: このモジュールのエンコーダとデコーダは、デフォルトで入力順と出力順を保つようになっています。根底のコンテナに順序がない場合のみ、順序が失われます。

19.2.1 基本的な使い方

json.dump(*obj*, *fp*, ***, *skipkeys=False*, *ensure_ascii=True*, *check_circular=True*, *allow_nan=True*, *cls=None*, *indent=None*, *separators=None*, *default=None*, *sort_keys=False*, ***kw*)

この **変換表** を使って、*obj* を JSON 形式の *fp* (`.write()` がサポートされている *file-like object*) へのストリームとして直列化します。

skipkeys が true (デフォルトは `False`) ならば、基本型 (*str*, *int*, *float*, *bool*, `None`) 以外の辞書のキーは *TypeError* を送出せずに読み飛ばされます。

この *json* モジュールは常に、*bytes* オブジェクトではなく、*str* オブジェクトを生成します。従って、`fp.write()` は *str* の入力をサポートしていなければなりません。

ensure_ascii が (デフォルト値の) true の場合、出力では入力された全ての非 ASCII 文字はエスケープされていることが保証されています。*ensure_ascii* が false の場合、これらの文字はそのまま出力されます。

check_circular が false (デフォルトは `True`) ならば、コンテナ型の循環参照チェックが省かれ、循環参照があれば *RecursionError* (またはもっと悪い結果) に終わります。

allow_nan が偽 (デフォルトは `True`) の場合、許容範囲外の *float* 値 (`nan`, `inf`, `-inf`) を JSON 仕様を厳格に守って 直列化すると、*ValueError* になります。*allow_nan* が真の場合は、JavaScript での等価なもの (`NaN`, `Infinity`, `-Infinity`) が使われます。

indent が非負の整数または文字列であれば、JSON の配列要素とオブジェクトメンバはそのインデントレベルで見やすく表示されます。インデントレベルが 0 か負数または `""` であれば 改行だけが挿入されます。`None` (デフォルト) では最もコンパクトな表現が選択されます。正の数の indent はレベル毎に、指定した数のスペースでインデントします。もし *indent* が文字列 (`"\t"` のような) であれば、その文字列が個々のレベルのインデントに使用されます。

バージョン 3.2 で変更: 整数に加えて、文字列が *indent* に使用できるようになりました。

separators はもし指定するなら `(item_separator, key_separator)` というタプルでなければなりません。デフォルトは *indent* が `None` のとき `(', ', ': ')` で、そうでなければ `(',', ': ')` です。最もコンパクトな JSON の表現を得たければ空白を削った `(',', ':')` を指定すればいいでしょう。

バージョン 3.4 で変更: *indent* が `None` でなければ `(',', ': ')` がデフォルトで使われます。

default を指定する場合は関数を指定して、この関数はそれ以外では直列化できないオブジェクトに対して呼び出されます。その関数は、オブジェクトを JSON でエンコードできるバージョンにして返すか、さもなければ *TypeError* を送出しなければなりません。指定しない場合は、*TypeError* が送出されます。

sort_keys が true (デフォルトでは `False` です) であれば、辞書の出力がキーでソートされます。

カスタマイズされた *JSONEncoder* のサブクラス (たとえば追加の型を直列化するように *default()* メソッドをオーバーライドしたもの) を使うには、*cls* キーワード引数に指定します; 指定しなければ *JSONEncoder* が使われます。

バージョン 3.6 で変更: すべてのオプション引数は、**キーワード専用** になりました。

注釈: *pickle* や *marshal* とは異なり JSON はフレーム付きのプロトコルではないので、同じ *fp* に対し繰り返し *dump()* を呼び、複数のオブジェクトを直列化しようとすると、不正な JSON ファイルが作られてしまいます。

---

json.**dumps**(*obj*, ***, *skipkeys=False*, *ensure_ascii=True*, *check_circular=True*, *allow_nan=True*, *cls=None*, *indent=None*, *separators=None*, *default=None*, *sort_keys=False*, ***kw*)

この **変換表** を使って、*obj* を JSON 形式の *str* オブジェクトに直列化します。引数は *dump()* と同じ意味です。

注釈: JSON のキー値ペアのキーは、常に *str* 型です。辞書が JSON に変換されるとき、辞書の全てのキーは文字列へ強制的に変換が行われます。この結果として、辞書が JSON に変換され、それから辞書に戻された場合、辞書は元のものと同じではありません。つまり文字列ではないキーを持っている場合、`loads(dumps(x)) != x` となるということです。

---

json.**load**(*fp*, ***, *cls=None*, *object_hook=None*, *parse_float=None*, *parse_int=None*, *parse_constant=None*, *object_pairs_hook=None*, ***kw*)

この **変換表** を使い、*fp* (`.read()` をサポートし JSON ドキュメントを含んでいる *text file* もしくは *binary file*) を Python オブジェクトへ脱直列化します。

object_hook はオプションの関数で、任意のオブジェクトリテラルがデコードされた結果 (*dict*) に対し呼び出されます。*object_hook* の返り値は *dict* の代わりに使われます。この機能は独自のデコーダ (例えば JSON-RPC クラスヒンティング) を実装するのに使えます。

object_pairs_hook はオプションで渡す関数で、ペアの順序付きリストのデコード結果に対して呼ばれます。*object_pairs_hook* の返り値は *dict* の代わりに使われます。この機能は独自のデコーダを実装するのに使えます。*object_hook* も定義されている場合は、*object_pairs_hook* が優先して使用されます。

バージョン 3.1 で変更: *object_pairs_hook* のサポートが追加されました。

parse_float は、もし指定されれば、全てのデコードされる JSON の浮動小数点数文字列に対して呼ばれます。デフォルトでは、`float(num_str)` と等価です。これは JSON 浮動小数点数に対して他のデータ型やパーサ (たとえば *decimal.Decimal*) を使うのに使えます。

parse_int は、もし指定されれば、全てのデコードされる JSON の整数文字列に対して呼ばれます。デフォルトでは、`int(num_str)` と等価です。これは JSON 整数に対して他のデータ型やパーサ (たとえば *float*) を使うのに使えます。

バージョン 3.11 で変更: デフォルトの *parse_int* である *int()* は、インタープリタの *integer string conversion length limitation* により整数文字列の最大長を制限するようになり、サービスを妨害する攻撃

を拒否します。

parse_constant は、もし指定されれば、次の文字列に対して呼ばれます: `'-Infinity'`, `'Infinity'`, `'NaN'`, `'null'`, `'true'`, `'false'`。これは不正な JSON 数値に遭遇したときに例外を送出するのに使えます。

バージョン 3.1 で変更: 'null', 'true', 'false' に対して *parse_constant* は呼びされません。

カスタマイズされた *JSONDecoder* のサブクラスを使うには、*cls* キーワード引数に指定します; 指定しなかった場合は *JSONDecoder* が使われます。追加のキーワード引数はこのクラスのコンストラクタに引き渡されます。

脱直列化しようとしているデータが不正な JSON ドキュメントだった場合、*JSONDecodeError* が送出されます。

バージョン 3.6 で変更: すべてのオプション引数は、**キーワード専用** になりました。

バージョン 3.6 で変更: *fp* には *binary file* 型も使えるようになりました。入力のエンコーディングは UTF-8, UTF-16, UTF-32 のいずれかでなければなりません。

`json.loads`(*s*, ***, *cls=None*, *object_hook=None*, *parse_float=None*, *parse_int=None*, *parse_constant=None*, *object_pairs_hook=None*, ***kw*)

この **変換表** を使い、*s* (JSON ドキュメントを含んでいる *str*, *bytes*, *bytearray* のいずれかのインスタンス) を Python オブジェクトへ脱直列化します。

その他の引数は *load()* のものと同じ意味です。

脱直列化しようとしているデータが不正な JSON ドキュメントだった場合、*JSONDecodeError* が送出されます。

バージョン 3.6 で変更: *s* には *bytes* 型と *bytearray* 型も使えるようになりました。入力エンコーディングは UTF-8, UTF-16, UTF-32 のいずれかでなければなりません。

バージョン 3.9 で変更: キーワード引数 *encoding* が削除されました。

19.2.2 エンコーダとデコーダ

`class json.JSONDecoder`(***, *object_hook=None*, *parse_float=None*, *parse_int=None*, *parse_constant=None*, *strict=True*, *object_pairs_hook=None*)

単純な JSON デコーダ。

デフォルトではデコーディングの際、以下の変換を行います:

JSON	Python
object	dict
array	list
string	str
number (int)	int
number (real)	浮動小数点数
true	True
false	False
null	None

また、このデコーダは `NaN`, `Infinity`, `-Infinity` を対応する `float` の値として、JSON の仕様からは外れますが、理解します。

object_hook は、もし指定されれば、全てのデコードされた JSON オブジェクトに対して呼ばれその返値は与えられた *dict* の代わりに使われます。この機能は独自の脱直列化 (たとえば JSON-RPC クラスヒンティングをサポートするような) を提供するのに使えます。

object_pairs_hook が指定された場合、ペアの順序付きリストのデコード結果に対して毎回呼ばれます。*object_pairs_hook* の返り値は *dict* の代わりに使われます。この機能は独自のデコーダを実装するのに使えます。*object_hook* も定義されている場合は、*object_pairs_hook* が優先して使用されます。

バージョン 3.1 で変更: *object_pairs_hook* のサポートが追加されました。

parse_float は、もし指定されれば、全てのデコードされる JSON の浮動小数点数文字列に対して呼ばれます。デフォルトでは、`float(num_str)` と等価です。これは JSON 浮動小数点数に対して他のデータ型やパーサ (たとえば *decimal.Decimal*) を使うのに使えます。

parse_int は、もし指定されれば、全てのデコードされる JSON の整数文字列に対して呼ばれます。デフォルトでは、`int(num_str)` と等価です。これは JSON 整数に対して他のデータ型やパーサ (たとえば *float*) を使うのに使えます。

parse_constant は、もし指定されれば、次の文字列に対して呼ばれます: `'-Infinity'`, `'Infinity'`, `'NaN'`, `'null'`, `'true'`, `'false'`。これは不正な JSON 数値に遭遇したときに例外を送出するのに使えます。

strict が false (デフォルトは `True`) の場合、制御文字を文字列に含めることができます。ここで言う制御文字とは、`'\t'` (タブ)、`'\n'`、`'\r'`、`'\0'` を含む 0-31 の範囲のコードを持つ文字のことです。

脱直列化しようとしているデータが不正な JSON ドキュメントだった場合、*JSONDecodeError* が送出されます。

バージョン 3.6 で変更: すべての引数は、**キーワード専用** になりました。

decode(*s*)

s (*str* インスタンスで JSON 文書を含むもの) の Python 表現を返します。

不正な JSON ドキュメントが与えられた場合、*JSONDecodeError* が送出されます。

raw_decode(*s*)

s (*str* インスタンスで JSON 文書で始まるもの) から JSON 文書をデコードし、Python 表現と *s* の文書の終わるところのインデックスからなる 2 要素のタプルを返します。

このメソッドは後ろに余分なデータを従えた文字列から JSON 文書をデコードするのに使えます。

class json.**JSONEncoder**(**, skipkeys=False, ensure_ascii=True, check_circular=True, allow_nan=True, sort_keys=False, indent=None, separators=None, default=None*)

Python データ構造に対する拡張可能な JSON エンコーダ。

デフォルトでは以下のオブジェクトと型をサポートします:

Python	JSON
dict	object
list, tuple	array
str	string
int、float と int や float の派生列挙型	number
True	true
False	false
None	null

バージョン 3.4 で変更: int と float の派生列挙型クラスの対応が追加されました。

このクラスを拡張して他のオブジェクトも認識するようにするには、サブクラスを作って *default()* メソッドを次のように実装します。もう一つ別のメソッドでオブジェクト `o` に対する直列化可能なオブジェクトを返すものを呼び出すようにします。変換できない時はスーパークラスの実装を (*TypeError* を送出させるために) 呼ばなければなりません。

skipkeys が false (デフォルト) ならば、*str*, *int*, *float*, `None` 以外のキーをエンコードしようとすると *TypeError* を送出します。*skipkeys* が true の場合は、それらのアイテムは単に読み飛ばされます。

ensure_ascii が (デフォルト値の) true の場合、出力では入力された全ての非 ASCII 文字はエスケープされていることが保証されています。*ensure_ascii* が false の場合、これらの文字はそのまま出力されます。

check_circular が true (デフォルト) ならば、リスト、辞書および自作でエンコードしたオブジェクトは循環参照がないかエンコード中にチェックされ、無限再帰 (これは *RecursionError* を引き起こします) を防止します。`True` でない場合は、そういったチェックは施されません。

allow_nan が true (デフォルト) ならば、NaN, Infinity, -Infinity はそのままエンコードされます。この振る舞いは JSON 仕様に従っていませんが、大半の JavaScript ベースのエンコーダ、デコーダと矛盾しません。True でない場合は、そのような浮動小数点数をエンコードすると *ValueError* が送出されます。

sort_keys が true (デフォルトは False) ならば、辞書の出力がキーでソートされます。これは JSON の直列化がいつでも比較できるようになるので回帰試験の際に便利です。

indent が非負の整数または文字列であれば、JSON の配列要素とオブジェクトメンバはそのインデントレベルで見やすく表示されます。インデントレベルが 0 か負数または "" であれば 改行だけが挿入されます。None (デフォルト) では最もコンパクトな表現が選択されます。正の数の indent はレベル毎に、指定した数のスペースでインデントします。もし *indent* が文字列 ("\t" のような) であれば、その文字列が個々のレベルのインデントに使用されます。

バージョン 3.2 で変更: 整数に加えて、文字列が *indent* に使用できるようになりました。

separators はもし指定するなら (item_separator, key_separator) というタプルでなければなりません。デフォルトは *indent* が None のとき (', ', ': ') で、そうでなければ (',', ': ') です。最もコンパクトな JSON の表現を得たければ空白を削った (',', ':') を指定すればいいでしょう。

バージョン 3.4 で変更: *indent* が None でなければ (',', ': ') がデフォルトで使われます。

default を指定する場合は関数を指定して、この関数はそれ以外では直列化できないオブジェクトに対して呼び出されます。その関数は、オブジェクトを JSON でエンコードできるバージョンにして返すか、さもなければ *TypeError* を送出しなければなりません。指定しない場合は、*TypeError* が送出されます。

バージョン 3.6 で変更: すべての引数は、**キーワード専用** になりました。

default(*o*)

このメソッドをサブクラスで実装する際には *o* に対して直列化可能なオブジェクトを返すか、基底クラスの実装を (*TypeError* を送出するために) 呼び出すかします。

例えば、任意のイテレータをサポートする場合、*default()* をこのように実装できます

```
def default(self, o):
   try:
       iterable = iter(o)
   except TypeError:
       pass
   else:
       return list(iterable)
   # Let the base class default method raise the TypeError
   return super().default(o)
```

encode(*o*)

Python データ構造 *o* の JSON 文字列表現を返します。たとえば:

```
>>> json.JSONEncoder().encode({"foo": ["bar", "baz"]})
'{"foo": ["bar", "baz"]}'
```

iterencode(*o*)

与えられたオブジェクト *o* をエンコードし、得られた文字列表現ごとに yield します。たとえば:

```
for chunk in json.JSONEncoder().iterencode(bigobject):
    mysocket.write(chunk)
```

19.2.3 例外

exception json.JSONDecodeError(*msg*, *doc*, *pos*)

ValueError のサブクラスで、以下の追加の属性を持ちます:

msg

フォーマットされていないエラーメッセージです。

doc

パース対象 JSON ドキュメントです。

pos

doc の、解析に失敗した開始インデクスです。

lineno

pos に対応する行です。

colno

pos に対応する列です。

Added in version 3.5.

19.2.4 標準への準拠と互換性

JSON 形式の仕様は **RFC 7159** と ECMA-404 で規定されています。この節では、このモジュールの RFC への準拠水準について詳しく述べます。簡単のために、*JSONEncoder* および *JSONDecoder* の子クラスと、明示的に触れられていないパラメータについては考慮しないことにします。

このモジュールは、JavaScript では正しいが JSON では不正ないくつかの拡張が実装されているため、厳密な意味では RFC に準拠していません。特に:

- 無限および NaN の数値を受け付け、また出力します;

- あるオブジェクト内での同じ名前の繰り返しを受け付け、最後の名前と値のペアの値のみを使用します。

この RFC は、RFC 準拠のパーサが RFC 準拠でない入力テキストを受け付けることを許容しているので、このモジュールの脱直列化は技術的に言えば、デフォルトの設定では RFC に準拠しています。

文字エンコーディング

RFC は、UTF-8、UTF-16、UTF-32 のいずれかで JSON を表現するように要求しており、UTF-8 が最大の互換性を確保するために推奨されるデフォルトです。

RFC で要求ではなく許可されている通り、このモジュールのシリアライザはデフォルトで *ensure_ascii=True* という設定を用い、従って、結果の文字列が ASCII 文字しか含まないように出力をエスケープします。

ensure_ascii パラメータ以外は、このモジュールは Python オブジェクトと *Unicode* **文字列** の間の変換において厳密に定義されていて、それ以外のパラメータで文字エンコーディングに直接的に関わるものはありません。

RFC は JSON テキストの最初にバイトオーダマーク (BOM) を追加することを禁止していますので、このモジュールはその出力に BOM を追加しません。RFC は JSON デシリアライザが入力の一番最初の BOM を無視することを、許容はしますが求めてはいません。このモジュールのデシリアライザは一番最初の BOM を見つけると *ValueError* を送出します。

RFC は JSON 文字列に正当な Unicode 文字に対応付かないバイト列 (例えばペアにならない UTF-16 サロゲートのかたわれ) が含まれることを明示的に禁止してはおらず、もちろんこれは相互運用性の問題を引き起こします。デフォルトでは、このモジュールは (オリジナルの *str* にある場合) そのようなシーケンスのコードポイントを受け取り、出力します。

無限および NaN の数値

RFC は、無限もしくは NaN の数値の表現は許可していません。それにも関わらずデフォルトでは、このモジュールは `Infinity`、`-Infinity`、`NaN` を正しい JSON の数値リテラルの値であるかのように受け付け、出力します:

```
>>> # Neither of these calls raises an exception, but the results are not valid JSON
>>> json.dumps(float('-inf'))
'-Infinity'
>>> json.dumps(float('nan'))
'NaN'
>>> # Same when deserializing
>>> json.loads('-Infinity')
-inf
>>> json.loads('NaN')
nan
```

シリアライザでは、この振る舞いを変更するのに *allow_nan* パラメータが使えます。デシリアライザでは、この振る舞いを変更するのに *parse_constant* パラメータが使えます。

オブジェクト中に重複した名前の扱い

RFC は JSON オブジェクト中の名前はユニークでなければならないと規定していますが、JSON オブジェクトで名前が繰り返された場合の扱いについて指定していません。デフォルトでは、このモジュールは例外を送出せず、かわりに重複した名前のうち、最後に出現した名前と値のペア以外を無視します。

```
>>> weird_json = '{"x": 1, "x": 2, "x": 3}'
>>> json.loads(weird_json)
{'x': 3}
```

object_pairs_hook パラメータでこの動作を変更できます。

トップレベルの非オブジェクト、非配列の値の扱い

廃止された **RFC 4627** によって規定された古いバージョンの JSON では、JSON テキストのトップレベルの値は JSON オブジェクトか配列 (Python での *dict* か *list*) であることを要求していて、JSON の null, boolean, number, string であることは許されていませんでしたが、この制限は **RFC 7159** により取り払われました。このモジュールはこの制限を持っていませんし、シリアライザでもデシリアライズでも、一度としてこの制限で実装されたことはありません。

それにも関わらず、相互運用可能性を最大化したいならば、あなた自身の手で自発的にその制約に忠実に従いたいと思うでしょう。

実装の制限

いくつかの JSON デシリアライザの実装は、以下の制限を設定することがあります。

- 受け入れられる JSON テキストのサイズ
- JSON オブジェクトと配列のネストの最大の深さ
- JSON 数値の範囲と精度
- JSON 文字列の内容と最大の長さ

このモジュールは関連する Python データ型や Python インタプリタ自身の制約の世界を超えたそのような制約を強要はしません。

JSON にシリアライズする際には、あなたの JSON を消費する側のアプリケーションが持つ当該制約に思いを馳せてください。とりわけ JSON 数値を IEEE 754 倍精度浮動小数にデシリアライズする際の問題はありがちで、すなわちその有効桁数と精度の制限の影響を受けます。これは、極端に大きな値を持った Python *int* をシリアライズするとき、あるいは *decimal.Decimal* のような ” 風変わりな” 数値型をシリアライズするとき、に特に関係があります。

19.2.5 コマンドラインインターフェイス

ソースコード: Lib/json/tool.py

---

json.tool モジュールは JSON オブジェクトの検証と整形出力のための、単純なコマンドラインインターフェイスを提供します。

オプション引数の `infile` と `outfile` が指定されない場合、それぞれ *sys.stdin* と *sys.stdout* が使用されます。

```
$ echo '{"json": "obj"}' | python -m json.tool
{
    "json": "obj"
}
$ echo '{1.2:3.4}' | python -m json.tool
Expecting property name enclosed in double quotes: line 1 column 2 (char 1)
```

バージョン 3.5 で変更: 出力が、入力と同じ順序になりました。辞書をキーでアルファベット順に並べ替えた出力が欲しければ、*--sort-keys* オプションを使ってください。

コマンドラインオプション

infile

検証を行う、あるいは整形出力を行う JSON ファイルを指定します:

```
$ python -m json.tool mp_films.json
[
    {
        "title": "And Now for Something Completely Different",
        "year": 1971
    },
    {
        "title": "Monty Python and the Holy Grail",
        "year": 1975
    }
]
```

infile が指定されない場合、*sys.stdin* から読み込みます。

outfile

infile の出力を *outfile* に書き込みます。そうでない場合、*sys.stdout* に書き込みます。

--sort-keys

辞書の出力を、キーのアルファベット順にソートします。

Added in version 3.5.

--no-ensure-ascii

非 ASCII 文字のエスケープを無効化します。より詳しくは *json.dumps()* を参照してください。

Added in version 3.9.

--json-lines

すべての入力行を個別の JSON オブジェクトとしてパースします。

Added in version 3.8.

--indent, --tab, --no-indent, --compact

空白文字の制御のための排他的なオプション。

Added in version 3.9.

-h, --help

ヘルプメッセージを出力します

脚注

19.3 mailbox --- 様々な形式のメールボックスを操作する

ソースコード: Lib/mailbox.py

このモジュールでは二つのクラス *Mailbox* および *Message* をディスク上のメールボックスとそこに収められたメッセージへのアクセスと操作のために定義しています。Mailbox は辞書のようなキーからメッセージへの対応付けを提供しています。Message は *email.message* モジュールの *Message* を拡張して形式ごとの状態と振る舞いを追加しています。サポートされるメールボックスの形式は Maildir, mbox, MH, Babyl, MMDF です。

参考:

email **モジュール** メッセージの表現と操作。

19.3.1 Mailbox オブジェクト

class mailbox.**Mailbox**

メールボックス。内容を確認したり変更したりできます。

The `Mailbox` class defines an interface and is not intended to be instantiated. Instead, format-specific subclasses should inherit from `Mailbox` and your code should instantiate a particular subclass.

The `Mailbox` interface is dictionary-like, with small keys corresponding to messages. Keys are issued by the `Mailbox` instance with which they will be used and are only meaningful to that `Mailbox` instance. A key continues to identify a message even if the corresponding message is modified, such as by replacing it with another message.

Messages may be added to a `Mailbox` instance using the set-like method *add()* and removed using a `del` statement or the set-like methods *remove()* and *discard()*.

`Mailbox` interface semantics differ from dictionary semantics in some noteworthy ways. Each time a message is requested, a new representation (typically a *Message* instance) is generated based upon the current state of the mailbox. Similarly, when a message is added to a `Mailbox` instance, the provided message representation's contents are copied. In neither case is a reference to the message representation kept by the `Mailbox` instance.

The default `Mailbox` *iterator* iterates over message representations, not keys as the default *dictionary* iterator does. Moreover, modification of a mailbox during iteration is safe and well-defined. Messages added to the mailbox after an iterator is created will not be seen by the iterator. Messages removed from the mailbox before the iterator yields them will be silently skipped, though using a key from an iterator may result in a *KeyError* exception if the corresponding message is subsequently removed.

> **警告:** Be very cautious when modifying mailboxes that might be simultaneously changed by some other process. The safest mailbox format to use for such tasks is *Maildir*; try to avoid using single-file formats such as *mbox* for concurrent writing. If you're modifying a mailbox, you *must* lock it by calling the *lock()* and *unlock()* methods *before* reading any messages in the file or making any changes by adding or deleting a message. Failing to lock the mailbox runs the risk of losing messages or corrupting the entire mailbox.

`Mailbox` instances have the following methods:

add(*message*)

メールボックスに *message* を追加し、それに割り当てられたキーを返します。

引数 *message* は *Message* インスタンス、*email.message.Message* インスタンス、文字列、バイト文字列、ファイル風オブジェクト (バイナリモードで開かれていなければなりません) を使えます。

message が適切な形式に特化した *Message* サブクラスのインスタンス (例えばメールボックスが *mbox* インスタンスのときの *mboxMessage* インスタンス) であれば、形式ごとの情報が利用されます。そうでなければ、形式ごとに必要な情報は適当なデフォルトが使われます。

バージョン 3.2 で変更: バイナリ入力のサポートが追加されました。

remove(*key*)

__delitem__(*key*)

discard(*key*)

メールボックスから *key* に対応するメッセージを削除します。

対応するメッセージが無い場合、メソッドが *remove()* または *__delitem__()* として呼び出されている時は *KeyError* 例外が送出されます。しかし、*discard()* として呼び出されている場合は例外は発生しません。基づいているメールボックス形式が別のプロセスからの平行した変更をサポートしているならば、この *discard()* の振る舞いの方が好まれるかもしれません。

__setitem__(*key*, *message*)

key に対応するメッセージを *message* で置き換えます。*key* に対応しているメッセージが既に無くなっている場合 *KeyError* 例外が送出されます。

add() と同様に、引数の *message* には *Message* インスタンス、*email.message.Message* インスタンス、文字列、バイト文字列、ファイル風オブジェクト (バイナリモードで開かれていなければなりません) を使えます。*message* が適切な形式に特化した *Message* サブクラスのインスタンス (例えばメールボックスが *mbox* インスタンスのときの *mboxMessage* インスタンス) であれば、形式ごとの情報が利用されます。そうでなければ、現在 *key* に対応するメッセージの形式ごとの情報が変更されずに残ります。

iterkeys()

Return an *iterator* over all keys

keys()

The same as *iterkeys()*, except that a *list* is returned rather than an *iterator*

itervalues()

__iter__()

Return an *iterator* over representations of all messages. The messages are represented as instances of the appropriate format-specific *Message* subclass unless a custom message factory was specified when the `Mailbox` instance was initialized.

注釈: *__iter__()* は辞書のそれのようにキーについてのイテレータではありません。

---

values()

The same as *itervalues()*, except that a *list* is returned rather than an *iterator*

iteritems()

Return an *iterator* over (*key*, *message*) pairs, where *key* is a key and *message* is a message representation. The messages are represented as instances of the appropriate format-specific *Message* subclass unless a custom message factory was specified when the `Mailbox` instance was initialized.

items()

The same as *iteritems()*, except that a *list* of pairs is returned rather than an *iterator* of pairs.

get(*key*, *default=None*)

__getitem__(*key*)

Return a representation of the message corresponding to *key*. If no such message exists, *default* is returned if the method was called as *get()* and a *KeyError* exception is raised if the method was called as `__getitem__()`. The message is represented as an instance of the appropriate format-specific *Message* subclass unless a custom message factory was specified when the `Mailbox` instance was initialized.

get_message(*key*)

key に対応するメッセージの表現を形式ごとの *Message* サブクラスのインスタンスとして返します。もし対応するメッセージが存在しなければ *KeyError* 例外が送出されます。

get_bytes(*key*)

key に対応するメッセージのバイト列を返すか、そのようなメッセージが存在しない場合は *KeyError* 例外を送出します。

Added in version 3.2.

get_string(*key*)

key に対応するメッセージの文字列表現を返すか、そのようなメッセージが存在しない場合は *KeyError* 例外を送出します。このメッセージは *email.message.Message* を通して処理されて 7 ビットクリーンな表現へ変換されます。

get_file(*key*)

Return a *file-like* representation of the message corresponding to *key*, or raise a *KeyError* exception if no such message exists. The file-like object behaves as if open in binary mode. This file should be closed once it is no longer needed.

バージョン 3.2 で変更: The file object really is a *binary file*; previously it was incorrectly returned in text mode. Also, the *file-like object* now supports the *context manager* protocol: you can use a `with` statement to automatically close it.

注釈: Unlike other representations of messages, *file-like* representations are not necessarily independent of the `Mailbox` instance that created them or of the underlying mailbox. More specific documentation is provided by each subclass.

`__contains__`(*key*)

key がメッセージに対応していれば `True` を、そうでなければ `False` を返します。

`__len__`()

メールボックス中のメッセージ数を返します。

`clear`()

メールボックスから全てのメッセージを削除します。

`pop`(*key*, *default=None*)

Return a representation of the message corresponding to *key* and delete the message. If no such message exists, return *default*. The message is represented as an instance of the appropriate format-specific *Message* subclass unless a custom message factory was specified when the `Mailbox` instance was initialized.

`popitem`()

Return an arbitrary (*key*, *message*) pair, where *key* is a key and *message* is a message representation, and delete the corresponding message. If the mailbox is empty, raise a *KeyError* exception. The message is represented as an instance of the appropriate format-specific *Message* subclass unless a custom message factory was specified when the `Mailbox` instance was initialized.

`update`(*arg*)

Parameter *arg* should be a *key*-to-*message* mapping or an iterable of (*key*, *message*) pairs. Updates the mailbox so that, for each given *key* and *message*, the message corresponding to *key* is set to *message* as if by using *__setitem__()*. As with *__setitem__()*, each *key* must already correspond to a message in the mailbox or else a *KeyError* exception will be raised, so in general it is incorrect for *arg* to be a `Mailbox` instance.

注釈: 辞書と違い、キーワード引数はサポートされていません。

`flush`()

Write any pending changes to the filesystem. For some *Mailbox* subclasses, changes are always written immediately and `flush()` does nothing, but you should still make a habit of calling this method.

`lock()`

メールボックスの排他的アドバイザリロックを取得し、他のプロセスが変更しないようにします。ロックが取得できない場合 *ExternalClashError* が送出されます。ロック機構はメールボックス形式によって変わります。メールボックスの内容に変更を加えるときは **いつも** ロックを掛けるべきです。

`unlock()`

メールボックスのロックが存在する場合は解放します。

`close()`

Flush the mailbox, unlock it if necessary, and close any open files. For some `Mailbox` subclasses, this method does nothing.

`Maildir` オブジェクト

`class mailbox.Maildir(`*dirname*, *factory=None*, *create=True*`)`

Maildir 形式のメールボックスのための *Mailbox* のサブクラス。パラメータ *factory* は呼び出し可能オブジェクトで (バイナリモードで開かれているかのように振る舞う) ファイル風メッセージ表現を受け付けて好みの表現を返すものです。*factory* が `None` ならば、*MaildirMessage* がデフォルトのメッセージ表現として使われます。*create* が `True` ならばメールボックスが存在しないときには作成します。

create が `True` で、パス *dirname* が存在する場合、ディレクトリレイアウトを検証せずに既存の maildir として扱います。

path ではなく *dirname* と命名される歴史的な理由のためです。

Maildir はディレクトリ型のメールボックス形式でメール転送エージェント qmail 用に発明され、現在では多くの他のプログラムでもサポートされているものです。Maildir メールボックス中のメッセージは共通のディレクトリ構造の下で個別のファイルに保存されます。このデザインにより、Maildir メールボックスは複数の無関係のプログラムからデータを失うことなくアクセスしたり変更したりできます。そのためロックは不要です。

Maildir メールボックスには三つのサブディレクトリ `tmp`, `new`, `cur` があります。メッセージはまず `tmp` サブディレクトリに瞬間的に作られた後、`new` サブディレクトリに移動されて配送を完了します。メールユーザエージェントが引き続いて `cur` サブディレクトリにメッセージを移動しメッセージの状態についての情報をファイル名に追加される特別な ”info” セクションに保存することができます。

Folders of the style introduced by the Courier mail transfer agent are also supported. Any subdirectory of the main mailbox is considered a folder if `'.'` is the first character in its name. Folder names are represented by `Maildir` without the leading `'.'`. Each folder is itself a Maildir mailbox but should not contain other folders. Instead, a logical nesting is indicated using `'.'` to delimit levels, e.g., ”Archived.2005.07”.

`colon`

本来の Maildir 仕様ではある種のメッセージのファイル名にコロン (':') を使う必要があります。しかしながら、オペレーティングシステムによってはこの文字をファイル名に含めることができないことがあります。そういった環境で Maildir のような形式を使いたい場合、代わりに使われる文字を指定する必要があります。感嘆符 ('!') を使うのが一般的な選択です。以下の例を見てください:

```
import mailbox
mailbox.Maildir.colon = '!!'
```

The `colon` attribute may also be set on a per-instance basis.

バージョン 3.13 で変更: *Maildir* now ignores files with a leading dot.

`Maildir` instances have all of the methods of *Mailbox* in addition to the following:

list_folders()

全てのフォルダ名のリストを返します。

get_folder(*folder*)

Return a `Maildir` instance representing the folder whose name is *folder*. A *NoSuchMailboxError* exception is raised if the folder does not exist.

add_folder(*folder*)

Create a folder whose name is *folder* and return a `Maildir` instance representing it.

remove_folder(*folder*)

名前が *folder* であるフォルダを削除します。もしフォルダに一つでもメッセージが含まれていれば *NotEmptyError* 例外が送出されフォルダは削除されません。

clean()

過去 36 時間以内にアクセスされなかったメールボックス内の一時ファイルを削除します。Maildir 仕様はメールを読むプログラムはときどきこの作業をすべきだとしています。

get_flags(*key*)

Return as a string the flags that are set on the message corresponding to *key*. This is the same as `get_message(key).get_flags()` but much faster, because it does not open the message file. Use this method when iterating over the keys to determine which messages are interesting to get.

If you do have a *MaildirMessage* object, use its *get_flags()* method instead, because changes made by the message's *set_flags()*, *add_flag()* and *remove_flag()* methods are not reflected here until the mailbox's *__setitem__()* method is called.

Added in version 3.13.

set_flags(*key*, *flags*)

On the message corresponding to *key*, set the flags specified by *flags* and unset all others. Calling `some_mailbox.set_flags(key, flags)` is similar to

```
one_message = some_mailbox.get_message(key)
one_message.set_flags(flags)
some_mailbox[key] = one_message
```

but faster, because it does not open the message file.

If you do have a *MaildirMessage* object, use its *set_flags()* method instead, because changes made with this mailbox method will not be visible to the message object's method, *get_flags()*.

Added in version 3.13.

add_flag(*key*, *flag*)

On the message corresponding to *key*, set the flags specified by *flag* without changing other flags. To add more than one flag at a time, *flag* may be a string of more than one character.

Considerations for using this method versus the message object's *add_flag()* method are similar to those for *set_flags()*; see the discussion there.

Added in version 3.13.

remove_flag(*key*, *flag*)

On the message corresponding to *key*, unset the flags specified by *flag* without changing other flags. To remove more than one flag at a time, *flag* may be a string of more than one character.

Considerations for using this method versus the message object's *remove_flag()* method are similar to those for *set_flags()*; see the discussion there.

Added in version 3.13.

get_info(*key*)

Return a string containing the info for the message corresponding to *key*. This is the same as `get_message(key).get_info()` but much faster, because it does not open the message file. Use this method when iterating over the keys to determine which messages are interesting to get.

If you do have a *MaildirMessage* object, use its *get_info()* method instead, because changes made by the message's *set_info()* method are not reflected here until the mailbox's *__setitem__()* method is called.

Added in version 3.13.

set_info(*key*, *info*)

Set the info of the message corresponding to *key* to *info*. Calling `some_mailbox.set_info(key, flags)` is similar to

```
one_message = some_mailbox.get_message(key)
one_message.set_info(info)
some_mailbox[key] = one_message
```

but faster, because it does not open the message file.

If you do have a *MaildirMessage* object, use its *set_info()* method instead, because changes made with this mailbox method will not be visible to the message object's method, *get_info()*.

Added in version 3.13.

Some *Mailbox* methods implemented by `Maildir` deserve special remarks:

add(*message*)

__setitem__(*key*, *message*)

update(*arg*)

> **警告:** これらのメソッドは一意的なファイル名をプロセス ID に基づいて生成します。複数のスレッドを使う場合は、同じメールボックスを同時に操作しないようにスレッド間で調整しておかないと検知されない名前の衝突が起こりメールボックスを壊すかもしれません。

flush()

Maildir メールボックスへの変更は即時に適用されるので、このメソッドは何もしません。

lock()

unlock()

Maildir メールボックスはロックをサポート (または要求) しないので、このメソッドは何もしません。

close()

`Maildir` instances do not keep any open files and the underlying mailboxes do not support locking, so this method does nothing.

get_file(*key*)

ホストのプラットフォームによっては、返されたファイルが開いている間、元になったメッセージを変更したり削除したりできない場合があります。

参考:

Courier の maildir マニュアルページ
: Maildir 形式の仕様。フォルダをサポートする一般的な拡張について記述されています。

Using maildir format
: Maildir 形式の発明者による注意書き。更新された名前生成規則と "info" の解釈についても含まれます。

mbox オブジェクト

class mailbox.**mbox**(*path*, *factory=None*, *create=True*)

mbox 形式のメールボックスのための *Mailbox* のサブクラス。パラメータ *factory* は呼び出し可能オブジェクトで (バイナリモードで開かれているかのように振る舞う) ファイル風メッセージ表現を受け付けて好みの表現を返すものです。*factory* が `None` ならば、*mboxMessage* がデフォルトのメッセージ表現として使われます。*create* が `True` ならばメールボックスが存在しないときには作成します。

mbox 形式は Unix システム上でメールを保存する古くからある形式です。mbox メールボックスでは全てのメッセージが一つのファイルに保存されておりそれぞれのメッセージは "From " という 5 文字で始まる行を先頭に付けられています。

Several variations of the mbox format exist to address perceived shortcomings in the original. In the interest of compatibility, `mbox` implements the original format, which is sometimes referred to as *mboxo*. This means that the *Content-Length* header, if present, is ignored and that any occurrences of "From " at the beginning of a line in a message body are transformed to ">From " when storing the message, although occurrences of ">From " are not transformed to "From " when reading the message.

Some *Mailbox* methods implemented by `mbox` deserve special remarks:

get_file(*key*)

Using the file after calling *flush()* or *close()* on the `mbox` instance may yield unpredictable results or raise an exception.

lock()

unlock()

Three locking mechanisms are used---dot locking and, if available, the `flock()` and `lockf()` system calls.

参考:

tin の mbox マニュアルページ
: mbox 形式の仕様でロックについての詳細を含む。

Configuring Netscape Mail on Unix: Why The Content-Length Format is Bad
: バリエーションの一つではなくオリジナルの mbox を使う理由。

"mbox" は相互に互換性を持たないいくつかのメールボックスフォーマットの集まりです

mbox バリエーションの歴史。

MH オブジェクト

class mailbox.MH(*path*, *factory=None*, *create=True*)

MH 形式のメールボックスのための *Mailbox* のサブクラス。パラメータ *factory* は呼び出し可能オブジェクトで (バイナリモードで開かれているかのように振る舞う) ファイル風メッセージ表現を受け付けて好みの表現を返すものです。*factory* が None ならば、*MHMessage* がデフォルトのメッセージ表現として使われます。*create* が True ならばメールボックスが存在しないときには作成します。

MH はディレクトリに基づいたメールボックス形式で MH Message Handling System というメールユーザエージェントのために発明されました。MH メールボックス中のそれぞれのメッセージは一つのファイルとして収められています。MH メールボックスにはメッセージの他に別の MH メールボックス (**フォルダ** と呼ばれます) を含んでもかまいません。フォルダは無限にネストできます。MH メールボックスにはもう一つ **シーケンス** という名前付きのリストでメッセージをサブフォルダに移動することなく論理的に分類するものがサポートされています。シーケンスは各フォルダの .mh_sequences というファイルで定義されます。

The MH class manipulates MH mailboxes, but it does not attempt to emulate all of **mh**'s behaviors. In particular, it does not modify and is not affected by the context or .mh_profile files that are used by **mh** to store its state and configuration.

MH instances have all of the methods of *Mailbox* in addition to the following:

バージョン 3.13 で変更: Supported folders that don't contain a .mh_sequences file.

list_folders()

全てのフォルダ名のリストを返します。

get_folder(*folder*)

Return an MH instance representing the folder whose name is *folder*. A *NoSuchMailboxError* exception is raised if the folder does not exist.

add_folder(*folder*)

Create a folder whose name is *folder* and return an MH instance representing it.

remove_folder(*folder*)

名前が *folder* であるフォルダを削除します。もしフォルダに一つでもメッセージが含まれていれば *NotEmptyError* 例外が送出されフォルダは削除されません。

get_sequences()

folder という名前のフォルダを削除します。フォルダにメッセージが一つでも残っていれば、*NotEmptyError* 例外が送出されフォルダは削除されません。

set_sequences(*sequences*)

シーケンス名をキーのリストに対応付ける辞書を返します。シーケンスが一つもなければ空の辞書を返します。

pack()

メールボックス中のシーケンスを get_sequences() で返されるような名前とキーのリストを対応付ける辞書 *sequences* に基づいて再定義します。

注釈: 番号付けの間隔を詰める必要に応じてメールボックス中のメッセージの名前を付け替えます。シーケンスのリストのエントリもそれに応じて更新されます。

Some *Mailbox* methods implemented by MH deserve special remarks:

remove(*key*)

__delitem__(*key*)

discard(*key*)

これらのメソッドはメッセージを直ちに削除します。名前の前にコンマを付加してメッセージに削除の印を付けるという MH の規約は使いません。

lock()

unlock()

Three locking mechanisms are used---dot locking and, if available, the flock() and lockf() system calls. For MH mailboxes, locking the mailbox means locking the .mh_sequences file and, only for the duration of any operations that affect them, locking individual message files.

get_file(*key*)

ホストプラットフォームにより、ファイルが開かれたままの場合はメッセージを削除することができない場合があります。

flush()

MH メールボックスへの変更は即時に適用されますのでこのメソッドは何もしません。

close()

MH instances do not keep any open files, so this method is equivalent to *unlock()*.

参考:

nmh - Message Handling System

mh の改良版である **nmh** のホームページ。

MH & nmh: Email for Users & Programmers

GPL ライセンスの **mh** および **nmh** の本で、このメールボックス形式についての情報があります。

Babyl オブジェクト

class mailbox.**Babyl**(*path*, *factory=None*, *create=True*)

Babyl 形式のメールボックスのための *Mailbox* のサブクラス。パラメータ *factory* は呼び出し可能オブジェクトで (バイナリモードで開かれているかのように振る舞う) ファイル風メッセージ表現を受け付けて好みの表現を返すものです。*factory* が `None` ならば、*BabylMessage* がデフォルトのメッセージ表現として使われます。*create* が `True` ならばメールボックスが存在しないときには作成します。

Babyl は単一ファイルのメールボックス形式で Emacs に付属している Rmail メールユーザエージェントで使われているものです。メッセージの開始は Control-Underscore (`'\037'`) および Control-L (`'\014'`) の二文字を含む行で示されます。メッセージの終了は次のメッセージの開始または最後のメッセージの場合には Control-Underscore を含む行で示されます。

Babyl メールボックス中のメッセージには二つのヘッダのセット、オリジナルヘッダといわゆる可視ヘッダ、があります。可視ヘッダは典型的にはオリジナルヘッダの一部を分り易いように再整形したり短くしたりしたものです。Babyl メールボックス中のそれぞれのメッセージには **ラベル** というそのメッセージについての追加情報を記録する短い文字列のリストを伴い、メールボックス中に見出されるユーザが定義した全てのラベルのリストは Babyl オプションセクションに保持されます。

`Babyl` instances have all of the methods of *Mailbox* in addition to the following:

get_labels()

メールボックスで使われているユーザが定義した全てのラベルのリストを返します。

注釈: メールボックスにどのようなラベルが存在するかを決めるのに、Babyl オプションセクションのリストを参考にせず、実際のメッセージを捜索しますが、Babyl セクションもメールボックスが変更されたときにはいつでも更新されます。

Some *Mailbox* methods implemented by `Babyl` deserve special remarks:

get_file(*key*)

Babyl メールボックスにおいて、メッセージのヘッダはボディと繋がって格納されていません。ファイル風の表現を生成するために、ヘッダとボディがファイルと同じ API を持つ *io.BytesIO* インスタンスに一緒にコピーされます。その結果、ファイル風オブジェクトは元にしているメールボックスとは真に独立していますが、文字列表現と比べてメモリーを節約することにはなりません。

lock()

unlock()

Three locking mechanisms are used---dot locking and, if available, the `flock()` and `lockf()` system calls.

参考:

Format of Version 5 Babyl Files
: Babyl 形式の仕様。

Reading Mail with Rmail
: Rmail のマニュアルで Babyl のセマンティクスについての情報も少しある。

MMDF オブジェクト

class mailbox.MMDF(*path*, *factory=None*, *create=True*)

MMDF 形式のメールボックスのための *Mailbox* のサブクラス。パラメータ *factory* は呼び出し可能オブジェクトで (バイナリモードで開かれているかのように振る舞う) ファイル風メッセージ表現を受け付けて好みの表現を返すものです。*factory* が None ならば、*MMDFMessage* がデフォルトのメッセージ表現として使われます。*create* が True ならばメールボックスが存在しないときには作成します。

MMDF は単一ファイルのメールボックス形式で Multichannel Memorandum Distribution Facility というメール転送エージェント用に発明されたものです。各メッセージは mbox と同様の形式で収められますが、前後を 4 つの Control-A ('\001') を含む行で挟んであります。mbox 形式と同じようにそれぞれのメッセージの開始は "From " の 5 文字を含む行で示されますが、それ以外の場所での "From " は格納の際 ">From " には変えられません。それは追加されたメッセージ区切りによって新たなメッセージの開始と見間違うことが避けられるからです。

Some *Mailbox* methods implemented by MMDF deserve special remarks:

get_file(*key*)

Using the file after calling *flush()* or *close()* on the MMDF instance may yield unpredictable results or raise an exception.

lock()

unlock()

Three locking mechanisms are used---dot locking and, if available, the flock() and lockf() system calls.

参考:

mmdf man page from tin
: ニュースリーダ tin のドキュメント中の MMDF 形式仕様。

MMDF
: Multichannel Memorandum Distribution Facility についてのウィキペディアの記事。

19.3.2 Message オブジェクト

class mailbox.**Message**(*message=None*)

A subclass of the *email.message* module's *Message*. Subclasses of mailbox.Message add mailbox-format-specific state and behavior.

If *message* is omitted, the new instance is created in a default, empty state. If *message* is an *email.message.Message* instance, its contents are copied; furthermore, any format-specific information is converted insofar as possible if *message* is a Message instance. If *message* is a string, a byte string, or a file, it should contain an **RFC 2822**-compliant message, which is read and parsed. Files should be open in binary mode, but text mode files are accepted for backward compatibility.

サブクラスにより提供される形式ごとの状態と動作は様々ですが、一般に或るメールボックスに固有のものでないプロパティだけがサポートされます (おそらくプロパティのセットはメールボックス形式ごとに固有でしょうが)。例えば、単一ファイルメールボックス形式におけるファイルオフセットやディレクトリ式メールボックス形式におけるファイル名は保持されません、というのもそれらは元々のメールボックスにしか適用できないからです。しかし、メッセージがユーザに読まれたかどうかあるいは重要だとマークされたかどうかという状態は保持されます、というのはそれらはメッセージ自体に適用されるからです。

There is no requirement that Message instances be used to represent messages retrieved using *Mailbox* instances. In some situations, the time and memory required to generate Message representations might not be acceptable. For such situations, Mailbox instances also offer string and file-like representations, and a custom message factory may be specified when a Mailbox instance is initialized.

MaildirMessage オブジェクト

class mailbox.**MaildirMessage**(*message=None*)

Maildir 固有の動作をするメッセージ。引数 *message* は *Message* のコンストラクタと同じ意味を持ちます。

通常、メールユーザエージェントは new サブディレクトリにある全てのメッセージをユーザが最初にメールボックスを開くか閉じるかした後で cur サブディレクトリに移動し、メッセージが実際に読まれたかどうかを記録します。cur にある各メッセージには状態情報を保存するファイル名に付け加えられた ”info” セクションがあります。(メールリーダの中には ”info” セクションを new にあるメッセージに付けることもあります。) ”info” セクションには二つの形式があります。一つは ”2,” の後に標準化されたフラグのリストを付けたもの (たとえば ”2,FR”)、もう一つは ”1,” の後にいわゆる実験的情報を付け加えるものです。Maildir の標準的なフラグは以下の通りです:

Flag	意味	説明
D	ドラフト (Draft)	作成中
F	フラグ付き (Flagged)	重要とされたもの
P	通過 (Passed)	転送、再送またはバウンス
R	返答済み (Replied)	返答されたもの
S	既読 (Seen)	読んだもの
T	ごみ (Trashed)	削除予定とされたもの

`MaildirMessage` instances offer the following methods:

get_subdir()

”new” (メッセージが `new` サブディレクトリに保存されるべき場合) または ”cur” (メッセージが `cur` サブディレクトリに保存されるべき場合) のどちらかを返します。

注釈: A message is typically moved from `new` to `cur` after its mailbox has been accessed, whether or not the message has been read. A message `msg` has been read if `"S" in msg.get_flags()` is `True`.

---

set_subdir(*subdir*)

メッセージが保存されるべきサブディレクトリをセットします。パラメータ *subdir* は ”new” または ”cur” のいずれかでなければなりません。

get_flags()

現在セットされているフラグを特定する文字列を返します。メッセージが標準 Maildir 形式に準拠しているならば、結果はアルファベット順に並べられたゼロまたは 1 回の `'D'`、`'F'`、`'P'`、`'R'`、`'S'`、`'T'` をつなげたものです。空文字列が返されるのはフラグが一つもない場合、または ”info” が実験的セマンティクスを使っている場合です。

set_flags(*flags*)

flags で指定されたフラグをセットし、他のフラグは下ろします。

add_flag(*flag*)

flag で指定されたフラグをセットしますが他のフラグは変えません。一度に二つ以上のフラグをセットすることは、*flag* に 2 文字以上の文字列を指定すればできます。現在の ”info” はフラグの代わりに実験的情報を使っていても上書きされます。

remove_flag(*flag*)

flag で指定されたフラグを下ろしますが他のフラグは変えません。一度に二つ以上のフラグを取り除

くことは、*flag* に 2 文字以上の文字列を指定すればできます。”info” がフラグの代わりに実験的情報を使っている場合は現在の ”info” は書き換えられません。

get_date()

メッセージの配送日時をエポックからの秒数を表わす浮動小数点数で返します。

set_date(*date***)**

メッセージの配送日時を *date* にセットします。*date* はエポックからの秒数を表わす浮動小数点数です。

get_info()

メッセージの ”info” を含む文字列を返します。このメソッドは実験的 (即ちフラグのリストでない) ”info” にアクセスし、また変更するのに役立ちます。

set_info(*info***)**

”info” に文字列 *info* をセットします。

When a `MaildirMessage` instance is created based upon an *mboxMessage* or *MMDFMessage* instance, the *Status* and *X-Status* headers are omitted and the following conversions take place:

結果の状態	*mboxMessage* または *MMDFMessage* の状態
”cur” サブディレクトリ	O フラグ
F フラグ	F フラグ
R フラグ	A フラグ
S フラグ	R フラグ
T フラグ	D フラグ

When a `MaildirMessage` instance is created based upon an *MHMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*MHMessage* の状態
”cur” サブディレクトリ	”unseen” シーケンス
”cur” サブディレクトリおよび S フラグ	”unseen” シーケンス無し
F フラグ	”flagged” シーケンス
R フラグ	”replied” シーケンス

When a `MaildirMessage` instance is created based upon a *BabylMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*BabylMessage* の状態
”cur” サブディレクトリ	”unseen” ラベル
”cur” サブディレクトリおよび S フラグ	”unseen” ラベル無し
P フラグ	”forwarded” または ”resent” ラベル
R フラグ	”answered” ラベル
T フラグ	”deleted” ラベル

mboxMessage オブジェクト

class mailbox.**mboxMessage**(*message=None*)

mbox 固有の動作をするメッセージ。引数 *message* は *Message* のコンストラクタと同じ意味を持ちます。

mbox メールボックス中のメッセージは単一ファイルにまとめて格納されています。送り主のエンベロープアドレスおよび配送日時は通常メッセージの開始を示す ”From ” から始まる行に記録されますが、正確なフォーマットに関しては mbox の実装ごとに大きな違いがあります。メッセージの状態を示すフラグ、たとえば読んだかどうかあるいは重要だとマークを付けられているかどうかといったようなもの、は典型的には ***Status*** および ***X-Status*** に収められます。

規定されている mbox メッセージのフラグは以下の通りです:

Flag	意味	説明
R	読んだもの	読んだもの
O	古い (Old)	以前に MUA に発見された
D	削除 (Deleted)	削除予定とされたもの
F	フラグ付き (Flagged)	重要とされたもの
A	返答済み (Answered)	返答されたもの

”R” および ”O” フラグは ***Status*** ヘッダに記録され、”D”、”F”、”A” フラグは ***X-Status*** ヘッダに記録されます。フラグとヘッダは通常記述された順番に出現します。

mboxMessage instances offer the following methods:

get_from()

mbox メールボックスのメッセージの開始を示す ”From ” 行を表わす文字列を返します。先頭の ”From ” および末尾の改行は含まれません。

set_from(*from_*, *time_=None*)

Set the ”From ” line to *from_*, which should be specified without a leading ”From ” or trailing newline. For convenience, *time_* may be specified and will be formatted appropriately and

appended to *from_*. If *time_* is specified, it should be a *time.struct_time* instance, a tuple suitable for passing to *time.strftime()*, or `True` (to use *time.gmtime()*).

get_flags()

現在セットされているフラグを特定する文字列を返します。メッセージが規定された形式に準拠しているならば、結果は次の順に並べられた 0 回か 1 回の `'R'`、`'O'`、`'D'`、`'F'`、`'A'` です。

set_flags(*flags*)

flags で指定されたフラグをセットして、他のフラグは下ろします。*flags* は並べられたゼロまたは 1 回の `'R'`、`'O'`、`'D'`、`'F'`、`'A'` です。

add_flag(*flag*)

flag で指定されたフラグをセットしますが他のフラグは変えません。一度に二つ以上のフラグをセットすることは、*flag* に 2 文字以上の文字列を指定すればできます。

remove_flag(*flag*)

flag で指定されたフラグを下ろしますが他のフラグは変えません。一二つ以上のフラグを取り除くことは、*flag* に 2 文字以上の文字列を指定すればできます。

When an `mboxMessage` instance is created based upon a *MaildirMessage* instance, a "From " line is generated based upon the *MaildirMessage* instance's delivery date, and the following conversions take place:

結果の状態	*MaildirMessage* の状態
R フラグ	S フラグ
O フラグ	"cur" サブディレクトリ
D フラグ	T フラグ
F フラグ	F フラグ
A フラグ	R フラグ

When an `mboxMessage` instance is created based upon an *MHMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*MHMessage* の状態
R フラグおよび O フラグ	"unseen" シーケンス無し
O フラグ	"unseen" シーケンス
F フラグ	"flagged" シーケンス
A フラグ	"replied" シーケンス

When an `mboxMessage` instance is created based upon a *BabylMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*BabylMessage* の状態
R フラグおよび O フラグ	”unseen” ラベル無し
O フラグ	”unseen” ラベル
D フラグ	”deleted” ラベル
A フラグ	”answered” ラベル

When a `mboxMessage` instance is created based upon an *MMDFMessage* instance, the ”From ” line is copied and all flags directly correspond:

結果の状態	*MMDFMessage* の状態
R フラグ	R フラグ
O フラグ	O フラグ
D フラグ	D フラグ
F フラグ	F フラグ
A フラグ	A フラグ

MHMessage オブジェクト

class mailbox.**MHMessage**(*message=None*)

MH 固有の動作をするメッセージ。引数 *message* は *Message* のコンストラクタと同じ意味を持ちます。

MH メッセージは伝統的な意味あいにおいてマークやフラグをサポートしません。しかし、MH メッセージにはシーケンスがあり任意のメッセージを論理的にグループ分けできます。いくつかのメールソフト (標準の **mh** や **nmh** はそうではありませんが) は他の形式におけるフラグとほぼ同じようにシーケンスを使います:

シーケンス	説明
unseen	読んではいないが既に MUA に見つけられている
replied	返答されたもの
flagged	重要とされたもの

`MHMessage` instances offer the following methods:

get_sequences()

このメッセージを含むシーケンスの名前のリストを返す。

set_sequences(*sequences*)

このメッセージを含むシーケンスのリストをセットする。

add_sequence(*sequence*)

sequence をこのメッセージを含むシーケンスのリストに追加する。

remove_sequence(*sequence*)

sequence をこのメッセージを含むシーケンスのリストから除く。

When an MHMessage instance is created based upon a *MaildirMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*MaildirMessage* の状態
”unseen” シーケンス	S フラグ無し
”replied” シーケンス	R フラグ
”flagged” シーケンス	F フラグ

When an MHMessage instance is created based upon an *mboxMessage* or *MMDFMessage* instance, the ***Status*** and ***X-Status*** headers are omitted and the following conversions take place:

結果の状態	*mboxMessage* または *MMDFMessage* の状態
”unseen” シーケンス	R フラグ無し
”replied” シーケンス	A フラグ
”flagged” シーケンス	F フラグ

When an MHMessage instance is created based upon a *BabylMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*BabylMessage* の状態
”unseen” シーケンス	”unseen” ラベル
”replied” シーケンス	”answered” ラベル

BabylMessage オブジェクト

class mailbox.**BabylMessage**(*message=None*)

Babyl 固有の動作をするメッセージ。引数 *message* は *Message* のコンストラクタと同じ意味を持ちます。

ある種のメッセージラベルは **アトリビュート** と呼ばれ、規約により特別な意味が与えられています。アトリビュートは以下の通りです:

ラベル	説明
unseen	読んではいないが既に MUA に見つけられている
deleted	削除予定とされたもの
filed	他のファイルまたはメールボックスにコピーされた
answered	返答されたもの
forwarded	転送された
edited	ユーザによって変更された
resent	再送された

By default, Rmail displays only visible headers. The `BabylMessage` class, though, uses the original headers because they are more complete. Visible headers may be accessed explicitly if desired.

`BabylMessage` instances offer the following methods:

get_labels()

メッセージに付いているラベルのリストを返します。

set_labels(*labels*)

メッセージに付いているラベルのリストを *labels* にセットします。

add_label(*label*)

メッセージに付いているラベルのリストに *label* を追加します。

remove_label(*label*)

メッセージに付いているラベルのリストから *label* を削除します。

get_visible()

ヘッダがメッセージの可視ヘッダでありボディが空であるような *Message* インスタンスを返します。

set_visible(*visible*)

メッセージの可視ヘッダを *visible* のヘッダと同じにセットします。引数 *visible* は *Message* インスタンスまたは *email.message.Message* インスタンス、文字列、ファイル風オブジェクト (テキストモードで開かれてなければなりません) のいずれかです。

update_visible()

When a `BabylMessage` instance's original headers are modified, the visible headers are not automatically modified to correspond. This method updates the visible headers as follows: each visible header with a corresponding original header is set to the value of the original header, each visible header without a corresponding original header is removed, and any of *Date*, *From*, *Reply-To*, *To*, *CC*, and *Subject* that are present in the original headers but not the visible headers are added to the visible headers.

When a BabylMessage instance is created based upon a *MaildirMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*MaildirMessage* の状態
”unseen” ラベル	S フラグ無し
”deleted” ラベル	T フラグ
”answered” ラベル	R フラグ
”forwarded” ラベル	P フラグ

When a BabylMessage instance is created based upon an *mboxMessage* or *MMDFMessage* instance, the ***Status*** and ***X-Status*** headers are omitted and the following conversions take place:

結果の状態	*mboxMessage* または *MMDFMessage* の状態
”unseen” ラベル	R フラグ無し
”deleted” ラベル	D フラグ
”answered” ラベル	A フラグ

When a BabylMessage instance is created based upon an *MHMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*MHMessage* の状態
”unseen” ラベル	”unseen” シーケンス
”answered” ラベル	”replied” シーケンス

MMDFMessage オブジェクト

class mailbox.**MMDFMessage**(*message=None*)

MMDF 固有の動作をするメッセージ。引数 *message* は *Message* のコンストラクタと同じ意味を持ちます。

mbox メールボックスのメッセージと同様に、MMDF メッセージは送り主のアドレスと配送日時が最初の ”From ” で始まる行に記録されています。同様に、メッセージの状態を示すフラグは通常 ***Status*** および ***X-Status*** ヘッダに収められています。

よく使われる MMDF メッセージのフラグは mbox メッセージのものと同一で以下の通りです:

Flag	意味	説明
R	読んだもの	読んだもの
O	古い (Old)	以前に MUA に発見された
D	削除 (Deleted)	削除予定とされたもの
F	フラグ付き (Flagged)	重要とされたもの
A	返答済み (Answered)	返答されたもの

”R” および ”O” フラグは *Status* ヘッダに記録され、”D”、”F”、”A” フラグは *X-Status* ヘッダに記録されます。フラグとヘッダは通常記述された順番に出現します。

`MMDFMessage` instances offer the following methods, which are identical to those offered by *mboxMessage*:

get_from()

mbox メールボックスのメッセージの開始を示す ”From ” 行を表わす文字列を返します。先頭の ”From ” および末尾の改行は含まれません。

set_from(*from_*, *time_=None*)

Set the ”From ” line to *from_*, which should be specified without a leading ”From ” or trailing newline. For convenience, *time_* may be specified and will be formatted appropriately and appended to *from_*. If *time_* is specified, it should be a *time.struct_time* instance, a tuple suitable for passing to *time.strftime()*, or `True` (to use *time.gmtime()*).

get_flags()

現在セットされているフラグを特定する文字列を返します。メッセージが規定された形式に準拠しているならば、結果は次の順に並べられた 0 回か 1 回の `'R'`、`'O'`、`'D'`、`'F'`、`'A'` です。

set_flags(*flags*)

flags で指定されたフラグをセットして、他のフラグは下ろします。*flags* は並べられたゼロまたは 1 回の `'R'`、`'O'`、`'D'`、`'F'`、`'A'` です。

add_flag(*flag*)

flag で指定されたフラグをセットしますが他のフラグは変えません。一度に二つ以上のフラグをセットすることは、*flag* に 2 文字以上の文字列を指定すればできます。

remove_flag(*flag*)

flag で指定されたフラグを下ろしますが他のフラグは変えません。一二つ以上のフラグを取り除くことは、*flag* に 2 文字以上の文字列を指定すればできます。

When an `MMDFMessage` instance is created based upon a *MaildirMessage* instance, a ”From ” line is generated based upon the *MaildirMessage* instance’s delivery date, and the following conversions take place:

結果の状態	*MaildirMessage* の状態
R フラグ	S フラグ
O フラグ	”cur” サブディレクトリ
D フラグ	T フラグ
F フラグ	F フラグ
A フラグ	R フラグ

When an `MMDFMessage` instance is created based upon an *MHMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*MHMessage* の状態
R フラグおよび O フラグ	”unseen” シーケンス無し
O フラグ	”unseen” シーケンス
F フラグ	”flagged” シーケンス
A フラグ	”replied” シーケンス

When an `MMDFMessage` instance is created based upon a *BabylMessage* instance, the following conversions take place:

結果の状態	*BabylMessage* の状態
R フラグおよび O フラグ	”unseen” ラベル無し
O フラグ	”unseen” ラベル
D フラグ	”deleted” ラベル
A フラグ	”answered” ラベル

When an `MMDFMessage` instance is created based upon an *mboxMessage* instance, the ”From ” line is copied and all flags directly correspond:

結果の状態	*mboxMessage* の状態
R フラグ	R フラグ
O フラグ	O フラグ
D フラグ	D フラグ
F フラグ	F フラグ
A フラグ	A フラグ

19.3.3 例外

The following exception classes are defined in the mailbox module:

exception mailbox.Error

他の全てのモジュール固有の例外の基底クラス。

exception mailbox.NoSuchMailboxError

メールボックスがあると思っていたが見つからなかった場合に送出されます。これはたとえば *Mailbox* のサブクラスを存在しないパスでインスタンス化しようとしたとき (かつ *create* パラメータは False であった場合)、あるいは存在しないフォルダを開こうとした時などに発生します。

exception mailbox.NotEmptyError

メールボックスが空であることを期待されているときに空でない場合、たとえばメッセージの残っているフォルダを削除しようとした時などに送出されます。

exception mailbox.ExternalClashError

メールボックスに関係したある条件がプログラムの制御を外れてそれ以上作業を続けられなくなった場合、たとえば他のプログラムが既に保持しているロックを取得しようとして失敗したとき、あるいは一意的に生成されたファイル名が既に存在していた場合などに送出されます。

exception mailbox.FormatError

ファイル中のデータが解析できない場合、たとえば *MH* インスタンスが壊れた .mh_sequences ファイルを読もうと試みた場合などに送出されます。

19.3.4 使用例

メールボックス中の面白そうなメッセージのサブジェクトを全て印字する簡単な例:

```
import mailbox
for message in mailbox.mbox('~/mbox'):
    subject = message['subject']       # Could possibly be None.
    if subject and 'python' in subject.lower():
        print(subject)
```

Babyl メールボックスから MH メールボックスへ全てのメールをコピーし、変換可能な全ての形式固有の情報を変換する:

```
import mailbox
destination = mailbox.MH('~/Mail')
destination.lock()
for message in mailbox.Babyl('~/RMAIL'):
    destination.add(mailbox.MHMessage(message))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
destination.flush()
destination.unlock()
```

この例は幾つかのメーリングリストのメールをソートするものです。他のプログラムと平行して変更を加えることでメールが破損したり、プログラムを中断することでメールを失ったり、はたまた半端なメッセージがメールボックス中にあることで途中で終了してしまう、といったことを避けるように注意深く扱っています:

```
import mailbox
import email.errors

list_names = ('python-list', 'python-dev', 'python-bugs')

boxes = {name: mailbox.mbox('~/email/%s' % name) for name in list_names}
inbox = mailbox.Maildir('~/Maildir', factory=None)

for key in inbox.iterkeys():
    try:
        message = inbox[key]
    except email.errors.MessageParseError:
        continue                # The message is malformed. Just leave it.

    for name in list_names:
        list_id = message['list-id']
        if list_id and name in list_id:
            # Get mailbox to use
            box = boxes[name]

            # Write copy to disk before removing original.
            # If there's a crash, you might duplicate a message, but
            # that's better than losing a message completely.
            box.lock()
            box.add(message)
            box.flush()
            box.unlock()

            # Remove original message
            inbox.lock()
            inbox.discard(key)
            inbox.flush()
            inbox.unlock()
            break               # Found destination, so stop looking.

for box in boxes.itervalues():
    box.close()
```

19.4 mimetypes --- ファイル名を MIME タイプへマップする

ソースコード: Lib/mimetypes.py

---

mimetypes モジュールは、ファイル名あるいは URL と、ファイル名拡張子に関連付けられた MIME 型とを変換します。ファイル名から MIME 型へと、MIME 型からファイル名拡張子への変換が提供されます; 後者の変換では符号化方式はサポートされていません。

このモジュールは、一つのクラスと多くの便利な関数を提供します。これらの関数がこのモジュールへの標準のインターフェースですが、アプリケーションによっては、そのクラスにも関係するかもしれません。

以下で説明されている関数は、このモジュールへの主要なインターフェースを提供します。たとえモジュールが初期化されていなくても、もしこれらの関数が、*init()* がセットアップする情報に依存していれば、これらの関数は、*init()* を呼びます。

mimetypes.**guess_type**(*url*, *strict=True*)

url で与えられるファイル名あるいは URL に基づいて、ファイルの型を推定します。URL は文字列または *path-like object* です。

戻り値は、タプル `(type, encoding)` です、ここで *type* は、もし型が (拡張子がないあるいは未定義のため) 推定できない場合は、`None` を、あるいは、MIME *content-type* ヘッダ に利用できる、`'type/subtype'` の形の文字列です。

encoding は、符合化方式がない場合は `None` を、あるいは、符号化に使われるプログラムの名前 (たとえば、**compress** あるいは **gzip**) です。符号化方式は *Content-Encoding* ヘッダとして使うのに適しており、*Content-Transfer-Encoding* ヘッダには適して **いません** 。マッピングはテーブル駆動です。符号化方式のサフィックスは大/小文字を区別します; データ型サフィックスは、最初大/小文字を区別して試し、それから大/小文字を区別せずに試します。

省略可能な *strict* 引数は、既知の MIME 型のリストとして認識されるものが、IANA に登録された 正式な型のみに限定されるかどうかを指定するフラグです。*strict* が `True` (デフォルト) の時は、IANA 型のみがサポートされます; *strict* が `False` のときは、いくつかの追加の、非標準ではあるが、一般的に使用される MIME 型も認識されます。

バージョン 3.8 で変更: Added support for *url* being a *path-like object*.

バージョン 3.13 で非推奨: Passing a file path instead of URL is *soft deprecated*. Use *guess_file_type()* for this.

mimetypes.**guess_file_type**(*path*, ***, *strict=True*)

Guess the type of a file based on its path, given by *path*. Similar to the *guess_type()* function, but accepts a path instead of URL. Path can be a string, a bytes object or a *path-like object*.

Added in version 3.13.

mimetypes.**guess_all_extensions**(*type*, *strict=True*)

Guess the extensions for a file based on its MIME type, given by *type*. The return value is a list of strings giving all possible filename extensions, including the leading dot (`'.'`). The extensions are not guaranteed to have been associated with any particular data stream, but would be mapped to the MIME type *type* by *guess_type()* and *guess_file_type()*.

省略可能な *strict* 引数は *guess_type()* 関数のものと同じ意味を持ちます。

mimetypes.**guess_extension**(*type*, *strict=True*)

Guess the extension for a file based on its MIME type, given by *type*. The return value is a string giving a filename extension, including the leading dot (`'.'`). The extension is not guaranteed to have been associated with any particular data stream, but would be mapped to the MIME type *type* by *guess_type()* and *guess_file_type()*. If no extension can be guessed for *type*, `None` is returned.

省略可能な *strict* 引数は *guess_type()* 関数のものと同じ意味を持ちます。

モジュールの動作を制御するために、いくつかの追加の関数とデータ項目が利用できます。

mimetypes.**init**(*files=None*)

内部のデータ構造を初期化します。もし *files* が与えられていれば、これはデフォルトの type map を増やすために使われる、一連のファイル名でなければなりません。もし省略されていれば、使われるファイル名は *knownfiles* から取られます。Windows であれば、現在のレジストリの設定が読み込まれます。*files* あるいは *knownfiles* 内の各ファイル名は、それ以前に現れる名前より優先されます。繰り返し *init()* を呼び出すことは許されています。

files に空リストを与えることで、システムのデフォルトが適用されるのを避けることが出来ます; 組み込みのリストから well-known な値だけが取り込まれます。

files が `None` の場合、内部のデータ構造は初期のデフォルト値に完全に再構築されます。これは安定な操作であり、複数回呼び出されたときは同じ結果になります。

バージョン 3.2 で変更: 前のバージョンでは、Windows のレジストリの設定は無視されていました。

mimetypes.**read_mime_types**(*filename*)

ファイル *filename* で与えられた型のマップが、もしあればロードします。型のマップは、先頭の dot (`'.'`) を含むファイル名拡張子を、`'type/subtype'` の形の文字列にマッピングする辞書として返されます。もしファイル *filename* が存在しないか、読み込めなければ、`None` が返されます。

mimetypes.**add_type**(*type*, *ext*, *strict=True*)

MIME 型 *type* からのマッピングを拡張子 *ext* に追加します。拡張子がすでに既知であれば、新しい型が古いものに置き替わります。その型がすでに既知であれば、その拡張子が、既知の拡張子のリストに追加されます。

strict が `True` の時 (デフォルト) は、そのマッピングは正式な MIME 型に、そうでなければ、非標準の MIME 型に追加されます。

mimetypes.**inited**

グローバルなデータ構造が初期化されているかどうかを示すフラグ。これは *init()* により True に設定されます。

mimetypes.**knownfiles**

共通にインストールされた型マップファイル名のリスト。これらのファイルは、普通 mime.types という名前であり、パッケージごとに異なる場所にインストールされます。

mimetypes.**suffix_map**

サフィックスをサフィックスにマップする辞書。これは、符号化方式と型が同一拡張子で示される符号化ファイルが認識できるように使用されます。例えば、.tgz 拡張子は、符号化と型が別個に認識できるように .tar.gz にマップされます。

mimetypes.**encodings_map**

ファイル名拡張子を符号化方式型にマッピングする辞書。

mimetypes.**types_map**

ファイル名拡張子を MIME 型にマップする辞書。

mimetypes.**common_types**

ファイル名拡張子を非標準ではあるが、一般に使われている MIME 型にマップする辞書。

モジュールの使用例:

```
>>> import mimetypes
>>> mimetypes.init()
>>> mimetypes.knownfiles
['/etc/mime.types', '/etc/httpd/mime.types', ... ]
>>> mimetypes.suffix_map['.tgz']
'.tar.gz'
>>> mimetypes.encodings_map['.gz']
'gzip'
>>> mimetypes.types_map['.tgz']
'application/x-tar-gz'
```

19.4.1 Mime 型オブジェクト

MimeTypes クラスは一つ以上の MIME 型データベースが欲しいアプリケーションにとって有用でしょう。これは *mimetypes* モジュールのそれと似たインターフェースを提供します。

class mimetypes.**MimeTypes**(*filenames=()*, *strict=True*)

このクラスは、MIME 型データベースを表現します。デフォルトでは、このモジュールの他のものと同じデータベースへのアクセスを提供します。初期データベースは、このモジュールによって提供されるものの

コピーで、追加の mime.types 形式のファイルを、*read()* あるいは *readfp()* メソッドを使って、データベースにロードすることで拡張されます。マッピング辞書も、もしデフォルトのデータが望むものでなければ、追加のデータをロードする前にクリアされます。

省略可能な *filenames* パラメータは、追加のファイルを、デフォルトデータベースの" トップに" ロードさせるのに使うことができます。

suffix_map

サフィックスをサフィックスにマップする辞書。これは、符号化方式と型が同一拡張子で示されるような符号化ファイルが認識できるように使用されます。例えば、.tgz 拡張子は、符号化方式と型が別個に認識できるように .tar.gz に対応づけられます。これは、最初はモジュールで定義されたグローバルな *suffix_map* のコピーです。

encodings_map

ファイル名拡張子を符号化型にマッピングする辞書。これは、最初はモジュールで定義されたグローバルな *encodings_map* のコピーです。

types_map

ファイル名拡張子を MIME 型にマッピングする 2 種類の辞書のタプル; 最初の辞書は非標準型、二つ目は標準型の辞書です。初期状態ではそれぞれ *common_types* と *types_map* です。

types_map_inv

MIME 型をファイル名拡張子のリストにマッピングする 2 種類の辞書のタプル; 最初の辞書は非標準型、二つ目は標準型の辞書です。初期状態ではそれぞれ *common_types* と *types_map* です。

guess_extension(*type*, *strict=True*)

guess_extension() 関数と同様ですが、オブジェクトに保存されたテーブルを使用します。

guess_type(*url*, *strict=True*)

guess_type() 関数と同様ですが、オブジェクトに保存されたテーブルを使用します。

guess_file_type(*path*, ***, *strict=True*)

Similar to the *guess_file_type()* function, using the tables stored as part of the object.

Added in version 3.13.

guess_all_extensions(*type*, *strict=True*)

guess_all_extensions() と同様ですが、オブジェクトに保存されたテーブルを参照します。

read(*filename*, *strict=True*)

MIME 情報を、*filename* という名のファイルからロードします。これはファイルを解析するのに *readfp()* を使用します。

strict が True の時 (デフォルト) は、そのマッピングは標準 MIME 型のリストに、そうでなければ、非標準 MIME 型のリストに追加されます。

readfp(*fp*, *strict=True*)

MIME 型情報を、オープンしたファイル *fp* からロードします。ファイルは、標準の `mime.types` ファイルの形式でなければなりません。

strict が `True` の時 (デフォルト) は、そのマッピングは標準 MIME 型のリストに、そうでなければ、非標準 MIME 型のリストに追加されます。

read_windows_registry(*strict=True*)

MIME type 情報を Windows のレジストリから読み込みます。

利用可能な環境: Windows 。

strict が `True` の時 (デフォルト) は、そのマッピングは標準 MIME 型のリストに、そうでなければ、非標準 MIME 型のリストに追加されます。

Added in version 3.2.

19.5 base64 --- Base16, Base32, Base64, Base85 データのエンコード

ソースコード: Lib/base64.py

このモジュールは、バイナリデータを印刷可能な ASCII 文字列にエンコードして、また逆にデコードするための関数を提供しています。**RFC 4648** に定義されている Base16、Base32、Base64 に加えて事実上の標準となっている Ascii85 と Base 85 をサポートしています。

RFC 4648 エンコーディングは、email で安全に送信したり、URL の一部として使ったり、あるいは HTTP POST リクエストの一部に含めるために用いるのに適しています。このエンコーディングで使われているアルゴリズムは **uuencode** プログラムで用いられているものとは同じではありません。

このモジュールは、2 つのインターフェースを提供します。このモダンなインターフェースは、*bytes-like object* を ASCII *bytes* にエンコードし、*bytes-like object* か ASCII 文字列を、*bytes* にデコードすることができます。**RFC 4648** に定義されている base-64 アルファベット (一般の、URL あるいはファイルシステムセーフなもの) の両方が使用できます。

従来のインターフェースは文字列からのデコードができませんが、*file object* との間のエンコードとデコードが可能な関数を提供します。これは標準の base64 アルファベットのみをサポートし、**RFC 2045** の規定にあるように、76 文字ごとに改行されます。**RFC 2045** のサポートのためには、代わりに *email* パッケージを参照する必要があるかもしれません。

バージョン 3.3 で変更: モダンなインターフェイスのデコード関数が ASCII のみの Unicode 文字列を受け付けるようになりました。

バージョン 3.4 で変更: このモジュールのすべてのエンコード・デコード関数が任意の *bytes-like* **オブジェクト**を受け取るようになりました。Ascii85/Base85 のサポートが追加されました。

モダンなインターフェイスは以下のものを提供します:

base64.**b64encode**(*s*, *altchars=None*)

Base64 を使って *bytes-like object* の *s* をエンコードし、エンコードされた *bytes* を返します。

オプション引数 *altchars* は長さ 2 の *bytes-like object* で 、+ と / の代わりに使われる代替アルファベットを指定します。これにより、アプリケーションはたとえば URL やファイルシステムの影響を受けない Base64 文字列を生成できます。デフォルトは None で、標準の Base64 アルファベットが使われます。

altchars の長さが 2 でない場合は、assert または *ValueError* が発生します。*altchars* が *bytes-like object* でない場合は、*TypeError* が発生します。

base64.**b64decode**(*s*, *altchars=None*, *validate=False*)

Base64 エンコードされた *bytes-like object* または ASCII 文字列 *s* をデコードし、デコードされた *bytes* を返します。

オプション引数の *altchars* は長さ 2 の *bytes-like object* または ASCII 文字列で、+ と / の代わりに使われる代替アルファベットを指定します。

s が正しくパディングされていない場合は *binascii.Error* 例外を発生させます。

validate が False (デフォルト) の場合、標準の base64 アルファベットでも代替文字でもない文字はパディングチェックの前に無視されます。*validate* が True の場合、入力に base64 アルファベット以外の文字があると *binascii.Error* を発生させます。

厳密な base64 チェックのについての詳細は *binascii.a2b_base64()* を参照してください

May assert or raise a *ValueError* if the length of *altchars* is not 2.

base64.**standard_b64encode**(*s*)

標準の base64 アルファベットを使用して *bytes-like object* の *s* をエンコードし、エンコードされた *bytes* を返します。

base64.**standard_b64decode**(*s*)

標準の base64 アルファベットを使用した *bytes-like object* または ASCII 文字列 *s* をデコードし、デコードされた *bytes* を返します。

base64.**urlsafe_b64encode**(*s*)

bytes-like object *s* を URL とファイルシステムセーフなアルファベットを利用してエンコードし、エンコードされた *bytes* を返します。標準 base64 アルファベットに比べて、+ の替わりに - を、/ の替わりに _ を利用します。結果は = を含みます。

base64.**urlsafe_b64decode**(*s*)

bytes-like object または ASCII 文字列 *s* を URL とファイルシステムセーフなアルファベットを利用してデコードし、デコードされた *bytes* を返します。標準 base64 アルファベットに比べて、+ の替わりに - を、/ の替わりに _ を置換します。

base64.b32encode(*s*)

Base32 を使って *bytes-like object* の *s* をエンコードし、エンコードされた *bytes* を返します。

base64.b32decode(*s*, *casefold=False*, *map01=None*)

Base32 エンコードされた *bytes-like object* または ASCII 文字列 *s* をデコードし、デコードされた *bytes* を返します。

オプション引数 *casefold* は小文字のアルファベットを受けつけるかどうかを指定します。セキュリティ上の理由により、デフォルトではこれは `False` になっています。

RFC 4648 は付加的なマッピングとして、数字の 0 (零) をアルファベットの O (オー) に、数字の 1 (壱) をアルファベットの I (アイ) または L (エル) に対応させることを許しています。オプション引数は *map01* は、`None` でないときは、数字の 1 をどの文字に対応づけるかを指定します (*map01* が `None` でないとき、数字の 0 はつねにアルファベットの O (オー) に対応づけられます)。セキュリティ上の理由により、これはデフォルトでは `None` になっているため、0 および 1 は入力として許可されていません。

s が正しくパディングされていない場合や、入力にアルファベットでない文字が含まれていた場合に、*binascii.Error* 例外を発生させます。

base64.b32hexencode(*s*)

Similar to *b32encode()* but uses the Extended Hex Alphabet, as defined in **RFC 4648**.

Added in version 3.10.

base64.b32hexdecode(*s*, *casefold=False*)

Similar to *b32decode()* but uses the Extended Hex Alphabet, as defined in **RFC 4648**.

This version does not allow the digit 0 (zero) to the letter O (oh) and digit 1 (one) to either the letter I (eye) or letter L (el) mappings, all these characters are included in the Extended Hex Alphabet and are not interchangeable.

Added in version 3.10.

base64.b16encode(*s*)

Base16 を使って *bytes-like object* の *s* をエンコードし、エンコードされた *bytes* を返します。

base64.b16decode(*s*, *casefold=False*)

Base16 エンコードされた *bytes-like object* または ASCII 文字列 *s* をデコードし、デコードされた *bytes* を返します。

オプション引数 *casefold* は小文字のアルファベットを受けつけるかどうかを指定します。セキュリティ上の理由により、デフォルトではこれは `False` になっています。

s が正しくパディングされていない場合や、入力にアルファベットでない文字が含まれていた場合に、*binascii.Error* 例外を発生させます。

base64.a85encode(*b*, ***, *foldspaces=False*, *wrapcol=0*, *pad=False*, *adobe=False*)

Ascii85 を使って *bytes-like object* の *b* をエンコードし、エンコードされた *bytes* を返します。

foldspaces を使うと、4 つの連続した空白文字 (ASCII 0x20) を 'btoa' によってサポートされている短い特殊文字 'y' に置き換えます。この機能は " 標準" Ascii85 ではサポートされていません。

wrapcol controls whether the output should have newline (`b'\n'`) characters added to it. If this is non-zero, each output line will be at most this many characters long, excluding the trailing newline.

pad を指定すると、エンコード前に入力が 4 の倍数になるようにパディングされます。なお、`btoa` の実装は常にパディングします。

adobe を指定すると、エンコードしたバイトシーケンスを `<~` と `~>` で囲みます。これは Adobe の実装で使われています。

Added in version 3.4.

base64.a85decode(*b*, ***, *foldspaces=False*, *adobe=False*, *ignorechars=b' \t\n\r\x0b'*)

Ascii85 エンコードされた *bytes-like object* または ASCII 文字列 *b* をデコードし、デコードされた *bytes* を返します。

foldspaces は、短い特殊文字 'y' を受け取って 4 つの連続した空白文字 (ASCII 0x20) と解釈するかどうかを制御します。この機能は " 標準" Ascii85 ではサポートされていません。

adobe で、入力シーケンスが Adobe Ascii85 (つまり `<~` と `~>` で囲まれている) かどうかを伝えます。

ignorechars には、入力に含まれていれば無視する文字で構成された *bytes-like object* または ASCII 文字列を指定してください。これは空白文字だけで構成されているべきです。デフォルトは ASCII における空白文字全てです。

Added in version 3.4.

base64.b85encode(*b*, *pad=False*)

base85 (これは例えば git スタイルのバイナリ diff で用いられています) を使って *bytes-like object* の *b* をエンコードし、エンコードされた *bytes* を返します。

pad が真ならば、エンコードに先立って、バイト数が 4 の倍数となるように入力が `b'\0'` でパディングされます。

Added in version 3.4.

base64.b85decode(*b*)

base85 でエンコードされた *bytes-like object* または ASCII 文字列の *b* をデコードし、デコードされた *bytes* を返します。パディングは、もしあれば、暗黙に削除されます。

Added in version 3.4.

base64.z85encode(*s*)

Encode the *bytes-like object* *s* using Z85 (as used in ZeroMQ) and return the encoded *bytes*. See Z85 specification for more information.

Added in version 3.13.

base64.z85decode(*s*)

Decode the Z85-encoded *bytes-like object* or ASCII string *s* and return the decoded *bytes*. See Z85 specification for more information.

Added in version 3.13.

レガシーなインターフェイスは以下のものを提供します:

base64.decode(*input*, *output*)

input ファイルの中身をデコードし、結果のバイナリデータを *output* ファイルに出力します。*input* 、*output* ともに *file objects* でなければなりません。*input* は `input.readline()` が空バイト列を返すまで読まれます。

base64.decodebytes(*s*)

bytes-like object *s* をデコードし、デコードされた *bytes* を返します。*s* には一行以上の base64 形式でエンコードされたデータが含まれている必要があります。

Added in version 3.1.

base64.encode(*input*, *output*)

バイナリの *input* ファイルの中身を base64 形式でエンコードした結果を *output* ファイルに出力します。*input* 、*output* ともに *file objects* でなければなりません。*input* は `input.read()` が空バイト列を返すまで読まれます。*encode()* は 76 バイトの出力ごとに改行文字 (`b'\n'`) を挿入し、**RFC 2045** (MIME) の規定にあるように常に出力が新しい行で終わることを保証します。

base64.encodebytes(*s*)

bytes-like object *s* (任意のバイナリデータを含むことができます) を、**RFC 2045** (MIME) に規定されるように末尾に新しい行のある、76 バイトの出力ごとに新しい行 (`b'\n'`) が挿入された、base64 形式でエンコードしたデータを含む *bytes* を返します。

Added in version 3.1.

モジュールの使用例:

```
>>> import base64
>>> encoded = base64.b64encode(b'data to be encoded')
>>> encoded
b'ZGF0YSBObyBiZSBlbmNvZGVk'
>>> data = base64.b64decode(encoded)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> data
b'data to be encoded'
```

19.5.1 セキュリティで考慮すべき点

A new security considerations section was added to **RFC 4648** (section 12); it's recommended to review the security section for any code deployed to production.

参考:

モジュール *binascii*
: ASCII からバイナリへ、バイナリから ASCII への変換をサポートするモジュール。

RFC 1521 - MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part One: Mechanisms for Specifying and Describing the Format of Internet Message Bodies
: Section 5.2, "Base64 Content-Transfer-Encoding," provides the definition of the base64 encoding.

19.6 binascii --- バイナリ と ASCII 間の変換

---

binascii モジュールにはバイナリと ASCII コード化されたバイナリ表現との間の変換を行うための多数のメソッドが含まれています。通常はこれらの関数を直接使わずに *base64* といったラッパーモジュールを使います。*binascii* モジュールは C で書かれた高速な低水準関数を提供していて、それらは上記の高水準なモジュールで利用されます。

注釈: a2b_* 関数は ASCII 文字だけを含むユニコード文字列を受け取ります。他の関数は (*bytes* や *bytearray* またはバッファープロトコルをサポートするその他のオブジェクトのような) *bytes-like* **オブジェクト** だけを受け取ります。

バージョン 3.3 で変更: a2b_* 関数は ASCII のみのユニコード文字列を受け取るようになりました。

---

binascii モジュールでは以下の関数を定義します:

binascii.a2b_uu(*string*)
: uuencode された 1 行のデータをバイナリに変換し、変換後のバイナリデータを返します。最後の行を除いて、通常 1 行には (バイナリデータで) 45 バイトが含まれます。入力データの先頭には空白文字が連続していてもかまいません。

binascii.b2a_uu(*data*, ***, *backtick=False*)

Convert binary data to a line of ASCII characters, the return value is the converted line, including a newline char. The length of *data* should be at most 45. If *backtick* is true, zeros are represented by `'`'` instead of spaces.

バージョン 3.7 で変更: *backtick* パラメータを追加しました.

binascii.a2b_base64(*string*, */*, ***, *strict_mode=False*)

base64 でエンコードされたデータのブロックをバイナリに変換し、変換後のバイナリデータを返します。一度に 1 行以上のデータを与えてもかまいません。

If *strict_mode* is true, only valid base64 data will be converted. Invalid base64 data will raise *binascii.Error*.

Valid base64:

- Conforms to **RFC 3548**.
- Contains only characters from the base64 alphabet.
- Contains no excess data after padding (including excess padding, newlines, etc.).
- Does not start with a padding.

バージョン 3.11 で変更: Added the *strict_mode* parameter.

binascii.b2a_base64(*data*, ***, *newline=True*)

バイナリデータを base64 でエンコードされた 1 行の ASCII 文字列に変換します。戻り値は変換後の 1 行の文字列で、*newline* が真の場合改行文字を含みます。この関数の出力は **RFC 3548** を遵守します。

バージョン 3.6 で変更: パラメータに *newline* を追加しました。

binascii.a2b_qp(*data*, *header=False*)

quoted-printable 形式のデータをバイナリに変換し、バイナリデータを返します。一度に 1 行以上のデータを渡すことができます。オプション引数 *header* が与えられており、かつその値が真であれば、アンダースコアは空白文字にデコードされます。

binascii.b2a_qp(*data*, *quotetabs=False*, *istext=True*, *header=False*)

バイナリデータを quoted-printable 形式でエンコードして 1 行から複数行の ASCII 文字列に変換します。変換後の文字列を返します。オプション引数 *quptetabs* が存在し、かつその値が真であれば、全てのタブおよび空白文字もエンコードされます。オプション引数 *istext* が存在し、かつその値が真であれば、改行はエンコードされませんが、行末の空白文字はエンコードされます。オプション引数 *header* が存在し、かつその値が真である場合、空白文字は **RFC 1522** にしたがってアンダースコアにエンコードされます。オプション引数 *header* が存在し、かつその値が偽である場合、改行文字も同様にエンコードされます。そうでない場合、復帰 (linefeed) 文字の変換によってバイナリデータストリームが破損してしまうかもしれません。

binascii.**crc_hqx**(*data*, *value*)

value を CRC の初期値として *data* の 16 ビット CRC 値を計算し、その結果を返します。この関数は、よく 0x1021 と表現される CRC-CCITT 多項式 $x^{16} + x^{12} + x^5 + 1$ を使います。この CRC は binhex4 形式で使われています。

binascii.**crc32**(*data*[, *value*])

符号無し 32 ビットチェックサムである CRC-32 を *data* に対して計算します。crc の初期値は *value* です。デフォルトの CRC の初期値はゼロです。このアルゴリズムは ZIP ファイルのチェックサムと同じです。このアルゴリズムはチェックサムアルゴリズムとして設計されたもので、一般的なハッシュアルゴリズムには向きません。以下のようにして使います:

```
print(binascii.crc32(b"hello world"))
# Or, in two pieces:
crc = binascii.crc32(b"hello")
crc = binascii.crc32(b" world", crc)
print('crc32 = {:#010x}'.format(crc))
```

バージョン 3.0 で変更: The result is always unsigned.

binascii.**b2a_hex**(*data*[, *sep*[, *bytes_per_sep=1*]])

binascii.**hexlify**(*data*[, *sep*[, *bytes_per_sep=1*]])

バイナリ *data* の 16 進表現を返します。*data* の各バイトは、対応する 2 桁の 16 進表現に変換されます。したがって、返されるバイトオブジェクトは *data* の 2 倍の長さになります。

Similar functionality (but returning a text string) is also conveniently accessible using the *bytes.hex()* method.

If *sep* is specified, it must be a single character str or bytes object. It will be inserted in the output after every *bytes_per_sep* input bytes. Separator placement is counted from the right end of the output by default, if you wish to count from the left, supply a negative *bytes_per_sep* value.

```
>>> import binascii
>>> binascii.b2a_hex(b'\xb9\x01\xef')
b'b901ef'
>>> binascii.hexlify(b'\xb9\x01\xef', '-')
b'b9-01-ef'
>>> binascii.b2a_hex(b'\xb9\x01\xef', b'_', 2)
b'b9_01ef'
>>> binascii.b2a_hex(b'\xb9\x01\xef', b' ', -2)
b'b901 ef'
```

バージョン 3.8 で変更: 引数 *sep* と *bytes_per_sep* が追加されました.

binascii.**a2b_hex**(*hexstr*)

binascii.**unhexlify**(*hexstr*)

16 進数表記の文字列 *hexstr* の表すバイナリデータを返します。この関数は *b2a_hex()* の逆です。*hexstr* は 16 進数字 (大文字でも小文字でも構いません) を偶数個含んでいなければなりません。そうでない場合、例外 *Error* が送出されます。

Similar functionality (accepting only text string arguments, but more liberal towards whitespace) is also accessible using the *bytes.fromhex()* class method.

exception binascii.**Error**

エラーが発生した際に送出される例外です。通常はプログラムのエラーです。

exception binascii.**Incomplete**

変換するデータが不完全な場合に送出される例外です。通常はプログラムのエラーではなく、多少追加読み込みを行って再度変換を試みることで対処できます。

参考:

base64 モジュール
RFC 準拠の base64 形式の、底が 16、32、64、85 のエンコーディング。

quopri モジュール
MIME 電子メールメッセージで使われる quoted-printable エンコードのサポート。

19.7 quopri --- MIME quoted-printable データのエンコードとデコード

ソースコード: Lib/quopri.py

このモジュールは **RFC 1521**: "MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part One: Mechanisms for Specifying and Describing the Format of Internet Message Bodies" で定義されている quoted-printable による伝送のエンコードおよびデコードを行います。quoted-printable エンコーディングは比較的印字不可能な文字の少ないデータのために設計されています; 画像ファイルを送るときのように印字不可能な文字がたくさんある場合には、*base64* モジュールで利用できる base64 エンコーディングのほうがよりコンパクトになります。

quopri.**decode**(*input*, *output*, *header=False*)

ファイル *input* の内容をデコードして、デコードされたバイナリデータをファイル *output* に書き出します。*input* および *output* は **バイナリファイルオブジェクト** でなければなりません。オプション引数 *header* が存在し、かつその値が真である場合、アンダースコアは空白文字にデコードされます。これは **RFC 1522**: "MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part Two: Message Header Extensions for Non-ASCII Text" で記述されているところの "Q"-エンコードされたヘッダをデコードするのに使われます。

quopri.**encode**(*input*, *output*, *quotetabs*, *header=False*)

ファイル *input* の内容をエンコードして、その結果の quoted-printable データをファイル *output* に書き出します。*input* および *output* は **バイナリファイルオブジェクト** でなければなりません。*quotetabs* は、内容に含まれている空白とタブ文字をエンコードするかどうかを制御する必須のフラグで、真のときは空白文字をエンコードし、偽のときはエンコードしないままにしておきます。**RFC 1521** に従って、行末にある空白とタブ文字は常にエンコードされることに注意してください。*header* は、空白を **RFC 1522** に従ってアンダースコアにエンコードするかどうかを制御するフラグです。

quopri.**decodestring**(*s*, *header=False*)

decode() に似ていますが、ソース *bytes* を受け取り、対応するデコードされた *bytes* を返します。

quopri.**encodestring**(*s*, *quotetabs=False*, *header=False*)

encode() に似ていますが、ソース *bytes* を受け取り、対応するエンコードされた *bytes* を返します。デフォルトでは、*encode()* 関数の *quotetabs* パラメータに `False` を渡します。

参考:

base64 **モジュール**
MIME base64 形式データのエンコードおよびデコード

第

TWENTY

構造化マークアップツール

Python は様々な構造化データマークアップ形式を扱うための、様々なモジュールをサポートしています。これらは標準化一般マークアップ言語 (SGML) およびハイパーテキストマークアップ言語 (HTML)、そして可拡張性マークアップ言語 (XML) を扱うためのいくつかのインターフェースからなります。

20.1 `html` --- HyperText Markup Language のサポート

ソースコード: Lib/html/___init___.py

このモジュールは HTML を操作するユーティリティを定義しています。

`html.escape`(*s*, *quote=True*)

文字列 *s* 内の `&`、`<`、および `>` を HTML セーフなシーケンスに変換します。これらの文字を含む HTML を表示する必要がある場合に使用します。オプションフラグ *quote* が真の場合、文字 (`"`) および (`'`) も変換します。これは例えば `<a href="...">` など、引用符で括られている HTML 属性値を包含する時に役立ちます。

Added in version 3.2.

`html.unescape`(*s*)

文字列 *s* 中の名前や数字による参照 (例えば `>`, `&#62;`, `&#x3e;`) を全て対応するユニコード文字に変換します。この関数は、HTML 5 標準規格で定められた有効な文字参照および無効な文字参照、*list of HTML 5 named character references* を対象とします。

Added in version 3.4.

`html` パッケージのサブモジュールは以下のとおりです:

- *html.parser* -- 許容性のあるモードを持つ HTML/XHTML パーサー
- *html.entities* -- HTML 実体の定義

20.2 html.parser --- HTML と XHTML のシンプルなパーサー

ソースコード: Lib/html/parser.py

このモジュールでは *HTMLParser* クラスを定義します。このクラスは HTML (ハイパーテキスト記述言語、HyperText Mark-up Language) および XHTML で書式化されているテキストファイルを解釈するための基礎となります。

class html.parser.**HTMLParser**(*, *convert_charrefs=True*)

不正なマークアップをパースできるパーサーインスタンスを作成します。

convert_charrefs が (デフォルトの) True である場合、全ての文字参照 (script/style 要素にあるものは除く) は自動的に対応する Unicode 文字に変換されます。

HTMLParser インスタンスは、HTML データが入力されると、開始タグ、終了タグ、およびその他の要素が見つかる度にハンドラーメソッドを呼び出します。各メソッドの挙動を実装するには *HTMLParser* サブクラスを使ってそれぞれを上書きして行います。

このパーサーは終了タグが開始タグと一致しているか調べたり、外側のタグ要素が閉じるときに内側で明示的に閉じられていないタグ要素のタグ終了ハンドラーを呼び出したりはしません。

バージョン 3.4 で変更: キーワード引数 *convert_charrefs* を追加。

バージョン 3.5 で変更: *convert_charrefs* のデフォルト値は True になりました。

20.2.1 HTML パーサーアプリケーションの例

基礎的な例として、*HTMLParser* クラスを使い、発見した開始タグ、終了タグ、およびデータを出力する、シンプルな HTML パーサーを以下に示します:

```
from html.parser import HTMLParser

class MyHTMLParser(HTMLParser):
    def handle_starttag(self, tag, attrs):
        print("Encountered a start tag:", tag)

    def handle_endtag(self, tag):
        print("Encountered an end tag :", tag)

    def handle_data(self, data):
        print("Encountered some data  :", data)

parser = MyHTMLParser()
parser.feed('<html><head><title>Test</title></head>'
            '<body><h1>Parse me!</h1></body></html>')
```

出力は以下のようになります:

```
Encountered a start tag: html
Encountered a start tag: head
Encountered a start tag: title
Encountered some data  : Test
Encountered an end tag : title
Encountered an end tag : head
Encountered a start tag: body
Encountered a start tag: h1
Encountered some data  : Parse me!
Encountered an end tag : h1
Encountered an end tag : body
Encountered an end tag : html
```

20.2.2 HTMLParser メソッド

HTMLParser インスタンスは以下のメソッドを提供します:

HTMLParser.**feed**(*data*)

パーサーにテキストを入力します。入力が完全なタグ要素で構成されている場合に限り処理が行われます; 不完全なデータであった場合、新たにデータが入力されるか、*close()* が呼び出されるまでバッファーされます。*data* は *str* でなければなりません。

HTMLParser.**close**()

全てのバッファーされているデータについて、その後にファイル終端マークが続いているとみなして強制的に処理を行います。このメソッドは入力データの終端で行う追加処理を定義するために、派生クラスで再定義することができます。しかし、再定義されたバージョンでは、常に *HTMLParser* 基底クラスのメソッド *close()* を呼び出さなくてはなりません。

HTMLParser.**reset**()

インスタンスをリセットします。未処理のデータはすべて失われます。インスタンス化の際に暗黙的に呼び出されます。

HTMLParser.**getpos**()

現在の行番号およびオフセット値を返します。

HTMLParser.**get_starttag_text**()

最も最近開かれた開始タグのテキスト部分を返します。このテキストは必ずしも元データを構造化する上で必須ではありませんが、" 広く知られている (as deployed)" HTML を扱ったり、入力を最小限の変更で再生成 (属性間の空白をそのままにする、など) したりする場合に便利なことがあります。

以下のメソッドはデータまたはマークアップ要素が見つかる度に呼び出されます。これらはサブクラスで上書きされることを想定されています。基底クラスの実装は (*handle_startendtag()* を除き) 何もしません:

HTMLParser.**handle_starttag**(*tag*, *attrs*)

このメソッドは要素の開始タグを扱うために呼び出されます (例: `<div id="main">`)。

引数 *tag* はタグの名前で、小文字に変換されます。引数 *attrs* は `(name, value)` のペアからなるリストで、タグの `<>` 括弧内にある属性が収められています。*name* は小文字に変換され、*value* 内の引用符は取り除かれ、文字参照と実態参照は置き換えられます。

例えば、タグ `<A HREF="https://www.cwi.nl/">` を処理する場合、このメソッドは `handle_starttag('a', [('href', 'https://www.cwi.nl/')])` として呼び出されます。

html.entities からのすべての実態参照は、属性値に置き換えられます。

HTMLParser.**handle_endtag**(*tag*)

このメソッドは要素の終了タグを扱うために呼び出されます (例: `</div>`)。

引数 *tag* はタグの名前で、小文字に変換されます。

HTMLParser.**handle_startendtag**(*tag*, *attrs*)

handle_starttag() と似ていますが、パーサーが XHTML 形式の空タグ (`<img ... />`) を見つける度に呼び出されます。この特定の字句情報が必要な場合にこのメソッドをサブクラスで上書きすることができます; 既定の実装では、単に *handle_starttag()* および *handle_endtag()* を呼び出します。

HTMLParser.**handle_data**(*data*)

このメソッドは任意のデータを処理するために呼び出されます (例: テキストノードおよび `<script>...</script>` a や `<style>...</style>` の内容)。

HTMLParser.**handle_entityref**(*name*)

このメソッドは `&name;` 形式の名前指定文字参照 (例: `>`) を処理するために呼び出されます。*name* は一般実体参照になります (例: `'gt'`)。このメソッドは *convert_charrefs* が `True` なら呼び出されることはありません。

HTMLParser.**handle_charref**(*name*)

このメソッドは `&#`*NNN*`;` あるいは `&#x`*NNN*`;` 形式の 10 進および 16 進数値文字参照を処理するために呼び出されます。例えば、`>` と等価な 10 進数は `&#62;` で、16 進数は `&#x3E;` になります。この場合、メソッドは `'62'` あるいは `'x3E'` を受け取ります。このメソッドは *convert_charrefs* が `True` なら呼び出されることはありません。

HTMLParser.**handle_comment**(*data*)

このメソッドはコメントが見つかった場合に呼び出されます (例: `<!--comment-->`)。

例えば、コメント `<!-- comment -->` があると。このメソッドを引数 `' comment '` で呼び出されます。

Internet Explorer 独自拡張の条件付きコメント (condcoms) はこのメソッドに送ることができます。`<!--[if IE 9]>IE9-specific content<![endif]-->` の場合、このメソッドは `'[if IE 9]>IE9-specific content<![endif]'` を受け取ります。

HTMLParser.**handle_decl**(*decl*)

このメソッドは HTML doctype 宣言を扱うために呼び出されます (例: `<!DOCTYPE html>`)。

引数 *decl* は `<!...>` マークアップ内の宣言の内容全体になります (例: `'DOCTYPE html'`)。

HTMLParser.**handle_pi**(*data*)

処理指令が見つかった場合に呼び出されます。*data* には、処理指令全体が含まれ、例えば `<?proc color='red'>` という処理指令の場合、`handle_pi("proc color='red'")` のように呼び出されます。このメソッドは派生クラスで上書きするためのメソッドです; 基底クラスの実装では何も行いません。

注釈: *HTMLParser* クラスでは、処理指令に SGML の構文を使用します。末尾に `'?'` がある XHTML の処理指令では、`'?'` が *data* に含まれることになります。

HTMLParser.**unknown_decl**(*data*)

このメソッドはパーサーが未知の宣言を読み込んだ時に呼び出されます。

パラメータ *data* は `<![...]>` マークアップ内の宣言の内容全体になります。これは派生クラスで上書きする時に役立つことがあります。基底クラスの実装では何もしません。

20.2.3 使用例

以下のクラスは、より多くの例を示すのに用いられるパーサーの実装です:

```
from html.parser import HTMLParser
from html.entities import name2codepoint

class MyHTMLParser(HTMLParser):
    def handle_starttag(self, tag, attrs):
        print("Start tag:", tag)
        for attr in attrs:
            print("     attr:", attr)

    def handle_endtag(self, tag):
        print("End tag  :", tag)

    def handle_data(self, data):
        print("Data     :", data)

    def handle_comment(self, data):
        print("Comment  :", data)

    def handle_entityref(self, name):
        c = chr(name2codepoint[name])
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        print("Named ent:", c)

    def handle_charref(self, name):
        if name.startswith('x'):
            c = chr(int(name[1:], 16))
        else:
            c = chr(int(name))
        print("Num ent  :", c)

    def handle_decl(self, data):
        print("Decl     :", data)

parser = MyHTMLParser()
```

doctype をパースします:

```
>>> parser.feed('<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN" '
...              '"http://www.w3.org/TR/html4/strict.dtd">')
Decl     : DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01//EN" "http://www.w3.org/TR/html4/strict.dtd"
```

要素のタイトルと一部属性をパースします:

```
>>> parser.feed('<img src="python-logo.png" alt="The Python logo">')
Start tag: img
     attr: ('src', 'python-logo.png')
     attr: ('alt', 'The Python logo')
>>>
>>> parser.feed('<h1>Python</h1>')
Start tag: h1
Data     : Python
End tag  : h1
```

それ以上のパースを行わずに、`script` と `style` 要素の内容をそのまま返します:

```
>>> parser.feed('<style type="text/css">#python { color: green }</style>')
Start tag: style
     attr: ('type', 'text/css')
Data     : #python { color: green }
End tag  : style

>>> parser.feed('<script type="text/javascript">'
...             'alert("<strong>hello!</strong>");</script>')
Start tag: script
     attr: ('type', 'text/javascript')
Data     : alert("<strong>hello!</strong>");
End tag  : script
```

コメントをパースします:

```
>>> parser.feed('<!-- a comment -->'
...             '<!--[if IE 9]>IE-specific content<![endif]-->')
Comment  :  a comment
Comment  : [if IE 9]>IE-specific content<![endif]
```

名前指定および数値文字参照をパースし、正しい文字に変換します (注: これら 3 個の参照はすべて '>' と等価です):

```
>>> parser.feed('&gt;&#62;&#x3E;')
Named ent: >
Num ent  : >
Num ent  : >
```

不完全なチャンクを *feed()* に入力しても、(*convert_charrefs* が True に設定されていない限り) *handle_data()* は 1 回以上呼び出される場合があります:

```
>>> for chunk in ['<sp', 'an>buff', 'ered ', 'text</s', 'pan>']:
...     parser.feed(chunk)
...
Start tag: span
Data     : buff
Data     : ered
Data     : text
End tag  : span
```

不正な HTML (例えば属性が引用符で括られていない) のパースも動作します:

```
>>> parser.feed('<p><a class=link href=#main>tag soup</p ></a>')
Start tag: p
Start tag: a
     attr: ('class', 'link')
     attr: ('href', '#main')
Data     : tag soup
End tag  : p
End tag  : a
```

20.3 html.entities --- HTML 一般実体の定義

ソースコード: Lib/html/entities.py

このモジュールは 4 つの辞書、*html5*、*name2codepoint*、*codepoint2name*、および *entitydefs* を定義しています。

html.entities.html5

HTML5 名前付き文字参照[*1] と Unicode 文字とを対応付ける辞書です (例: `html5['gt;'] == '>'`)。末尾のセミコロンは名前に含まれますが (例: `'gt;'`)、一部の名前はセミコロンなしでも標準で受け付けます。この場合、`';'` ありの名前と `';'` なしの名前が両方存在します。*html.unescape()* も参照してください。

Added in version 3.3.

html.entities.entitydefs

各 XHTML 1.0 実体定義と ISO Latin-1 における置換テキストとを対応付ける辞書です。

html.entities.name2codepoint

HTML4 実体名と Unicode コードポイントとを対応付ける辞書です。

html.entities.codepoint2name

Unicode コードポイントと HTML4 実体名とを対応付ける辞書です。

脚注

20.4 XML を扱うモジュール群

ソースコード: Lib/xml/

Python の XML を扱うインターフェースは `xml` パッケージにまとめられています。

> **警告:** XML モジュール群は不正なデータや悪意を持って作成されたデータに対して安全ではありません。信頼できないデータをパースする必要がある場合は *XML* **の脆弱性** と *The defusedxml Package* を参照してください。

注意すべき重要な点として、*xml* パッケージのモジュールは SAX に対応した XML パーザが少なくとも一つ利用可能でなければなりません。Expat パーザが Python に取り込まれているので、*xml.parsers.expat* モジュールは常に利用できます。

xml.dom および *xml.sax* パッケージのドキュメントは Python による DOM および SAX インターフェースへのバインディングに関する定義です。

XML に関連するサブモジュール:

- *xml.etree.ElementTree*: ElementTree API、シンプルで軽量な XML プロセッサ

[*1] https://html.spec.whatwg.org/multipage/named-characters.html#named-character-references を参照

- *xml.dom*: DOM API の定義
- *xml.dom.minidom*: 最小限の DOM の実装
- *xml.dom.pulldom*: 部分的な DOM ツリー構築のサポート
- *xml.sax*: SAX2 基底クラスと便利関数群
- *xml.parsers.expat*: Expat parser バインディング

20.4.1 XML の脆弱性

XML 処理モジュールは悪意を持って生成されたデータに対して安全ではありません。攻撃者は XML の機能を悪用して DoS 攻撃、ローカルファイルへのアクセス、他マシンへのネットワーク接続、ファイアーウォールの迂回などを行うことが出来ます。

以下の表は既知の攻撃と各モジュールがそれに対し脆弱かどうかの概要を示しています。

種類	sax	etree	minidom	pulldom	xmlrpc
billion laughs	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)
quadratic blowup	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)	**Vulnerable** (1)
external entity expansion	Safe (5)	Safe (2)	Safe (3)	Safe (5)	安全 (4)
DTD retrieval	Safe (5)	安全	安全	Safe (5)	安全
decompression bomb	安全	安全	安全	安全	**脆弱**
large tokens	**Vulnerable** (6)	**Vulnerable** (6)	**Vulnerable** (6)	**Vulnerable** (6)	**Vulnerable** (6)

1. Expat 2.4.1 and newer is not vulnerable to the ”billion laughs” and ”quadratic blowup” vulnerabilities. Items still listed as vulnerable due to potential reliance on system-provided libraries. Check `pyexpat.EXPAT_VERSION`.
2. *xml.etree.ElementTree* doesn't expand external entities and raises a *ParseError* when an entity occurs.
3. *xml.dom.minidom* は外部エンティティを展開せず、展開前のエンティティをそのまま返します。
4. *xmlrpc.client* doesn't expand external entities and omits them.
5. Python 3.7.1 からは、一般の外部エンティティはデフォルトで処理されなくなりました。

6. Expat 2.6.0 and newer is not vulnerable to denial of service through quadratic runtime caused by parsing large tokens. Items still listed as vulnerable due to potential reliance on system-provided libraries. Check `pyexpat.EXPAT_VERSION`.

billion laughs / exponential entity expansion
: Billion Laughs 攻撃 -- または指数関数的エンティティ展開 (exponential entity expansion) -- は複数階層の入れ子になったエンティティを使用します。各エンティティは別のエンティティを複数回参照し、最終的なエンティティの定義は短い文字列です。指数関数的に展開されることで数 GB のテキストができ、多くのメモリと CPU 時間を消費します。

quadratic blowup entity expansion
: 二次爆発攻撃 (quadratic blowup attack) はエンティティ展開を悪用する点で Billion Laughs 攻撃に似ています。入れ子になったエンティティの代わりに、この攻撃は数千字の大きなエンティティを何度も繰り返します。この攻撃は指数関数的なものほど効率的ではありませんが、パーザの深い入れ子になったエンティティを禁止する対抗手段をすり抜けます。

external entity expansion
: (外部エンティティ展開) エンティティの定義はただのテキスト置換以上のことが出来ます。外部のリソースやローカルファイルを参照することも出来ます。XML パーザはリソースにアクセスしてその内容を XML 文書に埋め込みます。

DTD retrieval
: Python の *xml.dom.pulldom* のような XML ライブラリは DTD をリモートやローカルの場所から読み込みます。この機能には外部エンティティ展開の問題と同じことが予想されます。

decompression bomb
: 解凍爆弾 (あるいは ZIP 爆弾) は、gzip 圧縮 HTTP ストリームや LZMA 圧縮ファイルなどの圧縮された XML ストリームをパースできる全ての XML ライブラリに対し行われます。攻撃者は送信データ量を 1/3 以下に減らすことができます。

large tokens
: Expat needs to re-parse unfinished tokens; without the protection introduced in Expat 2.6.0, this can lead to quadratic runtime that can be used to cause denial of service in the application parsing XML. The issue is known as CVE-2023-52425.

The documentation for defusedxml on PyPI has further information about all known attack vectors with examples and references.

20.4.2 The defusedxml Package

defusedxml is a pure Python package with modified subclasses of all stdlib XML parsers that prevent any potentially malicious operation. Use of this package is recommended for any server code that parses untrusted XML data. The package also ships with example exploits and extended documentation on more XML exploits such as XPath injection.

20.5 xml.etree.ElementTree --- ElementTree XML API

Source code: Lib/xml/etree/ElementTree.py

---

xml.etree.ElementTree モジュールは、XML データを解析および作成するシンプルかつ効率的な API を実装しています。

バージョン 3.3 で変更: このモジュールは利用出来る場合は常に高速な実装を使用します。

バージョン 3.3 で非推奨: The xml.etree.cElementTree モジュールは非推奨です。

警告: *xml.etree.ElementTree* モジュールは悪意を持って作成されたデータに対して安全ではありません。信頼できないデータや認証されていないデータをパースする必要がある場合は *XML* **の脆弱性** を参照してください。

20.5.1 チュートリアル

これは *xml.etree.ElementTree* (略して ET) を使用するための短いチュートリアルで、ブロックの構築およびモジュールの基本コンセプトを紹介することを目的としています。

XML 木構造と要素

XML は本質的に階層データ形式で、木構造で表すのが最も自然な方法です。ET はこの目的のために 2 つのクラス - XML 文書全体を木で表す *ElementTree* および木構造内の単一ノードを表す *Element* - を持っています。文書全体とのやりとり (ファイルの読み書き) は通常 *ElementTree* レベルで行います。単一 XML 要素およびその子要素とのやりとりは *Element* レベルで行います。

XML の解析

We'll be using the fictive `country_data.xml` XML document as the sample data for this section:

```
<?xml version="1.0"?>
<data>
    <country name="Liechtenstein">
        <rank>1</rank>
        <year>2008</year>
        <gdppc>141100</gdppc>
        <neighbor name="Austria" direction="E"/>
        <neighbor name="Switzerland" direction="W"/>
    </country>
    <country name="Singapore">
        <rank>4</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>59900</gdppc>
        <neighbor name="Malaysia" direction="N"/>
    </country>
    <country name="Panama">
        <rank>68</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>13600</gdppc>
        <neighbor name="Costa Rica" direction="W"/>
        <neighbor name="Colombia" direction="E"/>
    </country>
</data>
```

ファイルを読み込むことでこのデータをインポートすることが出来ます:

```
import xml.etree.ElementTree as ET
tree = ET.parse('country_data.xml')
root = tree.getroot()
```

文字列から直接インポートすることも出来ます:

```
root = ET.fromstring(country_data_as_string)
```

fromstring() は XML を文字列から *Element* に直接パースします。*Element* はパースされた木のルート要素です。他のパース関数は *ElementTree* を作成するかもしれません。ドキュメントをきちんと確認してください。

Element として、`root` はタグと属性の辞書を持ちます:

```
>>> root.tag
'data'
>>> root.attrib
{}
```

さらにイテレート可能な子ノードも持ちます:

```
>>> for child in root:
...     print(child.tag, child.attrib)
...
country {'name': 'Liechtenstein'}
country {'name': 'Singapore'}
country {'name': 'Panama'}
```

子ノードは入れ子になっており、インデックスで子ノードを指定してアクセスできます:

```
>>> root[0][1].text
'2008'
```

注釈: XML 入力の全ての要素が、パース後の木に要素として含まれる訳ではありません。現在、このモジュールは入力中のいかなる XML コメント、処理命令、ドキュメントタイプ宣言も読み飛ばします。しかし、XML テキストからのパースではなく、このモジュールの API を使用して構築された木には、コメントや処理命令を含むことができ、それらは XML 出力の生成時に含まれます。ドキュメントタイプ宣言は、*XMLParser* コンストラクタにカスタムの *TreeBuilder* インスタンスを渡すことで、アクセスすることができます。

非ブロックパースのためのプル API

このモジュールが提供するパース関数のほとんどは、結果を返す前に、ドキュメント全体を読む必要があります。*XMLParser* を使用して、インクリメンタルにデータを渡すことは可能ではありますが、それはコールバック対象のメソッドを呼ぶプッシュ API であり、多くの場合、低水準すぎて不便です。ユーザーが望むのは、完全に出来上がった *Element* オブジェクトを便利に使いながら、操作をブロックすることなく XML のパースをインクリメンタルに行えることです。

これを行うための最も強力なツールは、*XMLPullParser* です。XML データを取得するためにブロックするような読み込みは必要なく、*XMLPullParser.feed()* を呼び出して、インクリメンタルにデータを読みます。パースされた XML 要素を取得するには、*XMLPullParser.read_events()* を呼び出します。以下に、例を示します。

```
>>> parser = ET.XMLPullParser(['start', 'end'])
>>> parser.feed('<mytag>sometext')
>>> list(parser.read_events())
[('start', <Element 'mytag' at 0x7fa66db2be58>)]
>>> parser.feed(' more text</mytag>')
>>> for event, elem in parser.read_events():
...     print(event)
...     print(elem.tag, 'text=', elem.text)
...
end
mytag text= sometext more text
```

これの分かりやすい用途は、XML データをソケットから受信したり、ストレージデバイスからインクリメンタルに読み出したりするような、非ブロック式に動作するアプリケーションです。このような場合、ブロッキング読み出しは使用できません。

XMLPullParser は柔軟性が非常に高いため、単純に使用したいユーザーにとっては不便かもしれません。アプリケーションにおいて、XML データの読み取り時にブロックすることに支障がないが、インクリメンタルにパースする能力が欲しい場合、*iterparse()* を参照してください。大きな XML ドキュメントを読んでいて、全てメモリ上にあるという状態にしたくない場合に有用です。

Where *immediate* feedback through events is wanted, calling method *XMLPullParser.flush()* can help reduce delay; please make sure to study the related security notes.

関心ある要素の検索

Element は、例えば、*Element.iter()* などの、配下 (その子ノードや孫ノードなど) の部分木全体を再帰的にイテレートするいくつかの役立つメソッドを持っています:

```
>>> for neighbor in root.iter('neighbor'):
...     print(neighbor.attrib)
...
{'name': 'Austria', 'direction': 'E'}
{'name': 'Switzerland', 'direction': 'W'}
{'name': 'Malaysia', 'direction': 'N'}
{'name': 'Costa Rica', 'direction': 'W'}
{'name': 'Colombia', 'direction': 'E'}
```

Element.findall() はタグで現在の要素の直接の子要素のみ検索します。*Element.find()* は特定のタグで **最初の** 子要素を検索し、*Element.text* は要素のテキストコンテンツにアクセスします。*Element.get()* は要素の属性にアクセスします:

```
>>> for country in root.findall('country'):
...     rank = country.find('rank').text
...     name = country.get('name')
...     print(name, rank)
...
Liechtenstein 1
Singapore 4
Panama 68
```

XPath を使用すると、より洗練された方法で、検索したい要素を指定することができます。

XML ファイルの編集

ElementTree は XML 文書を構築してファイルに出力する簡単な方法を提供しています。*ElementTree.write()* メソッドはこの目的に適います。

Element オブジェクトを作成すると、そのフィールドの直接変更 (*Element.text* など) や、属性の追加および変更 (*Element.set()* メソッド)、あるいは新しい子ノードの追加 (例えば *Element.append()* など) によってそれを操作できます。

例えば各 country の rank に 1 を足して、rank 要素に `updated` 属性を追加したい場合:

```
>>> for rank in root.iter('rank'):
...     new_rank = int(rank.text) + 1
...     rank.text = str(new_rank)
...     rank.set('updated', 'yes')
...
>>> tree.write('output.xml')
```

XML はこのようになります:

```
<?xml version="1.0"?>
<data>
    <country name="Liechtenstein">
        <rank updated="yes">2</rank>
        <year>2008</year>
        <gdppc>141100</gdppc>
        <neighbor name="Austria" direction="E"/>
        <neighbor name="Switzerland" direction="W"/>
    </country>
    <country name="Singapore">
        <rank updated="yes">5</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>59900</gdppc>
        <neighbor name="Malaysia" direction="N"/>
    </country>
    <country name="Panama">
        <rank updated="yes">69</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>13600</gdppc>
        <neighbor name="Costa Rica" direction="W"/>
        <neighbor name="Colombia" direction="E"/>
    </country>
</data>
```

Element.remove() を使って要素を削除することが出来ます。例えば rank が 50 より大きい全ての country を削除したい場合:

```
>>> for country in root.findall('country'):
...     # using root.findall() to avoid removal during traversal
...     rank = int(country.find('rank').text)
...     if rank > 50:
...         root.remove(country)
...
>>> tree.write('output.xml')
```

Note that concurrent modification while iterating can lead to problems, just like when iterating and modifying Python lists or dicts. Therefore, the example first collects all matching elements with `root.findall()`, and only then iterates over the list of matches.

XML はこのようになります:

```
<?xml version="1.0"?>
<data>
    <country name="Liechtenstein">
        <rank updated="yes">2</rank>
        <year>2008</year>
        <gdppc>141100</gdppc>
        <neighbor name="Austria" direction="E"/>
        <neighbor name="Switzerland" direction="W"/>
    </country>
    <country name="Singapore">
        <rank updated="yes">5</rank>
        <year>2011</year>
        <gdppc>59900</gdppc>
        <neighbor name="Malaysia" direction="N"/>
    </country>
</data>
```

XML 文書の構築

SubElement() 関数は、与えられた要素に新しい子要素を作成する便利な手段も提供しています:

```
>>> a = ET.Element('a')
>>> b = ET.SubElement(a, 'b')
>>> c = ET.SubElement(a, 'c')
>>> d = ET.SubElement(c, 'd')
>>> ET.dump(a)
<a><b /><c><d /></c></a>
```

名前空間のある XML の解析

XML 入力が 名前空間 を持っている場合、`prefix:sometag` の形式で修飾されたタグと属性が、その *prefix* が完全な *URI* で置換された `{uri}sometag` の形に展開されます。さらに、デフォルトの XML 名前空間 があると、修飾されていない全てのタグにその完全 URI が前置されます。

ひとつは接頭辞 "fictional" でもうひとつがデフォルト名前空間で提供された、2 つの名前空間を組み込んだ XML の例をここにお見せします:

```
<?xml version="1.0"?>
<actors xmlns:fictional="http://characters.example.com"
        xmlns="http://people.example.com">
    <actor>
        <name>John Cleese</name>
        <fictional:character>Lancelot</fictional:character>
        <fictional:character>Archie Leach</fictional:character>
    </actor>
    <actor>
        <name>Eric Idle</name>
        <fictional:character>Sir Robin</fictional:character>
        <fictional:character>Gunther</fictional:character>
        <fictional:character>Commander Clement</fictional:character>
    </actor>
</actors>
```

この XML の例を、検索し、渡り歩くためのひとつの方法としては、*find()* や *findall()* に渡す xpath で全てのタグや属性に手作業で URI を付けてまわる手があります:

```
root = fromstring(xml_text)
for actor in root.findall('{http://people.example.com}actor'):
    name = actor.find('{http://people.example.com}name')
    print(name.text)
    for char in actor.findall('{http://characters.example.com}character'):
        print(' |-->', char.text)
```

もっと良い方法があります。接頭辞の辞書を作り、これを検索関数で使うことです:

```
ns = {'real_person': 'http://people.example.com',
      'role': 'http://characters.example.com'}

for actor in root.findall('real_person:actor', ns):
    name = actor.find('real_person:name', ns)
    print(name.text)
    for char in actor.findall('role:character', ns):
        print(' |-->', char.text)
```

どちらのアプローチでも同じ結果です:

```
John Cleese
 |--> Lancelot
 |--> Archie Leach
Eric Idle
 |--> Sir Robin
 |--> Gunther
 |--> Commander Clement
```

20.5.2 XPath サポート

このモジュールは木構造内の要素の位置決めのための XPath 式 を限定的にサポートしています。その目指すところは短縮構文のほんの一部だけのサポートであり、XPath エンジンのフルセットは想定していません。

使用例

以下はこのモジュールの XPath 機能の一部を紹介する例です。*XML* **の解析** 節から XML 文書 `countrydata` を使用します:

```
import xml.etree.ElementTree as ET

root = ET.fromstring(countrydata)

# Top-level elements
root.findall(".")

# All 'neighbor' grand-children of 'country' children of the top-level
# elements
root.findall("./country/neighbor")

# Nodes with name='Singapore' that have a 'year' child
root.findall(".//year/..[@name='Singapore']")

# 'year' nodes that are children of nodes with name='Singapore'
root.findall(".//*[@name='Singapore']/year")

# All 'neighbor' nodes that are the second child of their parent
root.findall(".//neighbor[2]")
```

For XML with namespaces, use the usual qualified `{namespace}tag` notation:

```
# All dublin-core "title" tags in the document
root.findall(".//{http://purl.org/dc/elements/1.1/}title")
```

サポートされている XPath 構文

操作	意味
`tag`	Selects all child elements with the given tag. For example, `spam` selects all child elements named `spam`, and `spam/egg` selects all grandchildren named `egg` in all children named `spam`. `{namespace}*` selects all tags in the given namespace, `{*}spam` selects tags named `spam` in any (or no) namespace, and `{}*` only selects tags that are not in a namespace. バージョン 3.8 で変更: Support for star-wildcards was added.
`*`	Selects all child elements, including comments and processing instructions. For example, `*/egg` selects all grandchildren named `egg`.
`.`	現在のノードを選択します。これはパスの先頭に置くことで相対パスであることを示すのに役立ちます。
`//`	現在の要素の下にある全てのレベルの全ての子要素を選択します。例えば、`.//egg` は木全体から `egg` 要素を選択します。
`..`	親ノードを選択します。パスが開始要素 (`find` が呼ばれた要素) の上の要素に進もうとした場合 `None` を返します。
`[@attrib]`	与えられた属性を持つ全ての要素を選択します。
`[@attrib='value']`	与えられた属性が与えられた値を持つ全ての要素を選択します。値に引用符は含められません。
`[@attrib!='value']`	Selects all elements for which the given attribute does not have the given value. The value cannot contain quotes. Added in version 3.10.
`[tag]`	`tag` という名前の子要素を持つ全ての要素を選択します。直下の子要素のみサポートしています。
`[.='text']`	子孫のうち、与えられた `text` とテキスト全体が等しい全ての要素を選択します。 Added in version 3.7.
`[.!='text']`	Selects all elements whose complete text content, including descendants, does not equal the given `text`. Added in version 3.10.
`[tag='text']`	子孫を含む完全なテキストコンテンツと与えられた `text` が一致する、`tag` と名付けられた子要素を持つすべての要素を選択します。
`[tag!='text']`	Selects all elements that have a child named `tag` whose complete text content, including descendants, does not equal the given `text`. Added in version 3.10.
`[position]`	与えられた位置にあるすべての要素を選択します。位置は整数 (先頭は 1)、式 `last()` (末尾)、あるいは末尾からの相対位置 (例えば `last()-1`) のいずれかで指定できます。

述語 (角括弧内の式) の前にはタグ名、アスタリスク、あるいはその他の述語がなければなりません。position 述語の前にはタグ名がなければなりません。

20.5.3 リファレンス

関数

xml.etree.ElementTree.**canonicalize**(*xml_data=None*, *, *out=None*, *from_file=None*, ***options*)

C14N 2.0 transformation function.

Canonicalization is a way to normalise XML output in a way that allows byte-by-byte comparisons and digital signatures. It reduces the freedom that XML serializers have and instead generates a more constrained XML representation. The main restrictions regard the placement of namespace declarations, the ordering of attributes, and ignorable whitespace.

This function takes an XML data string (*xml_data*) or a file path or file-like object (*from_file*) as input, converts it to the canonical form, and writes it out using the *out* file(-like) object, if provided, or returns it as a text string if not. The output file receives text, not bytes. It should therefore be opened in text mode with utf-8 encoding.

Typical uses:

```
xml_data = "<root>...</root>"
print(canonicalize(xml_data))

with open("c14n_output.xml", mode='w', encoding='utf-8') as out_file:
    canonicalize(xml_data, out=out_file)

with open("c14n_output.xml", mode='w', encoding='utf-8') as out_file:
    canonicalize(from_file="inputfile.xml", out=out_file)
```

The configuration *options* are as follows:

- *with_comments*: set to true to include comments (default: false)
- *strip_text*: set to true to strip whitespace before and after text content (default: false)
- *rewrite_prefixes*: set to true to replace namespace prefixes by "n{number}" (default: false)
- *qname_aware_tags*: a set of qname aware tag names in which prefixes should be replaced in text content (default: empty)
- *qname_aware_attrs*: a set of qname aware attribute names in which prefixes should be replaced in text content (default: empty)

- *exclude_attrs*: a set of attribute names that should not be serialised
- *exclude_tags*: a set of tag names that should not be serialised

In the option list above, "a set" refers to any collection or iterable of strings, no ordering is expected.

Added in version 3.8.

xml.etree.ElementTree.**Comment**(*text=None*)

コメント要素のファクトリです。このファクトリ関数は、標準のシリアライザでは XML コメントにシリアライズされる特別な要素を作ります。コメント文字列はバイト文字列でも Unicode 文字列でも構いません。*text* はそのコメント文字列を含んだ文字列です。コメントを表わす要素のインスタンスを返します。

XMLParser は、入力に含まれるコメントを読み飛ばし、コメントオブジェクトは作成しません。*ElementTree* は、*Element* メソッドの 1 つを使用して木内に挿入されたコメントノードのみを含みます。

xml.etree.ElementTree.**dump**(*elem*)

要素の木もしくは要素の構造を sys.stdout に出力します。この関数はデバッグ目的のみに使用してください。

出力される形式の正確なところは実装依存です。このバージョンでは、通常の XML ファイルとして出力されます。

elem は要素の木もしくは個別の要素です。

バージョン 3.8 で変更: The *dump()* function now preserves the attribute order specified by the user.

xml.etree.ElementTree.**fromstring**(*text*, *parser=None*)

文字列定数で与えられた XML 断片を解析します。*XML()* と同じです。*text* には XML データを含む文字列を指定します。*parser* はオプションで、パーザのインスタンスを指定します。指定されなかった場合、標準の *XMLParser* パーザを使用します。*Element* インスタンスを返します。

xml.etree.ElementTree.**fromstringlist**(*sequence*, *parser=None*)

文字列フラグメントのシーケンスから XML ドキュメントを解析します。*sequence* は XML データのフラグメントを格納した、リストかその他のシーケンスです。*parser* はオプションのパーザインスタンスです。パーザが指定されない場合、標準の *XMLParser* パーザが使用されます。*Element* インスタンスを返します。

Added in version 3.2.

xml.etree.ElementTree.**indent**(*tree*, *space=' '*, *level=0*)

Appends whitespace to the subtree to indent the tree visually. This can be used to generate pretty-printed XML output. *tree* can be an Element or ElementTree. *space* is the whitespace string that will be inserted for each indentation level, two space characters by default. For indenting partial subtrees inside of an already indented tree, pass the initial indentation level as *level*.

Added in version 3.9.

xml.etree.ElementTree.iselement(*element*)

オブジェクトが正当な要素オブジェクトであるかをチェックします。*element* は要素インスタンスです。引数が要素オブジェクトの場合 True を返します。

xml.etree.ElementTree.iterparse(*source*, *events=None*, *parser=None*)

Parses an XML section into an element tree incrementally, and reports what's going on to the user. *source* is a filename or *file object* containing XML data. *events* is a sequence of events to report back. The supported events are the strings "start", "end", "comment", "pi", "start-ns" and "end-ns" (the "ns" events are used to get detailed namespace information). If *events* is omitted, only "end" events are reported. *parser* is an optional parser instance. If not given, the standard *XMLParser* parser is used. *parser* must be a subclass of *XMLParser* and can only use the default *TreeBuilder* as a target. Returns an *iterator* providing (event, elem) pairs; it has a root attribute that references the root element of the resulting XML tree once *source* is fully read. The iterator has the close() method that closes the internal file object if *source* is a filename.

iterparse() は木をインクリメンタルに構築しますが、*source* (または指定のファイル) でのブロッキング読みを起こします。したがって、ブロッキング読みが許可されないアプリケーションには適しません。完全に非ブロックのパースのためには、*XMLPullParser* を参照してください。

注釈: *iterparse()* は "start" イベントを発行した時に開始タグの文字 ">" が現れたことだけを保証します。そのため、属性は定義されますが、その時点ではテキストの内容も tail 属性も定義されていません。同じことは子要素にも言えて、その時点ではあるともないとも言えません。

全部揃った要素が必要ならば、"end" イベントを探してください。

バージョン 3.4 で非推奨: *parser* 引数。

バージョン 3.8 で変更: イベント comment, pi が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: Added the close() method.

xml.etree.ElementTree.parse(*source*, *parser=None*)

XML 断片を解析して要素の木にします。*source* には XML データを含むファイル名またはファイルオブジェクトを指定します。*parser* はオプションでパーザインスタンスを指定します。パーザが指定されない場合、標準の *XMLParser* パーザが使用されます。*ElementTree* インスタンスを返します。

xml.etree.ElementTree.ProcessingInstruction(*target*, *text=None*)

PI 要素のファクトリです。このファクトリ関数は XML の処理命令としてシリアライズされた特別な要素を作成します。*target* は PI ターゲットを含んだ文字列です。*text* を指定する場合は PI コンテンツを含む文字列にします。PI を表わす要素インスタンスを返します。

Note that *XMLParser* skips over processing instructions in the input instead of creating PI objects for them. An *ElementTree* will only contain processing instruction nodes if they have been inserted into to the tree using one of the *Element* methods.

xml.etree.ElementTree.**register_namespace**(*prefix*, *uri*)

名前空間の接頭辞を登録します。レジストリはグローバルで、与えられた接頭辞か名前空間 URI のどちらかの既存のマッピングはすべて削除されます。*prefix* には名前空間の接頭辞を指定します。*uri* には名前空間の URI を指定します。この名前空間のタグや属性は、可能な限り与えられた接頭辞をつけてシリアライズされます。

Added in version 3.2.

xml.etree.ElementTree.**SubElement**(*parent*, *tag*, *attrib={}*, ***extra*)

子要素のファクトリです。この関数は要素インスタンスを作成し、それを既存の要素に追加します。

要素名、属性名、および属性値はバイト文字列でも Unicode 文字列でも構いません。*parent* には親要素を指定します。*tag* には要素名を指定します。*attrib* はオプションで要素の属性を含む辞書を指定します。*extra* は追加の属性で、キーワード引数として与えます。要素インスタンスを返します。

xml.etree.ElementTree.**tostring**(*element*, *encoding='us-ascii'*, *method='xml'*, ***, *xml_declaration=None*, *default_namespace=None*, *short_empty_elements=True*)

XML 要素を全ての子要素を含めて表現する文字列を生成します。*element* は *Element* のインスタンスです。*encoding*[*1] は出力エンコーディング (デフォルトは US-ASCII) です。Unicode 文字列を生成するには、`encoding="unicode"` を使用してください。*method* は `"xml"`, `"html"`, `"text"` のいずれか (デフォルトは `"xml"`) です。*xml_declaration*, *default_namespace*, *short_empty_elements* は、*ElementTree.write()* での意味と同じ意味を持ちます。XML データを含んだ (オプションで) エンコードされた文字列を返します。

バージョン 3.4 で変更: *short_empty_elements* 引数を追加しました。

バージョン 3.8 で変更: Added the *xml_declaration* and *default_namespace* parameters.

バージョン 3.8 で変更: The *tostring()* function now preserves the attribute order specified by the user.

xml.etree.ElementTree.**tostringlist**(*element*, *encoding='us-ascii'*, *method='xml'*, ***, *xml_declaration=None*, *default_namespace=None*, *short_empty_elements=True*)

XML 要素を全ての子要素を含めて表現する文字列を生成します。*element* は *Element* のインスタンスです。*encoding*[p. 1811, *1] は出力エンコーディング (デフォルトは US-ASCII) です。Unicode 文字列を

[*1] XML 出力に含まれるエンコーディング文字列は適切な規格に従っていなければなりません。例えば、"UTF-8" は有効ですが、"UTF8" はそうではありません。https://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/#NT-EncodingDecl と https://www.iana.org/assignments/character-sets/character-sets.xhtml を参照してください。

生成するには、`encoding="unicode"` を使用してください。*method* は `"xml"`, `"html"`, `"text"` のいずれか (デフォルトは `"xml"`) です。xml_declaration*, *default_namespace*, *short_empty_elements* は、*ElementTree.write()* での意味と同じ意味を持ちます。XML データを含んだ (オプションで) エンコードされた文字列のリストを返します。`b"".join(tostringlist(element)) == tostring(element)` となること以外、特定の順序になる保証はありません。

Added in version 3.2.

バージョン 3.4 で変更: *short_empty_elements* 引数を追加しました。

バージョン 3.8 で変更: Added the *xml_declaration* and *default_namespace* parameters.

バージョン 3.8 で変更: *tostringlist()* 関数はユーザーが指定した属性の順序を保持するようになりました。

`xml.etree.ElementTree.XML`(*text*, *parser=None*)

文字列定数で与えられた XML 断片を解析します。この関数は Python コードに "XML リテラル" を埋め込むのに使えます。*text* には XML データを含む文字列を指定します。*parser* はオプションで、パーザのインスタンスを指定します。指定されなかった場合、標準の *XMLParser* パーザを使用します。*Element* インスタンスを返します。

`xml.etree.ElementTree.XMLID`(*text*, *parser=None*)

文字列定数で与えられた XML 断片を解析し、要素 ID と要素を対応付ける辞書を返します。*text* には XML データを含んだ文字列を指定します。*parser* はオプションで、パーザのインスタンスを指定します。指定されなかった場合、標準の *XMLParser* パーザを使用します。*Element* のインスタンスと辞書のタプルを返します。

20.5.4 XInclude サポート

This module provides limited support for XInclude directives, via the *xml.etree.ElementInclude* helper module. This module can be used to insert subtrees and text strings into element trees, based on information in the tree.

使用例

Here's an example that demonstrates use of the XInclude module. To include an XML document in the current document, use the `{http://www.w3.org/2001/XInclude}include` element and set the **parse** attribute to `"xml"`, and use the **href** attribute to specify the document to include.

```
<?xml version="1.0"?>
<document xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  <xi:include href="source.xml" parse="xml" />
</document>
```

By default, the **href** attribute is treated as a file name. You can use custom loaders to override this behaviour. Also note that the standard helper does not support XPointer syntax.

To process this file, load it as usual, and pass the root element to the *xml.etree.ElementTree* module:

```
from xml.etree import ElementTree, ElementInclude

tree = ElementTree.parse("document.xml")
root = tree.getroot()

ElementInclude.include(root)
```

The ElementInclude module replaces the `{http://www.w3.org/2001/XInclude}include` element with the root element from the **source.xml** document. The result might look something like this:

```
<document xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  <para>This is a paragraph.</para>
</document>
```

If the **parse** attribute is omitted, it defaults to ”xml”. The href attribute is required.

To include a text document, use the `{http://www.w3.org/2001/XInclude}include` element, and set the **parse** attribute to ”text”:

```
<?xml version="1.0"?>
<document xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  Copyright (c) <xi:include href="year.txt" parse="text" />.
</document>
```

The result might look something like:

```
<document xmlns:xi="http://www.w3.org/2001/XInclude">
  Copyright (c) 2003.
</document>
```

20.5.5 リファレンス

関数

`xml.etree.ElementInclude.default_loader`(*href*, *parse*, *encoding=None*)

Default loader. This default loader reads an included resource from disk. *href* is a URL. *parse* is for parse mode either ”xml” or ”text”. *encoding* is an optional text encoding. If not given, encoding is `utf-8`. Returns the expanded resource. If the parse mode is `"xml"`, this is an *Element* instance. If the parse mode is `"text"`, this is a string. If the loader fails, it can return `None` or raise an exception.

xml.etree.ElementInclude.include(*elem*, *loader=None*, *base_url=None*, *max_depth=6*)

This function expands XInclude directives in-place in tree pointed by *elem*. *elem* is either the root *Element* or an *ElementTree* instance to find such element. *loader* is an optional resource loader. If omitted, it defaults to *default_loader()*. If given, it should be a callable that implements the same interface as *default_loader()*. *base_url* is base URL of the original file, to resolve relative include file references. *max_depth* is the maximum number of recursive inclusions. Limited to reduce the risk of malicious content explosion. Pass None to disable the limitation.

バージョン 3.9 で変更: Added the *base_url* and *max_depth* parameters.

Element オブジェクト

class xml.etree.ElementTree.Element(*tag*, *attrib={}*, ***extra*)

要素クラスです。この関数は Element インターフェースを定義すると同時に、そのリファレンス実装を提供します。

要素名、属性名、および属性値はバイト文字列でも Unicode 文字列でも構いません。*tag* には要素名を指定します。*attrib* はオプションで、要素と属性を含む辞書を指定します。*extra* は追加の属性で、キーワード引数として与えます。要素インスタンスを返します。

tag

この要素が表すデータの種類を示す文字列です (言い替えると、要素の型です)。

text

tail

これらの属性は要素に結びつけられた付加的なデータを保持するのに使われます。これらの属性値はたいてい文字列ですが、アプリケーション固有のオブジェクトであって構いません。要素が XML ファイルから作られる場合、*text* 属性は要素の開始タグとその最初の子要素または終了タグまでのテキストか、あるいは None を保持し、*tail* 属性は要素の終了タグと次のタグまでのテキストか、あるいは None を保持します。このような XML データ

```
<a><b>1<c>2<d/>3</c></b>4</a>
```

の場合、*a* 要素は *text*, *tail* 属性ともに None, *b* 要素は *text* に "1" で *tail* に "4", *c* 要素は *text* に "2" で *tail* は None, *d* 要素 は *text* が None で *tail* に "3" をそれぞれ保持します。

要素の内側のテキストを収集するためには、*itertext()* を参照してください。例えば "".join(element.itertext()) のようにします。

アプリケーションはこれらの属性に任意のオブジェクトを格納できます。

attrib

要素の属性を保持する辞書です。*attrib* の値は常に書き換え可能な Python 辞書ですが、ElementTree

の実装によっては別の内部表現を使用し、要求されたときにだけ辞書を作るようにしているかもしれません。そうした実装の利益を享受するために、可能な限り下記の辞書メソッドを通じて使用してください。

以下の辞書風メソッドが要素の属性に対して動作します。

clear()

要素をリセットします。この関数は全ての子要素を削除し、全属性を消去し、テキストとテール属性を None に設定します。

get(*key*, *default=None*)

要素の *key* という名前の属性を取得します。

属性の値、または属性がない場合は *default* を返します。

items()

要素の属性を (名前, 値) ペアのシーケンスとして返します。返される属性の順番は決まっていません。

keys()

要素の属性名をリストとして返します。返される名前の順番は決まっていません。

set(*key*, *value*)

要素の属性 *key* に *value* をセットします。

以下のメソッドは要素の子要素 (副要素) に対して動作します。

append(*subelement*)

要素 *subelement* を、要素の子要素の内部リストの末尾に追加します。*subelement* *Element* でない場合、*TypeError* を送出します。

extend(*subelements*)

0 個以上の要素のシーケンスオブジェクトによって *subelements* を拡張します。*subelements* が *Element* でない場合、*TypeError* を送出します。

Added in version 3.2.

find(*match*, *namespaces=None*)

Finds the first subelement matching *match*. *match* may be a tag name or a *path*. Returns an element instance or None. *namespaces* is an optional mapping from namespace prefix to full name. Pass '' as prefix to move all unprefixed tag names in the expression into the given namespace.

findall(*match*, *namespaces=None*)

Finds all matching subelements, by tag name or *path*. Returns a list containing all matching elements in document order. *namespaces* is an optional mapping from namespace prefix to full

name. Pass '' as prefix to move all unprefixed tag names in the expression into the given namespace.

findtext(*match*, *default=None*, *namespaces=None*)

Finds text for the first subelement matching *match*. *match* may be a tag name or a *path*. Returns the text content of the first matching element, or *default* if no element was found. Note that if the matching element has no text content an empty string is returned. *namespaces* is an optional mapping from namespace prefix to full name. Pass '' as prefix to move all unprefixed tag names in the expression into the given namespace.

insert(*index*, *subelement*)

要素内の指定された位置に *subelement* を挿入します。*subelement* が *Element* でない場合、*TypeError* を送出します。

iter(*tag=None*)

現在の要素を根とする木の **イテレータ** を作成します。イテレータは現在の要素とそれ以下のすべての要素を、文書内での出現順 (深さ優先順) でイテレートします。*tag* が None または '*' でない場合、与えられたタグに等しいものについてのみイテレータから返されます。イテレート中に木構造が変更された場合の結果は未定義です。

Added in version 3.2.

iterfind(*match*, *namespaces=None*)

タグ名または **パス** にマッチするすべての子要素を検索します。マッチしたすべての要素を文書内での出現順で yield するイテレータを返します。*namespaces* はオプションで、名前空間接頭辞と完全名を対応付けるマップオブジェクトを指定します。

Added in version 3.2.

itertext()

テキストのイテレータを作成します。イテレータは、この要素とすべての子要素を文書上の順序で巡回し、すべての内部のテキストを返します。

Added in version 3.2.

makeelement(*tag*, *attrib*)

現在の要素と同じ型の新しい要素オブジェクトを作成します。このメソッドは呼び出さずに、*SubElement()* ファクトリ関数を使って下さい。

remove(*subelement*)

要素から *subelement* を削除します。find* メソッド群と異なり、このメソッドは要素をインスタンスの同一性で比較します。タグや内容では比較しません。

Element オブジェクトは以下のシーケンス型のメソッドを、サブ要素を操作するためにサポートします: __delitem__(), __getitem__(), __setitem__(), __len__().

Caution: Elements with no subelements will test as `False`. In a future release of Python, all elements will test as `True` regardless of whether subelements exist. Instead, prefer explicit `len(elem)` or `elem is not None` tests.:

```
element = root.find('foo')

if not element:  # careful!
    print("element not found, or element has no subelements")

if element is None:
    print("element not found")
```

バージョン 3.12 で変更: Testing the truth value of an Element emits *DeprecationWarning*.

Prior to Python 3.8, the serialisation order of the XML attributes of elements was artificially made predictable by sorting the attributes by their name. Based on the now guaranteed ordering of dicts, this arbitrary reordering was removed in Python 3.8 to preserve the order in which attributes were originally parsed or created by user code.

In general, user code should try not to depend on a specific ordering of attributes, given that the XML Information Set explicitly excludes the attribute order from conveying information. Code should be prepared to deal with any ordering on input. In cases where deterministic XML output is required, e.g. for cryptographic signing or test data sets, canonical serialisation is available with the *canonicalize()* function.

In cases where canonical output is not applicable but a specific attribute order is still desirable on output, code should aim for creating the attributes directly in the desired order, to avoid perceptual mismatches for readers of the code. In cases where this is difficult to achieve, a recipe like the following can be applied prior to serialisation to enforce an order independently from the Element creation:

```
def reorder_attributes(root):
    for el in root.iter():
        attrib = el.attrib
        if len(attrib) > 1:
            # adjust attribute order, e.g. by sorting
            attribs = sorted(attrib.items())
            attrib.clear()
            attrib.update(attribs)
```

ElementTree オブジェクト

class xml.etree.ElementTree.**ElementTree**(*element=None*, *file=None*)

ElementTree ラッパークラスです。このクラスは要素の全階層を表現し、さらに標準 XML との相互変換を追加しています。

element は根要素です。*file* が指定されている場合、その XML ファイルの内容により木は初期化されます。

_setroot(*element*)

この木の根要素を置き換えます。従って現在の木の内容は破棄され、与えられた要素が代わりに使われます。注意して使ってください。*element* は要素インスタンスです。

find(*match*, *namespaces=None*)

Element.find() と同じで、木の根要素を起点とします。

findall(*match*, *namespaces=None*)

Element.findall() と同じで、木の根要素を起点とします。

findtext(*match*, *default=None*, *namespaces=None*)

Element.findtext() と同じで、木の根要素を起点とします。

getroot()

この木のルート要素を返します。

iter(*tag=None*)

根要素に対する、木を巡回するイテレータを返します。イテレータは木のすべての要素に渡ってセクション順にループします。*tag* は探したいタグです (デフォルトではすべての要素を返します)。

iterfind(*match*, *namespaces=None*)

Element.iterfind() と同じで、木の根要素を起点とします。

Added in version 3.2.

parse(*source*, *parser=None*)

外部の XML 断片をこの要素木に入れます。*source* にはファイル名か **ファイルオブジェクト** を指定します。*parser* はオプションで、パーザインスタンスを指定します。パーザが指定されない場合、標準の *XMLParser* パーザが使用されます。断片の根要素を返します。

write(*file*, *encoding='us-ascii'*, *xml_declaration=None*, *default_namespace=None*, *method='xml'*, ***, *short_empty_elements=True*)

要素の木をファイルに XML として書き込みます。*file* は、書き込み用に開かれたファイル名または **ファイルオブジェクト** です。*encoding*[*1] は出力エンコーディング (デフォルトは US-ASCII) です。*xml_declaration* は、XML 宣言がファイルに書かれるかどうかを制御します。False の場合は常に書かれず、True の場合は常に書かれ、None の場合は US-ASCII 、UTF-8 、Unicode 以外の場合に書か

れます (デフォルトは None です)。*default_namespace* でデフォルトの XML 名前空間 (”xmlns” 用) を指定します。*method* は "xml", "html", "text" のいずれかです (デフォルトは "xml" です)。キーワード専用の *short_empty_elements* 引数は、内容がない属性のフォーマットを制御します。True (既定) の場合、単一の空要素タグとして書かれ、False の場合、開始タグと終了タグのペアとしてかかれます。

出力は引数 *encoding* によって、文字列 (*str*) かバイト列 (*bytes*) になります。*encoding* が "unicode" の場合、出力は文字列になり、それ以外ではバイト列になります。*file* が **ファイルオブジェクト** の場合、型が衝突する場合があります。文字列をバイト列ファイルへ書き込んだり、その逆を行わないよう注意してください。

バージョン 3.4 で変更: *short_empty_elements* 引数を追加しました。

バージョン 3.8 で変更: *write()* メソッドはユーザーが指定した属性の順序を保持するようになりました。

以下はこれから操作する XML ファイルです:

```
<html>
    <head>
        <title>Example page</title>
    </head>
    <body>
        <p>Moved to <a href="http://example.org/">example.org</a>
        or <a href="http://example.com/">example.com</a>.</p>
    </body>
</html>
```

第 1 段落のすべてのリンクの ”target” 属性を変更する例:

```
>>> from xml.etree.ElementTree import ElementTree
>>> tree = ElementTree()
>>> tree.parse("index.xhtml")
<Element 'html' at 0xb77e6fac>
>>> p = tree.find("body/p")     # Finds first occurrence of tag p in body
>>> p
<Element 'p' at 0xb77ec26c>
>>> links = list(p.iter("a"))   # Returns list of all links
>>> links
[<Element 'a' at 0xb77ec2ac>, <Element 'a' at 0xb77ec1cc>]
>>> for i in links:             # Iterates through all found links
...     i.attrib["target"] = "blank"
...
>>> tree.write("output.xhtml")
```

QName オブジェクト

class xml.etree.ElementTree.**QName**(*text_or_uri*, *tag=None*)

QName ラッパーです。このクラスは QName 属性値をラップし、出力時に適切な名前空間の扱いを得るために使われます。*text_or_uri* は {uri}local という形式の QName 値を含む文字列、または tag 引数が与えられた場合には QName の URI 部分の文字列です。*tag* が与えられた場合、一つめの引数は URI と解釈され、この引数はローカル名と解釈されます。*QName* インスタンスは不透明です。

TreeBuilder オブジェクト

class xml.etree.ElementTree.**TreeBuilder**(*element_factory=None*, ***, *comment_factory=None*, *pi_factory=None*, *insert_comments=False*, *insert_pis=False*)

汎用の要素構造ビルダー。これは start, data, end, comment, pi のメソッド呼び出しの列を整形式の要素構造に変換します。このクラスを使うと、好みの XML 構文解析器、または他の XML に似た形式の構文解析器を使って、要素構造を作り出すことができます。

element_factory, when given, must be a callable accepting two positional arguments: a tag and a dict of attributes. It is expected to return a new element instance.

The *comment_factory* and *pi_factory* functions, when given, should behave like the *Comment()* and *ProcessingInstruction()* functions to create comments and processing instructions. When not given, the default factories will be used. When *insert_comments* and/or *insert_pis* is true, comments/pis will be inserted into the tree if they appear within the root element (but not outside of it).

close()

ビルダのバッファをフラッシュし、最上位の文書要素を返します。戻り値は *Element* インスタンスになります。

data(*data*)

現在の要素にテキストを追加します。*data* は文字列です。バイト文字列もしくは Unicode 文字列でなければなりません。

end(*tag*)

現在の要素を閉じます。*tag* は要素の名前です。閉じられた要素を返します。

start(*tag*, *attrs*)

新しい要素を開きます。*tag* は要素の名前です。*attrs* は要素の属性を保持した辞書です。開かれた要素を返します。

comment(*text*)

Creates a comment with the given *text*. If `insert_comments` is true, this will also add it to the tree.

Added in version 3.8.

pi(*target*, *text*)

Creates a process instruction with the given *target* name and *text*. If `insert_pis` is true, this will also add it to the tree.

Added in version 3.8.

加えて、カスタムの *TreeBuilder* オブジェクトは以下のメソッドを提供できます:

doctype(*name*, *pubid*, *system*)

doctype 宣言を処理します。*name* は doctype 名です。*pubid* は公式の識別子です。*system* はシステム識別子です。このメソッドはデフォルトの *TreeBuilder* クラスには存在しません。

Added in version 3.2.

start_ns(*prefix*, *uri*)

Is called whenever the parser encounters a new namespace declaration, before the `start()` callback for the opening element that defines it. *prefix* is `''` for the default namespace and the declared namespace prefix name otherwise. *uri* is the namespace URI.

Added in version 3.8.

end_ns(*prefix*)

Is called after the `end()` callback of an element that declared a namespace prefix mapping, with the name of the *prefix* that went out of scope.

Added in version 3.8.

class xml.etree.ElementTree.**C14NWriterTarget**(*write*, ***, *with_comments=False*, *strip_text=False*, *rewrite_prefixes=False*, *qname_aware_tags=None*, *qname_aware_attrs=None*, *exclude_attrs=None*, *exclude_tags=None*)

A C14N 2.0 writer. Arguments are the same as for the *canonicalize()* function. This class does not build a tree but translates the callback events directly into a serialised form using the *write* function.

Added in version 3.8.

XMLParser オブジェクト

class xml.etree.ElementTree.**XMLParser**(*, *target=None*, *encoding=None*)

このクラスは、このモジュールの構成要素のうち、低水準のものです。効率的でイベントベースの XML パースのため、*xml.parsers.expat* を使用します。*feed()* メソッドで XML データをインクリメンタルに受け取り、*target* オブジェクトのコールバックを呼び出すことで、パースイベントをプッシュ API に変換します。*target* が省略された場合、標準の *TreeBuilder* が使用されます。*encoding*[p. 1811, *1] が指定された場合、このあたいは XML ファイル内で指定されたエンコーディングを上書きします。

バージョン 3.8 で変更: Parameters are now *keyword-only*. The *html* argument no longer supported.

close()

パーザへのデータの提供を完了します。構築中に渡される *target* の `close()` メソッドを呼び出す結果を返します。既定では、これがトップレベルのドキュメント要素になります。

feed(*data*)

パーザへデータを入力します。*data* はエンコードされたデータです。

flush()

Triggers parsing of any previously fed unparsed data, which can be used to ensure more immediate feedback, in particular with Expat >=2.6.0. The implementation of *flush()* temporarily disables reparse deferral with Expat (if currently enabled) and triggers a reparse. Disabling reparse deferral has security consequences; please see *xml.parsers.expat.xmlparser.SetReparseDeferralEnabled()* for details.

Note that *flush()* has been backported to some prior releases of CPython as a security fix. Check for availability of *flush()* using *hasattr()* if used in code running across a variety of Python versions.

Added in version 3.13.

XMLParser.feed() は *target* の `start(tag, attrs_dict)` メソッドをそれぞれの開始タグに対して呼び、また `end(tag)` メソッドを終了タグに対して呼び、そしてデータを `data(data)` メソッドで処理します。サポートされているその他のコールバックメソッドについては、*TreeBuilder* クラスを参照してください。*XMLParser.close()* は *target* の `close()` メソッドを呼びます。*XMLParser* は木構造を構築する以外にも使えます。以下の例では、XML ファイルの最高の深さを数えます。

```
>>> from xml.etree.ElementTree import XMLParser
>>> class MaxDepth:                     # The target object of the parser
...     maxDepth = 0
...     depth = 0
...     def start(self, tag, attrib):   # Called for each opening tag.
...         self.depth += 1
...         if self.depth > self.maxDepth:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...             self.maxDepth = self.depth
...     def end(self, tag):             # Called for each closing tag.
...         self.depth -= 1
...     def data(self, data):
...         pass            # We do not need to do anything with data.
...     def close(self):    # Called when all data has been parsed.
...         return self.maxDepth
...
>>> target = MaxDepth()
>>> parser = XMLParser(target=target)
>>> exampleXml = """
... <a>
...   <b>
...   </b>
...   <b>
...     <c>
...       <d>
...       </d>
...     </c>
...   </b>
... </a>"""
>>> parser.feed(exampleXml)
>>> parser.close()
4
```

XMLPullParser オブジェクト

class xml.etree.ElementTree.**XMLPullParser**(*events=None*)

非ブロックアプリケーションに適したプルパーザです。入力側の API は *XMLParser* のものと似ていますが、コールバックターゲットに呼び出しをプッシュするのではなく、*XMLPullParser* はパースイベントの内部リストを収集し、ユーザーがそこから読み出すことができます。*events* は、呼び出し元に報告するイベントのシーケンスです。サポートされているイベントは、文字列の `"start"`, `"end"`, `"comment"`, `"pi"`, `"start-ns"`, `"end-ns"` (”ns” イベントは、名前空間の詳細情報の取得に使用) です。*events* が省略された場合、`"end"` イベントのみが報告されます。

feed(*data*)

指定したバイトデータをパーザに与えます。

flush()

Triggers parsing of any previously fed unparsed data, which can be used to ensure more immediate feedback, in particular with Expat >=2.6.0. The implementation of *flush()* temporarily disables reparse deferral with Expat (if currently enabled) and triggers a reparse. Disabling reparse deferral has security consequences; please see *xml.parsers.expat.xmlparser.SetReparseDeferralEnabled()* for details.

Note that *flush()* has been backported to some prior releases of CPython as a security fix. Check for availability of *flush()* using *hasattr()* if used in code running across a variety of Python versions.

Added in version 3.13.

`close()`

パーザに、データストリームが終了したことを伝えます。*XMLParser.close()* とは異なり、このメソッドは常に *None* を返します。パーザがクローズした時にまだ帰って来ていないイベントは、まだ *read_events()* で読むことができます。

`read_events()`

Return an iterator over the events which have been encountered in the data fed to the parser. The iterator yields `(event, elem)` pairs, where *event* is a string representing the type of event (e.g. `"end"`) and *elem* is the encountered *Element* object, or other context value as follows.

- `start`, `end`: the current Element.
- `comment`, `pi`: the current comment / processing instruction
- `start-ns`: a tuple `(prefix, uri)` naming the declared namespace mapping.
- `end-ns`: *None* (this may change in a future version)

read_events() の前の呼び出しで提供されたイベントは、再度 yield されることはありません。イベントは、イテレータから取得された場合にのみ内部キューから消費されるため、*read_events()* から取得されたイテレータに対して複数の読み出しを並行して反復的に行うと、予期せぬ結果が引き起こされます。

注釈: *XMLPullParser* は "start" イベントを発行した時に開始タグの文字 ">" が現れたことだけを保証します。そのため、属性は定義されますが、その時点ではテキストの内容も tail 属性も定義されていません。子要素にもそれが存在する、しないにかかわらず同じ物が適用されます。

全部揃った要素が必要ならば、"end" イベントを探してください。

Added in version 3.4.

バージョン 3.8 で変更: イベント `comment`, `pi` が追加されました。

例外

class xml.etree.ElementTree.**ParseError**

解析に失敗した時、このモジュールの様々なメソッドから送出される XML 解析エラーです。この例外のインスタンスが表す文字列は、ユーザフレンドリなメッセージを含んでいます。その他に、以下の属性も利用できます:

code

expat パーザからの数値エラーコードです。エラーコードの一覧とそれらの意味については、*xml.parsers.expat* のドキュメントを参照してください。

position

エラーが発生した場所を示す *line* と *column* 番号のタプルです。

脚注

20.6 xml.dom --- ドキュメントオブジェクトモデル API

ソースコード: Lib/xml/dom/__init__.py

文書オブジェクトモデル (Document Object Model)、すなわち "DOM" は、ワールドワイドウェブコンソーシアム (World Wide Web Consortium, W3C) による、XML ドキュメントにアクセスしたり変更を加えたりするための、プログラミング言語間共通の API です。DOM 実装によって、XML ドキュメントはツリー構造として表現されます。また、クライアントコード側でツリー構造をゼロから構築できるようになります。さらに、前述の構造に対して、よく知られたインターフェースをもつ一連のオブジェクトを通したアクセス手段も提供します。

DOM はランダムアクセスを行うアプリケーションで非常に有用です。SAX では、一度に閲覧することができるのはドキュメントのほんの一部分です。ある SAX 要素に注目している際には、別の要素をアクセスすることはできません。またテキストノードに注目しているときには、その中に入っている要素をアクセスすることができません。SAX によるアプリケーションを書くときには、プログラムがドキュメント内のどこを処理しているのかを追跡するよう、コードのどこかに記述する必要があります。SAX 自体がその作業を行ってくれることはありません。さらに、XML ドキュメントに対する先読み (look ahead) が必要だとすると不運なことになります。

アプリケーションによっては、ツリーにアクセスできなければイベント駆動モデルを実現できません。もちろん、何らかのツリーを SAX イベントに応じて自分で構築することもできるでしょうが、DOM ではそのようなコードを書かなくてもよくなります。DOM は XML データに対する標準的なツリー表現なのです。

文書オブジェクトモデルは、W3C によっていくつかの段階、W3C の用語で言えば " レベル (level)" で定義されています。Python においては、DOM API への対応付けは実質的には DOM レベル 2 勧告に基づいています。

DOM アプリケーションは、普通は XML を DOM に解析するところから始まります。どのようにして解析を行うかについては DOM レベル 1 では全くカバーしておらず、レベル 2 では限定的な改良だけが行われました: レ

ベル 2 では Document を生成するメソッドを提供する DOMImplementation オブジェクトクラスがありますが、実装に依存しない方法で XML リーダ (reader)/パーザ (parser)/文書ビルダ (Document builder) にアクセスする方法はありません。また、既存の Document オブジェクトなしにこれらのメソッドにアクセスするような、よく定義された方法もありません。Python では、各々の DOM 実装で *getDOMImplementation()* が定義されているはずです。DOM レベル 3 ではロード (Load)/ストア (Store) 仕様が追加され、リーダのインターフェースにを定義していますが、Python 標準ライブラリではまだ利用することができません。

DOM 文書オブジェクトを生成したら、そのプロパティとメソッドを使って XML 文書の一部にアクセスできます。これらのプロパティは DOM 仕様で定義されています; 本リファレンスマニュアルでは、Python において DOM 仕様がどのように解釈されているかを記述しています。

W3C から提供されている仕様は、DOM API を Java、ECMAScript、および OMG IDL で定義しています。ここで定義されている Python での対応づけは、大部分がこの仕様の IDL 版に基づいていますが、厳密な準拠は必要とされていません (実装で IDL の厳密な対応付けをサポートするのは自由ですが)。API への対応付けに関する詳細な議論は 適合性 を参照してください。

参考:

Document Object Model (DOM) Level 2 Specification
: Python DOM API が準拠している W3C 勧告。

Document Object Model (DOM) Level 1 Specification
: *xml.dom.minidom* でサポートされている W3C の DOM に関する勧告。

Python Language Mapping Specification
: このドキュメントでは OMG IDL から Python への対応付けを記述しています。

20.6.1 モジュールコンテンツ

xml.dom には以下の関数があります:

xml.dom.**registerDOMImplementation**(*name*, *factory*)
: ファクトリ関数 (factory function) *factory* を名前 *name* で登録します。ファクトリ関数は DOMImplementation インターフェースを実装するオブジェクトを返さなければなりません。特定の実装 (例えば実装が何らかのカスタマイズをサポートしている場合) に適切となるように、ファクトリ関数は毎回同じオブジェクトを返したり、呼び出しごとに新しいオブジェクトを返したりすることが出来ます。

xml.dom.**getDOMImplementation**(*name=None*, *features=()*)
: 適切な DOM 実装を返します。*name* は、よく知られた DOM 実装のモジュール名か、None になります。None でない場合、対応するモジュールを import して、import が成功した場合 DOMImplementation オブジェクトを返します。*name* が与えられておらず、環境変数 PYTHON_DOM が設定されていた場合、DOM 実装を見つけるのに環境変数が使われます。

  name が与えられない場合、利用可能な実装を調べて、指定された機能 (feature) セットを持つものを探し

ます。実装が見つからなければ *ImportError* を送出します。*features* のリストは (feature, version) のペアからなるシーケンスで、利用可能な DOMImplementation オブジェクトの hasFeature() メソッドに渡されます。

いくつかの便利な定数も提供されています:

xml.dom.**EMPTY_NAMESPACE**

DOM 内のノードに名前空間が何も関連づけられていないことを示すために使われる値です。この値は通常、ノードの namespaceURI の値として見つかったり、名前空間特有のメソッドに対する *namespaceURI* パラメタとして使われます。

xml.dom.**XML_NAMESPACE**

Namespaces in XML (4 節) で定義されている、予約済みプレフィクス (reserved prefix) xml に関連付けられた名前空間 URI です。

xml.dom.**XMLNS_NAMESPACE**

Document Object Model (DOM) Level 2 Core Specification (1.1.8 節) で定義されている、名前空間宣言への名前空間 URI です。

xml.dom.**XHTML_NAMESPACE**

XHTML 1.0: The Extensible HyperText Markup Language (3.1.1 節) で定義されている、XHTML 名前空間 URI です。

加えて、*xml.dom* には基底となる Node クラスと DOM 例外クラスが収められています。このモジュールで提供されている Node クラスは DOM 仕様で定義されているメソッドや属性は何ら実装していません; これらは具体的な DOM 実装において提供しなければなりません。このモジュールの一部として提供されている Node クラスでは、具体的な Node オブジェクトの nodeType 属性として使う定数を提供しています; これらの定数は、DOM 仕様に適合するため、クラスではなくモジュールのレベルに配置されています。

20.6.2 DOM 内のオブジェクト

DOM について最も明確に限定しているドキュメントは W3C による DOM 仕様です。

DOM 属性は単純な文字列としてだけではなく、ノードとして操作されるかもしれないので注意してください。とはいえ、そうしなければならない場合はかなり稀なので、今のところ記述されていません。

インターフェース	節	目的
DOMImplementati	*DOMImplementation* オブジェクト	根底にある実装へのインターフェース。
Node	*Node* オブジェクト	ドキュメント内の大部分のオブジェクトに対する基底インターフェース。
NodeList	*NodeList* オブジェクト	ノード列に対するインターフェース。
DocumentType	*DocumentType* オブジェクト	ドキュメントの処理に必要な宣言についての情報。
Document	*Document* オブジェクト	ドキュメント全体を表現するオブジェクト。
Element	*Element* オブジェクト	ドキュメント階層内の要素ノード。
Attr	*Attr* オブジェクト	要素ノード上の属性値ノード。
Comment	*Comment* オブジェクト	ソースドキュメント内のコメント表現。
Text	*Text* オブジェクトおよび *CDATASection* オブジェクト	ドキュメント内のテキスト記述を含むノード。
ProcessingInstr	*ProcessingInstruction* オブジェクト	処理命令 (processing instruction) 表現。

さらに追加の節として、Python で DOM を利用するために定義されている例外について記述しています。

DOMImplementation オブジェクト

DOMImplementation インターフェースは、利用している DOM 実装において特定の機能が利用可能かどうかを決定するための方法をアプリケーションに提供します。DOM レベル 2 では、DOMImplementation を使って新たな Document オブジェクトや DocumentType オブジェクトを生成する機能も追加しています。

DOMImplementation.**hasFeature**(*feature*, *version*)

機能名 *feature* とバージョン番号 *version* で識別される機能（feature）が実装されていれば True を返します。

DOMImplementation.**createDocument**(*namespaceUri*, *qualifiedName*, *doctype*)

新たな (DOM のスーパークラスである) Document クラスのオブジェクトを返します。このクラスは *namespaceUri* と *qualifiedName* が設定された子クラス Element のオブジェクトを所有しています。*doctype* は *createDocumentType()* によって生成された DocumentType クラスのオブジェクト、または None である必要があります。Python DOM API では、子クラスである Element を作成しないことを示すために、はじめの 2 つの引数を None に設定することができます。

DOMImplementation.**createDocumentType**(*qualifiedName*, *publicId*, *systemId*)

新たな DocumentType クラスのオブジェクトを返します。このオブジェクトは *qualifiedName* 、*publicId* 、そして *systemId* 文字列をふくんでおり、XML 文書の形式情報を表現しています。

Node オブジェクト

XML 文書の全ての構成要素は Node のサブクラスです。

Node.**nodeType**

ノード (node) の型を表現する整数値です。型に対応する以下のシンボル定数: ELEMENT_NODE 、 ATTRIBUTE_NODE 、 TEXT_NODE 、 CDATA_SECTION_NODE 、 ENTITY_NODE 、 PROCESSING_INSTRUCTION_NODE 、 COMMENT_NODE 、 DOCUMENT_NODE 、 DOCUMENT_TYPE_NODE 、 NOTATION_NODE 、が Node オブジェクトで定義されています。読み出し専用の属性です。

Node.**parentNode**

現在のノードの親ノードか、文書ノードの場合には None になります。この値は常に Node オブジェクトか None になります。Element ノードの場合、この値はルート要素 (root element) の場合を除き親要素 (parent element) となり、ルート要素の場合には Document オブジェクトとなります。Attr ノードの場合、この値は常に None となります。読み出し専用の属性です。

Node.**attributes**

属性オブジェクトの NamedNodeMap です。要素だけがこの属性に実際の値を持ちます; その他のオブジェクトでは、この属性を None にします。読み出し専用の属性です。

Node.**previousSibling**

このノードと同じ親ノードを持ち、直前にくるノードです。例えば、*self* 要素の開始タグの直前にくる終了タグを持つ要素です。もちろん、XML 文書は要素だけで構成されているだけではないので、直前にくる兄弟関係にある要素 (sibling) はテキストやコメント、その他になる可能性があります。このノードが親ノードにおける先頭の子ノードである場合、属性値は None になります。読み出し専用の属性です。

Node.**nextSibling**

このノードと同じ親ノードを持ち、直後にくるノードです。例えば、*previousSibling* も参照してください。このノードが親ノードにおける末尾の子ノードである場合、属性値は None になります。読み出し専用の属性です。

Node.**childNodes**

このノード内に収められているノードからなるリストです。読み出し専用の属性です。

Node.**firstChild**

このノードに子ノードがある場合、その先頭のノードです。そうでない場合 None になります。読み出し専用の属性です。

Node.**lastChild**

このノードに子ノードがある場合、その末尾のノードです。そうでない場合 None になります。読み出し専用の属性です。

Node.**localName**

tagName にコロンがあれば、コロン以降の部分に、なければ tagName 全体になります。値は文字列です。

Node.**prefix**

tagName のコロンがあれば、コロン以前の部分に、なければ空文字列になります。値は文字列か、None になります。

Node.**namespaceURI**

要素名に関連付けられた名前空間です。文字列か None になります。読み出し専用の属性です。

Node.**nodeName**

この属性はノード型ごとに異なる意味を持ちます。その詳細は DOM 仕様を参照してください。この属性で得られることになる情報は、全てのノード型では tagName 、属性では name プロパティといったように、常に他のプロパティで得ることができます。全てのノード型で、この属性の値は文字列か None になります。読み出し専用の属性です。

Node.**nodeValue**

この属性はノード型ごとに異なる意味を持ちます。その詳細は DOM 仕様を参照してください。その状況は *nodeName* と似ています。この属性の値は文字列または None になります。

Node.**hasAttributes**()

ノードが何らかの属性を持っている場合に True を返します。

Node.**hasChildNodes**()

ノードが何らかの子ノードを持っている場合に True を返します。

Node.**isSameNode**(*other*)

other がこのノードと同じノードを参照している場合に True を返します。このメソッドは、何らかのプロキシ (proxy) 機構を利用するような DOM 実装で特に便利です (一つ以上のオブジェクトが同じノードを参照するかもしれないからです)。

注釈: このメソッドは DOM レベル 3 API の提案に基づいたもので、まだ ” ワーキングドラフト (working draft)” の段階です。しかし、このインターフェースには異論は出ないと考えられます。W3C による変更があっても、必ずしも Python DOM インターフェースにおけるこのメソッドに影響するとは限りません (ただしこのメソッドに対する何らかの新しい W3C API もサポートされるかもしれません)。

Node.**appendChild**(*newChild*)

現在のノードの子ノードリストの末尾に新たな子ノードを追加し、*newChild* を返します。もしノードが既にツリーにあれば、最初に削除されます。

Node.**insertBefore**(*newChild*, *refChild*)

新たな子ノードを既存の子ノードの前に挿入します。*refChild* は現在のノードの子ノードである場合に限られます; そうでない場合、*ValueError* が送出されます。*newChild* が返されます。もし *refChild* が None なら、*newChild* を子ノードリストの最後に挿入します。

Node.**removeChild**(*oldChild*)

子ノードを削除します。*oldChild* はこのノードの子ノードでなければなりません。そうでない場合、*ValueError* が送出されます。成功した場合 *oldChild* が返されます。*oldChild* をそれ以降使わない場合、`unlink()` メソッドを呼び出さなければなりません。

Node.**replaceChild**(*newChild*, *oldChild*)

既存のノードと新たなノードを置き換えます。この操作は *oldChild* が現在のノードの子ノードである場合に限られます; そうでない場合、*ValueError* が送出されます。

Node.**normalize**()

一続きのテキスト全体を一個の `Text` インスタンスとして保存するために隣接するテキストノードを結合します。これにより、多くのアプリケーションで DOM ツリーからのテキスト処理が簡単になります。

Node.**cloneNode**(*deep*)

このノードを複製 (clone) します。*deep* を設定すると、子ノードも同様に複製することを意味します。複製されたノードを返します。

NodeList オブジェクト

`NodeList` はノードのシーケンスを表現します。これらのオブジェクトは DOM コア勧告 (DOM Core recommendation) において、二通りに使われています: `Element` オブジェクトでは、子ノードのリストを提供するのに `NodeList` を利用します。また、このインターフェースにおける `Node` の `getElementsByTagName()` および `getElementsByTagNameNS()` メソッドは、クエリに対する結果を表現するのに `NodeList` を利用します。

DOM レベル 2 勧告では、これらのオブジェクトに対し、以下のようにメソッドを一つ、属性を一つ定義しています。

NodeList.**item**(*i*)

存在する場合シークエンスの i 番目の要素を、そうでない場合 `None` を返します。i は 0 未満やシークエンスの長さ以上であってはなりません。

NodeList.**length**

シーケンス中のノードの数です。

この他に、Python の DOM インターフェースでは、`NodeList` オブジェクトを Python のシーケンスとして使えるようにするサポートが追加されていることが必要です。`NodeList` の実装では、全て `__len__()` と `__getitem__()` をサポートしなければなりません; このサポートにより、`for` 文内で `NodeList` にわたる繰り返しと、組み込み関数 *len()* の適切なサポートができるようになります。

DOM 実装が文書の変更をサポートしている場合、`NodeList` の実装でも `__setitem__()` および `__delitem__()` メソッドをサポートしなければなりません。

DocumentType オブジェクト

文書で宣言されている記法 (notation) やエンティティ (entity) に関する (外部サブセット (external subset) がパーザから利用でき、情報を提供できる場合にはそれも含めた) 情報は、DocumentType オブジェクトから手に入れることができます。文書の DocumentType は、Document オブジェクトの doctype 属性で入手することができます; 文書の DOCTYPE 宣言がない場合、文書の doctype 属性は、このインターフェースを持つインスタンスの代わりに None に設定されます。

DocumentType は Node を特殊化したもので、以下の属性を加えています:

DocumentType.**publicId**

文書型定義 (document type definition) の外部サブセットに対する公開識別子 (public identifier) です。文字列または None になります。

DocumentType.**systemId**

文書型定義 (document type definition) の外部サブセットに対するシステム識別子 (system identifier) です。文字列の URI または None になります。

DocumentType.**internalSubset**

ドキュメントの完全な内部サブセットを与える文字列です。サブセットを囲むブラケットは含みません。ドキュメントが内部サブセットを持たない場合、この値は None です。

DocumentType.**name**

DOCTYPE 宣言でルート要素の名前が与えられている場合、その値になります。

DocumentType.**entities**

外部エンティティの定義を与える NamedNodeMap です。複数回定義されているエンティティに対しては、最初の定義だけが提供されます (その他は XML 勧告での要求仕様によって無視されます)。パーザによって情報が提供されないか、エンティティが定義されていない場合には、この値は None になることがあります。

DocumentType.**notations**

記法の定義を与える NamedNodeMap です。複数回定義されている記法名に対しては、最初の定義だけが提供されます (その他は XML 勧告での要求仕様によって無視されます)。パーザによって情報が提供されないか、エンティティが定義されていない場合には、この値は None になることがあります。

Document オブジェクト

Document は XML ドキュメント全体を表現し、その構成要素である要素、属性、処理命令、コメント等を持ちます。Document は Node からプロパティを継承していることを思い出してください。

Document.**documentElement**

ドキュメントの唯一無二のルート要素です。

Document.**createElement**(*tagName*)

新たな要素ノードを生成して返します。要素は、生成された時点ではドキュメント内に挿入されません。insertBefore() や appendChild() のような他のメソッドの一つを使って明示的に挿入を行う必要があります。

Document.**createElementNS**(*namespaceURI*, *tagName*)

名前空間を伴う新たな要素ノードを生成して返します。*tagName* には接頭辞 (prefix) があってもかまいません。要素は、生成された時点では文書内に挿入されません。insertBefore() や appendChild() のような他のメソッドの一つを使って明示的に挿入を行う必要があります。

Document.**createTextNode**(*data*)

引数として渡されたデータの入ったテキストノードを生成して返します。他の生成 (create) メソッドと同じく、このメソッドは生成されたノードをツリーに挿入しません。

Document.**createComment**(*data*)

引数として渡されたデータの入ったコメントノードを生成して返します。他の生成 (create) メソッドと同じく、このメソッドは生成されたノードをツリーに挿入しません。

Document.**createProcessingInstruction**(*target*, *data*)

引数として渡された *target* および *data* の入った処理命令ノードを生成して返します。他の生成 (create) メソッドと同じく、このメソッドは生成されたノードをツリーに挿入しません。

Document.**createAttribute**(*name*)

属性ノードを生成して返します。このメソッドは属性ノードを特定の要素に関連づけることはしません。新たに生成された属性インスタンスを使うには、適切な Element オブジェクトの setAttributeNode() を使わなければなりません。

Document.**createAttributeNS**(*namespaceURI*, *qualifiedName*)

名前空間を伴う新たな属性ノードを生成して返します。*tagName* には接頭辞 (prefix) があってもかまいません。このメソッドは属性ノードを特定の要素に関連づけることはしません。新たに生成された属性インスタンスを使うには、適切な Element オブジェクトの setAttributeNode() を使わなければなりません。

Document.**getElementsByTagName**(*tagName*)

全ての下位要素 (直接の子要素、子要素の子要素等) から特定の要素型名を持つものを検索します。

Document.**getElementsByTagNameNS**(*namespaceURI*, *localName*)

全ての下位要素 (直接の子要素、子要素の子要素等) から特定の名前空間 URI とローカル名 (local name) を持つものを検索します。ローカル名は名前空間における接頭辞以降の部分です。

Element オブジェクト

Element は Node のサブクラスです。このため Node クラスの全ての属性を継承します。

Element.**tagName**

要素型名です。名前空間使用の文書では、要素型名中にコロンがあるかもしれません。値は文字列です。

Element.**getElementsByTagName**(*tagName*)

Document クラス内における同名のメソッドと同じです。

Element.**getElementsByTagNameNS**(*namespaceURI*, *localName*)

Document クラス内における同名のメソッドと同じです。

Element.**hasAttribute**(*name*)

指定要素に *name* で渡した名前の属性が存在していれば True を返します。

Element.**hasAttributeNS**(*namespaceURI*, *localName*)

指定要素に *namespaceURI* と *localName* で指定した名前の属性が存在していれば True を返します。

Element.**getAttribute**(*name*)

name で指定した属性の値を文字列として返します。もし、属性が存在しない、もしくは属性に値が設定されていない場合、空の文字列が返されます。

Element.**getAttributeNode**(*attrname*)

attrname で指定された属性の Attr ノードを返します。

Element.**getAttributeNS**(*namespaceURI*, *localName*)

namespaceURI と *localName* によって指定した属性の値を文字列として返します。もし、属性が存在しない、もしくは属性に値が設定されていない場合、空の文字列が返されます。

Element.**getAttributeNodeNS**(*namespaceURI*, *localName*)

指定した *namespaceURI* および *localName* を持つ属性値をノードとして返します。

Element.**removeAttribute**(*name*)

名前で指定された属性を削除します。該当する属性がない場合、*NotFoundErr* が送出されます。

Element.**removeAttributeNode**(*oldAttr*)

oldAttr が属性リストにある場合、削除して返します。*oldAttr* が存在しない場合、*NotFoundErr* が送出されます。

Element.**removeAttributeNS**(*namespaceURI*, *localName*)

名前で指定された属性を削除します。このメソッドは *qname* ではなく *localName* を使うので注意してください。該当する属性がなくても例外は送出されません。

Element.**setAttribute**(*name*, *value*)

文字列を使って属性値を設定します。

Element.**setAttributeNode**(*newAttr*)

新たな属性ノードを要素に追加します。name 属性が既存の属性に一致した場合、必要に応じて属性を置換します。置換が行われると古い属性ノードが返されます。*newAttr* がすでに使われていれば、*InuseAttributeErr* が送出されます。

Element.**setAttributeNodeNS**(*newAttr*)

新たな属性ノードを要素に追加します。namespaceURI および localName 属性が既存の属性に一致した場合、必要に応じて属性を置き換えます。置換が生じると、古い属性ノードが返されます。*newAttr* がすでに使われていれば、*InuseAttributeErr* が送出されます。

Element.**setAttributeNS**(*namespaceURI*, *qname*, *value*)

指定された *namespaceURI* および *qname* で与えられた属性の値を文字列で設定します。qname は属性の完全な名前であり、この点が上記のメソッドと違うので注意してください。

Attr オブジェクト

Attr は Node を継承しており、全ての属性を継承しています。

Attr.**name**

要素型名です。名前空間使用の文書では、要素型名中にコロンが含まれるかもしれません。

Attr.**localName**

名前にコロンがあればコロン以降の部分に、なければ名前全体になります。

Attr.**prefix**

名前にコロンがあればコロン以前の部分に、なければ空文字列になります。

Attr.**value**

その要素の text value. これは nodeValue 属性の別名です。

NamedNodeMap Objects

NamedNodeMap は Node を継承して **いません** 。

NamedNodeMap.**length**

属性リストの長さです。

NamedNodeMap.**item**(*index*)

特定のインデクスを持つ属性を返します。属性の並び方は任意ですが、DOM 文書が生成されている間は一定になります。各要素は属性ノードです。属性値はノードの value 属性で取得してください。

このクラスをよりマップ型的な動作ができるようにする実験的なメソッドもあります。そうしたメソッドを使うこともできますし、Element オブジェクトに対して、標準化された getAttribute*() ファミリのメソッドを使うこともできます。

Comment オブジェクト

Comment は XML 文書中のコメントを表現します。Comment は Node のサブクラスですが、子ノードを持つことはありません。

Comment.**data**

文字列によるコメントの内容です。この属性には、コメントの先頭にある <!- - と末尾にある - -> 間の全ての文字が入っていますが、<!- - と - -> 自体は含みません。

Text オブジェクトおよび CDATASection オブジェクト

Text インターフェースは XML 文書内のテキストを表現します。パーザおよび DOM 実装が DOM の XML 拡張をサポートしている場合、CDATA でマークされた区域 (section) に入れられている部分テキストは CDATASection オブジェクトに記憶されます。これら二つのインターフェースは同一のものですが、nodeType 属性が異なります。

これらのインターフェースは Node インターフェースを拡張したものです。しかし子ノードを持つことはできません。

Text.**data**

文字列によるテキストノードの内容です。

注釈: CDATASection ノードの利用は、ノードが完全な CDATA マーク区域を表現するという意味ではなく、ノードの内容が CDATA 区域の一部であるということを意味するだけです。単一の CDATA セクションは文書ツリー内で複数のノードとして表現されることがあります。二つの隣接する CDATASection ノードが、異なる CDATA マーク区域かどうかを決定する方法はありません。

ProcessingInstruction オブジェクト

XML 文書内の処理命令を表現します; Node インターフェースを継承していますが、子ノードを持つことはできません。

ProcessingInstruction.**target**

最初の空白文字までの処理命令の内容です。読み出し専用の属性です。

ProcessingInstruction.**data**

最初の空白文字以降の処理命令の内容です。

例外

DOM レベル 2 勧告では、単一の例外 *DOMException* と、どの種のエラーが発生したかをアプリケーションが決定できるようにする多くの定数を定義しています。*DOMException* インスタンスは、特定の例外に関する適切な値を提供する *code* 属性を伴っています。

Python DOM インターフェースでは、上記の定数を提供していますが、同時に一連の例外を拡張して、DOM で定義されている各例外コードに対して特定の例外が存在するようにしています。DOM の実装では、適切な特定の例外を送出しなければならず、各例外は *code* 属性に対応する適切な値を伴わなければなりません。

exception xml.dom.**DOMException**

全ての特定の DOM 例外で使われている基底例外クラスです。この例外クラスを直接インスタンス化することはできません。

exception xml.dom.**DomstringSizeErr**

指定された範囲のテキストが文字列に収まらない場合に送出されます。この例外は Python の DOM 実装で使われるかどうかは判っていませんが、Python で書かれていない DOM 実装から送出される場合があります。

exception xml.dom.**HierarchyRequestErr**

挿入できない型のノードを挿入しようと試みたときに送出されます。

exception xml.dom.**IndexSizeErr**

メソッドに与えたインデクスやサイズパラメタが負の値や許容範囲の値を超えた際に送出されます。

exception xml.dom.**InuseAttributeErr**

文書中にすでに存在する Attr ノードを挿入しようと試みた際に送出されます。

exception xml.dom.**InvalidAccessErr**

パラメタまたは操作が根底にあるオブジェクトでサポートされていない場合に送出されます。

exception xml.dom.**InvalidCharacterErr**

この例外は、文字列パラメタが、現在使われているコンテキストで XML 1.0 勧告によって許可されてい

ない場合に送出されます。例えば、要素型に空白の入った Element ノードを生成しようとすると、このエラーが送出されます。

exception xml.dom.InvalidModificationErr

ノードの型を変更しようと試みた際に送出されます。

exception xml.dom.InvalidStateErr

定義されていないオブジェクトや、もはや利用できなくなったオブジェクトを使おうと試みた際に送出されます。

exception xml.dom.NamespaceErr

Namespaces in XML に照らして許可されていない方法でオブジェクトを変更しようと試みた場合、この例外が送出されます。

exception xml.dom.NotFoundErr

参照しているコンテキスト中に目的のノードが存在しない場合に送出される例外です。例えば、NamedNodeMap.removeNamedItem() は渡されたノードがノードマップ中に存在しない場合にこの例外を送出します。

exception xml.dom.NotSupportedErr

要求された方のオブジェクトや操作が実装でサポートされていない場合に送出されます。

exception xml.dom.NoDataAllowedErr

データ属性をサポートしないノードにデータを指定した際に送出されます。

exception xml.dom.NoModificationAllowedErr

オブジェクトに対して (読み出し専用ノードに対する修正のように) 許可されていない修正を行おうと試みた際に送出されます。

exception xml.dom.SyntaxErr

無効または不正な文字列が指定された際に送出されます。

exception xml.dom.WrongDocumentErr

ノードが現在属している文書と異なる文書に挿入され、かつある文書から別の文書へのノードの移行が実装でサポートされていない場合に送出されます。

DOM 勧告で定義されている例外コードは、以下のテーブルに従って上記の例外と対応付けられます:

定数	例外
DOMSTRING_SIZE_ERR	*DomstringSizeErr*
HIERARCHY_REQUEST_ERR	*HierarchyRequestErr*
INDEX_SIZE_ERR	*IndexSizeErr*
INUSE_ATTRIBUTE_ERR	*InuseAttributeErr*
INVALID_ACCESS_ERR	*InvalidAccessErr*
INVALID_CHARACTER_ERR	*InvalidCharacterErr*
INVALID_MODIFICATION_ERR	*InvalidModificationErr*
INVALID_STATE_ERR	*InvalidStateErr*
NAMESPACE_ERR	*NamespaceErr*
NOT_FOUND_ERR	*NotFoundErr*
NOT_SUPPORTED_ERR	*NotSupportedErr*
NO_DATA_ALLOWED_ERR	*NoDataAllowedErr*
NO_MODIFICATION_ALLOWED_ERR	*NoModificationAllowedErr*
SYNTAX_ERR	*SyntaxErr*
WRONG_DOCUMENT_ERR	*WrongDocumentErr*

20.6.3 適合性

この節では適合性に関する要求と、Python DOM API、W3C DOM 勧告、および OMG IDL の Python API への対応付けとの間の関係について述べます。

型の対応付け

DOM 仕様で使われている IDL 型は、以下のテーブルに従って Python の型に対応付けられています。

IDL 型	Python の型
boolean	bool または int
int	int
long int	int
unsigned int	int
DOMString	str または bytes
null	None

アクセサメソッド

OMG IDL から Python への対応付けは、IDL `attribute` 宣言へのアクセサ関数の定義を、Java による対応付けが行うのとほとんど同じように行います。IDL 宣言の対応付け

```
readonly attribute string someValue;
         attribute string anotherValue;
```

は、三つのアクセサ関数: `someValue` に対する "get" メソッド (`_get_someValue()`)、そして `anotherValue` に対する "get" および "set" メソッド (`_get_anotherValue()` および `_set_anotherValue()`) を生成します。とりわけ、対応付けでは、IDL 属性が通常の Python 属性としてアクセス可能であることは必須ではありません: `object.someValue` が動作することは必須 **ではなく** 、*AttributeError* を送出してもかまいません。

しかしながら、Python DOM API では、通常の属性アクセスが動作することが必須です。これは、Python IDL コンパイラによって生成された典型的な代用物はまず動作することはなく、DOM オブジェクトが CORBA を介してアクセスされる場合には、クライアント上でラッパーオブジェクトが必要であることを意味します。CORBA DOM クライアントでは他にもいくつか考慮すべきことがある一方で、Python から CORBA を介して DOM を使った経験を持つ実装者はこのことを問題視していません。`readonly` であると宣言された属性は、全ての DOM 実装で書き込みアクセスを制限しているとは限りません。

Python DOM API では、アクセサ関数は必須ではありません。アクセサ関数が提供された場合、Python IDL 対応付けによって定義された形式をとらなければなりませんが、属性は Python から直接アクセスすることができるので、それらのメソッドは必須ではないと考えられます。`readonly` であると宣言された属性に対しては、"set" アクセサを提供してはなりません。

この IDL での定義は W3C DOM API の全ての要件を実装しているわけではありません。例えば、一部のオブジェクトの概念や `getElementsByTagName()` が "live" であることなどです。Python DOM API はこれらの要件を実装することを強制しません。

20.7 `xml.dom.minidom` --- 最小限の DOM の実装

ソースコード: Lib/xml/dom/minidom.py

---

xml.dom.minidom は、Document Object Model インターフェースの最小の実装です。他言語の実装と似た API を持ちます。このモジュールは、完全な DOM に比べて単純で、非常に小さくなるように意図されています。DOM について既に熟知しているユーザを除き、XML 処理には代わりに *xml.etree.ElementTree* モジュールを使うことを検討すべきです。

> **警告:** *xml.dom.minidom* モジュールは悪意を持って作成されたデータに対して安全ではありません。信頼できないデータや認証されていないデータをパースする必要がある場合は *XML* **の脆弱性** を参照してください。

DOM アプリケーションは通常、XML を DOM に解析 (parse) することで開始します。*xml.dom.minidom* では、以下のような解析用の関数を介して行います:

```
from xml.dom.minidom import parse, parseString

dom1 = parse('c:\\temp\\mydata.xml')  # parse an XML file by name

datasource = open('c:\\temp\\mydata.xml')
dom2 = parse(datasource)  # parse an open file

dom3 = parseString('<myxml>Some data<empty/> some more data</myxml>')
```

parse() 関数はファイル名か、開かれたファイルオブジェクトを引数にとることができます。

xml.dom.minidom.**parse**(*filename_or_file*, *parser=None*, *bufsize=None*)

与えられた入力から Document を返します。*filename_or_file* はファイル名でもファイルオブジェクトでもかまいません。*parser* を指定する場合、SAX2 パーザオブジェクトでなければなりません。この関数はパーザの文書ハンドラを変更し、名前空間サポートを有効にします; (エンティティリゾルバ (entity resolver) のような) 他のパーザ設定は前もっておこなわなければなりません。

XML データを文字列で持っている場合、*parseString()* を代わりに使うことができます:

xml.dom.minidom.**parseString**(*string*, *parser=None*)

string を表わす Document を返します。このメソッドは、文字列に対する *io.StringIO* オブジェクトを作成し、それを *parse()* に渡します。

これらの関数は両方とも、文書の内容を表現する Document オブジェクトを返します。

parse() や *parseString()* といった関数が行うのは、XML パーザを、何らかの SAX パーザからくる解析イベント (parse event) を受け取って DOM ツリーに変換できるような "DOM ビルダ (DOM builder)" に結合することです。関数は誤解を招くような名前になっているかもしれませんが、インターフェースについて学んでいるときには理解しやすいでしょう。文書の解析はこれらの関数が戻るより前に完結します; 要するに、これらの関数自体はパーザ実装を提供しないということです。

"DOM 実装" オブジェクトのメソッドを呼び出して Document を生成することもできます。このオブジェクトは、*xml.dom* パッケージ、または *xml.dom.minidom* モジュールの getDOMImplementation() 関数を呼び出して取得できます。Document を取得したら、DOM を構成するために子ノードを追加していくことができます:

```
from xml.dom.minidom import getDOMImplementation

impl = getDOMImplementation()

newdoc = impl.createDocument(None, "some_tag", None)
top_element = newdoc.documentElement
text = newdoc.createTextNode('Some textual content.')
top_element.appendChild(text)
```

DOM 文書オブジェクトを手にしたら、XML 文書のプロパティやメソッドを使って、文書の一部にアクセスすることができます。これらのプロパティは DOM 仕様で定義されています。文書オブジェクトの主要なプロパティは documentElement プロパティです。このプロパティは XML 文書の主要な要素、つまり他の全ての要素を保持する要素を与えます。以下にプログラム例を示します。

```
dom3 = parseString("<myxml>Some data</myxml>")
assert dom3.documentElement.tagName == "myxml"
```

DOM ツリーを使い終えたとき、unlink() メソッドを呼び出して不要になったオブジェクトが早く片付けられるように働きかけることができます。unlink() は、DOM API に対する *xml.dom.minidom* 特有の拡張で、ノードとその下位ノードを本質的に無意味なものとします。このメソッドを呼び出さなくても、Python のガベージコレクタがいつかはツリーのオブジェクトを後片付けします。

参考:

Document Object Model (DOM) Level 1 Specification
: *xml.dom.minidom* でサポートされている W3C の DOM に関する勧告。

20.7.1 DOM オブジェクト

Python の DOM API 定義は *xml.dom* モジュールドキュメントの一部として与えられています。この節では、*xml.dom* の API と *xml.dom.minidom* との違いについて列挙します。

Node.**unlink**()
: DOM との内部的な参照を破壊して、循環参照ガベージコレクションを持たないバージョンの Python でもガベージコレクションされるようにします。循環参照ガベージコレクションが利用できる場合でも、このメソッドを使えば大量のメモリをすぐに使えるようにできるため、不要になったらすぐに DOM オブジェクトに対してこのメソッドを呼ぶのが良い習慣です。このメソッドは Document オブジェクトに対して呼び出すだけでよいのですが、あるノードの子ノードを破棄するために子ノードに対して呼び出してもかまいません。

  with ステートメントを使用することで、このメソッドを明示的に呼ばないようにできます。with ブロックから出る時に自動的に次のコードが *dom* を unlink します:

  ```
  with xml.dom.minidom.parse(datasource) as dom:
      ... # Work with dom.
  ```

Node.**writexml**(*writer*, *indent=''*, *addindent=''*, *newl=''*, *encoding=None*, *standalone=None*)
: XML を *writer* オブジェクトに書き込みます。*writer* は入力としてテキストは受け付けますが、バイト列は受け付けません。*writer* はファイルオブジェクトインターフェースの write() に該当するメソッドを持たなければなりません。*indent* 引数には現在のノードのインデントを指定します。*addindent* 引数には現在のノードの下にサブノードを追加する際のインデント増分を指定します。*newl* には、改行時に行末を終端する文字列を指定します。

Document ノードでは、追加のキーワード引数 *encoding* を使って XML ヘッダの encoding フィールドを指定することができます。

同様に、*standalone* 引数を明示的に指定すると、スタンドアロン文書宣言が XML のプロローグに追加されます。値が True の場合、standalone="yes" が追加され、それ以外の場合 "no" が設定されます。引数を指定しない場合は文書から宣言が省略されます。

バージョン 3.8 で変更: *writexml()* メソッドはユーザーが指定した属性の順序を保持するようになりました。

バージョン 3.9 で変更: *standalone* パラメータが追加されました。

Node.**toxml**(*encoding=None*, *standalone=None*)

DOM ノードによって表わされる XML を含んだ文字列またはバイト文字列を返します。

明示的に *encoding*[*1] 引数を渡すと、結果は指定されたエンコードのバイト文字列になります。*encoding* 引数なしだと、結果は unicode 文字列です。また、結果として生じる文字列の中の XML 宣言はエンコーディングを指定しません。XML のデフォルトエンコーディングは UTF-8 なので、この文字列を UTF-8 以外でエンコードすることはおそらく正しくありません。

standalone 引数は *writexml()* と全く同じ動作をします。

バージョン 3.8 で変更: *toxml()* メソッドはユーザーが指定した属性の順序を保持するようになりました。

バージョン 3.9 で変更: *standalone* パラメータが追加されました。

Node.**toprettyxml**(*indent='\t'*, *newl='\n'*, *encoding=None*, *standalone=None*)

文書の整形されたバージョンを返します。*indent* はインデントを行うための文字で、デフォルトはタブです; *newl* には行末で出力される文字列を指定し、デフォルトは \n です。

encoding 引数は *toxml()* の対応する引数と同様に振る舞います。

standalone 引数は *writexml()* と全く同じ動作をします。

バージョン 3.8 で変更: *toprettyxml()* メソッドはユーザーが指定した属性の順序を保持するようになりました。

バージョン 3.9 で変更: *standalone* パラメータが追加されました。

[*1] XML 出力に含まれるエンコード名は適切な規格に従っていなければなりません。例えば "UTF-8" は有効ですが、"UTF8" は XML 文書の宣言では有効ではありません。後者はエンコード名として Python に認められるとしてもです。https://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/#NT-EncodingDecl と https://www.iana.org/assignments/character-sets/character-sets.xhtml を参照してください。

20.7.2 DOM の例

以下のプログラム例は、単純なプログラムのかなり現実的な例です。特にこの例に関しては、DOM の柔軟性をあまり活用してはいません。

```
import xml.dom.minidom

document = """\
<slideshow>
<title>Demo slideshow</title>
<slide><title>Slide title</title>
<point>This is a demo</point>
<point>Of a program for processing slides</point>
</slide>

<slide><title>Another demo slide</title>
<point>It is important</point>
<point>To have more than</point>
<point>one slide</point>
</slide>
</slideshow>
"""

dom = xml.dom.minidom.parseString(document)

def getText(nodelist):
    rc = []
    for node in nodelist:
        if node.nodeType == node.TEXT_NODE:
            rc.append(node.data)
    return ''.join(rc)

def handleSlideshow(slideshow):
    print("<html>")
    handleSlideshowTitle(slideshow.getElementsByTagName("title")[0])
    slides = slideshow.getElementsByTagName("slide")
    handleToc(slides)
    handleSlides(slides)
    print("</html>")

def handleSlides(slides):
    for slide in slides:
        handleSlide(slide)

def handleSlide(slide):
    handleSlideTitle(slide.getElementsByTagName("title")[0])
    handlePoints(slide.getElementsByTagName("point"))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
def handleSlideshowTitle(title):
    print(f"<title>{getText(title.childNodes)}</title>")

def handleSlideTitle(title):
    print(f"<h2>{getText(title.childNodes)}</h2>")

def handlePoints(points):
    print("<ul>")
    for point in points:
        handlePoint(point)
    print("</ul>")

def handlePoint(point):
    print(f"<li>{getText(point.childNodes)}</li>")

def handleToc(slides):
    for slide in slides:
        title = slide.getElementsByTagName("title")[0]
        print(f"<p>{getText(title.childNodes)}</p>")

handleSlideshow(dom)
```

20.7.3 minidom と DOM 標準

xml.dom.minidom モジュールは、本質的には DOM 1.0 互換の DOM に、いくつかの DOM 2 機能 (主に名前空間機能) を追加したものです。

Python における DOM インターフェースは率直なものです。以下の対応付け規則が適用されます:

- インターフェースはインスタンスオブジェクトを介してアクセスされます。アプリケーション自身から、クラスをインスタンス化してはなりません; `Document` オブジェクト上で利用可能な生成関数 (creator function) を使わなければなりません。派生インターフェースでは基底インターフェースの全ての演算 (および属性) に加え、新たな演算をサポートします。
- 演算はメソッドとして使われます。DOM では `in` パラメタのみを使うので、引数は通常の順番 (左から右へ) で渡されます。オプション引数はありません。`void` 演算は `None` を返します。
- IDL 属性はインスタンス属性に対応付けられます。OMG IDL 言語における Python への対応付けとの互換性のために、属性 `foo` はアクセサメソッド `_get_foo()` および `_set_foo()` でもアクセスできます。`readonly` 属性は変更してはなりません; とはいえ、これは実行時には強制されません。
- `short int` 、`unsigned int` 、`unsigned long long` 、および `boolean` 型は、全て Python 整数オブジェクトに対応付けられます。
- `DOMString` 型は Python 文字列型に対応付けられます。*xml.dom.minidom* ではバイト列か文字列のどち

らかに対応づけられますが、通常文字列を生成します。DOMString 型の値は、W3C の DOM 仕様で、IDL null 値になってもよいとされている場所では None になることもあります。

- const 宣言を行うと、(xml.dom.minidom.Node.PROCESSING_INSTRUCTION_NODE のように) 対応するスコープ内の変数に対応付けを行います; これらは変更してはなりません。
- DOMException は現状では *xml.dom.minidom* でサポートされていません。その代わり、*xml.dom.minidom* は、*TypeError* や *AttributeError* といった標準の Python 例外を使います。
- NodeList オブジェクトは Python の組み込みのリスト型を使って実装されています。これらのオブジェクトは DOM 仕様で定義されたインターフェースを提供していますが、以前のバージョンの Python では、公式の API をサポートしていません。しかしながら、これらの API は W3C 勧告で定義されたインターフェースよりも "Python 的な" ものになっています。

以下のインターフェースは *xml.dom.minidom* では全く実装されていません:

- DOMTimeStamp
- EntityReference

これらの大部分は、ほとんどの DOM のユーザにとって一般的な用途として有用とはならないような XML 文書内の情報を反映しています。

脚注

20.8 xml.dom.pulldom --- 部分的な DOM ツリー構築のサポート

Source code: Lib/xml/dom/pulldom.py

---

xml.dom.pulldom モジュールは "プルパーザ" を提供します。プルパーザは必要に応じて文書の DOM アクセス可能な断片を生成することができます。基本概念は、入力 XML のストリームから "イベント" を取り出し (pull し) て処理することです。SAX とは、コールバックつきのイベント駆動処理モデルを採用しているという点で同様ですが、SAX とは対照的に、プルパーザの使用者には処理が完了するかエラー状態が発生するまで、明示的にストリームからイベントを取り出し、イベントに対しループを回す責任があります。

> **警告:** *xml.dom.pulldom* モジュールは悪意を持って作成されたデータに対して安全ではありません。信頼できないデータや認証されていないデータをパースする必要がある場合は *XML* **の脆弱性** を参照してください。

バージョン 3.7.1 で変更: SAX パーサーは、デフォルトでセキュリティーを向上させるために、一般的な外部エンティティーをデフォルトでは処理しなくなりました。外部エンティティの処理を有効にするには、次の場所にカスタムパーサーインスタンスを渡します:

```
from xml.dom.pulldom import parse
from xml.sax import make_parser
from xml.sax.handler import feature_external_ges

parser = make_parser()
parser.setFeature(feature_external_ges, True)
parse(filename, parser=parser)
```

以下はプログラム例です:

```
from xml.dom import pulldom

doc = pulldom.parse('sales_items.xml')
for event, node in doc:
    if event == pulldom.START_ELEMENT and node.tagName == 'item':
        if int(node.getAttribute('price')) > 50:
            doc.expandNode(node)
            print(node.toxml())
```

event は定数で以下の内の一つです:

- START_ELEMENT
- END_ELEMENT
- COMMENT
- START_DOCUMENT
- END_DOCUMENT
- CHARACTERS
- PROCESSING_INSTRUCTION
- IGNORABLE_WHITESPACE

node は型 xml.dom.minidom.Document、xml.dom.minidom.Element または xml.dom.minidom.Text のオブジェクトです。

文書はイベントの **フラットな** 流れとして扱われるため、文書の ” 木” は暗黙のうちに全て読み込まれ、目的の要素は木の中の深さに依らずに見つけられます。つまり、文書ノードの再帰的な検索のような階層的な問題を考える必要はありません。しかしながら要素の前後関係が重要な場合は、前後関係の状態を維持する (すなわち文章中の任意の点の場所を記憶する) か、*DOMEventStream.expandNode()* メソッドを使用して DOM 関連の処理に切り替える必要があります。

class xml.dom.pulldom.**PullDom**(*documentFactory=None*)

xml.sax.handler.ContentHandler のサブクラスです。

class xml.dom.pulldom.**SAX2DOM**(*documentFactory=None*)

xml.sax.handler.ContentHandler のサブクラスです。

xml.dom.pulldom.**parse**(*stream_or_string*, *parser=None*, *bufsize=None*)

与えられた入力から *DOMEventStream* を返します。*stream_or_string* はファイル名かファイル様オブジェクトのいずれかです。*parser* は、与えれた場合、*XMLReader* オブジェクトでなければなりません。この関数はパーザの文書ハンドラを変えて名前空間のサポートを有効にします。パーザの他の設定 (例えばエンティティリゾルバ) は前もってしておかなければなりません。

XML データを文字列で持っている場合、*parseString()* を代わりに使うことができます:

xml.dom.pulldom.**parseString**(*string*, *parser=None*)

(ユニコード) *string* を表す *DOMEventStream* を返します。

xml.dom.pulldom.**default_bufsize**

parse() の *bufsize* パラメタのデフォルト値です。

この変数の値は *parse()* を呼び出す前に変更することができます。その場合、その新しい値が有効になります。

20.8.1 DOMEventStream オブジェクト

class xml.dom.pulldom.**DOMEventStream**(*stream*, *parser*, *bufsize*)

バージョン 3.11 で変更: `__getitem__()` メソッドのサポートは削除されました。

getEvent()

event が `START_DOCUMENT` の場合は *event* と `xml.dom.minidom.Document` としての現在の *node* からなるタプルを、`START_ELEMENT` か `END_ELEMENT` の場合は `xml.dom.minidom.Element` を、`CHARACTERS` の場合は `xml.dom.minidom.Text` を返します。*expandNode()* が呼ばれない限り、現在のノードは子ノードの情報を持ちません。

expandNode(*node*)

node の全子ノードを *node* に展開します。例:

```
from xml.dom import pulldom

xml = '<html><title>Foo</title> <p>Some text <div>and more</div></p> </html>'
doc = pulldom.parseString(xml)
for event, node in doc:
    if event == pulldom.START_ELEMENT and node.tagName == 'p':
        # Following statement only prints '<p/>'
        print(node.toxml())
        doc.expandNode(node)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        # Following statement prints node with all its children '<p>Some text <div>and
↪more</div></p>'
        print(node.toxml())
```

reset()

20.9 xml.sax --- SAX2 バーサーのサポート

ソースコード: Lib/xml/sax/__init__.py

---

xml.sax パッケージは Python 用の Simple API for XML (SAX) インターフェースを実装した数多くのモジュールを提供しています。またパッケージには SAX 例外と SAX API 利用者が頻繁に利用するであろう有用な関数群も含まれています。

> **警告:** *xml.sax* モジュールは悪意を持って作成されたデータに対して安全ではありません。信頼できないデータや認証されていないデータをパースする必要がある場合は *XML* **の脆弱性** を参照してください。

バージョン 3.7.1 で変更: SAX パーサーは、セキュリティーを向上させるために、デフォルトで一般的な外部エンティティーを処理しなくなりました。以前は、パーサーは、DTD およびエンティティ用にファイルシステムからリモートファイルまたはロードされたローカルファイルをフェッチするためのネットワーク接続を作成していました。この機能は parser オブジェクトと (実) 引数 *feature_external_ges* の *setFeature()* メソッドで再度有効にすることができます。

その関数群は以下の通りです:

xml.sax.**make_parser**(*parser_list=[]*)

SAX *XMLReader* オブジェクトを生成し、返します。最初に見つかったパーサーが使用されます。*parser_list* を与える場合、それは `create_parser()` という名前の関数をもつモジュール名のイテラブルでなければなりません。*parser_list* に列挙されているモジュールは、パーサーのデフォルトリストにあるモジュールよりも先に使われます。

バージョン 3.8 で変更: *parser_list* 引数はリストだけでなく、イテラブルでもよくなりました。

xml.sax.**parse**(*filename_or_stream*, *handler*, *error_handler=handler.ErrorHandler()*)

SAX パーサを生成し、そのパーサをドキュメントの解析に使用します。*filename_or_stream* として与えられるドキュメントは、ファイル名でもファイルオブジェクトでもかまいません。*handler* 引数は SAX *ContentHandler* のインスタントである必要があります。*error_handler* が与えられる場合は、SAX *ErrorHandler* のインスタンスである必要があります。この引数を省略した場合、全ての例外に対して

SAXParseException が発生します。戻り値はありません。すべての操作は渡される *handler* によって行われなければなりません。

xml.sax.**parseString**(*string*, *handler*, *error_handler=handler.ErrorHandler()*)

parse() と同様ですが、こちらは引数で受け取ったバッファ *string* をパースします。*string* は *str* インスタンスか *bytes-like object* でなければなりません。

バージョン 3.5 で変更: *str* インスタンスがサポートされました。

典型的な SAX アプリケーションでは 3 種類のオブジェクト (リーダ、ハンドラ、入力元) が用いられます。ここで言うリーダとはパーサを指しています。つまり、入力元からバイト列または文字列を読み込み、一連のイベントを発生させるコード片のことです。発生したイベントはハンドラ・オブジェクトに割り振られます。言い換えると、リーダがハンドラのメソッドを呼び出すわけです。つまり、SAX アプリケーションは、リーダ・オブジェクトを作成し、入力元のオブジェクトを作成するか開き、ハンドラ・オブジェクトを作成し、これら 3 つのオブジェクトを連携させる必要があります。準備の最終段階では、リーダが呼び出され、入力をパースします。パース中には、入力データからの構造イベントや構文イベントに基づいて、ハンドラ・オブジェクトのメソッドが呼び出されます。

これらのオブジェクトでは、インターフェースだけが関係します。通常、これらはアプリケーション自体によってはインスタンス化されません。Python は明示的なインターフェースの概念を持たないので、インターフェースはクラスとして導入されました。しかし、アプリケーションは、提供されたクラスを継承せずに実装してもかまいません。インターフェース *InputSource*, *Locator*, Attributes, AttributesNS, *XMLReader* はモジュール *xml.sax.xmlreader* で定義されています。ハンドラインターフェースは *xml.sax.handler* で定義されています。利便性のため、*InputSource* (よく直接インスタンス化されるクラス) とハンドラクラスは *xml.sax* からもアクセスできます。これらのインターフェースについて下記で説明します。

このほかに *xml.sax* は次の例外クラスも提供しています。

exception xml.sax.**SAXException**(*msg*, *exception=None*)

XML エラーと警告をカプセル化します。このクラスには XML パーサとアプリケーションで発生するエラーおよび警告の基本的な情報を持たせることができます。また機能追加や地域化のためにサブクラス化することも可能です。なお *ErrorHandler* で定義されているハンドラがこの例外のインスタンスを受け取ることに注意してください。実際に例外を発生させることは必須でなく、情報のコンテナとして利用されることもあるからです。

インスタンスを作成する際 *msg* はエラー内容を示す可読データにしてください。オプションの *exception* 引数は None にするか、パース用コードで捕捉されて情報として渡される例外にしてください。

このクラスは SAX 例外の基底クラスになります。

exception xml.sax.**SAXParseException**(*msg*, *exception*, *locator*)

パースエラー時に発生する *SAXException* のサブクラスです。パースエラーに関する情報として、このクラスのインスタンスが SAX *ErrorHandler* インターフェースのメソッドに渡されます。このクラスは *SAXException* 同様 SAX *Locator* インターフェースもサポートしています。

exception xml.sax.**SAXNotRecognizedException**(*msg*, *exception=None*)

SAX *XMLReader* が認識できない機能やプロパティに遭遇したとき発生させる *SAXException* のサブクラスです。SAX アプリケーションや拡張モジュールにおいて同様の目的にこのクラスを利用することもできます。

exception xml.sax.**SAXNotSupportedException**(*msg*, *exception=None*)

SAX *XMLReader* が要求された機能をサポートしていないとき発生させる *SAXException* のサブクラスです。SAX アプリケーションや拡張モジュールにおいて同様の目的にこのクラスを利用することもできます。

参考:

SAX: The Simple API for XML

SAX API 定義に関し中心となっているサイトです。Java による実装とオンライン・ドキュメントが提供されています。実装と SAX API の歴史に関する情報のリンクも掲載されています。

xml.sax.handler **モジュール** ア

プリケーションが提供するオブジェクトのインターフェース定義。

xml.sax.saxutils **モジュール**

SAX アプリケーション向けの有用な関数群。

xml.sax.xmlreader **モジュール**

パーサが提供するオブジェクトのインターフェース定義。

20.9.1 SAXException オブジェクト

SAXException 例外クラスは以下のメソッドをサポートしています:

SAXException.**getMessage**()

エラー状態を示す可読メッセージを返します。

SAXException.**getException**()

カプセル化した例外オブジェクトまたは None を返します。

20.10 xml.sax.handler --- SAX ハンドラーの基底クラス

ソースコード: Lib/xml/sax/handler.py

The SAX API defines five kinds of handlers: content handlers, DTD handlers, error handlers, entity resolvers and lexical handlers. Applications normally only need to implement those interfaces whose events they are interested in; they can implement the interfaces in a single object or in multiple objects. Handler

implementations should inherit from the base classes provided in the module *xml.sax.handler*, so that all methods get default implementations.

class xml.sax.handler.ContentHandler

アプリケーションにとって最も重要なメインの SAX コールバック・インターフェースです。このインターフェースで発生するイベントの順序はドキュメント内の情報の順序を反映しています。

class xml.sax.handler.DTDHandler

DTD イベントのハンドラです。

パースされていないエンティティや属性など、基本的なパースに必要な DTD イベントの指定だけを行うインターフェースです。

class xml.sax.handler.EntityResolver

エンティティ解決用の基本インターフェースです。このインターフェースを実装したオブジェクトを作成しパーサに登録することで、パーサはすべての外部エンティティを解決するメソッドを呼び出すようになります。

class xml.sax.handler.ErrorHandler

エラーや警告メッセージをアプリケーションに通知するためにパーサが使用するインターフェースです。このオブジェクトのメソッドが、エラーをただちに例外に変換するか、あるいは別の方法で処理するかの制御をしています。

class xml.sax.handler.LexicalHandler

Interface used by the parser to represent low frequency events which may not be of interest to many applications.

これらのクラスに加え、*xml.sax.handler* は機能やプロパティ名のシンボル定数を提供しています。

xml.sax.handler.feature_namespaces

値: `"http://xml.org/sax/features/namespaces"`

真: 名前空間を処理します。

偽: オプションで名前空間を処理しません (暗黙に名前空間接頭辞も無効にします; デフォルト)。

アクセス: (パース時) 読み込み専用; (パース時以外) 読み書き可

xml.sax.handler.feature_namespace_prefixes

値: `"http://xml.org/sax/features/namespace-prefixes"`

真: 名前空間宣言で用いられている元々の接頭辞付きの名前と属性を報告します。

偽: 名前空間宣言で用いられている属性を報告しません。オプションで元々の接頭辞付きの名前も報告しません (デフォルト)。

アクセス: (パース時) 読み込み専用; (パース時以外) 読み書き可

xml.sax.handler.**feature_string_interning**

値: "http://xml.org/sax/features/string-interning"

真: 全ての要素名、接頭辞、属性名、名前空間 URI、ローカル名を組込みの intern 関数を使ってシンボルに登録します。

偽: 名前を必ずしもシンボルに登録しませんが、されるかもしれません (デフォルト)。

アクセス: (パース時) 読み込み専用; (パース時以外) 読み書き可

xml.sax.handler.**feature_validation**

値: "http://xml.org/sax/features/validation"

真: 全ての妥当性検査エラーを報告します (外部一般エンティティと外部変数エンティティが暗示されます)。

偽: 妥当性検査エラーを報告しません。

アクセス: (パース時) 読み込み専用; (パース時以外) 読み書き可

xml.sax.handler.**feature_external_ges**

値: "http://xml.org/sax/features/external-general-entities"

真: 全ての外部一般 (テキスト) エンティティを取り込みます。

偽: 外部一般エンティティを取り込みません。

アクセス: (パース時) 読み込み専用; (パース時以外) 読み書き可

xml.sax.handler.**feature_external_pes**

値: "http://xml.org/sax/features/external-parameter-entities"

真: 外部 DTD サブセットを含む全ての外部変数エンティティを取り込みます。

偽: 外部 DTD サブセットであっても外部変数エンティティを取り込みません。

アクセス: (パース時) 読み込み専用; (パース時以外) 読み書き可

xml.sax.handler.**all_features**

全機能のリスト。

xml.sax.handler.**property_lexical_handler**

値: "http://xml.org/sax/properties/lexical-handler"

data type: xml.sax.handler.LexicalHandler (not supported in Python 2)

説明: コメントなど字句解析イベント用のオプション拡張ハンドラ。

アクセス: 読み書き可

xml.sax.handler.**property_declaration_handler**

値: "http://xml.org/sax/properties/declaration-handler"

データ型: xml.sax.sax2lib.DeclHandler (Python 2 では未サポート)

説明: 表記や未解析エンティティをのぞく DTD 関連イベント用のオプション拡張ハンドラ。

アクセス: 読み書き可

xml.sax.handler.property_dom_node

値: "http://xml.org/sax/properties/dom-node"

データ型: org.w3c.dom.Node (Python 2 では未サポート)

説明: パース時は DOM イテレータならば現在の DOM ノードです。非パース時はイテレートのルート DOM ノードです。

アクセス: (パース時) 読み込み専用; (パース時以外) 読み書き可

xml.sax.handler.property_xml_string

値: "http://xml.org/sax/properties/xml-string"

data type: Bytes

説明: 現在のイベントの元になったリテラル文字列。

アクセス: 読み出し専用

xml.sax.handler.all_properties

既知の全プロパティ名のリスト。

20.10.1 ContentHandler オブジェクト

ContentHandler はアプリケーション側でサブクラス化して利用することが前提になっています。パーサは入力ドキュメントのイベントにより、それぞれに対応する以下のメソッドを呼び出します:

ContentHandler.setDocumentLocator(*locator*)

アプリケーションにドキュメントイベントの発生位置を指すロケータを与えるためにパーサから呼び出されます。

SAX パーサによるロケータの提供は強く推奨されています (必須ではありません)。もし提供する場合は、DocumentHandler インターフェースのどのメソッドよりも先にこのメソッドが呼び出されるようにしなければなりません。

パーサがエラーを報告しない場合でも、ロケータによってアプリケーションは全てのドキュメント関連イベントの終了位置を知ることが出来ます。通常、アプリケーションは自身のエラー (例えば文字コンテンツがアプリケーションの規則に適合しない場合) を報告するためにこれを使用します。ロケータが返す情報は検索エンジンでの利用にはおそらく不充分です。

ロケータが正しい情報を返すのは、このインターフェースからイベントの呼出しが実行されている間だけです。それ以外のときは使用すべきでありません。

ContentHandler.**startDocument**()

ドキュメントの開始通知を受け取ります。

SAX パーサはこのインターフェースや DTDHandler のどのメソッド (*setDocumentLocator()* を除く) よりも先にこのメソッドを一度だけ呼び出します。

ContentHandler.**endDocument**()

ドキュメントの終了通知を受け取ります。

SAX パーサはこのメソッドを一度だけ呼び出します。パース中に呼び出す最後のメソッドです。パーサは (回復不能なエラーで) パース処理を中断するか、あるいは入力の最後に到達するまでこのメソッドを呼び出しません。

ContentHandler.**startPrefixMapping**(*prefix*, *uri*)

接頭辞と URI 名前空間の関連付けのスコープを開始します。

このイベントからの情報は名前空間処理に必須ではありません。SAX XML リーダは feature_namespaces 機能が有効な場合 (デフォルト)、要素と属性名の接頭辞を自動的に置換します。

しかしながら、接頭辞の自動展開を安全に行えないために、アプリケーションが文字データや属性値の中で接頭辞を使わなければならない場合があります。必要ならば *startPrefixMapping()* や *endPrefixMapping()* イベントはアプリケーションにコンテキスト自身の中で接頭辞を展開するための情報を提供します。

startPrefixMapping() と *endPrefixMapping()* イベントは相互に正しい入れ子関係になることが保証されていないので注意が必要です。すべての *startPrefixMapping()* は対応する *startElement()* の前に発生し、*endPrefixMapping()* イベントは対応する *endElement()* の後で発生しますが、その順序は保証されていません。

ContentHandler.**endPrefixMapping**(*prefix*)

接頭辞と URI の関連付けのスコープを終了します。

詳しくは *startPrefixMapping()* を参照してください。このイベントは常に対応する *endElement()* の後で発生しますが、複数の *endPrefixMapping()* イベントの順序は特に保証されません。

ContentHandler.**startElement**(*name*, *attrs*)

非名前空間モードでの要素の開始を通知します。

name 引数は要素型の生の XML 1.0 名を文字列として持ち、*attrs* 引数は要素の属性を持つ Attributes インターフェイス (*Attributes* **インターフェース** を参照) のオブジェクトを保持します。*attrs* ととして渡されたオブジェクトはパーサに再利用されるかもしれません。そのため、それへの参照を確保するのは属性のコピーを保持する確実な方法ではありません。属性のコピーを保持するには *attrs* 属性の *copy()* メソッドを使用してください。

ContentHandler.**endElement**(*name*)

非名前空間モードでの要素の終了を通知します。

name 引数は *startElement()* イベントとまったく同じ要素型名を持ちます。

ContentHandler.**startElementNS**(*name*, *qname*, *attrs*)

名前空間モードでの要素の開始を通知します。

name 引数は要素型の名前を (`uri`, `localname`) というタプルとして持ち、*qname* 引数は元の文書で使われている生の XML 1.0 名を持ち、要素の属性を持つ `AttributesNS` インターフェイス (*AttributesNS インターフェース* を参照) のインスタンスを保持します。名前空間が要素に関連付けられていない場合、*name* の *uri* 要素は `None` です。*attrs* ととして渡されたオブジェクトはパーサに再利用されるかもしれません。そのため、それへの参照を確保するのは属性のコピーを保持する確実な方法ではありません。属性のコピーを保持するには *attrs* 属性の *copy()* メソッドを使用してください。

`feature_namespace_prefixes` 機能が有効でなければ、パーサで *qname* を `None` に設定することも可能です。

ContentHandler.**endElementNS**(*name*, *qname*)

名前空間モードでの要素の終了を通知します。

name 引数は *startElementNS()* イベントとまったく同じ要素型を持ちます。*qname* 引数も同様です。

ContentHandler.**characters**(*content*)

文字データの通知を受け取ります。

パーサはこのメソッドを呼び出して文字データの各チャンクを報告します。SAX パーサは一連の文字データを単一のチャンクとして返す場合と複数のチャンクに分けて返す場合がありますが、ロケータの情報が正しく保たれるように、一つのイベントの文字データは常に同じ外部エンティティのものでなければなりません。

content は文字列、バイト列のどちらでもかまいませんが、`expat` リーダ・モジュールは常に文字列を生成するようになっています。

注釈: Python XML SIG が提供していた初期 SAX 1 では、このメソッドにもっと JAVA 風のインターフェースが用いられています。しかし Python で採用されている大半のパーサでは古いインターフェースを有効に使うことができないため、よりシンプルなものに変更されました。古いコードを新しいインターフェースに変更するには、古い *offset* と *length* パラメータでスライスせずに、*content* を指定するようにしてください。

ContentHandler.**ignorableWhitespace**(*whitespace*)

要素内容中の無視できる空白文字の通知を受け取ります。

妥当性検査を行うパーサはこのメソッドを使って、無視できる空白文字 (W3C XML 1.0 勧告の 2.10 節参照) の各チャンクを報告しなければなりません。妥当性検査をしないパーサもコンテンツモデルの利用とパースが可能な場合、このメソッドを利用することが可能です。

SAX パーサは連続する複数の空白文字を単一のチャンクとして返す場合と複数のチャンクに分けて返す場合があります。しかし、ロケータが有用な情報を提供できるように、単一のイベント中のすべての文字は同じ外部エンティティからのものでなければなりません。

ContentHandler.**processingInstruction**(*target*, *data*)

処理命令の通知を受け取ります。

パーサは処理命令が見つかるたびにこのメソッドを呼び出します。処理命令はメインのドキュメント要素の前や後にも発生することがあるので注意してください。

SAX パーサがこのメソッドを使って XML 宣言 (XML 1.0 のセクション 2.8) やテキスト宣言 (XML 1.0 のセクション 4.3.1) の通知をすることはありません。

ContentHandler.**skippedEntity**(*name*)

スキップしたエンティティの通知を受け取ります。

パーサはエンティティをスキップするたびにこのメソッドを呼び出します。妥当性検査をしないプロセッサは (外部 DTD サブセットで宣言されているなどの理由で) 宣言が見当たらないエンティティをスキップします。すべてのプロセッサは `feature_external_ges` および `feature_external_pes` 属性の値によっては外部エンティティをスキップすることがあります。

20.10.2 DTDHandler オブジェクト

DTDHandler インスタンスは以下のメソッドを提供します:

DTDHandler.**notationDecl**(*name*, *publicId*, *systemId*)

表記宣言イベントの通知を扱います。

DTDHandler.**unparsedEntityDecl**(*name*, *publicId*, *systemId*, *ndata*)

未パースのエンティティ宣言イベントの通知を扱います。

20.10.3 EntityResolver オブジェクト

EntityResolver.**resolveEntity**(*publicId*, *systemId*)

エンティティのシステム識別子を解決し、文字列として読み込んだシステム識別子あるいは InputSource オブジェクトのいずれかを返します。デフォルトの実装では *systemId* を返します。

20.10.4 ErrorHandler オブジェクト

Objects with this interface are used to receive error and warning information from the *XMLReader*. If you create an object that implements this interface, then register the object with your *XMLReader*, the parser will call the methods in your object to report all warnings and errors. There are three levels of errors available: warnings, (possibly) recoverable errors, and unrecoverable errors. All methods take a *SAXParseException* as the only parameter. Errors and warnings may be converted to an exception by raising the passed-in exception object.

ErrorHandler.**error**(*exception*)

パーサが回復可能なエラーに遭遇すると呼び出されます。このメソッドが例外を送出しない場合パースは継続されますが、アプリケーションは更なるドキュメント情報を期待すべきではありません。パーサの処理を継続を認めることで入力ドキュメント内の他のエラーを見つけることができます。

ErrorHandler.**fatalError**(*exception*)

パーサが回復不能なエラーに遭遇すると呼び出されます。このメソッドが return したとき、パースの停止が求められています。

ErrorHandler.**warning**(*exception*)

パーサが軽微な警告情報をアプリケーションに通知するときに呼び出されます。このメソッドが return したときはパースの継続が求められ、ドキュメント情報はアプリケーションに送り続けられます。このメソッドでの例外の送出はパースを終了します。

20.10.5 LexicalHandler Objects

Optional SAX2 handler for lexical events.

This handler is used to obtain lexical information about an XML document. Lexical information includes information describing the document encoding used and XML comments embedded in the document, as well as section boundaries for the DTD and for any CDATA sections. The lexical handlers are used in the same manner as content handlers.

Set the LexicalHandler of an XMLReader by using the setProperty method with the property identifier `'http://xml.org/sax/properties/lexical-handler'`.

LexicalHandler.**comment**(*content*)

Reports a comment anywhere in the document (including the DTD and outside the document element).

LexicalHandler.**startDTD**(*name*, *public_id*, *system_id*)

Reports the start of the DTD declarations if the document has an associated DTD.

LexicalHandler.**endDTD**()

Reports the end of DTD declaration.

LexicalHandler.**startCDATA**()

Reports the start of a CDATA marked section.

The contents of the CDATA marked section will be reported through the characters handler.

LexicalHandler.**endCDATA**()

Reports the end of a CDATA marked section.

20.11 xml.sax.saxutils --- SAX ユーティリティー

ソースコード: Lib/xml/sax/saxutils.py

モジュール *xml.sax.saxutils* には SAX アプリケーションの作成に役立つ多くの関数やクラスも含まれており、直接利用したり、基底クラスとして使うことができます。

xml.sax.saxutils.**escape**(*data*, *entities={}*)

文字列データ内の '&', '<', '>' をエスケープします。

オプションの *entities* 引数に辞書を渡すことで、そのほかの文字列データをエスケープすることも可能です。辞書のキーと値はすべて文字列で、キーは対応する値に置換されます。*entities* が与えられている場合でも、'&', '<', '>' は常にエスケープされます。

注釈: この関数は、XML 内で直接使用できない文字のエスケープにのみ使用するべきです。この関数を一般的な文字列変換関数のように使用してはなりません。

---

xml.sax.saxutils.**unescape**(*data*, *entities={}*)

エスケープされた文字列 '&', '<', '>' を元の文字に戻します。

オプションの *entities* 引数に辞書を渡すことで、そのほかの文字列データをエスケープ解除することも可能です。辞書のキーと値はすべて文字列で、キーは対応する値に置換されます。*entities* が与えられている場合でも、'&amp', '<', and '>' は常に元の文字に戻されます。

xml.sax.saxutils.**quoteattr**(*data*, *entities={}*)

escape() に似ていますが、*data* は属性値の作成に使われます。戻り値はクォート済みの *data* で、置換する文字の追加も可能です。*quoteattr()* はクォートすべき文字を *data* の文脈から判断し、クォートすべき文字を残さないように文字列をエンコードします。*data* の中にシングル・クォート、ダブル・クォートがあれば、両方ともエンコードし、全体をダブルクォートで囲みます。戻り値の文字列はそのままで属性値として利用できます:

```
>>> print("<element attr=%s>" % quoteattr("ab ' cd \" ef"))
<element attr="ab ' cd &quot; ef">
```

この関数は参照具象構文を使って、HTML や SGML の属性値を生成するのに便利です。

class xml.sax.saxutils.**XMLGenerator**(*out=None*, *encoding='iso-8859-1'*, *short_empty_elements=False*)

このクラスは SAX イベントを XML 文書に書き戻すことで *ContentHandler* インターフェースを実装しています。つまり、*XMLGenerator* をコンテントハンドラとして用いることで、パースしている元々の文書を複製することが出来ます。*out* にはファイル様オブジェクトでなければなりません。デフォルトは *sys.stdout* です。*encoding* は出力ストリームのエンコーディングで、デフォルトは `'iso-8859-1'` です。*short_empty_elements* は内容を持たない要素のフォーマットを制御します。`False` (デフォルト) の場合、開始/終了タグのペアとなり、`True` の場合、1 つの空タグになります。

バージョン 3.2 で変更: *short_empty_elements* 引数を追加しました。

class xml.sax.saxutils.**XMLFilterBase**(*base*)

このクラスは *XMLReader* とクライアント・アプリケーションのイベント・ハンドラとの間に位置するものとして設計されています。デフォルトでは何もせず、ただリクエストをリーダに、イベントをハンドラに、それぞれ加工せず渡すだけです。しかし、サブクラスでメソッドをオーバーライドすると、イベント・ストリームやリクエストを加工してから渡すように変更可能です。

xml.sax.saxutils.**prepare_input_source**(*source*, *base=''*)

この関数は引数に入力ソース、オプションとして URL を取り、読み取り可能な解決済み *InputSource* オブジェクトを返します。入力ソースは文字列、ファイル風オブジェクト、*InputSource* のいずれでも良く、この関数を使うことで、パーサは様々な *source* 引数を *parse()* メソッドに実装することが可能になります。

20.12 xml.sax.xmlreader --- XML パーサーのインターフェース

ソースコード: Lib/xml/sax/xmlreader.py

各 SAX パーサは Python モジュールとして *XMLReader* インターフェースを実装しており、関数 `create_parser()` を提供しています。この関数は新たなパーサ・オブジェクトを生成する際、*xml.sax.make_parser()* から引数なしで呼び出されます。

class xml.sax.xmlreader.**XMLReader**

SAX パーサが継承可能な基底クラスです。

class xml.sax.xmlreader.**IncrementalParser**

入力ソースを一度にパースするのではなく、ドキュメントのチャンクが利用可能になるごとに取得したいこ

とがあります。SAX リーダは通常、ファイル全体を一気に読み込まず、チャンク単位で処理するのですが、全体の処理が終わるまで `parse()` は返りません。そのため、`parse()` の排他的挙動を望まないときにこれらのインターフェースを使用してください。

パーサのインスタンスが作成されるとすぐに、feed メソッドを通じてデータを受け入れられるようになります。パースが完了して閉じるための呼び出しが行われた後、パーサがフィードからまたはパースメソッドを使用して新しいデータを受け入れられるように、reset メソッドが呼び出される必要があります。

これらのメソッドをパース処理の途中で呼び出すことはできません。つまり、パースが実行された後で、パーサから return する前に呼び出す必要があるのです。

デフォルトでは、SAX 2.0 ドライバを書く人のために、このクラスは IncrementalParser の feed、close、reset メソッドを使って XMLReader インターフェースの parse メソッドを実装しています。

class xml.sax.xmlreader.**Locator**

SAX イベントと文書の位置を関連付けるインターフェースです。locator オブジェクトは DocumentHandler メソッドを呼び出している間だけ正しい結果を返し、それ以外とのときは、予測できない結果を返します。情報を利用できない場合、メソッドは `None` を返すこともあります。

class xml.sax.xmlreader.**InputSource**(*system_id=None*)

XMLReader がエンティティを読み込むために必要な情報をカプセル化します。

このクラスには公開識別子、システム識別子、(場合によっては文字エンコーディング情報を含む) バイト・ストリーム、そしてエンティティの文字ストリームなどの情報が含まれます。

アプリケーションは *XMLReader.parse()* メソッドでの使用や EntityResolver.resolveEntity の戻り値としてこのオブジェトを作成します。

InputSource はアプリケーションに属します。*XMLReader* はアプリケーションから渡された *InputSource* オブジェクトの変更を許可されていませんが、コピーを作ってそれを変更することは可能です。

class xml.sax.xmlreader.**AttributesImpl**(*attrs*)

`Attributes` インターフェース (*Attributes* **インターフェース** 参照) の実装です。これは辞書風のオブジェクトで、`startElement()` 内で要素の属性を表示します。最も有用な辞書操作に加え、インターフェースに記述されているメソッドを多数サポートしています。このクラスのオブジェクトはリーダによってインスタンス化されなければなりません。*attrs* は属性名と属性値の対応付けを含む辞書風オブジェクトでなければなりません。

class xml.sax.xmlreader.**AttributesNSImpl**(*attrs*, *qnames*)

AttributesImpl を名前空間認識型に改良したクラスで、`startElementNS()` に渡されます。*AttributesImpl* の派生クラスですが、*namespaceURI* と *localname* の 2 要素のタプルを解釈します。さらに、元の文書に出てくる修飾名を返す多くのメソッドを提供します。このクラスは `AttributesNS` インターフェース (*AttributesNS* **インターフェース** 参照) の実装です。

20.12.1 XMLReader オブジェクト

XMLReader は次のメソッドをサポートします:

XMLReader.parse(*source*)

入力ソースを処理し、SAX イベントを作成します。*source* オブジェクトはシステム識別子 (入力ソースを特定する文字列 -- 一般にファイル名や URL)、*pathlib.Path* オブジェクトか *path-like* オブジェクトまたは *InputSource* オブジェクトです。*parse()* が return したとき、入力データの処理は完了し、パーサ・オブジェクトは破棄ないしリセットされます。

バージョン 3.5 で変更: 文字ストリームがサポートされました。

バージョン 3.8 で変更: path-like オブジェクトのサポートが追加されました。

XMLReader.getContentHandler()

現在の *ContentHandler* を返します。

XMLReader.setContentHandler(*handler*)

現在の *ContentHandler* を設定します。*ContentHandler* が設定されていない場合、内容イベントは破棄されます。

XMLReader.getDTDHandler()

現在の *DTDHandler* を返します。

XMLReader.setDTDHandler(*handler*)

現在の *DTDHandler* を返します。*DTDHandler* が設定されていな場合、DTD イベントは破棄されます。

XMLReader.getEntityResolver()

現在の *EntityResolver* を返します。

XMLReader.setEntityResolver(*handler*)

現在の *EntityResolver* を返します。*EntityResolver* が設定されていない場合、外部エンティティの解決を試行することでエンティティのシステム識別子が開かれます。利用できない場合は失敗します。

XMLReader.getErrorHandler()

現在の *ErrorHandler* を返します。

XMLReader.setErrorHandler(*handler*)

現在のエラーハンドラを設定します。*ErrorHandler* が設定されていない場合、エラーが例外として送出され、警告が表示されます。

XMLReader.setLocale(*locale*)

アプリケーションにエラーや警告のロケール設定を許可します。

SAX パーサにとって、エラーや警告の地域化は必須ではありません。しかし、パーサが要求されたロケールをサポートしていない場合、SAX 例外を送出しなければなりません。アプリケーションはパースの途中でロケールの変更を要求することができます。

XMLReader.**getFeature**(*featurename*)

機能 *featurename* の現在の設定を返します。その機能が認識できないときは、SAXNotRecognizedException を送出します。有名な機能名はモジュール *xml.sax.handler* に列挙されています。

XMLReader.**setFeature**(*featurename*, *value*)

機能名 *featurename* に値 *value* を設定します。その機能が認識できないときは、SAXNotRecognizedException を送出します。また、パーサが指定された機能や設定をサポートしていないときは、SAXNotSupportedException を送出します。

XMLReader.**getProperty**(*propertyname*)

属性名 *propertyname* の現在の値を返します。その属性が認識できないときは、SAXNotRecognizedException を送出します。有名な属性名はモジュール *xml.sax.handler* に列挙されています。

XMLReader.**setProperty**(*propertyname*, *value*)

属性名 *propertyname* に値 *value* を設定します。その機能が認識できないときは、SAXNotRecognizedException を送出します。また、パーサが指定された機能や設定をサポートしていないときは、SAXNotSupportedException を送出します。

20.12.2 IncrementalParser オブジェクト

IncrementalParser のインスタンスは次の追加メソッドを提供します:

IncrementalParser.**feed**(*data*)

data のチャンクを処理します。

IncrementalParser.**close**()

文書の終端を決定します。文書の適格性を調べ (終端でのみ可能)、ハンドラを起動し、パース時に割り当てた資源を解放します。

IncrementalParser.**reset**()

このメソッドは close が呼び出された後、新しい文書をパースできるように、パーサをリセットするのに呼び出されます。close 後 reset を呼び出さずに parse や feed を呼び出した場合の戻り値は未定義です。

20.12.3 Locator オブジェクト

Locator のインスタンスは次のメソッドを提供します:

Locator.**getColumnNumber**()

現在のイベントが開始する列番号を返します。

Locator.**getLineNumber**()

現在のイベントが開始する行番号を返します。

Locator.**getPublicId**()

現在の文書イベントの公開識別子を返します。

Locator.**getSystemId**()

現在のイベントのシステム識別子を返します。

20.12.4 InputSource オブジェクト

InputSource.**setPublicId**(*id*)

この *InputSource* の公開識別子を設定します。

InputSource.**getPublicId**()

この *InputSource* の公開識別子を返します。

InputSource.**setSystemId**(*id*)

この *InputSource* のシステム識別子を設定します。

InputSource.**getSystemId**()

この *InputSource* のシステム識別子を返します。

InputSource.**setEncoding**(*encoding*)

この *InputSource* の文字エンコーディングを設定します。

エンコーディングは XML エンコーディング宣言として受け入れられる文字列でなければなりません (XML 勧告の 4.3.3 節を参照)。

InputSource も文字ストリームを含んでいた場合、*InputSource* のエンコーディング属性は無視されます。

InputSource.**getEncoding**()

この InputSource の文字エンコーディングを取得します。

InputSource.**setByteStream**(*bytefile*)

この入力ソースのバイトストリーム (*binary file*) を設定します。

文字ストリームも指定されている場合、SAX パーサはこのバイトストリームを無視しますが、URI 接続自体を開くときには優先してバイトストリームを使います。

アプリケーションがバイトストリームの文字エンコーディングを知っている場合は、setEncoding メソッドで設定する必要があります。

InputSource.**getByteStream**()

この入力ソースのバイトストリームを取得します。

getEncoding メソッドは、このバイトストリームの文字エンコーディングを返します。不明なときは `None` を返します。

InputSource.**setCharacterStream**(*charfile*)

この入力ソースの文字ストリーム (*text file*) を設定します。

文字ストリームが指定された場合、SAX パーサは全バイトストリームを無視し、システム識別子への URI 接続の開始を試みません。

InputSource.**getCharacterStream**()

この入力ソースの文字ストリームを取得します。

20.12.5 `Attributes` インターフェース

`Attributes` オブジェクトは `copy()`、`get()`、`__contains__()`、`items()`、`keys()`、`values()` を含む マッピングプロトコル の一部を実装しています。以下のメソッドも提供されています:

Attributes.**getLength**()

属性の数を返します。

Attributes.**getNames**()

属性の名前を返します。

Attributes.**getType**(*name*)

属性名 *name* のタイプを返します。通常は `'CDATA'` です。

Attributes.**getValue**(*name*)

属性 *name* の値を返します。

20.12.6 AttributesNS インターフェース

このインターフェースは Attributes インターフェース (*Attributes* **インターフェース** 参照) のサブタイプです。Attributes インターフェースがサポートしているすべてのメソッドは AttributesNS オブジェクトでも利用可能です。

次のメソッドもサポートされています:

AttributesNS.getValueByQName(*name*)

修飾名の値を返します。

AttributesNS.getNameByQName(*name*)

修飾名 *name* に対応する (namespace, localname) のペアを返します。

AttributesNS.getQNameByName(*name*)

(namespace, localname) のペアに対応する修飾名を返します。

AttributesNS.getQNames()

すべての属性の修飾名を返します。

20.13 xml.parsers.expat --- Expat を使用した高速な XML 解析

警告: pyexpat モジュールは悪意を持って作成されたデータに対して安全ではありません。信頼できないデータや認証されていないデータをパースする必要がある場合は *XML* **の脆弱性** を参照してください。

xml.parsers.expat モジュールは、検証 (validation) を行わない XML パーザ (parser, 解析器)、Expat への Python インターフェースです。モジュールは一つの拡張型 xmlparser を提供します。これは XML パーザの現在の状況を表します。一旦 xmlparser オブジェクトを生成すると、オブジェクトの様々な属性をハンドラ関数 (handler function) に設定できます。その後、XML 文書をパーザに入力すると、XML 文書の文字列とマークアップに応じてハンドラ関数が呼び出されます。

このモジュールでは、Expat パーザへのアクセスを提供するために pyexpat モジュールを使用します。pyexpat モジュールの直接使用は撤廃されています。

このモジュールは、例外を一つと型オブジェクトを一つ提供しています:

exception xml.parsers.expat.ExpatError

Expat がエラーを報告したときに例外を送出します。Expat のエラーを解釈する上での詳細な情報は、*ExpatError* **例外** を参照してください。

exception xml.parsers.expat.error

ExpatError の別名です。

xml.parsers.expat.XMLParserType

ParserCreate() 関数から返された戻り値の型を示します。

xml.parsers.expat モジュールには以下の 2 つの関数が収められています:

xml.parsers.expat.ErrorString(*errno*)

与えられたエラー番号 *errno* を解説する文字列を返します。

xml.parsers.expat.ParserCreate(*encoding=None*, *namespace_separator=None*)

新しい xmlparser オブジェクトを作成し、返します。*encoding* が指定されていた場合、XML データで使われている文字列のエンコード名でなければなりません。Expat は、Python のように多くのエンコードをサポートしておらず、またエンコーディングのレパートリを拡張することはできません; サポートするエンコードは、UTF-8, UTF-16, ISO-8859-1 (Latin1), ASCII です。*encoding*[*1] が指定されると、文書に対する明示的、非明示的なエンコード指定を上書き (override) します。

Expat はオプションで XML 名前空間の処理を行うことができます。これは引数 *namespace_separator* に値を指定することで有効になります。この値は、1 文字の文字列でなければなりません; 文字列が誤った長さを持つ場合には *ValueError* が送出されます (None は値の省略と見なされます)。名前空間の処理が可能なとき、名前空間に属する要素と属性が展開されます。要素のハンドラである StartElementHandler と EndElementHandler に渡された要素名は、名前空間の URI、名前空間の区切り文字、要素名のローカル部を連結したものになります。名前空間の区切り文字が 0 バイト (chr(0)) の場合、名前空間の URI とローカル部は区切り文字なしで連結されます。

たとえば、*namespace_separator* に空白文字 (' ') がセットされ、次のような文書が解析されるとします:

```
<?xml version="1.0"?>
<root xmlns    = "http://default-namespace.org/"
      xmlns:py = "http://www.python.org/ns/">
  <py:elem1 />
  <elem2 xmlns="" />
</root>
```

StartElementHandler は各要素ごとに次のような文字列を受け取ります:

```
http://default-namespace.org/ root
http://www.python.org/ns/ elem1
elem2
```

[*1] XML 出力に含まれるエンコーディング文字列は適切な規格に従っていなければなりません。例えば、"UTF-8" は有効ですが、"UTF8" はそうではありません。https://www.w3.org/TR/2006/REC-xml11-20060816/#NT-EncodingDecl と https://www.iana.org/assignments/character-sets/character-sets.xhtml を参照してください。

pyexpat が使っている Expat ライブラリの制限により、返される xmlparser インスタンスは単独の XML ドキュメントの解析にしか使えません。それぞれのドキュメントごとに別々のパーサのインスタンスを作るために ParserCreate を呼び出してください。

参考:

The Expat XML Parser
: Expat プロジェクトのホームページ。

20.13.1 XMLParser オブジェクト

xmlparser オブジェクトは以下のようなメソッドを持ちます:

xmlparser.**Parse**(*data*[, *isfinal*])
: 文字列 *data* の内容を解析し、解析されたデータを処理するための適切な関数を呼び出します。このメソッドを最後に呼び出す時は *isfinal* を真にしなければなりません; 単体ファイルを細切れに渡して解析出来ることを意味しますが、複数ファイルは扱えません。*data* にはいつでも空の文字列を渡せます。

xmlparser.**ParseFile**(*file*)
: *file* オブジェクトから読み込んだ XML データを解析します。*file* には *read(nbytes)* メソッドのみが必要です。このメソッドはデータがなくなった場合に空文字列を返さねばなりません。。

xmlparser.**SetBase**(*base*)
: (XML) 宣言中のシステム識別子中の相対 URI を解決するための、基底 URI を設定します。相対識別子の解決はアプリケーションに任されます: この値は関数 *ExternalEntityRefHandler()* や *NotationDeclHandler()*, *UnparsedEntityDeclHandler()* に引数 *base* としてそのまま渡されます。

xmlparser.**GetBase**()
: 以前の *SetBase()* によって設定された基底 URI を文字列の形で返します。*SetBase()* が呼ばれていないときには None を返します。

xmlparser.**GetInputContext**()
: 現在のイベントを発生させた入力データを文字列として返します。データはテキストの入っているエンティティが持っているエンコードになります。イベントハンドラがアクティブでないときに呼ばれると、戻り値は None となります。

xmlparser.**ExternalEntityParserCreate**(*context*[, *encoding*])
: 親となるパーザで解析された内容が参照している、外部で解析されるエンティティを解析するために使える ”子の” パーザを作成します。*context* パラメータは、以下に記すように *ExternalEntityRefHandler()* ハンドラ関数に渡される文字列でなければなりません。子のパーザは *ordered_attributes*, *specified_attributes* が現在のパーザの値に設定されて生成されます。

xmlparser.**SetParamEntityParsing**(*flag*)

パラメータエンティティ (外部 DTD サブセットを含む) の解析を制御します。*flag* の有効な値は、XML_PARAM_ENTITY_PARSING_NEVER, XML_PARAM_ENTITY_PARSING_UNLESS_STANDALONE, XML_PARAM_ENTITY_PARSING_ALWAYS です。flag の設定をしたら true を返します。

xmlparser.**UseForeignDTD**([*flag*])

flag の値をデフォルトの true にすると、Expat は代わりの DTD をロードするため、すべての引数に *None* を設定して *ExternalEntityRefHandler* を呼び出します。XML 文書が文書型定義を持っていなければ、*ExternalEntityRefHandler* が呼び出しますが、*StartDoctypeDeclHandler* と *EndDoctypeDeclHandler* は呼び出されません。

flag に false を与えると、メソッドが前回呼ばれた時の true の設定が解除されますが、他には何も起こりません。

このメソッドは *Parse()* または *ParseFile()* メソッドが呼び出される前にだけ呼び出されます; これら 2 つのメソッドのどちらかが呼び出されたあとにメソッドが呼ばれると、*code* に定数 errors.codes[errors.XML_ERROR_CANT_CHANGE_FEATURE_ONCE_PARSING] が設定されて例外 *ExpatError* が送出されます。

xmlparser.**SetReparseDeferralEnabled**(*enabled*)

> **警告:** Calling SetReparseDeferralEnabled(False) has security implications, as detailed below; please make sure to understand these consequences prior to using the SetReparseDeferralEnabled method.

Expat 2.6.0 introduced a security mechanism called "reparse deferral" where instead of causing denial of service through quadratic runtime from reparsing large tokens, reparsing of unfinished tokens is now delayed by default until a sufficient amount of input is reached. Due to this delay, registered handlers may — depending of the sizing of input chunks pushed to Expat — no longer be called right after pushing new input to the parser. Where immediate feedback and taking over responsibility of protecting against denial of service from large tokens are both wanted, calling SetReparseDeferralEnabled(False) disables reparse deferral for the current Expat parser instance, temporarily or altogether. Calling SetReparseDeferralEnabled(True) allows re-enabling reparse deferral.

Note that *SetReparseDeferralEnabled()* has been backported to some prior releases of CPython as a security fix. Check for availability of *SetReparseDeferralEnabled()* using *hasattr()* if used in code running across a variety of Python versions.

Added in version 3.13.

xmlparser.**GetReparseDeferralEnabled**()

Returns whether reparse deferral is currently enabled for the given Expat parser instance.

Added in version 3.13.

xmlparser オブジェクトは次のような属性を持ちます:

xmlparser.buffer_size

buffer_text が真の時に使われるバッファのサイズです。この属性に新しい整数値を代入することで違うバッファサイズにできます。サイズが変えられるときにバッファはフラッシュされます。

xmlparser.buffer_text

Setting this to true causes the xmlparser object to buffer textual content returned by Expat to avoid multiple calls to the *CharacterDataHandler()* callback whenever possible. This can improve performance substantially since Expat normally breaks character data into chunks at every line ending. This attribute is false by default, and may be changed at any time. Note that when it is false, data that does not contain newlines may be chunked too.

xmlparser.buffer_used

buffer_text が利用可能なとき、バッファに保持されたバイト数です。これらのバイトは UTF-8 でエンコードされたテキストを表します。この属性は *buffer_text* が偽の時には意味がありません。

xmlparser.ordered_attributes

この属性をゼロ以外の整数にすると、報告される (XML ノードの) 属性を辞書型ではなくリスト型にします。属性は文書のテキスト中の出現順で示されます。それぞれの属性は、2 つのリストのエントリ: 属性名とその値、が与えられます。(このモジュールの古いバージョンでも、同じフォーマットが使われています。) デフォルトでは、この属性はデフォルトでは偽となりますが、いつでも変更可能です。

xmlparser.specified_attributes

ゼロ以外の整数にすると、パーザは文書のインスタンスで特定される属性だけを報告し、属性宣言から導出された属性は報告しないようになります。この属性が指定されたアプリケーションでは、XML プロセッサの振る舞いに関する標準に従うために必要とされる (文書型) 宣言によって、どのような付加情報が利用できるのかということについて特に注意を払わなければなりません。デフォルトで、この属性は偽となりますが、いつでも変更可能です。

以下の属性には、xmlparser オブジェクトで最も最近に起きたエラーに関する値が入っており、また Parse() または ParseFile() メソッドが *xml.parsers.expat.ExpatError* 例外を送出した際にのみ正しい値となります。

xmlparser.ErrorByteIndex

エラーが発生したバイトのインデクスです。

xmlparser.ErrorCode

エラーを特定する数値によるコードです。この値は *ErrorString()* に渡したり、errors オブジェクトで定義された内容と比較できます。

xmlparser.**ErrorColumnNumber**

エラーの発生したカラム番号です。

xmlparser.**ErrorLineNumber**

エラーの発生した行番号です。

以下の属性は xmlparser オブジェクトがその時パースしている位置に関する値を保持しています。コールバックがパースイベントを報告している間、これらの値はイベントの生成した文字列の先頭の位置を指し示します。コールバックの外から参照された時には、(対応するコールバックであるかにかかわらず) 直前のパースイベントの位置を示します。

xmlparser.**CurrentByteIndex**

パーサへの入力の、現在のバイトインデックス。

xmlparser.**CurrentColumnNumber**

パーサへの入力の、現在のカラム番号。

xmlparser.**CurrentLineNumber**

パーサへの入力の、現在の行番号。

以下に指定可能なハンドラのリストを示します。xmlparser オブジェクト *o* にハンドラを指定するには、o.handlername = func を使用します。*handlername* は、以下のリストに挙げた値をとらなければならず、また *func* は正しい数の引数を受理する呼び出し可能なオブジェクトでなければなりません。引数は特に明記しない限り、すべて文字列となります。

xmlparser.**XmlDeclHandler**(*version*, *encoding*, *standalone*)

XML 宣言が解析された時に呼ばれます。XML 宣言は XML 勧告の適用バージョン、文書テクストのエンコード、ならびに任意の "standalone" 宣言の (任意の) 宣言です。*version* と *encoding* は文字列で、*standalone* は文書がスタンドアローンと宣言された場合は 1、スタンドアローンでないと宣言された場合は 0、スタンドアローン節がない場合は -1 です。Expat のバージョン 1.95.0 以降でのみ使用できます。

xmlparser.**StartDoctypeDeclHandler**(*doctypeName*, *systemId*, *publicId*, *has_internal_subset*)

Expat が文書型宣言 (<!DOCTYPE ...) を解析し始めたときに呼び出されます。*doctypeName* は、与えられた値がそのまま Expat に提供されます。*systemId* と *publicId* パラメタが指定されている場合、それぞれシステムと公開識別子を与えます。省略する時には None にします。文書が内部的な文書宣言のサブセット (internal document declaration subset) を持つか、サブセット自体の場合、*has_internal_subset* は true になります。このハンドラには、Expat version 1.2 以上が必要です。

xmlparser.**EndDoctypeDeclHandler**()

Expat が文書型宣言の解析を終えたときに呼び出されます。このハンドラには、Expat version 1.2 以上が必要です。

xmlparser.**ElementDeclHandler**(*name*, *model*)

それぞれの要素型宣言ごとに呼び出されます。*name* は要素型の名前であり、*model* は内容モデル (content model) の表現です。

xmlparser.**AttlistDeclHandler**(*elname*, *attname*, *type*, *default*, *required*)

ひとつの要素型で宣言される属性ごとに呼び出されます。属性リストの宣言が 3 つの属性を宣言したとすると、このハンドラは各属性に 1 度ずつ、3 度呼び出されます。*elname* は要素名であり、これに対して宣言が適用され、*attname* が宣言された属性名となります。属性型は文字列で、*type* として渡されます。取り得る値は、`'CDATA'`, `'ID'`, `'IDREF'`, ... です。*default* は、文書のインスタンスによって属性が指定されていないときに使用されるデフォルト値です。デフォルト値 (`#IMPLIED` values) が存在しないときには `None` を与えます。文書のインスタンス中に属性値を与える必要のあるときには *required* が true になります。これには Expat version 1.95.0 以上が必要です。

xmlparser.**StartElementHandler**(*name*, *attributes*)

要素の開始ごとに呼び出されます。*name* は要素名を持つ文字列で、*attributes* は要素の属性です。*ordered_attributes* が真の場合これはリストです (詳細は *ordered_attributes* を参照してください)。そうでなければ名前を値に対応させる辞書です。

xmlparser.**EndElementHandler**(*name*)

要素の終端を処理するごとに呼び出されます。

xmlparser.**ProcessingInstructionHandler**(*target*, *data*)

処理命令を処理するごとに呼び出されます。

xmlparser.**CharacterDataHandler**(*data*)

Called for character data. This will be called for normal character data, CDATA marked content, and ignorable whitespace. Applications which must distinguish these cases can use the *StartCdataSectionHandler*, *EndCdataSectionHandler*, and *ElementDeclHandler* callbacks to collect the required information. Note that the character data may be chunked even if it is short and so you may receive more than one call to *CharacterDataHandler()*. Set the *buffer_text* instance attribute to `True` to avoid that.

xmlparser.**UnparsedEntityDeclHandler**(*entityName*, *base*, *systemId*, *publicId*, *notationName*)

解析されていない (NDATA) エンティティ宣言を処理するために呼び出されます。このハンドラは Expat ライブラリのバージョン 1.2 のためだけに存在します; より最近のバージョンでは、代わりに *EntityDeclHandler* を使用してください (根底にある Expat ライブラリ内の関数は、撤廃されたものであると宣言されています)。

xmlparser.**EntityDeclHandler**(*entityName*, *is_parameter_entity*, *value*, *base*, *systemId*, *publicId*, *notationName*)

エンティティ宣言ごとに呼び出されます。パラメタと内部エンティティについて、*value* はエンティティ宣言の宣言済みの内容を与える文字列となります; 外部エンティティの時には `None` となります。解析済みエ

ンティティの場合、*notationName* パラメタは `None` となり、解析されていないエンティティの時には記法 (notation) 名となります。*is_parameter_entity* は、エンティティがパラメタエンティティの場合真に、一般エンティティ (general entitiy) の場合には偽になります (ほとんどのアプリケーションでは、一般エンティティのことしか気にする必要がありません)。このハンドラは Expat ライブラリのバージョン 1.95.0 以降でのみ使用できます。

`xmlparser.NotationDeclHandler`(*notationName*, *base*, *systemId*, *publicId*)

記法の宣言 (notation declaration) で呼び出されます。*notationName*, *base*, *systemId*, および *publicId* を与える場合、文字列にします。public な識別子が省略された場合、*publicId* は `None` になります。

`xmlparser.StartNamespaceDeclHandler`(*prefix*, *uri*)

要素が名前空間宣言を含んでいる場合に呼び出されます。名前空間宣言は、宣言が配置されている要素に対して *StartElementHandler* が呼び出される前に処理されます。

`xmlparser.EndNamespaceDeclHandler`(*prefix*)

名前空間宣言を含んでいたエレメントの終了タグに到達したときに呼び出されます。このハンドラは、要素に関する名前空間宣言ごとに、*StartNamespaceDeclHandler* とは逆の順番で一度だけ呼び出され、各名前空間宣言のスコープが開始されたことを示します。このハンドラは、要素が終了する際、対応する *EndElementHandler* が呼ばれた後に呼び出されます。

`xmlparser.CommentHandler`(*data*)

コメントで呼び出されます。*data* はコメントのテキストで、先頭の '`<!-`' と末尾の '`->`' を除きます。

`xmlparser.StartCdataSectionHandler`()

CDATA セクションの開始時に呼び出されます。CDATA セクションの構文的な開始と終了位置を識別できるようにするには、このハンドラと *EndCdataSectionHandler* が必要です。

`xmlparser.EndCdataSectionHandler`()

CDATA セクションの終了時に呼び出されます。

`xmlparser.DefaultHandler`(*data*)

XML 文書中で、適用可能なハンドラが指定されていない文字すべてに対して呼び出されます。この文字とは、検出されたことが報告されるが、ハンドラは指定されていないようなコンストラクト (construct) の一部である文字を意味します。

`xmlparser.DefaultHandlerExpand`(*data*)

DefaultHandler() と同じですが、内部エンティティの展開を禁止しません。エンティティ参照はデフォルトハンドラに渡されません。

`xmlparser.NotStandaloneHandler`()

XML 文書がスタンドアロンの文書として宣言されていない場合に呼び出されます。外部サブセットやパラメタエンティティへの参照が存在するが、XML 宣言が XML 宣言中で standalone 変数を `yes` に設定し

ていない場合に起きます。このハンドラが 0 を返すと、パーザは XML_ERROR_NOT_STANDALONE を発生させます。このハンドラが設定されていなければ、パーザは前述の事態で例外を送出しません。

xmlparser.**ExternalEntityRefHandler**(*context*, *base*, *systemId*, *publicId*)

外部エンティティの参照時に呼び出されます。*base* は現在の基底 (base) で、以前の *SetBase()* で設定された値になっています。public、および system の識別子である、*systemId* と *publicId* が指定されている場合、値は文字列です; public 識別子が指定されていない場合、*publicId* は None になります。*context* の値は不明瞭なものであり、以下に記述するようにしか使ってはなりません。

外部エンティティが解析されるようにするには、このハンドラを実装しなければなりません。このハンドラは、ExternalEntityParserCreate(context) を使って適切なコールバックを指定し、子パーザを生成して、エンティティを解析する役割を担います。このハンドラは整数を返さなければなりません; 0 を返した場合、パーザは XML_ERROR_EXTERNAL_ENTITY_HANDLING エラーを送出します。そうでない場合、解析を継続します。

このハンドラが与えられておらず、*DefaultHandler* コールバックが指定されていれば、外部エンティティは *DefaultHandler* で報告されます。

20.13.2 ExpatError 例外

ExpatError 例外はいくつかの興味深い属性を備えています:

ExpatError.**code**

特定のエラーに対する Expat の内部エラー番号です。*errors.messages* 辞書はこれらのエラー番号を Expat のエラーメッセージに対応させます。例えば:

```
from xml.parsers.expat import ParserCreate, ExpatError, errors

p = ParserCreate()
try:
    p.Parse(some_xml_document)
except ExpatError as err:
    print("Error:", errors.messages[err.code])
```

errors モジュールはエラーメッセージ定数と、それらのメッセージをエラーコードに対応させる辞書 *codes* も提供しています。以下を参照してください。

ExpatError.**lineno**

エラーが検出された場所の行番号です。最初の行の番号は 1 です。

ExpatError.**offset**

エラーが発生した場所の行内でのオフセットです。最初のカラムの番号は 0 です。

20.13.3 使用例

以下のプログラムでは、与えられた引数を出力するだけの三つのハンドラを定義しています。

```
import xml.parsers.expat

# 3 handler functions
def start_element(name, attrs):
    print('Start element:', name, attrs)
def end_element(name):
    print('End element:', name)
def char_data(data):
    print('Character data:', repr(data))

p = xml.parsers.expat.ParserCreate()

p.StartElementHandler = start_element
p.EndElementHandler = end_element
p.CharacterDataHandler = char_data

p.Parse("""<?xml version="1.0"?>
<parent id="top"><child1 name="paul">Text goes here</child1>
<child2 name="fred">More text</child2>
</parent>""", 1)
```

このプログラムの出力は以下のようになります:

```
Start element: parent {'id': 'top'}
Start element: child1 {'name': 'paul'}
Character data: 'Text goes here'
End element: child1
Character data: '\n'
Start element: child2 {'name': 'fred'}
Character data: 'More text'
End element: child2
Character data: '\n'
End element: parent
```

20.13.4 内容モデルの記述

内容モデルは入れ子になったタプルを使って記述されています。各タプルには以下の 4 つの値が収められています: 型、限定詞 (quantifier)、名前、そして子のタプル。子のタプルは単に内容モデルを記述したものです。

最初の二つのフィールドの値は *xml.parsers.expat.model* モジュールで定義されている定数です。これらの定数は二つのグループ: モデル型 (model type) グループと限定子 (quantifier) グループ、に取りまとめられます。

以下にモデル型グループにおける定数を示します:

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_ANY**

モデル名で指定された要素は ANY の内容モデルを持つと宣言されます。

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_CHOICE**

指定されたエレメントはいくつかのオプションから選択できるようになっています; (A | B | C) のような内容モデルで用いられます。

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_EMPTY**

EMPTY であると宣言されている要素はこのモデル型を持ちます。

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_MIXED**

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_NAME**

xml.parsers.expat.model.**XML_CTYPE_SEQ**

順々に続くようなモデルの系列を表すモデルがこのモデル型で表されます。(A, B, C) のようなモデルで用いられます。

限定子グループにおける定数を以下に示します:

xml.parsers.expat.model.**XML_CQUANT_NONE**

修飾子 (modifier) が指定されていません。従って A のように、厳密に一つだけです。

xml.parsers.expat.model.**XML_CQUANT_OPT**

このモデルはオプションです: A? のように、一つか全くないかです。

xml.parsers.expat.model.**XML_CQUANT_PLUS**

このモデルは (A+ のように) 一つかそれ以上あります。

xml.parsers.expat.model.**XML_CQUANT_REP**

このモデルは A* のようにゼロ回以上あります。

20.13.5 Expat エラー定数

以下の定数は *xml.parsers.expat.errors* モジュールで提供されています。これらの定数は、エラーが発生した際に送出される ExpatError 例外オブジェクトのいくつかの属性を解釈する上で便利です。後方互換性の理由で、定数値は数字のエラー **コード** ではなくエラー **メッセージ** です。属性を解釈するには *code* 属性と errors.codes[errors.XML_ERROR_*CONSTANT_NAME*] を比較します。

errors モジュールには以下の属性があります:

xml.parsers.expat.errors.**codes**

文字列の記述をエラーコードに対応させる辞書です。

Added in version 3.2.

xml.parsers.expat.errors.messages

数値的なエラーコードを文字列の記述に対応させる辞書です。

Added in version 3.2.

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_ASYNC_ENTITY

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_ATTRIBUTE_EXTERNAL_ENTITY_REF

属性値中のエンティティ参照が、内部エンティティではなく外部エンティティを参照しました。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_BAD_CHAR_REF

文字参照が、XML では正しくない (illegal) 文字を参照しました (例えば 0 や '&#0;')。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_BINARY_ENTITY_REF

エンティティ参照が、記法 (notation) つきで宣言されているエンティティを参照したため、解析できません。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_DUPLICATE_ATTRIBUTE

一つの属性が一つの開始タグ内に一度より多く使われています。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_INCORRECT_ENCODING

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_INVALID_TOKEN

入力されたバイトが文字に適切に関連付けできない際に送出されます; 例えば、UTF-8 入力ストリームにおける NUL バイト (値 0) などです。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_JUNK_AFTER_DOC_ELEMENT

空白以外の何かがドキュメント要素の後にあります。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_MISPLACED_XML_PI

入力データの先頭以外の場所に XML 定義が見つかりました。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_NO_ELEMENTS

この文書には要素がありません (XML では全ての文書は確実に最上位の要素を正確に一つ持たなければなりません)。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_NO_MEMORY

Expat が内部メモリを確保できませんでした。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_PARAM_ENTITY_REF

パラメータエンティティが許可されていない場所で見つかりました。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_PARTIAL_CHAR

入力に不完全な文字が見つかりました。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_RECURSIVE_ENTITY_REF

エンティティ参照中に、同じエンティティへの別の参照が入っていました; おそらく違う名前で参照しているか、間接的に参照しています。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_SYNTAX

何らかの仕様化されていない構文エラーに遭遇しました。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_TAG_MISMATCH

終了タグが最も内側で開かれている開始タグに一致しません。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_UNCLOSED_TOKEN

何らかの (開始タグのような) トークンが閉じられないまま、ストリームの終端や次のトークンに遭遇しました。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_UNDEFINED_ENTITY

定義されていないエンティティへの参照が行われました。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_UNKNOWN_ENCODING

ドキュメントのエンコードが Expat でサポートされていません。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_UNCLOSED_CDATA_SECTION

CDATA セクションが閉じられていません。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_EXTERNAL_ENTITY_HANDLING

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_NOT_STANDALONE

XML 文書が "standalone" だと宣言されており `NotStandaloneHandler` が設定され `0` が返されているにもかかわらず、パーサは "standalone" ではないと判別しました。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_UNEXPECTED_STATE

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_ENTITY_DECLARED_IN_PE

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_FEATURE_REQUIRES_XML_DTD

その操作を完了するには DTD のサポートが必要ですが、Expat が DTD のサポートをしない設定になっています。これは *xml.parsers.expat* モジュールの標準的なビルドでは報告されません。

xml.parsers.expat.errors.XML_ERROR_CANT_CHANGE_FEATURE_ONCE_PARSING

パースが始まったあとで動作の変更が要求されました。これはパースが開始される前にのみ変更可能です。(現在のところ) `UseForeignDTD()` によってのみ送出されます。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNBOUND_PREFIX**

名前空間の処理を有効すると宣言されていないプレフィックスが見つかります。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_UNDECLARING_PREFIX**

XML 文書はプレフィックスに対応した名前空間宣言を削除しようとしました。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_INCOMPLETE_PE**

パラメータエンティティは不完全なマークアップを含んでいます。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_XML_DECL**

XML 文書中に要素がありません。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_TEXT_DECL**

外部エンティティ中のテキスト宣言にエラーがあります。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_PUBLICID**

パブリック ID 中に許可されていない文字があります。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_SUSPENDED**

要求された操作は一時停止されたパーサで行われていますが、許可されていない操作です。このエラーは追加の入力を行なおうとしている場合、もしくはパーサが停止しようとしている場合にも送出されます。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_NOT_SUSPENDED**

パーサを一時停止しようとしましたが、停止されませんでした。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_ABORTED**

Python アプリケーションには通知されません。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_FINISHED**

要求された操作で、パース対象となる入力が完了したと判断しましたが、入力は受理されませんでした。このエラーは追加の入力を行なおうとしている場合、もしくはパーサが停止しようとしている場合に送出されます。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_SUSPEND_PE**

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_RESERVED_PREFIX_XML**

An attempt was made to undeclare reserved namespace prefix `xml` or to bind it to another namespace URI.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_RESERVED_PREFIX_XMLNS**

An attempt was made to declare or undeclare reserved namespace prefix `xmlns`.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_RESERVED_NAMESPACE_URI**

An attempt was made to bind the URI of one the reserved namespace prefixes `xml` and `xmlns` to another namespace prefix.

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_INVALID_ARGUMENT**

Python アプリケーションには通知されません。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_NO_BUFFER**

Python アプリケーションには通知されません。

xml.parsers.expat.errors.**XML_ERROR_AMPLIFICATION_LIMIT_BREACH**

The limit on input amplification factor (from DTD and entities) has been breached.

脚注

第

TWENTYONE

インターネットプロトコルとサポート

この章で記述されるモジュールは、インターネットプロトコルを実装し、関連技術をサポートします。それらは全て Python で実装されています。これらのモジュールの大部分は、システム依存のモジュール *socket* が存在することが必要ですが、これは現在ではほとんどの一般的なプラットフォーム上でサポートされています。ここに概観を示します:

21.1 webbrowser --- 便利なウェブブラウザコントローラー

ソースコード: Lib/webbrowser.py

---

webbrowser モジュールにはウェブベースのドキュメントを表示するための、とてもハイレベルなインターフェースが定義されています。たいていの環境では、このモジュールの *open()* を呼び出すだけで正しく動作します。

Unix では、X11 上でグラフィカルなブラウザが選択されますが、グラフィカルなブラウザが利用できなかったり、X11 が利用できない場合はテキストモードのブラウザが使われます。もしテキストモードのブラウザが使われたら、ユーザがブラウザから抜け出すまでプロセスの呼び出しはブロックされます。

環境変数 BROWSER が存在する場合、これは *os.pathsep* で区切られたブラウザのリストとして解釈され、プラットフォームのデフォルトのブラウザリストに先立って順に試みられます。リストの中の値に %s が含まれていれば、%s を URL に置換したコマンドライン文字列と解釈されます；もし %s が含まれなければ、起動するブラウザの名前として単純に解釈されます。[*1]

非 Unix プラットフォームあるいは Unix 上でリモートブラウザが利用可能な場合、制御プロセスはユーザがブラウザを終了するのを待ちませんが、ディスプレイにブラウザのウィンドウを表示させたままにします。Unix 上でリモートブラウザが利用可能でない場合、制御プロセスは新しいブラウザを立ち上げ、待ちます。

iOS では、BROWSER 環境変数に加えて、autoraise 、ブラウザー設定、新しいタブ・ウィンドウの作成を操作する引数は無視されます。ウェブページは **常に** ユーザーが設定したブラウザーで、新しいタブで、前面に表示されて

[*1] ここでブラウザの名前が絶対パスで書かれていない場合は PATH 環境変数で与えられたディレクトリから探し出されます。

開かれます。iOS で *webbrowser* モジュールを使用する場合には *ctypes* モジュールが必要です。*ctypes* が利用可能でない場合は、*open()* の呼び出しは失敗します。

webbrowser のスクリプトは、モジュールのコマンドラインインターフェースとして利用可能です。これは引数として URL を受け入れます。また、次のオプションのパラメーターを受け入れます。

- `-n`/`--new-window` 可能なら、ブラウザーの新しいウィンドウで URL を開きます。
- `-t`/`--new-tab` ブラウザーの新しいページ (" タブ") で URL を開きます。

当然、これらのオプションは互いに排他的です。使用例:

```
python -m webbrowser -t "https://www.python.org"
```

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

以下の例外が定義されています:

exception webbrowser.Error

ブラウザのコントロールエラーが起こると発生する例外。

以下の関数が定義されています:

webbrowser.open(*url*, *new=0*, *autoraise=True*)

デフォルトのブラウザで *url* を表示します。*new* が 0 なら、*url* はブラウザの今までと同じウィンドウで開きます。*new* が 1 なら、可能であればブラウザの新しいウィンドウが開きます。*new* が 2 なら、可能であればブラウザの新しいタブが開きます。*autoraise* が `True` なら、可能であればウィンドウが前面に表示されます（多くのウィンドウマネージャではこの変数の設定に関わらず、前面に表示されます）。

幾つかのプラットフォームにおいて、ファイル名をこの関数で開こうとすると、OS によって関連付けられたプログラムが起動されます。しかし、この動作はポータブルではありませんし、サポートされていません。

引数 `url` を指定して **監査イベント** `webbrowser.open` を送出します。

webbrowser.open_new(*url*)

可能であれば、デフォルトブラウザの新しいウィンドウで *url* を開きますが、そうでない場合はブラウザのただ 1 つのウィンドウで *url* を開きます。

webbrowser.open_new_tab(*url*)

可能であれば、デフォルトブラウザの新しいページ (「タブ」) で *url* を開きますが、そうでない場合は *open_new()* と同様に振る舞います。

webbrowser.**get**(*using=None*)

ブラウザの種類 *using* のコントローラーオブジェクトを返します。もし *using* が None なら、呼び出した環境に適したデフォルトブラウザのコントローラーを返します。

webbrowser.**register**(*name*, *constructor*, *instance=None*, ***, *preferred=False*)

ブラウザの種類 *name* を登録します。ブラウザの種類が登録されたら、*get()* でそのブラウザのコントローラーを呼び出すことができます。*instance* が指定されなかったり、None なら、インスタンスが必要な時には *constructor* がパラメータなしに呼び出されて作られます。*instance* が指定されたら、*constructor* は呼び出されないので、None でかまいません。

preferred を True に設定すると、*get()* の引数無しの呼び出しの結果が優先的にこのブラウザになります。そうでない場合は、この関数は、変数 BROWSER を設定するか、*get()* を空文字列ではない、宣言したハンドラの名前と一致する引数とともに呼び出すときにだけ、役に立ちます。

バージョン 3.7 で変更: *preferred* キーワード専用引数が追加されました。

いくつかの種類のブラウザがあらかじめ定義されています。このモジュールで定義されている、関数 *get()* に与えるブラウザの名前と、それぞれのコントローラークラスのインスタンスを以下の表に示します。

Type Name	Class Name	注釈
'mozilla'	Mozilla('mozilla')	
'firefox'	Mozilla('mozilla')	
'epiphany'	Epiphany('epiphany')	
'kfmclient'	Konqueror()	(1)
'konqueror'	Konqueror()	(1)
'kfm'	Konqueror()	(1)
'opera'	Opera()	
'links'	GenericBrowser('links')	
'elinks'	Elinks('elinks')	
'lynx'	GenericBrowser('lynx')	
'w3m'	GenericBrowser('w3m')	
'windows-default'	WindowsDefault	(2)
'macosx'	MacOSXOSAScript('default')	(3)
'safari'	MacOSXOSAScript('safari')	(3)
'google-chrome'	Chrome('google-chrome')	
'chrome'	Chrome('chrome')	
'chromium'	Chromium('chromium')	
'chromium-browser'	Chromium('chromium-browser')	
'iosbrowser'	IOSBrowser	(4)

注釈:

(1) "Konqueror" は Unix の KDE デスクトップ環境のファイルマネージャで、KDE が動作している時にだけ意味を持ちます。何か信頼できる方法で KDE を検出するのがいいでしょう; 変数 `KDEDIR` では十分ではありません。また、KDE 2 で **konqueror** コマンドを使うときにも、"kfm" が使われます --- Konqueror を動作させるのに最も良い方法が実装によって選択されます。

(2) Windows プラットフォームのみ。

(3) macOS のみ。

(4) iOS のみ。

Added in version 3.2: 新しい `MacOSXOSAScript` クラスが追加され、以前の `MacOSX` に替わって Mac で使用されます。これにより、現在 OS のデフォルトとして設定されていないブラウザを開くサポートが追加されました。

Added in version 3.3: Chrome/Chromium のサポートが追加されました。

バージョン 3.12 で変更: いくつかの古いブラウザのサポートが削除されました。削除されたブラウザには、Grail 、Mosaic 、Netscape 、Galeon 、Skipstone 、Iceape 、そして Firefox のバージョン 35 以前が含まれます。

バージョン 3.13 で変更: iOS のサポートが追加されました。

簡単な例を示します:

```
url = 'https://docs.python.org/'

# Open URL in a new tab, if a browser window is already open.
webbrowser.open_new_tab(url)

# Open URL in new window, raising the window if possible.
webbrowser.open_new(url)
```

21.1.1 ブラウザコントローラーオブジェクト

ブラウザコントローラーには以下のメソッドが定義されていて、モジュールレベルの便利な 3 つの関数に相当します:

controller.name

ブラウザのシステム依存名。

controller.open(*url*, *new=0*, *autoraise=True*)

このコントローラーでハンドルされたブラウザで *url* を表示します。*new* が 1 なら、可能であればブラウザの新しいウィンドウが開きます。*new* が 2 なら、可能であればブラウザの新しいページ (「タブ」) が開きます。

controller.open_new(*url*)

可能であれば、このコントローラーでハンドルされたブラウザの新しいウィンドウで *url* を開きますが、そうでない場合はブラウザのただ１つのウィンドウで *url* を開きます。*open_new()* の別名。

controller.open_new_tab(*url*)

可能であれば、このコントローラーでハンドルされたブラウザの新しいページ (「タブ」) で *url* を開きますが、そうでない場合は *open_new()* と同じです。

脚注

21.2 wsgiref --- WSGI ユーティリティとリファレンス実装

ソースコード: Lib/wsgiref

Web Server Gateway Interface (WSGI) は、Web サーバソフトウェアと Python で記述された Web アプリケーションとの標準インターフェースです。標準インターフェースを持つことで、WSGI をサポートするアプリケーションを幾つもの異なる Web サーバで使うことが容易になります。

Web サーバとプログラミングフレームワークの作者だけが、WSGI デザインのあらゆる細部や特例などを知る必要があります。WSGI アプリケーションをインストールしたり、既存のフレームワークを使ったアプリケーションを記述するだけの皆さんは、すべてについて理解する必要はありません。

wsgiref は WSGI 仕様のリファレンス実装で、これは Web サーバやフレームワークに WSGI サポートを加えるのに利用できます。これは WSGI 環境変数やレスポンスヘッダを操作するユーティリティ、WSGI サーバ実装時のベースクラス、WSGI アプリケーションを提供するデモ用 HTTP サーバ、静的型チェック用の型、それと WSGI サーバとアプリケーションの WSGI 仕様 (**PEP 3333**) 準拠のバリデーションツールを提供します。

wsgi.readthedocs.io に、WSGI に関するさらなる情報と、チュートリアルやその他のリソースへのリンクがあります。

21.2.1 wsgiref.util -- WSGI 環境のユーティリティ

このモジュールは WSGI 環境で使う様々なユーティリティ関数を提供します。WSGI 環境は **PEP 3333** で記述されているような HTTP リクエスト変数を含む辞書です。*environ* パラメータを取るすべての関数は WSGI 準拠の辞書を与えられることを期待しています; 細かい仕様については **PEP 3333** を、型アノテーションに使える型エイリアスについては *WSGIEnvironment* を参照してください。

wsgiref.util.guess_scheme(*environ*)

environ 辞書の `HTTPS` 環境変数を調べることで `wsgi.url_scheme` が "http" か "https" のどちらであるべきか推測し、その結果を返します。戻り値は文字列です。

この関数は、CGI や FastCGI のような CGI に似たプロトコルをラップするゲートウェイを作成する場合に便利です。典型的には、それらのプロトコルを提供するサーバが SSL 経由でリクエストを受け取った場合には HTTPS 変数に値 "1", "yes" または "on" を持つでしょう。そのため、この関数はそのような値が見つかった場合には "https" を返し、そうでなければ "http" を返します。

wsgiref.util.**request_uri**(*environ*, *include_query=True*)

リクエスト URI 全体 (オプションでクエリ文字列を含む) を、**PEP 3333** の "URL 再構築 (URL Reconstruction)" にあるアルゴリズムを使って返します。*include_query* が false の場合、クエリ文字列は結果となる文字列には含まれません。

wsgiref.util.**application_uri**(*environ*)

PATH_INFO と QUERY_STRING 変数が無視されることを除けば *request_uri()* に似ています。結果はリクエストによって指定されたアプリケーションオブジェクトのベース URI です。

wsgiref.util.**shift_path_info**(*environ*)

PATH_INFO から SCRIPT_NAME に一つの名前をシフトしてその名前を返します。*environ* 辞書は **変更されます** 。PATH_INFO や SCRIPT_NAME のオリジナルをそのまま残したい場合にはコピーを使ってください。

PATH_INFO にパスセグメントが何も残っていなければ、None が返されます。

典型的なこのルーチンの使い方はリクエスト URI のそれぞれの要素の処理で、例えばパスを一連の辞書のキーとして取り扱う場合です。このルーチンは、渡された環境を、ターゲット URL で示される別の WSGI アプリケーションの呼び出しに合うように調整します。例えば、/foo に WSGI アプリケーションがあったとして、そしてリクエスト URL パスが /foo/bar/baz で、/foo の WSGI アプリケーションが *shift_path_info()* を呼んだ場合、これは "bar" 文字列を受け取り、environ は /foo/bar の WSGI アプリケーションへの受け渡しに適するように更新されます。つまり、SCRIPT_NAME は /foo から /foo/bar に変わって、PATH_INFO は /bar/baz から /baz に変化するのです。

PATH_INFO が単に "/" の場合、このルーチンは空の文字列を返し、SCRIPT_NAME の末尾にスラッシュを加えます、これはたとえ空のパスセグメントが通常は無視され、そして SCRIPT_NAME は通常スラッシュで終わる事が無かったとしてもです。これは意図的な振る舞いで、このルーチンでオブジェクト巡回 (object traversal) をした場合に /x で終わる URI と /x/ で終わるものをアプリケーションが識別できることを保証するためのものです。

wsgiref.util.**setup_testing_defaults**(*environ*)

environ をテスト用に自明なデフォルト値で更新します。

このルーチンは WSGI に必要な様々なパラメータを追加します。そのようなパラメータとして HTTP_HOST 、SERVER_NAME 、SERVER_PORT 、REQUEST_METHOD 、SCRIPT_NAME 、PATH_INFO 、そして **PEP 3333** で定義されている wsgi.* 変数群が含まれます。このルーチンはデフォルト値を提供するだけで、これらの変数の既存設定は一切置きかえません。

このルーチンは、ダミー環境をセットアップすることによって WSGI サーバとアプリケーションのユニットテストを容易にすることを意図しています。これは実際の WSGI サーバやアプリケーションで使うべき

ではありません。なぜならこのデータは偽物なのです！

使用例:

```
from wsgiref.util import setup_testing_defaults
from wsgiref.simple_server import make_server

# A relatively simple WSGI application. It's going to print out the
# environment dictionary after being updated by setup_testing_defaults
def simple_app(environ, start_response):
    setup_testing_defaults(environ)

    status = '200 OK'
    headers = [('Content-type', 'text/plain; charset=utf-8')]

    start_response(status, headers)

    ret = [("%s: %s\n" % (key, value)).encode("utf-8")
           for key, value in environ.items()]
    return ret

with make_server('', 8000, simple_app) as httpd:
    print("Serving on port 8000...")
    httpd.serve_forever()
```

上記の環境用関数に加えて、*wsgiref.util* モジュールも以下のようなその他のユーティリティを提供します:

wsgiref.util.is_hop_by_hop(*header_name*)

'header_name' が **RFC 2616** で定義されている HTTP/1.1 の "Hop-by-Hop" ヘッダの場合に `True` を返します。

class wsgiref.util.FileWrapper(*filelike*, *blksize=8192*)

A concrete implementation of the *wsgiref.types.FileWrapper* protocol used to convert a file-like object to an *iterator*. The resulting objects are *iterable*s. As the object is iterated over, the optional *blksize* parameter will be repeatedly passed to the *filelike* object's `read()` method to obtain bytestrings to yield. When `read()` returns an empty bytestring, iteration is ended and is not resumable.

filelike に `close()` メソッドがある場合、返されたオブジェクトも `close()` メソッドを持ち、これが呼ばれた場合には *filelike* オブジェクトの `close()` メソッドを呼び出します。

使用例:

```
from io import StringIO
from wsgiref.util import FileWrapper

# We're using a StringIO-buffer for as the file-like object
filelike = StringIO("This is an example file-like object"*10)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
wrapper = FileWrapper(filelike, blksize=5)

for chunk in wrapper:
    print(chunk)
```

バージョン 3.11 で変更: `__getitem__()` メソッドのサポートは削除されました。

21.2.2 wsgiref.headers -- WSGI レスポンスヘッダツール群

このモジュールは単一のクラス、*Headers* を提供し、WSGI レスポンスヘッダの操作をマップに似たインターフェースで便利にします。

class wsgiref.headers.**Headers**([*headers*])

headers をラップするマップ風オブジェクトを生成します。これは **PEP 3333** に定義されるようなヘッダの名前／値のタプルのリストです。*headers* のデフォルト値は空のリストです。

Headers objects support typical mapping operations including `__getitem__()`, *get()*, `__setitem__()`, *setdefault()*, `__delitem__()` and `__contains__()`. For each of these methods, the key is the header name (treated case-insensitively), and the value is the first value associated with that header name. Setting a header deletes any existing values for that header, then adds a new value at the end of the wrapped header list. Headers' existing order is generally maintained, with new headers added to the end of the wrapped list.

辞書とは違って、*Headers* オブジェクトはラップされたヘッダリストに存在しないキーを取得または削除しようとした場合にもエラーを発生しません。単に、存在しないヘッダの取得は `None` を返し、存在しないヘッダの削除は何もしません。

Headers オブジェクトは `keys()` 、`values()` 、`items()` メソッドもサポートします。複数の値を持つヘッダがある場合には、`keys()` と `items()` で返されるリストは同じキーを一つ以上含むことがあります。*Headers* オブジェクトの `len()` は、その `items()` の長さと同じであり、ラップされたヘッダリストの長さと同じです。実際、`items()` メソッドは単にラップされたヘッダリストのコピーを返しているだけです。

Headers オブジェクトに対して `bytes()` を呼ぶと、HTTP レスポンスヘッダとして送信するのに適した形に整形されたバイト文字列を返します。それぞれのヘッダはコロンとスペースで区切られた値と共に一列に並んでいます。それぞれの行はキャリッジリターンとラインフィードで終了し、バイト文字列は空行で終了しています。

これらのマッピングインターフェースと整形機能に加えて、*Headers* オブジェクトは複数の値を持つヘッダの取得と追加、MIME パラメータでヘッダを追加するための以下のようなメソッド群も持っています:

get_all(*name*)

指定されたヘッダのすべての値のリストを返します。

返されるリストは、元々のヘッダリストに現れる順、またはこのインスタンスに追加された順に並んでいて、重複を含む場合があります。削除されて加えられたフィールドはすべてヘッダリストの末尾に付きます。与えられた name に対するフィールドが何もなければ、空のリストが返ります。

add_header(*name*, *value*, ***_params*)

(複数の値を持つ可能性のある) ヘッダを、キーワード引数を通じて指定するオプションの MIME パラメータと共に追加します。

name は追加するヘッダフィールドです。このヘッダフィールドに MIME パラメータを設定するためにキーワード引数を使うことができます。それぞれのパラメータは文字列か `None` でなければいけません。パラメータ中のアンダースコアはダッシュ (-) に変換されます。これは、ダッシュが Python の識別子としては不正なのですが、多くの MIME パラメータはダッシュを含むためです。パラメータ値が文字列の場合、これはヘッダ値のパラメータに `name="value"` の形で追加されます。この値がもし `None` の場合、パラメータ名だけが追加されます。(これは値なしの MIME パラメータの場合に使われます。) 使い方の例は:

```
h.add_header('content-disposition', 'attachment', filename='bud.gif')
```

上記はこのようなヘッダを追加します:

```
Content-Disposition: attachment; filename="bud.gif"
```

バージョン 3.5 で変更: *headers* 引数が任意になりました。

21.2.3 wsgiref.simple_server -- シンプルな WSGI HTTP サーバ

このモジュールは WSGI アプリケーションを提供するシンプルな HTTP サーバです (*http.server* がベースです)。個々のサーバインスタンスは単一の WSGI アプリケーションを、特定のホストとポート上で提供します。もし一つのホストとポート上で複数のアプリケーションを提供したいならば、`PATH_INFO` をパースして個々のリクエストでどのアプリケーションを呼び出すか選択するような WSGI アプリケーションを作る必要があります。(例えば、*wsgiref.util* から `shift_path_info()` を利用します。)

wsgiref.simple_server.make_server(*host*, *port*, *app*, *server_class=WSGIServer*, *handler_class=WSGIRequestHandler*)

host と *port* 上で待機し、*app* へのコネクションを受け付ける WSGI サーバを作成します。戻り値は与えられた *server_class* のインスタンスで、指定された *handler_class* を使ってリクエストを処理します。*app* は **PEP 3333** で定義されるところの WSGI アプリケーションでなければいけません。

使用例:

```
from wsgiref.simple_server import make_server, demo_app
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
with make_server('', 8000, demo_app) as httpd:
    print("Serving HTTP on port 8000...")

    # Respond to requests until process is killed
    httpd.serve_forever()

    # Alternative: serve one request, then exit
    httpd.handle_request()
```

wsgiref.simple_server.**demo_app**(*environ*, *start_response*)

この関数は小規模ながら完全な WSGI アプリケーションで、"Hello world!" メッセージと、*environ* パラメータに提供されているキー／値のペアを含むテキストページを返します。これは WSGI サーバ (*wsgiref.simple_server* のような) がシンプルな WSGI アプリケーションを正しく実行できるかを確かめるのに便利です。

class wsgiref.simple_server.**WSGIServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*)

WSGIServer インスタンスを作成します。*server_address* は (host,port) のタプル、そして *RequestHandlerClass* はリクエストの処理に使われる *http.server.BaseHTTPRequestHandler* のサブクラスでなければいけません。

make_server() が細かい調整をやってくれるので、通常はこのコンストラクタを呼ぶ必要はありません。

WSGIServer は *http.server.HTTPServer* のサブクラスなので、そのすべてのメソッド (serve_forever() や handle_request() のような) が利用できます。*WSGIServer* も以下のような WSGI 固有メソッドを提供します:

set_app(*application*)

呼び出し可能 (callable) な *application* をリクエストを受け取る WSGI アプリケーションとして設定します。

get_app()

Returns the currently set application callable.

しかしながら、通常はこれらの追加されたメソッドを使う必要はありません。*set_app()* は普通は *make_server()* によって呼ばれ、*get_app()* は主にリクエストハンドラインスタンスの便宜上存在するからです。

class wsgiref.simple_server.**WSGIRequestHandler**(*request*, *client_address*, *server*)

与えられた *request* (すなわちソケット) の HTTP ハンドラ、*client_address* ((host,port) のタプル)、*server* (*WSGIServer* インスタンス) の HTTP ハンドラを作成します。

このクラスのインスタンスを直接生成する必要はありません; これらは必要に応じて *WSGIServer* オブジェクトによって自動的に生成されます。しかしながら、このクラスをサブクラス化し、*make_server()*

関数に *handler_class* として与えることは可能でしょう。サブクラスにおいてオーバーライドする意味のありそうなものは:

get_environ()

リクエストに対する *WSGIEnvironment* 辞書を返します。デフォルト実装では *WSGIServer* オブジェクトの base_environ 辞書属性のコンテンツをコピーし、それから HTTP リクエスト由来の様々なヘッダを追加しています。このメソッド呼び出し毎に、**PEP 3333** に指定されている関連する CGI 環境変数をすべて含む新規の辞書を返さなければいけません。

get_stderr()

wsgi.errors ストリームとして使われるオブジェクトを返します。デフォルト実装では単に sys.stderr を返します。

handle()

HTTP リクエストを処理します。デフォルト実装では実際の WGI アプリケーションインターフェースを実装するのに *wsgiref.handlers* クラスを使ってハンドラインスタンスを作成します。

21.2.4 wsgiref.validate --- WSGI 準拠チェッカー

WSGI アプリケーションのオブジェクト、フレームワーク、サーバまたはミドルウェアの作成時には、その新規のコードを *wsgiref.validate* を使って準拠の検証をすると便利です。このモジュールは WSGI サーバやゲートウェイと WSGI アプリケーションオブジェクト間の通信を検証する WSGI アプリケーションオブジェクトを作成する関数を提供し、双方のプロトコル準拠をチェックします。

このユーティリティは完全な **PEP 3333** 準拠を保証するものでないことは注意してください; このモジュールでエラーが出ないことは必ずしもエラーが存在しないことを意味しません。しかしこのモジュールがエラーを出したならば、ほぼ確実にサーバかアプリケーションのどちらかが 100% 準拠ではありません。

このモジュールは lan Bicking の "Python Paste" ライブラリの paste.lint モジュールをベースにしています。

wsgiref.validate.validator(*application*)

application をラップし、新しい WSGI アプリケーションオブジェクトを返します。返されたアプリケーションは全てのリクエストを元々の *application* に転送し、*application* とそれを呼び出すサーバの両方が WSGI 仕様と **RFC 2616** の両方に準拠しているかをチェックします。

何らかの非準拠が検出されると、*AssertionError* 例外が送出されます; しかし、このエラーがどう扱われるかはサーバ依存であることに注意してください。例えば、*wsgiref.simple_server* とその他 *wsgiref.handlers* ベースのサーバ（エラー処理メソッドが他のことをするようにオーバライドしていないもの）は単純にエラーが発生したというメッセージとトレースバックのダンプを sys.stderr やその他のエラーストリームに出力します。

このラッパーは、疑わしいものの実際には **PEP 3333** で禁止されていないかもしれない挙動を指摘するために *warnings* モジュールを使って出力を生成します。これらは Python のコマンドラインオプション

や *warnings* API で抑制されなければ、sys.stderr (wsgi.errors では **ありません** 。ただし、たまたま同一のオブジェクトだった場合を除く) に書き出されます。

使用例:

```
from wsgiref.validate import validator
from wsgiref.simple_server import make_server

# Our callable object which is intentionally not compliant to the
# standard, so the validator is going to break
def simple_app(environ, start_response):
    status = '200 OK'  # HTTP Status
    headers = [('Content-type', 'text/plain')]  # HTTP Headers
    start_response(status, headers)

    # This is going to break because we need to return a list, and
    # the validator is going to inform us
    return b"Hello World"

# This is the application wrapped in a validator
validator_app = validator(simple_app)

with make_server('', 8000, validator_app) as httpd:
    print("Listening on port 8000....")
    httpd.serve_forever()
```

21.2.5 wsgiref.handlers -- サーバ／ゲートウェイのベースクラス

このモジュールは WSGI サーバとゲートウェイ実装のベースハンドラクラスを提供します。これらのベースクラスは、CGI 風の環境と、それに加えて入力、出力そしてエラーストリームが与えられることで、WSGI アプリケーションとの通信の大部分を処理します。

class wsgiref.handlers.CGIHandler

sys.stdin、sys.stdout、sys.stderr そして os.environ 経由での CGI ベースの呼び出しです。これは、もしあなたが WSGI アプリケーションを持っていて、これを CGI スクリプトとして実行したい場合に有用です。単に CGIHandler().run(app) を起動してください。app はあなたが起動したい WSGI アプリケーションオブジェクトです。

このクラスは *BaseCGIHandler* のサブクラスで、これは wsgi.run_once を true、wsgi.multithread を false、そして wsgi.multiprocess を true にセットし、常に *sys* と *os* を、必要な CGI ストリームと環境を取得するために使用します。

class wsgiref.handlers.IISCGIHandler

(IIS 7 以降の) 設定オプションの allowPathInfo や (IIS 7 より前の) メタベースの allowPathInfoForScriptMappings を設定せずに Microsoft の IIS Web サーバにデプロイするときに使う、*CGIHandler*

クラス以外の専用の選択肢です。

By default, IIS gives a `PATH_INFO` that duplicates the `SCRIPT_NAME` at the front, causing problems for WSGI applications that wish to implement routing. This handler strips any such duplicated path.

IIS can be configured to pass the correct `PATH_INFO`, but this causes another bug where `PATH_TRANSLATED` is wrong. Luckily this variable is rarely used and is not guaranteed by WSGI. On IIS<7, though, the setting can only be made on a vhost level, affecting all other script mappings, many of which break when exposed to the `PATH_TRANSLATED` bug. For this reason IIS<7 is almost never deployed with the fix (Even IIS7 rarely uses it because there is still no UI for it.).

There is no way for CGI code to tell whether the option was set, so a separate handler class is provided. It is used in the same way as *CGIHandler*, i.e., by calling `IISCGIHandler().run(app)`, where `app` is the WSGI application object you wish to invoke.

Added in version 3.2.

class wsgiref.handlers.BaseCGIHandler(*stdin*, *stdout*, *stderr*, *environ*, *multithread=True*, *multiprocess=False*)

CGIHandler に似ていますが、*sys* と *os* モジュールを使う代わりに CGI 環境と I/O ストリームを明示的に指定します。*multithread* と *multiprocess* の値は、ハンドラインスタンスにより実行されるアプリケーションの `wsgi.multithread` と `wsgi.multiprocess` フラグの設定に使われます。

このクラスは *SimpleHandler* のサブクラスで、HTTP の ” 本サーバ” でないソフトウェアと使うことを意図しています。もしあなたが `Status:` ヘッダを HTTP ステータスを送信するのに使うようなゲートウェイプロトコルの実装（CGI、FastCGI、SCGI など）を書いている場合、おそらく *SimpleHandler* ではなくこのクラスをサブクラス化するとよいでしょう。

class wsgiref.handlers.SimpleHandler(*stdin*, *stdout*, *stderr*, *environ*, *multithread=True*, *multiprocess=False*)

BaseCGIHandler と似ていますが、HTTP の本サーバと使うためにデザインされています。もしあなたが HTTP サーバ実装を書いている場合、おそらく *BaseCGIHandler* ではなくこのクラスをサブクラス化するとよいでしょう。

This class is a subclass of *BaseHandler*. It overrides the `__init__()`, *get_stdin()*, *get_stderr()*, *add_cgi_vars()*, *_write()*, and *_flush()* methods to support explicitly setting the environment and streams via the constructor. The supplied environment and streams are stored in the `stdin`, `stdout`, `stderr`, and `environ` attributes.

The *write()* method of *stdout* should write each chunk in full, like *io.BufferedIOBase*.

class wsgiref.handlers.BaseHandler

これは WSGI アプリケーションを実行するための抽象ベースクラスです。それぞれのインスタンスは一つの HTTP リクエストを処理します。しかし原理上は複数のリクエスト用に再利用可能なサブクラスを作成することができます。

BaseHandler インスタンスは外部から利用されるたった一つのメソッドを持ちます:

run(*app*)

指定された WSGI アプリケーション、*app* を実行します。

その他のすべての *BaseHandler* のメソッドはアプリケーション実行プロセスでこのメソッドから呼ばれます。したがって、それらは主にそのプロセスのカスタマイズのために存在しています。

以下のメソッドはサブクラスでオーバーライドされなければいけません:

_write(*data*)

バイト列の *data* をクライアントへの転送用にバッファします。このメソッドが実際にデータを転送しても OK です: 下部システムが実際にそのような区別をしている場合に効率をより良くするために、*BaseHandler* は書き出しとフラッシュ操作を分けているからです。

_flush()

バッファされたデータをクライアントに強制的に転送します。このメソッドは何もしなくても OK です（すなわち、*_write()* が実際にデータを送る場合）。

get_stdin()

Return an object compatible with *InputStream* suitable for use as the `wsgi.input` of the request currently being processed.

get_stderr()

Return an object compatible with *ErrorStream* suitable for use as the `wsgi.errors` of the request currently being processed.

add_cgi_vars()

現在のリクエストの CGI 変数を `environ` 属性に追加します。

オーバーライドされることの多いメソッド及び属性を以下に挙げます。しかし、このリストは単にサマリであり、オーバーライド可能なすべてのメソッドは含んでいません。カスタマイズした *BaseHandler* サブクラスを作成しようとする前に docstring やソースコードでさらなる情報を調べてください。

WSGI 環境のカスタマイズのための属性とメソッド:

wsgi_multithread

`wsgi.multithread` 環境変数で使われる値。*BaseHandler* ではデフォルトが true ですが、別のサブクラスではデフォルトで（またはコンストラクタによって設定されて）異なる値を持つことがあります。

wsgi_multiprocess

`wsgi.multiprocess` 環境変数で使われる値。*BaseHandler* ではデフォルトが true ですが、別のサブクラスではデフォルトで（またはコンストラクタによって設定されて）異なる値を持つことがあります。

wsgi_run_once

wsgi.run_once 環境変数で使われる値。*BaseHandler* ではデフォルトが false ですが、*CGIHandler* はデフォルトでこれを true に設定します。

os_environ

すべてのリクエストの WSGI 環境に含まれるデフォルトの環境変数。デフォルトでは *wsgiref.handlers* がインポートされた時点の os.environ のコピーですが、サブクラスはクラスまたはインスタンスレベルでそれら自身のものを作ることができます。デフォルト値は複数のクラスとインスタンスで共有されるため、この辞書は読み出し専用と考えるべきだという点に注意してください。

server_software

origin_server 属性が設定されている場合、この属性の値がデフォルトの SERVER_SOFTWARE WSGI 環境変数の設定や HTTP レスポンス中のデフォルトの Server: ヘッダの設定に使われます。これは (*BaseCGIHandler* や *CGIHandler* のような) HTTP オリジンサーバでないハンドラでは無視されます。

バージョン 3.3 で変更: ”Python” という語は ”CPython” や ”Jython” などのような個別実装の語に置き換えられました。

get_scheme()

現在のリクエストで使われている URL スキームを返します。デフォルト実装は *wsgiref.util* の guess_scheme() を使い、現在のリクエストの environ 変数に基づいてスキームが”http” か ”https” かを推測します。

setup_environ()

environ 属性を、フル実装 (fully populated) の WSGI 環境に設定します。デフォルトの実装は、上記すべてのメソッドと属性、加えて *get_stdin()* 、*get_stderr()* 、*add_cgi_vars()* メソッドと *wsgi_file_wrapper* 属性を利用します。これは、キーが存在せず、*origin_server* 属性が true 値で *server_software* 属性も設定されている場合に SERVER_SOFTWARE を挿入します。

例外処理のカスタマイズのためのメソッドと属性:

log_exception(*exc_info*)

exc_info タプルをサーバログに記録します。*exc_info* は (type, value, traceback) のタプルです。デフォルトの実装は単純にトレースバックをリクエストの wsgi.errors ストリームに書き出してフラッシュします。サブクラスはこのメソッドをオーバーライドしてフォーマットを変更したり出力先の変更、トレースバックを管理者にメールしたりその他適切と思われるいかなるアクションも取ることができます。

traceback_limit

デフォルトの *log_exception()* メソッドで出力されるトレースバック出力に含まれる最大のフレーム数です。None ならば、すべてのフレームが含まれます。

error_output(*environ*, *start_response*)

このメソッドは、ユーザに対してエラーページを出力する WSGI アプリケーションです。これはクライアントにヘッダが送出される前にエラーが発生した場合にのみ呼び出されます。

このメソッドは `sys.exception()` を使って現在のエラーにアクセスでき、その情報はこれを呼ぶときに *start_response* に渡すべきです (**PEP 3333** の "Error Handling" セクションに記述があります)。

デフォルト実装は単に *error_status* 、*error_headers* 、*error_body* 属性を出力ページの生成に使います。サブクラスではこれをオーバーライドしてもっと動的なエラー出力をすることができます。

しかし、セキュリティの観点からは診断をあらゆるユーザに吐き出すことは推奨されないことに気をつけてください; 理想的には、診断的な出力を有効にするには何らかの特別なことをする必要があるようにすべきで、これがデフォルト実装では何も含まれていない理由です。

error_status

エラーレスポンスで使われる HTTP ステータスです。これは **PEP 3333** で定義されているステータス文字列です; デフォルトは 500 コードとメッセージです。

error_headers

エラーレスポンスで使われる HTTP ヘッダです。これは **PEP 3333** で述べられているような、WSGI レスポンスヘッダ (`(name, value)` タプル) のリストであるべきです。デフォルトのリストはコンテントタイプを `text/plain` にセットしているだけです。

error_body

エラーレスポンスボディ。これは HTTP レスポンスのボディバイト文字列であるべきです。これはデフォルトではプレーンテキストで "A server error occurred. Please contact the administrator." です。

PEP 3333 の " オプションのプラットフォーム固有のファイルハンドリング" 機能のためのメソッドと属性:

wsgi_file_wrapper

A `wsgi.file_wrapper` factory, compatible with *wsgiref.types.FileWrapper*, or `None`. The default value of this attribute is the *wsgiref.util.FileWrapper* class.

sendfile()

オーバーライドしてプラットフォーム固有のファイル転送を実装します。このメソッドはアプリケーションの戻り値が *wsgi_file_wrapper* 属性で指定されたクラスのインスタンスの場合にのみ呼ばれます。これはファイルの転送が成功できた場合には true を返して、デフォルトの転送コードが実行されないようにするべきです。このデフォルトの実装は単に false 値を返します。

その他のメソッドと属性:

origin_server

この属性はハンドラの *_write()* と *_flush()* が、特別に `Status:` ヘッダに HTTP ステータスを求めるような CGI 風のゲートウェイプロトコル経由でなく、クライアントと直接通信をするような場合には true 値に設定されているべきです。

この属性のデフォルト値は *BaseHandler* では true ですが、*BaseCGIHandler* と *CGIHandler* では false です。

http_version

origin_server が true の場合、この文字列属性はクライアントへのレスポンスセットの HTTP バージョンの設定に使われます。デフォルトは `"1.0"` です。

wsgiref.handlers.read_environ()

Transcode CGI variables from `os.environ` to **PEP 3333** "bytes in unicode" strings, returning a new dictionary. This function is used by *CGIHandler* and *IISCGIHandler* in place of directly using `os.environ`, which is not necessarily WSGI-compliant on all platforms and web servers using Python 3 -- specifically, ones where the OS's actual environment is Unicode (i.e. Windows), or ones where the environment is bytes, but the system encoding used by Python to decode it is anything other than ISO-8859-1 (e.g. Unix systems using UTF-8).

If you are implementing a CGI-based handler of your own, you probably want to use this routine instead of just copying values out of `os.environ` directly.

Added in version 3.2.

21.2.6 `wsgiref.types` -- WSGI types for static type checking

This module provides various types for static type checking as described in **PEP 3333**.

Added in version 3.11.

class wsgiref.types.StartResponse

A *typing.Protocol* describing start_response() callables (**PEP 3333**).

wsgiref.types.WSGIEnvironment

A type alias describing a WSGI environment dictionary.

wsgiref.types.WSGIApplication

A type alias describing a WSGI application callable.

class wsgiref.types.InputStream

A *typing.Protocol* describing a WSGI Input Stream.

class wsgiref.types.ErrorStream

A *typing.Protocol* describing a WSGI Error Stream.

class wsgiref.types.FileWrapper

A *typing.Protocol* describing a file wrapper. See *wsgiref.util.FileWrapper* for a concrete implementation of this protocol.

21.2.7 使用例

これは動作する "Hello World" WSGI アプリケーションです:

```
"""
Every WSGI application must have an application object - a callable
object that accepts two arguments. For that purpose, we're going to
use a function (note that you're not limited to a function, you can
use a class for example). The first argument passed to the function
is a dictionary containing CGI-style environment variables and the
second variable is the callable object.
"""
from wsgiref.simple_server import make_server


def hello_world_app(environ, start_response):
    status = "200 OK"  # HTTP Status
    headers = [("Content-type", "text/plain; charset=utf-8")]  # HTTP Headers
    start_response(status, headers)

    # The returned object is going to be printed
    return [b"Hello World"]

with make_server("", 8000, hello_world_app) as httpd:
    print("Serving on port 8000...")

    # Serve until process is killed
    httpd.serve_forever()
```

Example of a WSGI application serving the current directory, accept optional directory and port number (default: 8000) on the command line:

```
"""
Small wsgiref based web server. Takes a path to serve from and an
optional port number (defaults to 8000), then tries to serve files.
MIME types are guessed from the file names, 404 errors are raised
if the file is not found.
"""
import mimetypes
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
import os
import sys
from wsgiref import simple_server, util


def app(environ, respond):
    # Get the file name and MIME type
    fn = os.path.join(path, environ["PATH_INFO"][1:])
    if "." not in fn.split(os.path.sep)[-1]:
        fn = os.path.join(fn, "index.html")
    mime_type = mimetypes.guess_file_type(fn)[0]

    # Return 200 OK if file exists, otherwise 404 Not Found
    if os.path.exists(fn):
        respond("200 OK", [("Content-Type", mime_type)])
        return util.FileWrapper(open(fn, "rb"))
    else:
        respond("404 Not Found", [("Content-Type", "text/plain")])
        return [b"not found"]


if __name__ == "__main__":
    # Get the path and port from command-line arguments
    path = sys.argv[1] if len(sys.argv) > 1 else os.getcwd()
    port = int(sys.argv[2]) if len(sys.argv) > 2 else 8000

    # Make and start the server until control-c
    httpd = simple_server.make_server("", port, app)
    print(f"Serving {path} on port {port}, control-C to stop")
    try:
        httpd.serve_forever()
    except KeyboardInterrupt:
        print("Shutting down.")
        httpd.server_close()
```

21.3 urllib --- URL を扱うモジュール群

ソースコード: Lib/urllib/

---

urllib は URL を扱う幾つかのモジュールを集めたパッケージです:

- *urllib.request* は URL を開いて読むためのモジュールです
- *urllib.error* は *urllib.request* が発生させる例外を持っています
- *urllib.parse* は URL をパースするためのモジュールです

- *urllib.robotparser* は robots.txt ファイルをパースするためのモジュールです

21.4 urllib.request --- URL を開くための大規模なライブラリ

ソースコード: Lib/urllib/request.py

---

urllib.request モジュールは基本的な認証、暗号化認証、リダイレクション、Cookie、その他の介在する複雑なアクセス環境において (大抵は HTTP で) URL を開くための関数とクラスを定義します。

参考:

より高水準の HTTP クライアントインターフェースとして Requests パッケージ がお奨めです。

> **警告:** On macOS it is unsafe to use this module in programs using *os.fork()* because the *getproxies()* implementation for macOS uses a higher-level system API. Set the environment variable no_proxy to * to avoid this problem (e.g. os.environ["no_proxy"] = "*").

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* プラットフォーム を見てください。

urllib.request モジュールでは以下の関数を定義しています:

urllib.request.**urlopen**(*url*, *data=None*, [*timeout*,]*, *context=None*)

Open *url*, which can be either a string containing a valid, properly encoded URL, or a *Request* object.

data はサーバーに送信する追加データを指定するオブジェクトであるか None である必要があります。詳細は *Request* を確認してください。

urllib.request モジュールは HTTP/1.1 を使用し、その HTTP リクエストに Connection:close ヘッダーを含みます。

任意引数 *timeout* には接続開始などのブロックする操作におけるタイムアウト時間を秒数で指定します (指定されなかった場合、グローバルのデフォルトタイムアウト時間が利用されます)。この引数は、HTTP, HTTPS, FTP 接続でのみ有効です。

context を指定する場合は、様々な SSL オプションを記述する *ssl.SSLContext* インスタンスでなければなりません。詳細は *HTTPSConnection* を参照してください。

この関数は常にプロパティ *url*、*headers*、および *status* を持ち、コンテキストマネージャ として動作するオブジェクトを返します。これらのプロパティに関する詳細は *urllib.response.addinfourl* を確認してください。

HTTP および HTTPS URL の場合、この関数は、わずかに修正された *http.client.HTTPResponse* オブジェクトを返します。上記の 3 つの新しいメソッドに加えて、msg 属性が *HTTPResponse* のドキュメンテーションで指定されているレスポンスヘッダーの代わりに *reason* 属性 --- サーバーから返された reason フレーズ --- と同じ情報を含んでいます。

FTP 、ファイルおよびデータ URL 、レガシーな *URLopener* や *FancyURLopener* によって明示的に扱われるリクエストの場合、この関数は *urllib.response.addinfourl* オブジェクトを返します。

プロトコルエラー発生時は *URLError* を送出します。

どのハンドラもリクエストを処理しなかった場合には None を返すことがあるので注意してください (デフォルトでインストールされる グローバルハンドラの *OpenerDirector* は、*UnknownHandler* を使って上記の問題が起きないようにしています)。

In addition, if proxy settings are detected (for example, when a `*_proxy` environment variable like `http_proxy` is set), *ProxyHandler* is default installed and makes sure the requests are handled through the proxy.

Python 2.6 以前のレガシーな `urllib.urlopen` 関数は廃止されました。*urllib.request.urlopen()* が過去の `urllib2.urlopen` に相当します。`urllib.urlopen` において辞書型オブジェクトで渡していたプロキシの扱いは、*ProxyHandler* オブジェクトを使用して取得できます。

引数 `fullurl`, `data`, `headers`, `method` を指定して **監査イベント** `urllib.Request` を送出します。

バージョン 3.2 で変更: *cafile* および *capath* が追加されました。

HTTPS virtual hosts are now supported if possible (that is, if *ssl.HAS_SNI* is true).

data にイテラブルなオブジェクトを指定できるようになりました。

バージョン 3.3 で変更: *cadefault* が追加されました。

バージョン 3.4.3 で変更: *context* が追加されました。

バージョン 3.10 で変更: HTTPS connection now send an ALPN extension with protocol indicator `http/1.1` when no *context* is given. Custom *context* should set ALPN protocols with *set_alpn_protocols()*.

バージョン 3.13 で変更: Remove *cafile*, *capath* and *cadefault* parameters: use the *context* parameter instead.

urllib.request.install_opener(*opener*)

指定された *OpenerDirector* のインスタンスを、デフォルトで利用されるグローバルの opener としてインストールします。opener のインストールは、urlopen にその opener を使って欲しいとき以外必要ありません。普段は単に *urlopen()* の代わりに *OpenerDirector.open()* を利用してください。この関数は引数が本当に *OpenerDirector* のインスタンスであるかどうかはチェックしません。適切なインターフェースを持った任意のクラスを利用することができます。

urllib.request.**build_opener**(*[handler, ...]*)

与えられた順番に URL ハンドラを連鎖させる *OpenerDirector* のインスタンスを返します。*handler* は *BaseHandler* または *BaseHandler* のサブクラスのインスタンスのどちらかです (どちらの場合も、コンストラクトは引数無しで呼び出せるようになっていなければなりません) 。クラス *ProxyHandler* (proxy 設定が検出された場合), *UnknownHandler*, *HTTPHandler*, *HTTPDefaultErrorHandler*, *HTTPRedirectHandler*, *FTPHandler*, *FileHandler*, *HTTPErrorProcessor* については、そのクラスのインスタンスか、そのサブクラスのインスタンスが *handler* に含まれていない限り、*handler* よりも先に連鎖します。

Python が SSL をサポートするように設定してインストールされている場合 (すなわち、*ssl* モジュールを import できる場合) *HTTPSHandler* も追加されます。

BaseHandler サブクラスでも handler_order メンバー変数を変更して、ハンドラーリスト内での場所を変更できます。

urllib.request.**pathname2url**(*path*)

ローカルシステムにおける記法で表されたパス名 *path* を URL におけるパス部分の形式に変換します。これは完全な URL を生成するわけではありません。戻り値は *quote()* 関数によってクオートされています。

urllib.request.**url2pathname**(*path*)

URL の、パーセントエンコードされたパス部分 *path* をローカルシステムの記法に変換します。これは完全な URL を受け付けません。*path* のデコードには *unquote()* 関数を使用します。

urllib.request.**getproxies**()

このヘルパー関数はスキーマからプロキシサーバーの URL へのマッピングを行う辞書を返します。この関数はまず、どの OS でも最初に <scheme>_proxy という名前の環境変数を大文字小文字を区別せずにスキャンします。そこで見つからなかった場合、macOS の場合は macOS システム環境設定を、Windows の場合はシステムレジストリを参照します。もし小文字と大文字の環境変数が両方存在する (そして値が一致しない) なら、小文字の環境変数が優先されます。

注釈: もし環境変数 REQUEST_METHOD が設定されていたら (これは通常スクリプトが CGI 環境で動いていることを示しています)、環境変数 HTTP_PROXY (大文字の _PROXY) は無視されます。その理由は、クライアントが "Proxy:" HTTP ヘッダーを使ってこの環境変数を注入できるからです。もし CGI 環境で HTTP プロキシを使う必要があれば、ProxyHandler を明示的に使用するか、環境変数名を小文字にしてください (あるいは、少なくともサフィックスを _proxy にしてください) 。

以下のクラスが提供されています:

class urllib.request.**Request**(*url*, *data=None*, *headers={}*, *origin_req_host=None*, *unverifiable=False*, *method=None*)

このクラスは URL リクエストを抽象化したものです。

url should be a string containing a valid, properly encoded URL.

data must be an object specifying additional data to send to the server, or `None` if no such data is needed. Currently HTTP requests are the only ones that use *data*. The supported object types include bytes, file-like objects, and iterables of bytes-like objects. If no `Content-Length` nor `Transfer-Encoding` header field has been provided, *HTTPHandler* will set these headers according to the type of *data*. `Content-Length` will be used to send bytes objects, while `Transfer-Encoding: chunked` as specified in **RFC 7230**, Section 3.3.1 will be used to send files and other iterables.

HTTP POST リクエストメソッドでは *data* は標準の *application/x-www-form-urlencoded* 形式のバッファーでなければなりません。*urllib.parse.urlencode()* 関数は、マップ型あるいは 2 タプルのシーケンスを取り、この形式の ASCII 文字列を返します。これは *data* パラメーターとして使用される前に bytes 型にエンコードされなければなりません。

headers は辞書でなければなりません。この辞書は *add_header()* を辞書のキーおよび値を引数として呼び出した時と同じように扱われます。この引数は、多くの場合ブラウザーが何であるかを特定する `User-Agent` ヘッダーの値を ” 偽装” するために用いられます。これは一部の HTTP サーバーが、スクリプトからのアクセスを禁止するために一般的なブラウザーの `User-Agent` ヘッダーしか許可しないためです。例えば、Mozilla Firefox は `User-Agent` に `"Mozilla/5.0 (X11; U; Linux i686) Gecko/20071127 Firefox/2.0.0.11"` のように設定し、*urllib* はデフォルトで `"Python-urllib/2.6"` (Python 2.6 の場合) と設定します。headers のすべてのキーはキャメルケースで送信されます。

An appropriate `Content-Type` header should be included if the *data* argument is present. If this header has not been provided and *data* is not `None`, `Content-Type: application/x-www-form-urlencoded` will be added as a default.

次の 2 つの引数は、サードパーティの HTTP クッキーを正しく扱いたい場合にのみ関係してきます:

origin_req_host は、**RFC 2965** で定義されている元のトランザクションにおけるリクエストホスト (request-host of the origin transaction) です。デフォルトの値は `http.cookiejar.request_host(self)` です。この値は、ユーザーによって開始された元々のリクエストにおけるホスト名や IP アドレスです。例えば、もしリクエストがある HTML ドキュメント内の画像を指していれば、この値は画像を含んでいるページへのリクエストにおけるリクエストホストになるはずです。

unverifiable は、**RFC 2965** の定義において、該当するリクエストが証明不能 (unverifiable) であるかどうかを示します。デフォルトの値は `False` です。証明不能なリクエストとは、ユーザが受け入れの可否を選択できないような URL を持つリクエストのことです。例えば、リクエストが HTML ドキュメント中の画像であり、ユーザがこの画像を自動的に取得するか どうかを選択できない場合には、証明不能フラグは True になります。

method は使用される HTTP リクエストメソッド (例: `'HEAD'`) を示す文字列でなければなりません。もし与えられた場合、この値は属性 *method* に格納され、*get_method()* で使用されます。デフォルトは *data* が `None` であれば `'GET'` で、そうでなければ `'POST'` です。サブクラスは *method* 属性をクラス自身に設定して、異なるデフォルトメソッドを示すことができます。

注釈: The request will not work as expected if the data object is unable to deliver its content more than once (e.g. a file or an iterable that can produce the content only once) and the request is retried for HTTP redirects or authentication. The *data* is sent to the HTTP server right away after the headers. There is no support for a 100-continue expectation in the library.

バージョン 3.3 で変更: 引数 *Request.method* が Request クラスに追加されました。

バージョン 3.4 で変更: *Request.method* のデフォルト値はクラスレベルで指定されることがあります。

バージョン 3.6 で変更: Do not raise an error if the `Content-Length` has not been provided and *data* is neither `None` nor a bytes object. Fall back to use chunked transfer encoding instead.

class urllib.request.OpenerDirector

OpenerDirector クラスは、*BaseHandler* の連鎖的に呼び出して URL を開きます。このクラスはハンドラをどのように連鎖させるか、またどのようにエラーをリカバリするかを管理します。

class urllib.request.BaseHandler

このクラスはハンドラ連鎖に登録される全てのハンドラがベースとしているクラスです -- このクラスでは登録のための単純なメカニズムだけを扱います。

class urllib.request.HTTPDefaultErrorHandler

HTTP エラーレスポンスのデフォルトハンドラーを定義するクラスです; すべてのレスポンスは *HTTPError* 例外に変換されます。

class urllib.request.HTTPRedirectHandler

リダイレクションを扱うクラスです。

class urllib.request.HTTPCookieProcessor(*cookiejar=None*)

HTTP Cookie を扱うためのクラスです。

class urllib.request.ProxyHandler(*proxies=None*)

このクラスはプロキシを通過してリクエストを送らせます。引数 *proxies* を与える場合、プロトコル名からプロキシの URL へ対応付ける辞書でなくてはなりません。標準では、プロキシのリストを環境変数 `<protocol>_proxy` から読み出します。プロキシ環境変数が設定されていない場合は、Windows 環境では、レジストリのインターネット設定セクションからプロキシ設定を手に入れ、macOS 環境では、macOS システム設定フレームワーク (System Configuration Framework) からプロキシ情報を取得します。

自動検出された proxy を無効にするには、空の辞書を渡してください。

`no_proxy` 環境変数は、proxy を利用せずにアクセスするべきホストを指定するために利用されます。設定する場合は、カンマ区切りの、ホストネーム suffix のリストで、オプションとして `:port` を付けることができます。例えば、`cern.ch,ncsa.uiuc.edu,some.host:8080`.

注釈: 変数 REQUEST_METHOD が設定されている場合、HTTP_PROXY は無視されます; *getproxies()* のドキュメンテーションを参照してください。

class urllib.request.HTTPPasswordMgr

(realm, uri) -> (user, password) の対応付けデータベースを保持します。

class urllib.request.HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm

(realm, uri) -> (user, password) の対応付けデータベースを保持します。レルム None はその他諸々のレルムを表し、他のレルムが該当しない場合に検索されます。

class urllib.request.HTTPPasswordMgrWithPriorAuth

uri -> is_authenticated マッピングのデータベースも持つ *HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm* のバリエーションです。最初に 401 レスポンスを待つのではなく直ちに認証情報を送るときの条件を判断するために、BasicAuth ハンドラによって使われます。

Added in version 3.5.

class urllib.request.AbstractBasicAuthHandler(*password_mgr=None*)

これは、リモートホストとプロキシの両方に対して HTTP 認証を行うことを助ける mixin クラスです。*password_mgr* は、もし与えられたら *HTTPPasswordMgr* と互換性のあるオブジェクトでなければなりません; サポートすべきインターフェースに関する情報は *HTTPPasswordMgr* **オブジェクト** 節を参照してください。もし *passwd_mgr* が is_authenticated と update_authenticated メソッドも提供するなら (*HTTPPasswordMgrWithPriorAuth* **オブジェクト** を参照)、ハンドラは与えられた URI に対する is_authenticated の結果を用いてリクエストにおいて認証情報を送るかどうかを決定します。もし is_authenticated がその URI に対して True を返すなら、認証情報が送られます。is_authenticated が False なら認証情報は送られません。そして、もし 401 レスポンスを受け取ったら、認証情報を付けて改めてリクエストが送信されます。もし認証が成功したら、それ以降その URI またはその親 URI に対して行われるリクエストが認証情報を自動的に含むように、URI に対して is_authenticated を True に設定するために update_authenticated が呼ばれます。

Added in version 3.5: is_authenticated サポートが追加されました。

class urllib.request.HTTPBasicAuthHandler(*password_mgr=None*)

遠隔ホストとの間での認証を扱います。*password_mgr* を与える場合、*HTTPPasswordMgr* と互換性がなければなりません; 互換性のためにサポートしなければならないインターフェースについての情報はセクション *HTTPPasswordMgr* **オブジェクト** を参照してください。HTTPBasicAuthHandler は、間違った認証スキーマが与えられると *ValueError* を送出します。

class urllib.request.ProxyBasicAuthHandler(*password_mgr=None*)

プロキシとの間での認証を扱います。*password_mgr* を与える場合、*HTTPPasswordMgr* と互換性が なけ

ればなりません; 互換性のためにサポートしなければならないインターフェースについての情報はセクション *HTTPPasswordMgr* **オブジェクト** を参照してください。

class urllib.request.AbstractDigestAuthHandler(*password_mgr=None*)

このクラスは HTTP 認証を補助するための混ぜ込みクラス (mixin class) です。遠隔ホストとプロキシの両方に対応しています。*password_mgr* を与える場合、*HTTPPasswordMgr* と互換性がなければなりません; 互換性のためにサポートしなければならないインターフェースについての情報はセクション *HTTPPasswordMgr* **オブジェクト** を参照してください。

class urllib.request.HTTPDigestAuthHandler(*password_mgr=None*)

リモートホストとの認証を扱います。*password_mgr* を与える場合、*HTTPPasswordMgr* と互換性のあるものでなければなりません。サポートしなければならないインターフェースについての情報は *HTTPPasswordMgr* **オブジェクト** 節を参照してください。Digest 認証ハンドラーと Basic 認証ハンドラーの両方が追加された場合、常に Digest 認証を先に試みます。Digest 認証が 40x のレスポンスを再び返すと、Basic 認証ハンドラーに送信されます。このハンドラーメソッドは、Digest および Basic 以外の認証スキームが存在する場合は *ValueError* を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 未サポートの認証スキームでは *ValueError* を送出するようになりました。

class urllib.request.ProxyDigestAuthHandler(*password_mgr=None*)

プロキシとの間での認証を扱います。*password_mgr* を与える場合、*HTTPPasswordMgr* と互換性が なければなりません; 互換性のためにサポートしなければならないインターフェースについての情報はセクション *HTTPPasswordMgr* **オブジェクト** を参照してください。

class urllib.request.HTTPHandler

HTTP の URL を開きます。

class urllib.request.HTTPSHandler(*debuglevel=0*, *context=None*, *check_hostname=None*)

HTTPS で URL を開きます。*context* および *check_hostname* は *http.client.HTTPSConnection* のものと同じ意味です。

バージョン 3.2 で変更: *context* および *check_hostname* が追加されました。

class urllib.request.FileHandler

ローカルファイルを開きます。

class urllib.request.DataHandler

data URL を開きます。

Added in version 3.4.

class urllib.request.FTPHandler

FTP の URL を開きます。

class urllib.request.CacheFTPHandler

FTP の URL を開きます。遅延を最小限にするために、開かれている FTP 接続に対するキャッシュを保持します。

class urllib.request.UnknownHandler

その他諸々のためのクラスで、未知のプロトコルの URL を開きます。

class urllib.request.HTTPErrorProcessor

HTTP エラー応答の処理をします。

21.4.1 Request オブジェクト

以下のメソッドは *Request* の公開インターフェースについて説明しています。これらはすべてサブクラスでオーバーライドできます。また、解析したリクエストを調査するためにクライアントで使用するいくつかの属性も定義します。

Request.full_url

コンストラクターに渡されたオリジナルの URL です。

バージョン 3.4 で変更.

Request.full_url は、setter, getter, deleter を持つプロパティです。もし存在すれば、*full_url* はオリジナルのリクエスト URL フラグメント付きで返します。

Request.type

URI スキームです。

Request.host

URI オーソリティです。通常はホスト名ですが、コロンで区切られたポート番号が付随することもあります。

Request.origin_req_host

リクエストしたオリジナルのホスト名です。ポート番号はつきません。

Request.selector

URI パスです。*Request* がプロキシを使用する場合、セレクターはプロキシに渡される完全な URL になります。

Request.data

リクエストのエンティティボディか、指定されない場合は None になります。

バージョン 3.4 で変更: *Request.data* の値が変更されると、もしそれ以前に ”Content-Length” ヘッダーの値が設定または計算されていたらヘッダーが削除されるようになりました。

Request.**unverifiable**

リクエストが **RFC 2965** で定義された証明不能 (unverifiable) であるかどうかを示す論理値です。

Request.**method**

HTTP リクエストで使うメソッドです。デフォルト値は *None* で、このときは使うメソッドを *get_method()* が通常の方法で決定するということになります。この値を設定する (従って *get_method()* のデフォルトの決定を上書きする) 方法は、*Request* サブクラスでのクラスレベルの設定処理でデフォルト値を提供するか、*Request* のコンストラクタの *method* 引数へ値を渡すかです。

Added in version 3.3.

バージョン 3.4 で変更: サブクラスでデフォルト値が設定できるようになりました; 以前はコンストラクタ引数からしか設定できませんでした。

Request.**get_method**()

HTTP リクエストメソッドを示す文字列を返します。*Request.method* が None でなければその値を返します。そうでない場合、*Request.data* が None なら 'GET' を、そうでなければ 'POST' を返します。これは HTTP リクエストに対してのみ意味を持ちます。

バージョン 3.3 で変更: get_method は *Request.method* の値を参照するようになりました。

Request.**add_header**(*key*, *val*)

リクエストに新たなヘッダーを追加します。ヘッダーは HTTP ハンドラ以外のハンドラでは無視されます。HTTP ハンドラでは、引数はサーバに送信される ヘッダーのリストに追加されます。同じ名前を持つヘッダを 2 つ以上持つことはできず、*key* の衝突が生じた場合、後で追加したヘッダーが前に 追加したヘッダーを上書きします。現時点では、この機能は HTTP の機能を損ねることはありません。というのは、複数回呼び出したときに意味を 持つようなヘッダーには、どれもただ一つのヘッダーを使って同じ機能を果たすための (ヘッダー特有の) 方法があるからです。このメソッドを使って追加されたヘッダーはリダイレクトされたリクエストにも追加されることに注意してください。

Request.**add_unredirected_header**(*key*, *header*)

リダイレクトされたリクエストには追加されないヘッダーを追加します。

Request.**has_header**(*header*)

インスタンスが名前つきヘッダーであるかどうかを (通常のヘッダーと非リダイレクトヘッダの両方を調べて) 返します。

Request.**remove_header**(*header*)

リクエストインスタンス (の通常のヘッダーと非リダイレクトヘッダーの両方) から名前つきヘッダーを削除します。

Added in version 3.4.

Request.**get_full_url**()

コンストラクタで与えられた URL を返します。

バージョン 3.4 で変更.

Request.full_url を返します。

Request.**set_proxy**(*host*, *type*)

リクエストがプロキシサーバを経由するように準備します。*host* および *type* はインスタンスのもとの設定と置き換えられ ます。インスタンスのセレクタはコンストラクタに与えたもともとの URL になります。

Request.**get_header**(*header_name*, *default=None*)

指定されたヘッダーの値を返します。ヘッダーがない場合は、*default* の値を返します。

Request.**header_items**()

リクエストヘッダーの値を、タプル (header_name, header_value) のリストで返します。

バージョン 3.4 で変更: 3.3 から非推奨だった Request オブジェクトのメソッド add_data, has_data, get_data, get_type, get_host, get_selector, get_origin_req_host, is_unverifiable が削除されました。

21.4.2 OpenerDirector オブジェクト

OpenerDirector インスタンスは以下のメソッドを持っています:

OpenerDirector.**add_handler**(*handler*)

handler should be an instance of *BaseHandler*. The following methods are searched, and added to the possible chains (note that HTTP errors are a special case). Note that, in the following, *protocol* should be replaced with the actual protocol to handle, for example `http_response()` would be the HTTP protocol response handler. Also *type* should be replaced with the actual HTTP code, for example `http_error_404()` would handle HTTP 404 errors.

- `<protocol>_open()` --- signal that the handler knows how to open *protocol* URLs.

  詳細は、*BaseHandler.<protocol>_open()* を参照してください。

- `http_error_<type>()` --- signal that the handler knows how to handle HTTP errors with HTTP error code *type*.

  詳細は、*BaseHandler.http_error_<nnn>()* を参照してください。

- `<protocol>_error()` --- signal that the handler knows how to handle errors from (non-`http`) *protocol*.

- `<protocol>_request()` --- signal that the handler knows how to pre-process *protocol* requests.

  詳細は、*BaseHandler.<protocol>_request()* を参照してください。

- `<protocol>_response()` --- signal that the handler knows how to post-process *protocol* responses.

  詳細は、*BaseHandler.<protocol>_response()* を参照してください。

`OpenerDirector.open`(*url*, *data=None*[, *timeout*])

与えられた *url* (リクエストオブジェクトでも文字列でもかまいません) を開きます。オプションとして *data* を与えることができます。引数、戻り値、および送出される例外は *urlopen()* と同じです (*urlopen()* の場合、標準でインストールされている グローバルな *OpenerDirector* の *open()* メソッドを呼び出します) 。オプションの *timeout* 引数は、接続開始のようなブロックする処理におけるタイムアウト時間を秒数で指定します。(指定しなかった場合は、グローバルのデフォルト設定が利用されます) タイムアウト機能は、HTTP, HTTPS, FTP 接続でのみ有効です。

`OpenerDirector.error`(*proto*, **args*)

Handle an error of the given protocol. This will call the registered error handlers for the given protocol with the given arguments (which are protocol specific). The HTTP protocol is a special case which uses the HTTP response code to determine the specific error handler; refer to the `http_error_<type>()` methods of the handler classes.

戻り値および送出される例外は *urlopen()* と同じものです。

OpenerDirector オブジェクトは、以下の 3 つのステージに分けて URL を開きます:

各ステージで OpenerDirector オブジェクトのメソッドがどのような順で呼び出されるかは、ハンドラインスタンスの並び方で決まります。

1. Every handler with a method named like `<protocol>_request()` has that method called to pre-process the request.

2. Handlers with a method named like `<protocol>_open()` are called to handle the request. This stage ends when a handler either returns a non-*None* value (ie. a response), or raises an exception (usually *URLError*). Exceptions are allowed to propagate.

   In fact, the above algorithm is first tried for methods named *default_open()*. If all such methods return *None*, the algorithm is repeated for methods named like `<protocol>_open()`. If all such methods return *None*, the algorithm is repeated for methods named *unknown_open()*.

   これらのメソッドの実装には、親となる *OpenerDirector* インスタンスの `open()` や `error()` といったメソッド呼び出しが入る場合があるので注意してください。

3. Every handler with a method named like `<protocol>_response()` has that method called to post-process the response.

21.4.3 BaseHandler オブジェクト

BaseHandler オブジェクトは直接的に役に立つ 2 つのメソッドと、その他として派生クラスで使われることを想定したメソッドを 提供します。以下は直接的に使うためのメソッドです:

BaseHandler.add_parent(*director*)

親オブジェクトとして、director を追加します。

BaseHandler.close()

全ての親オブジェクトを削除します。

以下の属性およびメソッドは *BaseHandler* から派生したクラスでのみ使われます。

注 釈: The convention has been adopted that subclasses defining <protocol>_request() or <protocol>_response() methods are named *Processor; all others are named *Handler.

BaseHandler.parent

有効な *OpenerDirector* です。この値は違うプロトコルを使って URL を開く場合やエラーを処理する際に使われます。

BaseHandler.default_open(*req*)

このメソッドは *BaseHandler* では定義されて **いません** 。しかし、全ての URL をキャッチさせたいなら、サブクラスで定義する 必要があります。

This method, if implemented, will be called by the parent *OpenerDirector*. It should return a file-like object as described in the return value of the *open()* method of *OpenerDirector*, or None. It should raise *URLError*, unless a truly exceptional thing happens (for example, *MemoryError* should not be mapped to *URLError*).

このメソッドはプロトコル固有のオープンメソッドが呼び出される前に呼び出されます。

BaseHandler.<protocol>_open(req)

このメソッドは *BaseHandler* では定義されて **いません** 。しかしプロトコルの URL をキャッチしたいなら、サブクラスで定義する必要があります。

This method, if defined, will be called by the parent *OpenerDirector*. Return values should be the same as for *default_open()*.

BaseHandler.unknown_open(*req*)

このメソッドは *BaseHandler* では定義されて **いません** 。しかし URL を開くための特定のハンドラが登録されていないような URL をキャッチしたいなら、サブクラスで定義する必要があります。

このメソッドが定義されていた場合、*parent* *OpenerDirector* から呼び出されます。戻り値は *default_open()* と同じでなければなりません。

BaseHandler.**http_error_default**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

このメソッドは *BaseHandler* では定義されて **いません** 。しかしその他の処理されなかった HTTP エラーを処理する機能をもたせたいなら、サブクラスで定義する必要があります。このメソッドはエラーに遭遇した *OpenerDirector* から自動的に呼び出されます。その他の状況では普通呼び出すべきではありません。

req は *Request* オブジェクトで、*fp* は HTTP エラー本体を読み出せるようなファイル類似のオブジェクトに なります。*code* は 3 桁の 10 進数からなるエラーコードで、*msg* ユーザ向けのエラーコード解説です。*hdrs* は エラー応答のヘッダーをマップしたオブジェクトです。

返される値および送出される例外は *urlopen()* と同じものでなければなりません。

BaseHandler.http_error_<nnn>(req, fp, code, msg, hdrs)

nnn は 3 桁の 10 進数からなる HTTP エラーコードでなくてはなりません。このメソッドも *BaseHandler* では定義されていませんが、サブクラスのインスタンスで定義されていた場合、エラーコード *nnn* の HTTP エラーが発生した際に呼び出されます。

特定の HTTP エラーに対する処理を行うためには、このメソッドをサブクラスでオーバライドする必要があります。

Arguments, return values and exceptions raised should be the same as for *http_error_default()*.

BaseHandler.<protocol>_request(req)

このメソッドは *BaseHandler* では **定義されていません** が、サブクラスで特定のプロトコルのリクエストのプリプロセスを行いたい場合には定義する必要があります。

このメソッドが定義されていると、親となる *OpenerDirector* から呼び出されます。その際、*req* は *Request* オブジェクトになります。戻り値は *Request* オブジェクトでなければなりません。

BaseHandler.<protocol>_response(req, response)

このメソッドは *BaseHandler* では **定義されていません** が、サブクラスで特定のプロトコルのリクエストのポストプロセスを行いたい場合には定義する必要があります。

このメソッドが定義されていると、親となる *OpenerDirector* から呼び出されます。その際、*req* は *Request* オブジェクトになります。*response* は *urlopen()* の戻り値と同じインターフェースを 実装したオブジェクトになります。戻り値もまた、*urlopen()* の戻り値と同じインターフェースを実装したオブジェクトでなければなりません。

21.4.4 HTTPRedirectHandler オブジェクト

注釈: 一部の HTTP リクエストはこのモジュールのクライアントモードからの操作を要求します。その場合、*HTTPError* が送出されます。さまざまなリダイレクションコードの正確な意味についての詳細は **RFC 2616** を参照してください。

An *HTTPError* exception raised as a security consideration if the HTTPRedirectHandler is presented with a redirected URL which is not an HTTP, HTTPS or FTP URL.

HTTPRedirectHandler.**redirect_request**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*, *newurl*)

Return a *Request* or `None` in response to a redirect. This is called by the default implementations of the `http_error_30*()` methods when a redirection is received from the server. If a redirection should take place, return a new *Request* to allow `http_error_30*()` to perform the redirect to *newurl*. Otherwise, raise *HTTPError* if no other handler should try to handle this URL, or return `None` if you can't but another handler might.

注釈: このメソッドのデフォルトの実装は、**RFC 2616** に厳密に従ったものではありません。**RFC 2616** では、`POST` リクエストに対する 301 および 302 応答が、ユーザの承認なく自動的にリダイレクトされてはならないと述べています。現実には、ブラウザは POST を `GET` に変更することで、これらの応答に対して自動的にリダイレクトを行えるようにしています。デフォルトの実装でも、この挙動を再現しています。

HTTPRedirectHandler.**http_error_301**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

`Location:` か `URI:` の URL にリダイレクトします。このメソッドは HTTP における 'moved permanently' レスポンスを取得した際に 親オブジェクトとなる *OpenerDirector* によって呼び出されます。

HTTPRedirectHandler.**http_error_302**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

http_error_301() と同じですが、'found' レスポンスに対して呼び出されます。

HTTPRedirectHandler.**http_error_303**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

http_error_301() と同じですが、'see other' レスポンスに対して呼び出されます。

HTTPRedirectHandler.**http_error_307**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

The same as *http_error_301()*, but called for the 'temporary redirect' response. It does not allow changing the request method from `POST` to `GET`.

HTTPRedirectHandler.**http_error_308**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

The same as *http_error_301()*, but called for the 'permanent redirect' response. It does not allow changing the request method from `POST` to `GET`.

Added in version 3.11.

21.4.5 HTTPCookieProcessor オブジェクト

HTTPCookieProcessor インスタンスは属性をひとつだけ持ちます:

HTTPCookieProcessor.**cookiejar**

Cookie の入っている *http.cookiejar.CookieJar* オブジェクトです。

21.4.6 ProxyHandler オブジェクト

ProxyHandler.<protocol>_open(request)

The *ProxyHandler* will have a method `<protocol>_open()` for every *protocol* which has a proxy in the *proxies* dictionary given in the constructor. The method will modify requests to go through the proxy, by calling `request.set_proxy()`, and call the next handler in the chain to actually execute the protocol.

21.4.7 HTTPPasswordMgr オブジェクト

以下のメソッドは *HTTPPasswordMgr* および *HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm* オブジェクトで利用できます。

HTTPPasswordMgr.**add_password**(*realm*, *uri*, *user*, *passwd*)

uri は単一の URI でも複数の URI からなるシーケンスでもかまいません。*realm* 、*user* および *passwd* は文字列でなくてはなりません。このメソッドによって、*realm* と与えられた URI の上位 URI に対して `(user, passwd)` が認証トークンとして使われるようになります。

HTTPPasswordMgr.**find_user_password**(*realm*, *authuri*)

与えられたレルムおよび URI に対するユーザ名またはパスワードがあればそれを取得します。該当するユーザ名／パスワードが存在しない場合、このメソッドは `(None, None)` を返します。

HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm オブジェクトでは、与えられた *realm* に対して該当するユーザ名/パスワードが存在しない場合、レルム `None` が検索されます。

21.4.8 HTTPPasswordMgrWithPriorAuth オブジェクト

このパスワードマネージャは *HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm* を継承して、認証の証明書を常に送らないといけない URI を追跡する機能をサポートしています。

HTTPPasswordMgrWithPriorAuth.**add_password**(*realm*, *uri*, *user*, *passwd*, *is_authenticated=False*)

realm, *uri*, *user*, *passwd* は *HTTPPasswordMgr.add_password()* のものと同じです。*is_authenticated* は、与えられた URI や URI のリストの `is_authenticated` フラグの初期値に設定されます。*is_authenticated* に `True` を指定した場合は、*realm* は無視されます。

HTTPPasswordMgrWithPriorAuth.**find_user_password**(*realm*, *authuri*)

HTTPPasswordMgrWithDefaultRealm オブジェクトに対する同名のメソッドと同じです。

HTTPPasswordMgrWithPriorAuth.**update_authenticated**(*self*, *uri*, *is_authenticated=False*)

与えられた *url* や URI のリストの `is_authenticated` フラグを更新します。

HTTPPasswordMgrWithPriorAuth.**is_authenticated**(*self*, *authuri*)

与えられた URI の `is_authenticated` フラグの現在の状態を返します。

21.4.9 AbstractBasicAuthHandler オブジェクト

AbstractBasicAuthHandler.**http_error_auth_reqed**(*authreq*, *host*, *req*, *headers*)

ユーザ名／パスワードを取得し、再度サーバへのリクエストを試みることで、サーバからの認証リクエストを処理します。*authreq* はリクエストにおいて レルムに関する情報が含まれているヘッダーの名前、*host* は認証を行う対象の URL とパスを指定します、*req* は (失敗した) *Request* オブジェクト、そして *headers* はエラーヘッダーでなくてはなりません。

host は、オーソリティ (例 `"python.org"`) か、オーソリティコンポーネントを含む URL (例 `"http://python.org"`) です。どちらの場合も、オーソリティはユーザ情報コンポーネントを含んではいけません (なので、`"python.org"` や `"python.org:80"` は正しく、`"joe:password@python.org"` は不正です) 。

21.4.10 HTTPBasicAuthHandler オブジェクト

HTTPBasicAuthHandler.**http_error_401**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

認証情報がある場合、認証情報付きで再度リクエストを試みます。

21.4.11 ProxyBasicAuthHandler オブジェクト

ProxyBasicAuthHandler.**http_error_407**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

認証情報がある場合、認証情報付きで再度リクエストを試みます。

21.4.12 AbstractDigestAuthHandler オブジェクト

AbstractDigestAuthHandler.**http_error_auth_reqed**(*authreq*, *host*, *req*, *headers*)

authreq はリクエストにおいてレルムに関する情報が含まれているヘッダーの名前、*host* は認証を行う対象のホスト名、*req* は (失敗した) *Request* オブジェクト、そして *headers* はエラーヘッダーでなくてはなりません。

21.4.13 HTTPDigestAuthHandler オブジェクト

HTTPDigestAuthHandler.**http_error_401**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

認証情報がある場合、認証情報付きで再度リクエストを試みます。

21.4.14 ProxyDigestAuthHandler オブジェクト

ProxyDigestAuthHandler.**http_error_407**(*req*, *fp*, *code*, *msg*, *hdrs*)

認証情報がある場合、認証情報付きで再度リクエストを試みます。

21.4.15 HTTPHandler オブジェクト

HTTPHandler.**http_open**(*req*)

HTTP リクエストを送ります。`req.has_data()` に応じて、GET または POST のどちらでも送ることができます。

21.4.16 HTTPSHandler オブジェクト

HTTPSHandler.**https_open**(*req*)

HTTPS リクエストを送ります。`req.has_data()` に応じて、GET または POST のどちらでも送ることができます。

21.4.17 FileHandler オブジェクト

FileHandler.**file_open**(*req*)

ホスト名がない場合、またはホスト名が 'localhost' の場合にファイルをローカルでオープンします。

バージョン 3.2 で変更: このメソッドはローカルのホスト名に対してのみ適用可能です。リモートホスト名が与えられた場合、*URLError* が送出されます。

21.4.18 DataHandler オブジェクト

DataHandler.**data_open**(*req*)

Read a data URL. This kind of URL contains the content encoded in the URL itself. The data URL syntax is specified in **RFC 2397**. This implementation ignores white spaces in base64 encoded data URLs so the URL may be wrapped in whatever source file it comes from. But even though some browsers don't mind about a missing padding at the end of a base64 encoded data URL, this implementation will raise an *ValueError* in that case.

21.4.19 FTPHandler オブジェクト

FTPHandler.**ftp_open**(*req*)

req で表されるファイルを FTP 越しにオープンします。ログインは常に空のユーザネームおよびパスワードで行われます。

21.4.20 CacheFTPHandler オブジェクト

CacheFTPHandler オブジェクトは *FTPHandler* オブジェクトに以下のメソッドを追加したものです:

CacheFTPHandler.**setTimeout**(*t*)

接続のタイムアウトを *t* 秒に設定します。

CacheFTPHandler.**setMaxConns**(*m*)

キャッシュ付き接続の最大接続数を *m* に設定します。

21.4.21 UnknownHandler オブジェクト

UnknownHandler.**unknown_open**()

URLError 例外を送出します。

21.4.22 HTTPErrorProcessor オブジェクト

HTTPErrorProcessor.**http_response**(*request*, *response*)

HTTP エラー応答の処理をします。

エラーコード 200 の場合、レスポンスオブジェクトを即座に返します。

For non-200 error codes, this simply passes the job on to the `http_error_<type>()` handler methods, via *OpenerDirector.error()*. Eventually, *HTTPDefaultErrorHandler* will raise an *HTTPError* if no other handler handles the error.

HTTPErrorProcessor.**https_response**(*request*, *response*)

HTTPS エラー応答の処理をします。

振る舞いは *http_response()* と同じです。

21.4.23 使用例

以下の例の他に urllib-howto に多くの例があります。

以下の例では、python.org のメインページを取得して、その最初の 300 バイト分を表示します。

```
>>> import urllib.request
>>> with urllib.request.urlopen('http://www.python.org/') as f:
...     print(f.read(300))
...
b'<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">\n\n\n<html
xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="en" lang="en">\n\n<head>\n
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=utf-8" />\n
<title>Python Programming '
```

urlopen は bytes オブジェクトを返すことに注意してください。これは urlopen が、HTTP サーバーから受信したバイトストリームのエンコーディングを自動的に決定できないためです。一般に、返された bytes オブジェクトを文字列にデコードするためのエンコーディングの決定あるいは推測はプログラム側が行います。

以下の W3C ドキュメント https://www.w3.org/International/O-charset には (X)HTML や XML ドキュメントでそのエンコーディング情報を指定するさまざまな方法の一覧があります。

python.org ウェブサイトでは *utf-8* エンコーディングを使用しており、それをその meta タグで指定していますので、bytes オブジェクトのデコードも同様に行います。

```
>>> with urllib.request.urlopen('http://www.python.org/') as f:
...     print(f.read(100).decode('utf-8'))
...
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtm
```

コンテキストマネージャー を使用しないアプローチでも同様の結果を得ることができます。

```
>>> import urllib.request
>>> f = urllib.request.urlopen('http://www.python.org/')
>>> print(f.read(100).decode('utf-8'))
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtm
```

以下の例では、データストリームを CGI の標準入力へ送信し、返されたデータを読み込みます。この例は Python が SSL をサポートするように設定してインストールされている場合のみ動作します。

```
>>> import urllib.request
>>> req = urllib.request.Request(url='https://localhost/cgi-bin/test.cgi',
...                       data=b'This data is passed to stdin of the CGI')
>>> with urllib.request.urlopen(req) as f:
...     print(f.read().decode('utf-8'))
...
Got Data: "This data is passed to stdin of the CGI"
```

上の例で使われているサンプルの CGI は以下のようになっています:

```
#!/usr/bin/env python
import sys
data = sys.stdin.read()
print('Content-type: text/plain\n\nGot Data: "%s"' % data)
```

これは *Request* を使った PUT リクエストの例です:

```
import urllib.request
DATA = b'some data'
req = urllib.request.Request(url='http://localhost:8080', data=DATA, method='PUT')
with urllib.request.urlopen(req) as f:
    pass
print(f.status)
print(f.reason)
```

以下はベーシック HTTP 認証の例です:

```
import urllib.request
# Create an OpenerDirector with support for Basic HTTP Authentication...
auth_handler = urllib.request.HTTPBasicAuthHandler()
auth_handler.add_password(realm='PDQ Application',
                          uri='https://mahler:8092/site-updates.py',
                          user='klem',
                          passwd='kadidd!ehopper')
opener = urllib.request.build_opener(auth_handler)
# ...and install it globally so it can be used with urlopen.
urllib.request.install_opener(opener)
urllib.request.urlopen('http://www.example.com/login.html')
```

build_opener() provides many handlers by default, including a *ProxyHandler*. By default, *ProxyHandler* uses the environment variables named <scheme>_proxy, where <scheme> is the URL scheme involved. For example, the http_proxy environment variable is read to obtain the HTTP proxy's URL.

この例では、デフォルトの *ProxyHandler* を置き換えてプログラム的に作成したプロキシ URL を使うようにし、*ProxyBasicAuthHandler* でプロキシ認証サポートを追加します。

```
proxy_handler = urllib.request.ProxyHandler({'http': 'http://www.example.com:3128/'})
proxy_auth_handler = urllib.request.ProxyBasicAuthHandler()
proxy_auth_handler.add_password('realm', 'host', 'username', 'password')

opener = urllib.request.build_opener(proxy_handler, proxy_auth_handler)
# This time, rather than install the OpenerDirector, we use it directly:
opener.open('http://www.example.com/login.html')
```

以下は HTTP ヘッダーを追加する例です:

headers 引数を使って *Request* コンストラクタを呼び出す方法の他に、以下のようにできます:

```
import urllib.request
req = urllib.request.Request('http://www.example.com/')
req.add_header('Referer', 'http://www.python.org/')
# Customize the default User-Agent header value:
req.add_header('User-Agent', 'urllib-example/0.1 (Contact: . . .)')
r = urllib.request.urlopen(req)
```

OpenerDirector は全ての *Request* に ***User-Agent*** ヘッダーを自動的に追加します。これを変更するには以下のようにします:

```
import urllib.request
opener = urllib.request.build_opener()
opener.addheaders = [('User-agent', 'Mozilla/5.0')]
opener.open('http://www.example.com/')
```

また、*Request* が *urlopen()* (や *OpenerDirector.open()*) に渡される際には、いくつかの標準ヘッダー

(*Content-Length*, *Content-Type* および *Host*) も追加されることを忘れないでください。

以下は GET メソッドを使ってパラメータを含む URL を取得するセッションの例です:

```
>>> import urllib.request
>>> import urllib.parse
>>> params = urllib.parse.urlencode({'spam': 1, 'eggs': 2, 'bacon': 0})
>>> url = "http://www.musi-cal.com/cgi-bin/query?%s" % params
>>> with urllib.request.urlopen(url) as f:
...     print(f.read().decode('utf-8'))
...
```

以下の例では、POST メソッドを使用しています。urlencode から出力されたパラメーターは urlopen にデータとして渡される前に bytes にエンコードされていることに注意してください:

```
>>> import urllib.request
>>> import urllib.parse
>>> data = urllib.parse.urlencode({'spam': 1, 'eggs': 2, 'bacon': 0})
>>> data = data.encode('ascii')
>>> with urllib.request.urlopen("http://requestb.in/xrbl82xr", data) as f:
...     print(f.read().decode('utf-8'))
...
```

以下の例では、環境変数による設定内容に対して上書きする形で HTTP プロキシを明示的に設定しています:

```
>>> import urllib.request
>>> proxies = {'http': 'http://proxy.example.com:8080/'}
>>> opener = urllib.request.FancyURLopener(proxies)
>>> with opener.open("http://www.python.org") as f:
...     f.read().decode('utf-8')
...
```

以下の例では、環境変数による設定内容に対して上書きする形で、まったくプロキシを使わないよう設定しています:

```
>>> import urllib.request
>>> opener = urllib.request.FancyURLopener({})
>>> with opener.open("http://www.python.org/") as f:
...     f.read().decode('utf-8')
...
```

21.4.24 レガシーインターフェース

以下の関数およびクラスは、Python 2 のモジュール `urllib` (`urllib2` ではありません) から移植されたものです。これらは将来的に廃止されるかもしれません。

`urllib.request.urlretrieve`(*url*, *filename=None*, *reporthook=None*, *data=None*)

Copy a network object denoted by a URL to a local file. If the URL points to a local file, the object will not be copied unless filename is supplied. Return a tuple `(filename, headers)` where *filename* is the local file name under which the object can be found, and *headers* is whatever the `info()` method of the object returned by *urlopen()* returned (for a remote object). Exceptions are the same as for *urlopen()*.

The second argument, if present, specifies the file location to copy to (if absent, the location will be a tempfile with a generated name). The third argument, if present, is a callable that will be called once on establishment of the network connection and once after each block read thereafter. The callable will be passed three arguments; a count of blocks transferred so far, a block size in bytes, and the total size of the file. The third argument may be `-1` on older FTP servers which do not return a file size in response to a retrieval request.

以下は最も一般的な使用例です:

```
>>> import urllib.request
>>> local_filename, headers = urllib.request.urlretrieve('http://python.org/')
>>> html = open(local_filename)
>>> html.close()
```

url が `http:` スキーム識別子を使用していた場合、任意の引数 *data* は `POST` リクエストの指定に使用される場合があります (通常のリクエストタイプは `GET` です)。引数 *data* は標準 *application/x-www-form-urlencoded* 形式のバイトオブジェクトでなければなりません。*urllib.parse.urlencode()* 関数を参照してください。

urlretrieve() will raise *ContentTooShortError* when it detects that the amount of data available was less than the expected amount (which is the size reported by a *Content-Length* header). This can occur, for example, when the download is interrupted.

Content-Length はデータ量の下限です: 読み込むデータ量がこれを超えている場合 urlretrieve はそれらも読み込みますが、利用できるデータがこれを下回った場合、例外が送出されます。

You can still retrieve the downloaded data in this case, it is stored in the `content` attribute of the exception instance.

Content-Length ヘッダーが与えられなれけば urlretrieve はダウンロードしたデータのサイズをチェックできません。この場合ダウンロードは正常に完了したとみなすしかありません。

`urllib.request.urlcleanup`()

以前の *urlretrieve()* 呼び出し後に残っているかもしれない一時ファイルをクリーンアップします。

class urllib.request.URLopener(*proxies=None*, ***x509*)

バージョン 3.3 で非推奨.

URL をオープンし、読み出すためのクラスの基底クラスです。`http:`, `ftp:`, `file:` 以外のスキームを使ったオブジェクトのオープンをサポートしたいのでないかぎり、*FancyURLopener* を使おうと思うことになるでしょう。

デフォルトでは、*URLopener* クラスは *User-Agent* ヘッダーとして `urllib/VVV` を送信します。ここで *VVV* は *urllib* のバージョン番号です。アプリケーションで独自の *User-Agent* ヘッダーを送信したい場合は、*URLopener* かまたは *FancyURLopener* のサブクラスを作成し、サブクラス定義においてクラス属性 *version* を適切な文字列値に設定することで行うことができます。

オプションのパラメーター *proxies* はスキーム名をプロキシの URL にマップする辞書でなければなりません。空の辞書はプロキシ機能を完全にオフにします。デフォルトの値は `None` で、この場合、*urlopen()* の定義で述べたように、プロキシを設定する環境変数が存在するならそれを使います。

追加のキーワードパラメーターは *x509* に集められますが、これは `https:` スキームを使った際のクライアント認証に使われることがあります。キーワード引数 *key_file* および *cert_file* が SSL 鍵と証明書を設定するためにサポートされています; クライアント認証をするには両方が必要です。

URLopener オブジェクトはサーバーがエラーコードを返した場合に *OSError* 例外を送出します。

open(*fullurl*, *data=None*)

適切なプロトコルを使って *fullurl* を開きます。このメソッドはキャッシュとプロキシ情報を設定し、その後適切な open メソッドを入力引数つきで呼び出します。認識できないスキームが与えられた場合、*open_unknown()* が呼び出されます。*data* 引数は *urlopen()* の引数 *data* と同じ意味を持っています。

This method always quotes *fullurl* using *quote()*.

open_unknown(*fullurl*, *data=None*)

オーバライド可能な、未知のタイプの URL を開くためのインターフェースです。

retrieve(*url*, *filename=None*, *reporthook=None*, *data=None*)

url の内容を取得し、*filename* に保存します。戻り値は、ローカルファイル名と、レスポンスヘッダーが含まれる *email.message.Message* (リモート URL の場合) か `None` (ローカル URL の場合) からなるタプルになります。呼び出し側は、その後 *filename* を開いてその内容を読み込まなければなりません。*filename* が与えられず、URL がローカルファイルを参照している場合、入力ファイル名が返されます。URL がローカルでなく、*filename* が与えられていない場合、ファイル名は入力 URL のパスの最後の構成要素のサフィックスとマッチするサフィックスを持つ *tempfile.mktemp()* の出力になります。*reporthook* が与えられている場合、3 つの数値 (チャンク数、読み込んだチャンクの最大

サイズ、および総ダウンロードサイズ --- 不明の場合は -1) の引数を受け取る関数でなければなりません。これは開始時に 1 回と、ネットワークからデータのチャンクを読み込む度に呼び出されます。*reporthook* はローカル URL に対しては無視されます。

url が `http:` スキーム識別子を使用していた場合、任意の引数 *data* は `POST` リクエストの指定に使用される場合があります (通常のリクエストタイプは `GET` です)。引数 *data* は標準 *application/x-www-form-urlencoded* 形式でなければなりません。*urllib.parse.urlencode()* 関数を参照してください。

version

URL をオープンするオブジェクトのユーザエージェントを指定する変数です。*urllib* を特定のユーザエージェントであるとサーバに通知するには、サブクラスの中でこの値をクラス変数として値を設定するか、コンストラクタの中でベースクラスを呼び出す前に値を設定してください。

class urllib.request.FancyURLopener(...)

バージョン 3.3 で非推奨.

FancyURLopener は *URLopener* のサブクラスで、以下の HTTP レスポンスコード: 301、302、303、307、および 401 を取り扱う機能を提供します。レスポンスコード 30x に対しては、*Location* ヘッダーを使って実際の URL を取得します。レスポンスコード 401 (認証が要求されていることを示す) に対しては、BASIC 認証 (basic HTTP authintication) が行われます。レスポンスコード 30x に対しては、最大で *maxtries* 属性に指定された数だけ再帰呼び出しを行うようになっています。この値はデフォルトで 10 です。

For all other response codes, the method *http_error_default()* is called which you can override in subclasses to handle the error appropriately.

注釈: **RFC 2616** によると、POST 要求に対する 301 および 302 応答はユーザの承認無しに自動的にリダイレクトしてはなりません。実際は、これらの応答に対して自動リダイレクトを許すブラウザでは POST を GET に変更しており、*urllib* でもこの動作を再現します。

コンストラクタに与えるパラメーターは *URLopener* と同じです。

注釈: 基本的な HTTP 認証を行う際、*FancyURLopener* インスタンスは *prompt_user_passwd()* メソッドを呼び出します。このメソッドはデフォルトでは実行を制御している端末上で認証に必要な情報を要求するように実装されています。必要ならば、このクラスのサブクラスにおいてより適切な動作をサポートするために *prompt_user_passwd()* メソッドをオーバライドしてもかまいません。

FancyURLopener クラスはオーバライド可能な追加のメソッドを提供しており、適切な振る舞いをさせることができます:

prompt_user_passwd(*host*, *realm*)

指定されたセキュリティ領域 (security realm) 下にある与えられたホストにおいて、ユーザー認証に必要な情報を返すための関数です。この関数が返す値は (user, password) からなるタプルでなければなりません。値は Basic 認証で使われます。

このクラスでの実装では、端末に情報を入力するようプロンプトを出します; ローカルの環境において適切な形で対話型モデルを使うには、このメソッドをオーバライドしなければなりません。

21.4.25 urllib.request の制限事項

- 現在、次のプロトコルのみサポートされています: HTTP (バージョン 0.9 および 1.0)、FTP、ローカルファイル、およびデータ URL

  バージョン 3.4 で変更: データ URL サポートが追加されました。

- *urlretrieve()* のキャッシュ機能は、誰かが Expiration time ヘッダーの正しい処理をハックする時間を見つけるまで無効にされています。

- ある URL がキャッシュにあるかどうか調べるような関数があればと思っています。

- 後方互換性のため、URL がローカルシステム上のファイルを指しているように見えるにも関わらずファイルを開くことができなければ、URL は FTP プロトコルを使って再解釈されます。この機能は時として混乱を招くエラーメッセージを引き起こします。

- 関数 *urlopen()* および *urlretrieve()* は、ネットワーク接続が確立されるまでの間、一定でない長さの遅延を引き起こすことがあります。このことは、これらの関数を使ってインタラクティブな Web クライアントを構築するのはスレッドなしには難しいことを意味します。

- *urlopen()* あるいは *urlretrieve()* が返すデータはサーバーから返された生データです。これは (画像のような) バイナリ、プレーンテキスト、あるいは (例えば) HTML などになります。HTTP プロトコルはレスポンスヘッダー内でタイプ情報を提供しており、*Content-Type* ヘッダーを見ることで調査できます。返されたデータが HTML の場合、モジュール *html.parser* を使用してこれを解析できます。

- FTP プロトコルを扱うコードでは、ファイルとディレクトリを区別できません。このことから、アクセスできないファイルを指している URL からデータを読み出そうとすると、予期しない動作を引き起こす場合があります。URL が / で終わっていれば、ディレクトリを指しているものとみなして、それに適した処理を行います。しかし、ファイルの読み出し操作が 550 エラー (URL が存在しないか、主にパーミッションの理由でアクセスできない) になった場合、URL がディレクトリを指していて、末尾の / を忘れたケースを処理するため、パスをディレクトリとして扱います。このために、パーミッションのためにアクセスできないファイルを fetch しようとすると、FTP コードはそのファイルを開こうとして 550 エラーに陥り、次にディレクトリ一覧を表示しようとするため、誤解を生むような結果を引き起こす可能性があるのです。よく調整された制御が必要なら、*ftplib* モジュールを使うか、*FancyURLopener* をサブクラス化するか、*_urlopener* を変更して目的に合わせるよう検討してください。

21.5 urllib.response --- urllib で使用するレスポンスクラス

urllib.response モジュールは、read() および readline() を含む 最小限のファイルライクインターフェースを定義する関数およびクラスを定義しています。このモジュールで定義された関数は、*urllib.request* モジュール内で使用されます。代表的なレスポンスオブジェクトは *urllib.response.addinfourl* インスタンスです。

class urllib.response.**addinfourl**

url

取得されたリソースの URL、主にリダイレクトが発生したかどうかを確認するために利用します。

headers

Returns the headers of the response in the form of an *EmailMessage* instance.

status

Added in version 3.9.

サーバから返される状態コードです。

geturl()

バージョン 3.9 で非推奨: 非推奨となったので *url* を使用してください。

info()

バージョン 3.9 で非推奨: 非推奨となったので *headers* を使用してください。

code

バージョン 3.9 で非推奨: 非推奨となったので *status* を使用してください。

getcode()

バージョン 3.9 で非推奨: 非推奨となったので *status* を使用してください。

21.6 urllib.parse --- URL を構成要素に解析する

ソースコード: Lib/urllib/parse.py

このモジュールでは URL (Uniform Resource Locator) 文字列をその構成要素 (アドレススキーム、ネットワーク上の位置、パスその他) に分解したり、構成要素を URL に組みなおしたり、" 相対 URL (relative URL)" を指定した " 基底 URL (base URL)" に基づいて絶対 URL に変換するための標準的なインターフェースを定義しています。

このモジュールは Relative Uniform Resource Locators (相対 URL) に関するインターネット RFC に適合するよう設計されており、次の URL スキームをサポートしています: `file`, `ftp`, `gopher`, `hdl`, `http`, `https`, `imap`, `mailto`, `mms`, `news`, `nntp`, `prospero`, `rsync`, `rtsp`, `rtsps`, `rtspu`, `sftp`, `shttp`, `sip`, `sips`, `snews`, `svn`, `svn+ssh`, `telnet`, `wais`, `ws`, `wss`

urllib.parse モジュールは、大きく分けると URL の解析を行う関数と URL のクオートを行う関数を定義しています。以下にこれらの詳細を説明します。

This module's functions use the deprecated term `netloc` (or `net_loc`), which was introduced in **RFC 1808**. However, this term has been obsoleted by **RFC 3986**, which introduced the term `authority` as its replacement. The use of `netloc` is continued for backward compatibility.

21.6.1 URL の解析

URL 解析関数は、URL 文字列を各構成要素に分割するか、あるいは URL の構成要素を組み合わせて URL 文字列を生成します。

urllib.parse.urlparse(*urlstring*, *scheme=''*, *allow_fragments=True*)

URL を解析して 6 つの構成要素にし、6 要素の *named tuple* を返します。このタプルは URL の一般的な構造: `scheme://netloc/path;parameters?query#fragment` に対応しています。各タプル要素は文字列で、空の場合もあります。構成要素がさらに小さい要素に分解されることはありません (例えばネットワーク上の位置は単一の文字列になります)。また % によるエスケープは展開されません。上で示された区切り文字がタプルの各要素の一部分として含まれることはありませんが、*path* 要素の先頭のスラッシュがある場合には例外です。たとえば以下のようになります:

```
>>> from urllib.parse import urlparse
>>> urlparse("scheme://netloc/path;parameters?query#fragment")
ParseResult(scheme='scheme', netloc='netloc', path='/path;parameters', params='',
            query='query', fragment='fragment')
>>> o = urlparse("http://docs.python.org:80/3/library/urllib.parse.html?"
...              "highlight=params#url-parsing")
>>> o
ParseResult(scheme='http', netloc='docs.python.org:80',
            path='/3/library/urllib.parse.html', params='',
            query='highlight=params', fragment='url-parsing')
>>> o.scheme
'http'
>>> o.netloc
'docs.python.org:80'
>>> o.hostname
'docs.python.org'
>>> o.port
80
>>> o._replace(fragment="").geturl()
'http://docs.python.org:80/3/library/urllib.parse.html?highlight=params'
```

RFC 1808 にある文法仕様に基づき、urlparse は '//' で始まる場合にのみ netloc を認識します。それ以外の場合は、入力は相対 URL であると推定され、path 部分で始まることになります。

```
>>> from urllib.parse import urlparse
>>> urlparse('//www.cwi.nl:80/%7Eguido/Python.html')
ParseResult(scheme='', netloc='www.cwi.nl:80', path='/%7Eguido/Python.html',
            params='', query='', fragment='')
>>> urlparse('www.cwi.nl/%7Eguido/Python.html')
ParseResult(scheme='', netloc='', path='www.cwi.nl/%7Eguido/Python.html',
            params='', query='', fragment='')
>>> urlparse('help/Python.html')
ParseResult(scheme='', netloc='', path='help/Python.html', params='',
            query='', fragment='')
```

scheme 引数によってデフォルトのアドレススキームを与えると、アドレススキームを指定していない URL のみに使用されます。常に許されるデフォルトの `''` (`b''` に自動変換出来る) を除き、*urlstring* と同じ型 (テキストもしくはバイト列) であるべきです。

引数 *allow_fragments* が false の場合、フラグメント識別子は認識されません。その代わり、それはパス、パラメータ、またはクエリ要素の一部として解析され、戻り値の `fragment` は空文字に設定されます。

戻り値は **名前付きタプル** です。これは、インデックス指定もしくは以下のような名前属性で要素にアクセスできることを意味します:

属性	インデックス	値	指定されなかった場合の値
`scheme`	0	URL スキーム	*scheme* パラメータ
`netloc`	1	ネットワーク上の位置	空文字列
`path`	2	階層的パス	空文字列
`params`	3	最後のパス要素に対するパラメータ	空文字列
`query`	4	クエリ要素	空文字列
`fragment`	5	フラグメント識別子	空文字列
`username`		ユーザ名	*None*
`password`		パスワード	*None*
`hostname`		ホスト名 (小文字)	*None*
`port`		ポート番号を表わす整数 (もしあれば)	*None*

URL 中で不正なポートが指定されている場合、`port` 属性を読みだすと、*ValueError* を送出します。結果オブジェクトのより詳しい情報は **構造化された解析結果** 節を参照してください。

`netloc` 属性にマッチしなかった角括弧があると *ValueError* を送出します。

Characters in the `netloc` attribute that decompose under NFKC normalization (as used by the IDNA encoding) into any of `/`, `?`, `#`, `@`, or `:` will raise a *ValueError*. If the URL is decomposed before parsing, no error will be raised.

As is the case with all named tuples, the subclass has a few additional methods and attributes that are particularly useful. One such method is `_replace()`. The `_replace()` method will return a new ParseResult object replacing specified fields with new values.

```
>>> from urllib.parse import urlparse
>>> u = urlparse('//www.cwi.nl:80/%7Eguido/Python.html')
>>> u
ParseResult(scheme='', netloc='www.cwi.nl:80', path='/%7Eguido/Python.html',
            params='', query='', fragment='')
>>> u._replace(scheme='http')
ParseResult(scheme='http', netloc='www.cwi.nl:80', path='/%7Eguido/Python.html',
            params='', query='', fragment='')
```

警告: *urlparse()* does not perform validation. See *URL parsing security* for details.

バージョン 3.2 で変更: IPv6 URL の解析も行えるようになりました。

バージョン 3.3 で変更: The fragment is now parsed for all URL schemes (unless *allow_fragments* is false), in accordance with **RFC 3986**. Previously, an allowlist of schemes that support fragments existed.

バージョン 3.6 で変更: 範囲外のポート番号を指定すると、*None* を返す代わりに、*ValueError* を送出するようになりました。

バージョン 3.8 で変更: Characters that affect netloc parsing under NFKC normalization will now raise *ValueError*.

urllib.parse.parse_qs(*qs*, *keep_blank_values=False*, *strict_parsing=False*, *encoding='utf-8'*, *errors='replace'*, *max_num_fields=None*, *separator='&'*)

文字列引数として渡されたクエリ文字列 (*application/x-www-form-urlencoded* 型のデータ) を解析します。解析されたデータを辞書として返します。辞書のキーは一意なクエリ変数名で、値は各変数名に対する値からなるリストです。

任意の引数 *keep_blank_values* は、パーセントエンコードされたクエリの中の値が入っていないクエリの値を空白文字列と見なすかどうかを示すフラグです。値が真であれば、値の入っていないフィールドは空文字列のままになります。標準では偽で、値の入っていないフィールドを無視し、そのフィールドはクエリに含まれていないものとして扱います。

任意の引数 *strict_parsing* はパース時のエラーをどう扱うかを決めるフラグです。値が偽なら (デフォルトの設定です)、エラーは暗黙のうちに無視します。値が真なら *ValueError* 例外を送出します。

任意のパラメータ *encoding* および *errors* はパーセントエンコードされたシーケンスを Unicode 文字にデコードする方法を指定します。これは *bytes.decode()* メソッドに渡されます。

The optional argument *max_num_fields* is the maximum number of fields to read. If set, then throws a *ValueError* if there are more than *max_num_fields* fields read.

The optional argument *separator* is the symbol to use for separating the query arguments. It defaults to `&`.

このような辞書をクエリ文字列に変換するには *urllib.parse.urlencode()* 関数を (`doseq` パラメータに `True` を指定して) 使用します。

バージョン 3.2 で変更: *encoding* および *errors* パラメータが追加されました。

バージョン 3.8 で変更: *max_num_fields* パラメータが追加されました。

バージョン 3.10 で変更: Added *separator* parameter with the default value of `&`. Python versions earlier than Python 3.10 allowed using both `;` and `&` as query parameter separator. This has been changed to allow only a single separator key, with `&` as the default separator.

urllib.parse.parse_qsl(*qs*, *keep_blank_values=False*, *strict_parsing=False*, *encoding='utf-8'*, *errors='replace'*, *max_num_fields=None*, *separator='&'*)

文字列引数として渡されたクエリ文字列 (*application/x-www-form-urlencoded* 型のデータ) を解析します。解析されたデータは名前と値のペアからなるリストです。

任意の引数 *keep_blank_values* は、パーセントエンコードされたクエリの中の値が入っていないクエリの値を空白文字列と見なすかどうかを示すフラグです。値が真であれば、値の入っていないフィールドは空文字列のままになります。標準では偽で、値の入っていないフィールドを無視し、そのフィールドはクエリに含まれていないものとして扱います。

任意の引数 *strict_parsing* はパース時のエラーをどう扱うかを決めるフラグです。値が偽なら (デフォルトの設定です)、エラーは暗黙のうちに無視します。値が真なら *ValueError* 例外を送出します。

任意のパラメータ *encoding* および *errors* はパーセントエンコードされたシーケンスを Unicode 文字にデコードする方法を指定します。これは *bytes.decode()* メソッドに渡されます。

The optional argument *max_num_fields* is the maximum number of fields to read. If set, then throws a *ValueError* if there are more than *max_num_fields* fields read.

The optional argument *separator* is the symbol to use for separating the query arguments. It defaults to `&`.

ペアのリストからクエリ文字列を生成する場合には *urllib.parse.urlencode()* 関数を使用します。

バージョン 3.2 で変更: *encoding* および *errors* パラメータが追加されました。

バージョン 3.8 で変更: *max_num_fields* パラメータが追加されました。

バージョン 3.10 で変更: Added *separator* parameter with the default value of `&`. Python versions earlier than Python 3.10 allowed using both `;` and `&` as query parameter separator. This has been changed to allow only a single separator key, with `&` as the default separator.

urllib.parse.**urlunparse**(*parts*)

urlparse() が返すような形式のタプルから URL を構築します。*parts* 引数は任意の 6 要素イテラブルです。解析された元の URL が、不要な区切り文字を持っていた場合には、多少違いはあるが等価な URL になるかもしれません (例えばクエリ内容が空の ? のようなもので、RFC はこれらを等価だと述べています)。

urllib.parse.**urlsplit**(*urlstring*, *scheme=''*, *allow_fragments=True*)

urlparse() に似ていますが、URL から params を切り離しません。このメソッドは通常、URL の *path* 部分において、各セグメントにパラメータ指定をできるようにした最近の URL 構文 (**RFC 2396** 参照) が必要な場合に、*urlparse()* の代わりに使われます。パスセグメントとパラメータを分割するためには分割用の関数が必要です。この関数は 5 要素の *named tuple* を返します:

```
(addressing scheme, network location, path, query, fragment identifier).
```

戻り値は **名前付きタプル** で、インデックスによってもしくは名前属性として要素にアクセスできます:

属性	インデックス	値	指定されなかった場合の値
scheme	0	URL スキーム	*scheme* パラメータ
netloc	1	ネットワーク上の位置	空文字列
path	2	階層的パス	空文字列
query	3	クエリ要素	空文字列
fragment	4	フラグメント識別子	空文字列
username		ユーザ名	*None*
password		パスワード	*None*
hostname		ホスト名 (小文字)	*None*
port		ポート番号を表わす整数 (もしあれば)	*None*

URL 中で不正なポートが指定されている場合、port 属性を読みだすと、*ValueError* を送出します。結果オブジェクトのより詳しい情報は **構造化された解析結果** 節を参照してください。

netloc 属性にマッチしなかった角括弧があると *ValueError* を送出します。

Characters in the netloc attribute that decompose under NFKC normalization (as used by the IDNA encoding) into any of /, ?, #, @, or : will raise a *ValueError*. If the URL is decomposed before parsing, no error will be raised.

Following some of the WHATWG spec that updates RFC 3986, leading C0 control and space characters are stripped from the URL. \n, \r and tab \t characters are removed from the URL at any position.

> **警告:** *urlsplit()* does not perform validation. See *URL parsing security* for details.

バージョン 3.6 で変更: 範囲外のポート番号を指定すると、*None* を返す代わりに、*ValueError* を送出するようになりました。

バージョン 3.8 で変更: Characters that affect netloc parsing under NFKC normalization will now raise *ValueError*.

バージョン 3.10 で変更: ASCII newline and tab characters are stripped from the URL.

バージョン 3.12 で変更: Leading WHATWG C0 control and space characters are stripped from the URL.

urllib.parse.**urlunsplit**(*parts*)

urlsplit() が返すような形式のタプル中のエレメントを組み合わせて、文字列の完全な URL にします。*parts* 引数は任意の 5 要素イテラブルです。解析された元の URL が、不要な区切り文字を持っていた場合には、多少違いはあるが等価な URL になるかもしれません (例えばクエリ内容が空の ? のようなもので、RFC はこれらを等価だと述べています)。

urllib.parse.**urljoin**(*base*, *url*, *allow_fragments=True*)

" 基底 URL"(*base*) と別の URL(*url*) を組み合わせて、完全な URL (" 絶対 URL") を構成します。くだけて言えば、この関数は相対 URL にない要素を提供するために基底 URL の要素、特にアドレススキーム、ネットワーク上の位置、およびパス (の一部) を使います。例えば:

```
>>> from urllib.parse import urljoin
>>> urljoin('http://www.cwi.nl/%7Eguido/Python.html', 'FAQ.html')
'http://www.cwi.nl/%7Eguido/FAQ.html'
```

allow_fragments 引数は *urlparse()* における引数と同じ意味とデフォルトを持ちます。

注釈: *url* が (`//` か `scheme://` で始まる) 絶対 URL であれば、その *url* のホスト名と / もしくは scheme は結果に反映されます。例えば:

```
>>> urljoin('http://www.cwi.nl/%7Eguido/Python.html',
...         '//www.python.org/%7Eguido')
'http://www.python.org/%7Eguido'
```

もしこの動作が望みのものでない場合は、*url* を *urlsplit()* と *urlunsplit()* で先に処理して、*scheme* と *netloc* を削除してください。

バージョン 3.5 で変更: **RFC 3986** で定義された意味論とマッチするように挙動がアップデートされました。

urllib.parse.**urldefrag**(*url*)

url がフラグメント識別子を含む場合、フラグメント識別子を持たないバージョンに修正された *url* と、別の文字列に分割されたフラグメント識別子を返します。*url* 中にフラグメント識別子がない場合、そのままの *url* と空文字列を返します。

戻り値は **名前付きタプル** で、インデックスによってもしくは名前属性として要素にアクセスできます:

属性	インデックス	値	指定されなかった場合の値
`url`	0	フラグメントのない URL	空文字列
`fragment`	1	フラグメント識別子	空文字列

結果オブジェクトのより詳しい情報は **構造化された解析結果** 節を参照してください。

バージョン 3.2 で変更: 結果はシンプルな 2 要素のタプルから構造化オブジェクトに変更されました。

urllib.parse.**unwrap**(*url*)

Extract the url from a wrapped URL (that is, a string formatted as `<URL:scheme://host/path>`, `<scheme://host/path>`, `URL:scheme://host/path` or `scheme://host/path`). If *url* is not a wrapped URL, it is returned without changes.

21.6.2 URL parsing security

The *urlsplit()* and *urlparse()* APIs do not perform **validation** of inputs. They may not raise errors on inputs that other applications consider invalid. They may also succeed on some inputs that might not be considered URLs elsewhere. Their purpose is for practical functionality rather than purity.

Instead of raising an exception on unusual input, they may instead return some component parts as empty strings. Or components may contain more than perhaps they should.

We recommend that users of these APIs where the values may be used anywhere with security implications code defensively. Do some verification within your code before trusting a returned component part. Does that `scheme` make sense? Is that a sensible `path`? Is there anything strange about that `hostname`? etc.

What constitutes a URL is not universally well defined. Different applications have different needs and desired constraints. For instance the living WHATWG spec describes what user facing web clients such as a web browser require. While **RFC 3986** is more general. These functions incorporate some aspects of both, but cannot be claimed compliant with either. The APIs and existing user code with expectations on specific behaviors predate both standards leading us to be very cautious about making API behavior changes.

21.6.3 ASCII エンコードバイト列の解析

URL を解析する関数は元々文字列のみ操作するよう設計されていました。実際のところ、それは URL が正しくクオートされエンコードされた ASCII バイト列を操作できた方が有用でした。結果的にこのモジュールの URL 解析関数はすべて *bytes* および *bytearray* オブジェクトに加えて *str* オブジェクトでも処理するようになりました。

str データが渡された場合、戻り値は *str* データのみを含んだものになります。*bytes* あるいは *bytearray* が渡された場合、戻り値は *bytes* データのみを含んだものになります。

単一の関数を呼び出す時に *bytes* または *bytearray* が混在した *str* を渡した場合、*TypeError* が、非 ASCII バイト値が渡された場合 *UnicodeDecodeError* が送出されます。

str と *bytes* 間で容易に変換を行えるよう、すべての URL 解析関数は `encode()` メソッド (結果に *str* データが含まれる時用) か `decode()` メソッド (結果に *bytes* データが含まれる時用) のどちらかを提供しています。これらメソッドの動作は対応する *str* と *bytes* メソッドが持つものと同じです (ただしデフォルトのエンコーディングは `'utf-8'` ではなく `'ascii'` になります)。それぞれは `encode()` メソッドを持つ *bytes* データか `decode()` メソッドを持つ *str* データのどちらかに対応した型を生成します。

非 ASCII データを含むなど、不適切にクオートされた URL を操作する可能性のあるアプリケーションでは、URL 解析メソッドを呼び出す前に独自にバイト列から文字列にデコードする必要があります。

この項で説明された挙動は URL 解析関数にのみ該当します。URL クオート関数でバイトシーケンスを生成もしくは消化する際には、別に URL クオート関数の項で詳説されている通りのルールに従います。

バージョン 3.2 で変更: URL 解析関数は ASCII エンコードバイトシーケンスも受け付けるようになりました

21.6.4 構造化された解析結果

urlparse()、*urlsplit()*、および *urldefrag()* 関数が返すオブジェクトは *tuple* 型のサブクラスになります。これらサブクラスにはそれぞれの関数で説明されている属性が追加されており、前述のとおりエンコーディングとデコーディングをサポートしています:

`urllib.parse.SplitResult.geturl()`

> オリジナルの URL を再結合した場合は文字列で返されます。これはスキームが小文字に正規化されていたり、空の構成要素が除去されるなど、オリジナルの URL とは異なる場合があります。特に、空のパラメータ、クエリ、およびフラグメント識別子は削除されます。
>
> *urldefrag()* の戻り値では、空のフラグメント識別子のみ削除されます。*urlsplit()* および *urlparse()* の戻り値では、このメソッドが返す URL には説明されているすべての変更が加えられます。
>
> 加えた解析関数を逆に行えばこのメソッドの戻り値は元の URL になります:

```
>>> from urllib.parse import urlsplit
>>> url = 'HTTP://www.Python.org/doc/#'
>>> r1 = urlsplit(url)
>>> r1.geturl()
'http://www.Python.org/doc/'
>>> r2 = urlsplit(r1.geturl())
>>> r2.geturl()
'http://www.Python.org/doc/'
```

以下のクラスは *str* オブジェクトを操作した場合、構造化された解析結果の実装を提供します:

class urllib.parse.**DefragResult**(*url*, *fragment*)

urldefrag() の具象クラスの結果には *str* データが含まれます。encode() メソッドは *DefragResultBytes* インスタンスを返します。

Added in version 3.2.

class urllib.parse.**ParseResult**(*scheme*, *netloc*, *path*, *params*, *query*, *fragment*)

urlparse() の具象クラスの結果には *str* データが含まれます。encode() メソッドは *ParseResultBytes* インスタンスを返します。

class urllib.parse.**SplitResult**(*scheme*, *netloc*, *path*, *query*, *fragment*)

urlsplit() の具象クラスの結果には *str* データが含まれます。encode() メソッドは *SplitResultBytes* インスタンスを返します。

以下のクラスは *bytes* または *bytearray* オブジェクトを操作した時に解析結果の実装を提供します:

class urllib.parse.**DefragResultBytes**(*url*, *fragment*)

urldefrag() の具象クラスの結果には *bytes* データが含まれます。decode() メソッドは *DefragResult* インスタンスを返します。

Added in version 3.2.

class urllib.parse.**ParseResultBytes**(*scheme*, *netloc*, *path*, *params*, *query*, *fragment*)

urlparse() の具象クラスの結果には *bytes* が含まれます。decode() メソッドは *ParseResult* インスタンスを返します。

Added in version 3.2.

class urllib.parse.**SplitResultBytes**(*scheme*, *netloc*, *path*, *query*, *fragment*)

urlsplit() の具象クラスの結果には *bytes* データが含まれます。decode() メソッドは *SplitResult* インスタンスを返します。

Added in version 3.2.

21.6.5 URL のクオート

URL クオート関数は、プログラムデータを取り URL 構成要素として使用できるよう特殊文字をクオートしたり非 ASCII 文字を適切にエンコードすることに焦点を当てています。これらは上述の URL 解析関数でカバーされていない URL 構成要素からオリジナルデータの再作成もサポートしています。

urllib.parse.quote(*string*, *safe='/'*, *encoding=None*, *errors=None*)

Replace special characters in *string* using the **%xx** escape. Letters, digits, and the characters `'_.-~'` are never quoted. By default, this function is intended for quoting the path section of a URL. The optional *safe* parameter specifies additional ASCII characters that should not be quoted --- its default value is `'/'`.

string に使用できるのは *str* か *bytes* オブジェクトです。

バージョン 3.7 で変更: Moved from **RFC 2396** to **RFC 3986** for quoting URL strings. "~" is now included in the set of unreserved characters.

任意のパラメータ *encoding* と *errors* は *str.encode()* で受け付けられる非 ASCII 文字への対処法を指定します。*encoding* のデフォルトは `'utf-8'`、*errors* のデフォルトは `'strict'` で、非サポート文字があると *UnicodeEncodeError* を送出します。*string* が *bytes* の場合 *encoding* と *errors* を指定してはいけません。指定すると *TypeError* が送出されます。

`quote(string, safe, encoding, errors)` は `quote_from_bytes(string.encode(encoding, errors), safe)` と等価であることに留意してください。

例: `quote('/El Niño/')` は `'/El%20Ni%C3%B1o/'` を返します。

urllib.parse.quote_plus(*string*, *safe=''*, *encoding=None*, *errors=None*)

Like *quote()*, but also replace spaces with plus signs, as required for quoting HTML form values when building up a query string to go into a URL. Plus signs in the original string are escaped unless they are included in *safe*. It also does not have *safe* default to `'/'`.

例: `quote_plus('/El Niño/')` は `'%2FEl+Ni%C3%B1o%2F'` を返します。

urllib.parse.quote_from_bytes(*bytes*, *safe='/'*)

quote() と似ていますが、*str* ではなく *bytes* オブジェクトを取り、文字列からバイト列へのエンコードを行いません。

例: `quote_from_bytes(b'a&\xef')` は `'a%26%EF'` を返します。

urllib.parse.unquote(*string*, *encoding='utf-8'*, *errors='replace'*)

Replace **%xx** escapes with their single-character equivalent. The optional *encoding* and *errors* parameters specify how to decode percent-encoded sequences into Unicode characters, as accepted by the *bytes.decode()* method.

string に使用できるのは *str* か *bytes* オブジェクトです。

encoding のデフォルトは `'utf-8'`、*errors* のデフォルトは `'replace'` で、不正なシーケンスはプレースホルダー文字に置き換えられます。

例: `unquote('/El%20Ni%C3%B1o/')` は `'/El Niño/'` を返します。

バージョン 3.9 で変更: *string* parameter supports bytes and str objects (previously only str).

urllib.parse.unquote_plus(*string*, *encoding='utf-8'*, *errors='replace'*)

unquote() と似ていますが、HTML フォームの値のアンクオートのために「+」を空白に置き換えます。

string は *str* でなければなりません。

例: `unquote_plus('/El+Ni%C3%B1o/')` は `'/El Niño/'` を返します。

urllib.parse.unquote_to_bytes(*string*)

Replace *%xx* escapes with their single-octet equivalent, and return a *bytes* object.

string に使用できるのは *str* か *bytes* オブジェクトです。

str だった場合、*string* 内のエスケープされていない非 ASCII 文字は UTF-8 バイト列にエンコードされます。

例: `unquote_to_bytes('a%26%EF')` は `b'a&\xef'` を返します。

urllib.parse.urlencode(*query*, *doseq=False*, *safe=''*, *encoding=None*, *errors=None*, *quote_via=quote_plus*)

マッピング型オブジェクトまたは 2 個の要素からなるタプルのシーケンス (*str* か *bytes* オブジェクトが含まれているかもしれません) を、パーセントエンコードされた ASCII 文字列に変換します。戻り値の文字列が *urlopen()* 関数での POST 操作の *data* で使用される場合はバイト列にエンコードしなければなりません。そうでない場合は *TypeError* が送出されます。

戻り値は `'&'` 文字で区切られた `key=value` のペアからなる一組の文字列になります。*key* と *value* は *quote_via* を使用してクオートされます。デフォルトで、値をクォートするために *quote_plus()* が使用されます。つまり、スペースは `'+'` 文字に、'/' 文字は `%2F` にクォートされます。これは GET リクエストの標準に準拠します (`application/x-www-form-urlencoded`)。*quote_via* として渡すことができる別の関数は *quote()* です。それはスペースを `%20` にエンコードし、'/' をエンコードしません。何がクォートされるかを最大限コントロールしたければ、`quote` を使って *safe* に値を指定してください。

引数 *query* が 2 要素のタプルのシーケンスの場合、各タプルの第一要素はキーに、第二要素は値になります。値となる要素はシーケンスを取ることもでき、この場合、オプションのパラメーター *doseq* が `True` と評価されるのであれば、キーに対し値シーケンスの各要素を個別に結び付けた `key=value` のペアを、`'&'` 文字でつないだものを生成します。エンコードされた文字列内のパラメーターの順序はシーケンス内のパラメータータプルの順序と一致します。

safe, *encoding*, および *errors* パラメータは *quote_via* にそのまま渡されます (クエリ要素が *str* の場合は、*encoding* と *errors* パラメータだけが渡されます)。

このエンコード処理の逆を行うには、このモジュールで提供されている *parse_qs()* と *parse_qsl()* を使用して、クエリ文字列を Python データ構造に変換できます。

POST リクエストのデータ、あるいは URL クエリ文字列を生成するために、*urllib.parse.urlencode()* メソッドをどのように使えばよいかを見るには、*urllib* **の使用例** を参照してください。

バージョン 3.2 で変更: *query* はバイト列と文字列オブジェクトをサポートします。

バージョン 3.5 で変更: Added the *quote_via* parameter.

参考:

WHATWG - URL Living standard
: Working Group for the URL Standard that defines URLs, domains, IP addresses, the application/x-www-form-urlencoded format, and their API.

RFC 3986 - Uniform Resource Identifiers
: これが現在の標準規格 (STD66) です。urllib.parse モジュールに対するすべての変更はこの規格に準拠していなければなりませんが、若干の逸脱はありえます。これは主には後方互換性のため、また主要なブラウザで一般的に見られる、URL を解析する上でのいくつかの事実上の要件を満たすためです。

RFC 2732 - Format for Literal IPv6 Addresses in URL's.
: この規格は IPv6 の URL を解析するときの要求事項を記述しています。

RFC 2396 - Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax
: この RFC では Uniform Resource Name (URN) と Uniform Resource Locator (URL) の両方に対する一般的な文法的要求事項を記述しています。

RFC 2368 - The mailto URL scheme.
: mailto URL スキームに対する文法的要求事項です。

RFC 1808 - Relative Uniform Resource Locators
: この RFC には絶対 URL と相対 URL を結合するための規則がボーダケースの取扱い方を決定する ” 異常な例” つきで収められています。

RFC 1738 - Uniform Resource Locators (URL)
: この RFC では絶対 URL の形式的な文法と意味付けを仕様化しています。

21.7 `urllib.error` --- urllib.request によって送出される例外クラス

ソースコード: Lib/urllib/error.py

---

urllib.error は *urllib.request* によって投げられる例外を定義しています。基底クラスは *URLError* です。

urllib.error は必要に応じて以下の例外が送出します:

exception urllib.error.**URLError**

ハンドラが何らかの問題に遭遇した場合、この例外 (またはこの例外から派生した例外) を送出します。この例外は *OSError* のサブクラスです。

reason

このエラーの理由。メッセージ文字列あるいは他の例外インスタンスです。

バージョン 3.3 で変更: *URLError* は以前は *IOError* のサブタイプでしたが、*OSError* のエイリアスになりました。

exception urllib.error.**HTTPError**(*url*, *code*, *msg*, *hdrs*, *fp*)

HTTPError は例外 (*URLError* のサブクラス) ですが、同時に例外ではない file-like な戻り値を返す関数でもあります (*urlopen()* の戻り値と同じです)。これは、例えばサーバからの認証リクエストのように、変わった HTTP エラーを処理するのに役立ちます。

url

リクエスト URL を含みます。*filename* 属性のエイリアスです。

code

RFC 2616 に定義されている HTTP ステータスコード。この数値型の値は、*http.server.BaseHTTPRequestHandler.responses* の辞書に登録されているコードに対応します。

reason

これは通常、このエラーの原因を説明する文字列です。*msg* 属性のエイリアスです。

headers

HTTPError の原因となった HTTP リクエストの HTTP レスポンスヘッダ。*hdrs* 属性のエイリアスです。

Added in version 3.4.

fp

HTTP エラーの body を読み出し可能なファイルライクオブジェクト。

exception urllib.error.**ContentTooShortError**(*msg*, *content*)

この例外は *urlretrieve()* 関数が、ダウンロードされたデータの量が予期した量 (*Content-Length* ヘッダで与えられる) よりも少ないことを検知した際に発生します。

content

ダウンロードされた、(おそらく切り捨てられた) データ。

21.8 urllib.robotparser --- robots.txt 用のパーサー

ソースコード: Lib/urllib/robotparser.py

このモジュールでは単一のクラス、*RobotFileParser* を提供します。このクラスは、特定のユーザエージェントが robots.txt ファイルを公開している Web サイトのある URL を取得可能かどうかの質問に答えます。robots.txt ファイルの構造に関する詳細は http://www.robotstxt.org/orig.html を参照してください。

class urllib.robotparser.**RobotFileParser**(*url=''*)

url の robots.txt に対し読み込み、パーズ、応答するメソッドを提供します。

set_url(*url*)

robots.txt ファイルを参照するための URL を設定します。

read()

robots.txt URL を読み出し、パーザに入力します。

parse(*lines*)

引数 *lines* の内容を解釈します。

can_fetch(*useragent*, *url*)

解釈された robots.txt ファイル中に記載された規則に従ったとき、*useragent* が *url* を取得してもよい場合には True を返します。

mtime()

robots.txt ファイルを最後に取得した時刻を返します。この値は、定期的に新たな robots.txt をチェックする必要がある、長時間動作する Web スパイダープログラムを実装する際に便利です。

modified()

robots.txt ファイルを最後に取得した時刻を現在の時刻に設定します。

crawl_delay(*useragent*)

当該の **ユーザーエージェント** 用の robots.txt の Crawl-delay パラメーターの値を返します。そのようなパラメーターが存在しないか、指定された **ユーザーエージェント** にあてはまらない、もしくは robots.txt のこのパラメーターのエントリの構文が無効な場合は、None を返します。

Added in version 3.6.

request_rate(*useragent*)

robots.txt の Request-rate パラメーターの内容を *named tuple* RequestRate(requests, seconds) として返します。そのようなパラメーターが存在しないか、指定された **ユーザーエージェント** にあてはまらない、もしくは robots.txt のこのパラメーターのエントリの構文が無効な場合は、None を返します。

Added in version 3.6.

site_maps()

robots.txt の Sitemap パラメーターの内容を *list()* の形式で返します。そのようなパラメーターが存在しないか、robots.txt のこのパラメーターのエントリの構文が無効な場合は、None を返します。

Added in version 3.8.

以下に *RobotFileParser* クラスの利用例を示します。

```
>>> import urllib.robotparser
>>> rp = urllib.robotparser.RobotFileParser()
>>> rp.set_url("http://www.musi-cal.com/robots.txt")
>>> rp.read()
>>> rrate = rp.request_rate("*")
>>> rrate.requests
3
>>> rrate.seconds
20
>>> rp.crawl_delay("*")
6
>>> rp.can_fetch("*", "http://www.musi-cal.com/cgi-bin/search?city=San+Francisco")
False
>>> rp.can_fetch("*", "http://www.musi-cal.com/")
True
```

21.9 http --- HTTP モジュール群

ソースコード: Lib/http/__init__.py

---

http パッケージはハイパーテキスト転送プロトコルを扱うための幾つかのモジュールを集めたものです:

- *http.client* は低水準の HTTP プロトコルのクライアントです。高水準の URL を開く操作には *urllib.request* を使ってください
- *http.server* は *socketserver* をベースにした基礎的な HTTP サーバーを実装しています
- *http.cookies* は cookie の状態管理を実装するためのユーティリティーを提供しています
- *http.cookiejar* は cookie の永続化機能を提供しています

http モジュールは、http 関連のコードの処理に役立つ以下の列挙型も定義しています:

class http.HTTPStatus

Added in version 3.5.

一連の HTTP ステータスコード、理由の表現、英語で書かれた長い記述を定義した *enum.IntEnum* のサブクラスです。

使い方:

```
>>> from http import HTTPStatus
>>> HTTPStatus.OK
HTTPStatus.OK
>>> HTTPStatus.OK == 200
True
>>> HTTPStatus.OK.value
200
>>> HTTPStatus.OK.phrase
'OK'
>>> HTTPStatus.OK.description
'Request fulfilled, document follows'
>>> list(HTTPStatus)
[HTTPStatus.CONTINUE, HTTPStatus.SWITCHING_PROTOCOLS, ...]
```

21.9.1 HTTP ステータスコード

http.HTTPStatus で利用可能な、サポートされている、IANA に登録されたステータスコード は:

コード	列挙名	詳細
100	CONTINUE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.2.1
101	SWITCHING_PROTOCOLS	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.2.2
102	PROCESSING	WebDAV **RFC 2518**, Section 10.1
103	EARLY_HINTS	An HTTP Status Code for Indicating Hints **RFC 8297**
200	OK	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.3.1
201	CREATED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.3.2
202	ACCEPTED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.3.3
203	NON_AUTHORITATIVE_INFORMATION	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.3.4
204	NO_CONTENT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.3.5
205	RESET_CONTENT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.3.6
206	PARTIAL_CONTENT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.3.7
207	MULTI_STATUS	WebDAV **RFC 4918**, Section 11.1
208	ALREADY_REPORTED	WebDAV Binding Extensions **RFC 5842**, Section 7.1 (Experimental)
226	IM_USED	Delta Encoding in HTTP **RFC 3229**, Section 10.4.1

次のペ

表 1 – 前のページからの続き

コード	列挙名	詳細
300	MULTIPLE_CHOICES	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.4.1
301	MOVED_PERMANENTLY	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.4.2
302	FOUND	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.4.3
303	SEE_OTHER	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.4.4
304	NOT_MODIFIED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.4.5
305	USE_PROXY	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.4.6
307	TEMPORARY_REDIRECT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.4.8
308	PERMANENT_REDIRECT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.4.9
400	BAD_REQUEST	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.1
401	UNAUTHORIZED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.2
402	PAYMENT_REQUIRED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.3
403	FORBIDDEN	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.4
404	NOT_FOUND	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.5
405	METHOD_NOT_ALLOWED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.6
406	NOT_ACCEPTABLE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.7
407	PROXY_AUTHENTICATION_REQUIRED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.8
408	REQUEST_TIMEOUT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.9
409	CONFLICT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.10
410	GONE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.11
411	LENGTH_REQUIRED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.12
412	PRECONDITION_FAILED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.13
413	CONTENT_TOO_LARGE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.14
414	URI_TOO_LONG	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.15
415	UNSUPPORTED_MEDIA_TYPE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.16
416	RANGE_NOT_SATISFIABLE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.17
417	EXPECTATION_FAILED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.18
418	IM_A_TEAPOT	HTCPCP/1.0 **RFC 2324**, Section 2.3.2
421	MISDIRECTED_REQUEST	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.20
422	UNPROCESSABLE_CONTENT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.21
423	LOCKED	WebDAV **RFC 4918**, Section 11.3
424	FAILED_DEPENDENCY	WebDAV **RFC 4918**, Section 11.4
425	TOO_EARLY	Using Early Data in HTTP **RFC 8470**
426	UPGRADE_REQUIRED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.5.22
428	PRECONDITION_REQUIRED	Additional HTTP Status Codes **RFC 6585**
429	TOO_MANY_REQUESTS	Additional HTTP Status Codes **RFC 6585**
431	REQUEST_HEADER_FIELDS_TOO_LARGE	Additional HTTP Status Codes **RFC 6585**
451	UNAVAILABLE_FOR_LEGAL_REASONS	An HTTP Status Code to Report Legal Obstacles **RFC 7725**

次のペ

表 1 – 前のページからの続き

コード	列挙名	詳細
500	INTERNAL_SERVER_ERROR	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.6.1
501	NOT_IMPLEMENTED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.6.2
502	BAD_GATEWAY	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.6.3
503	SERVICE_UNAVAILABLE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.6.4
504	GATEWAY_TIMEOUT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.6.5
505	HTTP_VERSION_NOT_SUPPORTED	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15.6.6
506	VARIANT_ALSO_NEGOTIATES	Transparent Content Negotiation in HTTP **RFC 2295**, Section 8.1 (Exp
507	INSUFFICIENT_STORAGE	WebDAV **RFC 4918**, Section 11.5
508	LOOP_DETECTED	WebDAV Binding Extensions **RFC 5842**, Section 7.2 (Experimental)
510	NOT_EXTENDED	An HTTP Extension Framework **RFC 2774**, Section 7 (Experimental)
511	NETWORK_AUTHENTICATION_REQUIRED	Additional HTTP Status Codes **RFC 6585**, Section 6

後方互換性を保つために列挙値は *http.client* にも定数という形で存在します。列挙名は定数名と同じです (すなわち `http.HTTPStatus.OK` は `http.client.OK` としても利用可能です)。

バージョン 3.7 で変更: ステータスコード `421 MISDIRECTED_REQUEST` が追加されました。

Added in version 3.8: ステータスコード `451 UNAVAILABLE_FOR_LEGAL_REASONS` が追加されました。

Added in version 3.9: ステータスコード `103 EARLY_HINTS`, `418 IM_A_TEAPOT`, `425 TOO_EARLY` が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: ステータス定数に RFC9110 の名前を実装。古い定数名は後方互換性のために保たれています。

21.9.2 HTTP ステータスコードカテゴリ

Added in version 3.12.

列挙型の値は HTTP ステータスカテゴリを示すいくつかのプロパティを持ちます。

プロパティ	示していること	詳細
is_informational	100 <= status <= 199	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15
is_success	200 <= status <= 299	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15
is_redirection	300 <= status <= 399	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15
is_client_error	400 <= status <= 499	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15
is_server_error	500 <= status <= 599	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 15

使い方:

```
>>> from http import HTTPStatus
>>> HTTPStatus.OK.is_success
True
>>> HTTPStatus.OK.is_client_error
False
```

class http.**HTTPMethod**

Added in version 3.11.

一連の HTTP メソッド、英語で書かれた記述を定義した *enum.StrEnum* のサブクラスです。

使い方:

```
>>> from http import HTTPMethod
>>>
>>> HTTPMethod.GET
<HTTPMethod.GET>
>>> HTTPMethod.GET == 'GET'
True
>>> HTTPMethod.GET.value
'GET'
>>> HTTPMethod.GET.description
'Retrieve the target.'
>>> list(HTTPMethod)
[<HTTPMethod.CONNECT>,
 <HTTPMethod.DELETE>,
 <HTTPMethod.GET>,
 <HTTPMethod.HEAD>,
 <HTTPMethod.OPTIONS>,
 <HTTPMethod.PATCH>,
 <HTTPMethod.POST>,
 <HTTPMethod.PUT>,
 <HTTPMethod.TRACE>]
```

21.9.3 HTTP メソッド

http.HTTPMethod で利用可能な、サポートされている、IANA に登録されたメソッド は:

メソッド	列挙名	詳細
GET	GET	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 9.3.1
HEAD	HEAD	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 9.3.2
POST	POST	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 9.3.3
PUT	PUT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 9.3.4
DELETE	DELETE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 9.3.5
CONNECT	CONNECT	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 9.3.6
OPTIONS	OPTIONS	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 9.3.7
TRACE	TRACE	HTTP Semantics **RFC 9110**, Section 9.3.8
PATCH	PATCH	HTTP/1.1 **RFC 5789**

21.10 `http.client` --- HTTP プロトコルクライアント

ソースコード: Lib/http/client.py

このモジュールでは HTTP および HTTPS プロトコルのクライアントサイドを実装しているクラスを定義しています。通常、このモジュールは直接使いません --- *`urllib.request`* モジュールが HTTP や HTTPS を使った URL を扱う上でこのモジュールを使います。

参考:

より高水準の HTTP クライアントインターフェースとして Requests パッケージ が推奨されています。

注釈: HTTPS のサポートは、Python が SSL サポート付きでコンパイルされている場合にのみ利用できます (*`ssl`* モジュールによって)。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

このモジュールでは以下のクラスを提供しています:

class `http.client.HTTPConnection`(*host*, *port=None*, [*timeout*,]*source_address=None*, *blocksize=8192*)

`HTTPConnection` インスタンスは、HTTP サーバとの一回のトランザクションを表現します。インスタンスの生成はホスト名とオプションのポート番号を与えることで行います。ポート番号を指定しなかった場合、ホスト名文字列が `host:port` の形式であれば、ホスト名からポート番号を抽出し、そうでない場合には標準の HTTP ポート番号 (80) を使います。オプションの引数 *timeout* が渡された場合、ブロッ

クする処理 (コネクション接続など) のタイムアウト時間 (秒数) として利用されます (渡されなかった場合は、グローバルのデフォルトタイムアウト設定が利用されます)。オプションの引数 *source_address* を (host, port) という形式のタプルにすると HTTP 接続の接続元アドレスとして使用します。オプションの *blocksize* 引数は、送信するファイル類メッセージボディのバッファサイズをバイト単位で設定します。

例えば、以下の呼び出しは全て同じサーバの同じポートに接続するインスタンスを生成します:

```
>>> h1 = http.client.HTTPConnection('www.python.org')
>>> h2 = http.client.HTTPConnection('www.python.org:80')
>>> h3 = http.client.HTTPConnection('www.python.org', 80)
>>> h4 = http.client.HTTPConnection('www.python.org', 80, timeout=10)
```

バージョン 3.2 で変更: *source_address* が追加されました。

バージョン 3.4 で変更: *strict* パラメータは廃止されました。HTTP 0.9 の " シンプルなレスポンス" のような形式はもはやサポートされません。

バージョン 3.7 で変更: *blocksize* 引数が追加されました。

class http.client.**HTTPSConnection**(*host*, *port=None*, *, [*timeout*,]*source_address=None*, *context=None*, *blocksize=8192*)

HTTPConnection のサブクラスはセキュア・サーバとやりとりする為の SSL を使う場合に用います。デフォルトのポート番号は 443 です。*context* が指定されれば、それは様々な SSL オプションを記述する *ssl.SSLContext* インスタンスでなければなりません。

ベストプラクティスに関するより良い情報が **セキュリティで考慮すべき点** にありますのでお読みください。

バージョン 3.2 で変更: *source_address*、*context* そして *check_hostname* が追加されました。

バージョン 3.2 で変更: このクラスは現在、可能であれば (つまり *ssl.HAS_SNI* が真の場合) HTTPS のバーチャルホストをサポートしています。

バージョン 3.4 で変更: *strict* パラメータは廃止されました。HTTP 0.9 の " シンプルなレスポンス" のような形式はもはやサポートされません。

バージョン 3.4.3 で変更: このクラスは今や全ての必要な証明書とホスト名の検証をデフォルトで行うようになりました。*context* パラメーターに `ssl._create_unverified_context()` を渡すことで、昔の、検証を行わない振る舞いに戻すことができます。

バージョン 3.8 で変更: This class now enables TLS 1.3 *ssl.SSLContext.post_handshake_auth* for the default *context* or when *cert_file* is passed with a custom *context*.

バージョン 3.10 で変更: This class now sends an ALPN extension with protocol indicator `http/1.1` when no *context* is given. Custom *context* should set ALPN protocols with *set_alpn_protocols()*.

バージョン 3.12 で変更: The deprecated *key_file*, *cert_file* and *check_hostname* parameters have been removed.

class http.client.**HTTPResponse**(*sock*, *debuglevel=0*, *method=None*, *url=None*)

コネクションに成功したときに、このクラスのインスタンスが返されます。ユーザーから直接利用されることはありません。

バージョン 3.4 で変更: *strict* パラメータは廃止されました。HTTP 0.9 の " シンプルなレスポンス" のような形式はもはやサポートされません。

このモジュールは以下の関数を提供します:

http.client.**parse_headers**(*fp*)

Parse the headers from a file pointer *fp* representing a HTTP request/response. The file has to be a *BufferedIOBase* reader (i.e. not text) and must provide a valid **RFC 2822** style header.

This function returns an instance of *http.client.HTTPMessage* that holds the header fields, but no payload (the same as *HTTPResponse.msg* and *http.server.BaseHTTPRequestHandler.headers*). After returning, the file pointer *fp* is ready to read the HTTP body.

注釈: *parse_headers()* does not parse the start-line of a HTTP message; it only parses the `Name: value` lines. The file has to be ready to read these field lines, so the first line should already be consumed before calling the function.

状況に応じて、以下の例外が送出されます:

exception http.client.**HTTPException**

このモジュールにおける他の例外クラスの基底クラスです。*Exception* のサブクラスです。

exception http.client.**NotConnected**

HTTPException サブクラスです。

exception http.client.**InvalidURL**

HTTPException のサブクラスです。ポート番号を指定したものの、その値が数字でなかったり空のオブジェクトであった場合に送出されます。

exception http.client.**UnknownProtocol**

HTTPException サブクラスです。

exception http.client.**UnknownTransferEncoding**

HTTPException サブクラスです。

exception http.client.UnimplementedFileMode

HTTPException サブクラスです。

exception http.client.IncompleteRead

HTTPException サブクラスです。

exception http.client.ImproperConnectionState

HTTPException サブクラスです。

exception http.client.CannotSendRequest

ImproperConnectionState のサブクラスです。

exception http.client.CannotSendHeader

ImproperConnectionState のサブクラスです。

exception http.client.ResponseNotReady

ImproperConnectionState のサブクラスです。

exception http.client.BadStatusLine

HTTPException のサブクラスです。サーバが理解できない HTTP 状態コードで応答した場合に送出されます。

exception http.client.LineTooLong

A subclass of *HTTPException*. Raised if an excessively long line is received in the HTTP protocol from the server.

exception http.client.RemoteDisconnected

A subclass of *ConnectionResetError* and *BadStatusLine*. Raised by *HTTPConnection.getresponse()* when the attempt to read the response results in no data read from the connection, indicating that the remote end has closed the connection.

Added in version 3.5: Previously, *BadStatusLine*`('')` was raised.

このモジュールで定義されている定数は以下の通りです:

http.client.HTTP_PORT

HTTP プロトコルの標準のポート (通常は 80) です。

http.client.HTTPS_PORT

HTTPS プロトコルの標準のポート (通常は 443) です。

http.client.responses

このディクショナリは、HTTP 1.1 ステータスコードを W3C の名前にマップしたものです。

例: `http.client.responses[http.client.NOT_FOUND]` は `'Not Found'` を示します。

See *HTTP ステータスコード* for a list of HTTP status codes that are available in this module as constants.

21.10.1 HTTPConnection オブジェクト

HTTPConnection インスタンスには以下のメソッドがあります:

HTTPConnection.**request**(*method*, *url*, *body=None*, *headers={}*, ***, *encode_chunked=False*)

This will send a request to the server using the HTTP request method *method* and the request URI *url*. The provided *url* must be an absolute path to conform with **RFC 2616 §5.1.2** (unless connecting to an HTTP proxy server or using the `OPTIONS` or `CONNECT` methods).

If *body* is specified, the specified data is sent after the headers are finished. It may be a *str*, a *bytes-like object*, an open *file object*, or an iterable of *bytes*. If *body* is a string, it is encoded as ISO-8859-1, the default for HTTP. If it is a bytes-like object, the bytes are sent as is. If it is a *file object*, the contents of the file is sent; this file object should support at least the `read()` method. If the file object is an instance of *io.TextIOBase*, the data returned by the `read()` method will be encoded as ISO-8859-1, otherwise the data returned by `read()` is sent as is. If *body* is an iterable, the elements of the iterable are sent as is until the iterable is exhausted.

The *headers* argument should be a mapping of extra HTTP headers to send with the request. A **Host header** must be provided to conform with **RFC 2616 §5.1.2** (unless connecting to an HTTP proxy server or using the `OPTIONS` or `CONNECT` methods).

If *headers* contains neither Content-Length nor Transfer-Encoding, but there is a request body, one of those header fields will be added automatically. If *body* is `None`, the Content-Length header is set to `0` for methods that expect a body (`PUT`, `POST`, and `PATCH`). If *body* is a string or a bytes-like object that is not also a *file*, the Content-Length header is set to its length. Any other type of *body* (files and iterables in general) will be chunk-encoded, and the Transfer-Encoding header will automatically be set instead of Content-Length.

The *encode_chunked* argument is only relevant if Transfer-Encoding is specified in *headers*. If *encode_chunked* is `False`, the HTTPConnection object assumes that all encoding is handled by the calling code. If it is `True`, the body will be chunk-encoded.

For example, to perform a `GET` request to `https://docs.python.org/3/`:

```
>>> import http.client
>>> host = "docs.python.org"
>>> conn = http.client.HTTPSConnection(host)
>>> conn.request("GET", "/3/", headers={"Host": host})
>>> response = conn.getresponse()
>>> print(response.status, response.reason)
200 OK
```

注釈: Chunked transfer encoding has been added to the HTTP protocol version 1.1. Unless the HTTP server is known to handle HTTP 1.1, the caller must either specify the Content-Length, or must pass a *str* or bytes-like object that is not also a file as the body representation.

バージョン 3.2 で変更: *body* は iterable オブジェクトとして使用できます。

バージョン 3.6 で変更: If neither Content-Length nor Transfer-Encoding are set in *headers*, file and iterable *body* objects are now chunk-encoded. The *encode_chunked* argument was added. No attempt is made to determine the Content-Length for file objects.

HTTPConnection.**getresponse**()

サーバに対して HTTP 要求を送り出した後に呼び出されなければなりません。要求に対する応答を取得します。*HTTPResponse* インスタンスを返します。

注釈: すべての応答を読み込んでからでなければ新しい要求をサーバに送ることはできないことに注意しましょう。

バージョン 3.5 で変更: If a *ConnectionError* or subclass is raised, the *HTTPConnection* object will be ready to reconnect when a new request is sent.

HTTPConnection.**set_debuglevel**(*level*)

Set the debugging level. The default debug level is `0`, meaning no debugging output is printed. Any value greater than `0` will cause all currently defined debug output to be printed to stdout. The `debuglevel` is passed to any new *HTTPResponse* objects that are created.

Added in version 3.1.

HTTPConnection.**set_tunnel**(*host*, *port=None*, *headers=None*)

HTTP トンネリング接続のホスト名とポート番号を設定します。これによりプロキシサーバを通しての接続を実行できます。

The *host* and *port* arguments specify the endpoint of the tunneled connection (i.e. the address included in the CONNECT request, *not* the address of the proxy server).

The *headers* argument should be a mapping of extra HTTP headers to send with the CONNECT request.

As HTTP/1.1 is used for HTTP CONNECT tunnelling request, as per the RFC, a HTTP `Host:` header must be provided, matching the authority-form of the request target provided as the destination for the CONNECT request. If a HTTP `Host:` header is not provided via the headers argument, one is generated and transmitted automatically.

For example, to tunnel through a HTTPS proxy server running locally on port 8080, we would pass the address of the proxy to the *HTTPSConnection* constructor, and the address of the host that we eventually want to reach to the *set_tunnel()* method:

```
>>> import http.client
>>> conn = http.client.HTTPSConnection("localhost", 8080)
>>> conn.set_tunnel("www.python.org")
>>> conn.request("HEAD","/index.html")
```

Added in version 3.2.

バージョン 3.12 で変更: HTTP CONNECT tunnelling requests use protocol HTTP/1.1, upgraded from protocol HTTP/1.0. `Host:` HTTP headers are mandatory for HTTP/1.1, so one will be automatically generated and transmitted if not provided in the headers argument.

`HTTPConnection.get_proxy_response_headers()`

Returns a dictionary with the headers of the response received from the proxy server to the CONNECT request.

If the CONNECT request was not sent, the method returns `None`.

Added in version 3.12.

`HTTPConnection.connect()`

Connect to the server specified when the object was created. By default, this is called automatically when making a request if the client does not already have a connection.

Raises an *auditing event* `http.client.connect` with arguments `self`, `host`, `port`.

`HTTPConnection.close()`

サーバへの接続を閉じます。

`HTTPConnection.blocksize`

Buffer size in bytes for sending a file-like message body.

Added in version 3.7.

As an alternative to using the *request()* method described above, you can also send your request step by step, by using the four functions below.

`HTTPConnection.putrequest`(*method*, *url*, *skip_host=False*, *skip_accept_encoding=False*)

サーバへの接続が確立したら、最初にこのメソッドを呼び出さなくてはなりません。このメソッドは *method* 文字列、*url* 文字列、そして HTTP バージョン (`HTTP/1.1`) からなる一行を送信します。`Host:` や `Accept-Encoding:` ヘッダの自動送信を無効にしたい場合 (例えば別のコンテンツエンコーディングを受け入れたい場合) には、*skip_host* や *skip_accept_encoding* を偽でない値に設定してください。

HTTPConnection.**putheader**(*header*, *argument*[, ...])

RFC 822 形式のヘッダをサーバに送ります。この処理では、*header* 、コロンとスペース、そして最初の引数からなる 1 行をサーバに送ります。追加の引数を指定した場合、継続して各行にタブ一つと引数の入った引数行が送信されます。

HTTPConnection.**endheaders**(*message_body=None*, ***, *encode_chunked=False*)

サーバに空行を送り、ヘッダ部が終了したことを通知します。オプションの *message_body* 引数を、リクエストに関連したメッセージボディを渡すのに使うことが出来ます。

If *encode_chunked* is `True`, the result of each iteration of *message_body* will be chunk-encoded as specified in **RFC 7230**, Section 3.3.1. How the data is encoded is dependent on the type of *message_body*. If *message_body* implements the buffer interface the encoding will result in a single chunk. If *message_body* is a *collections.abc.Iterable*, each iteration of *message_body* will result in a chunk. If *message_body* is a *file object*, each call to `.read()` will result in a chunk. The method automatically signals the end of the chunk-encoded data immediately after *message_body*.

注釈: Due to the chunked encoding specification, empty chunks yielded by an iterator body will be ignored by the chunk-encoder. This is to avoid premature termination of the read of the request by the target server due to malformed encoding.

バージョン 3.6 で変更: Added chunked encoding support and the *encode_chunked* parameter.

HTTPConnection.**send**(*data*)

サーバにデータを送ります。このメソッドは *endheaders()* が呼び出された直後で、かつ *getresponse()* が呼び出される前に使わなければなりません。

Raises an *auditing event* `http.client.send` with arguments `self`, `data`.

21.10.2 HTTPResponse オブジェクト

HTTPResponse インスタンスはサーバからの HTTP レスポンスをラップします。これを使用してリクエストヘッダとエンティティボディへアクセスすることができます。レスポンスはイテレート可能なオブジェクトであり、また with 文と使うことも可能です。

バージョン 3.5 で変更: The *io.BufferedIOBase* interface is now implemented and all of its reader operations are supported.

HTTPResponse.**read**([*amt*])

応答の本体全体か、*amt* バイトまで読み出して返します。

HTTPResponse.**readinto**(*b*)

バッファ *b* にレスポンスボディの次のデータを最大 len(b) バイト読み込みます。何バイト読んだかを返します。

Added in version 3.3.

HTTPResponse.**getheader**(*name*, *default=None*)

Return the value of the header *name*, or *default* if there is no header matching *name*. If there is more than one header with the name *name*, return all of the values joined by ', '. If *default* is any iterable other than a single string, its elements are similarly returned joined by commas.

HTTPResponse.**getheaders**()

(header, value) のタプルからなるリストを返します。

HTTPResponse.**fileno**()

ソケットの `fileno` を返します。

HTTPResponse.**msg**

A *http.client.HTTPMessage* instance containing the response headers. *http.client.HTTPMessage* is a subclass of *email.message.Message*.

HTTPResponse.**version**

サーバが使用した HTTP プロトコルバージョンです。10 は HTTP/1.0 を、11 は HTTP/1.1 を表します。

HTTPResponse.**url**

取得されたリソースの URL、主にリダイレクトが発生したかどうかを確認するために利用します。

HTTPResponse.**headers**

Headers of the response in the form of an *email.message.EmailMessage* instance.

HTTPResponse.**status**

サーバから返される状態コードです。

HTTPResponse.**reason**

サーバから返される応答の理由文です。

HTTPResponse.**debuglevel**

A debugging hook. If *debuglevel* is greater than zero, messages will be printed to stdout as the response is read and parsed.

HTTPResponse.**closed**

ストリームが閉じている場合 `True` となります。

HTTPResponse.geturl()

バージョン 3.9 で非推奨: 非推奨となったので *url* を使用してください。

HTTPResponse.info()

バージョン 3.9 で非推奨: 非推奨となったので *headers* を使用してください。

HTTPResponse.getcode()

バージョン 3.9 で非推奨: 非推奨となったので *status* を使用してください。

21.10.3 使用例

以下は GET リクエストの送信方法を示した例です:

```
>>> import http.client
>>> conn = http.client.HTTPSConnection("www.python.org")
>>> conn.request("GET", "/")
>>> r1 = conn.getresponse()
>>> print(r1.status, r1.reason)
200 OK
>>> data1 = r1.read()  # This will return entire content.
>>> # The following example demonstrates reading data in chunks.
>>> conn.request("GET", "/")
>>> r1 = conn.getresponse()
>>> while chunk := r1.read(200):
...     print(repr(chunk))
b'<!doctype html>\n<!--[if"...
...
>>> # Example of an invalid request
>>> conn = http.client.HTTPSConnection("docs.python.org")
>>> conn.request("GET", "/parrot.spam")
>>> r2 = conn.getresponse()
>>> print(r2.status, r2.reason)
404 Not Found
>>> data2 = r2.read()
>>> conn.close()
```

次の例のセッションでは、HEAD メソッドを利用しています。HEAD メソッドは全くデータを返さないことに注目してください。

```
>>> import http.client
>>> conn = http.client.HTTPSConnection("www.python.org")
>>> conn.request("HEAD", "/")
>>> res = conn.getresponse()
>>> print(res.status, res.reason)
200 OK
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> data = res.read()
>>> print(len(data))
0
>>> data == b''
True
```

Here is an example session that uses the `POST` method:

```
>>> import http.client, urllib.parse
>>> params = urllib.parse.urlencode({'@number': 12524, '@type': 'issue', '@action': 'show'})
>>> headers = {"Content-type": "application/x-www-form-urlencoded",
...            "Accept": "text/plain"}
>>> conn = http.client.HTTPConnection("bugs.python.org")
>>> conn.request("POST", "", params, headers)
>>> response = conn.getresponse()
>>> print(response.status, response.reason)
302 Found
>>> data = response.read()
>>> data
b'Redirecting to <a href="https://bugs.python.org/issue12524">https://bugs.python.org/issue12524</
↪a>'
>>> conn.close()
```

Client side HTTP `PUT` requests are very similar to `POST` requests. The difference lies only on the server side where HTTP servers will allow resources to be created via `PUT` requests. It should be noted that custom HTTP methods are also handled in *`urllib.request.Request`* by setting the appropriate method attribute. Here is an example session that uses the `PUT` method:

```
>>> # This creates an HTTP request
>>> # with the content of BODY as the enclosed representation
>>> # for the resource http://localhost:8080/file
...
>>> import http.client
>>> BODY = "***filecontents***"
>>> conn = http.client.HTTPConnection("localhost", 8080)
>>> conn.request("PUT", "/file", BODY)
>>> response = conn.getresponse()
>>> print(response.status, response.reason)
200, OK
```

21.10.4 HTTPMessage オブジェクト

class http.client.**HTTPMessage**(*email.message.Message*)

http.client.HTTPMessage のインスタンスは HTTP レスポンスヘッダを格納します。*email.message.Message* クラスを利用して実装されています。

21.11 ftplib --- FTP プロトコルクライアント

ソースコード: Lib/ftplib.py

このモジュールでは *FTP* クラスと、それに関連するいくつかの項目を定義しています。*FTP* クラスは、FTP プロトコルのクライアント側の機能を備えています。このクラスを使うと FTP のいろいろな機能の自動化、例えば他の FTP サーバのミラーリングといったことを実行する Python プログラムを書くことができます。また、*urllib.request* モジュールも FTP を使う URL を操作するのにこのクラスを使っています。FTP (File Transfer Protocol) についての詳しい情報は internet **RFC 959** を参照して下さい。

The default encoding is UTF-8, following **RFC 2640**.

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

ftplib モジュールを使ったサンプルを以下に示します:

```
>>> from ftplib import FTP
>>> ftp = FTP('ftp.us.debian.org')  # connect to host, default port
>>> ftp.login()                     # user anonymous, passwd anonymous@
'230 Login successful.'
>>> ftp.cwd('debian')               # change into "debian" directory
'250 Directory successfully changed.'
>>> ftp.retrlines('LIST')           # list directory contents
-rw-rw-r--    1 1176     1176         1063 Jun 15 10:18 README
...
drwxr-sr-x    5 1176     1176         4096 Dec 19  2000 pool
drwxr-sr-x    4 1176     1176         4096 Nov 17  2008 project
drwxr-xr-x    3 1176     1176         4096 Oct 10  2012 tools
'226 Directory send OK.'
>>> with open('README', 'wb') as fp:
>>>     ftp.retrbinary('RETR README', fp.write)
'226 Transfer complete.'
>>> ftp.quit()
'221 Goodbye.'
```

21.11.1 リファレンス

FTP オブジェクト

class ftplib.FTP(*host=''*, *user=''*, *passwd=''*, *acct=''*, *timeout=None*, *source_address=None*, ***, *encoding='utf-8'*)

Return a new instance of the *FTP* class.

パラメータ

- **host** (str) -- The hostname to connect to. If given, `connect(host)` is implicitly called by the constructor.
- **user** (str) -- The username to log in with (default: `'anonymous'`). If given, `login(host, passwd, acct)` is implicitly called by the constructor.
- **passwd** (str) -- The password to use when logging in. If not given, and if *passwd* is the empty string or `"-"`, a password will be automatically generated.
- **acct** (str) -- Account information to be used for the `ACCT` FTP command. Few systems implement this. See RFC-959 for more details.
- **timeout** (float / *None*) -- A timeout in seconds for blocking operations like *connect()* (default: the global default timeout setting).
- **source_address** (tuple / *None*) -- A 2-tuple `(host, port)` for the socket to bind to as its source address before connecting.
- **encoding** (str) -- The encoding for directories and filenames (default: `'utf-8'`).

FTP クラスは `with` 文をサポートしています。例えば:

```
>>> from ftplib import FTP
>>> with FTP("ftp1.at.proftpd.org") as ftp:
...     ftp.login()
...     ftp.dir()
...
'230 Anonymous login ok, restrictions apply.'
dr-xr-xr-x   9 ftp      ftp           154 May  6 10:43 .
dr-xr-xr-x   9 ftp      ftp           154 May  6 10:43 ..
dr-xr-xr-x   5 ftp      ftp          4096 May  6 10:43 CentOS
dr-xr-xr-x   3 ftp      ftp            18 Jul 10  2008 Fedora
>>>
```

バージョン 3.2 で変更: `with` 構文のサポートが追加されました。

バージョン 3.3 で変更: *source_address* 引数が追加されました。

バージョン 3.9 で変更: If the *timeout* parameter is set to be zero, it will raise a *ValueError* to prevent the creation of a non-blocking socket. The *encoding* parameter was added, and the default was changed from Latin-1 to UTF-8 to follow **RFC 2640**.

Several `FTP` methods are available in two flavors: one for handling text files and another for binary files. The methods are named for the command which is used followed by `lines` for the text version or `binary` for the binary version.

FTP インスタンスには以下のメソッドがあります:

set_debuglevel(*level*)

Set the instance's debugging level as an *int*. This controls the amount of debugging output printed. The debug levels are:

- `0` (default): No debug output.
- `1`: Produce a moderate amount of debug output, generally a single line per request.
- `2` or higher: Produce the maximum amount of debugging output, logging each line sent and received on the control connection.

connect(*host=''*, *port=0*, *timeout=None*, *source_address=None*)

Connect to the given host and port. This function should be called only once for each instance; it should not be called if a *host* argument was given when the *FTP* instance was created. All other `FTP` methods can only be called after a connection has successfully been made.

パラメータ

- **host** (`str`) -- The host to connect to.
- **port** (`int`) -- The TCP port to connect to (default: `21`, as specified by the FTP protocol specification). It is rarely needed to specify a different port number.
- **timeout** (`float` / *None*) -- A timeout in seconds for the connection attempt (default: the global default timeout setting).
- **source_address** (`tuple` / *None*) -- A 2-tuple `(host, port)` for the socket to bind to as its source address before connecting.

引数 `self`, `host`, `port` を指定して **監査イベント** `ftplib.connect` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: *source_address* 引数が追加されました。

getwelcome()

サーバに最初に接続した際に送信される応答中のウェルカムメッセージを返します。(このメッセージには時に、ユーザにとって重要な免責事項や ヘルプ情報が入っています。)

login(*user='anonymous'*, *passwd=''*, *acct=''*)

Log on to the connected FTP server. This function should be called only once for each instance, after a connection has been established; it should not be called if the *host* and *user* arguments were given when the *FTP* instance was created. Most FTP commands are only allowed after the client has logged in.

パラメータ

- **user** (str) -- The username to log in with (default: `'anonymous'`).
- **passwd** (str) -- The password to use when logging in. If not given, and if *passwd* is the empty string or `"-"`, a password will be automatically generated.
- **acct** (str) -- Account information to be used for the `ACCT` FTP command. Few systems implement this. See RFC-959 for more details.

abort()

実行中のファイル転送を中止します。これはいつも機能するわけではありませんが、やってみる価値はあります。

sendcmd(*cmd*)

シンプルなコマンド文字列をサーバに送信して、受信した文字列を返します。

引数 `self`, `cmd` を指定して **監査イベント** `ftplib.sendcmd` を送出します。

voidcmd(*cmd*)

Send a simple command string to the server and handle the response. Return the response string if the response code corresponds to success (codes in the range 200--299). Raise *error_reply* otherwise.

引数 `self`, `cmd` を指定して **監査イベント** `ftplib.sendcmd` を送出します。

retrbinary(*cmd*, *callback*, *blocksize=8192*, *rest=None*)

Retrieve a file in binary transfer mode.

パラメータ

- **cmd** (str) -- An appropriate `STOR` command: `"STOR` *filename*`"`.
- **callback** (*callable*) -- A single parameter callable that is called for each block of data received, with its single argument being the data as *bytes*.
- **blocksize** (int) -- The maximum chunk size to read on the low-level *socket* object created to do the actual transfer. This also corresponds to the largest size of data that will be passed to *callback*. Defaults to `8192`.

- **rest** (int) -- A REST command to be sent to the server. See the documentation for the *rest* parameter of the *transfercmd()* method.

retrlines(*cmd*, *callback=None*)

Retrieve a file or directory listing in the encoding specified by the *encoding* parameter at initialization. *cmd* should be an appropriate RETR command (see *retrbinary()*) or a command such as LIST or NLST (usually just the string 'LIST'). LIST retrieves a list of files and information about those files. NLST retrieves a list of file names. The *callback* function is called for each line with a string argument containing the line with the trailing CRLF stripped. The default *callback* prints the line to *sys.stdout*.

set_pasv(*val*)

val が真の場合 ” パッシブ” モードを有効化し、偽の場合は無効化します。デフォルトではパッシブモードです。

storbinary(*cmd*, *fp*, *blocksize=8192*, *callback=None*, *rest=None*)

Store a file in binary transfer mode.

パラメータ

- **cmd** (str) -- An appropriate STOR command: "STOR *filename*".
- **fp** (*file object*) -- A file object (opened in binary mode) which is read until EOF, using its *read()* method in blocks of size *blocksize* to provide the data to be stored.
- **blocksize** (int) -- The read block size. Defaults to 8192.
- **callback** (*callable*) -- A single parameter callable that is called for each block of data sent, with its single argument being the data as *bytes*.
- **rest** (int) -- A REST command to be sent to the server. See the documentation for the *rest* parameter of the *transfercmd()* method.

バージョン 3.2 で変更: The *rest* parameter was added.

storlines(*cmd*, *fp*, *callback=None*)

Store a file in line mode. *cmd* should be an appropriate STOR command (see *storbinary()*). Lines are read until EOF from the *file object* *fp* (opened in binary mode) using its *readline()* method to provide the data to be stored. *callback* is an optional single parameter callable that is called on each line after it is sent.

transfercmd(*cmd*, *rest=None*)

データ接続中に転送を初期化します。もし転送中なら、EPRT あるいは PORT コマンドと、*cmd* で指定したコマンドを送信し、接続を続けます。サーバがパッシブなら、EPSV あるいは PASV コマンドを送信して接続し、転送コマンドを開始します。どちらの場合も、接続のためのソケットを返します。

If optional *rest* is given, a `REST` command is sent to the server, passing *rest* as an argument. *rest* is usually a byte offset into the requested file, telling the server to restart sending the file's bytes at the requested offset, skipping over the initial bytes. Note however that the *transfercmd()* method converts *rest* to a string with the *encoding* parameter specified at initialization, but no check is performed on the string's contents. If the server does not recognize the `REST` command, an *error_reply* exception will be raised. If this happens, simply call *transfercmd()* without a *rest* argument.

ntransfercmd(*cmd*, *rest=None*)

transfercmd() と同様ですが、データと予想されるサイズとのタプルを返します。もしサイズが計算できないなら、サイズの代わりに `None` が返されます。*cmd* と *rest* は *transfercmd()* のものと同じです。

mlsd(*path=''*, *facts=[]*)

List a directory in a standardized format by using `MLSD` command (**RFC 3659**). If *path* is omitted the current directory is assumed. *facts* is a list of strings representing the type of information desired (e.g. `["type", "size", "perm"]`). Return a generator object yielding a tuple of two elements for every file found in path. First element is the file name, the second one is a dictionary containing facts about the file name. Content of this dictionary might be limited by the *facts* argument but server is not guaranteed to return all requested facts.

Added in version 3.3.

nlst(*argument*[, *...*])

`NLST` コマンドで返されるファイル名のリストを返します。省略可能な *argument* は、リストアップするディレクトリです（デフォルトではサーバのカレントディレクトリです）。`NLST` コマンドに非標準である複数の引数を渡すことができます。

注釈: If your server supports the command, *mlsd()* offers a better API.

---

dir(*argument*[, *...*])

Produce a directory listing as returned by the `LIST` command, printing it to standard output. The optional *argument* is a directory to list (default is the current server directory). Multiple arguments can be used to pass non-standard options to the `LIST` command. If the last argument is a function, it is used as a *callback* function as for *retrlines()*; the default prints to *sys.stdout*. This method returns `None`.

注釈: If your server supports the command, *mlsd()* offers a better API.

---

rename(*fromname*, *toname*)

サーバ上のファイルのファイル名 *fromname* を *toname* へ変更します。

delete(*filename*)

サーバからファイル *filename* を削除します。成功したら応答のテキストを返し、そうでないならパーミッションエラーでは *error_perm* を、他のエラーでは *error_reply* を返します。

cwd(*pathname*)

サーバのカレントディレクトリを設定します。

mkd(*pathname*)

サーバ上に新たにディレクトリを作ります。

pwd()

サーバ上のカレントディレクトリのパスを返します。

rmd(*dirname*)

サーバ上のディレクトリ *dirname* を削除します。

size(*filename*)

サーバ上のファイル *filename* のサイズを尋ねます。成功したらファイルサイズが整数で返され、そうでないなら None が返されます。SIZE コマンドは標準化されていませんが、多くの普通のサーバで実装されていることに注意して下さい。

quit()

サーバに QUIT コマンドを送信し、接続を閉じます。これは接続を閉じるのに" 礼儀正しい" 方法ですが、QUIT コマンドに反応してサーバの例外が発生するかもしれません。この例外は、*close()* メソッドによって *FTP* インスタンスに対するその後のコマンド使用が不可になっていることを示しています (下記参照)。

close()

接続を一方的に閉じます。既に閉じた接続に対して実行すべきではありません (例えば *quit()* を呼び出して成功した後など)。この実行の後、*FTP* インスタンスはもう使用すべきではありません (*close()* あるいは *quit()* を呼び出した後で、*login()* メソッドをもう一度実行して再び接続を開くことはできません)。

FTP_TLS オブジェクト

class ftplib.FTP_TLS(*host=''*, *user=''*, *passwd=''*, *acct=''*, ***, *context=None*, *timeout=None*, *source_address=None*, *encoding='utf-8'*)

An *FTP* subclass which adds TLS support to FTP as described in **RFC 4217**. Connect to port 21 implicitly securing the FTP control connection before authenticating.

注釈: The user must explicitly secure the data connection by calling the *prot_p()* method.

パラメータ

- **host** (str) -- The hostname to connect to. If given, `connect(host)` is implicitly called by the constructor.
- **user** (str) -- The username to log in with (default: `'anonymous'`). If given, `login(host, passwd, acct)` is implicitly called by the constructor.
- **passwd** (str) -- The password to use when logging in. If not given, and if *passwd* is the empty string or `"-"`, a password will be automatically generated.
- **acct** (str) -- Account information to be used for the `ACCT` FTP command. Few systems implement this. See RFC-959 for more details.
- **context** (*ssl.SSLContext*) -- An SSL context object which allows bundling SSL configuration options, certificates and private keys into a single, potentially long-lived, structure. Please read **セキュリティで考慮すべき点** for best practices.
- **timeout** (float / *None*) -- A timeout in seconds for blocking operations like *connect()* (default: the global default timeout setting).
- **source_address** (tuple / *None*) -- A 2-tuple `(host, port)` for the socket to bind to as its source address before connecting.
- **encoding** (str) -- The encoding for directories and filenames (default: `'utf-8'`).

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: Added the *source_address* parameter.

バージョン 3.4 で変更: このクラスは *ssl.SSLContext.check_hostname* と *Server Name Indication* でホスト名のチェックをサポートしました。(*ssl.HAS_SNI* を参照してください)。

バージョン 3.9 で変更: If the *timeout* parameter is set to be zero, it will raise a *ValueError* to prevent the creation of a non-blocking socket. The *encoding* parameter was added, and the default was changed from Latin-1 to UTF-8 to follow **RFC 2640**.

バージョン 3.12 で変更: 非推奨の *keyfile* と *certfile* 引数を削除しました。

FTP_TLS クラスを使ったサンプルセッションはこちらです:

```
>>> ftps = FTP_TLS('ftp.pureftpd.org')
>>> ftps.login()
'230 Anonymous user logged in'
>>> ftps.prot_p()
'200 Data protection level set to "private"'
>>> ftps.nlst()
['6jack', 'OpenBSD', 'antilink', 'blogbench', 'bsdcam', 'clockspeed', 'djbdns-jedi', 'docs',
↪'eaccelerator-jedi', 'favicon.ico', 'francotone', 'fugu', 'ignore', 'libpuzzle', 'metalog',
↪ 'minidentd', 'misc', 'mysql-udf-global-user-variables', 'php-jenkins-hash', 'php-skein-
↪hash', 'php-webdav', 'phpaudit', 'phpbench', 'pincaster', 'ping', 'posto', 'pub', 'public',
↪ 'public_keys', 'pure-ftpd', 'qscan', 'qtc', 'sharedance', 'skycache', 'sound', 'tmp',
↪'ucarp']
```

FTP_TLS class inherits from *FTP*, defining these additional methods and attributes:

ssl_version

The SSL version to use (defaults to *ssl.PROTOCOL_SSLv23*).

auth()

ssl_version 属性で指定されたものに従って、TLS または SSL を使い、セキュアコントロール接続をセットアップします。

バージョン 3.4 で変更: The method now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

ccc()

Revert control channel back to plaintext. This can be useful to take advantage of firewalls that know how to handle NAT with non-secure FTP without opening fixed ports.

Added in version 3.3.

prot_p()

セキュアデータ接続をセットアップします。

prot_c()

平文データ接続をセットアップします。

モジュール変数

exception ftplib.error_reply

サーバから想定外の応答があったときに送出される例外。

exception ftplib.error_temp

一時的エラーを表すエラーコード (400--499 の範囲の応答コード) を受け取った時に発生する例外。

exception ftplib.error_perm

永久エラーを表すエラーコード (500--599 の範囲の応答コード) を受け取った時に発生する例外。

exception ftplib.error_proto

File Transfer Protocol の応答仕様に適合しない、すなわち 1--5 の数字で始まらない応答コードをサーバから受け取った時に発生する例外。

ftplib.all_errors

FTP インスタンスのメソッド実行時、FTP 接続で (プログラミングのエラーと考えられるメソッドの実行によって) 発生する全ての例外 (タプル形式)。この例外には以上の 4 つのエラーはもちろん、*OSError* と *EOFError* も含まれます。

参考:

netrc モジュール
.netrc ファイルフォーマットのパーザ。.netrc ファイルは、FTP クライアントがユーザにプロンプトを出す前に、ユーザ認証情報をロードするのによく使われます。

21.12 poplib --- POP3 プロトコルクライアント

ソースコード: Lib/poplib.py

このモジュールはクラス *POP3* を定義しています。*POP3* は POP3 サーバへの接続をカプセル化し、**RFC 1939** で定義されているプロトコルを実装しています。*POP3* クラスは **RFC 1939** の最小限のコマンドセットとオプションのコマンドセットをサポートしています。既に確立されている接続で暗号化された通信を行うために、**RFC 2595** で導入された STLS コマンドもサポートされています。

加えて、このモジュールはクラス *POP3_SSL* を提供しています。*POP3_SSL* は SSL を下層のプロトコルレイヤーとして使う POP3 サーバへの接続をサポートしています。

POP3 についての注意事項は、それが広くサポートされているにもかかわらず、既に時代遅れだということです。幾つも実装されている POP3 サーバーの品質は、貧弱なものが多数を占めています。もし、お使いのメールサーバーが IMAP をサポートしているなら、*imaplib.IMAP4* クラスが使えます。IMAP サーバーは、より良く実装されている傾向があります。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

poplib モジュールは二つのクラスを提供します:

class poplib.**POP3**(*host*, *port=POP3_PORT*[, *timeout*])

このクラスが、実際に POP3 プロトコルを実装します。インスタンスが初期化されるときに、コネクションが作成されます。*port* が省略されると、POP3 標準のポート (110) が使われます。オプションの *timeout* 引数は、接続時のタイムアウト時間を秒数で指定します (指定されなかった場合は、グローバルのデフォルトタイムアウト設定が利用されます)。

引数 `self`, `host`, `port` 付きで **監査イベント** `poplib.connect` を送出します。

引数 `self`, `line` を指定して **監査イベント** `poplib.putline` を送出します。

バージョン 3.9 で変更: *timeout* パラメータが 0 に設定されている場合、非ブロッキングソケットの作成を防ぐために *ValueError* を送出します。

class poplib.**POP3_SSL**(*host*, *port=POP3_SSL_PORT*, ***, *timeout=None*, *context=None*)

POP3 クラスのサブクラスで、SSL でカプセル化されたソケットによる POP サーバへの接続を提供します。*port* が指定されていない場合、POP3-over-SSL 標準の 995 番ポートが使われます。*timeout* については *POP3* クラスのコンストラクタの引数と同じです。*context* は SSL の設定、証明書、秘密鍵を一つの (POP3_SSL オブジェクトよりも長く存在し続けうる) 構造にまとめた *ssl.SSLContext* オブジェクトで、省略可能です。ベストプラクティスについては **セキュリティで考慮すべき点** を参照してください。

引数 `self`, `host`, `port` 付きで **監査イベント** `poplib.connect` を送出します。

引数 `self`, `line` を指定して **監査イベント** `poplib.putline` を送出します。

バージョン 3.2 で変更: *context* 引数が追加されました。

バージョン 3.4 で変更: このクラスは *ssl.SSLContext.check_hostname* と *Server Name Indication* でホスト名のチェックをサポートしました。(*ssl.HAS_SNI* を参照してください)。

バージョン 3.9 で変更: *timeout* パラメータが 0 に設定されている場合、非ブロッキングソケットの作成を防ぐために *ValueError* を送出します。

バージョン 3.12 で変更: 非推奨の *keyfile* と *certfile* 引数を削除しました。

1 つの例外が、*poplib* モジュールのアトリビュートとして定義されています:

exception poplib.**error_proto**

このモジュール内で起こったあらゆるエラーで送出される例外です (*socket* モジュールからのエラーは捕捉されません)。例外の理由は文字列としてコンストラクタに渡されます。

参考:

モジュール *imaplib* 標

準 Python IMAP モジュールです。

Frequently Asked Questions About Fetchmail

POP/IMAP クライアント `fetchmail` の FAQ。POP プロトコルをベースにしたアプリケーションを書くときに有用な、POP3 サーバの種類や RFC への適合度といった情報を収集しています。

21.12.1 POP3 オブジェクト

POP3 コマンドはすべて、それと同じ名前のメソッドとして小文字で表現されます。そしてそのほとんどは、サーバからのレスポンスとなるテキストを返します。

POP3 クラスのインスタンスは以下のメソッドを持ちます:

`POP3.set_debuglevel(`*level*`)`

インスタンスのデバッグレベルを設定します。この設定によってデバッグ時に出力される量を調節します。デフォルトは `0` で、何も出力されません。`1` なら、一般的に 1 つのコマンドあたり 1 行の適当な量のデバッグ出力を行います。`2` 以上なら、コントロール接続で受信した各行を出力して、最大のデバッグ出力をします。

`POP3.getwelcome()`

POP3 サーバーから送られるグリーティングメッセージを返します。

`POP3.capa()`

RFC 2449 で規定されている機能についてサーバに問い合わせます。`{'name': ['param'...]}` という形の辞書を返します。

Added in version 3.4.

`POP3.user(`*username*`)`

user コマンドを送出します。応答はパスワード要求を表示します。

`POP3.pass_(`*password*`)`

パスワードを送出します。応答は、メッセージ数とメールボックスのサイズを含みます。注意：サーバー上のメールボックスは *quit()* が呼ばれるまでロックされます。

`POP3.apop(`*user*, *secret*`)`

POP3 サーバーにログオンするのに、よりセキュアな APOP 認証を使用します。

`POP3.rpop(`*user*`)`

POP3 サーバーにログオンするのに、（UNIX の r-コマンドと同様の）RPOP 認証を使用します。

POP3.**stat**()

メールボックスの状態を得ます。結果は 2 つの integer からなるタプルとなります。(message count, mailbox size).

POP3.**list**([*which*])

メッセージのリストを要求します。結果は (response, ['mesg_num octets', ...], octets) という形式で表されます。*which* が与えられると、それによりメッセージを指定します。

POP3.**retr**(*which*)

which 番のメッセージ全体を取り出し、そのメッセージに既読フラグを立てます。結果は (response, ['line', ...], octets) という形式で表されます。

POP3.**dele**(*which*)

which 番のメッセージに削除のためのフラグを立てます。ほとんどのサーバで、QUIT コマンドが実行されるまでは実際の削除は行われません（もっとも良く知られた例外は Eudora QPOP で、その配送メカニズムは RFC に違反しており、どんな切断状況でも削除操作を未解決にしています)。

POP3.**rset**()

メールボックスの削除マークすべてを取り消します。

POP3.**noop**()

何もしません。接続保持のために使われます。

POP3.**quit**()

サインオフ: 変更をコミットし、メールボックスをアンロックして、接続を破棄します。

POP3.**top**(*which*, *howmuch*)

メッセージヘッダと *howmuch* で指定した行数のメッセージを、*which* で指定したメッセージ分取り出します。結果は以下のような形式となります。(response, ['line', ...], octets).

このメソッドは POP3 の TOP コマンドを利用し、RETR コマンドのように、メッセージに既読フラグをセットしません。残念ながら、TOP コマンドは RFC では貧弱な仕様しか定義されておらず、しばしばノーブランドのサーバーでは（その仕様が）守られていません。このメソッドを信用してしまう前に、実際に使用する POP サーバーでテストをしてください。

POP3.**uidl**(*which=None*)

（ユニーク ID による）メッセージダイジェストのリストを返します。*which* が設定されている場合、結果はユニーク ID を含みます。それは 'response mesgnum uid という形式のメッセージ、または (response, ['mesgnum uid', ...], octets) という形式のリストとなります。

POP3.**utf8**()

UTF-8 モードへの切り替えを試行します。成功した場合はサーバの応答を返し、失敗した場合は *error_proto* を送出します。**RFC 6856** で規定されています。

Added in version 3.5.

POP3.**stls**(*context=None*)

アクティブな接続にて **RFC 2595** で定められた方法で TLS セッションを開始します。TLS セッションはユーザ認証を行う前に開始する必要があります。

context は SSL の設定、証明書、秘密鍵を一つの (POP3 オブジェクトよりも長く存在し続けうる) 構造にまとめた *ssl.SSLContext* オブジェクトです。ベストプラクティスについては **セキュリティで考慮すべき点** を参照してください。

このメソッドは *ssl.SSLContext.check_hostname* と *Server Name Indication* でホスト名のチェックをサポートしました。(*ssl.HAS_SNI* を参照してください)。

Added in version 3.4.

POP3_SSL クラスのインスタンスは追加のメソッドを持ちません。このサブクラスのインターフェイスは親クラスと同じです。

21.12.2 POP3 の例

以下にメールボックスを開き、全てのメッセージを取得して印刷する最小の (エラーチェックをしない) 使用例を示します:

```
import getpass, poplib

M = poplib.POP3('localhost')
M.user(getpass.getuser())
M.pass_(getpass.getpass())
numMessages = len(M.list()[1])
for i in range(numMessages):
    for j in M.retr(i+1)[1]:
        print(j)
```

モジュールの末尾に、より拡張的な使用例が収められたテストセクションがあります。

21.13 imaplib --- IMAP4 プロトコルクライアント

ソースコード: Lib/imaplib.py

このモジュールでは三つのクラス、*IMAP4*, *IMAP4_SSL* と *IMAP4_stream* を定義します。これらのクラスは IMAP4 サーバへの接続をカプセル化し、**RFC 2060** に定義されている IMAP4rev1 クライアントプロトコルの大規模なサブセットを実装しています。このクラスは IMAP4 (**RFC 1730**) 準拠のサーバと後方互換性がありますが、STATUS コマンドは IMAP4 ではサポートされていないので注意してください。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

imaplib モジュール内では三つのクラスを提供しており、*IMAP4* は基底クラスとなります:

class imaplib.**IMAP4**(*host=''*, *port=IMAP4_PORT*, *timeout=None*)

This class implements the actual IMAP4 protocol. The connection is created and protocol version (IMAP4 or IMAP4rev1) is determined when the instance is initialized. If *host* is not specified, `''` (the local host) is used. If *port* is omitted, the standard IMAP4 port (143) is used. The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for the connection attempt. If timeout is not given or is `None`, the global default socket timeout is used.

The *IMAP4* class supports the `with` statement. When used like this, the IMAP4 `LOGOUT` command is issued automatically when the `with` statement exits. E.g.:

```
>>> from imaplib import IMAP4
>>> with IMAP4("domain.org") as M:
...     M.noop()
...
('OK', [b'Nothing Accomplished. d25if65hy903weo.87'])
```

バージョン 3.5 で変更: `with` 構文のサポートが追加されました。

バージョン 3.9 で変更: オプションの *timeout* 引数が追加されました。

例外は *IMAP4* クラスの属性として定義されています:

exception IMAP4.**error**

何らかのエラー発生の際に送出される例外です。例外の理由は文字列としてコンストラクタに渡されます。

exception IMAP4.**abort**

IMAP4 サーバのエラーが生じると、この例外が送出されます。この例外は *IMAP4.error* のサブクラスです。通常、インスタンスを閉じ、新たなインスタンスを再び生成することで、この例外から復旧できます。

exception IMAP4.**readonly**

この例外は書き込み可能なメールボックスの状態がサーバによって変更された際に送出されます。この例外は *IMAP4.error* のサブクラスです。他の何らかのクライアントが現在書き込み権限を獲得しており、メールボックスを開きなおして書き込み権限を再獲得する必要があります。

このモジュールではもう一つ、安全 (secure) な接続を使ったサブクラスがあります:

class imaplib.**IMAP4_SSL**(*host=''*, *port=IMAP4_SSL_PORT*, ***, *ssl_context=None*, *timeout=None*)

This is a subclass derived from *IMAP4* that connects over an SSL encrypted socket (to use this class you need a socket module that was compiled with SSL support). If *host* is not specified, `''` (the local

host) is used. If *port* is omitted, the standard IMAP4-over-SSL port (993) is used. *ssl_context* is a *ssl.SSLContext* object which allows bundling SSL configuration options, certificates and private keys into a single (potentially long-lived) structure. Please read **セキュリティで考慮すべき点** for best practices.

The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for the connection attempt. If timeout is not given or is `None`, the global default socket timeout is used.

バージョン 3.3 で変更: *ssl_context* 引数が追加されました。

バージョン 3.4 で変更: このクラスは *ssl.SSLContext.check_hostname* と *Server Name Indication* でホスト名のチェックをサポートしました。(*ssl.HAS_SNI* を参照してください)。

バージョン 3.9 で変更: オプションの *timeout* 引数が追加されました。

バージョン 3.12 で変更: 非推奨の *keyfile* と *certfile* 引数を削除しました。

さらにもう一つのサブクラスは、子プロセスで確立した接続を使用する場合に使用します:

class imaplib.**IMAP4_stream**(*command*)

IMAP4 から派生したサブクラスで、*command* を `subprocess.Popen()` に渡して作成される `stdin/stdout` ディスクリプタと接続します。

以下のユーティリティ関数が定義されています:

imaplib.**Internaldate2tuple**(*datestr*)

IMAP4 の `INTERNALDATE` 文字列を解析してそれに相当するローカルタイムを返します。戻り値は *time.struct_time* のタプルか、文字列のフォーマットが不正な場合は `None` です。

imaplib.**Int2AP**(*num*)

整数を [`A` .. `P`] からなる文字集合を用いて表現した bytes に変換します。

imaplib.**ParseFlags**(*flagstr*)

IMAP4 `FLAGS` 応答を個々のフラグからなるタプルに変換します。

imaplib.**Time2Internaldate**(*date_time*)

Convert *date_time* to an IMAP4 `INTERNALDATE` representation. The return value is a string in the form: `"DD-Mmm-YYYY HH:MM:SS +HHMM"` (including double-quotes). The *date_time* argument can be a number (int or float) representing seconds since epoch (as returned by *time.time()*), a 9-tuple representing local time an instance of *time.struct_time* (as returned by *time.localtime()*), an aware instance of *datetime.datetime*, or a double-quoted string. In the last case, it is assumed to already be in the correct format.

IMAP4 メッセージ番号は、メールボックスに対する変更が行われた後には変化します; 特に、`EXPUNGE` 命令はメッセージの削除を行いますが、残ったメッセージには再度番号を振りなおします。従って、メッセージ番号ではなく、UID 命令を使い、その UID を利用するよう強く勧めます。

モジュールの末尾に、より拡張的な使用例が収められたテストセクションがあります。

参考:

Documents describing the protocol, sources for servers implementing it, by the University of Washington's IMAP Information Center can all be found at (**Source Code**) https://github.com/uw-imap/imap (**Not Maintained**).

21.13.1 IMAP4 オブジェクト

All IMAP4rev1 commands are represented by methods of the same name, either uppercase or lowercase.

命令に対する引数は全て文字列に変換されます。例外は `AUTHENTICATE` の引数と `APPEND` の最後の引数で、これは IMAP4 リテラルとして渡されます。必要に応じて (IMAP4 プロトコルが感知対象としている文字が文字列に入っており、かつ丸括弧か二重引用符で囲われていなかった場合) 文字列はクオートされます。しかし、`LOGIN` 命令の *password* 引数は常にクオートされます。文字列がクオートされないようにしたい (例えば `STORE` 命令の *flags* 引数) 場合、文字列を丸括弧で囲んでください (例: `r'(\Deleted)'`)。

各命令はタプル: `(type, [data, ...])` を返し、*type* は通常 `'OK'` または `'NO'` です。*data* は命令に対する応答をテキストにしたものか、命令に対する実行結果です。各 *data* は `bytes` かタプルとなります。タプルの場合、最初の要素はレスポンスのヘッダで、次の要素にはデータが格納されます (ie: 'literal' value)。

以下のコマンドにおける *message_set* オプションは、操作の対象となるひとつあるいは複数のメッセージを指す文字列です。単一のメッセージ番号 (`'1'`) かメッセージ番号の範囲 (`'2:4'`)、あるいは連続していないメッセージをカンマでつなげたもの (`'1:3,6:9'`) となります。範囲指定でアスタリスクを使用すると、上限を無限とすることができます (`'3:*'`)。

IMAP4 のインスタンスは以下のメソッドを持っています:

`IMAP4.append`(*mailbox*, *flags*, *date_time*, *message*)

指定された名前のメールボックスに *message* を追加します。

`IMAP4.authenticate`(*mechanism*, *authobject*)

認証命令です --- 応答の処理が必要です。

mechanism は利用する認証メカニズムを与えます。認証メカニズムはインスタンス変数 `capabilities` の中に `AUTH=mechanism` という形式で現れる必要があります。

authobject は呼び出し可能なオブジェクトである必要があります:

```
data = authobject(response)
```

It will be called to process server continuation responses; the *response* argument it is passed will be `bytes`. It should return `bytes` *data* that will be base64 encoded and sent to the server. It should return `None` if the client abort response `*` should be sent instead.

バージョン 3.5 で変更: string usernames and passwords are now encoded to utf-8 instead of being limited to ASCII.

IMAP4.check()

サーバ上のメールボックスにチェックポイントを設定します。

IMAP4.close()

現在選択されているメールボックスを閉じます。削除されたメッセージは書き込み可能メールボックスから除去されます。LOGOUT 前に実行することを勧めます。

IMAP4.copy(*message_set*, *new_mailbox*)

message_set で指定したメッセージ群を *new_mailbox* の末尾にコピーします。

IMAP4.create(*mailbox*)

mailbox と名づけられた新たなメールボックスを生成します。

IMAP4.delete(*mailbox*)

mailbox と名づけられた古いメールボックスを削除します。

IMAP4.deleteacl(*mailbox*, *who*)

mailbox における who についての ACL を削除 (権限を削除) します。

IMAP4.enable(*capability*)

Enable *capability* (see **RFC 5161**). Most capabilities do not need to be enabled. Currently only the UTF8=ACCEPT capability is supported (see **RFC 6855**).

Added in version 3.5: The *enable()* method itself, and **RFC 6855** support.

IMAP4.expunge()

選択されたメールボックスから削除された要素を永久に除去します。各々の削除されたメッセージに対して、EXPUNGE 応答を生成します。返されるデータには EXPUNGE メッセージ番号を受信した順番に並べたリストが入っています。

IMAP4.fetch(*message_set*, *message_parts*)

メッセージ (の一部) を取りよせます。*message_parts* はメッセージパートの名前を表す文字列を丸括弧で囲ったもので、例えば: "(UID BODY[TEXT])" のようになります。返されるデータはメッセージパートのエンベロープ情報とデータからなるタプルです。

IMAP4.getacl(*mailbox*)

mailbox に対する ACL を取得します。このメソッドは非標準ですが、Cyrus サーバでサポートされています。

IMAP4.**getannotation**(*mailbox*, *entry*, *attribute*)

mailbox に対する ANNOTATION を取得します。このメソッドは非標準ですが、Cyrus サーバでサポートされています。

IMAP4.**getquota**(*root*)

quota *root* により、リソース使用状況と制限値を取得します。このメソッドは **RFC 2087** で定義されている IMAP4 QUOTA 拡張の一部です。

IMAP4.**getquotaroot**(*mailbox*)

mailbox に対して quota *root* を実行した結果のリストを取得します。このメソッドは **RFC 2087** で定義されている IMAP4 QUOTA 拡張の一部です。

IMAP4.**list**(*[directory[, pattern]]*)

pattern にマッチする *directory* メールボックス名を列挙します。*directory* の標準の設定値は最上レベルのメールフォルダで、*pattern* は標準の設定では全てにマッチします。返されるデータには LIST 応答のリストが入っています。

IMAP4.**login**(*user*, *password*)

平文パスワードを使ってクライアントを照合します。*password* はクオートされます。

IMAP4.**login_cram_md5**(*user*, *password*)

パスワードの保護のため、クライアント認証時に CRAM-MD5 だけを使用します。これは、CAPABILITY レスポンスに AUTH=CRAM-MD5 が含まれる場合のみ有効です。

IMAP4.**logout**()

サーバへの接続を遮断します。サーバからの BYE 応答を返します。

バージョン 3.8 で変更: The method no longer ignores silently arbitrary exceptions.

IMAP4.**lsub**(*directory='""'*, *pattern='*'*)

購読しているメールボックス名のうち、ディレクトリ内でパターンにマッチするものを列挙します。*directory* の標準の設定値は最上レベルのメールフォルダで、*pattern* は標準の設定では全てにマッチします。返されるデータには返されるデータはメッセージパートエンベロープ情報とデータからなるタプルです。

IMAP4.**myrights**(*mailbox*)

mailbox における自分の ACL を返します (すなわち自分が mailbox で持っている権限を返します)。

IMAP4.**namespace**()

RFC 2342 で定義される IMAP 名前空間を返します。

IMAP4.**noop**()

サーバに NOOP を送信します。

IMAP4.**open**(*host*, *port*, *timeout=None*)

Opens socket to *port* at *host*. The optional *timeout* parameter specifies a timeout in seconds for the connection attempt. If timeout is not given or is `None`, the global default socket timeout is used. Also note that if the *timeout* parameter is set to be zero, it will raise a *ValueError* to reject creating a non-blocking socket. This method is implicitly called by the *IMAP4* constructor. The connection objects established by this method will be used in the *IMAP4.read()*, *IMAP4.readline()*, *IMAP4.send()*, and *IMAP4.shutdown()* methods. You may override this method.

引数 `self`, `host`, `port` を指定して **監査イベント** `imaplib.open` を送出します。

バージョン 3.9 で変更: *timeout* 引数が追加されました。

IMAP4.**partial**(*message_num*, *message_part*, *start*, *length*)

メッセージの後略された部分を取り寄せます。返されるデータはメッセージパートエンベロープ情報とデータからなるタプルです。

IMAP4.**proxyauth**(*user*)

user として認証されたものとします。認証された管理者がユーザの代理としてメールボックスにアクセスする際に使用します。

IMAP4.**read**(*size*)

遠隔のサーバから *size* バイト読み出します。このメソッドはオーバライドすることができます。

IMAP4.**readline**()

遠隔のサーバから一行読み出します。このメソッドはオーバライドすることができます。

IMAP4.**recent**()

サーバに更新を促します。新たなメッセージがない場合応答は `None` になり、そうでない場合 `RECENT` 応答の値になります。

IMAP4.**rename**(*oldmailbox*, *newmailbox*)

oldmailbox という名前のメールボックスを *newmailbox* に名称変更します。

IMAP4.**response**(*code*)

応答 *code* を受信していれば、そのデータを返し、そうでなければ `None` を返します。通常の形式 (usual type) ではなく指定したコードを返します。

IMAP4.**search**(*charset*, *criterion*[, ...])

Search mailbox for matching messages. *charset* may be `None`, in which case no `CHARSET` will be specified in the request to the server. The IMAP protocol requires that at least one criterion be specified; an exception will be raised when the server returns an error. *charset* must be `None` if the `UTF8=ACCEPT` capability was enabled using the *enable()* command.

以下はプログラム例です:

```
# M is a connected IMAP4 instance...
typ, msgnums = M.search(None, 'FROM', '"LDJ"')

# or:
typ, msgnums = M.search(None, '(FROM "LDJ")')
```

IMAP4.**select**(*mailbox='INBOX'*, *readonly=False*)

メールボックスを選択します。返されるデータは *mailbox* 内のメッセージ数 (EXISTS 応答) です。標準の設定では *mailbox* は 'INBOX' です。*readonly* が設定された場合、メールボックスに対する変更はできません。

IMAP4.**send**(*data*)

遠隔のサーバに data を送信します。このメソッドはオーバライドすることができます。

引数 self, data を指定して **監査イベント** imaplib.send を送出します。

IMAP4.**setacl**(*mailbox*, *who*, *what*)

ACL を *mailbox* に設定します。このメソッドは非標準ですが、Cyrus サーバでサポートされています。

IMAP4.**setannotation**(*mailbox*, *entry*, *attribute*[, ...])

ANNOTATION を *mailbox* に設定します。このメソッドは非標準ですが、Cyrus サーバでサポートされています。

IMAP4.**setquota**(*root*, *limits*)

quota *root* のリソースを *limits* に設定します。このメソッドは **RFC 2087** で定義されている IMAP4 QUOTA 拡張の一部です。

IMAP4.**shutdown**()

open で確立された接続を閉じます。*IMAP4.logout()* は暗黙的にこのメソッドを呼び出します。このメソッドはオーバライドすることができます。

IMAP4.**socket**()

サーバへの接続に使われているソケットインスタンスを返します。

IMAP4.**sort**(*sort_criteria*, *charset*, *search_criterion*[, ...])

sort 命令は search に結果の並べ替え (sort) 機能をつけた変種です。返されるデータには、条件に合致するメッセージ番号をスペースで分割したリストが入っています。

sort 命令は *search_criterion* の前に二つの引数を持ちます; *sort_criteria* のリストを丸括弧で囲ったものと、検索時の *charset* です。search と違って、検索時の *charset* は必須です。uid sort 命令もあり、search に対する uid search と同じように sort 命令に対応します。sort 命令はまず、charset 引数の指定に従って searching criteria の文字列を解釈し、メールボックスから与えられた検索条件に合致するメッセージを探します。次に、合致したメッセージの数を返します。

IMAP4rev1 拡張命令です。

IMAP4.**starttls**(*ssl_context=None*)

Send a STARTTLS command. The *ssl_context* argument is optional and should be a *ssl.SSLContext* object. This will enable encryption on the IMAP connection. Please read **セキュリティで考慮すべき点** for best practices.

Added in version 3.2.

バージョン 3.4 で変更: The method now supports hostname check with *ssl.SSLContext.check_hostname* and *Server Name Indication* (see *ssl.HAS_SNI*).

IMAP4.**status**(*mailbox*, *names*)

mailbox の指定ステータス名の状態情報を要求します。

IMAP4.**store**(*message_set*, *command*, *flag_list*)

メールボックス内のメッセージ群のフラグ設定を変更します。*command* は **RFC 2060** のセクション 6.4.6 で指定されているもので、"FLAGS", "+FLAGS", あるいは "-FLAGS" のいずれかとなります。オプションで末尾に ".SILENT" がつくこともあります。

たとえば、すべてのメッセージに削除フラグを設定するには次のようにします:

```
typ, data = M.search(None, 'ALL')
for num in data[0].split():
   M.store(num, '+FLAGS', '\\Deleted')
M.expunge()
```

注釈: Creating flags containing ']' (for example: "[test]") violates **RFC 3501** (the IMAP protocol). However, imaplib has historically allowed creation of such tags, and popular IMAP servers, such as Gmail, accept and produce such flags. There are non-Python programs which also create such tags. Although it is an RFC violation and IMAP clients and servers are supposed to be strict, imaplib still continues to allow such tags to be created for backward compatibility reasons, and as of Python 3.6, handles them if they are sent from the server, since this improves real-world compatibility.

IMAP4.**subscribe**(*mailbox*)

新たなメールボックスを購読 (subscribe) します。

IMAP4.**thread**(*threading_algorithm*, *charset*, *search_criterion*[, ...])

thread コマンドは search にスレッドの概念を加えた変形版です。返されるデータは空白で区切られたスレッドメンバのリストを含んでいます。

各スレッドメンバは 0 以上のメッセージ番号からなり、空白で区切られており、親子関係を示しています。

Thread has two arguments before the *search_criterion* argument(s); a *threading_algorithm*, and the searching *charset*. Note that unlike `search`, the searching *charset* argument is mandatory. There is also a `uid thread` command which corresponds to `thread` the way that `uid search` corresponds to `search`. The `thread` command first searches the mailbox for messages that match the given searching criteria using the *charset* argument for the interpretation of strings in the searching criteria. It then returns the matching messages threaded according to the specified threading algorithm.

`IMAP4rev1` 拡張命令です。

`IMAP4.uid`(*command*, *arg*[, *...*])

command args を、メッセージ番号ではなく UID で指定されたメッセージ群に対して実行します。命令内容に応じた応答を返します。少なくとも一つの引数を与えなくてはなりません; 何も与えない場合、サーバはエラーを返し、例外が送出されます。

`IMAP4.unsubscribe`(*mailbox*)

古いメールボックスの購読を解除 (unsubscribe) します。

`IMAP4.unselect`()

imaplib.IMAP4.unselect() frees server's resources associated with the selected mailbox and returns the server to the authenticated state. This command performs the same actions as *imaplib.IMAP4.close()*, except that no messages are permanently removed from the currently selected mailbox.

Added in version 3.9.

`IMAP4.xatom`(*name*[, *...*])

サーバから `CAPABILITY` 応答で通知された単純な拡張命令を許容 (allow) します。

以下の属性が *IMAP4* のインスタンス上で定義されています:

`IMAP4.PROTOCOL_VERSION`

サーバから返された `CAPABILITY` 応答にある、サポートされている最新のプロトコルです。

`IMAP4.debug`

デバッグ出力を制御するための整数値です。初期値はモジュール変数 `Debug` から取られます。3 以上の値にすると各命令をトレースします。

`IMAP4.utf8_enabled`

Boolean value that is normally `False`, but is set to `True` if an *enable()* command is successfully issued for the `UTF8=ACCEPT` capability.

Added in version 3.5.

21.13.2 IMAP4 の使用例

以下にメールボックスを開き、全てのメッセージを取得して印刷する最小の (エラーチェックをしない) 使用例を示します:

```
import getpass, imaplib

M = imaplib.IMAP4(host='example.org')
M.login(getpass.getuser(), getpass.getpass())
M.select()
typ, data = M.search(None, 'ALL')
for num in data[0].split():
    typ, data = M.fetch(num, '(RFC822)')
    print('Message %s\n%s\n' % (num, data[0][1]))
M.close()
M.logout()
```

21.14 smtplib --- SMTP プロトコルクライアント

ソースコード: Lib/smtplib.py

---

smtplib モジュールは、SMTP または ESMTP のリスナーデーモンを備えた任意のインターネット上のホストにメールを送るために使用することができる SMTP クライアント・セッション・オブジェクトを定義します。SMTP および ESMTP オペレーションの詳細は、**RFC 821** (Simple Mail Transfer Protocol) や **RFC 1869** (SMTP Service Extensions) を調べてください。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

class smtplib.SMTP(*host=''*, *port=0*, *local_hostname=None*, [*timeout*,]*source_address=None*)

SMTP インスタンスは SMTP 接続をカプセル化します。SMTP と ESMTP 操作の完全なレパートリーをサポートするメソッドがあります。オプションパラメータの *host* および *port* が指定されている場合、SMTP の *connect()* メソッドは初期化中にこれらのパラメータを使って呼び出されます。*local_hostname* を指定した場合、それは HELO/EHLO コマンドのローカルホストの FQDN として使用されます。指定しない場合、ローカルホスト名は *socket.getfqdn()* を使用して検索されます。*connect()* 呼び出しが成功コード以外を返すと、*SMTPConnectError* が送出されます。オプションの *timeout* パラメータは、接続試行のようなブロッキング操作のタイムアウトを秒単位で指定します（指定されていない場合、グローバルなデフォルトのタイムアウト設定が使用されます)。タイムアウトが切れると、*TimeoutError* が送出されます。オプションの *source_address* パラメータを使用すると、複数のネットワークインターフェースを持つマシンの特定の送信元アドレス、かつ（または）特定の送信元 TCP ポートにバインドできます。接続する

前にソケットを送信元アドレスとしてバインドするためにタプル (host, port) が必要です。省略された場合（あるいは、*host* または *port* がそれぞれ '' かつ/または 0 の場合)、OS のデフォルト動作が使用されます。

普通に使う場合は、初期化と接続を行ってから、*sendmail()* と *SMTP.quit()* メソッドを呼びます。使用例は先の方で記載しています。

The *SMTP* class supports the `with` statement. When used like this, the SMTP `QUIT` command is issued automatically when the `with` statement exits. E.g.:

```
>>> from smtplib import SMTP
>>> with SMTP("domain.org") as smtp:
...     smtp.noop()
...
(250, b'Ok')
>>>
```

引数 `self`, `data` を指定して **監査イベント** `smtplib.send` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: `with` 構文のサポートが追加されました。

バージョン 3.3 で変更: *source_address* argument was added.

Added in version 3.5: SMTPUTF8 拡張 (**RFC 6531**) がサポートされました。

バージョン 3.9 で変更: *timeout* パラメータが 0 に設定されている場合、非ブロッキングソケットの作成を防ぐために *ValueError* を送出します。

class smtplib.**SMTP_SSL**(*host=''*, *port=0*, *local_hostname=None*, ***, [*timeout*,]*context=None*, *source_address=None*)

SMTP_SSL インスタンスは *SMTP* と全く同じように動作します。*SMTP_SSL* は、接続の始めから SSL が必要であり、`starttls()` が適切でない状況で使用するべきです。*host* が指定されていない場合、ローカルホストが使用されます。*port* が 0 の場合、標準の SMTP-over-SSL ポート（465）が使用されます。オプション引数 *local_hostname*, *timeout*, *source_address* は *SMTP* クラスと同じ意味を持ちます。*context* オプションは *SSLContext* を含むことができ、安全な接続のさまざまな側面を設定することができます。ベストプラクティスについては **セキュリティで考慮すべき点** を読んでください。

バージョン 3.3 で変更: *context* が追加されました。

バージョン 3.3 で変更: The *source_address* argument was added.

バージョン 3.4 で変更: このクラスは *ssl.SSLContext.check_hostname* と *Server Name Indication* でホスト名のチェックをサポートしました。(*ssl.HAS_SNI* を参照してください)。

バージョン 3.9 で変更: *timeout* パラメータが 0 に設定されている場合、非ブロッキングソケットの作成を防ぐために *ValueError* を送出します。

バージョン 3.12 で変更: 非推奨の *keyfile* と *certfile* 引数を削除しました。

class smtplib.LMTP(*host=''*, *port=LMTP_PORT*, *local_hostname=None*, *source_address=None*[, *timeout*])

The LMTP protocol, which is very similar to ESMTP, is heavily based on the standard SMTP client. It's common to use Unix sockets for LMTP, so our `connect()` method must support that as well as a regular host:port server. The optional arguments *local_hostname* and *source_address* have the same meaning as they do in the *SMTP* class. To specify a Unix socket, you must use an absolute path for *host*, starting with a '/'.

認証は、通常の SMTP 機構を利用してサポートされています。Unix ソケットを利用する場合、LMTP は通常認証をサポートしたり要求したりはしません。しかし、あなたが必要であれば、利用することができます。

バージョン 3.9 で変更: オプションの *timeout* 引数が追加されました。

このモジュールの例外には次のものがあります:

exception smtplib.SMTPException

OSError の派生クラスで、このモジュールが提供する他の全ての例外の基底クラスです。

バージョン 3.4 で変更: SMTPException が *OSError* の派生クラスになりました。

exception smtplib.SMTPServerDisconnected

この例外はサーバが突然接続が切断されるか、*SMTP* インスタンスを生成する前に接続しようとした場合に送出されます。

exception smtplib.SMTPResponseException

SMTP のエラーコードを含んだ例外のクラスです。これらの例外は SMTP サーバがエラーコードを返すときに生成されます。エラーコードは `smtp_code` 属性に格納されます。また、`smtp_error` 属性にはエラーメッセージが格納されます。

exception smtplib.SMTPSenderRefused

送信者のアドレスが弾かれたときに送出される例外です。全ての *SMTPResponseException* 例外に、SMTP サーバが弾いた 'sender' アドレスの文字列がセットされます。

exception smtplib.SMTPRecipientsRefused

全ての受取人アドレスが弾かれたときに送出される例外です。各受取人のエラーは属性 `recipients` によってアクセス可能で、*SMTP.sendmail()* が返す辞書と同じ並びの辞書になっています。

exception smtplib.SMTPDataError

SMTP サーバが、メッセージのデータを受け入れることを拒絶したときに送出される例外です。

exception smtplib.SMTPConnectError

サーバへの接続時にエラーが発生したときに送出される例外です。

exception smtplib.SMTPHeloError

サーバーが HELO メッセージを弾いたときに送出される例外です。

exception smtplib.SMTPNotSupportedError

試行したコマンドやオプションはサーバにサポートされていません。

Added in version 3.5.

exception smtplib.SMTPAuthenticationError

SMTP 認証が失敗しました。最もあり得るのは、サーバーがユーザ名/パスワードのペアを受け付けなかった事です。

参考:

RFC 821 - Simple Mail Transfer Protocol

SMTP のプロトコル定義です。このドキュメントでは SMTP のモデル、操作手順、プロトコルの詳細についてカバーしています。

RFC 1869 - SMTP Service Extensions

SMTP に対する ESMTP 拡張の定義です。このドキュメントでは、新たな命令による SMTP の拡張、サーバによって提供される命令を動的に発見する機能のサポート、およびいくつかの追加命令定義について記述しています。

21.14.1 SMTP オブジェクト

SMTP クラスインスタンスは次のメソッドを提供します:

SMTP.**set_debuglevel**(*level*)

デバッグ出力レベルを設定します。*level* が 1 や True の場合、接続ならびにサーバとの送受信のメッセージがデバッグメッセージとなります。*level* が 2 の場合、それらのメッセージにタイムスタンプが付きます。

バージョン 3.5 で変更: デバッグレベル 2 が追加されました。

SMTP.**docmd**(*cmd*, *args=''*)

サーバへコマンド *cmd* を送信します。オプション引数 *args* はスペース文字でコマンドに連結します。戻り値は、整数値のレスポンスコードと、サーバからの応答の値をタプルで返します (サーバからの応答が数行に渡る場合でも一つの大きな文字列で返します)。

数値応答コードと実際の応答行 (複数の応答は 1 つの長い行に結合されます) からなる 2 値タプルを返します。

通常、このメソッドを明示的に使う必要はありません。他のメソッドを実装するのに使い、自分で拡張したものをテストするのに役立つかもしれません。

応答待ちのときにサーバへの接続が切れると *SMTPServerDisconnected* が送出されます。

SMTP.**connect**(*host='localhost'*, *port=0*)

ホスト名とポート番号をもとに接続します。デフォルトは localhost の標準的な SMTP ポート (25 番) に接続します。もしホスト名の末尾がコロン (':') で、後に番号がついている場合は、「ホスト名:ポート番号」として扱われます。このメソッドはコンストラクタにホスト名及びポート番号が指定されている場合、自動的に呼び出されます。戻り値は、この接続の応答内でサーバによって送信された応答コードとメッセージの 2 要素タプルです。

引数 `self`, `host`, `port` を指定して **監査イベント** `smtplib.connect` を送出します。

SMTP.**helo**(*name=''*)

SMTP サーバに `HELO` コマンドで身元を示します。デフォルトでは hostname 引数はローカルホストを指します。サーバーが返したメッセージは、オブジェクトの `helo_resp` 属性に格納されます。

通常は *sendmail()* が呼びだすため、これを明示的に呼び出す必要はありません。

SMTP.**ehlo**(*name=''*)

`EHLO` を利用し、ESMTP サーバに身元を明かします。デフォルトでは hostname 引数はローカルホストの FQDN です。また、ESMTP オプションのために応答を調べたものは、*has_extn()* に備えて保存されます。また、幾つかの情報を属性に保存します: サーバーが返したメッセージは `ehlo_resp` 属性に、`does_esmtp` 属性はサーバーが ESMTP をサポートしているかどうかによって `True` か `False` に、`esmtp_features` 属性は辞書で、サーバーが対応している SMTP サービス拡張の名前と、もしあればそのパラメータを格納します。

メールを送信する前に *has_extn()* を使おうとしない限り、このメソッドを明示的に呼ぶ必要はないはずです。必要な場合は *sendmail()* に暗黙的に呼ばれます。

SMTP.**ehlo_or_helo_if_needed**()

このメソッドは、現在のセッションでまだ `EHLO` か `HELO` コマンドが実行されていない場合、*ehlo()* and/or *helo()* メソッドを呼び出します。このメソッドは先に ESMTP `EHLO` を試します。

SMTPHeloError

サーバーが `HELO` に正しく返答しませんでした。

SMTP.**has_extn**(*name*)

name が拡張 SMTP サービスセットに含まれている場合には *True* を返し、そうでなければ *False* を返します。大小文字は区別されません。

SMTP.**verify**(*address*)

`VRFY` を利用して SMTP サーバにアドレスの妥当性をチェックします。妥当である場合はコード 250 と完全な **RFC 822** アドレス (人名を含む) のタプルを返します。それ以外の場合は、400 以上のエラーコードとエラー文字列を返します。

注釈: ほとんどのサイトはスパマーの裏をかくために SMTP の VRFY は使用不可になっています。

SMTP.**login**(*user*, *password*, ***, *initial_response_ok=True*)

認証が必要な SMTP サーバにログインします。認証に使用する引数はユーザ名とパスワードです。まだセッションが無い場合は、EHLO または HELO コマンドでセッションを作ります。ESMTP の場合は EHLO が先に試されます。認証が成功した場合は通常このメソッドは戻りますが、例外が起こった場合は以下の例外が上がります:

SMTPHeloError
サーバーが HELO に正しく返答しませんでした。

SMTPAuthenticationError
サーバがユーザ名/パスワードでの認証に失敗しました。

SMTPNotSupportedError
AUTH コマンドはサーバにサポートされていません。

SMTPException 適
当な認証方法が見付かりませんでした。

Each of the authentication methods supported by *smtplib* are tried in turn if they are advertised as supported by the server. See *auth()* for a list of supported authentication methods. *initial_response_ok* is passed through to *auth()*.

オプションのキーワード引数 *initial_response_ok* は、それをサポートする認証方法に対して、チャレンジ/レスポンスを要求するのではなく、"AUTH" コマンドとともに **RFC 4954** で指定された" 初期応答" を送信できるかどうかを指定します。

バージョン 3.5 で変更: *SMTPNotSupportedError* が送出される場合があります。*initial_response_ok* 引数が追加されました。

SMTP.**auth**(*mechanism*, *authobject*, ***, *initial_response_ok=True*)

Issue an SMTP AUTH command for the specified authentication *mechanism*, and handle the challenge response via *authobject*.

mechanism specifies which authentication mechanism is to be used as argument to the AUTH command; the valid values are those listed in the auth element of esmtp_features.

authobject must be a callable object taking an optional single argument:

```
data = authobject(challenge=None)
```

If optional keyword argument *initial_response_ok* is true, authobject() will be called first with no argument. It can return the **RFC 4954** "initial response" ASCII str which will be encoded and

sent with the AUTH command as below. If the authobject() does not support an initial response (e.g. because it requires a challenge), it should return None when called with challenge=None. If *initial_response_ok* is false, then authobject() will not be called first with None.

If the initial response check returns None, or if *initial_response_ok* is false, authobject() will be called to process the server's challenge response; the *challenge* argument it is passed will be a bytes. It should return ASCII str *data* that will be base64 encoded and sent to the server.

The SMTP class provides authobjects for the CRAM-MD5, PLAIN, and LOGIN mechanisms; they are named SMTP.auth_cram_md5, SMTP.auth_plain, and SMTP.auth_login respectively. They all require that the user and password properties of the SMTP instance are set to appropriate values.

User code does not normally need to call auth directly, but can instead call the *login()* method, which will try each of the above mechanisms in turn, in the order listed. auth is exposed to facilitate the implementation of authentication methods not (or not yet) supported directly by *smtplib*.

Added in version 3.5.

SMTP.**starttls**(*, *context=None*)

TLS (Transport Layer Security) モードで SMTP 接続します。続く全ての SMTP コマンドは暗号化されます。その後、もう一度 *ehlo()* を呼んでください。

If *keyfile* and *certfile* are provided, they are used to create an *ssl.SSLContext*.

Optional *context* parameter is an *ssl.SSLContext* object; This is an alternative to using a keyfile and a certfile and if specified both *keyfile* and *certfile* should be None.

もしまだ EHLO か HELO コマンドが実行されていない場合、このメソッドは ESMTP EHLO を先に試します。

バージョン 3.12 で変更: 非推奨の *keyfile* と *certfile* 引数を削除しました。

SMTPHeloError

サーバーが HELO に正しく返答しませんでした。

SMTPNotSupportedError

サーバーが STARTTLS 拡張に対応していません。

RuntimeError 実

行中の Python インタプリタで、SSL/TLS サポートが利用できません。

バージョン 3.3 で変更: *context* が追加されました。

バージョン 3.4 で変更: The method now supports hostname check with SSLContext.check_hostname and *Server Name Indicator* (see *HAS_SNI*).

バージョン 3.5 で変更: The error raised for lack of STARTTLS support is now the *SMTPNotSupportedError* subclass instead of the base *SMTPException*.

SMTP.**sendmail**(*from_addr*, *to_addrs*, *msg*, *mail_options=()*, *rcpt_options=()*)

メールを送信します。必要な引数は **RFC 822** の from アドレス文字列、**RFC 822** の to アドレス文字列またはアドレス文字列のリスト、メッセージ文字列です。送信側は `MAIL FROM` コマンドで使用される *mail_options* の ESMTP オプション (`8bitmime` のような) のリストを得るかもしれません。全ての `RCPT` コマンドで使われるべき ESMTP オプション (例えば `DSN` コマンド) は、*rcpt_options* を通して利用することができます。(もし送信先別に ESMTP オプションを使う必要があれば、メッセージを送るために `mail()` 、`rcpt()` 、`data()` といった下位レベルのメソッドを使う必要があります。)

注釈: 配送エージェントは *from_addr*、*to_addrs* 引数を使い、メッセージのエンベロープを構成します。`sendmail` はメッセージヘッダを修正しません。

---

msg may be a string containing characters in the ASCII range, or a byte string. A string is encoded to bytes using the ascii codec, and lone `\r` and `\n` characters are converted to `\r\n` characters. A byte string is not modified.

まだセッションが無い場合は、`EHLO` または `HELO` コマンドでセッションを作ります。ESMTP の場合は `EHLO` が先に試されます。また、サーバが ESMTP 対応ならば、メッセージサイズとそれぞれ指定されたオプションも渡します。(feature オプションがあればサーバの広告をセットします) `EHLO` が失敗した場合は、ESMTP オプションの無い `HELO` が試されます。

このメソッドは最低でも 1 人の受信者にメールが受け取られたときは正常に戻ります。そうでない場合は例外を投げます。つまり、このメソッドが例外を送出しないときは誰かが送信したメールを受け取ったはずです。また、例外を送出しない場合は拒絶された受信者ごとに項目のある辞書を返します。各項目はサーバーが送った SMTP エラーコードと付随するエラーメッセージのタプルを持ちます。

mail_options に `SMTPUTF8` があり、サーバがサポートしている場合は、*from_addr* と *to_addrs* に非 ASCII 文字を含めることが出来ます。

このメソッドは次の例外を送出することがあります:

SMTPRecipientsRefused
: 全ての受信を拒否され、誰にもメールが届けられませんでした。例外オブジェクトの `recipients` 属性は、受信拒否についての情報の入った辞書オブジェクトです。(辞書は少なくとも一つは受信されたときに似ています)。

SMTPHeloError
: サーバーが `HELO` に正しく返答しませんでした。

SMTPSenderRefused
: サーバが *from_addr* を受理しませんでした。

SMTPDataError
: サーバが予期しないエラーコードを返しました (受信拒否以外)。

SMTPNotSupportedError
: *mail_options* に SMTPUTF8 が与えられましたが、サーバがサポートしていません。

また、この他の注意として、例外が上がった後もコネクションは開いたままになっています。

バージョン 3.2 で変更: *msg* はバイト文字列でも構いません。

バージョン 3.5 で変更: SMTPUTF8 のサポートが追加されました。SMTPUTF8 が与えられたが、サーバがサポートしていない場合は *SMTPNotSupportedError* が送出されます。

SMTP.**send_message**(*msg*, *from_addr=None*, *to_addrs=None*, *mail_options=()*, *rcpt_options=()*)

This is a convenience method for calling *sendmail()* with the message represented by an *email.message.Message* object. The arguments have the same meaning as for *sendmail()*, except that *msg* is a Message object.

If *from_addr* is None or *to_addrs* is None, send_message fills those arguments with addresses extracted from the headers of *msg* as specified in **RFC 5322**: *from_addr* is set to the *Sender* field if it is present, and otherwise to the *From* field. *to_addrs* combines the values (if any) of the *To*, *Cc*, and *Bcc* fields from *msg*. If exactly one set of *Resent-** headers appear in the message, the regular headers are ignored and the *Resent-** headers are used instead. If the message contains more than one set of *Resent-** headers, a *ValueError* is raised, since there is no way to unambiguously detect the most recent set of *Resent-* headers.

send_message serializes *msg* using *BytesGenerator* with \r\n as the *linesep*, and calls *sendmail()* to transmit the resulting message. Regardless of the values of *from_addr* and *to_addrs*, send_message does not transmit any *Bcc* or *Resent-Bcc* headers that may appear in *msg*. If any of the addresses in *from_addr* and *to_addrs* contain non-ASCII characters and the server does not advertise SMTPUTF8 support, an SMTPNotSupported error is raised. Otherwise the Message is serialized with a clone of its *policy* with the *utf8* attribute set to True, and SMTPUTF8 and BODY=8BITMIME are added to *mail_options*.

Added in version 3.2.

Added in version 3.5: 国際化アドレスのサポート (SMTPUTF8)。

SMTP.**quit**()

SMTP セッションを終了し、接続を閉じます。SMTP QUIT コマンドの結果を返します。

下位レベルのメソッドは標準 SMTP/ESMTP コマンド HELP 、RSET 、NOOP 、MAIL 、RCPT 、DATA に対応しています。通常これらは直接呼ぶ必要はなく、また、ドキュメントもありません。詳細はモジュールのコードを調べてください。

21.14.2 SMTP 使用例

This example prompts the user for addresses needed in the message envelope ('To' and 'From' addresses), and the message to be delivered. Note that the headers to be included with the message must be included in the message as entered; this example doesn't do any processing of the **RFC 822** headers. In particular, the 'To' and 'From' addresses must be included in the message headers explicitly:

```
import smtplib

def prompt(title):
    return input(title).strip()

from_addr = prompt("From: ")
to_addrs  = prompt("To: ").split()
print("Enter message, end with ^D (Unix) or ^Z (Windows):")

# Add the From: and To: headers at the start!
lines = [f"From: {from_addr}", f"To: {', '.join(to_addrs)}", ""]
while True:
    try:
        line = input()
    except EOFError:
        break
    else:
        lines.append(line)

msg = "\r\n".join(lines)
print("Message length is", len(msg))

server = smtplib.SMTP("localhost")
server.set_debuglevel(1)
server.sendmail(from_addr, to_addrs, msg)
server.quit()
```

注釈: 多くの場合、*email* パッケージの機能を使って email メッセージを構築し、それを、*send_message()* で送信する、という手順を用います。*email:* **使用例** を参照してください。

21.15 uuid --- RFC 4122 に従った UUID オブジェクト

ソースコード: Lib/uuid.py

このモジュールでは immutable (変更不能) な *UUID* オブジェクト (*UUID* クラス) と **RFC 4122** の定めるバージョン 1、3、4、5 の UUID を生成するための *uuid1()*, *uuid3()*, *uuid4()*, *uuid5()*, が提供されています。

もしユニークな ID が必要なだけであれば、おそらく *uuid1()* か *uuid4()* を呼び出せば良いでしょう。*uuid1()* はコンピュータのネットワークアドレスを含む UUID を生成するためにプライバシーを侵害するかもしれない点に注意してください。*uuid4()* はランダムな UUID を生成します。

Depending on support from the underlying platform, *uuid1()* may or may not return a "safe" UUID. A safe UUID is one which is generated using synchronization methods that ensure no two processes can obtain the same UUID. All instances of *UUID* have an *is_safe* attribute which relays any information about the UUID's safety, using this enumeration:

class uuid.SafeUUID

Added in version 3.7.

safe

UUID は並列処理に対して安全なプラットフォームで生成された

unsafe

UUID は並列処理に対して安全なプラットフォームで生成されなかった

unknown

プラットフォームは、UUID が安全に生成されたかどうかの情報を提供しなかった

class uuid.UUID(*hex=None*, *bytes=None*, *bytes_le=None*, *fields=None*, *int=None*, *version=None*, ***, *is_safe=SafeUUID.unknown*)

32 桁の 16 進数文字列、*bytes* に 16 バイトのビッグエンディアンの文字列、*bytes_le* 引数に 16 バイトのリトルエンディアンの文字列、*fields* 引数に 6 つの整数のタプル (32 ビット *time_low*, 16 ビット *time_mid*, 16 ビット *time_hi_version*, 8 ビット *clock_seq_hi_variant*, 8 ビット *clock_seq_low*, 48 ビット *node*)、または *int* に一つの 128 ビット整数のいずれかから UUID を生成します。16 進数が与えられた時、波括弧、ハイフン、それと URN 接頭辞は無視されます。例えば、これらの表現は全て同じ UUID を払い出します:

```
UUID('{12345678-1234-5678-1234-567812345678}')
UUID('12345678123456781234567812345678')
UUID('urn:uuid:12345678-1234-5678-1234-567812345678')
UUID(bytes=b'\x12\x34\x56\x78'*4)
UUID(bytes_le=b'\x78\x56\x34\x12\x34\x12\x78\x56' +
              b'\x12\x34\x56\x78\x12\x34\x56\x78')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
UUID(fields=(0x12345678, 0x1234, 0x5678, 0x12, 0x34, 0x567812345678))
UUID(int=0x12345678123456781234567812345678)
```

hex, *bytes*, *bytes_le*, *fields*, または *int* のうち、どれかただ一つだけが与えられなければいけません。*version* 引数はオプションです; 与えられた場合、結果の UUID は与えられた *hex*, *bytes*, *bytes_le*, *fields*, または *int* をオーバーライドして、**RFC 4122** に準拠した variant と version ナンバーのセットを持つことになります。*bytes_le*, *fields*, or *int*.

2 つの UUID オブジェクトの比較は、*UUID.int* 属性の比較によって行われます。UUID ではないオブジェクトとの比較は、*TypeError* を送出します。

`str(uuid)` は 32 桁の 16 進で UUID を表す “12345678-1234-5678-1234-567812345678“ 形式の文字列を返します。

UUID インスタンスは以下の読み出し専用属性を持ちます:

UUID.bytes

16 バイト文字列（バイトオーダーがビッグエンディアンの 6 つの整数フィールドを持つ）の UUID。

UUID.bytes_le

16 バイト文字列（ *time_low*, *time_mid*, *time_hi_version* をリトルエンディアンで持つ）の UUID。

UUID.fields

UUID の 6 つの整数フィールドを持つタプルで、これは 6 つの個別の属性と 2 つの派生した属性としても取得可能です:

フィールド	意味
UUID.time_low	The first 32 bits of the UUID.
UUID.time_mid	The next 16 bits of the UUID.
UUID.time_hi_version	The next 16 bits of the UUID.
UUID.clock_seq_hi_variant	The next 8 bits of the UUID.
UUID.clock_seq_low	The next 8 bits of the UUID.
UUID.node	The last 48 bits of the UUID.
UUID.time	The 60-bit timestamp.
UUID.clock_seq	The 14-bit sequence number.

UUID.hex

32 文字の小文字 16 進数文字列での UUID。

UUID.int

128 ビット整数での UUID。

UUID.urn

RFC 4122 で規定される URN での UUID。

UUID.variant

UUID の内部レイアウトを決定する UUID の variant。これは定数 *RESERVED_NCS*, *RFC_4122*, *RESERVED_MICROSOFT*, *RESERVED_FUTURE* のいずれかです。

UUID.version

UUID の version 番号（1 から 5、variant が *RFC_4122* である場合だけ意味があります）。

UUID.**is_safe**

SafeUUID の列挙で、UUID は並列処理に対して安全なプラットフォームで生成されたかを示す。

Added in version 3.7.

The *uuid* モジュールには以下の関数があります:

uuid.**getnode**()

48 ビットの正の整数としてハードウェアアドレスを取得します。最初にこれを起動すると、別個のプログラムが立ち上がって非常に遅くなることがあります。もしハードウェアを取得する試みが全て失敗すると、ランダムな 48 ビットを、**RFC 4122** で推奨されているように、マルチキャストビット (最初のオクテットの最下位ビット) を 1 に設定して使います。" ハードウェアアドレス" とはネットワークインターフェースの MAC アドレスを指します。複数のネットワークインターフェースを持つマシンの場合、全域管理された MAC アドレス (最初のオクテットの下位より 2 番目のビットが **設定されていない** MAC アドレス) が、他の個別管理アドレスよりも優先的に使用されます。この優先順序は保証されません。

バージョン 3.7 で変更: 全域管理された MAC アドレスは、グローバルに固有であると保証されるため、固有である保証のない個別管理アドレスよりも好ましいです。

uuid.**uuid1**(*node=None*, *clock_seq=None*)

UUID をホスト ID、シーケンス番号、現在時刻から生成します。*node* が与えられなければ、*getnode()* がハードウェアアドレス取得のために使われます。*clock_seq* が与えられると、これはシーケンス番号として使われます; さもなくば 14 ビットのランダムなシーケンス番号が選ばれます。

uuid.**uuid3**(*namespace*, *name*)

Generate a UUID based on the MD5 hash of a namespace identifier (which is a UUID) and a name (which is a *bytes* object or a string that will be encoded using UTF-8).

uuid.**uuid4**()

ランダムな UUID を生成します。

uuid.**uuid5**(*namespace*, *name*)

Generate a UUID based on the SHA-1 hash of a namespace identifier (which is a UUID) and a name (which is a *bytes* object or a string that will be encoded using UTF-8).

uuid モジュールは *uuid3()* または *uuid5()* で利用するために次の名前空間識別子を定義しています。

uuid.**NAMESPACE_DNS**

この名前空間が指定された場合、*name* 文字列は完全修飾ドメイン名です。

uuid.**NAMESPACE_URL**

この名前空間が指定された場合、*name* 文字列は URL です。

uuid.NAMESPACE_OID

この名前空間が指定された場合、*name* 文字列は ISO OID です。

uuid.NAMESPACE_X500

この名前空間が指定された場合、*name* 文字列は X.500 DN の DER またはテキスト出力形式です。

The *uuid* module defines the following constants for the possible values of the *variant* attribute:

uuid.RESERVED_NCS

NCS 互換性のために予約されています。

uuid.RFC_4122

RFC 4122 で与えられた UUID レイアウトを指定します。

uuid.RESERVED_MICROSOFT

Microsoft の互換性のために予約されています。

uuid.RESERVED_FUTURE

将来のために予約されています。

参考:

RFC 4122 - Universally Unique IDentifier (UUID) の URN 名前空間 この仕様は UUID のための Uniform Resource Name 名前空間、UUID の内部フォーマットと UUID の生成方法を定義しています。

21.15.1 コマンドラインからの使用

Added in version 3.12.

The *uuid* module can be executed as a script from the command line.

```
python -m uuid [-h] [-u {uuid1,uuid3,uuid4,uuid5}] [-n NAMESPACE] [-N NAME]
```

以下のオプションが使用できます:

-h, --help

ヘルプメッセージを表示して終了します。

-u <uuid>

--uuid <uuid>

Specify the function name to use to generate the uuid. By default *uuid4()* is used.

-n <namespace>

--namespace <namespace>

The namespace is a `UUID`, or `@ns` where `ns` is a well-known predefined UUID addressed by namespace name. Such as `@dns`, `@url`, `@oid`, and `@x500`. Only required for *uuid3()* / *uuid5()* functions.

-N <name>

--name <name>

The name used as part of generating the uuid. Only required for *uuid3()* / *uuid5()* functions.

21.15.2 使用例

典型的な *uuid* モジュールの利用方法を示します:

```
>>> import uuid

>>> # make a UUID based on the host ID and current time
>>> uuid.uuid1()
UUID('a8098c1a-f86e-11da-bd1a-00112444be1e')

>>> # make a UUID using an MD5 hash of a namespace UUID and a name
>>> uuid.uuid3(uuid.NAMESPACE_DNS, 'python.org')
UUID('6fa459ea-ee8a-3ca4-894e-db77e160355e')

>>> # make a random UUID
>>> uuid.uuid4()
UUID('16fd2706-8baf-433b-82eb-8c7fada847da')

>>> # make a UUID using a SHA-1 hash of a namespace UUID and a name
>>> uuid.uuid5(uuid.NAMESPACE_DNS, 'python.org')
UUID('886313e1-3b8a-5372-9b90-0c9aee199e5d')

>>> # make a UUID from a string of hex digits (braces and hyphens ignored)
>>> x = uuid.UUID('{00010203-0405-0607-0809-0a0b0c0d0e0f}')

>>> # convert a UUID to a string of hex digits in standard form
>>> str(x)
'00010203-0405-0607-0809-0a0b0c0d0e0f'

>>> # get the raw 16 bytes of the UUID
>>> x.bytes
b'\x00\x01\x02\x03\x04\x05\x06\x07\x08\t\n\x0b\x0c\r\x0e\x0f'

>>> # make a UUID from a 16-byte string
>>> uuid.UUID(bytes=x.bytes)
UUID('00010203-0405-0607-0809-0a0b0c0d0e0f')
```

21.15.3 Command-Line Example

Here are some examples of typical usage of the *uuid* command line interface:

```
# generate a random uuid - by default uuid4() is used
$ python -m uuid

# generate a uuid using uuid1()
$ python -m uuid -u uuid1

# generate a uuid using uuid5
$ python -m uuid -u uuid5 -n @url -N example.com
```

21.16 socketserver --- ネットワークサーバーのフレームワーク

ソースコード: Lib/socketserver.py

---

socketserver モジュールはネットワークサーバを実装するタスクを単純化します。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム**を見てください。

基本的な具象サーバクラスが 4 つあります:

class socketserver.**TCPServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*, *bind_and_activate=True*)

This uses the internet TCP protocol, which provides for continuous streams of data between the client and server. If *bind_and_activate* is true, the constructor automatically attempts to invoke *server_bind()* and *server_activate()*. The other parameters are passed to the *BaseServer* base class.

class socketserver.**UDPServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*, *bind_and_activate=True*)

This uses datagrams, which are discrete packets of information that may arrive out of order or be lost while in transit. The parameters are the same as for *TCPServer*.

class socketserver.**UnixStreamServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*, *bind_and_activate=True*)

class socketserver.**UnixDatagramServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*, *bind_and_activate=True*)

These more infrequently used classes are similar to the TCP and UDP classes, but use Unix domain sockets; they're not available on non-Unix platforms. The parameters are the same as for *TCPServer*.

これらの 4 つのクラスは要求を **同期的に** *(synchronously)* 処理します; 各要求は次の要求を開始する前に完結していなければなりません。同期的な処理は、サーバで大量の計算を必要とする、あるいはクライアントが処理するには時間がかかりすぎるような大量のデータを返す、といった理由によってリクエストに長い時間がかかる状況には向いていません。こうした状況の解決方法は別のプロセスを生成するか、個々の要求を扱うスレッドを生成することです; *ForkingMixIn* および *ThreadingMixIn* 配合クラス (mix-in classes) を使えば、非同期的な動作をサポートできます。

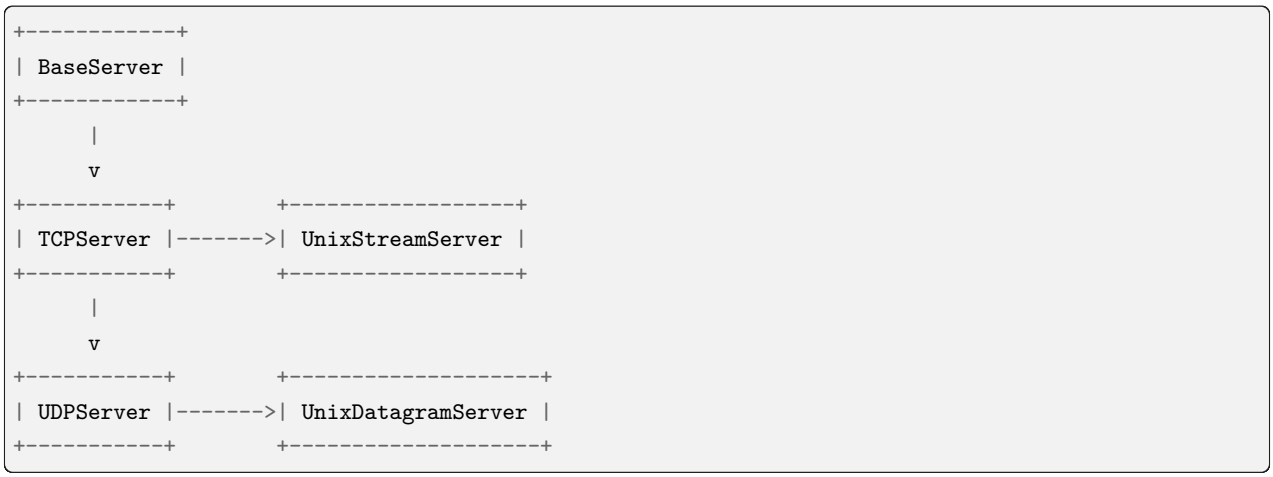
サーバの作成にはいくつかのステップが必要です。最初に、*BaseRequestHandler* クラスをサブクラス化して要求処理クラス (request hander class) を生成し、その *handle()* メソッドをオーバーライドしなければなりません; このメソッドは入力される要求を処理します。次に、サーバクラスのうち一つを、サーバのアドレスと要求処理クラスを渡してインスタンス化しなければなりません。サーバを `with` 文中で使うことが推奨されます。そして、*handle_request()* または *serve_forever()* メソッドを呼び出して、一つのまたは多数の要求を処理します。最後に、(`with` 文を使っていなかったなら) *server_close()* を呼び出してソケットを閉じます。

ThreadingMixIn から継承してスレッドを利用した接続を行う場合、突発的な通信切断時の処理を明示的に指定する必要があります。*ThreadingMixIn* クラスには *daemon_threads* 属性があり、サーバがスレッドの終了を待ち合わせるかどうかを指定する事ができます。スレッドが独自の処理を行う場合は、このフラグを明示的に指定します。デフォルトは *False* で、Python は *ThreadingMixIn* クラスが起動した全てのスレッドが終了するまで実行し続けます。

サーバクラス群は使用するネットワークプロトコルに関わらず、同じ外部メソッドおよび属性を持ちます。

21.16.1 サーバ生成に関するノート

継承図にある五つのクラスのうち四つは四種類の同期サーバを表わしています:



UnixDatagramServer は *UDPServer* から派生していて、*UnixStreamServer* からではないことに注意してください --- IP と Unix サーバの唯一の違いはアドレスファミリーです。

class socketserver.**ForkingMixIn**

class socketserver.ThreadingMixIn

それぞれのタイプのサーバのフォークしたりスレッド実行したりするバージョンはそれらのミクシン (mix-in) クラスを使って作ることができます。たとえば、*ThreadingUDPServer* は以下のようにして作られます:

```
class ThreadingUDPServer(ThreadingMixIn, UDPServer):
    pass
```

ミクシンクラスは *UDPServer* で定義されるメソッドをオーバライドするために、最初に来ます。様々な属性を設定することで元になるサーバ機構の振る舞いを変えられます。

ForkingMixIn and the Forking classes mentioned below are only available on POSIX platforms that support *fork()*.

block_on_close

ForkingMixIn.server_close waits until all child processes complete, except if *block_on_close* attribute is `False`.

ThreadingMixIn.server_close waits until all non-daemon threads complete, except if *block_on_close* attribute is `False`.

daemon_threads

For *ThreadingMixIn* use daemonic threads by setting *ThreadingMixIn.daemon_threads* to `True` to not wait until threads complete.

バージョン 3.7 で変更: *ForkingMixIn.server_close* and *ThreadingMixIn.server_close* now waits until all child processes and non-daemonic threads complete. Add a new *ForkingMixIn.block_on_close* class attribute to opt-in for the pre-3.7 behaviour.

class socketserver.ForkingTCPServer

class socketserver.ForkingUDPServer

class socketserver.ThreadingTCPServer

class socketserver.ThreadingUDPServer

class socketserver.ForkingUnixStreamServer

class socketserver.ForkingUnixDatagramServer

class socketserver.ThreadingUnixStreamServer

class socketserver.ThreadingUnixDatagramServer

These classes are pre-defined using the mix-in classes.

Added in version 3.12: The `ForkingUnixStreamServer` and `ForkingUnixDatagramServer` classes were added.

サービスの実装には、*BaseRequestHandler* からクラスを派生させてその *handle()* メソッドを再定義しなければなりません。このようにすれば、サーバクラスと要求処理クラスを結合して様々なバージョンのサービスを実行することができます。要求処理クラスはデータグラムサービスかストリームサービスかで異なることでしょう。この違いは処理サブクラス *StreamRequestHandler* または *DatagramRequestHandler* を使うという形で隠蔽できます。

もちろん、まだ頭を使わなければなりません! たとえば、サービスがリクエストによっては書き換えられるようなメモリ上の状態を使うならば、フォークするサーバを使うのは馬鹿げています。というのも子プロセスでの書き換えは親プロセスで保存されている初期状態にも親プロセスから分配される各子プロセスの状態にも届かないからです。この場合、スレッド実行するサーバを使うことはできますが、共有データの一貫性を保つためにロックを使わなければならなくなるでしょう。

一方、全てのデータが外部に (たとえばファイルシステムに) 保存される HTTP サーバを作っているのだとすると、同期クラスではどうしても一つの要求が処理されている間サービスが「耳の聞こえない」状態を呈することになります --- この状態はもしクライアントが要求した全てのデータをゆっくり受け取るととても長い時間続きかねません。こういう場合にはサーバをスレッド実行したりフォークすることが適切です。

ある場合には、要求の一部を同期的に処理する一方で、要求データに依って子プロセスをフォークして処理を終了させる、といった方法も適当かもしれません。こうした処理方法は同期サーバを使って要求処理クラスの *handle()* メソッドの中で自分でフォークするようにして実装することができます。

Another approach to handling multiple simultaneous requests in an environment that supports neither threads nor *fork()* (or where these are too expensive or inappropriate for the service) is to maintain an explicit table of partially finished requests and to use *selectors* to decide which request to work on next (or whether to handle a new incoming request). This is particularly important for stream services where each client can potentially be connected for a long time (if threads or subprocesses cannot be used).

21.16.2 Server オブジェクト

class socketserver.BaseServer(*server_address*, *RequestHandlerClass*)

This is the superclass of all Server objects in the module. It defines the interface, given below, but does not implement most of the methods, which is done in subclasses. The two parameters are stored in the respective *server_address* and *RequestHandlerClass* attributes.

fileno()

サーバが要求待ちを行っているソケットのファイル記述子を整数で返します。この関数は一般的に、同じプロセス中の複数のサーバを監視できるようにするために、*selectors* に渡されます。

handle_request()

単一の要求を処理します。この関数は以下のメソッド: *get_request()* 、*verify_request()* 、および *process_request()* を順番に呼び出します。ハンドラ中でユーザによって提供された *handle()* が例外を送出した場合、サーバの *handle_error()* メソッドが呼び出されます。*timeout* 秒以内にリ

クエストが来なかった場合、*handle_timeout()* が呼ばれて、*handle_request()* が終了します。

serve_forever(*poll_interval=0.5*)

Handle requests until an explicit *shutdown()* request. Poll for shutdown every *poll_interval* seconds. Ignores the *timeout* attribute. It also calls *service_actions()*, which may be used by a subclass or mixin to provide actions specific to a given service. For example, the *ForkingMixIn* class uses *service_actions()* to clean up zombie child processes.

バージョン 3.3 で変更: Added `service_actions` call to the `serve_forever` method.

service_actions()

This is called in the *serve_forever()* loop. This method can be overridden by subclasses or mixin classes to perform actions specific to a given service, such as cleanup actions.

Added in version 3.3.

shutdown()

Tell the *serve_forever()* loop to stop and wait until it does. *shutdown()* must be called while *serve_forever()* is running in a different thread otherwise it will deadlock.

server_close()

サーバをクリーンアップします。上書き出来ます。

address_family

サーバのソケットが属しているプロトコルファミリです。一般的な値は *socket.AF_INET* および *socket.AF_UNIX* です。

RequestHandlerClass

ユーザが提供する要求処理クラスです; 要求ごとにこのクラスのインスタンスが生成されます。

server_address

サーバが要求待ちを行うアドレスです。アドレスの形式はプロトコルファミリによって異なります。詳細は *socket* モジュールを参照してください。インターネットプロトコルでは、この値は例えば `('127.0.0.1', 80)` のようにアドレスを与える文字列と整数のポート番号を含むタプルです。

socket

サーバが入力の要求待ちを行うためのソケットオブジェクトです。

サーバクラスは以下のクラス変数をサポートします:

allow_reuse_address

サーバがアドレスの再使用を許すかどうかを示す値です。この値は標準で *False* で、サブクラスで再使用ポリシを変更するために設定することができます。

request_queue_size

要求待ち行列 (queue) のサイズです。単一の要求を処理するのに長時間かかる場合には、サーバが処理中に届いた要求は最大 *request_queue_size* 個まで待ち行列に置かれます。待ち行列が一杯になると、それ以降のクライアントからの要求は ” 接続拒否 (Connection denied)” エラーになります。標準の値は通常 5 ですが、この値はサブクラスで上書きすることができます。

socket_type

サーバが使うソケットの型です; 一般的な 2 つの値は、*socket.SOCK_STREAM* と *socket.SOCK_DGRAM* です。

timeout

タイムアウト時間 (秒)、もしくは、タイムアウトを望まない場合に *None* 。*handle_request()* がこの時間内にリクエストを受信しない場合、*handle_timeout()* メソッドが呼ばれます。

TCPServer のような基底クラスのサブクラスで上書きできるサーバメソッドは多数あります; これらのメソッドはサーバオブジェクトの外部のユーザにとっては役にたたないものです。

finish_request(*request*, *client_address*)

RequestHandlerClass をインスタンス化し、*handle()* メソッドを呼び出して、実際に要求を処理します。

get_request()

ソケットから要求を受理して、クライアントとの通信に使われる **新しい** ソケットオブジェクト、およびクライアントのアドレスからなる、2 要素のタプルを返します。

handle_error(*request*, *client_address*)

この関数は *RequestHandlerClass* インスタンスの *handle()* メソッドが例外を送出した際に呼び出されます。標準の動作では標準エラー出力へトレースバックを出力し、後続する要求を継続して処理します。

バージョン 3.6 で変更: Now only called for exceptions derived from the *Exception* class.

handle_timeout()

この関数は *timeout* 属性が *None* 以外に設定されて、リクエストがないままタイムアウト秒数が過ぎたときに呼ばれます。fork 型サーバーでのデフォルトの動作は、終了した子プロセスの情報を集めるようになっています。スレッド型サーバーではこのメソッドは何もしません。

process_request(*request*, *client_address*)

finish_request() を呼び出して、*RequestHandlerClass* のインスタンスを生成します。必要なら、この関数から新たなプロセスかスレッドを生成して要求を処理することができます; その処理は *ForkingMixIn* または *ThreadingMixIn* クラスが行います。

server_activate()

Called by the server's constructor to activate the server. The default behavior for a TCP server just invokes *listen()* on the server's socket. May be overridden.

server_bind()

サーバのコンストラクタによって呼び出され、適切なアドレスにソケットをバインドします。このメソッドは上書きできます。

verify_request(*request*, *client_address*)

ブール値を返さなければなりません; 値が *True* の場合には要求が処理され、*False* の場合には要求は拒否されます。サーバへのアクセス制御を実装するためにこの関数を上書きすることができます。標準の実装では常に *True* を返します。

バージョン 3.6 で変更: *context manager* プロトコルのサポートが追加されました。コンテキストマネージャを終了することは、*server_close()* を呼ぶことと同一です。

21.16.3 Request Handler Objects

class socketserver.**BaseRequestHandler**

This is the superclass of all request handler objects. It defines the interface, given below. A concrete request handler subclass must define a new *handle()* method, and can override any of the other methods. A new instance of the subclass is created for each request.

setup()

handle() メソッドより前に呼び出され、何らかの必要な初期化処理を行います。標準の実装では何も行いません。

handle()

This function must do all the work required to service a request. The default implementation does nothing. Several instance attributes are available to it; the request is available as *request*; the client address as *client_address*; and the server instance as *server*, in case it needs access to per-server information.

The type of *request* is different for datagram or stream services. For stream services, *request* is a socket object; for datagram services, *request* is a pair of string and socket.

finish()

handle() メソッドより後に呼び出され、何らかの必要なクリーンアップ処理を行います。標準の実装では何も行いません。*setup()* メソッドが例外を送出した場合、このメソッドは呼び出されません。

request

The *new* *socket.socket* object to be used to communicate with the client.

client_address

Client address returned by *BaseServer.get_request()*.

server

BaseServer object used for handling the request.

class socketserver.StreamRequestHandler

class socketserver.DatagramRequestHandler

These *BaseRequestHandler* subclasses override the *setup()* and *finish()* methods, and provide *rfile* and *wfile* attributes.

rfile

A file object from which receives the request is read. Support the *io.BufferedIOBase* readable interface.

wfile

A file object to which the reply is written. Support the *io.BufferedIOBase* writable interface

バージョン 3.6 で変更: *wfile* also supports the *io.BufferedIOBase* writable interface.

21.16.4 使用例

socketserver.TCPServer の例

サーバサイドの例です:

```
import socketserver

class MyTCPHandler(socketserver.BaseRequestHandler):
    """
    The request handler class for our server.

    It is instantiated once per connection to the server, and must
    override the handle() method to implement communication to the
    client.
    """

    def handle(self):
        # self.request is the TCP socket connected to the client
        self.data = self.request.recv(1024).strip()
        print("Received from {}:".format(self.client_address[0]))
        print(self.data)
        # just send back the same data, but upper-cased
        self.request.sendall(self.data.upper())
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
if __name__ == "__main__":
    HOST, PORT = "localhost", 9999

    # Create the server, binding to localhost on port 9999
    with socketserver.TCPServer((HOST, PORT), MyTCPHandler) as server:
        # Activate the server; this will keep running until you
        # interrupt the program with Ctrl-C
        server.serve_forever()
```

別の、ストリーム (標準のファイル型のインターフェースを利用して通信をシンプルにしたファイルライクオブジェクト) を使うリクエストハンドラクラスの例です:

```
class MyTCPHandler(socketserver.StreamRequestHandler):

    def handle(self):
        # self.rfile is a file-like object created by the handler;
        # we can now use e.g. readline() instead of raw recv() calls
        self.data = self.rfile.readline().strip()
        print("{} wrote:".format(self.client_address[0]))
        print(self.data)
        # Likewise, self.wfile is a file-like object used to write back
        # to the client
        self.wfile.write(self.data.upper())
```

The difference is that the `readline()` call in the second handler will call `recv()` multiple times until it encounters a newline character, while the single `recv()` call in the first handler will just return what has been received so far from the client's `sendall()` call (typically all of it, but this is not guaranteed by the TCP protocol).

クライアントサイドの例:

```
import socket
import sys

HOST, PORT = "localhost", 9999
data = " ".join(sys.argv[1:])

# Create a socket (SOCK_STREAM means a TCP socket)
with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as sock:
    # Connect to server and send data
    sock.connect((HOST, PORT))
    sock.sendall(bytes(data + "\n", "utf-8"))

    # Receive data from the server and shut down
    received = str(sock.recv(1024), "utf-8")
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
print("Sent:     {}".format(data))
print("Received: {}".format(received))
```

この例の出力は次のようになります:

サーバー:

```
$ python TCPServer.py
127.0.0.1 wrote:
b'hello world with TCP'
127.0.0.1 wrote:
b'python is nice'
```

クライアント:

```
$ python TCPClient.py hello world with TCP
Sent:     hello world with TCP
Received: HELLO WORLD WITH TCP
$ python TCPClient.py python is nice
Sent:     python is nice
Received: PYTHON IS NICE
```

socketserver.UDPServer の例

サーバサイドの例です:

```
import socketserver

class MyUDPHandler(socketserver.BaseRequestHandler):
    """
    This class works similar to the TCP handler class, except that
    self.request consists of a pair of data and client socket, and since
    there is no connection the client address must be given explicitly
    when sending data back via sendto().
    """

    def handle(self):
        data = self.request[0].strip()
        socket = self.request[1]
        print("{} wrote:".format(self.client_address[0]))
        print(data)
        socket.sendto(data.upper(), self.client_address)

if __name__ == "__main__":
    HOST, PORT = "localhost", 9999
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    with socketserver.UDPServer((HOST, PORT), MyUDPHandler) as server:
        server.serve_forever()
```

クライアントサイドの例:

```
import socket
import sys

HOST, PORT = "localhost", 9999
data = " ".join(sys.argv[1:])

# SOCK_DGRAM is the socket type to use for UDP sockets
sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)

# As you can see, there is no connect() call; UDP has no connections.
# Instead, data is directly sent to the recipient via sendto().
sock.sendto(bytes(data + "\n", "utf-8"), (HOST, PORT))
received = str(sock.recv(1024), "utf-8")

print("Sent:     {}".format(data))
print("Received: {}".format(received))
```

この例の出力は、TCP サーバーの例と全く同じようになります。

非同期処理の Mix-in

複数の接続を非同期に処理するハンドラを作るには、*ThreadingMixIn* か *ForkingMixIn* クラスを利用します。

ThreadingMixIn クラスの利用例:

```
import socket
import threading
import socketserver

class ThreadedTCPRequestHandler(socketserver.BaseRequestHandler):

    def handle(self):
        data = str(self.request.recv(1024), 'ascii')
        cur_thread = threading.current_thread()
        response = bytes("{}: {}".format(cur_thread.name, data), 'ascii')
        self.request.sendall(response)

class ThreadedTCPServer(socketserver.ThreadingMixIn, socketserver.TCPServer):
    pass

def client(ip, port, message):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    with socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM) as sock:
        sock.connect((ip, port))
        sock.sendall(bytes(message, 'ascii'))
        response = str(sock.recv(1024), 'ascii')
        print("Received: {}".format(response))

if __name__ == "__main__":
    # Port 0 means to select an arbitrary unused port
    HOST, PORT = "localhost", 0

    server = ThreadedTCPServer((HOST, PORT), ThreadedTCPRequestHandler)
    with server:
        ip, port = server.server_address

        # Start a thread with the server -- that thread will then start one
        # more thread for each request
        server_thread = threading.Thread(target=server.serve_forever)
        # Exit the server thread when the main thread terminates
        server_thread.daemon = True
        server_thread.start()
        print("Server loop running in thread:", server_thread.name)

        client(ip, port, "Hello World 1")
        client(ip, port, "Hello World 2")
        client(ip, port, "Hello World 3")

        server.shutdown()
```

この例の出力は次のようになります:

```
$ python ThreadedTCPServer.py
Server loop running in thread: Thread-1
Received: Thread-2: Hello World 1
Received: Thread-3: Hello World 2
Received: Thread-4: Hello World 3
```

ForkingMixIn クラスは同じように利用することができます。この場合、サーバーはリクエスト毎に新しいプロセスを作成します。*fork()* をサポートする POSIX プラットフォームでのみ利用可能です。

21.17 http.server --- HTTP サーバー

ソースコード: Lib/http/server.py

このモジュールは HTTP サーバを実装するためのクラスを提供しています。

> **警告:** *http.server* は、本番環境では推奨されません。これは、**基本的なセキュリティチェック** のみを実装します。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

クラス *HTTPServer* は *socketserver.TCPServer* のサブクラスです。*HTTPServer* は HTTP ソケットを生成してリクエスト待ち (listen) を行い、リクエストをハンドラに渡します。サーバを作成して動作させるためのコードは以下のようになります:

```
def run(server_class=HTTPServer, handler_class=BaseHTTPRequestHandler):
    server_address = ('', 8000)
    httpd = server_class(server_address, handler_class)
    httpd.serve_forever()
```

class http.server.**HTTPServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*)

このクラスは *TCPServer* クラスの上に構築されており、サーバのアドレスをインスタンス変数 `server_name` および `server_port` に記憶します。サーバはハンドラからアクセス可能で、通常ハンドラの `server` インスタンス変数からアクセスします。

class http.server.**ThreadingHTTPServer**(*server_address*, *RequestHandlerClass*)

This class is identical to HTTPServer but uses threads to handle requests by using the *ThreadingMixIn*. This is useful to handle web browsers pre-opening sockets, on which *HTTPServer* would wait indefinitely.

Added in version 3.7.

HTTPServer と *ThreadingHTTPServer* は *RequestHandlerClass* の初期化のときに与えられなければならず、このモジュールはこのクラスの 3 つの変種を提供しています:

class http.server.**BaseHTTPRequestHandler**(*request*, *client_address*, *server*)

このクラスはサーバに到着したリクエストを処理します。このメソッド自体では、実際のリクエストに応答することはできません; (GET や POST のような) 各リクエストメソッドを処理するためにはサブクラス

化しなければなりません。*BaseHTTPRequestHandler* では、サブクラスで使うためのクラスやインスタンス変数、メソッド群を数多く提供しています。

The handler will parse the request and the headers, then call a method specific to the request type. The method name is constructed from the request. For example, for the request method `SPAM`, the `do_SPAM()` method will be called with no arguments. All of the relevant information is stored in instance variables of the handler. Subclasses should not need to override or extend the `__init__()` method.

BaseHTTPRequestHandler は以下のインスタンス変数を持っています:

client_address

HTTP クライアントのアドレスを参照している、`(host, port)` の形式をとるタプルが入っています。

server

server インスタンスが入っています。

close_connection

handle_one_request() が返る前に設定すべき真偽値で、別のリクエストが期待されているかどうか、もしくはコネクションを切断すべきかどうかを指し示しています。

requestline

HTTP リクエスト行の文字列表現を保持しています。末尾の CRLF は除去されています。この属性は *handle_one_request()* によって設定されるべきです。妥当なリクエスト行が 1 行も処理されなかった場合は、空文字列に設定されるべきです。

command

HTTP 命令 (リクエスト形式) が入っています。例えば `'GET'` です。

path

Contains the request path. If query component of the URL is present, then `path` includes the query. Using the terminology of **RFC 3986**, `path` here includes `hier-part` and the `query`.

request_version

リクエストのバージョン文字列が入っています。例えば `'HTTP/1.0'` です。

headers

MessageClass クラス変数で指定されたクラスのインスタンスを保持しています。このインスタンスは HTTP リクエストのヘッダを解釈し、管理しています。*http.client* の *parse_headers()* 関数がヘッダを解釈するために使われ、HTTP リクエストが妥当な **RFC 2822** スタイルのヘッダを提供することを要求します。

rfile

An *io.BufferedIOBase* input stream, ready to read from the start of the optional input data.

wfile

Contains the output stream for writing a response back to the client. Proper adherence to the HTTP protocol must be used when writing to this stream in order to achieve successful interoperation with HTTP clients.

バージョン 3.6 で変更: This is an *io.BufferedIOBase* stream.

BaseHTTPRequestHandler は以下の属性を持っています:

server_version

サーバのソフトウェアバージョンを指定します。この値は上書きする必要が生じるかもしれません。書式は複数の文字列を空白で分割したもので、各文字列はソフトウェア名 [/バージョン] の形式をとります。例えば、`'BaseHTTP/0.2'` です。

sys_version

Python 処理系のバージョンが, *version_string* メソッドや *server_version* クラス変数で利用可能な形式で入っています。例えば `'Python/1.4'` です。

error_message_format

Specifies a format string that should be used by *send_error()* method for building an error response to the client. The string is filled by default with variables from *responses* based on the status code that passed to *send_error()*.

error_content_type

エラーレスポンスをクライアントに送信する時に使う Content-Type HTTP ヘッダを指定します。デフォルトでは `'text/html'` です。

protocol_version

Specifies the HTTP version to which the server is conformant. It is sent in responses to let the client know the server's communication capabilities for future requests. If set to `'HTTP/1.1'`, the server will permit HTTP persistent connections; however, your server *must* then include an accurate `Content-Length` header (using *send_header()*) in all of its responses to clients. For backwards compatibility, the setting defaults to `'HTTP/1.0'`.

MessageClass

HTTP ヘッダを解釈するための *email.message.Message* 類似のクラスを指定します。通常この値が上書きされることはなく、デフォルトの *http.client.HTTPMessage* になっています。

responses

This attribute contains a mapping of error code integers to two-element tuples containing a short and long message. For example, `{code: (shortmessage, longmessage)}`. The *shortmessage* is usually used as the *message* key in an error response, and *longmessage* as the *explain* key. It is used by *send_response_only()* and *send_error()* methods.

BaseHTTPRequestHandler インスタンスは以下のメソッドを持っています:

handle()

Calls *handle_one_request()* once (or, if persistent connections are enabled, multiple times) to handle incoming HTTP requests. You should never need to override it; instead, implement appropriate `do_*()` methods.

handle_one_request()

This method will parse and dispatch the request to the appropriate `do_*()` method. You should never need to override it.

handle_expect_100()

HTTP/1.1 準拠のサーバが `Expect: 100-continue` リクエストヘッダを受け取ったとき、`100 Continue` を返し、その後に `200 OK` がきます。このメソッドは、サーバがクライアントに継続を要求しない場合、エラーを送出するようにオーバーライドできます。例えば、サーバはレスポンスヘッダとして `417 Expectation Failed` を送る選択をし、`return False` とできます。

Added in version 3.2.

send_error(*code*, *message=None*, *explain=None*)

Sends and logs a complete error reply to the client. The numeric *code* specifies the HTTP error code, with *message* as an optional, short, human readable description of the error. The *explain* argument can be used to provide more detailed information about the error; it will be formatted using the *error_message_format* attribute and emitted, after a complete set of headers, as the response body. The *responses* attribute holds the default values for *message* and *explain* that will be used if no value is provided; for unknown codes the default value for both is the string `???`. The body will be empty if the method is HEAD or the response code is one of the following: `1`*xx*, `204 No Content`, `205 Reset Content`, `304 Not Modified`.

バージョン 3.4 で変更: The error response includes a Content-Length header. Added the *explain* argument.

send_response(*code*, *message=None*)

Adds a response header to the headers buffer and logs the accepted request. The HTTP response line is written to the internal buffer, followed by *Server* and *Date* headers. The values for these two headers are picked up from the *version_string()* and *date_time_string()* methods, respectively. If the server does not intend to send any other headers using the *send_header()* method, then *send_response()* should be followed by an *end_headers()* call.

バージョン 3.3 で変更: Headers are stored to an internal buffer and *end_headers()* needs to be called explicitly.

send_header(*keyword*, *value*)

Adds the HTTP header to an internal buffer which will be written to the output stream when either

end_headers() or *flush_headers()* is invoked. *keyword* should specify the header keyword, with *value* specifying its value. Note that, after the send_header calls are done, *end_headers()* MUST BE called in order to complete the operation.

バージョン 3.2 で変更: ヘッダは内部バッファに保存されます。

send_response_only(*code*, *message=None*)

Sends the response header only, used for the purposes when `100 Continue` response is sent by the server to the client. The headers not buffered and sent directly the output stream.If the *message* is not specified, the HTTP message corresponding the response *code* is sent.

Added in version 3.2.

end_headers()

Adds a blank line (indicating the end of the HTTP headers in the response) to the headers buffer and calls *flush_headers()*.

バージョン 3.2 で変更: バッファされたヘッダは出力ストリームに書き出されます。

flush_headers()

最終的にヘッダを出力ストリームに送り、内部ヘッダバッファをフラッシュします。

Added in version 3.3.

log_request(*code='-'*, *size='-'*)

受理された (成功した) リクエストをログに記録します。*code* にはこの応答に関連付けられた HTTP コード番号を指定します。応答メッセージの大きさを知ることができる場合、*size* パラメタに渡すとよいでしょう。

log_error(*...*)

リクエストを遂行できなかった際に、エラーをログに記録します。標準では、メッセージを *log_message()* に渡します。従って同じ引数 (*format* と追加の値) を取ります。

log_message(*format*, *...*)

任意のメッセージを `sys.stderr` にログ記録します。このメソッドは通常、カスタムのエラーログ記録機構を作成するために上書きされます。*format* 引数は標準の printf 形式の書式文字列で、*log_message()* に渡された追加の引数は書式化の入力として適用されます。ログ記録される全てのメッセージには、クライアントの IP アドレスおよび現在の日付、時刻が先頭に付けられます。

version_string()

サーバーのソフトウェアのバージョンを示す文字列を返します。その文字列は、*server_version* と *sys_version* の属性が含まれます。

date_time_string(*timestamp=None*)

メッセージヘッダ向けに書式化された、*timestamp* (`None` または *time.time()* のフォーマットであ

る必要があります) で与えられた日時を返します。もし *timestamp* が省略された場合には、現在の日時が使われます。

出力は `'Sun, 06 Nov 1994 08:49:37 GMT'` のようになります。

log_date_time_string()

ログ記録向けに書式化された、現在の日付および時刻を返します。

address_string()

クライアントのアドレスを返します。

バージョン 3.3 で変更: Previously, a name lookup was performed. To avoid name resolution delays, it now always returns the IP address.

class http.server.SimpleHTTPRequestHandler(*request*, *client_address*, *server*, *directory=None*)

This class serves files from the directory *directory* and below, or the current directory if *directory* is not provided, directly mapping the directory structure to HTTP requests.

バージョン 3.7 で変更: Added the *directory* parameter.

バージョン 3.9 で変更: The *directory* parameter accepts a *path-like object*.

リクエストの解釈のような、多くの作業は基底クラス *BaseHTTPRequestHandler* で行われます。このクラスは関数 *do_GET()* および *do_HEAD()* を実装しています。

SimpleHTTPRequestHandler では以下のメンバ変数を定義しています:

server_version

この値は `"SimpleHTTP/" + __version__` になります。`__version__` はこのモジュールで定義されている値です。

extensions_map

A dictionary mapping suffixes into MIME types, contains custom overrides for the default system mappings. The mapping is used case-insensitively, and so should contain only lower-cased keys.

バージョン 3.9 で変更: This dictionary is no longer filled with the default system mappings, but only contains overrides.

SimpleHTTPRequestHandler では以下のメソッドを定義しています:

do_HEAD()

このメソッドは `'HEAD'` 型のリクエスト処理を実行します: すなわち、`GET` リクエストの時に送信されるものと同じヘッダを送信します。送信される可能性のあるヘッダについての完全な説明は *do_GET()* メソッドを参照してください。

do_GET()

リクエストを現在の作業ディレクトリからの相対的なパスとして解釈することで、リクエストをローカルシステム上のファイルと対応付けます。

リクエストがディレクトリに対応付けられた場合、index.html または index.htm を (この順序で) チェックします。もしファイルを発見できればその内容を、そうでなければディレクトリ一覧を list_directory() メソッドで生成して、返します。このメソッドは *os.listdir()* をディレクトリのスキャンに用いており、*listdir()* が失敗した場合には 404 応答が返されます。

If the request was mapped to a file, it is opened. Any *OSError* exception in opening the requested file is mapped to a 404, 'File not found' error. If there was a 'If-Modified-Since' header in the request, and the file was not modified after this time, a 304, 'Not Modified' response is sent. Otherwise, the content type is guessed by calling the guess_type() method, which in turn uses the *extensions_map* variable, and the file contents are returned.

出力は 'Content-type:' と推測されたコンテントタイプで、その後にファイルサイズを示す 'Content-Length;' ヘッダと、ファイルの更新日時を示す 'Last-Modified:' ヘッダが続きます。

そしてヘッダの終了を示す空白行が続き、さらにその後にファイルの内容が続きます。このファイルはコンテントタイプが text/ で始まっている場合はテキストモードで、そうでなければバイナリモードで開かれます。

For example usage, see the implementation of the test function in Lib/http/server.py.

バージョン 3.7 で変更: Support of the 'If-Modified-Since' header.

The *SimpleHTTPRequestHandler* class can be used in the following manner in order to create a very basic webserver serving files relative to the current directory:

```
import http.server
import socketserver

PORT = 8000

Handler = http.server.SimpleHTTPRequestHandler

with socketserver.TCPServer(("", PORT), Handler) as httpd:
    print("serving at port", PORT)
    httpd.serve_forever()
```

SimpleHTTPRequestHandler can also be subclassed to enhance behavior, such as using different index file names by overriding the class attribute index_pages.

http.server はインタプリタの -m スイッチを使って直接実行することもできます。上の例と同じように、これはカレントディレクトリ以下のファイルへのアクセスを提供します:

```
python -m http.server
```

The server listens to port 8000 by default. The default can be overridden by passing the desired port number as an argument:

```
python -m http.server 9000
```

By default, the server binds itself to all interfaces. The option `-b/--bind` specifies a specific address to which it should bind. Both IPv4 and IPv6 addresses are supported. For example, the following command causes the server to bind to localhost only:

```
python -m http.server --bind 127.0.0.1
```

バージョン 3.4 で変更: Added the `--bind` option.

バージョン 3.8 で変更: Support IPv6 in the `--bind` option.

By default, the server uses the current directory. The option `-d/--directory` specifies a directory to which it should serve the files. For example, the following command uses a specific directory:

```
python -m http.server --directory /tmp/
```

バージョン 3.7 で変更: Added the `--directory` option.

By default, the server is conformant to HTTP/1.0. The option `-p/--protocol` specifies the HTTP version to which the server is conformant. For example, the following command runs an HTTP/1.1 conformant server:

```
python -m http.server --protocol HTTP/1.1
```

バージョン 3.11 で変更: Added the `--protocol` option.

class http.server.**CGIHTTPRequestHandler**(*request*, *client_address*, *server*)

このクラスは、現在のディレクトリかその下のディレクトリにおいて、ファイルか CGI スクリプト出力を提供するために使われます。HTTP 階層構造からローカルなディレクトリ構造への対応付けは *SimpleHTTPRequestHandler* と全く同じなので注意してください。

注釈: *CGIHTTPRequestHandler* クラスで実行される CGI スクリプトは HTTP コード 200 (スクリプトの出力が後に続く) を実行に先立って出力される (これがステータスコードになります) ため、リダイレクト (コード 302) を行なうことができません。

このクラスでは、ファイルが CGI スクリプトであると推測された場合、これをファイルとして提供する代わりにスクリプトを実行します。--- 他の一般的なサーバ設定は特殊な拡張子を使って CGI スクリプトで

あることを示すのに対し、ディレクトリベースの CGI だけが使われます。

`do_GET()` および `do_HEAD()` 関数は、HTTP 要求が `cgi_directories` パス以下のどこかを指している場合、ファイルを提供するのではなく、CGI スクリプトを実行してその出力を提供するように変更されています。

CGIHTTPRequestHandler では以下のデータメンバを定義しています:

cgi_directories

この値は標準で `['/cgi-bin', '/htbin']` であり、CGI スクリプトを含んでいることを示すディレクトリを記述します。

CGIHTTPRequestHandler は以下のメソッドを定義しています:

do_POST()

このメソッドは、CGI スクリプトでのみ許されている `'POST'` 型の HTTP 要求に対するサービスを行います。CGI でない url に対して POST を試みた場合、出力は Error 501, "Can only POST to CGI scripts" になります。

セキュリティ上の理由から、CGI スクリプトはユーザ nobody の UID で動作するので注意してください。CGI スクリプトが原因で発生した問題は、Error 403 に変換されます。

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: *CGIHTTPRequestHandler* is being removed in 3.15. CGI has not been considered a good way to do things for well over a decade. This code has been unmaintained for a while now and sees very little practical use. Retaining it could lead to further *security considerations*.

CGIHTTPRequestHandler can be enabled in the command line by passing the `--cgi` option:

```
python -m http.server --cgi
```

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: *http.server* command line `--cgi` support is being removed because *CGIHTTPRequestHandler* is being removed.

警告: *CGIHTTPRequestHandler* and the `--cgi` command line option are not intended for use by untrusted clients and may be vulnerable to exploitation. Always use within a secure environment.

21.17.1 セキュリティで考慮すべき点

SimpleHTTPRequestHandler will follow symbolic links when handling requests, this makes it possible for files outside of the specified directory to be served.

Earlier versions of Python did not scrub control characters from the log messages emitted to stderr from `python -m http.server` or the default *BaseHTTPRequestHandler* `.log_message` implementation. This could allow remote clients connecting to your server to send nefarious control codes to your terminal.

バージョン 3.12 で変更: Control characters are scrubbed in stderr logs.

21.18 `http.cookies` --- HTTP の状態管理

ソースコード: Lib/http/cookies.py

---

http.cookies モジュールは HTTP の状態管理機能である cookie の概念を抽象化、定義しているクラスです。単純な文字列のみで構成される cookie のほか、シリアル化可能なあらゆるデータ型でクッキーの値を保持するための機能も備えています。

このモジュールは元々 **RFC 2109** と **RFC 2068** に定義されている構文解析の規則を厳密に守っていました。しかし、MSIE 3.0x がこれらの RFC で定義された文字の規則に従っていなかったことが判明し、現在の多くのブラウザーとサーバーも Cookie の処理に関しては緩い解析を行っています。結局、このモジュールは昔よりもやや厳密さを欠く構文解析規則になっています。

文字集合 *string.ascii_letters* 、*string.digits* 、`!#$%&'*+-.^_`|~:` を、このモジュールは cookie 名 (*key*) として有効と認めています。

バージョン 3.3 で変更: ':' が有効な cookie 名の文字として認められました。

注釈: 不正な cookie に遭遇した場合、*CookieError* 例外を送出します。そのため、ブラウザから持ってきた cookie データをパースするときには常に不正なデータに備え *CookieError* 例外を捕捉してください。

---

exception `http.cookies.CookieError`

属性や *Set-Cookie* ヘッダが正しくないなど、**RFC 2109** に合致していないときに発生する例外です。

class `http.cookies.BaseCookie`(*[input]*)

このクラスはキーが文字列、値が *Morsel* インスタンスで構成される辞書風オブジェクトです。値に対するキーを設定するときは、値がキーと値を含む *Morsel* に変換されることに注意してください。

input が与えられたときは、そのまま *load()* メソッドへ渡されます。

class http.cookies.SimpleCookie([*input*])

このクラスは *BaseCookie* を継承し、*value_decode()* と *value_encode()* をオーバーライドします。SimpleCookie は文字列と cookie 値をサポートします。値を設定するとき、SimpleCookie は組み込みの *str()* を呼び出して値を文字列に変換します。HTTP から受け取った値は文字列として保持されます。

参考:

モジュール *http.cookiejar*
Web **クライアント** 向けの HTTP クッキー処理です。*http.cookiejar* と *http.cookies* は互いに独立しています。

RFC 2109 - HTTP State Management Mechanism
このモジュールが実装している HTTP の状態管理に関する規格です。

21.18.1 Cookie オブジェクト

BaseCookie.value_decode(*val*)

文字列表現のタプル (real_value, coded_value) を返します。real_value の型はどのようなものでも許容されます。このメソッドは *BaseCookie* においてデコードを行わず、オーバーライドされるためにだけ存在します。

BaseCookie.value_encode(*val*)

タプル (real_value, coded_value) を返します。*val* の型はどのようなものでも許容されますが、coded_value は常に文字列に変換されます。このメソッドは *BaseCookie* においてエンコードを行わず、オーバーライドされるためにだけ存在します。

通常 *value_encode()* と *value_decode()* はともに *value_decode* の処理内容から逆算した範囲に収まっていなければなりません。

BaseCookie.output(*attrs=None*, *header='Set-Cookie:'*, *sep='\r\n'*)

HTTP ヘッダ形式の文字列表現を返します。*attrs* と *header* はそれぞれ *Morsel* の *output()* メソッドに送られます。*sep* はヘッダの連結に用いられる文字で、デフォルトは '\r\n' (CRLF) となっています。

BaseCookie.js_output(*attrs=None*)

ブラウザが JavaScript をサポートしている場合、HTTP ヘッダを送信した場合と同様に動作する埋め込み可能な JavaScript snippet を返します。

attrs の意味は *output()* と同じです。

BaseCookie.load(*rawdata*)

rawdata が文字列であれば、HTTP_COOKIE として処理し、その値を *Morsel* として追加します。辞書の場合は次と同様の処理をおこないます。

```
for k, v in rawdata.items():
    cookie[k] = v
```

21.18.2 Morsel オブジェクト

class http.cookies.Morsel

RFC 2109 の属性をキーと値で保持する abstract クラスです。

Morsel は辞書風のオブジェクトで、キーは次のような **RFC 2109** 準拠の定数となっています:

expires

path

comment

domain

max-age

secure

version

httponly

samesite

httponly 属性は、cookie が HTTP リクエストでのみ送信されて、JavaScript からのはアクセスできない事を示します。これはいくつかのクロスサイトスクリプティングの脅威を和らげることを意図しています。

samesite 属性は、ブラウザーがクロスサイトリクエストに加えて cookie の送信も禁止することを指定します。これは CSRF 攻撃の軽減に役立ちます。この属性い有効な値は、"Strict" と "Lax" です。

キーの大小文字は区別されません。そのデフォルト値は `''` です。

バージョン 3.5 で変更: `__eq__()` は *key* 及び *value* を考慮するようになりました。

バージョン 3.7 で変更: *key* と *value* 、*coded_value* 属性は読み出し専用です。設定には、*set()* を使用してください。

バージョン 3.8 で変更: *samesite* 属性がサポートされました。

Morsel.value

クッキーの値。

Morsel.coded_value

実際に送信する形式にエンコードされた cookie の値。

Morsel.**key**

cookie の名前。

Morsel.**set**(*key*, *value*, *coded_value*)

属性 *key* 、*value* 、*coded_value* に値をセットします。

Morsel.**isReservedKey**(*K*)

K が *Morsel* のキーであるかどうかを判定します。

Morsel.**output**(*attrs=None*, *header='Set-Cookie:'*)

Mosel を HTTP ヘッダ形式の文字列表現にして返します。*attrs* を指定しない場合、デフォルトですべての属性を含めます。*attrs* を指定する場合、属性をリストで渡さなければなりません。*header* のデフォルトは `"Set-Cookie:"` です。

Morsel.**js_output**(*attrs=None*)

ブラウザが JavaScript をサポートしている場合、HTTP ヘッダを送信した場合と同様に動作する埋め込み可能な JavaScript snippet を返します。

attrs の意味は *output()* と同じです。

Morsel.**OutputString**(*attrs=None*)

Mosel の文字列表現を HTTP や JavaScript で囲まずに出力します。

attrs の意味は *output()* と同じです。

Morsel.**update**(*values*)

Morsel 辞書の値を辞書 *values* の値で更新します。*values* 辞書のキーのいずれかが有効な **RFC 2109** 属性でない場合エラーを送出します。

バージョン 3.5 で変更: 不正なキーではエラーが送出されます。

Morsel.**copy**(*value*)

Morsel オブジェクトの浅いコピーを返します。

バージョン 3.5 で変更: 辞書ではなく Morsel オブジェクトを返します。

Morsel.**setdefault**(*key*, *value=None*)

キーが有効な **RFC 2109** 属性でない場合エラーを送出します。そうでない場合は *dict.setdefault()* と同じように振る舞います。

21.18.3 使用例

次の例は *http.cookies* の使い方を示したものです。

```
>>> from http import cookies
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["fig"] = "newton"
>>> C["sugar"] = "wafer"
>>> print(C) # generate HTTP headers
Set-Cookie: fig=newton
Set-Cookie: sugar=wafer
>>> print(C.output()) # same thing
Set-Cookie: fig=newton
Set-Cookie: sugar=wafer
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["rocky"] = "road"
>>> C["rocky"]["path"] = "/cookie"
>>> print(C.output(header="Cookie:"))
Cookie: rocky=road; Path=/cookie
>>> print(C.output(attrs=[], header="Cookie:"))
Cookie: rocky=road
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C.load("chips=ahoy; vienna=finger") # load from a string (HTTP header)
>>> print(C)
Set-Cookie: chips=ahoy
Set-Cookie: vienna=finger
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C.load('keebler="E=everybody; L=\\"Loves\\"; fudge=\\012;";')
>>> print(C)
Set-Cookie: keebler="E=everybody; L=\"Loves\"; fudge=\012;"
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["oreo"] = "doublestuff"
>>> C["oreo"]["path"] = "/"
>>> print(C)
Set-Cookie: oreo=doublestuff; Path=/
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["twix"] = "none for you"
>>> C["twix"].value
'none for you'
>>> C = cookies.SimpleCookie()
>>> C["number"] = 7 # equivalent to C["number"] = str(7)
>>> C["string"] = "seven"
>>> C["number"].value
'7'
>>> C["string"].value
'seven'
>>> print(C)
Set-Cookie: number=7
Set-Cookie: string=seven
```

21.19 http.cookiejar --- HTTP クライアント用の Cookie 処理

ソースコード: Lib/http/cookiejar.py

---

http.cookiejar モジュールは HTTP クッキーの自動処理をおこなうクラスを定義します。これは小さなデータの断片 -- **クッキー** -- を要求する web サイトにアクセスする際に有用です。クッキーとは web サーバの HTTP レスポンスによってクライアントのマシンに設定され、のちの HTTP リクエストをおこなうさいにサーバに返されるものです。

標準的な Netscape クッキープロトコルおよび **RFC 2965** で定義されているプロトコルの両方を処理できます。RFC 2965 の処理はデフォルトではオフになっています。**RFC 2109** のクッキーは Netscape クッキーとして解析され、のちに有効な 'ポリシー' に従って Netscape または RFC 2965 クッキーとして処理されます。但し、インターネット上の大多数のクッキーは Netscape クッキーです。*http.cookiejar* はデファクトスタンダードの Netscape クッキープロトコル (これは元々 Netscape が策定した仕様とはかなり異なっています) に従うようになっており、RFC 2109 で導入された `max-age` や `port` などのクッキー属性にも注意を払います。

注釈: *Set-Cookie* や *Set-Cookie2* ヘッダに現れる多種多様なパラメータの名前 (`domain` や `expires` など) は便宜上 **属性** と呼ばれますが、ここでは Python の属性と区別するため、かわりに **クッキー属性** と呼ぶことにします。

このモジュールは以下の例外を定義しています:

exception http.cookiejar.**LoadError**

この例外は *FileCookieJar* インスタンスがファイルからクッキーを読み込むのに失敗した場合に発生します。*LoadError* は *OSError* のサブクラスです。

バージョン 3.3 で変更: *LoadError* は以前は *IOError* のサブタイプでしたが、*OSError* のエイリアスになりました。

以下のクラスが提供されています:

class http.cookiejar.**CookieJar**(*policy=None*)

policy は *CookiePolicy* インターフェイスを実装するオブジェクトです。

CookieJar クラスには HTTP クッキーを保管します。これは HTTP リクエストに応じてクッキーを取り出し、それを HTTP レスポンスの中で返します。必要に応じて、*CookieJar* インスタンスは保管されているクッキーを自動的に破棄します。このサブクラスは、クッキーをファイルやデータベースに格納したり取り出したりする操作をおこなう役割を負っています。

class http.cookiejar.**FileCookieJar**(*filename=None*, *delayload=None*, *policy=None*)

policy は *CookiePolicy* インターフェイスを実装するオブジェクトです。これ以外の引数については、該当する属性の説明を参照してください。

FileCookieJar はディスク上のファイルからのクッキーの読み込み、もしくは書き込みをサポートします。実際には、*load()* または *revert()* のどちらかのメソッドが呼ばれるまでクッキーは指定されたファイルからはロード **されません** 。このクラスのサブクラスは *FileCookieJar* **のサブクラスと** *web* **ブラウザとの連携** 節で説明します。

これは直接初期化されるべきではありません。以下のサブクラスを代わりに使用してください。

バージョン 3.8 で変更: *filename* 引数が *path-like object* を受け付けるようになりました。

class http.cookiejar.**CookiePolicy**

このクラスは、あるクッキーをサーバから受け入れるべきか、そしてサーバに返すべきかを決定する役割を負っています。

class http.cookiejar.**DefaultCookiePolicy**(*blocked_domains=None*, *allowed_domains=None*, *netscape=True*, *rfc2965=False*, *rfc2109_as_netscape=None*, *hide_cookie2=False*, *strict_domain=False*, *strict_rfc2965_unverifiable=True*, *strict_ns_unverifiable=False*, *strict_ns_domain=DefaultCookiePolicy.DomainLiberal*, *strict_ns_set_initial_dollar=False*, *strict_ns_set_path=False*, *secure_protocols=('https', 'wss')*)

コンストラクタはキーワード引数しか取りません。*blocked_domains* はドメイン名からなるシーケンスで、ここからは決してクッキーを受けとらないし、このドメインにクッキーを返すこともありません。*allowed_domains* が *None* でない場合、クッキーを受けとり、返すのはこのシーケンスのドメインに限定されます。*secure_protocols* は、安全なクッキーを追加できるプロトコルのシーケンスです。デフォルトでは、*https* と *wss* (secure websocket) が安全なプロトコルとみなされます。これ以外の引数については *CookiePolicy* および *DefaultCookiePolicy* オブジェクトの説明をごらんください。

DefaultCookiePolicy は Netscape および **RFC 2965** クッキーの標準的な許可 / 拒絶のルールを実装しています。デフォルトでは、**RFC 2109** のクッキー (*Set-Cookie* の version クッキー属性が 1 で受けとられるもの) は RFC 2965 のルールで扱われます。しかし、RFC 2965 処理が無効に設定されているか *rfc2109_as_netscape* が `True` の場合、RFC 2109 クッキーは *CookieJar* インスタンスによって *Cookie* のインスタンスの `version` 属性を 0 に設定する事で Netscape クッキーに「ダウングレード」されます。また *DefaultCookiePolicy* にはいくつかの細かいポリシー設定をおこなうパラメータが用意されています。

class http.cookiejar.**Cookie**

このクラスは Netscape クッキー、**RFC 2109** のクッキー、および **RFC 2965** のクッキーを表現します。*http.cookiejar* のユーザが自分で *Cookie* インスタンスを作成することは想定されていません。かわりに、必要に応じて *CookieJar* インスタンスの `make_cookies()` を呼ぶことになっています。

参考:

urllib.request モジュール
: クッキーの自動処理をおこない URL を開くモジュールです。

http.cookies モジュール
: HTTP のクッキークラスで、基本的にはサーバサイドのコードで有用です。*http.cookiejar* および *http.cookies* モジュールは互いに依存してはいません。

https://curl.se/rfc/cookie_spec.html
: 元祖 Netscape のクッキープロトコルの仕様です。今でもこれが主流のプロトコルですが、現在のメジャーなブラウザ (と *http.cookiejar*) が実装している「Netscape クッキープロトコル」は `cookie_spec.html` で述べられているものとおおまかにしか似ていません。

RFC 2109 - HTTP State Management Mechanism
: **RFC 2965** によって過去の遺物になりました。*Set-Cookie* の version=1 で使います。

RFC 2965 - HTTP State Management Mechanism
: Netscape プロトコルのバグを修正したものです。*Set-Cookie* のかわりに *Set-Cookie2* を使いますが、普及してはいません。

http://kristol.org/cookie/errata.html
: **RFC 2965** に対する未完の正誤表です。

RFC 2964 - Use of HTTP State Management

21.19.1 CookieJar および FileCookieJar オブジェクト

CookieJar オブジェクトは保管されている *Cookie* オブジェクトをひとつずつ取り出すための、**イテレータ** プロトコルをサポートしています。

CookieJar は以下のようなメソッドを持っています:

`CookieJar.add_cookie_header`(*request*)
: *request* に正しい *Cookie* ヘッダを追加します。

  ポリシーが許すようであれば (*CookieJar* の *CookiePolicy* インスタンスにある属性のうち、`rfc2965` および `hide_cookie2` がそれぞれ真と偽であるような場合)、必要に応じて *Cookie2* ヘッダも追加されます。

  request オブジェクト (通常は *urllib.request.Request* インスタンス) は、*urllib.request* のドキュメントに記されているように、メソッド `get_full_url()`, `has_header()`, `get_header()`, `header_items()`, `add_unredirected_header()` および属性 `host`, `type`, `unverifiable`, `origin_req_host` をサポートしている必要があります。

  バージョン 3.3 で変更: *request* オブジェクトには `origin_req_host` 属性が必要です。非推奨のメソッド `get_origin_req_host()` への依存は解消されました。

CookieJar.**extract_cookies**(*response*, *request*)

HTTP *response* からクッキーを取り出し、ポリシーによって許可されていればこれを *CookieJar* 内に保管します。

CookieJar は *response* 引数の中から許可されている *Set-Cookie* および *Set-Cookie2* ヘッダを探しだし、適切に (*CookiePolicy.set_ok()* メソッドの承認におうじて) クッキーを保管します。

response オブジェクト (通常は *urllib.request.urlopen()* あるいはそれに類似する呼び出しによって得られます) は `info()` メソッドをサポートしている必要があります。これは *email.message.Message* メソッドのあるオブジェクトを返すものです。

request オブジェクト (通常は *urllib.request.Request* インスタンス) は *urllib.request* のドキュメントに記されているように、メソッド `get_full_url()`, および属性 `host`, `unverifiable`, `origin_req_host` をサポートしている必要があります。この request はそのクッキーの保存が許可されているかを検査するとともに、クッキー属性のデフォルト値を設定するのに使われます。

バージョン 3.3 で変更: *request* オブジェクトには `origin_req_host` 属性が必要です。非推奨のメソッド `get_origin_req_host()` への依存は解消されました。

CookieJar.**set_policy**(*policy*)

使用する *CookiePolicy* インスタンスを指定します。

CookieJar.**make_cookies**(*response*, *request*)

response オブジェクトから得られた *Cookie* オブジェクトからなるシーケンスを返します。

response および *request* 引数で要求されるインスタンスについては、*extract_cookies()* の説明を参照してください。

CookieJar.**set_cookie_if_ok**(*cookie*, *request*)

ポリシーが許すのであれば、与えられた *Cookie* を設定します。

CookieJar.**set_cookie**(*cookie*)

与えられた *Cookie* を、それが設定されるべきかどうかのポリシーのチェックを行わずに設定します。

CookieJar.**clear**(*domain*[, *path*[, *name*]])

いくつかのクッキーを消去します。

引数なしで呼ばれた場合は、すべてのクッキーを消去します。引数がひとつ与えられた場合、その *domain* に属するクッキーのみを消去します。ふたつの引数が与えられた場合、指定された *domain* と URL *path* に属するクッキーのみを消去します。引数が 3 つ与えられた場合、*domain*, *path* および *name* で指定されるクッキーが消去されます。

与えられた条件に一致するクッキーがない場合は *KeyError* を発生させます。

CookieJar.clear_session_cookies()

すべてのセッションクッキーを消去します。

保存されているクッキーのうち、discard 属性が真になっているものすべてを消去します (通常これは max-age または expires のどちらのクッキー属性もないか、あるいは明示的に discard クッキー属性が指定されているものです)。対話的なブラウザの場合、セッションの終了はふつうブラウザのウィンドウを閉じることに相当します。

注意: *ignore_discard* 引数に真を指定しないかぎり、save() メソッドはセッションクッキーは保存しません。

さらに *FileCookieJar* は以下のようなメソッドを実装しています:

FileCookieJar.save(*filename=None*, *ignore_discard=False*, *ignore_expires=False*)

クッキーをファイルに保存します。

この基底クラスは *NotImplementedError* を発生させます。サブクラスはこのメソッドを実装しないままにしておいてもかまいません。

filename はクッキーを保存するファイルの名前です。*filename* が指定されない場合、self.filename が使用されます (このデフォルト値は、それが存在する場合は、コンストラクタに渡されています)。self.filename も *None* の場合は *ValueError* が発生します。

ignore_discard: 破棄されるよう指示されていたクッキーでも保存します。*ignore_expires*: 期限の切れたクッキーでも保存します。

ここで指定されたファイルがもしすでに存在する場合は上書きされるため、以前にあったクッキーはすべて消去されます。保存したクッキーはあとで *load()* または *revert()* メソッドを使って復元することができます。

FileCookieJar.load(*filename=None*, *ignore_discard=False*, *ignore_expires=False*)

ファイルからクッキーを読み込みます。

それまでのクッキーは新しいものに上書きされない限り残ります。

ここでの引数の値は *save()* と同じです。

名前のついたファイルはこのクラスがわかるやり方で指定する必要があります。さもないと *LoadError* が発生します。さらに、例えばファイルが存在しないような時に *OSError* が発生する場合があります。

バージョン 3.3 で変更: 以前は *IOError* が送出されました; それは現在 *OSError* のエイリアスです。

FileCookieJar.revert(*filename=None*, *ignore_discard=False*, *ignore_expires=False*)

すべてのクッキーを破棄し、保存されているファイルから読み込み直します。

revert() は *load()* と同じ例外を発生させる事ができます。失敗した場合、オブジェクトの状態は変更されません。

FileCookieJar インスタンスは以下のような公開の属性をもっています:

FileCookieJar.**filename**

クッキーを保存するデフォルトのファイル名を指定します。この属性には代入することができます。

FileCookieJar.**delayload**

真であれば、クッキーを読み込むさいにディスクから遅延読み込みします。この属性には代入することができません。この情報は単なるヒントであり、(ディスク上のクッキーが変わらない限りは) インスタンスのふるまいには影響を与えず、パフォーマンスのみに影響します。*CookieJar* オブジェクトはこの値を無視することもあります。標準ライブラリに含まれている *FileCookieJar* クラスで遅延読み込みをおこなうものはありません。

21.19.2 FileCookieJar のサブクラスと web ブラウザとの連携

クッキーの読み書きのために、以下の *CookieJar* サブクラスが提供されています。

class http.cookiejar.**MozillaCookieJar**(*filename=None*, *delayload=None*, *policy=None*)

Mozilla の `cookies.txt` ファイル形式 (この形式はまた curl や Lynx と Netscape ブラウザによっても使われています) でディスクにクッキーを読み書きするための *FileCookieJar* です。

注釈: このクラスは **RFC 2965** クッキーに関する情報を失います。また、より新しいか、標準でない `port` などのクッキー属性についての情報も失います。

警告: もしクッキーの損失や欠損が望ましくない場合は、クッキーを保存する前にバックアップを取っておくようにしてください (ファイルへの読み込み / 保存をくり返すと微妙な変化が生じる場合があります)。

また、Mozilla の起動中にクッキーを保存すると、Mozilla によって内容が破壊されてしまうことにも注意してください。

class http.cookiejar.**LWPCookieJar**(*filename=None*, *delayload=None*, *policy=None*)

libwww-perl のライブラリである `Set-Cookie3` ファイル形式でディスクにクッキーを読み書きするための *FileCookieJar* です。これはクッキーを人間に可読な形式で保存するのに向いています。

バージョン 3.8 で変更: *filename* 引数が *path-like object* を受け付けるようになりました。

21.19.3 CookiePolicy オブジェクト

CookiePolicy インターフェイスを実装するオブジェクトは以下のようなメソッドを持っています:

CookiePolicy.**set_ok**(*cookie*, *request*)

クッキーがサーバから受け入れられるべきかどうかを表わす boolean 値を返します。

cookie は *Cookie* インスタンスです。*request* は *CookieJar.extract_cookies()* の説明で定義されているインターフェイスを実装するオブジェクトです。

CookiePolicy.**return_ok**(*cookie*, *request*)

クッキーがサーバに返されるべきかどうかを表わす boolean 値を返します。

cookie は *Cookie* インスタンスです。*request* は *CookieJar.add_cookie_header()* の説明で定義されているインターフェイスを実装するオブジェクトです。

CookiePolicy.**domain_return_ok**(*domain*, *request*)

与えられたクッキーのドメインに対して、そこにクッキーを返すべきでない場合には `False` を返します。

このメソッドは高速化のためのものです。これにより、すべてのクッキーをある特定のドメインに対してチェックする (これには多数のファイル読みこみを伴なう場合があります) 必要がなくなります。*domain_return_ok()* および *path_return_ok()* の両方から true が返された場合、すべての決定は *return_ok()* に委ねられます。

もし、このクッキードメインに対して *domain_return_ok()* が true を返すと、つぎにそのクッキーのパス名に対して *path_return_ok()* が呼ばれます。そうでない場合、そのクッキードメインに対する *path_return_ok()* および *return_ok()* は決して呼ばれることはありません。*path_return_ok()* が true を返すと、*return_ok()* がその *Cookie* オブジェクト自身の全チェックのために呼ばれます。そうでない場合、そのクッキーパス名に対する *return_ok()* は決して呼ばれることはありません。

注意: *domain_return_ok()* は *request* ドメインだけではなく、すべての *cookie* ドメインに対して呼ばれます。たとえば request ドメインが `"www.example.com"` だった場合、この関数は `".example.com"` および `"www.example.com"` の両方に対して呼ばれることがあります。同じことは *path_return_ok()* にもいえます。

request 引数は *return_ok()* で説明されているとおりです。

CookiePolicy.**path_return_ok**(*path*, *request*)

与えられたクッキーのパス名に対して、そこにクッキーを返すべきでない場合には `False` を返します。

domain_return_ok() の説明を参照してください。

上のメソッドの実装にくわえて、*CookiePolicy* インターフェイスの実装では以下の属性を設定する必要があります。これはどのプロトコルがどのように使われるべきかを示すもので、これらの属性にはすべて代入することが許されています。

CookiePolicy.**netscape**

Netscape プロトコルを実装していることを示します。

CookiePolicy.**rfc2965**

RFC 2965 プロトコルを実装していることを示します。

CookiePolicy.**hide_cookie2**

Cookie2 ヘッダをリクエストに含めないようにします (このヘッダが存在する場合、私たちは **RFC 2965** クッキーを理解するということをサーバに示すことになります)。

もっとも有用な方法は、*DefaultCookiePolicy* をサブクラス化した *CookiePolicy* クラスを定義して、いくつか (あるいはすべて) のメソッドをオーバーライドすることでしょう。*CookiePolicy* 自体はどのようなクッキーも受け入れて設定を許可する「ポリシー無し」ポリシーとして使うこともできます (これが役に立つことはあまりありませんが)。

21.19.4 DefaultCookiePolicy オブジェクト

クッキーを受けつけ、またそれを返す際の標準的なルールを実装します。

RFC 2965 クッキーと Netscape クッキーの両方に対応しています。デフォルトでは、RFC 2965 の処理はオフになっています。

自分のポリシーを提供するいちばん簡単な方法は、このクラスを継承して、自分用の追加チェックの前にオーバーライドした元のメソッドを呼び出すことです:

```
import http.cookiejar
class MyCookiePolicy(http.cookiejar.DefaultCookiePolicy):
    def set_ok(self, cookie, request):
        if not http.cookiejar.DefaultCookiePolicy.set_ok(self, cookie, request):
            return False
        if i_dont_want_to_store_this_cookie(cookie):
            return False
        return True
```

CookiePolicy インターフェイスを実装するのに必要な機能に加えて、このクラスではクッキーを受けとったり設定したりするドメインを許可したり拒絶したりできるようになっています。ほかにも、Netscape プロトコルのかなり緩い規則をややきつくするために、いくつかの厳密性のスイッチがついています (いくつかの良性クッキーをブロックする危険性もありますが)。

ドメインの拒否リストや許可リストも提供されています (デフォルトではどちらもオフです)。拒否リストになく、(許可リストがアクティブなら) 許可リストにあるドメインのみがクッキーを設定したり返したりできます。コンストラクタの引数 *blocked_domains* 、および `blocked_domains()` と `set_blocked_domains()` メソッド (そして *allowed_domains* に対応する引数とメソッド) を使ってください。許可リストを設定した場合は、それを *None* にすることでオフに戻せます。

拒否あるいは許可リスト中にあるドメインのうち、ドット (.) で始まっていないものは、正確にそれと一致するドメインのクッキーにしか適用されません。たとえば拒否リスト中のエントリ "example.com" は、"example.com" にはマッチしますが、"www.example.com" にはマッチしません。一方ドット (.) で始まっているドメインは、より特化されたドメインともマッチします。たとえば、".example.com" は、"www.example.com" と "www.coyote.example.com" の両方にマッチします (が、"example.com" 自身にはマッチしません)。IP アドレスは例外で、つねに正確に一致する必要があります。たとえば、*blocked_domains* が "192.168.1.2" と ".168.1.2" を含んでいるとすると、192.168.1.2 はブロックされますが、193.168.1.2 はブロックされません。

DefaultCookiePolicy は以下のような追加メソッドを実装しています:

DefaultCookiePolicy.**blocked_domains**()

ブロックしているドメインのシーケンスを (タプルとして) 返します。

DefaultCookiePolicy.**set_blocked_domains**(*blocked_domains*)

ブロックするドメインを設定します。

DefaultCookiePolicy.**is_blocked**(*domain*)

domain がクッキーを授受しない拒否リストに載っていれば True を返します。

DefaultCookiePolicy.**allowed_domains**()

None あるいは明示的に許可されているドメインを (タプルとして) 返します。

DefaultCookiePolicy.**set_allowed_domains**(*allowed_domains*)

許可するドメイン、あるいは *None* を設定します。

DefaultCookiePolicy.**is_not_allowed**(*domain*)

domain がクッキーを授受する許可リストに載っていれば True を返します。

DefaultCookiePolicy インスタンスは以下の属性をもっています。これらはすべてコンストラクタから同じ名前の引数をつかって初期化することができ、代入してもかまいません。

DefaultCookiePolicy.**rfc2109_as_netscape**

真の場合、*CookieJar* のインスタンスに **RFC 2109** クッキー (即ち *Set-Cookie* ヘッダのクッキー属性 Version の値が 1 のクッキー) を Netscape クッキーへ、*Cookie* インスタンスの version 属性を 0 に設定する事でダウングレードするように要求します。デフォルトの値は *None* であり、この場合 RFC 2109 クッキーは **RFC 2965** 処理が無効に設定されている場合に限りダウングレードされます。それ故に RFC 2109 クッキーはデフォルトではダウングレードされます。

一般的な厳密性のスイッチ:

DefaultCookiePolicy.**strict_domain**

サイトに、国別コードとトップレベルドメインだけからなるドメイン名 (.co.uk, .gov.uk, .co.nz など) を設定させないようにします。これは完璧からはほど遠い実装であり、いつもうまくいくとは限りません!

RFC 2965 プロトコルの厳密性に関するスイッチ:

DefaultCookiePolicy.**strict_rfc2965_unverifiable**

検証不可能なトランザクション (通常これはリダイレクトか、別のサイトがホスティングしているイメージの読み込み要求です) に関する **RFC 2965** の規則に従います。この値が偽の場合、検証可能性を基準にしてクッキーがブロックされることは **決して** ありません

Netscape プロトコルの厳密性に関するスイッチ:

DefaultCookiePolicy.**strict_ns_unverifiable**

検証不可能なトランザクションに関する **RFC 2965** の規則を Netscape クッキーに対しても適用します。

DefaultCookiePolicy.**strict_ns_domain**

Netscape クッキーに対するドメインマッチングの規則をどの程度厳しくするかを指示するフラグです。とりうる値については下の説明を見てください。

DefaultCookiePolicy.**strict_ns_set_initial_dollar**

Set-Cookie: ヘッダで、`'$'` で始まる名前のクッキーを無視します。

DefaultCookiePolicy.**strict_ns_set_path**

要求した URI にパスがマッチしないクッキーの設定を禁止します。

`strict_ns_domain` はいくつかのフラグの集合です。これはいくつかの値を or することで構成します (たとえば `DomainStrictNoDots|DomainStrictNonDomain` は両方のフラグが設定されていることになります)。

DefaultCookiePolicy.**DomainStrictNoDots**

クッキーを設定するさい、ホスト名のプレフィクスにドットが含まれるのを禁止します (例: `www.foo.bar.com` は `.bar.com` のクッキーを設定することはできません、なぜなら `www.foo` はドットを含んでいるからです)。

DefaultCookiePolicy.**DomainStrictNonDomain**

`domain` クッキー属性を明示的に指定していないクッキーは、そのクッキーを設定したドメインと同一のドメインだけに返されます (例: `example.com` からのクッキーに `domain` クッキー属性がない場合、そのクッキーが `spam.example.com` に返されることはありません)。

DefaultCookiePolicy.**DomainRFC2965Match**

クッキーを設定するさい、**RFC 2965** の完全ドメインマッチングを要求します。

以下の属性は上記のフラグのうちもっともよく使われる組み合わせで、便宜をはかるために提供されています:

DefaultCookiePolicy.**DomainLiberal**

0 と同じです (つまり、上述の Netscape のドメイン厳密性フラグがすべてオフにされます)。

DefaultCookiePolicy.**DomainStrict**

`DomainStrictNoDots|DomainStrictNonDomain` と同じです。

21.19.5 Cookie オブジェクト

Cookie インスタンスは、さまざまなクッキーの標準で規定されている標準的なクッキー属性とおおまかに対応する Python 属性をもっています。しかしデフォルト値を決める複雑なやり方が存在しており、また `max-age` および `expires` クッキー属性は同じ値をもつことになっているので、また **RFC 2109** クッキーは *http.cookiejar* によって version 1 から version 0 (Netscape) クッキーへ 'ダウングレード' される場合があるため、この対応は 1 対 1 ではありません。

CookiePolicy メソッド内でのごくわずかな例外を除けば、これらの属性に代入する必要はないはずです。このクラスは内部の一貫性を保つようにはしていないため、代入するのは自分のやっていることを理解している場合のみにしてください。

Cookie.version

整数または *None* 。Netscape クッキーはバージョン 0 であり、**RFC 2965** および **RFC 2109** クッキーはバージョン 1 です。しかし、*http.cookiejar* は RFC 2109 クッキーを Netscape クッキー (*version* が 0) に 'ダウングレード' する場合がある事に注意して下さい。

Cookie.name

クッキーの名前 (文字列)。

Cookie.value

クッキーの値 (文字列)、あるいは *None* 。

Cookie.port

ポートあるいはポートの集合をあらわす文字列 (例: '80' または '80,8080')、あるいは *None* 。

Cookie.domain

クッキーのドメイン (文字列) 。

Cookie.path

クッキーのパス名 (文字列、例: `'/acme/rocket_launchers'`)。

Cookie.secure

そのクッキーを返せるのがセキュアな接続のみならば `True` を返します。

Cookie.expires

クッキーの期限が切れる日時をあわらす整数 (エポックから経過した秒数)、あるいは *None* 。*is_expired()* も参照してください。

Cookie.discard

これがセッションクッキーであれば `True` を返します。

Cookie.comment

このクッキーの働きを説明する、サーバからのコメント文字列、あるいは *None* 。

Cookie.**comment_url**

このクッキーの働きを説明する、サーバからのコメントのリンク URL、あるいは *None* 。

Cookie.**rfc2109**

RFC 2109 クッキー (即ち *Set-Cookie* ヘッダにあり、かつクッキー属性 Version の値が 1 のクッキー) の場合、True を返します。*http.cookiejar* が RFC 2109 クッキーを Netscape クッキー (*version* が 0) に ' ダウングレード' する場合があるので、この属性が提供されています。

Cookie.**port_specified**

サーバがポート、あるいはポートの集合を (*Set-Cookie* / *Set-Cookie2* ヘッダ内で) 明示的に指定していれば True を返します。

Cookie.**domain_specified**

サーバにより明示的にドメインが指定されていれば True を返します。

Cookie.**domain_initial_dot**

サーバが明示的に指定したドメインがドット (`'.'`) で始まっていれば True を返します。

クッキーは、オプションとして標準的でないクッキー属性を持つこともできます。これらは以下のメソッドでアクセスできます:

Cookie.**has_nonstandard_attr**(*name*)

そのクッキーが指定された名前のクッキー属性をもっている場合には True を返します。

Cookie.**get_nonstandard_attr**(*name*, *default=None*)

クッキーが指定された名前のクッキー属性をもっていれば、その値を返します。そうでない場合は *default* を返します。

Cookie.**set_nonstandard_attr**(*name*, *value*)

指定された名前のクッキー属性を設定します。

Cookie クラスは以下のメソッドも定義しています:

Cookie.**is_expired**(*now=None*)

サーバが要求するクッキーの有効期限を過ぎていれば True を返します。*now* が (エポックからの経過秒で) 指定されているときは、特定の時刻で期限切れかどうかを判定します。

21.19.6 使用例

はじめに、もっとも一般的な *http.cookiejar* の使用例をあげます:

```
import http.cookiejar, urllib.request
cj = http.cookiejar.CookieJar()
opener = urllib.request.build_opener(urllib.request.HTTPCookieProcessor(cj))
r = opener.open("http://example.com/")
```

以下の例では、URL を開く際に Netscape や Mozilla または Lynx のクッキーを使う方法を示しています (クッキーファイルの位置は Unix/Netscape の慣例にしたがうものと仮定しています):

```
import os, http.cookiejar, urllib.request
cj = http.cookiejar.MozillaCookieJar()
cj.load(os.path.join(os.path.expanduser("~"), ".netscape", "cookies.txt"))
opener = urllib.request.build_opener(urllib.request.HTTPCookieProcessor(cj))
r = opener.open("http://example.com/")
```

つぎの例は *DefaultCookiePolicy* の使用例です。**RFC 2965** クッキーをオンにし、Netscape クッキーを設定したり返したりするドメインに対してより厳密な規則を適用します。そしていくつかのドメインからクッキーを設定あるいは返還するのをブロックしています:

```
import urllib.request
from http.cookiejar import CookieJar, DefaultCookiePolicy
policy = DefaultCookiePolicy(
    rfc2965=True, strict_ns_domain=Policy.DomainStrict,
    blocked_domains=["ads.net", ".ads.net"])
cj = CookieJar(policy)
opener = urllib.request.build_opener(urllib.request.HTTPCookieProcessor(cj))
r = opener.open("http://example.com/")
```

21.20 xmlrpc --- XMLRPC サーバーとクライアントモジュール群

XML-RPC は HTTP 経由の XML を使って遠隔手続き呼び出し (Remote Procedure Call) を実現する方法です。XML-RPC を使うと、クライアントはリモートサーバー (サーバーは URI で名前付けられます) 上のメソッドを引数付きで呼び出して、構造化されたデータを受け取る事ができます。

xmlrpc パッケージは XML-RPC のサーバーとクライアントを実装したモジュールを持っています。モジュール一覧:

- *xmlrpc.client*
- *xmlrpc.server*

21.21 xmlrpc.client --- XML-RPC クライアントアクセス

ソースコード: Lib/xmlrpc/client.py

XML-RPC は XML を利用した遠隔手続き呼び出し (Remote Procedure Call) の一種で、HTTP(S) をトランスポートとして使用します。XML- RPC では、クライアントはリモートサーバ (URI で指定されたサーバ) 上のメソッドをパラメータを指定して呼び出し、構造化されたデータを取得します。このモジュールは、XML-RPC クライアントの開発をサポートしており、Python オブジェクトに適合する転送用 XML の変換の全てを行います。

> **警告:** *xmlrpc.client* モジュールは悪意を持って構築されたデータに対して安全ではありません。信頼できないデータや認証されていないデータを解析する必要がある場合は、*XML* **の脆弱性** を参照してください。

バージョン 3.5 で変更: HTTPS URI の場合、*xmlrpc.client* は必要な証明書検証とホスト名チェックを全てデフォルトで行います。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

class xmlrpc.client.**ServerProxy**(*uri*, *transport=None*, *encoding=None*, *verbose=False*, *allow_none=False*, *use_datetime=False*, *use_builtin_types=False*, ***, *headers=()*, *context=None*)

ServerProxy は、リモートの XML-RPC サーバとの通信を管理するオブジェクトです。最初のパラメータは URI(Uniform Resource Indicator) で、通常はサーバの URL を指定します。2 番目のパラメータにはトランスポート・ファクトリを指定する事ができます。トランスポート・ファクトリを省略した場合、URL が https: ならモジュール内部の `SafeTransport` インスタンスを使用し、それ以外の場合にはモジュール内部の `Transport` インスタンスを使用します。オプションの 3 番目の引数はエンコード方法で、デフォルトでは UTF-8 です。オプションの 4 番目の引数はデバッグフラグです。

The following parameters govern the use of the returned proxy instance. If *allow_none* is true, the Python constant `None` will be translated into XML; the default behaviour is for `None` to raise a *TypeError*. This is a commonly used extension to the XML-RPC specification, but isn't supported by all clients and servers; see http://ontosys.com/xml-rpc/extensions.php for a description. The *use_builtin_types* flag can be used to cause date/time values to be presented as *datetime.datetime* objects and binary data to be presented as *bytes* objects; this flag is false by default. *datetime.datetime*, *bytes* and *bytearray* objects may be passed to calls. The *headers* parameter is an optional sequence of HTTP headers to send with each request, expressed as a sequence of 2-tuples representing the header name and value. (e.g. `[('Header-Name', 'value')]`). The obsolete *use_datetime* flag is similar to *use_builtin_types* but it applies only to date/time values.

バージョン 3.3 で変更: *use_builtin_types* フラグが追加されました。

バージョン 3.8 で変更: *headers* 引数が追加されました。

HTTP 及び HTTPS 通信の両方で、`http://user:pass@host:port/path` のような HTTP 基本認証のための拡張 URL 構文をサポートしています。`user:pass` は base64 でエンコードして HTTP の'Authorization ' ヘッダとなり、XML-RPC メソッド呼び出し時に接続処理の一部としてリモートサーバに送信されます。リモートサーバが基本認証を要求する場合のみ、この機能を利用する必要があります。HTTPS URL が与えられたなら、*context* は *ssl.SSLContext* にでき、基底の HTTP 接続の SSL 設定を設定します。

生成されるインスタンスはリモートサーバへのプロクシオブジェクトで、RPC 呼び出しを行う為のメソッドを持ちます。リモートサーバがイントロスペクション API をサポートしている場合は、リモートサーバのサポートするメソッドを検索 (サービス検索) やサーバのメタデータの取得なども行えます。

以下の型を XML に変換 (XML を通じてマーシャルする) する事ができます (特別な指定がない限り、逆変換でも同じ型として変換されます):

XML-RPC の型	Python の型
`boolean`	*bool*
`int`, `i1`, `i2`, `i4`, `i8` または `biginteger`	*int* in range from -2147483648 to 2147483647. Values get the `<int>` tag.
`double` または `float`	*float*. Values get the `<double>` tag.
`string`	*str*
`array`	適合する要素を持つ *list* または *tuple*。array は *list* として返します。
`struct`	*dict* 。キーは文字列のみ。全ての値は変換可能でなくてはならない。ユーザー定義型を渡すこともできます。*__dict__* の属性のみ転送されます。
`dateTime.iso8601`	*DateTime* または *datetime.datetime*。返される型は *use_builtin_types* および *use_datetime* の値に依ります。
`base64`	*Binary*、*bytes* または *bytearray*。返される型は *use_builtin_types* フラグの値に依ります。
`nil`	`None` 定数。*allow_none* が真の場合にのみ渡すことが出来ます。
`bigdecimal`	*decimal.Decimal*. Returned type only.

上記の XML-RPC でサポートする全データ型を使用することができます。メソッド呼び出し時、XML- RPC サーバエラーが発生すると *Fault* インスタンスを送出し、HTTP/HTTPS トランスポート層でエラーが発生した場合には *ProtocolError* を送出します。`Error` をベースとする *Fault* と *ProtocolError* の両方が発生します。現在のところ xmlrpclib では組み込み型のサブクラスのインスタンスをマーシャルすることはできません。

文字列を渡す場合、`<`, `>`, `&` などの XML で特殊な意味を持つ文字は自動的にエスケープされます。しかし、ASCII 値 0〜31 の制御文字 (もちろん、タブ'TAB', 改行'LF', リターン'CR' は除く) などの XML で使用することのでき

ない文字を使用することはできず、使用するとその XML-RPC リクエストは well-formed な XML とはなりません。そのようなバイト列を渡す必要がある場合は、*bytes*, *bytearray* クラスまたは後述の *Binary* ラッパークラスを使用してください。

`Server` は、後方互換性の為に *ServerProxy* の別名として残されています。新しいコードでは *ServerProxy* を使用してください。

バージョン 3.5 で変更: *context* 引数が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: Added support of type tags with prefixes (e.g. `ex:nil`). Added support of unmarshalling additional types used by Apache XML-RPC implementation for numerics: `i1`, `i2`, `i8`, `biginteger`, `float` and `bigdecimal`. See https://ws.apache.org/xmlrpc/types.html for a description.

参考:

XML-RPC HOWTO
: 数種類のプログラミング言語で記述された XML-RPC の操作とクライアントソフトウェアの素晴らしい説明が掲載されています。XML- RPC クライアントの開発者が知っておくべきことがほとんど全て記載されています。

XML-RPC Introspection
: イントロスペクションをサポートする、XML-RPC プロトコルの拡張を解説しています。

XML-RPC Specification
: 公式の仕様

21.21.1 ServerProxy オブジェクト

ServerProxy インスタンスの各メソッドはそれぞれ XML-RPC サーバの遠隔手続き呼び出しに対応しており、メソッドが呼び出されると名前と引数をシグネチャとして RPC を実行します (同じ名前のメソッドでも、異なる引数シグネチャによってオーバロードされます)。RPC 実行後、変換された値を返すか、または *Fault* オブジェクトもしくは *ProtocolError* オブジェクトでエラーを通知します。

予約属性 `system` から、XML イントロスペクション API の一般的なメソッドを利用する事ができます:

ServerProxy.system.listMethods()
: XML-RPC サーバがサポートするメソッド名 (system 以外) を格納する文字列のリストを返します。

ServerProxy.system.methodSignature(*name*)
: XML-RPC サーバで実装されているメソッドの名前を指定し、利用可能なシグネチャの配列を取得します。シグネチャは型のリストで、先頭の型は戻り値の型を示し、以降はパラメータの型を示します。

  XML-RPC では複数のシグネチャ (オーバロード) を使用することができるので、単独のシグネチャではなく、シグネチャのリストを返します。

シグネチャは、メソッドが使用する最上位のパラメータにのみ適用されます。例えばあるメソッドのパラメータが構造体の配列で戻り値が文字列の場合、シグネチャは単に”string, array” となります。パラメータが三つの整数で戻り値が文字列の場合は”string, int, int, int” となります。

メソッドにシグネチャが定義されていない場合、配列以外の値が返ります。Python では、この値は list 以外の値となります。

ServerProxy.system.methodHelp(*name*)

XML-RPC サーバで実装されているメソッドの名前を指定し、そのメソッドを解説する文書文字列を取得します。文書文字列を取得できない場合は空文字列を返します。文書文字列には HTML マークアップが含まれます。

バージョン 3.5 で変更: Instances of *ServerProxy* support the *context manager* protocol for closing the underlying transport.

以下は、動作する例です。サーバ側のコード:

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer

def is_even(n):
    return n % 2 == 0

server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_function(is_even, "is_even")
server.serve_forever()
```

上記のサーバーに対するクライアントコード:

```
import xmlrpc.client

with xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/") as proxy:
    print("3 is even: %s" % str(proxy.is_even(3)))
    print("100 is even: %s" % str(proxy.is_even(100)))
```

21.21.2 DateTime オブジェクト

class xmlrpc.client.DateTime

このクラスは、エポックからの秒数、タプルで表現された時刻、ISO 8601 形式の時間/日付文字列、*datetime.datetime*, のインスタンスのいずれかで初期化することができます。このクラスには以下のメソッドがあり、主にコードをマーシャル/アンマーシャルするための内部処理を行います:

decode(*string*)

文字列をインスタンスの新しい時間を示す値として指定します。

encode(*out*)

出力ストリームオブジェクト *out* に、XML-RPC エンコーディングの *DateTime* 値を出力します。

It also supports certain of Python's built-in operators through **rich comparison** and **__repr__**() methods.

以下は、動作する例です。サーバ側のコード:

```
import datetime
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer
import xmlrpc.client

def today():
    today = datetime.datetime.today()
    return xmlrpc.client.DateTime(today)

server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_function(today, "today")
server.serve_forever()
```

上記のサーバーに対するクライアントコード:

```
import xmlrpc.client
import datetime

proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/")

today = proxy.today()
# convert the ISO8601 string to a datetime object
converted = datetime.datetime.strptime(today.value, "%Y%m%dT%H:%M:%S")
print("Today: %s" % converted.strftime("%d.%m.%Y, %H:%M"))
```

21.21.3 Binary オブジェクト

class xmlrpc.client.Binary

このクラスは、バイト列データ (NUL を含む) で初期化することができます。*Binary* の内容は、属性で参照します:

data

Binary インスタンスがカプセル化しているバイナリデータ。このデータは *bytes* オブジェクトです。

Binary オブジェクトは以下のメソッドを持ち、主に内部的にマーシャル/アンマーシャル時に使用されます:

decode(*bytes*)

指定された base64 *bytes* オブジェクトをデコードし、インスタンスのデータとします。

encode(*out*)

バイナリ値を base64 でエンコードし、出力ストリームオブジェクト *out* に出力します。

エンコードされたデータは、**RFC 2045 section 6.8** にある通り、76 文字ごとに改行されます。これは、XMC-RPC 仕様が作成された時のデ・ファクト・スタンダードの base64 です。

It also supports certain of Python's built-in operators through `__eq__()` and `__ne__()` methods.

バイナリオブジェクトの使用例です。XML-RPC ごしに画像を転送します。

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer
import xmlrpc.client

def python_logo():
    with open("python_logo.jpg", "rb") as handle:
        return xmlrpc.client.Binary(handle.read())

server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_function(python_logo, 'python_logo')

server.serve_forever()
```

クライアントは画像を取得して、ファイルに保存します。

```
import xmlrpc.client

proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/")
with open("fetched_python_logo.jpg", "wb") as handle:
    handle.write(proxy.python_logo().data)
```

21.21.4 Fault オブジェクト

class xmlrpc.client.**Fault**

Fault オブジェクトは、XML-RPC の fault タグの内容をカプセル化しており、以下の属性を持ちます:

faultCode

失敗のタイプを示す整数。

faultString

失敗の診断メッセージを含む文字列。

以下のサンプルでは、複素数型のオブジェクトを返そうとして、故意に *Fault* を起こしています。

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer

# A marshalling error is going to occur because we're returning a
# complex number
def add(x, y):
    return x+y+0j

server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_function(add, 'add')

server.serve_forever()
```

上記のサーバーに対するクライアントコード:

```
import xmlrpc.client

proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/")
try:
    proxy.add(2, 5)
except xmlrpc.client.Fault as err:
    print("A fault occurred")
    print("Fault code: %d" % err.faultCode)
    print("Fault string: %s" % err.faultString)
```

21.21.5 ProtocolError オブジェクト

class xmlrpc.client.ProtocolError

ProtocolError オブジェクトはトランスポート層で発生したエラー (URI で指定したサーバが見つからなかった場合に発生する 404 'not found' など) の内容を示し、以下の属性を持ちます:

url

エラーの原因となった URI または URL。

errcode

エラーコード。

errmsg

エラーメッセージまたは診断文字列。

headers

エラーの原因となった HTTP/HTTPS リクエストを含む辞書。

次の例では、不適切な URI を利用して、故意に *ProtocolError* を発生させています:

```
import xmlrpc.client

# create a ServerProxy with a URI that doesn't respond to XMLRPC requests
proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://google.com/")

try:
    proxy.some_method()
except xmlrpc.client.ProtocolError as err:
    print("A protocol error occurred")
    print("URL: %s" % err.url)
    print("HTTP/HTTPS headers: %s" % err.headers)
    print("Error code: %d" % err.errcode)
    print("Error message: %s" % err.errmsg)
```

21.21.6 MultiCall オブジェクト

MultiCall オブジェクトは遠隔のサーバに対する複数の呼び出しをひとつのリクエストにカプセル化する方法を提供します[*1]。

class xmlrpc.client.**MultiCall**(*server*)

巨大な (boxcar) メソッド呼び出しに使えるオブジェクトを作成します。*server* には最終的に呼び出しを行う対象を指定します。作成した MultiCall オブジェクトを使って呼び出しを行うと、即座に `None` を返し、呼び出したい手続き名とパラメタを *MultiCall* オブジェクトに保存するだけに留まります。オブジェクト自体を呼び出すと、それまでに保存しておいたすべての呼び出しを単一の `system.multicall` リクエストの形で伝送します。呼び出し結果は **ジェネレータ** になります。このジェネレータにわたってイテレーションを行うと、個々の呼び出し結果を返します。

以下は、このクラスの使用例です。サーバ側のコード:

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer

def add(x, y):
    return x + y

def subtract(x, y):
    return x - y

def multiply(x, y):
    return x * y

def divide(x, y):
```

(次のページに続く)

[*1] このアプローチは a discussion on xmlrpc.com にて最初に著されました。

(前のページからの続き)

```
    return x // y

# A simple server with simple arithmetic functions
server = SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000))
print("Listening on port 8000...")
server.register_multicall_functions()
server.register_function(add, 'add')
server.register_function(subtract, 'subtract')
server.register_function(multiply, 'multiply')
server.register_function(divide, 'divide')
server.serve_forever()
```

上記のサーバーに対するクライアントコード:

```
import xmlrpc.client

proxy = xmlrpc.client.ServerProxy("http://localhost:8000/")
multicall = xmlrpc.client.MultiCall(proxy)
multicall.add(7, 3)
multicall.subtract(7, 3)
multicall.multiply(7, 3)
multicall.divide(7, 3)
result = multicall()

print("7+3=%d, 7-3=%d, 7*3=%d, 7//3=%d" % tuple(result))
```

21.21.7 補助関数

xmlrpc.client.**dumps**(*params*, *methodname=None*, *methodresponse=None*, *encoding=None*, *allow_none=False*)

params を XML-RPC リクエストの形式に変換します。*methodresponse* が真の場合、XML-RPC レスポンスの形式に変換します。*params* に指定できるのは、引数からなるタプルか *Fault* 例外クラスのインスタンスです。*methodresponse* が真の場合、単一の値だけを返します。従って、*params* の長さも 1 でなければなりません。*encoding* を指定した場合、生成される XML のエンコード方式になります。デフォルトは UTF-8 です。Python の *None* は標準の XML-RPC には利用できません。*None* を使えるようにするには、*allow_none* を真にして、拡張機能つきにしてください。

xmlrpc.client.**loads**(*data*, *use_datetime=False*, *use_builtin_types=False*)

XML-RPC リクエストまたはレスポンスを (params, methodname) の形式をとる Python オブジェクトにします。*params* は引数のタプルです。*methodname* は文字列で、パケット中にメソッド名がない場合には None になります。例外条件を示す XML-RPC パケットの場合には、*Fault* 例外を送出します。*use_builtin_types* フラグは *datetime.datetime* のオブジェクトとして日付/時刻を、*bytes* のオブジェクトとしてバイナリデータを表現する時に使用し、デフォルトでは false に設定されています。

非推奨となった *use_datetime* フラグは *use_builtin_types* に似ていますが date/time 値にのみ適用されます。

バージョン 3.3 で変更: *use_builtin_types* フラグが追加されました。

21.21.8 クライアントのサンプル

```
# simple test program (from the XML-RPC specification)
from xmlrpc.client import ServerProxy, Error

# server = ServerProxy("http://localhost:8000") # local server
with ServerProxy("http://betty.userland.com") as proxy:

    print(proxy)

    try:
        print(proxy.examples.getStateName(41))
    except Error as v:
        print("ERROR", v)
```

XML-RPC サーバに HTTP プロキシを経由して接続する場合、カスタムトランスポートを定義する必要があります。以下に例を示します:

```
import http.client
import xmlrpc.client

class ProxiedTransport(xmlrpc.client.Transport):

    def set_proxy(self, host, port=None, headers=None):
        self.proxy = host, port
        self.proxy_headers = headers

    def make_connection(self, host):
        connection = http.client.HTTPConnection(*self.proxy)
        connection.set_tunnel(host, headers=self.proxy_headers)
        self._connection = host, connection
        return connection

transport = ProxiedTransport()
transport.set_proxy('proxy-server', 8080)
server = xmlrpc.client.ServerProxy('http://betty.userland.com', transport=transport)
print(server.examples.getStateName(41))
```

21.21.9 クライアントとサーバーの利用例

SimpleXMLRPCServer **の例** を参照してください。

脚注

21.22 xmlrpc.server --- 基本的な XML-RPC サーバー

ソースコード: Lib/xmlrpc/server.py

---

xmlrpc.server モジュールは Python で記述された基本的な XML-RPC サーバーフレームワークを提供します。サーバーはスタンドアロンであるか、*SimpleXMLRPCServer* を使うか、*CGIXMLRPCRequestHandler* を使って CGI 環境に組み込まれるかの、いずれかです。

> **警告:** *xmlrpc.server* モジュールは悪意を持って構築されたデータに対して安全ではありません。信頼できないデータや認証されていないデータを解析する必要がある場合は、*XML* **の脆弱性** を参照してください。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

class xmlrpc.server.**SimpleXMLRPCServer**(*addr*, *requestHandler=SimpleXMLRPCRequestHandler*, *logRequests=True*, *allow_none=False*, *encoding=None*, *bind_and_activate=True*, *use_builtin_types=False*)

サーバーインスタンスを新たに作成します。このクラスは XML-RPC プロトコルで呼ばれる関数の登録のためのメソッドを提供します。引数 *requestHandler* にはリクエストハンドラーインスタンスのファクトリーを設定します。デフォルトは *SimpleXMLRPCRequestHandler* です。引数 *addr* と *requestHandler* は *socketserver.TCPServer* のコンストラクターに渡されます。*logRequests* が真の場合 (デフォルト)、リクエストはログに記録されます。この引数を偽にするとはログは記録されません。引数 *allow_none* と *encoding* は *xmlrpc.client* に渡され、サーバーが返す XML-RPC 応答を制御します。*bind_and_activate* 引数はコンストラクタが直ちに `server_bind()` と `server_activate()` を呼ぶかどうかを制御します。デフォルトでは真です。この引数に `False` を設定することで、アドレスを束縛する前に *allow_reuse_address* クラス変数を操作することが出来ます。*use_builtin_types* 引数は *loads()* 関数に渡されます。この引数は日付/時刻の値やバイナリデータを受け取ったときにどの型が処理されるかを制御します。デフォルトでは偽です。

バージョン 3.3 で変更: *use_builtin_types* フラグが追加されました。

class xmlrpc.server.CGIXMLRPCRequestHandler(*allow_none=False*, *encoding=None*, *use_builtin_types=False*)

CGI 環境における XML-RPC リクエストハンドラーを新たに作成します。引数 *allow_none* と *encoding* は *xmlrpc.client* に渡され、サーバーが返す XML-RPC 応答を制御します。*use_builtin_types* 引数は *loads()* 関数に渡されます。この引数は日付/時刻の値やバイナリデータを受け取ったときにどの型が処理されるかを制御します。デフォルトは偽です。

バージョン 3.3 で変更: *use_builtin_types* フラグが追加されました。

class xmlrpc.server.SimpleXMLRPCRequestHandler

リクエストハンドラーインスタンスを新たに作成します。このリクエストハンドラーは POST リクエストをサポートし、*SimpleXMLRPCServer* コンストラクターの引数 *logRequests* に従ってログ出力を行います。

21.22.1 SimpleXMLRPCServer オブジェクト

SimpleXMLRPCServer クラスは *socketserver.TCPServer* のサブクラスで、基本的なスタンドアロンの XML-RPC サーバーを作成する手段を提供します。

SimpleXMLRPCServer.register_function(*function=None*, *name=None*)

XML-RPC リクエストに応答可能な関数を登録します。引数 *name* が与えられた場合は、それが関数 *function* に関連付けられたメソッド名となります。そうでない場合は、function.__name__ の値が用いられます。引数 *name* は文字列で、例えばピリオド "." のような Python で識別子として正しくない文字を含んでいても構いません。

このメソッドはデコレーターとしても使用することができます。デコレーターとして使用するときは、*name* は関数を *name* で登録するキーワード引数としてのみ渡すことができます。*name* が与えられていないときは、function.__name__ が使用されます。

バージョン 3.7 で変更: *register_function()* はデコレーターとして使用できます。

SimpleXMLRPCServer.register_instance(*instance*, *allow_dotted_names=False*)

オブジェクトを登録します。オブジェクトは *register_function()* を使用して登録されていないメソッド名を公開するのに使われます。*instance* に _dispatch() メソッドがあった場合、リクエストされたメソッド名と引数で _dispatch() を呼び出します。API は def _dispatch(self, method, params) (*params* 可変引数リストではないことに注意) です。タスクを実行するのに下層の関数を呼び出す場合、その関数は func(*params) のように引数リストを展開して呼び出されます。_dispatch() の返り値は結果としてクライアントに返されます。*instance* に _dispatch() メソッドがない場合、リクエストされたメソッド名にマッチする属性を検索します。

オプション引数 *allow_dotted_names* が真でインスタンスに _dispatch() メソッドがない場合、リクエストされたメソッド名がピリオドを含むなら、メソッド名の各要素が個々に検索され、簡単な階層的検索が行われます。その検索で発見された値をリクエストの引数で呼び出し、クライアントに返り値を返します。

> **警告:** *allow_dotted_names* オプションを有効にすると、侵入者はあなたのモジュールのグローバル変数にアクセスすることができ、あなたのマシンで任意のコードを実行できる可能性があります。このオプションは閉じた安全なネットワークでのみお使い下さい。

SimpleXMLRPCServer.**register_introspection_functions**()

XML-RPC のイントロスペクション関数、system.listMethods 、system.methodHelp 、system.methodSignature を登録します。

SimpleXMLRPCServer.**register_multicall_functions**()

XML-RPC における複数の要求を処理する関数 system.multicall を登録します。

SimpleXMLRPCRequestHandler.**rpc_paths**

この属性値は XML-RPC リクエストを受け付ける URL の有効なパス部分をリストするタプルでなければなりません。これ以外のパスへのリクエストは 404「そのようなページはありません」HTTP エラーになります。このタプルが空の場合は全てのパスが有効であると見なされます。デフォルト値は ('/', '/RPC2') です。

SimpleXMLRPCServer の例

サーバーのコード:

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCRequestHandler

# Restrict to a particular path.
class RequestHandler(SimpleXMLRPCRequestHandler):
    rpc_paths = ('/RPC2',)

# Create server
with SimpleXMLRPCServer(('localhost', 8000),
                        requestHandler=RequestHandler) as server:
    server.register_introspection_functions()

    # Register pow() function; this will use the value of
    # pow.__name__ as the name, which is just 'pow'.
    server.register_function(pow)

    # Register a function under a different name
    def adder_function(x, y):
        return x + y
    server.register_function(adder_function, 'add')

    # Register an instance; all the methods of the instance are
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    # published as XML-RPC methods (in this case, just 'mul').
    class MyFuncs:
        def mul(self, x, y):
            return x * y

    server.register_instance(MyFuncs())

    # Run the server's main loop
    server.serve_forever()
```

以下のクライアントコードは上のサーバーで使えるようになったメソッドを呼び出します:

```
import xmlrpc.client

s = xmlrpc.client.ServerProxy('http://localhost:8000')
print(s.pow(2,3))  # Returns 2**3 = 8
print(s.add(2,3))  # Returns 5
print(s.mul(5,2))  # Returns 5*2 = 10

# Print list of available methods
print(s.system.listMethods())
```

register_function() はデコレーターとしても使用できます。前のサーバーの例は、デコレーターの方法で関数を登録することもできます。

```
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCServer
from xmlrpc.server import SimpleXMLRPCRequestHandler

class RequestHandler(SimpleXMLRPCRequestHandler):
    rpc_paths = ('/RPC2',)

with SimpleXMLRPCServer(('localhost', 8000),
                        requestHandler=RequestHandler) as server:
    server.register_introspection_functions()

    # Register pow() function; this will use the value of
    # pow.__name__ as the name, which is just 'pow'.
    server.register_function(pow)

    # Register a function under a different name, using
    # register_function as a decorator. *name* can only be given
    # as a keyword argument.
    @server.register_function(name='add')
    def adder_function(x, y):
        return x + y

    # Register a function under function.__name__.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    @server.register_function
    def mul(x, y):
        return x * y

    server.serve_forever()
```

Lib/xmlrpc/server.py モジュール内にある以下の例はドット付名前を許容し複数呼び出し関数を登録するサーバです。

警告: *allow_dotted_names* オプションを有効にすると、侵入者はあなたのモジュールのグローバル変数にアクセスすることができ、あなたのマシンで任意のコードを実行できる可能性があります。この例は閉じた安全なネットワークでのみお使い下さい。

```
import datetime

class ExampleService:
    def getData(self):
        return '42'

    class currentTime:
        @staticmethod
        def getCurrentTime():
            return datetime.datetime.now()

with SimpleXMLRPCServer(("localhost", 8000)) as server:
    server.register_function(pow)
    server.register_function(lambda x,y: x+y, 'add')
    server.register_instance(ExampleService(), allow_dotted_names=True)
    server.register_multicall_functions()
    print('Serving XML-RPC on localhost port 8000')
    try:
        server.serve_forever()
    except KeyboardInterrupt:
        print("\nKeyboard interrupt received, exiting.")
        sys.exit(0)
```

この ExampleService デモはコマンドラインから起動することができます。

```
python -m xmlrpc.server
```

上記のサーバとやりとりするクライアントは Lib/xmlrpc/client.py にあります:

```
server = ServerProxy("http://localhost:8000")
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
try:
    print(server.currentTime.getCurrentTime())
except Error as v:
    print("ERROR", v)

multi = MultiCall(server)
multi.getData()
multi.pow(2,9)
multi.add(1,2)
try:
    for response in multi():
        print(response)
except Error as v:
    print("ERROR", v)
```

デモ XMLRPC サーバとやりとりするクライアントは以下のように呼び出します:

```
python -m xmlrpc.client
```

21.22.2 CGIXMLRPCRequestHandler

CGIXMLRPCRequestHandler クラスは、Python の CGI スクリプトに送られた XML-RPC リクエストを処理するときに使用できます。

CGIXMLRPCRequestHandler.**register_function**(*function=None*, *name=None*)

XML-RPC リクエストに応答可能な関数を登録します。引数 *name* が与えられた場合は、それが関数 *function* に関連付けられたメソッド名となります。そうでない場合は、`function.__name__` の値が用いられます。引数 *name* は文字列で、例えばピリオド "." のような Python で識別子として正しくない文字を含んでいても構いません。

このメソッドはデコレーターとしても使用することができます。デコレーターとして使用するときは、*name* は関数を *name* で登録するキーワード引数としてのみ渡すことができます。*name* が与えられていないときは、`function.__name__` が使用されます。

バージョン 3.7 で変更: *register_function()* はデコレーターとして使用できます。

CGIXMLRPCRequestHandler.**register_instance**(*instance*)

オブジェクトを登録します。オブジェクトは *register_function()* を使用して登録されていないメソッド名を公開するのに使われます。*instance* に `_dispatch()` メソッドがあった場合、リクエストされたメソッド名と引数で `_dispatch()` を呼び出します。返り値は結果としてクライアントに返されます。*instance* に `_dispatch()` メソッドがなかった場合、リクエストされたメソッド名にマッチする属性を検索します。リクエストされたメソッド名がピリオドを含む場合、モジュール名の各要素が個々に検索され、簡単な階層

的検索が実行されます。その検索で発見された値をリクエストの引数で呼び出し、クライアントに返り値を返します。

CGIXMLRPCRequestHandler.**register_introspection_functions**()

XML-RPC のイントロスペクション関数、system.listMethods 、system.methodHelp 、system.methodSignature を登録します。

CGIXMLRPCRequestHandler.**register_multicall_functions**()

XML-RPC マルチコール関数 system.multicall を登録します。

CGIXMLRPCRequestHandler.**handle_request**(*request_text=None*)

XML-RPC リクエストを処理します。与えられた場合、*request_text* は HTTP サーバが提供する POST データでなければなりません。そうでない場合、標準入力の内容が使われます。

以下はプログラム例です:

```
class MyFuncs:
    def mul(self, x, y):
        return x * y


handler = CGIXMLRPCRequestHandler()
handler.register_function(pow)
handler.register_function(lambda x,y: x+y, 'add')
handler.register_introspection_functions()
handler.register_instance(MyFuncs())
handler.handle_request()
```

21.22.3 XMLRPC サーバの文書化

これらのクラスは HTTP GET 要求への応答内で HTML 文書となるよう上記クラスを拡張します。サーバは独立していても CGI 環境に埋め込まれていてもかまいません。前者では *DocXMLRPCServer* を、後者では *DocCGIXMLRPCRequestHandler* を使用します。

class xmlrpc.server.**DocXMLRPCServer**(*addr*, *requestHandler=DocXMLRPCRequestHandler*, *logRequests=True*, *allow_none=False*, *encoding=None*, *bind_and_activate=True*, *use_builtin_types=True*)

サーバ・インスタンスを新たに生成します。全ての引数の意味は *SimpleXMLRPCServer* のものと同じですが、*requestHandler* のデフォルトは *DocXMLRPCRequestHandler* になっています。

バージョン 3.3 で変更: *use_builtin_types* フラグが追加されました。

class xmlrpc.server.**DocCGIXMLRPCRequestHandler**

CGI 環境で XMR-RPC リクエストを処理するインスタンスを新たに生成します。

class xmlrpc.server.DocXMLRPCRequestHandler

リクエスト・ハンドラのインスタンスを新たに生成します。このリクエスト・ハンドラは XML-RPC POST 要求とドキュメントの GET 要求をサポートし、*DocXMLRPCServer* コンストラクタに与えられた引数 *logRequests* を優先するためにロギングを変更します。

21.22.4 DocXMLRPCServer オブジェクト

DocXMLRPCServer は *SimpleXMLRPCServer* の派生クラスで、自己文書化するスタンドアローン XML-RPC サーバの作成手段を提供します。HTTP POST リクエストは XML-RPC メソッドの呼び出しとして処理されます。HTTP GET リクエストは pydoc スタイルの HTML 文書の生成に処理されます。これによりサーバは自身の web ベースの文書を提供できます。

DocXMLRPCServer.**set_server_title**(*server_title*)

生成する HTML 文書で使用されるタイトルを設定します。このタイトルは HTML の title 要素内で使われます。

DocXMLRPCServer.**set_server_name**(*server_name*)

生成する HTML 文書内で使用される名前を設定します。この名前は生成した文書冒頭の h1 要素内で使われます。

DocXMLRPCServer.**set_server_documentation**(*server_documentation*)

生成する HTML 文書内で使用される説明を設定します。この説明は文書中のサーバ名の下にパラグラフとして出力されます。

21.22.5 DocCGIXMLRPCRequestHandler

DocCGIXMLRPCRequestHandler は *CGIXMLRPCRequestHandler* の派生クラスで、自己文書化する XML-RPC CGI スクリプトの作成手段を提供します。HTTP POST リクエストは XML-RCP メソッドの呼び出しとして処理されます。HTTP GET リクエストは pydoc スタイルの HTML 文書の生成に処理されます。これによりサーバは自身の web ベースの文書を提供できます。

DocCGIXMLRPCRequestHandler.**set_server_title**(*server_title*)

生成する HTML 文書で使用されるタイトルを設定します。このタイトルは HTML の title 要素内で使われます。

DocCGIXMLRPCRequestHandler.**set_server_name**(*server_name*)

生成する HTML 文書内で使用される名前を設定します。この名前は生成した文書冒頭の h1 要素内で使われます。

DocCGIXMLRPCRequestHandler.**set_server_documentation**(*server_documentation*)

生成する HTML 文書内で使用される説明を設定します。この説明は文書中のサーバ名の下にパラグラフとして出力されます。

21.23 ipaddress --- IPv4/IPv6 操作ライブラリ

ソースコード: Lib/ipaddress.py

---

ipaddress は IPv4 と IPv6 アドレスとネットワークの生成・変更・操作を提供しています。

このモジュールの関数やクラスを使うと、IP アドレスに関する様々なタスク、例えば 2 つのホストが同じサブネットに属しているかどうかをチェックしたり、特定のサブネット内の全てのホストをイテレートしたり、文字列が正しい IP アドレスかネットワークを定義しているかどうかをチェックするなどを簡単に実現することができます。

これはモジュールの完全な API リファレンスです。概要や紹介は ipaddress-howto を参照してください。

Added in version 3.3.

21.23.1 便利なファクトリ関数

ipaddress モジュールは簡単に IP アドレス、ネットワーク、インターフェースを生成するためのファクトリ関数を提供しています:

ipaddress.ip_address(*address*)

引数に渡された IP address に応じて、*IPv4Address* か *IPv6Address* のオブジェクトを返します。IPv4 か IPv6 のアドレスを受け取ります; 2**32 より小さい整数はデフォルトでは IPv4 アドレスだと判断されます。*address* が正しい IPv4, IPv6 アドレスを表現していない場合は *ValueError* を発生させます。

```
>>> ipaddress.ip_address('192.168.0.1')
IPv4Address('192.168.0.1')
>>> ipaddress.ip_address('2001:db8::')
IPv6Address('2001:db8::')
```

ipaddress.ip_network(*address*, *strict=True*)

引数に渡された IP address に応じて、*IPv4Network* か *IPv6Network* のオブジェクトを返します。*address* は IP ネットワークを示す文字列あるいは整数です。IPv4 か IPv6 のネットワークを受け取ります; 2**32 より小さい整数はデフォルトでは IPv4 アドレスだと判断されます。*strict* は *IPv4Network* か *IPv6Network* のコンストラクタに渡されます。*address* が正しい IPv4, IPv6 アドレスを表現していない場合や、ネットワークの host bit がセットされていた場合は *ValueError* を発生させます。

```
>>> ipaddress.ip_network('192.168.0.0/28')
IPv4Network('192.168.0.0/28')
```

ipaddress.ip_interface(*address*)

引数に渡された IP address に応じて、*IPv4Interface* か *IPv6Interface* のオブジェクトを返します。*address* は IP ネットワークを示す文字列あるいは整数です。IPv4 か IPv6 のネットワークを受け取ります; `2**32` より小さい整数はデフォルトでは IPv4 アドレスだと判断されます。*address* が正しい IPv4, IPv6 アドレスを表現していない場合は *ValueError* を発生させます。

これらの便利関数を利用するデメリットとして、IPv4 と IPv6 両方のフォーマットを扱う必要性があるために、どちらを期待されていたのかを知ることができず、エラーメッセージが最小限の情報しか提供できないことです。利用したいバージョンの特定のコンストラクタを直接呼ぶことで、より詳細なエラーレポートを得ることができます。

21.23.2 IP アドレス

Address オブジェクト

IPv4Address と *IPv6Address* オブジェクトは多くの共通した属性を持っています。両方の IP バージョンを扱うコードを書きやすくするために、IPv6 アドレスでしか意味が無いいくつかの属性も *IPv4Address* オブジェクトに実装されています。アドレスオブジェクトは *hashable* なので、辞書のキーとして利用できます。

class ipaddress.IPv4Address(*address*)

IPv4 アドレスを構築する。*address* が正しい IPv4 アドレスでない場合、*AddressValueError* を発生させます。

以下のものが正しい IPv4 アドレスを構築します:

1. A string in decimal-dot notation, consisting of four decimal integers in the inclusive range 0--255, separated by dots (e.g. `192.168.0.1`). Each integer represents an octet (byte) in the address. Leading zeroes are not tolerated to prevent confusion with octal notation.
2. 32bit に収まる整数。
3. 大きさ 4 の *bytes* オブジェクトに (最上位オクテットが最初になるように) パックされた整数。

```
>>> ipaddress.IPv4Address('192.168.0.1')
IPv4Address('192.168.0.1')
>>> ipaddress.IPv4Address(3232235521)
IPv4Address('192.168.0.1')
>>> ipaddress.IPv4Address(b'\xC0\xA8\x00\x01')
IPv4Address('192.168.0.1')
```

バージョン 3.8 で変更: Leading zeros are tolerated, even in ambiguous cases that look like octal notation.

バージョン 3.9.5 で変更: Leading zeros are no longer tolerated and are treated as an error. IPv4 address strings are now parsed as strict as glibc *inet_pton()*.

version

適切なバージョン番号: IPv4 なら 4, IPv6 なら 6.

max_prefixlen

このバージョンのアドレスを表現するのに必要なビット数: IPv4 なら 32, IPv6 なら 128.

prefix は、アドレスがネットワークに含まれるかどうかを決定するために比較する、アドレスの先頭ビット数を定義します。

compressed

exploded

ドットと 10 進数を使った表現の文字列。この表現には先頭の 0 は含まれません。

IPv4 はアドレスの 0 オクテットを省略する記法を定義していないので、IPv4 アドレスにおいてこれらの 2 つの属性は常に `str(addr)` と等しくなります。これらの属性を用意することで、IPv4 と IPv6 アドレス両方を扱う、表示用コードが書きやすくなります。

packed

このアドレスのバイナリ表現 - 適切な長さをもった *bytes* オブジェクト (最上位オクテットが先頭)。IPv4 では 4 byte で、IPv6 では 16 byte。

reverse_pointer

The name of the reverse DNS PTR record for the IP address, e.g.:

```
>>> ipaddress.ip_address("127.0.0.1").reverse_pointer
'1.0.0.127.in-addr.arpa'
>>> ipaddress.ip_address("2001:db8::1").reverse_pointer
'1.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.0.8.b.d.0.1.0.0.2.ip6.arpa'
```

This is the name that could be used for performing a PTR lookup, not the resolved hostname itself.

Added in version 3.5.

is_multicast

アドレスがマルチキャスト用に予約されている場合は `True` 。**RFC 3171** (IPv4) か **RFC 2373** (IPv6) を参照。

is_private

`True` if the address is defined as not globally reachable by iana-ipv4-special-registry (for IPv4) or iana-ipv6-special-registry (for IPv6) with the following exceptions:

- `is_private` is `False` for the shared address space (`100.64.0.0/10`)
- For IPv4-mapped IPv6-addresses the `is_private` value is determined by the semantics of the underlying IPv4 addresses and the following condition holds (see *IPv6Address.ipv4_mapped*):

```
address.is_private == address.ipv4_mapped.is_private
```

`is_private` has value opposite to *is_global*, except for the shared address space (`100.64.0.0/10` range) where they are both `False`.

バージョン 3.13 で変更: Fixed some false positives and false negatives.

- `192.0.0.0/24` is considered private with the exception of `192.0.0.9/32` and `192.0.0.10/32` (previously: only the `192.0.0.0/29` sub-range was considered private).
- `64:ff9b:1::/48` is considered private.
- `2002::/16` is considered private.
- There are exceptions within `2001::/23` (otherwise considered private): `2001:1::1/128`, `2001:1::2/128`, `2001:3::/32`, `2001:4:112::/48`, `2001:20::/28`, `2001:30::/28`. The exceptions are not considered private.

is_global

`True` if the address is defined as globally reachable by iana-ipv4-special-registry (for IPv4) or iana-ipv6-special-registry (for IPv6) with the following exception:

For IPv4-mapped IPv6-addresses the `is_private` value is determined by the semantics of the underlying IPv4 addresses and the following condition holds (see *IPv6Address.ipv4_mapped*):

```
address.is_global == address.ipv4_mapped.is_global
```

`is_global` has value opposite to *is_private*, except for the shared address space (`100.64.0.0/10` range) where they are both `False`.

Added in version 3.4.

バージョン 3.13 で変更: Fixed some false positives and false negatives, see *is_private* for details.

is_unspecified

アドレスが未定義の時に `True`. **RFC 5735** (IPv4) か **RFC 2373** (IPv6) を参照。

is_reserved

IETF で予約されているアドレスの場合に `True`。

is_loopback

ループバックアドレスである場合に `True`. **RFC 3330** (IPv4) か **RFC 2373** (IPv6) を参照。

is_link_local

アドレスがリンクローカル用に予約されいている場合に `True`. **RFC 3927** を参照。

ipv6_mapped

IPv4Address object representing the IPv4-mapped IPv6 address. See **RFC 4291**.

Added in version 3.13.

`IPv4Address.__format__`(*fmt*)

Returns a string representation of the IP address, controlled by an explicit format string. *fmt* can be one of the following: `'s'`, the default option, equivalent to *str()*, `'b'` for a zero-padded binary string, `'X'` or `'x'` for an uppercase or lowercase hexadecimal representation, or `'n'`, which is equivalent to `'b'` for IPv4 addresses and `'x'` for IPv6. For binary and hexadecimal representations, the form specifier `'#'` and the grouping option `'_'` are available. `__format__` is used by `format`, `str.format` and f-strings.

```
>>> format(ipaddress.IPv4Address('192.168.0.1'))
'192.168.0.1'
>>> '{:#b}'.format(ipaddress.IPv4Address('192.168.0.1'))
'0b11000000101010000000000000000001'
>>> f'{ipaddress.IPv6Address("2001:db8::1000"):s}'
'2001:db8::1000'
>>> format(ipaddress.IPv6Address('2001:db8::1000'), '_X')
'2001_0DB8_0000_0000_0000_0000_0000_1000'
>>> '{:#_n}'.format(ipaddress.IPv6Address('2001:db8::1000'))
'0x2001_0db8_0000_0000_0000_0000_0000_1000'
```

Added in version 3.9.

`class ipaddress.IPv6Address`(*address*)

IPv6 アドレスを構築する。*address* が正しい IPv6 アドレスでない場合、*AddressValueError* を発生させます。

以下のものが正しい IPv6 アドレスを構築します:

1. 4 桁の 16 進数からなるグループ 8 個で構成された文字列。各グループは 16bit を表現している。グループはコロンで区切られる。これは *exploded* (長い) 記法を表す。文字列は *compressed* (省略) 記法でも良い。詳細は **RFC 4291** を参照。例えば、`"0000:0000:0000:0000:0000:0abc:0007:0def"` は `"::abc:7:def"` と省略できる。

Optionally, the string may also have a scope zone ID, expressed with a suffix `%scope_id`. If present, the scope ID must be non-empty, and may not contain `%`. See **RFC 4007** for details. For example, `fe80::1234%1` might identify address `fe80::1234` on the first link of the node.

2. 128bit に収まる整数。
3. ビッグエンディアンで 16 バイトの長さの *bytes* オブジェクトにパックされた整数。

```
>>> ipaddress.IPv6Address('2001:db8::1000')
IPv6Address('2001:db8::1000')
>>> ipaddress.IPv6Address('ff02::5678%1')
IPv6Address('ff02::5678%1')
```

compressed

アドレス表現の短い形式で、グループ内の先頭の 0 を省略し、連続する完全に 0 のグループの一番長いシーケンスを 1 つの空グループに折りたたんだもの。

これは IPv6 アドレスに対して `str(addr)` が返す値と同じです。

exploded

アドレス表現の長い形式。全てのグループの先頭の 0 は省略されず、完全に 0 のグループも省略されない。

以降の属性とメソッドについては、*IPv4Address* クラスの対応するドキュメントを参照してください:

packed

reverse_pointer

version

max_prefixlen

is_multicast

is_private

is_global

Added in version 3.4.

is_unspecified

is_reserved

is_loopback

is_link_local

is_site_local

アドレスがサイトローカルな目的のために予約されいている場合に `True`. サイトローカルアドレスは **RFC 3879** によって廃止されている事に注意してください。アドレスが **RFC 4193** で定義されているユニークローカルアドレスの範囲に含まれているかどうかをテストするには、*is_private* を利用してください。

ipv4_mapped

IPv4 にマップされた (`::FFFF/96` で始まる) アドレスの場合、このプロパティは埋め込まれた IPv4 Address を返します。それ以外のアドレスに対しては、このプロパティは `None` になります。

scope_id

For scoped addresses as defined by **RFC 4007**, this property identifies the particular zone of the address's scope that the address belongs to, as a string. When no scope zone is specified, this property will be `None`.

sixtofour

RFC 3056 で定義された 6to4 (`2002::/16` で始まる) アドレスの場合、このプロパティは埋め込まれた IPv4 Address を返します。それ以外のアドレスに対しては、このプロパティは `None` になります。

teredo

RFC 4380 で定義された Teredo (`2001::/32` で始まる) アドレスの場合、このプロパティは埋め込まれた `(server, client)` IP アドレスペアを返します。それ以外のアドレスに対しては、このプロパティは `None` になります。

`IPv6Address.__format__`(*fmt*)

IPv4Address の対応するメソッドのドキュメントを参照してください。

Added in version 3.9.

文字列と整数への変換

socket モジュールなどのネットワークインターフェースを利用するには、アドレスを文字列や整数に変換しなければなりません。これには組み込みの *str()* と *int()* 関数を利用します:

```
>>> str(ipaddress.IPv4Address('192.168.0.1'))
'192.168.0.1'
>>> int(ipaddress.IPv4Address('192.168.0.1'))
3232235521
>>> str(ipaddress.IPv6Address('::1'))
'::1'
>>> int(ipaddress.IPv6Address('::1'))
1
```

Note that IPv6 scoped addresses are converted to integers without scope zone ID.

演算子

Address オブジェクトはいくつかの演算子をサポートします。明記されない限り、演算子は互換性のあるオブジェクト間 (つまり IPv4 同士や IPv6 同士) でのみ利用できます。

比較演算子

Address objects can be compared with the usual set of comparison operators. Same IPv6 addresses with different scope zone IDs are not equal. Some examples:

```
>>> IPv4Address('127.0.0.2') > IPv4Address('127.0.0.1')
True
>>> IPv4Address('127.0.0.2') == IPv4Address('127.0.0.1')
False
>>> IPv4Address('127.0.0.2') != IPv4Address('127.0.0.1')
True
>>> IPv6Address('fe80::1234') == IPv6Address('fe80::1234%1')
False
>>> IPv6Address('fe80::1234%1') != IPv6Address('fe80::1234%2')
True
```

算術演算

アドレスオブジェクトから整数を加減算できます。いくつかの例:

```
>>> IPv4Address('127.0.0.2') + 3
IPv4Address('127.0.0.5')
>>> IPv4Address('127.0.0.2') - 3
IPv4Address('126.255.255.255')
>>> IPv4Address('255.255.255.255') + 1
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ipaddress.AddressValueError: 4294967296 (>= 2**32) is not permitted as an IPv4 address
```

21.23.3 IP ネットワーク定義

IPv4Network と *IPv6Network* オブジェクトは IP ネットワークの定義とインスペクトのための機構を提供します。ネットワーク定義は *mask* と **ネットワークアドレス** からなり、*mask* でマスク (bit ごとの AND) するとネットワークアドレスと同じになる IP アドレスの範囲を定義します。例えば、`255.255.255.0` という *mask* と `192.168.1.0` というネットワークアドレスからなるネットワーク定義は、`192.168.1.0` から `192.168.1.255` を含む範囲を表します。

プリフィックス, ネットマスク、ホストマスク

IP ネットワークマスクを定義する幾つかの等価な方法があります。**プリフィックス** `/<nbits>` は先頭の何 bit がネットワークマスクで立っているかを示します。**ネットマスク** は先頭の幾つかの bit が立っている IP アドレスです。プリフィックス `/24` は IPv4 ではネットマスク `255.255.255.0` と、IPv6 では `ffff:ff00::` と同じになります。加えて、**ネットマスク** と論理が逆の **ホストマスク** があり、ときどき (例えば Cisco のアクセスコントロールリスト) ネットワークマスクを表すために利用されます。`/24` と等しい IPv4 のホストマスクは `0.0.0.255` になります。

Network オブジェクト

address オブジェクトで実装されていた属性は全て network オブジェクトにも実装されています。network はそれに追加で幾つかの属性を実装しています。全ての追加属性は *IPv4Network* と *IPv6Network* で共通なので、重複を避けるために *IPv4Network* にだけドキュメントされています。ネットワークオブジェクトは *hashable* なので、辞書のキーとして使用できます。

class ipaddress.IPv4Network(*address*, *strict=True*)

IPv4 ネットワーク定義を構築します。*address* は以下の 1 つです:

1. IP アドレスと、オプションでスラッシュ (/) で区切られたマスクを持つ文字列。IP アドレスはネットワークアドレスで、マスクは **プリフィックス** を意味する 1 つの数値か、IPv4 アドレスの文字列表現です。マスクが IPv4 アドレスのとき、非ゼロのフィールドで始まるときは **ネットマスク** として、ゼロのフィールドで始まるときは **ホストマスク** として解釈されます。ただし、すべてのフィールドが 0 の場合は、**ネットマスク** として扱われます。マスクが省略された場合、`/32` が指定されたものとします。

   例えば、次の *address* 指定は全て等しくなります: `192.168.1.0/24`, `192.168.1.0/255.255.255.0` `192.168.1.0/0.0.0.255`.

2. 32bit に収まる整数。これは 1 つのアドレスのネットワークと等しく、ネットワークアドレスが *address* に、マスクが `/32` になります。

3. 4byte の *bytes* オブジェクトにビッグエンディアンでパックされた整数。これは整数の *address* と同じように解釈されます。

4. A two-tuple of an address description and a netmask, where the address description is either a

string, a 32-bits integer, a 4-bytes packed integer, or an existing *IPv4Address* object; and the netmask is either an integer representing the prefix length (e.g. 24) or a string representing the prefix mask (e.g. 255.255.255.0).

address が有効な IPv4 アドレスでない場合に *AddressValueError* 例外を発生させます。マスクが IPv4 アドレスに対して有効でない場合に *NetmaskValueError* 例外を発生させます。

strict が True の場合、与えられたアドレスのホストビットが立っていたら *ValueError* を発生させます。そうでない場合、ホストビットをマスクして正しいネットワークアドレスを計算します。

特に明記されない場合、他の network や address を受け取る network のメソッドは、引数の IP バージョンが self と異なる場合に *TypeError* を発生させます。

バージョン 3.5 で変更: *address* コンストラクタ引数に 2 要素のタプル形式を追加しました

version

max_prefixlen

IPv4Address の対応する属性のドキュメントを参照してください。

is_multicast

is_private

is_unspecified

is_reserved

is_loopback

is_link_local

These attributes are true for the network as a whole if they are true for both the network address and the broadcast address.

network_address

この network のネットワークアドレス。ネットワークアドレスとプリフィックス長によってユニークにネットワークが定義されます。

broadcast_address

このネットワークのブロードキャストアドレス。ブロードキャストアドレスに投げられたパケットはそのネットワーク内の全てのホストに受信されます。

hostmask

IPv4Address オブジェクトとして表現された ホストマスク。

netmask

IPv4Address オブジェクトとして表現された ネットマスク。

with_prefixlen

compressed

exploded

A string representation of the network, with the mask in prefix notation.

`with_prefixlen` and `compressed` are always the same as `str(network)`. `exploded` uses the exploded form the network address.

with_netmask

A string representation of the network, with the mask in net mask notation.

with_hostmask

A string representation of the network, with the mask in host mask notation.

num_addresses

ネットワーク内のアドレスの総数

prefixlen

ネットワークプレフィックスのビット長。

hosts()

Returns an iterator over the usable hosts in the network. The usable hosts are all the IP addresses that belong to the network, except the network address itself and the network broadcast address. For networks with a mask length of 31, the network address and network broadcast address are also included in the result. Networks with a mask of 32 will return a list containing the single host address.

```
>>> list(ip_network('192.0.2.0/29').hosts())
[IPv4Address('192.0.2.1'), IPv4Address('192.0.2.2'),
 IPv4Address('192.0.2.3'), IPv4Address('192.0.2.4'),
 IPv4Address('192.0.2.5'), IPv4Address('192.0.2.6')]
>>> list(ip_network('192.0.2.0/31').hosts())
[IPv4Address('192.0.2.0'), IPv4Address('192.0.2.1')]
>>> list(ip_network('192.0.2.1/32').hosts())
[IPv4Address('192.0.2.1')]
```

overlaps(*other*)

`True` if this network is partly or wholly contained in *other* or *other* is wholly contained in this network.

address_exclude(*network*)

Computes the network definitions resulting from removing the given *network* from this one. Returns an iterator of network objects. Raises *ValueError* if *network* is not completely contained in this network.

```
>>> n1 = ip_network('192.0.2.0/28')
>>> n2 = ip_network('192.0.2.1/32')
>>> list(n1.address_exclude(n2))
[IPv4Network('192.0.2.8/29'), IPv4Network('192.0.2.4/30'),
 IPv4Network('192.0.2.2/31'), IPv4Network('192.0.2.0/32')]
```

subnets(*prefixlen_diff=1*, *new_prefix=None*)

The subnets that join to make the current network definition, depending on the argument values. *prefixlen_diff* is the amount our prefix length should be increased by. *new_prefix* is the desired new prefix of the subnets; it must be larger than our prefix. One and only one of *prefixlen_diff* and *new_prefix* must be set. Returns an iterator of network objects.

```
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets())
[IPv4Network('192.0.2.0/25'), IPv4Network('192.0.2.128/25')]
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets(prefixlen_diff=2))
[IPv4Network('192.0.2.0/26'), IPv4Network('192.0.2.64/26'),
 IPv4Network('192.0.2.128/26'), IPv4Network('192.0.2.192/26')]
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets(new_prefix=26))
[IPv4Network('192.0.2.0/26'), IPv4Network('192.0.2.64/26'),
 IPv4Network('192.0.2.128/26'), IPv4Network('192.0.2.192/26')]
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets(new_prefix=23))
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
    raise ValueError('new prefix must be longer')
ValueError: new prefix must be longer
>>> list(ip_network('192.0.2.0/24').subnets(new_prefix=25))
[IPv4Network('192.0.2.0/25'), IPv4Network('192.0.2.128/25')]
```

supernet(*prefixlen_diff=1*, *new_prefix=None*)

The supernet containing this network definition, depending on the argument values. *prefixlen_diff* is the amount our prefix length should be decreased by. *new_prefix* is the desired new prefix of the supernet; it must be smaller than our prefix. One and only one of *prefixlen_diff* and *new_prefix* must be set. Returns a single network object.

```
>>> ip_network('192.0.2.0/24').supernet()
IPv4Network('192.0.2.0/23')
>>> ip_network('192.0.2.0/24').supernet(prefixlen_diff=2)
IPv4Network('192.0.0.0/22')
>>> ip_network('192.0.2.0/24').supernet(new_prefix=20)
IPv4Network('192.0.0.0/20')
```

subnet_of(*other*)

このネットワークが *other* のサブネットの場合に `True` を返します。

```
>>> a = ip_network('192.168.1.0/24')
>>> b = ip_network('192.168.1.128/30')
>>> b.subnet_of(a)
True
```

Added in version 3.7.

supernet_of(*other*)

このネットワークが *other* のスーパーネットの場合に `True` を返します。

```
>>> a = ip_network('192.168.1.0/24')
>>> b = ip_network('192.168.1.128/30')
>>> a.supernet_of(b)
True
```

Added in version 3.7.

compare_networks(*other*)

このネットワークを *other* と比較します。比較ではネットワークアドレスのみが考慮され、ホストアドレスは考慮されません。`-1`、`0`、`1` のいずれかを返します。

```
>>> ip_network('192.0.2.1/32').compare_networks(ip_network('192.0.2.2/32'))
-1
>>> ip_network('192.0.2.1/32').compare_networks(ip_network('192.0.2.0/32'))
1
>>> ip_network('192.0.2.1/32').compare_networks(ip_network('192.0.2.1/32'))
0
```

バージョン 3.7 で非推奨: It uses the same ordering and comparison algorithm as "<", "==", and ">"

class ipaddress.IPv6Network(*address*, *strict=True*)

IPv6 ネットワーク定義を構築します。*address* は以下の 1 つです:

1. A string consisting of an IP address and an optional prefix length, separated by a slash (/). The IP address is the network address, and the prefix length must be a single number, the *prefix*. If no prefix length is provided, it's considered to be `/128`.

   Note that currently expanded netmasks are not supported. That means `2001:db00::0/24` is a valid argument while `2001:db00::0/ffff:ff00::` is not.

2. 128bit に収まる整数。これは 1 つのアドレスのネットワークと等しく、ネットワークアドレスが *address* に、マスクが `/128` になります。

3. 16byte の *bytes* オブジェクトにビッグエンディアンでパックされた整数。これは整数の *address* と同じように解釈されます。

4. A two-tuple of an address description and a netmask, where the address description is either a string, a 128-bits integer, a 16-bytes packed integer, or an existing *IPv6Address* object; and the netmask is an integer representing the prefix length.

address が有効な IPv6 アドレスでない場合に *AddressValueError* 例外を発生させます。マスクが IPv6 アドレスに対して有効でない場合に *NetmaskValueError* 例外を発生させます。

strict が `True` の場合、与えられたアドレスのホストビットが立っていたら *ValueError* を発生させます。そうでない場合、ホストビットをマスクして正しいネットワークアドレスを計算します。

バージョン 3.5 で変更: *address* コンストラクタ引数に 2 要素のタプル形式を追加しました

version

max_prefixlen

is_multicast

is_private

is_unspecified

is_reserved

is_loopback

is_link_local

network_address

broadcast_address

hostmask

netmask

with_prefixlen

compressed

exploded

with_netmask

with_hostmask

num_addresses

prefixlen

hosts()

Returns an iterator over the usable hosts in the network. The usable hosts are all the IP addresses that belong to the network, except the Subnet-Router anycast address. For networks with a mask length of 127, the Subnet-Router anycast address is also included in the result. Networks with a mask of 128 will return a list containing the single host address.

overlaps(*other*)

address_exclude(*network*)

subnets(*prefixlen_diff=1*, *new_prefix=None*)

supernet(*prefixlen_diff=1*, *new_prefix=None*)

subnet_of(*other*)

supernet_of(*other*)

compare_networks(*other*)

IPv4Network の対応する属性のドキュメントを参照してください。

is_site_local

This attribute is true for the network as a whole if it is true for both the network address and the broadcast address.

演算子

Network オブジェクトはいくつかの演算子をサポートします。明記されない限り、演算子は互換性のあるオブジェクト間 (つまり IPv4 同士や IPv6 同士) でのみ利用できます。

論理演算子

Network objects can be compared with the usual set of logical operators. Network objects are ordered first by network address, then by net mask.

イテレーション

Network objects can be iterated to list all the addresses belonging to the network. For iteration, *all* hosts are returned, including unusable hosts (for usable hosts, use the *`hosts()`* method). An example:

```
>>> for addr in IPv4Network('192.0.2.0/28'):
...     addr
...
IPv4Address('192.0.2.0')
IPv4Address('192.0.2.1')
IPv4Address('192.0.2.2')
IPv4Address('192.0.2.3')
IPv4Address('192.0.2.4')
IPv4Address('192.0.2.5')
IPv4Address('192.0.2.6')
IPv4Address('192.0.2.7')
IPv4Address('192.0.2.8')
IPv4Address('192.0.2.9')
IPv4Address('192.0.2.10')
IPv4Address('192.0.2.11')
IPv4Address('192.0.2.12')
IPv4Address('192.0.2.13')
IPv4Address('192.0.2.14')
IPv4Address('192.0.2.15')
```

アドレスのコンテナとしてのネットワーク

ネットワークオブジェクトは、アドレスのコンテナとして振舞えます。いくつか例をあげます:

```
>>> IPv4Network('192.0.2.0/28')[0]
IPv4Address('192.0.2.0')
>>> IPv4Network('192.0.2.0/28')[15]
IPv4Address('192.0.2.15')
>>> IPv4Address('192.0.2.6') in IPv4Network('192.0.2.0/28')
True
>>> IPv4Address('192.0.3.6') in IPv4Network('192.0.2.0/28')
False
```

21.23.4 インターフェイスオブジェクト

インターフェースオブジェクトは *hashable* なので、辞書のキーとして使用できます。

class ipaddress.IPv4Interface(*address*)

Construct an IPv4 interface. The meaning of *address* is as in the constructor of *IPv4Network*, except that arbitrary host addresses are always accepted.

IPv4Interface is a subclass of *IPv4Address*, so it inherits all the attributes from that class. In addition, the following attributes are available:

ip

The address (*IPv4Address*) without network information.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.ip
IPv4Address('192.0.2.5')
```

network

The network (*IPv4Network*) this interface belongs to.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.network
IPv4Network('192.0.2.0/24')
```

with_prefixlen

A string representation of the interface with the mask in prefix notation.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.with_prefixlen
'192.0.2.5/24'
```

with_netmask

A string representation of the interface with the network as a net mask.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.with_netmask
'192.0.2.5/255.255.255.0'
```

with_hostmask

A string representation of the interface with the network as a host mask.

```
>>> interface = IPv4Interface('192.0.2.5/24')
>>> interface.with_hostmask
'192.0.2.5/0.0.0.255'
```

class ipaddress.IPv6Interface(*address*)

Construct an IPv6 interface. The meaning of *address* is as in the constructor of *IPv6Network*, except that arbitrary host addresses are always accepted.

IPv6Interface is a subclass of *IPv6Address*, so it inherits all the attributes from that class. In addition, the following attributes are available:

ip

network

with_prefixlen

with_netmask

with_hostmask

IPv4Interface の対応する属性のドキュメントを参照してください。

演算子

Interface オブジェクトはいくつかの演算子をサポートします。明記されない限り、演算子は互換性のあるオブジェクト間 (つまり IPv4 同士や IPv6 同士) でのみ利用できます。

論理演算子

Interface objects can be compared with the usual set of logical operators.

For equality comparison (== and !=), both the IP address and network must be the same for the objects to be equal. An interface will not compare equal to any address or network object.

For ordering (<, >, etc) the rules are different. Interface and address objects with the same IP version can be compared, and the address objects will always sort before the interface objects. Two interface objects are first compared by their networks and, if those are the same, then by their IP addresses.

21.23.5 その他のモジュールレベル関数

このモジュールは以下のモジュールレベル関数も提供しています:

ipaddress.v4_int_to_packed(*address*)

アドレスをネットワークバイトオーダー (ビッグエンディアン) でパックされた 4 バイトで表現します。*address* は IPv4 IP アドレスを整数で表したものです。整数が負だったり IPv4 IP アドレスとして大きすぎる場合は *ValueError* 例外を発生させます。

```
>>> ipaddress.ip_address(3221225985)
IPv4Address('192.0.2.1')
>>> ipaddress.v4_int_to_packed(3221225985)
b'\xc0\x00\x02\x01'
```

ipaddress.**v6_int_to_packed**(*address*)

アドレスをネットワークバイトオーダー (ビッグエンディアン) でパックされた 16 バイトで表現します。*address* は IPv6 IP アドレスを整数で表したものです。整数が負だったり IPv6 IP アドレスとして大きすぎる場合は *ValueError* 例外を発生させます。

ipaddress.**summarize_address_range**(*first*, *last*)

first と last で指定された IP アドレス帯に対するイテレーターを返します。*first* はアドレス帯の中の最初の *IPv4Address* か *IPv6Address* で、*last* はアドレス帯の中の最後の *IPv4Address* か *IPv6Address* です。*first* か *last* が IP アドレスでない場合や、2 つの型が揃っていない場合に、*TypeError* を発生させます。*last* が *first* より大きくない場合や、*first* アドレスのバージョンが 4 でも 6 でもない場合は *ValueError* を発生させます。

```
>>> [ipaddr for ipaddr in ipaddress.summarize_address_range(
...    ipaddress.IPv4Address('192.0.2.0'),
...    ipaddress.IPv4Address('192.0.2.130'))]
[IPv4Network('192.0.2.0/25'), IPv4Network('192.0.2.128/31'), IPv4Network('192.0.2.130/32')]
```

ipaddress.**collapse_addresses**(*addresses*)

Return an iterator of the collapsed *IPv4Network* or *IPv6Network* objects. *addresses* is an *iterable* of *IPv4Network* or *IPv6Network* objects. A *TypeError* is raised if *addresses* contains mixed version objects.

```
>>> [ipaddr for ipaddr in
... ipaddress.collapse_addresses([ipaddress.IPv4Network('192.0.2.0/25'),
... ipaddress.IPv4Network('192.0.2.128/25')])]
[IPv4Network('192.0.2.0/24')]
```

ipaddress.**get_mixed_type_key**(*obj*)

ネットワークとアドレスをソートするための key 関数を返します。アドレスとネットワークは本質的に違うものなので、デフォルトでは比較できません。そのため、次の式は:

```
IPv4Address('192.0.2.0') <= IPv4Network('192.0.2.0/24')
```

理にかなっていません。しかし、それでも *ipaddress* にそれらをソートしてほしい場合があるかもしれません。その場合は、この関数を *sorted()* の *key* 引数に使うことができます。

obj はネットワークオブジェクトかアドレスオブジェクトのどちらかです。

21.23.6 Custom Exceptions

クラスのコンストラクタがより具体的なエラー報告をするために、このモジュールでは以下の例外を定義します:

exception ipaddress.**AddressValueError**(*ValueError*)

Any value error related to the address.

exception ipaddress.**NetmaskValueError**(*ValueError*)

Any value error related to the net mask.

第

TWENTYTWO

マルチメディアサービス

この章で記述されているモジュールは、主にマルチメディアアプリケーションに役立つさまざまなアルゴリズムまたはインターフェイスを実装しています。これらのモジュールはインストール時の自由裁量に応じて利用できます:

22.1 wave --- WAV ファイルの読み書き

ソースコード: Lib/wave.py

The *wave* module provides a convenient interface to the Waveform Audio "WAVE" (or "WAV") file format. Only uncompressed PCM encoded wave files are supported.

バージョン 3.12 で変更: Support for `WAVE_FORMAT_EXTENSIBLE` headers was added, provided that the extended format is `KSDATAFORMAT_SUBTYPE_PCM`.

wave モジュールは、以下の関数と例外を定義しています:

`wave.open`(*file*, *mode=None*)

file が文字列ならその名前のファイルを開き、そうでないなら file like オブジェクトとして扱います。*mode* は以下のうちのいずれかです:

`'rb'`
読み出しのみのモード。

`'wb'`
書き込みのみのモード。

WAV ファイルに対して読み込み／書き込み両方のモードで開くことはできないことに注意して下さい。

mode が `'rb'` の場合 *Wave_read* オブジェクトを返し、`'wb'` の場合 *Wave_write* オブジェクトを返します。*mode* が省略されていて、file-like オブジェクトが *file* として渡されると、`file.mode` が *mode* のデフォルト値として使われます。

If you pass in a file-like object, the wave object will not close it when its `close()` method is called; it is the caller's responsibility to close the file object.

The *open()* function may be used in a `with` statement. When the `with` block completes, the *Wave_read.close()* or *Wave_write.close()* method is called.

バージョン 3.4 で変更: シーク不能なファイルのサポートが追加されました。

exception wave.Error

WAV の仕様を犯したり、実装の欠陥に遭遇して何か実行不可能となった時に発生するエラー。

22.1.1 Wave_read オブジェクト

class wave.Wave_read

Read a WAV file.

open() によって返される Wave_read オブジェクトには、以下のメソッドがあります:

close()

wave によって開かれていた場合はストリームを閉じ、このオブジェクトのインスタンスを使用できなくします。これはオブジェクトのガベージコレクション時に自動的に呼び出されます。

getnchannels()

オーディオチャンネル数（モノラルなら 1 、ステレオなら 2 ）を返します。

getsampwidth()

サンプルサイズをバイト数で返します。

getframerate()

サンプリングレートを返します。

getnframes()

オーディオフレーム数を返します。

getcomptype()

圧縮形式を返します（ `'NONE'` だけがサポートされている形式です)。

getcompname()

getcomptype() を人に判読可能な形にしたものです。通常、`'NONE'` に対して `'not compressed'` が返されます。

getparams()

Returns a *namedtuple()* `(nchannels, sampwidth, framerate, nframes, comptype, compname)`, equivalent to output of the `get*()` methods.

readframes(*n*)

最大 *n* 個のオーディオフレームを読み込んで、*bytes* オブジェクトとして返します。

rewind()

ファイルのポインタをオーディオストリームの先頭に戻します。

The following two methods are defined for compatibility with the old **aifc** module, and don't do anything interesting.

getmarkers()

None を返します。

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: The method only existed for compatibility with the **aifc** module which has been removed in Python 3.13.

getmark(*id*)

エラーを発生します。

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: The method only existed for compatibility with the **aifc** module which has been removed in Python 3.13.

以下の 2 つのメソッドは共通の" 位置" を定義しています。" 位置" は他の関数とは独立して実装されています。

setpos(*pos*)

ファイルのポインタを指定した位置に設定します。

tell()

ファイルの現在のポインタ位置を返します。

22.1.2 Wave_write オブジェクト

class wave.Wave_write

Write a WAV file.

Wave_write objects, as returned by *open()*.

For seekable output streams, the **wave** header will automatically be updated to reflect the number of frames actually written. For unseekable streams, the *nframes* value must be accurate when the first frame data is written. An accurate *nframes* value can be achieved either by calling *setnframes()* or *setparams()* with the number of frames that will be written before *close()* is called and then using *writeframesraw()* to write the frame data, or by calling *writeframes()* with all of the frame data to be written. In the latter case *writeframes()* will calculate the number of frames in the data and set *nframes* accordingly before writing the frame data.

バージョン 3.4 で変更: シーク不能なファイルのサポートが追加されました。

Wave_write objects have the following methods:

close()

nframes が正しいか確認して、ファイルが *wave* によって開かれていた場合は閉じます。このメソッドはオブジェクトがガベージコレクションされるときに呼び出されます。もし出力ストリームがシーク不能で、*nframes* が実際に書き込まれたフレームの数と一致しなければ、例外が起きます。

setnchannels(*n*)

チャンネル数を設定します。

setsampwidth(*n*)

サンプルサイズを *n* バイトに設定します。

setframerate(*n*)

サンプリングレートを *n* に設定します。

バージョン 3.2 で変更: 整数ではない値がこのメソッドに入力された場合は、直近の整数に丸められます。

setnframes(*n*)

フレーム数を *n* に設定します。もし実際に書き込まれたフレームの数と異なるなら、これは後で変更されます (出力ストリームがシーク不能なら、更新しようとした時にエラーが起きます)。

setcomptype(*type*, *name*)

圧縮形式とその記述を設定します。現在のところ、非圧縮を示す圧縮形式 NONE だけがサポートされています。

setparams(*tuple*)

The *tuple* should be `(nchannels, sampwidth, framerate, nframes, comptype, compname)`, with values valid for the `set*()` methods. Sets all parameters.

tell()

ファイルの中の現在位置を返します。*Wave_read.tell()* と *Wave_read.setpos()* メソッドでお断りしたことがこのメソッドにも当てはまります。

writeframesraw(*data*)

nframes の修正なしにオーディオフレームを書き込みます。

バージョン 3.4 で変更: どのような *bytes-like object* も使用できるようになりました。

writeframes(*data*)

出力ストリームが seek 不可能で、*data* が書き込まれた後でそれ以前に *nframes* に設定された値と書き込まれた全フレーム数が一致しなければ、エラーを送出します。

バージョン 3.4 で変更: どのような *bytes-like object* も使用できるようになりました。

writeframes() や *writeframesraw()* メソッドを呼び出したあとで、どんなパラメータを設定しようとしても不正となることに注意して下さい。そうすると *wave.Error* を発生します。

22.2 colorsys --- 色体系間の変換

ソースコード: Lib/colorsys.py

---

colorsys モジュールは、計算機のディスプレイモニタで使われている RGB (Red Green Blue) 色空間で表された色と、他の 3 種類の色座標系: YIQ, HLS (Hue Lightness Saturation: 色相、彩度、飽和) および HSV (Hue Saturation Value: 色相、彩度、明度) との間の双方向の色値変換を定義します。これらの色空間における色座標系は全て浮動小数点数で表されます。YIQ 空間では、Y 軸は 0 から 1 ですが、I および Q 軸は正の値も負の値もとり得ます。他の色空間では、各軸は全て 0 から 1 の値をとります。

参考:

色空間に関するより詳細な情報は https://poynton.ca/ColorFAQ.html と https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-spaces.htm にあります。

colorsys モジュールでは、以下の関数が定義されています:

colorsys.**rgb_to_yiq**(*r*, *g*, *b*)

RGB から YIQ に変換します。

colorsys.**yiq_to_rgb**(*y*, *i*, *q*)

YIQ から RGB に変換します。

colorsys.**rgb_to_hls**(*r*, *g*, *b*)

RGB から HLS に変換します。

colorsys.**hls_to_rgb**(*h*, *l*, *s*)

HLS から RGB に変換します。

colorsys.**rgb_to_hsv**(*r*, *g*, *b*)

RGB から HSV に変換します。

colorsys.**hsv_to_rgb**(*h*, *s*, *v*)

HSV から RGB に変換します。

以下はプログラム例です:

```
>>> import colorsys
>>> colorsys.rgb_to_hsv(0.2, 0.4, 0.4)
(0.5, 0.5, 0.4)
>>> colorsys.hsv_to_rgb(0.5, 0.5, 0.4)
(0.2, 0.4, 0.4)
```

第

TWENTYTHREE

国際化

この章で解説されるモジュールは、プログラムのメッセージで使用される言語を選択したり、または出力を地域の習慣に従って変更するメカニズムを提供して、言語やロケールに依存しないソフトの開発を手助けします。

この章で解説されるモジュールのリスト:

23.1 gettext --- 多言語国際化サービス

ソースコード: Lib/gettext.py

---

gettext モジュールは、Python のモジュールやアプリケーションの国際化 (I18N, I-nternationalizatio-N) および地域化 (L10N, L-ocalizatio-N) サービスを提供します。このモジュールは GNU **gettext** メッセージカタログの API と、より高水準で Python ファイルに適しているクラス形式の API の両方をサポートしてます。以下で述べるインターフェースを使うことで、モジュールやアプリケーションのメッセージをある自然言語で記述しておき、後から提供する翻訳されたメッセージのカタログによって様々な自然言語環境で実行できます。

ここでは Python のモジュールやアプリケーションを地域化するためのいくつかのヒントも提供しています。

23.1.1 GNU gettext API

gettext モジュールでは、以下の GNU **gettext** API に非常に良く似た API を提供しています。この API を使う場合、アプリケーション全体の翻訳に影響します。アプリケーションが単一の言語しか扱わず、ユーザのロケールに従って言語が選ばれるのなら、たいていはこの API が求めているものです。Python モジュールを地域化していたり、アプリケーションの実行中に言語を切り替える必要がある場合は、この API ではなくおそらくクラス形式の API を使いたくなるでしょう。

gettext.**bindtextdomain**(*domain*, *localedir=None*)

domain をロケールディレクトリ *localedir* に対応付けます。具体的には、*gettext* は与えられたドメイ

ンに対するバイナリ形式の .mo ファイルを探しに、(Unix では) *localedir*/*language*/LC_MESSAGES/*domain*.mo というパスを見に行きます。ここで *language* はそれぞれ環境変数 LANGUAGE 、LC_ALL 、LC_MESSAGES 、LANG の中から検索されます。

localedir が省略されるか None の場合、現在 *domain* に対応付けられているロケールディレクトリが返されます。[*1]

gettext.**textdomain**(*domain=None*)

現在のグローバルドメインを変更したり調べたりします。*domain* が None の場合、現在のグローバルドメインが返されます。それ以外の場合には、グローバルドメインに *domain* を設定し、その設定されたグローバルドメインを返します。

gettext.**gettext**(*message*)

Return the localized translation of *message*, based on the current global domain, language, and locale directory. This function is usually aliased as _() in the local namespace (see examples below).

gettext.**dgettext**(*domain*, *message*)

gettext() と同様ですが、指定された *domain* からメッセージを探します。

gettext.**ngettext**(*singular*, *plural*, *n*)

gettext() と同様ですが、複数形を考慮しています。翻訳が見つかった場合、複数形の選択公式を *n* に適用し、その結果得られたメッセージを返します (言語によっては二つ以上の複数形があります)。翻訳が見つからなかった場合、*n* が 1 なら *singular* を返します; そうでない場合 *plural* を返します。

複数形の選択公式はカタログのヘッダから取得されます。選択公式は自由変数 *n* を持つ C または Python の式です; その式の評価結果はカタログにある複数形のインデックスになります。.po ファイルで用いられる詳細な文法と、様々な言語における選択公式については GNU gettext ドキュメント を参照してください。

gettext.**dngettext**(*domain*, *singular*, *plural*, *n*)

ngettext() と同様ですが、指定された *domain* からメッセージを探します。

gettext.**pgettext**(*context*, *message*)

gettext.**dpgettext**(*domain*, *context*, *message*)

gettext.**npgettext**(*context*, *singular*, *plural*, *n*)

[*1] The default locale directory is system dependent; for example, on Red Hat Linux it is **/usr/share/locale**, but on Solaris it is **/usr/lib/locale**. The **gettext** module does not try to support these system dependent defaults; instead its default is *sys.base_prefix*/**share/locale** (see *sys.base_prefix*). For this reason, it is always best to call *bindtextdomain()* with an explicit absolute path at the start of your application.

gettext.**dnpgettext**(*domain*, *context*, *singular*, *plural*, *n*)

Similar to the corresponding functions without the p in the prefix (that is, *gettext()*, *dgettext()*, *ngettext()*, *dngettext()*), but the translation is restricted to the given message *context*.

Added in version 3.8.

Note that GNU **gettext** also defines a dcgettext() method, but this was deemed not useful and so it is currently unimplemented.

以下にこの API の典型的な使用法を示します:

```
import gettext
gettext.bindtextdomain('myapplication', '/path/to/my/language/directory')
gettext.textdomain('myapplication')
_ = gettext.gettext
# ...
print(_('This is a translatable string.'))
```

23.1.2 クラス形式の API

The class-based API of the *gettext* module gives you more flexibility and greater convenience than the GNU **gettext** API. It is the recommended way of localizing your Python applications and modules. **gettext** defines a *GNUTranslations* class which implements the parsing of GNU .mo format files, and has methods for returning strings. Instances of this class can also install themselves in the built-in namespace as the function _().

gettext.**find**(*domain*, *localedir=None*, *languages=None*, *all=False*)

この関数は標準的な .mo ファイル検索アルゴリズムを実装しています。*textdomain()* と同じく、*domain* を引数にとります。オプションの *localedir* は *bindtextdomain()* と同じです。またオプションの *languages* は文字列を列挙したリストで、各文字列は言語コードを表します。

localedir が与えられていない場合、標準のシステムロケールディレクトリが使われます。[*2] *languages* が与えられなかった場合、以下の環境変数: LANGUAGE 、LC_ALL 、LC_MESSAGES 、および LANG が検索されます。空でない値を返した最初の候補が *languages* 変数として使われます。この環境変数は言語名をコロンで分かち書きしたリストを含んでいなければなりません。*find()* はこの文字列をコロンで分割し、言語コードの候補リストを生成します。

find() は次に言語コードを展開および正規化し、リストの各要素について、以下のパス構成:

localedir/*language*/LC_MESSAGES/*domain*.mo

からなる実在するファイルの探索を反復的に行います。*find()* は上記のような実在するファイルで最初に見つかったものを返します。該当するファイルが見つからなかった場合、None が返されます。*all* が与えら

[*2] 上の *bindtextdomain()* に関する脚注を参照してください。

れていれば、全ファイル名のリストが言語リストまたは環境変数で指定されている順番に並べられたものを返します。

gettext.translation(*domain*, *localedir=None*, *languages=None*, *class_=None*, *fallback=False*)

Return a *Translations instance based on the *domain*, *localedir*, and *languages*, which are first passed to *find()* to get a list of the associated .mo file paths. Instances with identical .mo file names are cached. The actual class instantiated is *class_* if provided, otherwise *GNUTranslations*. The class's constructor must take a single *file object* argument.

複数の .mo ファイルがあった場合、後ろのファイルは前のファイルのフォールバックとして利用されます。フォールバックの設定のために、*copy.copy()* を使いキャッシュから翻訳オブジェクトを複製します; こうすることで、実際のインスタンスデータはキャッシュのものと共有されたままになります。

.mo ファイルが見つからなかった場合、*fallback* が偽 (デフォルト値) ならこの関数は *OSError* を送出し、*fallback* が真なら *NullTranslations* インスタンスが返されます。

バージョン 3.3 で変更: 以前は *IOError* が送出されました; それは現在 *OSError* のエイリアスです。

バージョン 3.11 で変更: *codeset* parameter is removed.

gettext.install(*domain*, *localedir=None*, *, *names=None*)

This installs the function _() in Python's builtins namespace, based on *domain* and *localedir* which are passed to the function *translation()*.

names パラメータについては、翻訳オブジェクトの *install()* メソッドの説明を参照ください。

As seen below, you usually mark the strings in your application that are candidates for translation, by wrapping them in a call to the _() function, like this:

```
print(_('This string will be translated.'))
```

For convenience, you want the _() function to be installed in Python's builtins namespace, so it is easily accessible in all modules of your application.

バージョン 3.11 で変更: *names* is now a keyword-only parameter.

NullTranslations クラス

翻訳クラスは、元のソースファイル中のメッセージ文字列から翻訳されたメッセージ文字列への変換処理が実際に実装されているクラスです。全ての翻訳クラスで基底クラスとして使われているクラスが *NullTranslations* です; このクラスは、独自の翻訳クラスを実装するのに使える基本的なインターフェースを提供しています。以下に NullTranslations のメソッドを示します:

class gettext.NullTranslations(*fp=None*)

オプションの **ファイルオブジェクト** *fp* を取ります。この引数は基底クラスでは無視されます。このメ

ソッドは ” 保護された (protected)” インスタンス変数 *_info* および *_charset* を初期化します。これらの変数の値は派生クラスで設定することができます。同様に *_fallback* も初期化しますが、この値は *add_fallback()* で設定されます。その後、*fp* が None でない場合 self._parse(fp) を呼び出します。

_parse(*fp*)

基底クラスでは何もしない (no-op) ようになっています。このメソッドの役割はファイルオブジェクト *fp* を引数に取り、ファイルからデータを読み出し、メッセージカタログを初期化することです。サポートされていないメッセージカタログ形式を使っている場合、その形式を解釈するためにはこのメソッドを上書きしなくてはなりません。

add_fallback(*fallback*)

fallback を現在の翻訳オブジェクトの代替オブジェクトとして追加します。翻訳オブジェクトが与えられたメッセージに対して翻訳メッセージを提供できない場合、この代替オブジェクトに問い合わせることになります。

gettext(*message*)

フォールバックが設定されている場合、フォールバックの gettext() に処理を移譲します。そうでない場合、引数として受け取った *message* を返します。派生クラスで上書きするメソッドです。

ngettext(*singular*, *plural*, *n*)

フォールバックが設定されている場合、フォールバックの ngettext() に処理を移譲します。そうでない場合、*n* が 1 なら *singular* を返します; それ以外なら *plural* を返します。派生クラスで上書きするメソッドです。

pgettext(*context*, *message*)

代替オブジェクトが設定されている場合、*pgettext()* を代替オブジェクトに転送します。そうでない場合、翻訳されたメッセージを返します。派生クラスで上書きするメソッドです。

Added in version 3.8.

npgettext(*context*, *singular*, *plural*, *n*)

代替オブジェクトが設定されている場合、*npgettext()* を代替オブジェクトに転送します。そうでない場合、翻訳されたメッセージを返します。派生クラスで上書きするメソッドです。

Added in version 3.8.

info()

Return a dictionary containing the metadata found in the message catalog file.

charset()

メッセージカタログファイルのエンコーディングを返します。

install(*names=None*)

このメソッドは *gettext()* を組み込み名前空間にインストールし、変数 _ に束縛します。

If the *names* parameter is given, it must be a sequence containing the names of functions you want to install in the builtins namespace in addition to `_()`. Supported names are `'gettext'`, `'ngettext'`, `'pgettext'`, and `'npgettext'`.

Note that this is only one way, albeit the most convenient way, to make the `_()` function available to your application. Because it affects the entire application globally, and specifically the built-in namespace, localized modules should never install `_()`. Instead, they should use this code to make `_()` available to their module:

```
import gettext
t = gettext.translation('mymodule', ...)
_ = t.gettext
```

This puts `_()` only in the module's global namespace and so only affects calls within this module.

バージョン 3.8 で変更: `'pgettext'` と `'npgettext'` が追加されました。

GNUTranslations クラス

The `gettext` module provides one additional class derived from *NullTranslations*: *GNUTranslations*. This class overrides `_parse()` to enable reading GNU `gettext` format `.mo` files in both big-endian and little-endian format.

GNUTranslations parses optional metadata out of the translation catalog. It is convention with GNU `gettext` to include metadata as the translation for the empty string. This metadata is in **RFC 822**-style `key: value` pairs, and should contain the `Project-Id-Version` key. If the key `Content-Type` is found, then the `charset` property is used to initialize the "protected" `_charset` instance variable, defaulting to `None` if not found. If the charset encoding is specified, then all message ids and message strings read from the catalog are converted to Unicode using this encoding, else ASCII is assumed.

Since message ids are read as Unicode strings too, all `*gettext()` methods will assume message ids as Unicode strings, not byte strings.

The entire set of key/value pairs are placed into a dictionary and set as the "protected" `_info` instance variable.

`.mo` ファイルのマジックナンバーが不正な場合や、メジャーバージョン番号が予期されないものの場合、あるいはその他の問題がファイルの読み出し中に発生した場合、*GNUTranslations* クラスのインスタンス化で *OSError* が送出されることがあります。

class gettext.**GNUTranslations**

以下のメソッドは基底クラスの実装からオーバライドされています:

gettext(*message*)

カタログから *message* id を検索して、対応するメッセージ文字列を Unicode でエンコードして返し

ます。*message* id に対応するエントリがカタログに存在せず、フォールバックが設定されている場合、検索処理をフォールバックの *gettext()* メソッドに移譲します。それ以外の場合は、*message* id 自体が返されます。

ngettext(*singular*, *plural*, *n*)

メッセージ id に対する複数形を検索します。カタログに対する検索では *singular* がメッセージ id として用いられ、*n* にはどの複数形を用いるかを指定します。返されるメッセージ文字列は Unicode 文字列です。

メッセージ id がカタログ中に見つからず、フォールバックが指定されている場合は、メッセージ検索要求はフォールバックの *ngettext()* メソッドに移譲されます。それ以外の場合、*n* が 1 ならば *singular* が返され、それ以外なら *plural* が返されます。

以下に例を示します。:

```
n = len(os.listdir('.'))
cat = GNUTranslations(somefile)
message = cat.ngettext(
    'There is %(num)d file in this directory',
    'There are %(num)d files in this directory',
    n) % {'num': n}
```

pgettext(*context*, *message*)

カタログから *context* と *message* id を検索して、対応するメッセージ文字列を、Unicode でエンコードして返します。*message* id と *context* に対するエントリがカタログに存在せず、フォールバックが設定されている場合、フォールバック検索はオブジェクトの *pgettext()* メソッドに転送されます。そうでない場合、*message* id 自体が返されます。

Added in version 3.8.

npgettext(*context*, *singular*, *plural*, *n*)

メッセージ id に対する複数形を検索します。カタログに対する検索では *singular* がメッセージ id として用いられ、*n* にはどの複数形を用いるかを指定します。

context に対するメッセージ id がカタログ中に見つからず、フォールバックオブジェクトが指定されている場合、メッセージ検索要求はフォールバックオブジェクトの *npgettext()* メソッドに転送されます。そうでない場合、*n* が 1 ならば *singular* が返され、それ以外に対しては *plural* が返されます。

Added in version 3.8.

Solaris メッセージカタログ機構のサポート

Solaris オペレーティングシステムでは、独自の .mo バイナリファイル形式を定義していますが、この形式に関するドキュメントが手に入らないため、現時点ではサポートされていません。

Catalog コンストラクタ

GNOME では、James Henstridge によるあるバージョンの *gettext* モジュールを使っていますが、このバージョンは少し異なった API を持っています。ドキュメントに書かれている利用法は:

```
import gettext
cat = gettext.Catalog(domain, localedir)
_ = cat.gettext
print(_('hello world'))
```

For compatibility with this older module, the function `Catalog()` is an alias for the *translation()* function described above.

このモジュールと Henstridge のバージョンとの間には一つ相違点があります: 彼のカタログオブジェクトはマップ型の API を介したアクセスがサポートされていましたが、この API は使われていないらしく、現在はサポートされていません。

23.1.3 プログラムやモジュールを国際化する

国際化 (I18N, I-nternationalizatio-N) とは、プログラムを複数の言語に対応させる操作を指します。地域化 (L10N, L-ocalizatio-N) とは、すでに国際化されているプログラムを特定地域の言語や文化的な事情に対応させることを指します。Python プログラムに多言語メッセージ機能を追加するには、以下の手順を踏む必要があります:

1. プログラムやモジュールで翻訳対象とする文字列に特殊なマークをつけて準備します
2. マークづけをしたファイルに一連のツールを走らせ、生のメッセージカタログを生成します
3. 特定の言語へのメッセージカタログの翻訳を作成します
4. メッセージ文字列を適切に変換するために *gettext* モジュールを使います

In order to prepare your code for I18N, you need to look at all the strings in your files. Any string that needs to be translated should be marked by wrapping it in `_('...')` --- that is, a call to the function `_`. For example:

```
filename = 'mylog.txt'
message = _('writing a log message')
with open(filename, 'w') as fp:
    fp.write(message)
```

この例では、文字列 'writing a log message' が翻訳対象候補としてマーク付けされており、文字列 'mylog.txt' および 'w' はされていません。

翻訳対象の文字列を抽出するツールもあります。オリジナルの GNU **gettext** は C と C++ のソースコードしかサポートしませんが、拡張版の **xgettext** は Python を含めた多くの言語で書かれたコードを読み取り、翻訳できる文字列を発見します。Babel は Python の国際化ライブラリで、翻訳文字列の抽出とメッセージカタログのコンパイルを行う pybabel スクリプトがあります。François Pinard が開発した **xpot** と呼ばれるプログラムは同じような処理を行え、彼の po-utils package の一部として利用可能です。

(Python には **pygettext.py** および **msgfmt.py** という名前の pure-Python 版プログラムもあります; これをインストールしてくれる Python ディストリビューションもあります。**pygettext.py** は **xgettext** に似たプログラムですが Python のソースコードしか理解できず、C や C++ のような他のプログラミング言語を扱えません。**pygettext.py** は **xgettext** と同様のコマンドラインインターフェースをサポートしています; 詳しい使い方については pygettext.py --help と実行してください。**msgfmt.py** は GNU **msgfmt** とバイナリ互換性があります。この 2 つのプログラムがあれば、GNU **gettext** パッケージを使わずに Python アプリケーションを国際化できるでしょう。)

xgettext や **pygettext** のようなツールは、メッセージカタログである .po ファイルを生成します。このファイルは人間が判読可能な構造をしていて、ソースコード中のマークが着けられた文字列と、その文字列の仮置きの訳文が一緒に書き込まれています。

生成された .po ファイルは翻訳者個々人へ頒布され、サポート対象の各自然言語への訳文が書き込まれます。ある言語への飜訳が完了した <language-name>.po ファイルは翻訳者により返送され、**msgfmt** を使い機械が読み込みやすい .mo バイナリカタログファイルへとコンパイルされます。この .mo が *gettext* モジュールによる実行時の実際の飜訳処理で使われます。

gettext モジュールをソースコード中でどのように使うかは単一のモジュールを国際化するのか、それともアプリケーション全体を国際化するのかによります。次のふたつのセクションで、それぞれについて説明します。

モジュールを地域化する

モジュールを地域化する場合、グローバルな変更、例えば組み込み名前空間への変更を行わないように注意しなければなりません。GNU **gettext** API ではなく、クラス形式の API を使うべきです。

仮に対象のモジュール名を "spam" とし、モジュールの各言語における翻訳が収められた .mo ファイルが /usr/share/locale に GNU **gettext** 形式で置かれているとします。この場合、モジュールの最初で以下のようにします:

```
import gettext
t = gettext.translation('spam', '/usr/share/locale')
_ = t.gettext
```

アプリケーションを地域化する

If you are localizing your application, you can install the `_()` function globally into the built-in namespace, usually in the main driver file of your application. This will let all your application-specific files just use `_('...')` without having to explicitly install it in each file.

単純な場合では、単に以下の短いコードをアプリケーションの主ドライバファイルに追加するだけです:

```
import gettext
gettext.install('myapplication')
```

ロケールの辞書を設定する必要がある場合、*install()* 関数に渡すことが出来ます:

```
import gettext
gettext.install('myapplication', '/usr/share/locale')
```

動作中 (on the fly) に言語を切り替える

多くの言語を同時にサポートする必要がある場合、複数の翻訳インスタンスを生成して、例えば以下のコードのように、インスタンスを明示的に切り替えてもかまいません。:

```
import gettext

lang1 = gettext.translation('myapplication', languages=['en'])
lang2 = gettext.translation('myapplication', languages=['fr'])
lang3 = gettext.translation('myapplication', languages=['de'])

# start by using language1
lang1.install()

# ... time goes by, user selects language 2
lang2.install()

# ... more time goes by, user selects language 3
lang3.install()
```

翻訳処理の遅延解決

コードを書く上では、ほとんどの状況で文字列はコードされた場所で翻訳されます。しかし場合によっては、翻訳対象として文字列をマークはするが、その後実際に翻訳が行われるように遅延させる必要が生じます。古典的な例は以下のようなコートです:

```
animals = ['mollusk',
           'albatross',
           'rat',
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            'penguin',
            'python', ]
# ...
for a in animals:
    print(a)
```

ここで、リスト `animals` 内の文字列は翻訳対象としてマークはしたいが、文字列が出力されるまで実際に翻訳を行うのは避けたいとします。

こうした状況を処理する一つの方法を以下に示します:

```
def _(message): return message

animals = [_('mollusk'),
           _('albatross'),
           _('rat'),
           _('penguin'),
           _('python'), ]

del _

# ...
for a in animals:
    print(_(a))
```

This works because the dummy definition of `_()` simply returns the string unchanged. And this dummy definition will temporarily override any definition of `_()` in the built-in namespace (until the `del` command). Take care, though if you have a previous definition of `_()` in the local namespace.

Note that the second use of `_()` will not identify "a" as being translatable to the **gettext** program, because the parameter is not a string literal.

もう一つの処理法は、以下の例のようなやり方です:

```
def N_(message): return message

animals = [N_('mollusk'),
           N_('albatross'),
           N_('rat'),
           N_('penguin'),
           N_('python'), ]

# ...
for a in animals:
    print(_(a))
```

In this case, you are marking translatable strings with the function `N_()`, which won't conflict with any

definition of `_()`. However, you will need to teach your message extraction program to look for translatable strings marked with `N_()`. **xgettext**, **pygettext**, **pybabel extract**, and **xpot** all support this through the use of the `-k` command-line switch. The choice of `N_()` here is totally arbitrary; it could have just as easily been `MarkThisStringForTranslation()`.

23.1.4 謝辞

以下の人々が、このモジュールのコード、フィードバック、設計に関する助言、過去の実装、そして有益な経験談による貢献をしてくれました:

- Peter Funk
- James Henstridge
- Juan David Ibáñez Palomar
- Marc-André Lemburg
- Martin von Löwis
- François Pinard
- Barry Warsaw
- Gustavo Niemeyer

脚注

23.2 `locale` --- 国際化サービス

ソースコード: Lib/locale.py

---

locale モジュールは POSIX ロケールデータベースおよびロケール関連機能へのアクセスを提供します。POSIX ロケール機構を使うことで、プログラマはソフトウェアが実行される各国における詳細を知らなくても、アプリケーション上で特定の地域文化に関係する部分を扱うことができます。

The *locale* module is implemented on top of the `_locale` module, which in turn uses an ANSI C locale implementation if available.

locale モジュールでは以下の例外と関数を定義しています:

exception locale.**Error**

setlocale() に渡されたロケールが認識されない場合例外が送出されます。

locale.**setlocale**(*category*, *locale=None*)

locale が渡され None でない場合、*setlocale()* は *category* のロケール設定を変更します。利用可能なカテゴリーは下記の表を参照してください。*locale* は文字列か 2 つの文字列の iterable (言語コードと文字コード) です。iterale の場合 locale aliasing engine を用いてロケール名に変換されます。空の文字列はユーザのデフォルトの設定を指定します。ロケールの変更に失敗した場合 *Error* が送出されます。成功した場合新しいロケールの設定が返されます。

locale が省略されたり None の場合、*category* の現在の設定が返されます。

setlocale() はほとんどのシステムでスレッド安全ではありません。アプリケーションを書くとき、大抵は以下のコード

```
import locale
locale.setlocale(locale.LC_ALL, '')
```

から書き始めます。これは全てのカテゴリをユーザの環境における標準設定 (大抵は環境変数 LANG で指定されています) に設定します。その後複数スレッドを使ってロケールを変更したりしない限り、問題は起こらないはずです。

locale.**localeconv**()

地域的な慣行のデータベースを辞書として返します。辞書は以下の文字列をキーとして持っています:

カテゴリ	キー	意味
LC_NUMERIC	'decimal_point'	小数点を表す文字です。
	'grouping'	'thousands_sep' が来るかもしれない場所を相対的に表した数からなる配列です。配列が *CHAR_MAX* で終端されている場合、それ以上の桁では桁数字のグループ化を行いません。配列が 0 で終端されている場合、最後に指定したグループが反復的に使われます。
	'thousands_sep'	桁グループ間を区切るために使われる文字です。
LC_MONETARY	'int_curr_symbol'	国際通貨を表現する記号です。
	'currency_symbol'	地域的な通貨を表現する記号です。
	'p_cs_precedes/n_cs_precedes'	通貨記号が値の前につくかどうかです (それぞれ正の値、負の値を表します)。
	'p_sep_by_space/n_sep_by_space'	通貨記号と値との間にスペースを入れるかどうかです (それぞれ正の値、負の値を表します)。
	'mon_decimal_point'	金額表示の際に使われる小数点です。
	'frac_digits'	金額を地域的な方法で表現する際の小数点以下の桁数です。
	'int_frac_digits'	金額を国際的な方法で表現する際の小数点以下の桁数です。
	'mon_thousands_sep'	金額表示の際に桁区切り記号です。
	'mon_grouping'	'grouping' と同じで、金額表示の際に使われます。
	'positive_sign'	正の値の金額表示に使われる記号です。
	'negative_sign'	負の値の金額表示に使われる記号です。
	'p_sign_posn/n_sign_posn'	符号の位置です (それぞれ正の値と負の値を表します)。以下を参照してください。

数値形式の値に *CHAR_MAX* を設定すると、そのロケールでは値が指定されていないことを表します。

'p_sign_posn' および 'n_sign_posn' の取り得る値は以下の通りです。

値	説明
0	通貨記号および値は丸括弧で囲われます。
1	符号は値と通貨記号より前に来ます。
2	符号は値と通貨記号の後に続きます。
3	符号は値の直前に来ます。
4	符号は値の直後に来ます。
CHAR_MAX	このロケールでは特に指定しません。

LC_NUMERIC ロケールや LC_MONETARY ロケールが LC_CTYPE ロケールと異なっていて、数値文字列や通貨文字列が非 ASCII 文字列の場合、この関数は一時的に LC_NUMERIC ロケールや LC_MONETARY ロケールに LC_CTYPE ロケールを設定します。この一時的な変更は他のスレッドに影響を及ぼします。

バージョン 3.7 で変更: この関数は、一時的に LC_NUMERIC ロケールに LC_CTYPE ロケールを設定する場合があります。

locale.**nl_langinfo**(*option*)

ロケール特有の情報を文字列として返します。この関数は全てのシステムで利用可能なわけではなく、指定できる *option* もプラットフォーム間で大きく異なります。引数として使えるのは、locale モジュールで利用可能なシンボル定数を表す数字です。

関数 *nl_langinfo()* は以下のキーのうち一つを受理します。ほとんどの記述は GNU C ライブラリ中の対応する説明から引用されています。

locale.**CODESET**

選択されたロケールで用いられている文字エンコーディングの名前を文字列で取得します。

locale.**D_T_FMT**

日付と時刻をロケール特有の方法で表現するために、*time.strftime()* の書式文字列として用いることのできる文字列を取得します。

locale.**D_FMT**

日付をロケール特有の方法で表現するために、*time.strftime()* の書式文字列として用いることのできる文字列を取得します。

locale.**T_FMT**

時刻をロケール特有の方法で表現するために、*time.strftime()* の書式文字列として用いることのできる文字列を取得します。

locale.**T_FMT_AMPM**

時刻を午前／午後の書式で表現するために、*time.strftime()* の書式文字列として用いることのできる文字列を取得します。

locale.DAY_1

locale.DAY_2

locale.DAY_3

locale.DAY_4

locale.DAY_5

locale.DAY_6

locale.DAY_7

1 週間中の n 番目の曜日名を取得します。

注釈: ロケール US における、*DAY_1* を日曜日とする慣行に従っています。国際的な (ISO 8601) 月曜日を週の初めとする慣行ではありません。

---

locale.ABDAY_1

locale.ABDAY_2

locale.ABDAY_3

locale.ABDAY_4

locale.ABDAY_5

locale.ABDAY_6

locale.ABDAY_7

1 週間中の n 番目の曜日名を略式表記で取得します。

locale.MON_1

locale.MON_2

locale.MON_3

locale.MON_4

locale.MON_5

locale.MON_6

locale.MON_7

locale.MON_8

locale.MON_9

locale.MON_10

locale.MON_11

locale.MON_12

n 番目の月の名前を取得します。

locale.ABMON_1

locale.ABMON_2

locale.ABMON_3

locale.ABMON_4

locale.ABMON_5

locale.ABMON_6

locale.ABMON_7

locale.ABMON_8

locale.ABMON_9

locale.ABMON_10

locale.ABMON_11

locale.ABMON_12

n 番目の月の名前を略式表記で取得します。

locale.RADIXCHAR

基数点 (小数点ドット、あるいは小数点コンマ、等) を取得します。

locale.THOUSEP

1000 単位桁区切り (3 桁ごとのグループ化) の区切り文字を取得します。

locale.YESEXPR

肯定／否定で答える質問に対する肯定回答を正規表現関数で認識するために利用できる正規表現を取得します。

locale.NOEXPR

Get a regular expression that can be used with the `regex(3)` function to recognize a negative response to a yes/no question.

注釈: The regular expressions for *YESEXPR* and *NOEXPR* use syntax suitable for the `regex` function from the C library, which might differ from the syntax used in *re*.

---

locale.CRNCYSTR

通貨シンボルを取得します。シンボルを値の前に表示させる場合には "-"、値の後ろに表示させる場合には "+"、シンボルを基数点と置き換える場合には "." を前につけます。

locale.ERA

現在のロケールで使われている年代を表現する値を取得します。

ほとんどのロケールではこの値を定義していません。この値を設定しているロケールの例は Japanese です。日本には日付の伝統的な表示法として、時の天皇に対応する元号名があります。

通常この値を直接指定する必要はありません。`E` を書式文字列に指定することで、関数 *time.strftime()* がこの情報を使うようになります。返される文字列の様式は決められていないので、異なるシステム間で様式に関する同じ知識が使えると期待してはいけません。

locale.ERA_D_T_FMT

日付および時間をロケール固有の年代に基づいた方法で表現するために、*time.strftime()* の書式文字列として用いることのできる文字列を取得します。

locale.ERA_D_FMT

日付をロケール固有の年代に基づいた方法で表現するために、*time.strftime()* の書式文字列として用いることのできる文字列を取得します。

locale.ERA_T_FMT

時刻をロケール固有の年代に基づいた方法で表現するために、*time.strftime()* の書式文字列として用いることのできる文字列を取得します。

locale.ALT_DIGITS

返される値は 0 から 99 までの 100 個の値の表現です。

locale.getdefaultlocale([*envvars*])

標準のロケール設定を取得しようと試み、結果をタプル (`language code, encoding`) の形式で返します。

POSIX によると、`setlocale(LC_ALL, '')` を呼ばなかったプログラムは、移植可能な `'C'` ロケール設定を使います。`setlocale(LC_ALL, '')` を呼ぶことで、`LANG` 変数で定義された標準のロケール設定を使うようになります。Python では現在のロケール設定に干渉したくないので、上で述べたような方法でその挙動をエミュレーションしています。

他のプラットフォームとの互換性を維持するために、環境変数 `LANG` だけでなく、引数 *envvars* で指定された環境変数のリストも調べられます。最初に見つかった定義が使われます。*envvars* は標準では GNU gettext で使われている検索順になります; これは常に変数名 `LANG` を探します。GNU gettext では `'LC_ALL'`、`'LC_CTYPE'`、`'LANG'`、および `'LANGUAGE'` の順に調べられます。

`'C'` の場合を除き、言語コードは **RFC 1766** に対応します。*language code* および *encoding* が決定できなかった場合、`None` になるかもしれません。

バージョン 3.11 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定.

locale.getlocale(*category=LC_CTYPE*)

Returns the current setting for the given locale category as sequence containing *language code*, *encoding*. *category* may be one of the `LC_*` values except *LC_ALL*. It defaults to *LC_CTYPE*.

'C' の場合を除き、言語コードは **RFC 1766** に対応します。*language code* および *encoding* が決定できなかった場合、None になるかもしれません。

locale.**getpreferredencoding**(*do_setlocale=True*)

テキストデータに使われる **ロケールエンコーディング** を、ユーザの設定に基づいて返します。ユーザの設定は異なるシステム間では異なった方法で表現され、システムによってはプログラミング的に得ることができないこともあるので、この関数が返すのはただの推測です。

システムによっては、ユーザの設定を取得するために *setlocale()* を呼び出す必要があるため、この関数はスレッド安全ではありません。*setlocale()* を呼び出す必要がない、または呼び出したくない場合、*do_setlocale* を False に設定する必要があります。

On Android or if the *Python UTF-8 Mode* is enabled, always return 'utf-8', the *locale encoding* and the *do_setlocale* argument are ignored.

The Python preinitialization configures the LC_CTYPE locale. See also the *filesystem encoding and error handler*.

バージョン 3.7 で変更: この関数は、Android 上あるいは *Python UTF-8* **モード** が有効になっている場合、常に "utf-8" を返すようになりました。

locale.**getencoding**()

Get the current *locale encoding*:

- On Android and VxWorks, return "utf-8".
- On Unix, return the encoding of the current *LC_CTYPE* locale. Return "utf-8" if nl_langinfo(CODESET) returns an empty string: for example, if the current LC_CTYPE locale is not supported.
- On Windows, return the ANSI code page.

The Python preinitialization configures the LC_CTYPE locale. See also the *filesystem encoding and error handler*.

This function is similar to *getpreferredencoding(False)* except this function ignores the *Python UTF-8 Mode*.

Added in version 3.11.

locale.**normalize**(*localename*)

与えたロケール名を規格化したロケールコードを返します。返されるロケールコードは *setlocale()* で使うために書式化されています。規格化が失敗した場合、もとの名前がそのまま返されます。

与えたエンコードがシステムにとって未知の場合、標準の設定では、この関数は *setlocale()* と同様に、エンコーディングをロケールコードにおける標準のエンコーディングに設定します。

locale.**strcoll**(*string1*, *string2*)

現在の *LC_COLLATE* 設定に従って二つの文字列を比較します。他の比較を行う関数と同じように、*string1* が *string2* に対して前に来るか、後に来るか、あるいは二つが等しいかによって、それぞれ負の値、正の値、あるいは 0 を返します。

locale.**strxfrm**(*string*)

文字列を、ロケールを考慮した比較に使える形式に変換します。例えば、`strxfrm(s1) < strxfrm(s2)` は `strcoll(s1, s2) < 0` と等価です。この関数は同じ文字列が何度も比較される場合、例えば文字列からなるシーケンスを順序付けて並べる際に使うことができます。

locale.**format_string**(*format*, *val*, *grouping=False*, *monetary=False*)

数値 *val* を現在の *LC_NUMERIC* の設定に基づいて書式化します。書式は % 演算子の慣行に従います。浮動小数点数については、必要に応じて浮動小数点が変更されます。*grouping* が True なら、ロケールに配慮した桁数の区切りが行われます。

monetary が真なら、桁区切り記号やグループ化文字列を用いて変換を行います。

`format % val` 形式のフォーマット指定子を、現在のロケール設定を考慮したうえで処理します。

バージョン 3.7 で変更: *monetary* キーワード引数が追加されました。

locale.**currency**(*val*, *symbol=True*, *grouping=False*, *international=False*)

数値 *val* を、現在の *LC_MONETARY* の設定にあわせてフォーマットします。

symbol が真の場合は、返される文字列に通貨記号が含まれるようになります。これはデフォルトの設定です。*grouping* が True の場合 (これはデフォルトではありません) は、値をグループ化します。*international* が True の場合 (これはデフォルトではありません) は、国際的な通貨記号を使用します。

注釈: この関数は 'C' ロケールでは動作しないので、まず *setlocale()* でロケールを設定する必要があります。

---

locale.**str**(*float*)

浮動小数点数を `str(float)` と同じように書式化しますが、ロケールに配慮した小数点が使われます。

locale.**delocalize**(*string*)

文字列を *LC_NUMERIC* で設定された慣行に従って正規化された数値文字列に変換します。

Added in version 3.5.

locale.**localize**(*string*, *grouping=False*, *monetary=False*)

Converts a normalized number string into a formatted string following the *LC_NUMERIC* settings.

Added in version 3.10.

locale.**atof**(*string*, *func=float*)

Converts a string to a number, following the *LC_NUMERIC* settings, by calling *func* on the result of calling *delocalize()* on *string*.

locale.**atoi**(*string*)

文字列を *LC_NUMERIC* で設定された慣行に従って整数に変換します。

locale.**LC_CTYPE**

Locale category for the character type functions. Most importantly, this category defines the text encoding, i.e. how bytes are interpreted as Unicode codepoints. See **PEP 538** and **PEP 540** for how this variable might be automatically coerced to `C.UTF-8` to avoid issues created by invalid settings in containers or incompatible settings passed over remote SSH connections.

Python doesn't internally use locale-dependent character transformation functions from `ctype.h`. Instead, an internal `pyctype.h` provides locale-independent equivalents like `Py_TOLOWER`.

locale.**LC_COLLATE**

文字列を並べ替えるためのロケールカテゴリです。*locale* モジュールの関数 *strcoll()* および *strxfrm()* が影響を受けます。

locale.**LC_TIME**

時刻を書式化するためのロケールカテゴリです。*time.strftime()* はこのカテゴリに設定されている慣行に従います。

locale.**LC_MONETARY**

金額に関係する値を書式化するためのロケールカテゴリです。設定可能なオプションは関数 *localeconv()* で得ることができます。

locale.**LC_MESSAGES**

メッセージ表示のためのロケールカテゴリです。現在 Python はアプリケーション毎にロケールに対応したメッセージを出力する機能はサポートしていません。*os.strerror()* が返すような、オペレーティングシステムによって表示されるメッセージはこのカテゴリによって影響を受けます。

This value may not be available on operating systems not conforming to the POSIX standard, most notably Windows.

locale.**LC_NUMERIC**

Locale category for formatting numbers. The functions *format_string()*, *atoi()*, *atof()* and *str()* of the *locale* module are affected by that category. All other numeric formatting operations are not affected.

locale.**LC_ALL**

全てのロケール設定を総合したものです。ロケールを変更する際にこのフラグが使われた場合、そのロケー

ルにおける全てのカテゴリを設定しようと試みます。一つでも失敗したカテゴリがあった場合、全てのカテゴリにおいて設定変更を行いません。このフラグを使ってロケールを取得した場合、全てのカテゴリにおける設定を示す文字列が返されます。この文字列は、後に設定を元に戻すために使うことができます。

locale.CHAR_MAX

localeconv() の返す特別な値のためのシンボル定数です。

以下はプログラム例です:

```
>>> import locale
>>> loc = locale.getlocale()  # get current locale
# use German locale; name might vary with platform
>>> locale.setlocale(locale.LC_ALL, 'de_DE')
>>> locale.strcoll('f\xe4n', 'foo')  # compare a string containing an umlaut
>>> locale.setlocale(locale.LC_ALL, '')   # use user's preferred locale
>>> locale.setlocale(locale.LC_ALL, 'C')  # use default (C) locale
>>> locale.setlocale(locale.LC_ALL, loc)  # restore saved locale
```

23.2.1 ロケールの背景、詳細、ヒント、助言および補足説明

C 標準では、ロケールはプログラム全体にわたる特性であり、その変更は高価な処理であるとしています。加えて、頻繁にロケールを変更するようなひどい実装はコアダンプを引き起こすこともあります。このことがロケールを正しく利用する上で苦痛となっています。

最初、プログラムが起動したときには、ユーザの希望するロケールにかかわらずロケールは C です。例外が 1 つあります: *LC_CTYPE* カテゴリは、現在のロケールエンコーディングをユーザーの希望するロケールエンコーディングに設定するために、スタートアップで変更されます。他のカテゴリについては、プログラムは setlocale(LC_ALL, '') を呼び出して、明示的にユーザの希望するロケール設定を行わなければなりません。

setlocale() をライブラリルーチン内で呼ぶことは、それがプログラム全体に及ぼす副作用の面から、一般的によくない考えです。ロケールを保存したり復帰したりするのもよくありません: 高価な処理であり、ロケールの設定が復帰する以前に起動してしまった他のスレッドに悪影響を及ぼすからです。

もし、汎用を目的としたモジュールを作っていて、ロケールによって影響をうけるような操作 (例えば *time.strftime()* の書式の一部) のロケール独立のバージョンが必要ということになれば、標準ライブラリルーチンを使わずに何とかしなければなりません。よりましな方法は、ロケール設定が正しく利用できているか確かめることです。最後の手段は、あなたのモジュールが C ロケール以外の設定には互換性がないとドキュメントに書くことです。

The only way to perform numeric operations according to the locale is to use the special functions defined by this module: *atof()*, *atoi()*, *format_string()*, *str()*.

ロケールに従ってケース変換や文字分類を行う方法はありません。(ユニコード) テキスト文字列については、これらは文字の値のみによって行われます。その一方、バイト文字列はバイトの ASCII 値に従って変換と分類が行

われます。そして、上位ビットが立っているバイト (すなわち、non-ASCII バイト) は、決して変換されず、英字や空白などの文字クラスの一部とみなされることもありません。

23.2.2 Python 拡張の作者と、Python を埋め込むようなプログラムに関して

拡張モジュールは、現在のロケールを調べる以外は、決して *setlocale()* を呼び出してはなりません。しかし、返される値もロケールの復帰のために使えるだけなので、さほど便利とはいえません (例外はおそらくロケールが C かどうか調べることでしょう)。

When Python code uses the *locale* module to change the locale, this also affects the embedding application. If the embedding application doesn't want this to happen, it should remove the `_locale` extension module (which does all the work) from the table of built-in modules in the `config.c` file, and make sure that the `_locale` module is not accessible as a shared library.

23.2.3 メッセージカタログへのアクセス

`locale.gettext`(*msg*)

`locale.dgettext`(*domain*, *msg*)

`locale.dcgettext`(*domain*, *msg*, *category*)

`locale.textdomain`(*domain*)

`locale.bindtextdomain`(*domain*, *dir*)

`locale.bind_textdomain_codeset`(*domain*, *codeset*)

C ライブラリの gettext インタフェースが提供されているシステムでは、locake モジュールでそのインタフェースを公開しています。このインタフェースは関数 *gettext()* 、*dgettext()* 、*dcgettext()* 、*textdomain()* 、*bindtextdomain()* 、および *bind_textdomain_codeset()* からなります。これらは *gettext* モジュールの同名の関数に似ていますが、メッセージカタログとして C ライブラリのバイナリフォーマットを使い、メッセージカタログを探すために C ライブラリのサーチアルゴリズムを使います。

Python applications should normally find no need to invoke these functions, and should use *gettext* instead. A known exception to this rule are applications that link with additional C libraries which internally invoke C functions `gettext` or `dcgettext`. For these applications, it may be necessary to bind the text domain, so that the libraries can properly locate their message catalogs.

第

TWENTYFOUR

プログラムのフレームワーク

この章で解説されるモジュールはあなたのプログラムの大枠を規定するフレームワークです。現状では、ここで解説されるモジュールは全てコマンドラインインターフェースを書くためのものです。

この章で解説されるモジュールの完全な一覧は:

24.1 `turtle` --- タートルグラフィックス

ソースコード: Lib/turtle.py

24.1.1 はじめに

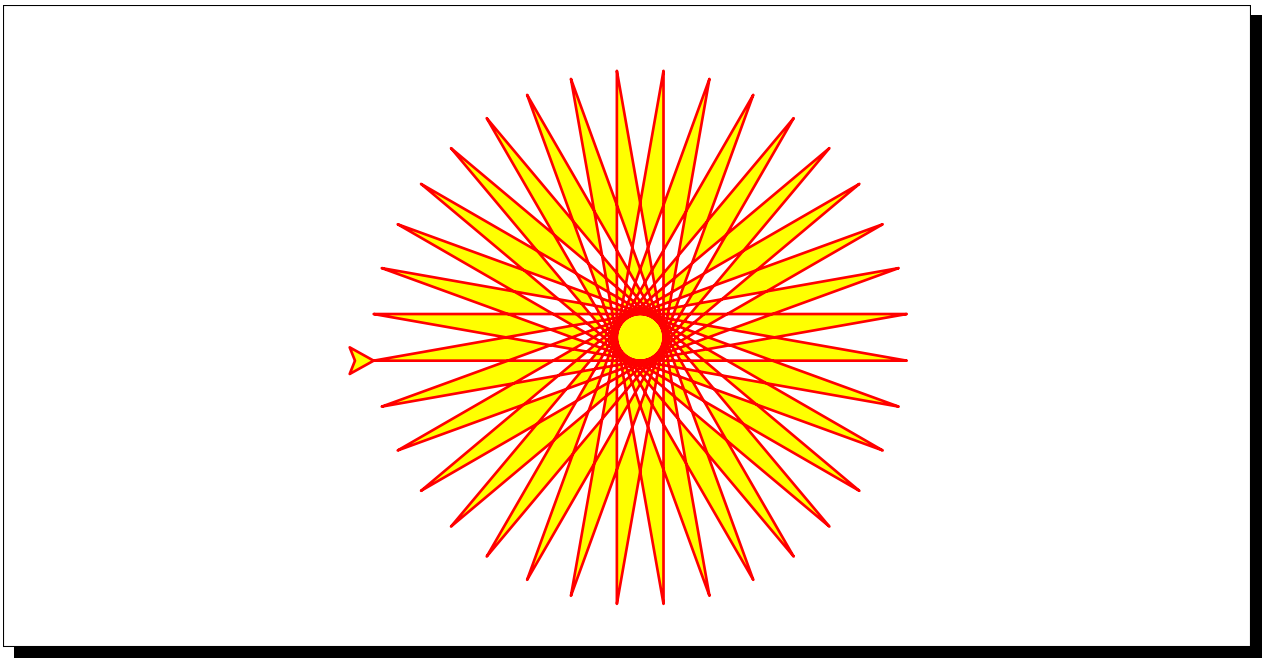
Turtle graphics is an implementation of the popular geometric drawing tools introduced in Logo, developed by Wally Feurzeig, Seymour Papert and Cynthia Solomon in 1967.

24.1.2 Get started

x-y 平面の (0, 0) から動き出すロボット亀を想像してみて下さい。`turtle.forward(15)` という命令を出すと、その亀が (スクリーン上で!) 15 ピクセル分顔を向けている方向に動き、動きに沿って線を引きます。`turtle.left(25)` という命令を出すと、今度はその場で 25 度反時計回りに回ります。

Turtle star

Turtle can draw intricate shapes using programs that repeat simple moves.



In Python, turtle graphics provides a representation of a physical ”turtle” (a little robot with a pen) that draws on a sheet of paper on the floor.

It's an effective and well-proven way for learners to encounter programming concepts and interaction with software, as it provides instant, visible feedback. It also provides convenient access to graphical output in general.

Turtle drawing was originally created as an educational tool, to be used by teachers in the classroom. For the programmer who needs to produce some graphical output it can be a way to do that without the overhead of introducing more complex or external libraries into their work.

24.1.3 チュートリアル

New users should start here. In this tutorial we'll explore some of the basics of turtle drawing.

Starting a turtle environment

In a Python shell, import all the objects of the `turtle` module:

```
from turtle import *
```

If you run into a `No module named '_tkinter'` error, you'll have to install the *Tk interface package* on your system.

Basic drawing

Send the turtle forward 100 steps:

```
forward(100)
```

You should see (most likely, in a new window on your display) a line drawn by the turtle, heading East. Change the direction of the turtle, so that it turns 120 degrees left (anti-clockwise):

```
left(120)
```

Let's continue by drawing a triangle:

```
forward(100)
left(120)
forward(100)
```

Notice how the turtle, represented by an arrow, points in different directions as you steer it.

Experiment with those commands, and also with `backward()` and `right()`.

Pen の制御

Try changing the color - for example, `color('blue')` - and width of the line - for example, `width(3)` - and then drawing again.

You can also move the turtle around without drawing, by lifting up the pen: `up()` before moving. To start drawing again, use `down()`.

The turtle's position

Send your turtle back to its starting-point (useful if it has disappeared off-screen):

```
home()
```

The home position is at the center of the turtle's screen. If you ever need to know them, get the turtle's x-y coordinates with:

```
pos()
```

Home is at `(0, 0)`.

And after a while, it will probably help to clear the window so we can start anew:

```
clearscreen()
```

Making algorithmic patterns

Using loops, it's possible to build up geometric patterns:

```
for steps in range(100):
    for c in ('blue', 'red', 'green'):
        color(c)
        forward(steps)
        right(30)
```

- which of course, are limited only by the imagination!

Let's draw the star shape at the top of this page. We want red lines, filled in with yellow:

```
color('red')
fillcolor('yellow')
```

Just as `up()` and `down()` determine whether lines will be drawn, filling can be turned on and off:

```
begin_fill()
```

Next we'll create a loop:

```
while True:
    forward(200)
    left(170)
    if abs(pos()) < 1:
        break
```

`abs(pos()) < 1` is a good way to know when the turtle is back at its home position.

Finally, complete the filling:

```
end_fill()
```

(Note that filling only actually takes place when you give the `end_fill()` command.)

24.1.4 How to...

This section covers some typical turtle use-cases and approaches.

Get started as quickly as possible

One of the joys of turtle graphics is the immediate, visual feedback that's available from simple commands - it's an excellent way to introduce children to programming ideas, with a minimum of overhead (not just children, of course).

The turtle module makes this possible by exposing all its basic functionality as functions, available with `from turtle import *`. The *turtle graphics tutorial* covers this approach.

It's worth noting that many of the turtle commands also have even more terse equivalents, such as `fd()` for *`forward()`*. These are especially useful when working with learners for whom typing is not a skill.

> You'll need to have the *`Tk interface package`* installed on your system for turtle graphics to work. Be warned that this is not always straightforward, so check this in advance if you're planning to use turtle graphics with a learner.

Use the `turtle` module namespace

Using `from turtle import *` is convenient - but be warned that it imports a rather large collection of objects, and if you're doing anything but turtle graphics you run the risk of a name conflict (this becomes even more an issue if you're using turtle graphics in a script where other modules might be imported).

The solution is to use `import turtle` - `fd()` becomes `turtle.fd()`, `width()` becomes `turtle.width()` and so on. (If typing "turtle" over and over again becomes tedious, use for example `import turtle as t` instead.)

Use turtle graphics in a script

It's recommended to use the `turtle` module namespace as described immediately above, for example:

```
import turtle as t
from random import random

for i in range(100):
    steps = int(random() * 100)
    angle = int(random() * 360)
    t.right(angle)
    t.fd(steps)
```

Another step is also required though - as soon as the script ends, Python will also close the turtle's window. Add:

```
t.mainloop()
```

to the end of the script. The script will now wait to be dismissed and will not exit until it is terminated, for example by closing the turtle graphics window.

Use object-oriented turtle graphics

参考:

Explanation of the object-oriented interface

Other than for very basic introductory purposes, or for trying things out as quickly as possible, it's more usual and much more powerful to use the object-oriented approach to turtle graphics. For example, this allows multiple turtles on screen at once.

In this approach, the various turtle commands are methods of objects (mostly of `Turtle` objects). You *can* use the object-oriented approach in the shell, but it would be more typical in a Python script.

The example above then becomes:

```
from turtle import Turtle
from random import random

t = Turtle()
for i in range(100):
    steps = int(random() * 100)
    angle = int(random() * 360)
    t.right(angle)
    t.fd(steps)

t.screen.mainloop()
```

Note the last line. `t.screen` is an instance of the *Screen* that a Turtle instance exists on; it's created automatically along with the turtle.

The turtle's screen can be customised, for example:

```
t.screen.title('Object-oriented turtle demo')
t.screen.bgcolor("orange")
```

24.1.5 Turtle graphics reference

注釈: 以下の文書では関数に対する引数リストが与えられています。メソッドでは、勿論、ここでは省略されている *self* が第一引数になります。

Turtle のメソッド

Turtle の動き

移動および描画

forward() | *fd()*

backward() | *bk()* | *back()*

right() | *rt()*

left() | *lt()*

goto() | *setpos()* | *setposition()*

teleport()

setx()

sety()

setheading() | *seth()*

home()

circle()

dot()

stamp()

clearstamp()

clearstamps()

undo()

speed()

Turtle の状態を知る

position() | *pos()*

towards()

xcor()

ycor()

heading()

distance()

設定と計測

degrees()

radians()

Pen の制御

描画状態

pendown() | *pd()* | *down()*

penup() | *pu()* | *up()*

pensize() | *width()*

pen()

isdown()

色の制御

color()

pencolor()

fillcolor()

塗りつぶし

filling()

begin_fill()

end_fill()

さらなる描画の制御

reset()

clear()

write()

タートルの状態

可視性

showturtle() | *st()*

hideturtle() | *ht()*

isvisible()

見た目

shape()

resizemode()

shapesize() | *turtlesize()*

shearfactor()

tiltangle()

tilt()

shapetransform()

get_shapepoly()

イベントを利用する

onclick()

onrelease()

ondrag()

特別な Turtle のメソッド

begin_poly()

end_poly()

get_poly()

clone()

getturtle() | *getpen()*

getscreen()

setundobuffer()

undobufferentries()

TurtleScreen/Screen のメソッド

ウィンドウの制御

bgcolor()

bgpic()

clearscreen()

resetscreen()

screensize()

setworldcoordinates()

アニメーションの制御

delay()

tracer()

update()

スクリーンイベントを利用する

listen()

onkey() | *onkeyrelease()*

onkeypress()

onclick() | *onscreenclick()*

ontimer()

mainloop() | *done()*

設定と特殊なメソッド

mode()

colormode()

getcanvas()

getshapes()

register_shape() | *addshape()*

turtles()

window_height()

window_width()

入力メソッド

textinput()

numinput()

Screen 独自のメソッド

bye()

exitonclick()

setup()

title()

24.1.6 RawTurtle/Turtle のメソッドと対応する関数

この節のほとんどの例では `turtle` という名前の Turtle インスタンスを使います。

Turtle の動き

`turtle.forward(`*distance*`)`

`turtle.fd(`*distance*`)`

パラメータ

distance -- 数 (整数または浮動小数点数)

タートルが頭を向けている方へ、タートルを距離 *distance* だけ前進させます。

```
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.forward(25)
>>> turtle.position()
(25.00,0.00)
>>> turtle.forward(-75)
>>> turtle.position()
(-50.00,0.00)
```

`turtle.back(`*distance*`)`

`turtle.bk(`*distance*`)`

`turtle.backward(`*distance*`)`

パラメータ

distance -- 数

タートルが頭を向けている方と反対方向へ、タートルを距離 *distance* だけ後退させます。タートルの向きは変えません。

```
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.backward(30)
>>> turtle.position()
(-30.00,0.00)
```

`turtle.right(`*angle*`)`

`turtle.rt(`*angle*`)`

パラメータ

angle -- 数 (整数または浮動小数点数)

タートルを *angle* 単位だけ右に回します。(単位のデフォルトは度ですが、*degrees()* と *radians()* 関数を使って設定できます。) 角度の向きはタートルのモードによって意味が変わります。*mode()* を参照してください。

```
>>> turtle.heading()
22.0
>>> turtle.right(45)
>>> turtle.heading()
337.0
```

turtle.left(*angle*)

turtle.lt(*angle*)

パラメータ

angle -- 数 (整数または浮動小数点数)

タートルを *angle* 単位だけ左に回します。(単位のデフォルトは度ですが、*degrees()* と *radians()* 関数を使って設定できます。) 角度の向きはタートルのモードによって意味が変わります。*mode()* を参照してください。

```
>>> turtle.heading()
22.0
>>> turtle.left(45)
>>> turtle.heading()
67.0
```

turtle.goto(*x*, *y=None*)

turtle.setpos(*x*, *y=None*)

turtle.setposition(*x*, *y=None*)

パラメータ

- **x** -- 数または数のペア/ベクトル
- **y** -- 数または None

y が None の場合、*x* は座標のペアかまたは *Vec2D* (たとえば *pos()* で返されます) でなければなりません。

タートルを指定された絶対位置に移動します。ペンが下りていれば線を引きます。タートルの向きは変わりません。

```
>>> tp = turtle.pos()
>>> tp
(0.00,0.00)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> turtle.setpos(60,30)
>>> turtle.pos()
(60.00,30.00)
>>> turtle.setpos((20,80))
>>> turtle.pos()
(20.00,80.00)
>>> turtle.setpos(tp)
>>> turtle.pos()
(0.00,0.00)
```

turtle.**teleport**(*x*, *y=None*, ***, *fill_gap=False*)

パラメータ

- **x** -- 数または None
- **y** -- 数または None
- **fill_gap** -- ブール値

Move turtle to an absolute position. Unlike goto(x, y), a line will not be drawn. The turtle's orientation does not change. If currently filling, the polygon(s) teleported from will be filled after leaving, and filling will begin again after teleporting. This can be disabled with fill_gap=True, which makes the imaginary line traveled during teleporting act as a fill barrier like in goto(x, y).

```
>>> tp = turtle.pos()
>>> tp
(0.00,0.00)
>>> turtle.teleport(60)
>>> turtle.pos()
(60.00,0.00)
>>> turtle.teleport(y=10)
>>> turtle.pos()
(60.00,10.00)
>>> turtle.teleport(20, 30)
>>> turtle.pos()
(20.00,30.00)
```

Added in version 3.12.

turtle.**setx**(*x*)

パラメータ **x**

-- 数 (整数または浮動小数点数)

タートルの第一座標を x にします。第二座標は変わりません。

```
>>> turtle.position()
(0.00,240.00)
>>> turtle.setx(10)
>>> turtle.position()
(10.00,240.00)
```

turtle.**sety**(*y*)

パラメータ **y**

-- 数 (整数または浮動小数点数)

タートルの第二座標を *y* にします。第一座標は変わりません。

```
>>> turtle.position()
(0.00,40.00)
>>> turtle.sety(-10)
>>> turtle.position()
(0.00,-10.00)
```

turtle.**setheading**(*to_angle*)

turtle.**seth**(*to_angle*)

パラメータ

to_angle -- 数 (整数または浮動小数点数)

タートルの向きを *to_angle* に設定します。以下はよく使われる方向を度で表わしたものです:

標準モード	logo モード
0 - 東	0 - 北
90 - 北	90 - 東
180 - 西	180 - 南
270 - 南	270 - 西

```
>>> turtle.setheading(90)
>>> turtle.heading()
90.0
```

turtle.**home**()

タートルを原点 -- 座標 (0, 0) -- に移動し、向きを開始方向に設定します (開始方向はモードに依って違います。*mode()* を参照してください)。

```
>>> turtle.heading()
90.0
>>> turtle.position()
(0.00,-10.00)
>>> turtle.home()
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
```

turtle.**circle**(*radius*, *extent=None*, *steps=None*)

パラメータ

- **radius** -- 数
- **extent** -- 数 (または None)
- **steps** -- 整数 (または None)

半径 *radius* の円を描きます。中心はタートルの左 *radius* ユニットの点です。*extent* -- 角度です -- は円のどの部分を描くかを決定します。*extent* が与えられなければ、デフォルトで完全な円になります。*extent* が完全な円でない場合は、弧の一つの端点は、現在のペンの位置です。*radius* が正の場合、弧は反時計回りに描かれます。そうでなければ、時計回りです。最後にタートルの向きが *extent* 分だけ変わります。

円は内接する正多角形で近似されます。*steps* でそのために使うステップ数を決定します。この値は与えられなければ自動的に計算されます。また、これを正多角形の描画に利用することもできます。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
>>> turtle.circle(50)
>>> turtle.position()
(-0.00,0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
>>> turtle.circle(120, 180)  # draw a semicircle
>>> turtle.position()
(0.00,240.00)
>>> turtle.heading()
180.0
```

turtle.**dot**(*size=None*, **color*)

パラメータ

- **size** -- 1 以上の整数 (与えられる場合には)
- **color** -- 色を表わす文字列またはタプル

直径 *size* の丸い点を *color* で指定された色で描きます。*size* が与えられなかった場合、pensize+4 と 2*pensize の大きい方が使われます。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.dot()
>>> turtle.fd(50); turtle.dot(20, "blue"); turtle.fd(50)
>>> turtle.position()
(100.00,-0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
```

turtle.**stamp**()

キャンバス上の現在タートルがいる位置にタートルの姿のハンコを押します。そのハンコに対して stamp_id が返されますが、これを使うと後で `clearstamp(stamp_id)` のように呼び出して消すことができます。

```
>>> turtle.color("blue")
>>> stamp_id = turtle.stamp()
>>> turtle.fd(50)
```

turtle.**clearstamp**(*stampid*)

パラメータ

stampid -- 整数で、先立つ *stamp()* 呼出しで返された値でなければなりません

stampid に対応するハンコを消します。

```
>>> turtle.position()
(150.00,-0.00)
>>> turtle.color("blue")
>>> astamp = turtle.stamp()
>>> turtle.fd(50)
>>> turtle.position()
(200.00,-0.00)
>>> turtle.clearstamp(astamp)
>>> turtle.position()
(200.00,-0.00)
```

turtle.**clearstamps**(*n=None*)

パラメータ **n**

-- 整数 (または None)

全ての、または最初の/最後の n 個のハンコを消します。n が None の場合、全てのハンコを消します。n が正の場合には最初の n 個、n が負の場合には最後の n 個を消します。

```
>>> for i in range(8):
...     unused_stamp_id = turtle.stamp()
...     turtle.fd(30)
>>> turtle.clearstamps(2)
>>> turtle.clearstamps(-2)
>>> turtle.clearstamps()
```

turtle.undo()

最後の (繰り返すことにより複数の) タートルの動きを取り消します。取り消しできる動きの最大数は undobuffer のサイズによって決まります。

```
>>> for i in range(4):
...     turtle.fd(50); turtle.lt(80)
...
>>> for i in range(8):
...     turtle.undo()
```

turtle.speed(*speed=None*)

パラメータ

speed -- 0 から 10 までの整数またはスピードを表わす文字列 (以下の説明を参照)

タートルのスピードを 0 から 10 までの範囲の整数に設定します。引数が与えられない場合は現在のスピードを返します。

与えられた数字が 10 より大きかったり 0.5 より小さかったりした場合は、スピードは 0 になります。スピードを表わす文字列は次のように数字に変換されます:

- "fastest": 0
- "fast": 10
- "normal": 6
- "slow": 3
- "slowest": 1

1 から 10 までのスピードを上げていくにつれて線を描いたりタートルが回ったりするアニメーションがだんだん速くなります。

注意: *speed* = 0 はアニメーションを無くします。forward/backward ではタートルがジャンプし、left/right では瞬時に方向を変えます。

```
>>> turtle.speed()
3
>>> turtle.speed('normal')
>>> turtle.speed()
6
>>> turtle.speed(9)
>>> turtle.speed()
9
```

Turtle の状態を知る

turtle.position()

turtle.pos()

タートルの現在位置を (*Vec2D* のベクトルとして) 返します。

```
>>> turtle.pos()
(440.00,-0.00)
```

turtle.towards(*x*, *y=None*)

パラメータ

- **x** -- 数または数のペア/ベクトルまたはタートルのインスタンス
- **y** -- *x* が数ならば数、そうでなければ None

タートルの位置から指定された (x,y) への直線の角度を返します。この値はタートルの開始方向にそして開始方向はモード ("standard"/"world" または "logo") に依存します。

```
>>> turtle.goto(10, 10)
>>> turtle.towards(0,0)
225.0
```

turtle.xcor()

タートルの x 座標を返します。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(50)
>>> turtle.forward(100)
>>> turtle.pos()
(64.28,76.60)
>>> print(round(turtle.xcor(), 5))
64.27876
```

turtle.ycor()

タートルの y 座標を返します。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(60)
>>> turtle.forward(100)
>>> print(turtle.pos())
(50.00,86.60)
>>> print(round(turtle.ycor(), 5))
86.60254
```

turtle.heading()

タートルの現在の向きを返します (返される値はタートルのモードに依存します。*mode()* を参照してください)。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(67)
>>> turtle.heading()
67.0
```

turtle.distance(*x*, *y=None*)

パラメータ

- **x** -- 数または数のペア/ベクトルまたはタートルのインスタンス
- **y** -- *x* が数ならば数、そうでなければ None

タートルから与えられた (x,y) あるいはベクトルあるいは渡されたタートルへの距離を、タートルのステップを単位として測った値を返します。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.distance(30,40)
50.0
>>> turtle.distance((30,40))
50.0
>>> joe = Turtle()
>>> joe.forward(77)
>>> turtle.distance(joe)
77.0
```

設定と計測

turtle.degrees(*fullcircle=360.0*)

パラメータ

fullcircle -- 数

角度を計る単位「度」を、円周を何等分するかという値に指定します。デフォルトは 360 等分で通常の意味での度です。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(90)
>>> turtle.heading()
90.0

Change angle measurement unit to grad (also known as gon,
grade, or gradian and equals 1/100-th of the right angle.)
>>> turtle.degrees(400.0)
>>> turtle.heading()
100.0
>>> turtle.degrees(360)
>>> turtle.heading()
90.0
```

turtle.radians()

角度を計る単位をラジアンにします。`degrees(2*math.pi)` と同じ意味です。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.left(90)
>>> turtle.heading()
90.0
>>> turtle.radians()
>>> turtle.heading()
1.5707963267948966
```

Pen の制御

描画状態

turtle.pendown()

turtle.pd()

turtle.down()

ペンを下ろします -- 動くと線が引かれます。

turtle.penup()

turtle.**pu**()

turtle.**up**()

ペンを上げます -- 動いても線は引かれません。

turtle.**pensize**(*width=None*)

turtle.**width**(*width=None*)

パラメータ

width -- 正の数

線の太さを *width* にするか、または現在の太さを返します。resizemode が "auto" でタートルの形が多角形の場合、その多角形も同じ太さで描画されます。引数が渡されなければ、現在の pensize が返されます。

```
>>> turtle.pensize()
1
>>> turtle.pensize(10)   # from here on lines of width 10 are drawn
```

turtle.**pen**(*pen=None*, ***pendict*)

パラメータ

- **pen** -- 以下にリストされたキーをもった辞書
- **pendict** -- 以下にリストされたキーをキーワードとするキーワード引数

ペンの属性を "pen-dictionary" に以下のキー/値ペアで設定するかまたは返します:

- "shown": True/False
- "pendown": True/False
- "pencolor": 色文字列または色タプル
- "fillcolor": 色文字列または色タプル
- "pensize": 正の数
- "speed": 0 から 10 までの整数
- "resizemode": "auto" または "user" または "noresize"
- "stretchfactor": (正の数, 正の数)
- "outline": 正の数
- "tilt": 数

この辞書を以降の *pen()* 呼出しに渡して以前のペンの状態に復旧することができます。さらに一つ以上の属性をキーワード引数として渡すこともできます。一つの文で幾つものペンの属性を設定するのに使えます。

```
>>> turtle.pen(fillcolor="black", pencolor="red", pensize=10)
>>> sorted(turtle.pen().items())
[('fillcolor', 'black'), ('outline', 1), ('pencolor', 'red'),
 ('pendown', True), ('pensize', 10), ('resizemode', 'noresize'),
 ('shearfactor', 0.0), ('shown', True), ('speed', 9),
 ('stretchfactor', (1.0, 1.0)), ('tilt', 0.0)]
>>> penstate=turtle.pen()
>>> turtle.color("yellow", "")
>>> turtle.penup()
>>> sorted(turtle.pen().items())[:3]
[('fillcolor', ''), ('outline', 1), ('pencolor', 'yellow')]
>>> turtle.pen(penstate, fillcolor="green")
>>> sorted(turtle.pen().items())[:3]
[('fillcolor', 'green'), ('outline', 1), ('pencolor', 'red')]
```

turtle.isdown()

もしペンが下りていれば True を、上がっていれば False を返します。

```
>>> turtle.penup()
>>> turtle.isdown()
False
>>> turtle.pendown()
>>> turtle.isdown()
True
```

色の制御

turtle.pencolor(**args*)

ペンの色 (pencolor) を設定するかまたは返します。

4 種類の入力形式が受け入れ可能です:

pencolor()　現

在のペンの色を色指定文字列またはタプルで返します (例を見て下さい)。次の color/pencolor/fillcolor の呼び出しへの入力に使うこともあるでしょう。

pencolor(colorstring)　ペ

ンの色を *colorstring* に設定します。その値は Tk の色指定文字列で、"red", "yellow", "#33cc8c" のような文字列です。

pencolor((r, g, b))　ペ

ンの色を *r*, *g*, *b* のタプルで表された RGB の色に設定します。各 *r*, *g*, *b* は 0 から colormode の間の

値でなければなりません。ここで colormode は 1.0 か 255 のどちらかです (*colormode()* を参照)。

`pencolor(r, g, b)`
ペンの色を *r*, *g*, *b* で表された RGB の色に設定します。各 *r*, *g*, *b* は 0 から colormode の間の値でなければなりません。

タートルの形 (turtleshape) が多角形の場合、多角形の外側が新しく設定された色で描かれます。

```
>>> colormode()
1.0
>>> turtle.pencolor()
'red'
>>> turtle.pencolor("brown")
>>> turtle.pencolor()
'brown'
>>> tup = (0.2, 0.8, 0.55)
>>> turtle.pencolor(tup)
>>> turtle.pencolor()
(0.2, 0.8, 0.5490196078431373)
>>> colormode(255)
>>> turtle.pencolor()
(51.0, 204.0, 140.0)
>>> turtle.pencolor('#32c18f')
>>> turtle.pencolor()
(50.0, 193.0, 143.0)
```

`turtle.fillcolor(*args)`

塗りつぶしの色 (fillcolor) を設定するかまたは返します。

4 種類の入力形式が受け入れ可能です:

`fillcolor()`
現在の塗りつぶしの色を色指定文字列またはタプルで返します (例を見て下さい)。次の color/pencolor/fillcolor の呼び出しへの入力に使うこともあるでしょう。

`fillcolor(colorstring)`
塗りつぶしの色を *colorstring* に設定します。その値は Tk の色指定文字列で、`"red"`, `"yellow"`, `"#33cc8c"` のような文字列です。

`fillcolor((r, g, b))`
塗りつぶしの色を *r*, *g*, *b* のタプルで表された RGB の色に設定します。各 *r*, *g*, *b* は 0 から colormode の間の値でなければなりません。ここで colormode は 1.0 か 255 のどちらかです (*colormode()* を参照)。

`fillcolor(r, g, b)`
塗りつぶしの色を *r*, *g*, *b* で表された RGB の色に設定します。各 *r*, *g*, *b* は 0 から colormode の間の値でなければなりません。

タートルの形 (turtleshape) が多角形の場合、多角形の内側が新しく設定された色で描かれます。

```
>>> turtle.fillcolor("violet")
>>> turtle.fillcolor()
'violet'
>>> turtle.pencolor()
(50.0, 193.0, 143.0)
>>> turtle.fillcolor((50, 193, 143))  # Integers, not floats
>>> turtle.fillcolor()
(50.0, 193.0, 143.0)
>>> turtle.fillcolor('#ffffff')
>>> turtle.fillcolor()
(255.0, 255.0, 255.0)
```

turtle.color(*args)

ペンの色 (pencolor) と塗りつぶしの色 (fillcolor) を設定するかまたは返します。

いくつかの入力形式が受け入れ可能です。形式ごとに 0 から 3 個の引数を以下のように使います:

color()
: 現在のペンの色と塗りつぶしの色を *pencolor()* および *fillcolor()* で返される色指定文字列またはタプルのペアで返します。

color(colorstring), color((r,g,b)), color(r,g,b)
: *pencolor()* の入力と同じですが、塗りつぶしの色とペンの色、両方を与えられた値に設定します。

color(colorstring1, colorstring2), color((r1,g1,b1), (r2,g2,b2))
: pencolor(colorstring1) および fillcolor(colorstring2) を呼び出すのと等価です。もう一つの入力形式についても同様です。

タートルの形 (turtleshape) が多角形の場合、多角形の内側も外側も新しく設定された色で描かれます。

```
>>> turtle.color("red", "green")
>>> turtle.color()
('red', 'green')
>>> color("#285078", "#a0c8f0")
>>> color()
((40.0, 80.0, 120.0), (160.0, 200.0, 240.0))
```

こちらも参照: スクリーンのメソッド *colormode()* 。

塗りつぶし

turtle.**filling**()

Return fillstate (`True` if filling, `False` else).

```
>>> turtle.begin_fill()
>>> if turtle.filling():
...     turtle.pensize(5)
... else:
...     turtle.pensize(3)
```

turtle.**begin_fill**()

To be called just before drawing a shape to be filled.

turtle.**end_fill**()

最後に呼び出された *begin_fill()* の後に描かれた図形を塗りつぶします。

Whether or not overlap regions for self-intersecting polygons or multiple shapes are filled depends on the operating system graphics, type of overlap, and number of overlaps. For example, the Turtle star above may be either all yellow or have some white regions.

```
>>> turtle.color("black", "red")
>>> turtle.begin_fill()
>>> turtle.circle(80)
>>> turtle.end_fill()
```

さらなる描画の制御

turtle.**reset**()

タートルの描いたものをスクリーンから消し、タートルを中心に戻して、全ての変数をデフォルト値に設定し直します。

```
>>> turtle.goto(0,-22)
>>> turtle.left(100)
>>> turtle.position()
(0.00,-22.00)
>>> turtle.heading()
100.0
>>> turtle.reset()
>>> turtle.position()
(0.00,0.00)
>>> turtle.heading()
0.0
```

turtle.clear()

タートルの描いたものをスクリーンから消します。タートルは動かしません。タートルの状態と位置、それに他のタートルたちの描いたものは影響を受けません。

turtle.write(*arg*, *move=False*, *align='left'*, *font=('Arial', 8, 'normal')*)

パラメータ

- **arg** -- TurtleScreen に書かれるオブジェクト
- **move** -- True/False
- **align** -- 文字列 "left", "center", right" のどれか
- **font** -- 三つ組み (fontname, fontsize, fonttype)

文字を書きます— *arg* の文字列表現を、現在のタートルの位置に、*align* ("left", "center", "right" のどれか) に従って、与えられたフォントで。もし *move* が真ならば、ペンは書いた文の右下隅に移動します。デフォルトでは、*move* は False です。

```
>>> turtle.write("Home = ", True, align="center")
>>> turtle.write((0,0), True)
```

タートルの状態

可視性

turtle.hideturtle()

turtle.ht()

タートルを見えなくします。複雑な図を描いている途中、タートルが見えないようにするのは良い考えです。というのもタートルを隠すことで描画が目に見えて速くなるからです。

```
>>> turtle.hideturtle()
```

turtle.showturtle()

turtle.st()

タートルが見えるようにします。

```
>>> turtle.showturtle()
```

turtle.isvisible()

タートルが見えている状態ならば True を、隠されていれば False を返します。

```
>>> turtle.hideturtle()
>>> turtle.isvisible()
False
>>> turtle.showturtle()
>>> turtle.isvisible()
True
```

見た目

turtle.**shape**(*name=None*)

パラメータ

name -- 形の名前 (shapename) として正しい文字列

タートルの形を与えられた名前 (*name*) の形に設定するか、もしくは名前が与えられなければ現在の形の名前を返します。*name* という名前の形は TurtleScreen の形の辞書に載っていなければなりません。最初は次の多角形が載っています: ”arrow”, ”turtle”, ”circle”, ”square”, ”triangle”, ”classic”。形についての扱いを学ぶには Screen のメソッド *register_shape()* を参照して下さい。

```
>>> turtle.shape()
'classic'
>>> turtle.shape("turtle")
>>> turtle.shape()
'turtle'
```

turtle.**resizemode**(*rmode=None*)

パラメータ

rmode -- 文字列 ”auto”, ”user”, ”noresize” のどれか

サイズ変更のモード (resizemode) を ”auto”, ”user”, ”noresize” のどれかに設定します。もし *rmode* が与えられなければ、現在のサイズ変更モードを返します。それぞれのサイズ変更モードは以下の効果を持ちます:

- ”auto”: ペンのサイズに対応してタートルの見た目を調整します。
- ”user”: 伸長係数 (stretchfactor) およびアウトライン幅 (outlinewidth) の値に対応してタートルの見た目を調整します。これらの値は *shapesize()* で設定します。
- ”noresize”: タートルの見た目を調整しません。

`resizemode("user")` は *shapesize()* に引数を渡したときに呼び出されます。

```
>>> turtle.resizemode()
'noresize'
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> turtle.resizemode("auto")
>>> turtle.resizemode()
'auto'
```

turtle.**shapesize**(*stretch_wid=None*, *stretch_len=None*, *outline=None*)

turtle.**turtlesize**(*stretch_wid=None*, *stretch_len=None*, *outline=None*)

パラメータ

- **stretch_wid** -- 正の数
- **stretch_len** -- 正の数
- **outline** -- 正の数

ペンの属性 x/y-伸長係数および/またはアウトラインを返すかまたは設定します。サイズ変更のモードは "user" に設定されます。サイズ変更のモードが "user" に設定されたときかつそのときに限り、タートルは伸長係数 (stretchfactor) に従って伸長されて表示されます。*stretch_wid* は進行方向に直交する向きの伸長係数で、*stretch_len* は進行方向に沿ったの伸長係数、*outline* は形のアウトラインの幅を決めるものです。

```
>>> turtle.shapesize()
(1.0, 1.0, 1)
>>> turtle.resizemode("user")
>>> turtle.shapesize(5, 5, 12)
>>> turtle.shapesize()
(5, 5, 12)
>>> turtle.shapesize(outline=8)
>>> turtle.shapesize()
(5, 5, 8)
```

turtle.**shearfactor**(*shear=None*)

パラメータ

shear -- number (optional)

Set or return the current shearfactor. Shear the turtleshape according to the given shearfactor shear, which is the tangent of the shear angle. Do *not* change the turtle's heading (direction of movement). If shear is not given: return the current shearfactor, i. e. the tangent of the shear angle, by which lines parallel to the heading of the turtle are sheared.

```
>>> turtle.shape("circle")
>>> turtle.shapesize(5,2)
>>> turtle.shearfactor(0.5)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> turtle.shearfactor()
0.5
```

turtle.**tilt**(*angle*)

パラメータ

angle -- 数

タートルの形 (turtleshape) を現在の傾斜角から角度 (*angle*) だけ回転します。このときタートルの進む方向は **変わりません** 。

```
>>> turtle.reset()
>>> turtle.shape("circle")
>>> turtle.shapesize(5,2)
>>> turtle.tilt(30)
>>> turtle.fd(50)
>>> turtle.tilt(30)
>>> turtle.fd(50)
```

turtle.**tiltangle**(*angle=None*)

パラメータ

angle -- a number (optional)

Set or return the current tilt-angle. If angle is given, rotate the turtleshape to point in the direction specified by angle, regardless of its current tilt-angle. Do *not* change the turtle's heading (direction of movement). If angle is not given: return the current tilt-angle, i. e. the angle between the orientation of the turtleshape and the heading of the turtle (its direction of movement).

```
>>> turtle.reset()
>>> turtle.shape("circle")
>>> turtle.shapesize(5,2)
>>> turtle.tilt(45)
>>> turtle.tiltangle()
45.0
```

turtle.**shapetransform**(*t11=None*, *t12=None*, *t21=None*, *t22=None*)

パラメータ

- **t11** -- a number (optional)
- **t12** -- a number (optional)
- **t21** -- a number (optional)

- **t12** -- a number (optional)

Set or return the current transformation matrix of the turtle shape.

If none of the matrix elements are given, return the transformation matrix as a tuple of 4 elements. Otherwise set the given elements and transform the turtleshape according to the matrix consisting of first row t11, t12 and second row t21, t22. The determinant t11 * t22 - t12 * t21 must not be zero, otherwise an error is raised. Modify stretchfactor, shearfactor and tiltangle according to the given matrix.

```
>>> turtle = Turtle()
>>> turtle.shape("square")
>>> turtle.shapesize(4,2)
>>> turtle.shearfactor(-0.5)
>>> turtle.shapetransform()
(4.0, -1.0, -0.0, 2.0)
```

turtle.**get_shapepoly**()

Return the current shape polygon as tuple of coordinate pairs. This can be used to define a new shape or components of a compound shape.

```
>>> turtle.shape("square")
>>> turtle.shapetransform(4, -1, 0, 2)
>>> turtle.get_shapepoly()
((50, -20), (30, 20), (-50, 20), (-30, -20))
```

イベントを利用する

turtle.**onclick**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

パラメータ

- **fun** -- 2 引数の関数でキャンバスのクリックされた点の座標を引数として呼び出されるものです
- **btn** -- マウスボタンの番号、デフォルトは 1 (左マウスボタン)
- **add** -- `True` または `False` -- `True` ならば、新しい束縛が追加されますが、そうでなければ、以前の束縛を置き換えます。

fun をタートルのマウスクリック (mouse-click) イベントに束縛します。*fun* が `None` ならば、既存の束縛が取り除かれます。無名タートル、つまり手続き的なやり方の例です:

```
>>> def turn(x, y):
...     left(180)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...
>>> onclick(turn)  # Now clicking into the turtle will turn it.
>>> onclick(None)  # event-binding will be removed
```

turtle.**onrelease**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

パラメータ

- **fun** -- 2 引数の関数でキャンバスのクリックされた点の座標を引数として呼び出されるものです
- **btn** -- マウスボタンの番号、デフォルトは 1 (左マウスボタン)
- **add** -- `True` または `False` -- `True` ならば、新しい束縛が追加されますが、そうでなければ、以前の束縛を置き換えます。

fun をタートルのマウスボタンリリース (mouse-button-release) イベントに束縛します。*fun* が `None` ならば、既存の束縛が取り除かれます。

```
>>> class MyTurtle(Turtle):
...     def glow(self,x,y):
...         self.fillcolor("red")
...     def unglow(self,x,y):
...         self.fillcolor("")
...
>>> turtle = MyTurtle()
>>> turtle.onclick(turtle.glow)     # clicking on turtle turns fillcolor red,
>>> turtle.onrelease(turtle.unglow) # releasing turns it to transparent.
```

turtle.**ondrag**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

パラメータ

- **fun** -- 2 引数の関数でキャンバスのクリックされた点の座標を引数として呼び出されるものです
- **btn** -- マウスボタンの番号、デフォルトは 1 (左マウスボタン)
- **add** -- `True` または `False` -- `True` ならば、新しい束縛が追加されますが、そうでなければ、以前の束縛を置き換えます。

fun をタートルのマウスムーブ (mouse-move) イベントに束縛します。*fun* が `None` ならば、既存の束縛が取り除かれます。

注意: 全てのマウスムーブイベントのシーケンスに先立ってマウスクリックイベントが起こります。

```
>>> turtle.ondrag(turtle.goto)
```

この後、タートルをクリックしてドラッグするとタートルはスクリーン上を動きそれによって (ペンが下りていれば) 手書きの線ができあがります。

特別な Turtle のメソッド

turtle.begin_poly()

多角形の頂点の記録を開始します。現在のタートル位置が最初の頂点です。

turtle.end_poly()

多角形の頂点の記録を停止します。現在のタートル位置が最後の頂点です。この頂点が最初の頂点と結ばれます。

turtle.get_poly()

最後に記録された多角形を返します。

```
>>> turtle.home()
>>> turtle.begin_poly()
>>> turtle.fd(100)
>>> turtle.left(20)
>>> turtle.fd(30)
>>> turtle.left(60)
>>> turtle.fd(50)
>>> turtle.end_poly()
>>> p = turtle.get_poly()
>>> register_shape("myFavouriteShape", p)
```

turtle.clone()

位置、向きその他のプロパティがそっくり同じタートルのクローンを作って返します。

```
>>> mick = Turtle()
>>> joe = mick.clone()
```

turtle.getturtle()

turtle.getpen()

Turtle オブジェクトそのものを返します。唯一の意味のある使い方: 無名タートルを返す関数として使う:

```
>>> pet = getturtle()
>>> pet.fd(50)
>>> pet
<turtle.Turtle object at 0x...>
```

turtle.**getscreen**()

タートルが描画中の *TurtleScreen* オブジェクトを返します。TurtleScreen のメソッドをそのオブジェクトに対して呼び出すことができます。

```
>>> ts = turtle.getscreen()
>>> ts
<turtle._Screen object at 0x...>
>>> ts.bgcolor("pink")
```

turtle.**setundobuffer**(*size*)

パラメータ

size -- 整数または None

アンドゥバッファを設定または無効化します。*size* が整数ならばそのサイズの空のアンドゥバッファを用意します。*size* の値はタートルのアクションを何度 *undo()* メソッド/関数で取り消せるかの最大数を与えます。*size* が None ならば、アンドゥバッファは無効化されます。

```
>>> turtle.setundobuffer(42)
```

turtle.**undobufferentries**()

アンドゥバッファのエントリー数を返します。

```
>>> while undobufferentries():
...     undo()
```

Compound shapes

合成されたタートルの形、つまり幾つかの色の違う多角形から成るような形を使うには、以下のように補助クラス *Shape* を直接使わなければなりません:

1. タイプ "compound" の空の Shape オブジェクトを作ります。
2. *addcomponent()* メソッドを使って、好きなだけここにコンポーネントを追加します。

   例えば:

```
>>> s = Shape("compound")
>>> poly1 = ((0,0),(10,-5),(0,10),(-10,-5))
>>> s.addcomponent(poly1, "red", "blue")
>>> poly2 = ((0,0),(10,-5),(-10,-5))
>>> s.addcomponent(poly2, "blue", "red")
```

3. こうして作った Shape を Screen の形のリスト (shapelist) に追加して使います:

```
>>> register_shape("myshape", s)
>>> shape("myshape")
```

注釈: *Shape* クラスは *register_shape()* の内部では違った使われ方をします。アプリケーションを書く人が Shape クラスを扱わなければならないのは、上で示したように合成された形を使うとき **だけ** です！

24.1.7 TurtleScreen/Screen のメソッドと対応する関数

この節のほとんどの例では `screen` という名前の TurtleScreen インスタンスを使います。

ウィンドウの制御

`turtle.bgcolor`(**args*)

パラメータ

args -- 色文字列または 0 から colormode の範囲の数 3 つ、またはそれを三つ組みにしたもの

TurtleScreen の背景色を設定するかまたは返します。

```
>>> screen.bgcolor("orange")
>>> screen.bgcolor()
'orange'
>>> screen.bgcolor("#800080")
>>> screen.bgcolor()
(128.0, 0.0, 128.0)
```

`turtle.bgpic`(*picname=None*)

パラメータ

picname -- 文字列で gif ファイルの名前 `"nopic"` 、または `None`

背景の画像を設定するかまたは現在の背景画像 (backgroundimage) の名前を返します。*picname* がファイル名ならば、その画像を背景に設定します。*picname* が `"nopic"` ならば、(もしあれば) 背景画像を削除します。*picname* が `None` ならば、現在の背景画像のファイル名を返します。

```
>>> screen.bgpic()
'nopic'
>>> screen.bgpic("landscape.gif")
>>> screen.bgpic()
"landscape.gif"
```

turtle.clear()

注釈: この TurtleScreen メソッドはグローバル関数としては clearscreen という名前でだけ使えます。グローバル関数 clear は Turtle メソッドの clear から派生した別ものです。

---

turtle.clearscreen()

全ての図形と全てのタートルを TurtleScreen から削除します。そして空になった TurtleScreen をリセットして初期状態に戻します: 白い背景、背景画像もイベント束縛もなく、トレーシングはオンです。

turtle.reset()

注釈: この TurtleScreen メソッドはグローバル関数としては resetscreen という名前でだけ使えます。グローバル関数 reset は Turtle メソッドの reset から派生した別ものです。

---

turtle.resetscreen()

スクリーン上の全てのタートルをリセットしその初期状態に戻します。

turtle.screensize(*canvwidth=None*, *canvheight=None*, *bg=None*)

パラメータ

- **canvwidth** -- 正の整数でピクセル単位の新しいキャンバス幅 (canvaswidth)
- **canvheight** -- 正の整数でピクセル単位の新しいキャンバス高さ (canvasheight)
- **bg** -- 色文字列または色タプルで新しい背景色

引数が渡されなければ、現在の (キャンバス幅, キャンバス高さ) を返します。そうでなければタートルが描画するキャンバスのサイズを変更します。描画ウィンドウには影響しません。キャンバスの隠れた部分を見るためにはスクロールバーを使って下さい。このメソッドを使うと、以前はキャンバスの外にあったそうした図形の一部を見えるようにすることができます。

```
>>> screen.screensize()
(400, 300)
>>> screen.screensize(2000,1500)
>>> screen.screensize()
(2000, 1500)
```

逃げ出してしまったタートルを探すためとかね ;-)

turtle.setworldcoordinates(*llx*, *lly*, *urx*, *ury*)

パラメータ

- **llx** -- 数でキャンバスの左下隅の x-座標
- **lly** -- 数でキャンバスの左下隅の y-座標
- **urx** -- 数でキャンバスの右上隅の x-座標
- **ury** -- 数でキャンバスの右上隅の y-座標

ユーザー定義座標系を準備し必要ならばモードを "world" に切り替えます。この動作は `screen.reset()` を伴います。すでに "world" モードになっていた場合、全ての図形は新しい座標に従って再描画されます。

重要なお知らせ: ユーザー定義座標系では角度が歪むかもしれません。

```
>>> screen.reset()
>>> screen.setworldcoordinates(-50,-7.5,50,7.5)
>>> for _ in range(72):
...     left(10)
...
>>> for _ in range(8):
...     left(45); fd(2)   # a regular octagon
```

アニメーションの制御

`turtle.delay`(*delay=None*)

パラメータ

delay -- 正の整数

描画の遅延 (*delay*) をミリ秒単位で設定するかまたはその値を返します。(これは概ね引き続くキャンバス更新の時間間隔です。) 遅延が大きくなると、アニメーションは遅くなります。

オプション引数:

```
>>> screen.delay()
10
>>> screen.delay(5)
>>> screen.delay()
5
```

`turtle.tracer`(*n=None*, *delay=None*)

パラメータ

- **n** -- 非負整数
- **delay** -- 非負整数

タートルのアニメーションをオン・オフし、描画更新の遅延を設定します。*n* が与えられた場合、通常のスクリーン更新のうち 1/n しか実際に実行されません。(複雑なグラフィックスの描画を加速するのに使えます。) 引数なしで呼び出されたなら、現在保存されている n の値を返します。二つ目の引数は遅延の値を設定します (*delay()* も参照)。

```
>>> screen.tracer(8, 25)
>>> dist = 2
>>> for i in range(200):
...     fd(dist)
...     rt(90)
...     dist += 2
```

turtle.update()

TurtleScreen の更新を実行します。トレーサーがオフの時に使われます。

RawTurtle/Turtle のメソッド *speed()* も参照して下さい。

スクリーンイベントを利用する

turtle.listen(*xdummy=None*, *ydummy=None*)

TurtleScreen に (キー・イベントを収集するために) フォーカスします。ダミー引数は *listen()* を onclick メソッドに渡せるようにするためのものです。

turtle.onkey(*fun*, *key*)

turtle.onkeyrelease(*fun*, *key*)

パラメータ

- **fun** -- 引数なしの関数または None
- **key** -- 文字列: キー (例 "a") またはキー・シンボル (例 "space")

fun を指定されたキーのキーリリース (key-release) イベントに束縛します。*fun* が None ならばイベント束縛は除かれます。注意: キー・イベントを登録できるようにするためには TurtleScreen はフォーカスを持っていないとなりません (*listen()* を参照)。

```
>>> def f():
...     fd(50)
...     lt(60)
...
>>> screen.onkey(f, "Up")
>>> screen.listen()
```

turtle.onkeypress(*fun*, *key=None*)

パラメータ

- **fun** -- 引数なしの関数または None
- **key** -- 文字列: キー (例 "a") またはキー・シンボル (例 "space")

Bind *fun* to key-press event of key if key is given, or to any key-press-event if no key is given. Remark: in order to be able to register key-events, TurtleScreen must have focus. (See method *listen()*.)

```
>>> def f():
...     fd(50)
...
>>> screen.onkey(f, "Up")
>>> screen.listen()
```

turtle.**onclick**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

turtle.**onscreenclick**(*fun*, *btn=1*, *add=None*)

パラメータ

- **fun** -- 2 引数の関数でキャンバスのクリックされた点の座標を引数として呼び出されるものです
- **btn** -- マウスボタンの番号、デフォルトは 1 (左マウスボタン)
- **add** -- True または False -- True ならば、新しい束縛が追加されますが、そうでなければ、以前の束縛を置き換えます。

fun をタートルのマウスクリック (mouse-click) イベントに束縛します。*fun* が None ならば、既存の束縛が取り除かれます。

Example for a screen という名の TurtleScreen インスタンスと turtle という名前の Turtle インスタンスの例:

```
>>> screen.onclick(turtle.goto) # Subsequently clicking into the TurtleScreen will
>>>                             # make the turtle move to the clicked point.
>>> screen.onclick(None)        # remove event binding again
```

注釈: この TurtleScreen メソッドはグローバル関数としては onscreenclick という名前でだけ使えます。グローバル関数 onclick は Turtle メソッドの onclick から派生した別ものです。

---

turtle.**ontimer**(*fun*, *t=0*)

パラメータ

- **fun** -- 引数なし関数
- **t** -- 数 >= 0

t ミリ秒後に *fun* を呼び出すタイマーを仕掛けます。

```
>>> running = True
>>> def f():
...     if running:
...         fd(50)
...         lt(60)
...         screen.ontimer(f, 250)
>>> f()   ### makes the turtle march around
>>> running = False
```

turtle.mainloop()

turtle.done()

Starts event loop - calling Tkinter's mainloop function. Must be the last statement in a turtle graphics program. Must *not* be used if a script is run from within IDLE in -n mode (No subprocess) - for interactive use of turtle graphics.

```
>>> screen.mainloop()
```

入力メソッド

turtle.textinput(*title*, *prompt*)

パラメータ

- **title** -- string
- **prompt** -- string

Pop up a dialog window for input of a string. Parameter title is the title of the dialog window, prompt is a text mostly describing what information to input. Return the string input. If the dialog is canceled, return `None`.

```
>>> screen.textinput("NIM", "Name of first player:")
```

turtle.numinput(*title*, *prompt*, *default=None*, *minval=None*, *maxval=None*)

パラメータ

- **title** -- string
- **prompt** -- string
- **default** -- number (optional)
- **minval** -- number (optional)

- **maxval** -- number (optional)

Pop up a dialog window for input of a number. title is the title of the dialog window, prompt is a text mostly describing what numerical information to input. default: default value, minval: minimum value for input, maxval: maximum value for input. The number input must be in the range minval .. maxval if these are given. If not, a hint is issued and the dialog remains open for correction. Return the number input. If the dialog is canceled, return `None`.

```
>>> screen.numinput("Poker", "Your stakes:", 1000, minval=10, maxval=10000)
```

設定と特殊なメソッド

`turtle.mode`(*mode=None*)

パラメータ

mode -- 文字列 ”standard”, ”logo”, ”world” のいずれか

タートルのモード (”standard”, ”logo”, ”world” のいずれか) を設定してリセットします。モードが渡されなければ現在のモードが返されます。

モード ”standard” は古い *turtle* 互換です。モード ”logo” は Logo タートルグラフィックスとほぼ互換です。モード ”world” はユーザーの定義した「世界座標 (world coordinates)」を使います。**重要なお知らせ**: このモードでは `x/y` 比が 1 でないと角度が歪むかもしれません。

モード	タートルの向きの初期値	正の角度
”standard”	右 (東) 向き	反時計回り
”logo”	上 (北) 向き	時計回り

```
>>> mode("logo")   # resets turtle heading to north
>>> mode()
'logo'
```

`turtle.colormode`(*cmode=None*)

パラメータ

cmode -- 1.0 か 255 のどちらかの値

色モード (colormode) を返すか、または 1.0 か 255 のどちらかの値に設定します。設定した後は、色トリプルの *r*, *g*, *b* 値は 0 から *cmode* の範囲になければなりません。

```
>>> screen.colormode(1)
>>> turtle.pencolor(240, 160, 80)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Traceback (most recent call last):
     ...
TurtleGraphicsError: bad color sequence: (240, 160, 80)
>>> screen.colormode()
1.0
>>> screen.colormode(255)
>>> screen.colormode()
255
>>> turtle.pencolor(240,160,80)
```

turtle.getcanvas()

この TurtleScreen の Canvas を返します。Tkinter の Canvas を使って何をするか知っている人には有用です。

```
>>> cv = screen.getcanvas()
>>> cv
<turtle.ScrolledCanvas object ...>
```

turtle.getshapes()

現在使うことのできる全てのタートルの形のリストを返します。

```
>>> screen.getshapes()
['arrow', 'blank', 'circle', ..., 'turtle']
```

turtle.register_shape(*name*, *shape=None*)

turtle.addshape(*name*, *shape=None*)

この関数を呼び出す三つの異なる方法があります:

(1) *name* が gif ファイルの名前で *shape* が None: 対応する画像の形を取り込みます。

```
>>> screen.register_shape("turtle.gif")
```

注釈: 画像の形はタートルが向きを変えても **回転しません** ので、タートルがどちらを向いているか見ても判りません!

---

(2) *name* が任意の文字列で *shape* が座標ペアのタプル: 対応する多角形を取り込みます。

```
>>> screen.register_shape("triangle", ((5,-3), (0,5), (-5,-3)))
```

(3) *name* が任意の文字列で *shape* が (合成形の) *Shape* オブジェクト: 対応する合成形を取り込みます。

タートルの形を TurtleScreen の形リスト (shapelist) に加えます。このように登録された形だけが `shape(shapename)` コマンドに使えます。

`turtle.turtles()`

スクリーン上のタートルのリストを返します。

```
>>> for turtle in screen.turtles():
...     turtle.color("red")
```

`turtle.window_height()`

タートルウィンドウの高さを返します。

```
>>> screen.window_height()
480
```

`turtle.window_width()`

タートルウィンドウの幅を返します。

```
>>> screen.window_width()
640
```

Screen 独自のメソッド、TurtleScreen から継承したもの以外

`turtle.bye()`

タートルグラフィックス (turtlegraphics) のウィンドウを閉じます。

`turtle.exitonclick()`

スクリーン上のマウスクリックに `bye()` メソッドを束縛します。

設定辞書中の "using_IDLE" の値が `False` (デフォルトです) の場合、さらにメインループ (mainloop) に入ります。注意: もし IDLE が `-n` スイッチ (サブプロセスなし) 付きで使われているときは、この値は `turtle.cfg` の中で `True` とされているべきです。この場合、IDLE のメインループもクライアントスクリプトから見てアクティブです。

`turtle.setup`(*width=_CFG['width']*, *height=_CFG['height']*, *startx=_CFG['leftright']*, *starty=_CFG['topbottom']*)

メインウィンドウのサイズとポジションを設定します。引数のデフォルト値は設定辞書に収められており、`turtle.cfg` ファイルを通じて変更できます。

パラメータ

- **width** -- 整数ならばピクセル単位のサイズ、浮動小数点数ならばスクリーンに対する割合 (スクリーンの 50% がデフォルト)

- **height** -- 整数ならばピクセル単位の高さ、浮動小数点数ならばスクリーンに対する割合 (スクリーンの 75% がデフォルト)
- **startx** -- 正の数ならばスクリーンの左端からピクセル単位で測った開始位置、負の数ならば右端から、None ならば水平方向に真ん中
- **starty** -- 正の数ならばスクリーンの上端からピクセル単位で測った開始位置、負の数ならば下端から、None ならば垂直方向に真ん中

```
>>> screen.setup (width=200, height=200, startx=0, starty=0)
>>>              # sets window to 200x200 pixels, in upper left of screen
>>> screen.setup(width=.75, height=0.5, startx=None, starty=None)
>>>              # sets window to 75% of screen by 50% of screen and centers
```

turtle.**title**(*titlestring*)

パラメータ

titlestring -- タートルグラフィックスウィンドウのタイトルバーに表示される文字列

ウインドウのタイトルを *titlestring* に設定します。

```
>>> screen.title("Welcome to the turtle zoo!")
```

24.1.8 Public classes

class turtle.**RawTurtle**(*canvas*)

class turtle.**RawPen**(*canvas*)

パラメータ

canvas -- a tkinter.Canvas, a *ScrolledCanvas* or a *TurtleScreen*

タートルを作ります。タートルには上の「Turtle/RawTurtle のメソッド」で説明した全てのメソッドがあります。

class turtle.**Turtle**

RawTurtle のサブクラスで同じインターフェイスを持ちますが、最初に必要になったとき自動的に作られる *Screen* オブジェクトに描画します。

class turtle.**TurtleScreen**(*cv*)

パラメータ

cv -- a tkinter.Canvas

上で説明した *bgcolor()* のようなスクリーン向けのメソッドを提供します。

class turtle.Screen

TurtleScreen のサブクラスで *4 つのメソッドが加わっています* 。

class turtle.ScrolledCanvas(*master*)

パラメータ

master -- この ScrolledCanvas すなわちスクロールバーの付いた Tkinter canvas を収める Tkinter ウィジェット

タートルたちが遊び回る場所として自動的に ScrolledCanvas を提供する Screen クラスによって使われます。

class turtle.Shape(*type_*, *data*)

パラメータ

type_ -- 文字列 "polygon", "image", "compound" のいずれか

形をモデル化するデータ構造。ペア (type_, data) は以下の仕様に従わなければなりません:

*type_*	*data*
"polygon"	多角形タプル、すなわち座標ペアのタプル
"image"	画像 (この形式は内部的にのみ使用されます!)
"compound"	None (合成形は *addcomponent()* メソッドを使って作らなければなりません)

addcomponent(*poly*, *fill*, *outline=None*)

パラメータ

- **poly** -- 多角形、すなわち数のペアのタプル
- **fill** -- *poly* を塗りつぶす色
- **outline** -- *poly* のアウトラインの色 (与えられた場合)

例:

```
>>> poly = ((0,0),(10,-5),(0,10),(-10,-5))
>>> s = Shape("compound")
>>> s.addcomponent(poly, "red", "blue")
>>> # ... add more components and then use register_shape()
```

Compound shapes を参照。

class turtle.Vec2D(*x*, *y*)

2 次元ベクトルのクラスで、タートルグラフィックスを実装するための補助クラス。タートルグラフィックスを使ったプログラムでも有用でしょう。タプルから派生しているので、ベクターはタプルです!

以下の演算が使えます (*a*, *b* はベクトル、*k* は数):

- `a + b` ベクトル和
- `a - b` ベクトル差
- `a * b` 内積
- `k * a` および `a * k` スカラー倍
- `abs(a)` a の絶対値
- `a.rotate(angle)` 回転

24.1.9 説明

A turtle object draws on a screen object, and there a number of key classes in the turtle object-oriented interface that can be used to create them and relate them to each other.

A *Turtle* instance will automatically create a *Screen* instance if one is not already present.

`Turtle` is a subclass of *RawTurtle*, which *doesn't* automatically create a drawing surface - a *canvas* will need to be provided or created for it. The *canvas* can be a `tkinter.Canvas`, *ScrolledCanvas* or *TurtleScreen*.

TurtleScreen is the basic drawing surface for a turtle. *Screen* is a subclass of `TurtleScreen`, and includes *some additional methods* for managing its appearance (including size and title) and behaviour. `TurtleScreen`'s constructor needs a `tkinter.Canvas` or a *ScrolledCanvas* as an argument.

The functional interface for turtle graphics uses the various methods of `Turtle` and `TurtleScreen`/`Screen`. Behind the scenes, a screen object is automatically created whenever a function derived from a `Screen` method is called. Similarly, a turtle object is automatically created whenever any of the functions derived from a Turtle method is called.

To use multiple turtles on a screen, the object-oriented interface must be used.

24.1.10 ヘルプと設定

ヘルプの使い方

Screen と Turtle クラスのパブリックメソッドはドキュメント文字列で網羅的に文書化されていますので、Python のヘルプ機能を通じてオンラインヘルプとして利用できます:

- IDLE を使っているときは、打ち込んだ関数/メソッド呼び出しのシグニチャとドキュメント文字列の一行目がツールチップとして表示されます。
- *help()* をメソッドや関数に対して呼び出すとドキュメント文字列が表示されます:

```
>>> help(Screen.bgcolor)
Help on method bgcolor in module turtle:

bgcolor(self, *args) unbound turtle.Screen method
    Set or return backgroundcolor of the TurtleScreen.

    Arguments (if given): a color string or three numbers
    in the range 0..colormode or a 3-tuple of such numbers.


    >>> screen.bgcolor("orange")
    >>> screen.bgcolor()
    "orange"
    >>> screen.bgcolor(0.5,0,0.5)
    >>> screen.bgcolor()
    "#800080"

>>> help(Turtle.penup)
Help on method penup in module turtle:

penup(self) unbound turtle.Turtle method
    Pull the pen up -- no drawing when moving.

    Aliases: penup | pu | up

    No argument

    >>> turtle.penup()
```

- メソッドに由来する関数のドキュメント文字列は変更された形をとります:

```
>>> help(bgcolor)
Help on function bgcolor in module turtle:

bgcolor(*args)
    Set or return backgroundcolor of the TurtleScreen.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    Arguments (if given): a color string or three numbers
    in the range 0..colormode or a 3-tuple of such numbers.

    Example::

      >>> bgcolor("orange")
      >>> bgcolor()
      "orange"
      >>> bgcolor(0.5,0,0.5)
      >>> bgcolor()
      "#800080"

>>> help(penup)
Help on function penup in module turtle:

penup()
    Pull the pen up -- no drawing when moving.

    Aliases: penup | pu | up

    No argument

    Example:
    >>> penup()
```

これらの変更されたドキュメント文字列はインポート時にメソッドから導出される関数定義と一緒に自動的に作られます。

ドキュメント文字列の翻訳

Screen と Turtle クラスのパブリックメソッドについて、キーがメソッド名で値がドキュメント文字列である辞書を作るユーティリティがあります。

turtle.write_docstringdict(*filename='turtle_docstringdict'*)

パラメータ

filename -- ファイル名として使われる文字列

ドキュメント文字列辞書 (docstring-dictionary) を作って与えられたファイル名の Python スクリプトに書き込みます。この関数はわざわざ呼び出さなければなりません (タートルグラフィックスのクラスから使われることはありません)。ドキュメント文字列辞書は *filename*.py という Python スクリプトに書き込まれます。ドキュメント文字列の異なった言語への翻訳に対するテンプレートとして使われることを意図したものです。

もしあなたが (またはあなたの生徒さんが) *turtle* を自国語のオンラインヘルプ付きで使いたいならば、ドキュ

メント文字列を翻訳してできあがったファイルをたとえば turtle_docstringdict_german.py という名前で保存しなければなりません。

さらに turtle.cfg ファイルで適切な設定をしておけば、このファイルがインポート時に読み込まれて元の英語のドキュメント文字列を置き換えます。

この文書を書いている時点ではドイツ語とイタリア語のドキュメント文字列辞書が存在します。(glingl@aon.at にリクエストして下さい。)

Screen および Turtle の設定方法

初期デフォルト設定では古い turtle の見た目と振る舞いを真似るようにして、互換性を最大限に保つようにしています。

このモジュールの特性を反映した、あるいは個々人の必要性 (たとえばクラスルームでの使用) に合致した、異なった設定を使いたい場合、設定ファイル turtle.cfg を用意してインポート時に読み込ませその設定に従わせることができます。

初期設定は以下の turtle.cfg に対応します:

```
width = 0.5
height = 0.75
leftright = None
topbottom = None
canvwidth = 400
canvheight = 300
mode = standard
colormode = 1.0
delay = 10
undobuffersize = 1000
shape = classic
pencolor = black
fillcolor = black
resizemode = noresize
visible = True
language = english
exampleturtle = turtle
examplescreen = screen
title = Python Turtle Graphics
using_IDLE = False
```

いくつかピックアップしたエントリーの短い説明:

- 最初の 4 行は *Screen.setup* メソッドの引数に当たります。
- 5 行目 6 行目は *Screen.screensize* メソッドの引数に当たります。
- *shape* は最初から用意されている形ならどれでも使えます (arrow, turtle など)。詳しくは help(shape)

をお試し下さい。

- 塗りつぶしの色 (fill color) を使いたくない (つまりタートルを透明にしたい) 場合、`fillcolor = ""` と書かなければなりません (しかし全ての空でない文字列は cfg ファイル中で引用符を付けてはいけません)。
- タートルにその状態を反映させるためには `resizemode = auto` とします。
- たとえば `language = italian` とするとドキュメント文字列辞書 (docstringdict) として `turtle_docstringdict_italian.py` がインポート時に読み込まれます (もしそれがインポートパス、たとえば *turtle* と同じディレクトリにあれば)。
- *exampleturtle* および *examplescreen* はこれらのオブジェクトのドキュメント文字列内での呼び名を決めます。メソッドのドキュメント文字列から関数のドキュメント文字列に変換する際に、これらの名前は取り除かれます。
- *using_IDLE*: IDLE とその `-n` スイッチ (サブプロセスなし) を常用するならば、この値を `True` に設定して下さい。これにより *exitonclick()* がメインループ (mainloop) に入るのを阻止します。

`turtle.cfg` ファイルは *turtle* の保存されているディレクトリと現在の作業ディレクトリに追加的に存在し得ます。後者が前者の設定をオーバーライドします。

`Lib/turtledemo` ディレクトリにも `turtle.cfg` ファイルがあります。デモを実際に (できればデモビュワーからでなく) 実行してそこに書かれたものとその効果を学びましょう。

24.1.11 `turtledemo` --- デモスクリプト

turtledemo パッケージには一連のデモスクリプトが含まれています。これらのスクリプトは以下のように、付属のデモビューアを使用して実行および表示できます:

```
python -m turtledemo
```

あるいは、個別にデモスクリプトを実行できます。たとえば 、:

```
python -m turtledemo.bytedesign
```

turtledemo パッケージのディレクトリには次のものが含まれます:

- ソースコードを眺めつつスクリプトを実行できるデモビュワー `__main__.py` 。
- Multiple scripts demonstrating different features of the *turtle* module. Examples can be accessed via the Examples menu. They can also be run standalone.
- 設定ファイルの書き方や使い方の例として参考にできる `turtle.cfg` ファイル。

デモスクリプトは以下の通りです:

名前	説明	フィーチャー
bytedesign	複雑な古典的タートルグラフィックスパターン	*tracer()*, delay, *update()*
chaos	verhust 力学系のグラフ化, コンピュータの計算が常識的な予想に反する場合があることを示します。	世界座標系
clock	コンピュータの時間を示すアナログ時計	タートルが時計の針, ontimer
colormixer	r, g, b の実験	*ondrag()*
forest	3 breadth-first trees	randomization
fractalcurves	Hilbert & Koch 曲線	再帰
lindenmayer	民俗的数学 (インド kolams)	L-システム
minimal_hanoi	ハノイの塔	ハノイ盤として正方形のタートル (shape, shapesize)
nim	play the classical nim game with three heaps of sticks against the computer.	turtles as nimsticks, event driven (mouse, keyboard)
paint	超極小主義的描画プログラム	*onclick()*
peace	初歩的	turtle: 見た目とアニメーション
penrose	凧と矢による非周期的タイリング	*stamp()*
planet_and_moon	重力系のシミュレーション	合成形, *Vec2D*
rosette	タートルグラフィックスについての wikipedia の記事の例	*clone()*, *undo()*
round_dance	dancing turtles rotating pairwise in opposite direction	compound shapes, clone shapesize, tilt, get_shapepoly, update
sorting_animate	visual demonstration of different sorting methods	simple alignment, randomization
tree	(図形的) 幅優先木 (ジェネレータを使って)	*clone()*
two_canvases	simple design	turtles on two canvases
yinyang	もう一つの初歩的な例	*circle()*

楽しんでね!

24.1.12 python 2.6 からの変更点

- The methods *Turtle.tracer*, *Turtle.window_width* and *Turtle.window_height* have been eliminated. Methods with these names and functionality are now available only as methods of *Screen*. The functions derived from these remain available. (In fact already in Python 2.6 these methods were merely duplications of the corresponding *TurtleScreen*/*Screen* methods.)
- The method `Turtle.fill()` has been eliminated. The behaviour of *begin_fill()* and *end_fill()* have changed slightly: now every filling process must be completed with an `end_fill()` call.

- A method *Turtle.filling* has been added. It returns a boolean value: `True` if a filling process is under way, `False` otherwise. This behaviour corresponds to a `fill()` call without arguments in Python 2.6.

24.1.13 python 3.0 からの変更点

- The *Turtle* methods *shearfactor()*, *shapetransform()* and *get_shapepoly()* have been added. Thus the full range of regular linear transforms is now available for transforming turtle shapes. *tiltangle()* has been enhanced in functionality: it now can be used to get or set the tilt angle.
- The *Screen* method *onkeypress()* has been added as a complement to *onkey()*. As the latter binds actions to the key release event, an alias: *onkeyrelease()* was also added for it.
- The method *Screen.mainloop* has been added, so there is no longer a need to use the standalone *mainloop()* function when working with *Screen* and *Turtle* objects.
- Two input methods have been added: *Screen.textinput* and *Screen.numinput*. These pop up input dialogs and return strings and numbers respectively.
- Two example scripts `tdemo_nim.py` and `tdemo_round_dance.py` have been added to the `Lib/turtledemo` directory.

24.2 cmd --- 行指向のコマンドインタープリターのサポート

ソースコード: Lib/cmd.py

Cmd クラスでは、行指向のコマンドインタープリタを書くための簡単なフレームワークを提供します。テストハーネスや管理ツール、そして、後により洗練されたインターフェイスでラップするプロトタイプとして、こうしたインタープリタはよく役に立ちます。

class cmd.**Cmd**(*completekey='tab'*, *stdin=None*, *stdout=None*)

Cmd インスタンス、あるいはサブクラスのインスタンスは、行指向のインタープリタ・フレームワークです。*Cmd* 自身をインスタンス化することはありません。むしろ、*Cmd* のメソッドを継承したり、アクションメソッドをカプセル化するために、あなたが自分で定義するインタープリタクラスのスーパークラスとしての便利です。

オプション引数 *completekey* は、補完キーの *readline* 名です。デフォルトは `Tab` です。*completekey* が *None* でなく、*readline* が利用できるならば、コマンド補完は自動的に行われます。

The default, `'tab'`, is treated specially, so that it refers to the `Tab` key on every *readline.backend*. Specifically, if *readline.backend* is `editline`, `Cmd` will use `'^I'` instead of `'tab'`. Note that other values are not treated this way, and might only work with a specific backend.

オプション引数の *stdin* と *stdout* には、Cmd またはそのサブクラスのインスタンスが入出力に使用するファイルオブジェクトを指定します。省略時には *sys.stdin* と *sys.stdout* が使用されます。

引数に渡した *stdin* を使いたい場合は、インスタンスの *use_rawinput* 属性を `False` にセットしてください。そうしないと *stdin* は無視されます。

バージョン 3.13 で変更: `completekey='tab'` is replaced by `'^I'` for `editline`.

24.2.1 Cmd オブジェクト

Cmd インスタンスは、次のメソッドを持ちます:

`Cmd.cmdloop`(*intro=None*)

プロンプトを繰り返し出力し、入力を受け取り、受け取った入力から取り去った先頭の語を解析し、その行の残りを引数としてアクションメソッドへディスパッチします。

オプションの引数は、最初のプロンプトの前に表示されるバナーあるいはイントロ用の文字列です (これはクラス属性 *intro* をオーバーライドします)。

readline モジュールがロードされているなら、入力は自動的に `bash` のような履歴リスト編集機能を受け継ぎます (例えば、`Control-P` は直前のコマンドへのスクロールバック、`Control-N` は次のものへ進む、`Control-F` はカーソルを右へ非破壊的に進める、`Control-B` はカーソルを非破壊的に左へ移動させる等)。

入力のファイル終端は、文字列 `'EOF'` として渡されます。

An interpreter instance will recognize a command name `foo` if and only if it has a method `do_foo()`. As a special case, a line beginning with the character `'?'` is dispatched to the method *do_help()*. As another special case, a line beginning with the character `'!'` is dispatched to the method `do_shell()` (if such a method is defined).

This method will return when the *postcmd()* method returns a true value. The *stop* argument to *postcmd()* is the return value from the command's corresponding `do_*()` method.

If completion is enabled, completing commands will be done automatically, and completing of commands args is done by calling `complete_foo()` with arguments *text*, *line*, *begidx*, and *endidx*. *text* is the string prefix we are attempting to match: all returned matches must begin with it. *line* is the current input line with leading whitespace removed, *begidx* and *endidx* are the beginning and ending indexes of the prefix text, which could be used to provide different completion depending upon which position the argument is in.

`Cmd.do_help`(*arg*)

All subclasses of *Cmd* inherit a predefined `do_help()`. This method, called with an argument `'bar'`, invokes the corresponding method `help_bar()`, and if that is not present, prints the docstring of `do_bar()`, if available. With no argument, `do_help()` lists all available help topics (that is, all

commands with corresponding `help_*()` methods or commands that have docstrings), and also lists any undocumented commands.

`Cmd.onecmd`(*str*)

Interpret the argument as though it had been typed in response to the prompt. This may be overridden, but should not normally need to be; see the *precmd()* and *postcmd()* methods for useful execution hooks. The return value is a flag indicating whether interpretation of commands by the interpreter should stop. If there is a `do_*()` method for the command *str*, the return value of that method is returned, otherwise the return value from the *default()* method is returned.

`Cmd.emptyline`()

プロンプトに空行が入力されたときに呼び出されるメソッド。このメソッドがオーバーライドされていないなら、最後に入力された空行でないコマンドが繰り返されます。

`Cmd.default`(*line*)

コマンドの先頭の語が認識されないときに、入力行に対して呼び出されます。このメソッドがオーバーライドされていないなら、エラーメッセージを表示して戻ります。

`Cmd.completedefault`(*text*, *line*, *begidx*, *endidx*)

Method called to complete an input line when no command-specific `complete_*()` method is available. By default, it returns an empty list.

`Cmd.columnize`(*list*, *displaywidth=80*)

Method called to display a list of strings as a compact set of columns. Each column is only as wide as necessary. Columns are separated by two spaces for readability.

`Cmd.precmd`(*line*)

コマンド行 *line* が解釈実行される直前、しかし入力プロンプトが作られ表示された後に実行されるフックメソッド。このメソッドは *Cmd* 内のスタブであって、サブクラスでオーバーライドされるために存在します。戻り値は *onecmd()* メソッドが実行するコマンドとして使われます。*precmd()* の実装では、コマンドを書き換えるかもしれないし、あるいは単に変更していない *line* を返すかもしれません。

`Cmd.postcmd`(*stop*, *line*)

コマンドディスパッチが終わった直後に実行されるフックメソッド。このメソッドは *Cmd* 内のスタブで、サブクラスでオーバーライドされるために存在します。*line* は実行されたコマンド行で、*stop* は *postcmd()* の呼び出しの後に実行を停止するかどうかを示すフラグです。これは *onecmd()* メソッドの戻り値です。このメソッドの戻り値は、*stop* に対応する内部フラグの新しい値として使われます。偽を返すと、実行を続けます。

`Cmd.preloop`()

cmdloop() が呼び出されたときに一度だけ実行されるフックメソッド。このメソッドは *Cmd* 内のスタブであって、サブクラスでオーバーライドされるために存在します。

Cmd.postloop()

cmdloop() が戻る直前に一度だけ実行されるフックメソッド。このメソッドは *Cmd* 内のスタブであって、サブクラスでオーバーライドされるために存在します。

Cmd のサブクラスのインスタンスは、公開されたインスタンス変数をいくつか持っています:

Cmd.prompt

入力を求めるために表示されるプロンプト。

Cmd.identchars

コマンドの先頭の語として受け入れられる文字の文字列。

Cmd.lastcmd

最後の空でないコマンド接頭辞。

Cmd.cmdqueue

キューに入れられた入力行のリスト。cmdqueue リストは新たな入力が必要な際に *cmdloop()* 内でチェックされます; これが空でない場合、その要素は、あたかもプロンプトから入力されたかのように順に処理されます。

Cmd.intro

イントロあるいはバナーとして表示される文字列。*cmdloop()* メソッドに引数を与えるために、オーバーライドされるかもしれません。

Cmd.doc_header

ヘルプ出力に文書化されたコマンドのセクションがある場合に表示するヘッダ。

Cmd.misc_header

The header to issue if the help output has a section for miscellaneous help topics (that is, there are `help_*()` methods without corresponding `do_*()` methods).

Cmd.undoc_header

The header to issue if the help output has a section for undocumented commands (that is, there are `do_*()` methods without corresponding `help_*()` methods).

Cmd.ruler

ヘルプメッセージのヘッダの下に、区切り行を表示するために使われる文字。空のときは、ルーラ行が表示されません。デフォルトでは、`'='` です。

Cmd.use_rawinput

A flag, defaulting to true. If true, *cmdloop()* uses *input()* to display a prompt and read the next command; if false, *sys.stdout.write()* and *sys.stdin.readline()* are used. (This means that by importing *readline*, on systems that support it, the interpreter will automatically support **Emacs**-like line editing and command-history keystrokes.)

24.2.2 Cmd の例

cmd モジュールは、ユーザーがプログラムと対話的に連携できるカスタムシェルを構築するのに主に役立ちます。

この節では、*turtle* モジュールのいくつかのコマンドを持ったシェルの作成方法の簡単な例を示します。

Basic turtle commands such as *forward()* are added to a *Cmd* subclass with method named `do_forward()`. The argument is converted to a number and dispatched to the turtle module. The docstring is used in the help utility provided by the shell.

The example also includes a basic record and playback facility implemented with the *precmd()* method which is responsible for converting the input to lowercase and writing the commands to a file. The `do_playback()` method reads the file and adds the recorded commands to the *cmdqueue* for immediate playback:

```
import cmd, sys
from turtle import *

class TurtleShell(cmd.Cmd):
    intro = 'Welcome to the turtle shell.   Type help or ? to list commands.\n'
    prompt = '(turtle) '
    file = None

    # ----- basic turtle commands -----
    def do_forward(self, arg):
        'Move the turtle forward by the specified distance:  FORWARD 10'
        forward(*parse(arg))
    def do_right(self, arg):
        'Turn turtle right by given number of degrees:  RIGHT 20'
        right(*parse(arg))
    def do_left(self, arg):
        'Turn turtle left by given number of degrees:  LEFT 90'
        left(*parse(arg))
    def do_goto(self, arg):
        'Move turtle to an absolute position with changing orientation.  GOTO 100 200'
        goto(*parse(arg))
    def do_home(self, arg):
        'Return turtle to the home position:  HOME'
        home()
    def do_circle(self, arg):
        'Draw circle with given radius an options extent and steps:  CIRCLE 50'
        circle(*parse(arg))
    def do_position(self, arg):
        'Print the current turtle position:  POSITION'
        print('Current position is %d %d\n' % position())
    def do_heading(self, arg):
        'Print the current turtle heading in degrees:  HEADING'
        print('Current heading is %d\n' % (heading(),))
    def do_color(self, arg):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        'Set the color:  COLOR BLUE'
        color(arg.lower())
    def do_undo(self, arg):
        'Undo (repeatedly) the last turtle action(s):  UNDO'
    def do_reset(self, arg):
        'Clear the screen and return turtle to center:  RESET'
        reset()
    def do_bye(self, arg):
        'Stop recording, close the turtle window, and exit:  BYE'
        print('Thank you for using Turtle')
        self.close()
        bye()
        return True

    # ----- record and playback -----
    def do_record(self, arg):
        'Save future commands to filename:  RECORD rose.cmd'
        self.file = open(arg, 'w')
    def do_playback(self, arg):
        'Playback commands from a file:  PLAYBACK rose.cmd'
        self.close()
        with open(arg) as f:
            self.cmdqueue.extend(f.read().splitlines())
    def precmd(self, line):
        line = line.lower()
        if self.file and 'playback' not in line:
            print(line, file=self.file)
        return line
    def close(self):
        if self.file:
            self.file.close()
            self.file = None

def parse(arg):
    'Convert a series of zero or more numbers to an argument tuple'
    return tuple(map(int, arg.split()))

if __name__ == '__main__':
    TurtleShell().cmdloop()
```

以下は、turtle シェルでの機能のヘルプ表示、空行によるコマンドの繰り返し、単純な記録と再実行のセッション例です:

```
Welcome to the turtle shell.   Type help or ? to list commands.

(turtle) ?
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Documented commands (type help <topic>):
========================================
bye     color    goto     home  playback  record  right
circle  forward  heading  left  position  reset   undo

(turtle) help forward
Move the turtle forward by the specified distance:  FORWARD 10
(turtle) record spiral.cmd
(turtle) position
Current position is 0 0

(turtle) heading
Current heading is 0

(turtle) reset
(turtle) circle 20
(turtle) right 30
(turtle) circle 40
(turtle) right 30
(turtle) circle 60
(turtle) right 30
(turtle) circle 80
(turtle) right 30
(turtle) circle 100
(turtle) right 30
(turtle) circle 120
(turtle) right 30
(turtle) circle 120
(turtle) heading
Current heading is 180

(turtle) forward 100
(turtle)
(turtle) right 90
(turtle) forward 100
(turtle)
(turtle) right 90
(turtle) forward 400
(turtle) right 90
(turtle) forward 500
(turtle) right 90
(turtle) forward 400
(turtle) right 90
(turtle) forward 300
(turtle) playback spiral.cmd
Current position is 0 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Current heading is 0

Current heading is 180

(turtle) bye
Thank you for using Turtle
```

24.3 shlex --- 単純な字句解析

ソースコード: Lib/shlex.py

---

shlex クラスは Unix シェルに似た、単純な構文に対する字句解析器を簡単に書けるようにします。このクラスはしばしば、Python アプリケーションのための実行制御ファイルのような小規模言語を書く上で便利です。

shlex モジュールは以下の関数を定義しています:

shlex.split(*s*, *comments=False*, *posix=True*)

シェルに似た文法を使って、文字列 *s* を分割します。*comments* が *False* (デフォルト値) の場合、受理した文字列内のコメントを解析しません (*shlex* インスタンスの *commenters* メンバの値を空文字列にします)。この関数はデフォルトでは POSIX モードで動作し、*posix* 引数が偽の場合は非 POSIX モードで動作します。

バージョン 3.12 で変更: Passing `None` for *s* argument now raises an exception, rather than reading *sys.stdin*.

shlex.join(*split_command*)

Concatenate the tokens of the list *split_command* and return a string. This function is the inverse of *split()*.

```
>>> from shlex import join
>>> print(join(['echo', '-n', 'Multiple words']))
echo -n 'Multiple words'
```

The returned value is shell-escaped to protect against injection vulnerabilities (see *quote()*).

Added in version 3.8.

shlex.quote(*s*)

文字列 *s* をシェルエスケープして返します。戻り値は、リストを使えないようなケースで、シェルコマンドライン内で一つのトークンとして安全に利用出来る文字列です。

> **警告:** The `shlex` module is **only designed for Unix shells**.
>
> The *quote()* function is not guaranteed to be correct on non-POSIX compliant shells or shells from other operating systems such as Windows. Executing commands quoted by this module on such shells can open up the possibility of a command injection vulnerability.
>
> Consider using functions that pass command arguments with lists such as *subprocess.run()* with `shell=False`.

以下のイディオムは安全ではないかもしれません:

```
>>> filename = 'somefile; rm -rf ~'
>>> command = 'ls -l {}'.format(filename)
>>> print(command)  # executed by a shell: boom!
ls -l somefile; rm -rf ~
```

quote() がそのセキュリティホールをふさぎます:

```
>>> from shlex import quote
>>> command = 'ls -l {}'.format(quote(filename))
>>> print(command)
ls -l 'somefile; rm -rf ~'
>>> remote_command = 'ssh home {}'.format(quote(command))
>>> print(remote_command)
ssh home 'ls -l '"'"'somefile; rm -rf ~'"'"''
```

クォーティングは UNIX シェルならびに *split()* と互換です:

```
>>> from shlex import split
>>> remote_command = split(remote_command)
>>> remote_command
['ssh', 'home', "ls -l 'somefile; rm -rf ~'"]
>>> command = split(remote_command[-1])
>>> command
['ls', '-l', 'somefile; rm -rf ~']
```

Added in version 3.3.

shlex モジュールは以下のクラスを定義します。

class shlex.shlex(*instream=None*, *infile=None*, *posix=False*, *punctuation_chars=False*)

A *shlex* instance or subclass instance is a lexical analyzer object. The initialization argument, if present, specifies where to read characters from. It must be a file-/stream-like object with *read()* and *readline()* methods, or a string. If no argument is given, input will be taken from `sys.stdin`. The second optional argument is a filename string, which sets the initial value of the *infile* attribute. If

the *instream* argument is omitted or equal to `sys.stdin`, this second argument defaults to "stdin". The *posix* argument defines the operational mode: when *posix* is not true (default), the *shlex* instance will operate in compatibility mode. When operating in POSIX mode, *shlex* will try to be as close as possible to the POSIX shell parsing rules. The *punctuation_chars* argument provides a way to make the behaviour even closer to how real shells parse. This can take a number of values: the default value, `False`, preserves the behaviour seen under Python 3.5 and earlier. If set to `True`, then parsing of the characters `();<>|&` is changed: any run of these characters (considered punctuation characters) is returned as a single token. If set to a non-empty string of characters, those characters will be used as the punctuation characters. Any characters in the *wordchars* attribute that appear in *punctuation_chars* will be removed from *wordchars*. See *Improved Compatibility with Shells* for more information. *punctuation_chars* can be set only upon *shlex* instance creation and can't be modified later.

バージョン 3.6 で変更: *punctuation_chars* 引数が追加されました。

参考:

configparser モジュール
Windows `.ini` ファイルに似た設定ファイルのパーザ。

24.3.1 shlex オブジェクト

shlex インスタンスは以下のメソッドを持っています:

`shlex.get_token()`

トークンを一つ返します。トークンが *push_token()* で使ってスタックに積まれていた場合、トークンをスタックからポップします。そうでない場合、トークンを一つ入力ストリームから読み出します。読み出し即時にファイル終了子に遭遇した場合、*eof* (非 POSIX モードでは空文字列 (`''`)、POSIX モードでは `None`) が返されます。

`shlex.push_token(`*str*`)`

トークンスタックに引数文字列をスタックします。

`shlex.read_token()`

生 (raw) のトークンを読み出します。プッシュバックスタックを無視し、かつソースリクエストを解釈しません (通常これは便利なエントリポイントではありません。完全性のためにここで記述されています)。

`shlex.sourcehook(`*filename*`)`

shlex がソースリクエスト (下の *source* を参照してください) を検出した際、このメソッドはその後に続くトークンを引数として渡され、ファイル名と開かれたファイル類似オブジェクトからなるタプルを返すとされています。

通常、このメソッドはまず引数から何らかのクオートを取り除きます。処理後の引数が絶対パス名であった

場合か、以前に有効になったソースリクエストが存在しない場合か、以前のソースが (sys.stdin のような) ストリームであった場合、この結果はそのままにされます。そうでない場合で、処理後の引数が相対パス名の場合、ソースインクルードスタックにある直前のファイル名からディレクトリ部分が取り出され、相対パスの前の部分に追加されます (この動作は C 言語プリプロセッサにおける #include "file.h" の扱いと同様です)。

これらの操作の結果はファイル名として扱われ、タプルの最初の要素として返されます。同時にこのファイル名で *open()* を呼び出した結果が二つ目の要素になります (注意: インスタンス初期化のときとは引数の並びが逆になっています！)

このフックはディレクトリサーチパスや、ファイル拡張子の追加、その他の名前空間に関するハックを実装できるようにするために公開されています。'close' フックに対応するものはありませんが、shlex インスタンスはソースリクエストされている入力ストリームが EOF を返した時には *close()* を呼び出します。

ソーススタックをより明示的に操作するには、*push_source()* および *pop_source()* メソッドを使ってください。

shlex.push_source(*newstream*, *newfile=None*)

入力ソースストリームを入力スタックにプッシュします。ファイル名引数が指定された場合、以後のエラーメッセージ中で利用することができます。*sourcehook()* メソッドが内部で使用しているのと同じメソッドです。

shlex.pop_source()

最後にプッシュされた入力ソースを入力スタックからポップします。字句解析器がスタック上の入力ストリームの EOF に到達した際に利用するメソッドと同じです。

shlex.error_leader(*infile=None*, *lineno=None*)

このメソッドはエラーメッセージの論述部分を Unix C コンパイラエラーラベルの形式で生成します; この書式は '"%s", line %d: ' で、%s は現在のソースファイル名で置き換えられ、%d は現在の入力行番号で置き換えられます (オプションの引数を使ってこれらを上書きすることもできます)。

このやり方は、*shlex* のユーザに対して、Emacs やその他の Unix ツール群が解釈できる一般的な書式でのメッセージを生成することを推奨するために提供されています。

shlex サブクラスのインスタンスは、字句解析を制御したり、デバッグに使えるような public なインスタンス変数を持っています:

shlex.commenters

コメントの開始として認識される文字列です。コメントの開始から行末までのすべてのキャラクタ文字は無視されます。標準では単に '#' が入っています。

shlex.wordchars

The string of characters that will accumulate into multi-character tokens. By default, includes all ASCII alphanumerics and underscore. In POSIX mode, the accented characters in the Latin-1 set

are also included. If *punctuation_chars* is not empty, the characters `~-./*?=`, which can appear in filename specifications and command line parameters, will also be included in this attribute, and any characters which appear in `punctuation_chars` will be removed from `wordchars` if they are present there. If *whitespace_split* is set to `True`, this will have no effect.

shlex.whitespace

空白と見なされ、読み飛ばされる文字群です。空白はトークンの境界を作ります。標準では、スペース、タブ、改行 (linefeed) および復帰 (carriage-return) が入っています。

shlex.escape

エスケープ文字と見なされる文字群です。これは POSIX モードでのみ使われ、デフォルトでは `'\'` だけが入っています。

shlex.quotes

文字列引用符と見なされる文字群です。トークンを構成する際、同じクオートが再び出現するまで文字をバッファに蓄積します (すなわち、異なるクオート形式はシェル中で互いに保護し合う関係にあります)。標準では、ASCII 単引用符および二重引用符が入っています。

shlex.escapedquotes

quotes のうち、*escape* で定義されたエスケープ文字を解釈する文字群です。これは POSIX モードでのみ使われ、デフォルトでは `'"'` だけが入っています。

shlex.whitespace_split

If `True`, tokens will only be split in whitespaces. This is useful, for example, for parsing command lines with *shlex*, getting tokens in a similar way to shell arguments. When used in combination with *punctuation_chars*, tokens will be split on whitespace in addition to those characters.

バージョン 3.8 で変更: The *punctuation_chars* attribute was made compatible with the *whitespace_split* attribute.

shlex.infile

現在の入力ファイル名です。クラスのインスタンス化時に初期設定されるか、その後のソースリクエストでスタックされます。エラーメッセージを構成する際にこの値を調べると便利なことがあります。

shlex.instream

shlex インスタンスが文字を読み出している入力ストリームです。

shlex.source

このメンバ変数は標準で *None* を取ります。この値に文字列を代入すると、その文字列は多くのシェルにおける `source` キーワードに似た、字句解析レベルでのインクルード要求として認識されます。すなわち、その直後に現れるトークンをファイル名として新たなストリームを開き、そのストリームを入力として、EOF に到達するまで読み込まれます。新たなストリームの EOF に到達した時点で *close()* が呼び出さ

れ、入力は元の入力ストリームに戻されます。ソースリクエストは任意のレベルの深さまでスタックしてかまいません。

shlex.debug

このメンバ変数が数値で、かつ 1 またはそれ以上の値の場合、*shlex* インスタンスは動作に関する冗長な進捗報告を出力します。この出力を使いたいなら、モジュールのソースコードを読めば詳細を学ぶことができます。

shlex.lineno

ソース行番号 (遭遇した改行の数に 1 を加えたもの) です。

shlex.token

トークンバッファです。例外を捕捉した際にこの値を調べると便利なことがあります。

shlex.eof

ファイルの終端を決定するのに使われるトークンです。非 POSIX モードでは空文字列 (`''`) 、POSIX モードでは `None` が入ります。

shlex.punctuation_chars

A read-only property. Characters that will be considered punctuation. Runs of punctuation characters will be returned as a single token. However, note that no semantic validity checking will be performed: for example, '»>' could be returned as a token, even though it may not be recognised as such by shells.

Added in version 3.6.

24.3.2 解析規則

非 POSIX モードで動作中の *shlex* は以下の規則に従おうとします。

- ワード内の引用符を認識しない (`Do"Not"Separate` は単一ワード `Do"Not"Separate` として解析されます)
- エスケープ文字を認識しない
- 引用符で囲まれた文字列は、引用符内の全ての文字リテラルを保持する
- 閉じ引用符でワードを区切る (`"Do"Separate` は、`"Do"` と `Separate` であると解析されます)
- *whitespace_split* が `False` の場合、wordchar、whitespace または quote として宣言されていない全ての文字を、単一の文字トークンとして返す。`True` の場合、*shlex* は空白文字でのみ単語を区切る。
- 空文字列 (`''`) で EOF を送出する
- 引用符に囲んであっても、空文字列を解析しない

POSIX モードで動作中の *shlex* は以下の解析規則に従おうとします。

- 引用符を取り除き、引用符で単語を分解しない ("Do"Not"Separate" は単一ワード DoNotSeparate として解析されます)
- 引用符で囲まれないエスケープ文字群 ('\' など) は直後に続く文字のリテラル値を保持する
- *escapedquotes* でない引用符文字 ("'" など) で囲まれている全ての文字のリテラル値を保持する
- 引用符に囲まれた *escapedquotes* に含まれる文字 ('"' など) は、*escape* に含まれる文字を除き、全ての文字のリテラル値を保持する。エスケープ文字群は使用中の引用符、または、そのエスケープ文字自身が直後にある場合のみ、特殊な機能を保持する。他の場合にはエスケープ文字は普通の文字とみなされる。
- *None* で EOF を送出する
- 引用符に囲まれた空文字列 ('') を許す。

24.3.3 Improved Compatibility with Shells

Added in version 3.6.

The *shlex* class provides compatibility with the parsing performed by common Unix shells like `bash`, `dash`, and `sh`. To take advantage of this compatibility, specify the `punctuation_chars` argument in the constructor. This defaults to `False`, which preserves pre-3.6 behaviour. However, if it is set to `True`, then parsing of the characters `();<>|&` is changed: any run of these characters is returned as a single token. While this is short of a full parser for shells (which would be out of scope for the standard library, given the multiplicity of shells out there), it does allow you to perform processing of command lines more easily than you could otherwise. To illustrate, you can see the difference in the following snippet:

```
>>> import shlex
>>> text = "a && b; c && d || e; f >'abc'; (def \"ghi\")"
>>> s = shlex.shlex(text, posix=True)
>>> s.whitespace_split = True
>>> list(s)
['a', '&&', 'b;', 'c', '&&', 'd', '||', 'e;', 'f', '>abc;', '(def', 'ghi)']
>>> s = shlex.shlex(text, posix=True, punctuation_chars=True)
>>> s.whitespace_split = True
>>> list(s)
['a', '&&', 'b', ';', 'c', '&&', 'd', '||', 'e', ';', 'f', '>', 'abc', ';',
'(', 'def', 'ghi', ')']
```

Of course, tokens will be returned which are not valid for shells, and you'll need to implement your own error checks on the returned tokens.

Instead of passing `True` as the value for the punctuation_chars parameter, you can pass a string with specific characters, which will be used to determine which characters constitute punctuation. For example:

```
>>> import shlex
>>> s = shlex.shlex("a && b || c", punctuation_chars="|")
>>> list(s)
['a', '&', '&', 'b', '||', 'c']
```

注釈: When `punctuation_chars` is specified, the *wordchars* attribute is augmented with the characters `~-./*?=`. That is because these characters can appear in file names (including wildcards) and command-line arguments (e.g. `--color=auto`). Hence:

```
>>> import shlex
>>> s = shlex.shlex('~/a && b-c --color=auto || d *.py?',
...                 punctuation_chars=True)
>>> list(s)
['~/a', '&&', 'b-c', '--color=auto', '||', 'd', '*.py?']
```

However, to match the shell as closely as possible, it is recommended to always use `posix` and *whitespace_split* when using *punctuation_chars*, which will negate *wordchars* entirely.

For best effect, `punctuation_chars` should be set in conjunction with `posix=True`. (Note that `posix=False` is the default for *shlex*.)

第

TWENTYFIVE

TK を用いたグラフィカルユーザーインターフェース

Tk/Tcl は長きにわたり Python の不可欠な一部でありつづけています。Tk/Tcl は頑健でプラットホームに依存しないウィンドウ構築ツールキットであり、Python プログラマは *tkinter* パッケージやその拡張の *tkinter.ttk* モジュールを使って利用できます。

tkinter パッケージはオブジェクトの薄い層で作った Tcl/Tk の最上層です。*tkinter* を使うには、Tcl のコードを書く必要はありませんが、Tk のドキュメント、またはときどき、Tcl のドキュメントを調べる必要が出て来ます。*tkinter* は Python クラスとして実装した Tk ウィジェットのラッパーの集合です。

tkinter の一番素晴らしい点は、速く、そしてほとんどの Python に付属していることです。標準ドキュメントが頼りないものだとしても、代わりとなる、リファレンス、チュートリアル、書籍その他が入手可能です。*tkinter* は古臭いルックアンドフィールでも有名ですが、その点は Tk 8.5 で大きく改善されました。とはいえ、他にも興味を引きそうな GUI ライブラリは多数あります。Python wiki には、いくつかの代替の GUI フレームワークとツール の一覧があります。

25.1 `tkinter` --- Tcl/Tk の Python インターフェース

ソースコード: Lib/tkinter/__init__.py

---

tkinter パッケージ (”Tk インターフェース”) は、Tcl/Tk GUI ツールキットに対する標準の Python インターフェースです。Tk と *tkinter* は macOS を含むほとんどの Unix プラットフォームの他、Windows システム上でも利用できます。

コマンドラインから `python -m tkinter` を実行すると簡素な Tk インターフェースを表示するウィンドウが開き、システムに *tkinter* が正しくインストールされたことが分かり、さらにインストールされた Tcl/Tk がどのバーションなのかが表示されるので、そのバージョンの Tcl/Tk ドキュメントを選んで読めます。

Tkinter supports a range of Tcl/Tk versions, built either with or without thread support. The official Python binary release bundles Tcl/Tk 8.6 threaded. See the source code for the *_tkinter* module for more information about supported versions.

Tkinter is not a thin wrapper, but adds a fair amount of its own logic to make the experience more pythonic. This documentation will concentrate on these additions and changes, and refer to the official Tcl/Tk documentation for details that are unchanged.

注釈: Tcl/Tk 8.5 (2007) introduced a modern set of themed user interface components along with a new API to use them. Both old and new APIs are still available. Most documentation you will find online still uses the old API and can be woefully outdated.

参考:

- TkDocs

  Extensive tutorial on creating user interfaces with Tkinter. Explains key concepts, and illustrates recommended approaches using the modern API.

- Tkinter 8.5 reference: a GUI for Python

  Reference documentation for Tkinter 8.5 detailing available classes, methods, and options.

Tcl/Tk Resources:

- Tk commands

  Comprehensive reference to each of the underlying Tcl/Tk commands used by Tkinter.

- Tcl/Tk ホームページ

  Additional documentation, and links to Tcl/Tk core development.

Books:

- Modern Tkinter for Busy Python Developers

  By Mark Roseman. (ISBN 978-1999149567)

- Python GUI programming with Tkinter

  By Alan D. Moore. (ISBN 978-1788835886)

- Programming Python

  By Mark Lutz; has excellent coverage of Tkinter. (ISBN 978-0596158101)

- Tcl and the Tk Toolkit (2nd edition)

  By John Ousterhout, inventor of Tcl/Tk, and Ken Jones; does not cover Tkinter. (ISBN 978-0321336330)

25.1.1 Architecture

Tcl/Tk is not a single library but rather consists of a few distinct modules, each with separate functionality and its own official documentation. Python's binary releases also ship an add-on module together with it.

Tcl

Tcl is a dynamic interpreted programming language, just like Python. Though it can be used on its own as a general-purpose programming language, it is most commonly embedded into C applications as a scripting engine or an interface to the Tk toolkit. The Tcl library has a C interface to create and manage one or more instances of a Tcl interpreter, run Tcl commands and scripts in those instances, and add custom commands implemented in either Tcl or C. Each interpreter has an event queue, and there are facilities to send events to it and process them. Unlike Python, Tcl's execution model is designed around cooperative multitasking, and Tkinter bridges this difference (see *Threading model* for details).

Tk

Tk is a Tcl package implemented in C that adds custom commands to create and manipulate GUI widgets. Each *Tk* object embeds its own Tcl interpreter instance with Tk loaded into it. Tk's widgets are very customizable, though at the cost of a dated appearance. Tk uses Tcl's event queue to generate and process GUI events.

Ttk

Themed Tk (Ttk) is a newer family of Tk widgets that provide a much better appearance on different platforms than many of the classic Tk widgets. Ttk is distributed as part of Tk, starting with Tk version 8.5. Python bindings are provided in a separate module, *tkinter.ttk*.

Internally, Tk and Ttk use facilities of the underlying operating system, i.e., Xlib on Unix/X11, Cocoa on macOS, GDI on Windows.

When your Python application uses a class in Tkinter, e.g., to create a widget, the *tkinter* module first assembles a Tcl/Tk command string. It passes that Tcl command string to an internal *_tkinter* binary module, which then calls the Tcl interpreter to evaluate it. The Tcl interpreter will then call into the Tk and/or Ttk packages, which will in turn make calls to Xlib, Cocoa, or GDI.

25.1.2 Tkinter モジュール

Support for Tkinter is spread across several modules. Most applications will need the main *tkinter* module, as well as the *tkinter.ttk* module, which provides the modern themed widget set and API:

```
from tkinter import *
from tkinter import ttk
```

class tkinter.Tk(*screenName=None*, *baseName=None*, *className='Tk'*, *useTk=True*, *sync=False*, *use=None*)

Construct a toplevel Tk widget, which is usually the main window of an application, and initialize a Tcl interpreter for this widget. Each instance has its own associated Tcl interpreter.

The *Tk* class is typically instantiated using all default values. However, the following keyword arguments are currently recognized:

screenName
: When given (as a string), sets the `DISPLAY` environment variable. (X11 only)

baseName
: Name of the profile file. By default, *baseName* is derived from the program name (`sys.argv[0]`).

className
: Name of the widget class. Used as a profile file and also as the name with which Tcl is invoked (*argv0* in *interp*).

useTk
: If `True`, initialize the Tk subsystem. The *tkinter.Tcl()* function sets this to `False`.

sync
: If `True`, execute all X server commands synchronously, so that errors are reported immediately. Can be used for debugging. (X11 only)

use
: Specifies the *id* of the window in which to embed the application, instead of it being created as an independent toplevel window. *id* must be specified in the same way as the value for the -use option for toplevel widgets (that is, it has a form like that returned by `winfo_id()`).

  Note that on some platforms this will only work correctly if *id* refers to a Tk frame or toplevel that has its -container option enabled.

Tk reads and interprets profile files, named `.`*className*`.tcl` and `.`*baseName*`.tcl`, into the Tcl interpreter and calls *exec()* on the contents of `.`*className*`.py` and `.`*baseName*`.py`. The path for the profile files is the `HOME` environment variable or, if that isn't defined, then *os.curdir*.

tk
: The Tk application object created by instantiating *Tk*. This provides access to the Tcl interpreter. Each widget that is attached the same instance of *Tk* has the same value for its *tk* attribute.

master
: The widget object that contains this widget. For *Tk*, the *master* is *None* because it is the main window. The terms *master* and *parent* are similar and sometimes used interchangeably as argument names; however, calling `winfo_parent()` returns a string of the widget name whereas *master* returns the object. *parent*/*child* reflects the tree-like relationship while *master*/*slave* reflects the

container structure.

children

The immediate descendants of this widget as a *dict* with the child widget names as the keys and the child instance objects as the values.

tkinter.Tcl(*screenName=None*, *baseName=None*, *className='Tk'*, *useTk=False*)

Tcl() はファクトリ関数で、*Tk* クラスで生成するオブジェクトとよく似たオブジェクトを生成します。ただし Tk サブシステムを初期化しません。この関数は、余分なトップレベルウィンドウを作る必要がなかったり、(X サーバを持たない Unix/Linux システムなどのように) 作成できない環境において Tcl インタプリタを駆動したい場合に便利です。*Tcl()* で生成したオブジェクトに対して `loadtk()` メソッドを呼び出せば、トップレベルウィンドウを作成 (して、Tk サブシステムを初期化) します。

The modules that provide Tk support include:

tkinter

Main Tkinter module.

tkinter.colorchooser

ユーザに色を選択させるためのダイアログです。

tkinter.commondialog

この リストの他のモジュールが定義しているダイアログの基底クラスです。

tkinter.filedialog

ユーザが開きたいファイルや保存したいファイルを指定できるようにする共通のダイアログです。

tkinter.font

フォントの扱いを補助するためのユーティリティです。

tkinter.messagebox

標準的な Tk のダイアログボックスにアクセスします。

tkinter.scrolledtext

垂直スクロールバー付きのテキストウィジェットです。

tkinter.simpledialog

基本的なダイアログと便宜関数 (convenience function) です。

tkinter.ttk

Themed widget set introduced in Tk 8.5, providing modern alternatives for many of the classic widgets in the main *tkinter* module.

Additional modules:

_tkinter

A binary module that contains the low-level interface to Tcl/Tk. It is automatically imported by the

main *tkinter* module, and should never be used directly by application programmers. It is usually a shared library (or DLL), but might in some cases be statically linked with the Python interpreter.

idlelib
: Python's Integrated Development and Learning Environment (IDLE). Based on *tkinter*.

tkinter.constants
: Symbolic constants that can be used in place of strings when passing various parameters to Tkinter calls. Automatically imported by the main *tkinter* module.

tkinter.dnd
: (experimental) Drag-and-drop support for *tkinter*. This will become deprecated when it is replaced with the Tk DND.

turtle
: Tk ウィンドウ上でタートルグラフィックスを実現します。

25.1.3 Tkinter お助け手帳

This section is not designed to be an exhaustive tutorial on either Tk or Tkinter. For that, refer to one of the external resources noted earlier. Instead, this section provides a very quick orientation to what a Tkinter application looks like, identifies foundational Tk concepts, and explains how the Tkinter wrapper is structured.

The remainder of this section will help you to identify the classes, methods, and options you'll need in your Tkinter application, and where to find more detailed documentation on them, including in the official Tcl/Tk reference manual.

A Hello World Program

We'll start by walking through a "Hello World" application in Tkinter. This isn't the smallest one we could write, but has enough to illustrate some key concepts you'll need to know.

```
from tkinter import *
from tkinter import ttk
root = Tk()
frm = ttk.Frame(root, padding=10)
frm.grid()
ttk.Label(frm, text="Hello World!").grid(column=0, row=0)
ttk.Button(frm, text="Quit", command=root.destroy).grid(column=1, row=0)
root.mainloop()
```

After the imports, the next line creates an instance of the `Tk` class, which initializes Tk and creates its associated Tcl interpreter. It also creates a toplevel window, known as the root window, which serves as the

main window of the application.

The following line creates a frame widget, which in this case will contain a label and a button we'll create next. The frame is fit inside the root window.

The next line creates a label widget holding a static text string. The `grid()` method is used to specify the relative layout (position) of the label within its containing frame widget, similar to how tables in HTML work.

A button widget is then created, and placed to the right of the label. When pressed, it will call the `destroy()` method of the root window.

Finally, the `mainloop()` method puts everything on the display, and responds to user input until the program terminates.

Important Tk Concepts

Even this simple program illustrates the following key Tk concepts:

widgets
: A Tkinter user interface is made up of individual *widgets*. Each widget is represented as a Python object, instantiated from classes like `ttk.Frame`, `ttk.Label`, and `ttk.Button`.

widget hierarchy
: Widgets are arranged in a *hierarchy*. The label and button were contained within a frame, which in turn was contained within the root window. When creating each *child* widget, its *parent* widget is passed as the first argument to the widget constructor.

configuration options
: Widgets have *configuration options*, which modify their appearance and behavior, such as the text to display in a label or button. Different classes of widgets will have different sets of options.

geometry management
: Widgets aren't automatically added to the user interface when they are created. A *geometry manager* like `grid` controls where in the user interface they are placed.

event loop
: Tkinter reacts to user input, changes from your program, and even refreshes the display only when actively running an *event loop*. If your program isn't running the event loop, your user interface won't update.

Understanding How Tkinter Wraps Tcl/Tk

When your application uses Tkinter's classes and methods, internally Tkinter is assembling strings representing Tcl/Tk commands, and executing those commands in the Tcl interpreter attached to your application's `Tk` instance.

Whether it's trying to navigate reference documentation, trying to find the right method or option, adapting some existing code, or debugging your Tkinter application, there are times that it will be useful to understand what those underlying Tcl/Tk commands look like.

To illustrate, here is the Tcl/Tk equivalent of the main part of the Tkinter script above.

```
ttk::frame .frm -padding 10
grid .frm
grid [ttk::label .frm.lbl -text "Hello World!"] -column 0 -row 0
grid [ttk::button .frm.btn -text "Quit" -command "destroy ."] -column 1 -row 0
```

Tcl's syntax is similar to many shell languages, where the first word is the command to be executed, with arguments to that command following it, separated by spaces. Without getting into too many details, notice the following:

- The commands used to create widgets (like `ttk::frame`) correspond to widget classes in Tkinter.
- Tcl widget options (like `-text`) correspond to keyword arguments in Tkinter.
- Widgets are referred to by a *pathname* in Tcl (like `.frm.btn`), whereas Tkinter doesn't use names but object references.
- A widget's place in the widget hierarchy is encoded in its (hierarchical) pathname, which uses a `.` (dot) as a path separator. The pathname for the root window is just `.` (dot). In Tkinter, the hierarchy is defined not by pathname but by specifying the parent widget when creating each child widget.
- Operations which are implemented as separate *commands* in Tcl (like `grid` or `destroy`) are represented as *methods* on Tkinter widget objects. As you'll see shortly, at other times Tcl uses what appear to be method calls on widget objects, which more closely mirror what would is used in Tkinter.

How do I...? What option does...?

If you're not sure how to do something in Tkinter, and you can't immediately find it in the tutorial or reference documentation you're using, there are a few strategies that can be helpful.

First, remember that the details of how individual widgets work may vary across different versions of both Tkinter and Tcl/Tk. If you're searching documentation, make sure it corresponds to the Python and Tcl/Tk versions installed on your system.

When searching for how to use an API, it helps to know the exact name of the class, option, or method

that you're using. Introspection, either in an interactive Python shell or with *print()*, can help you identify what you need.

To find out what configuration options are available on any widget, call its `configure()` method, which returns a dictionary containing a variety of information about each object, including its default and current values. Use `keys()` to get just the names of each option.

```
btn = ttk.Button(frm, ...)
print(btn.configure().keys())
```

As most widgets have many configuration options in common, it can be useful to find out which are specific to a particular widget class. Comparing the list of options to that of a simpler widget, like a frame, is one way to do that.

```
print(set(btn.configure().keys()) - set(frm.configure().keys()))
```

Similarly, you can find the available methods for a widget object using the standard *dir()* function. If you try it, you'll see there are over 200 common widget methods, so again identifying those specific to a widget class is helpful.

```
print(dir(btn))
print(set(dir(btn)) - set(dir(frm)))
```

Navigating the Tcl/Tk Reference Manual

As noted, the official Tk commands reference manual (man pages) is often the most accurate description of what specific operations on widgets do. Even when you know the name of the option or method that you need, you may still have a few places to look.

While all operations in Tkinter are implemented as method calls on widget objects, you've seen that many Tcl/Tk operations appear as commands that take a widget pathname as its first parameter, followed by optional parameters, e.g.

```
destroy .
grid .frm.btn -column 0 -row 0
```

Others, however, look more like methods called on a widget object (in fact, when you create a widget in Tcl/Tk, it creates a Tcl command with the name of the widget pathname, with the first parameter to that command being the name of a method to call).

```
.frm.btn invoke
.frm.lbl configure -text "Goodbye"
```

In the official Tcl/Tk reference documentation, you'll find most operations that look like method calls on the

man page for a specific widget (e.g., you'll find the `invoke()` method on the ttk::button man page), while functions that take a widget as a parameter often have their own man page (e.g., grid).

You'll find many common options and methods in the options or ttk::widget man pages, while others are found in the man page for a specific widget class.

You'll also find that many Tkinter methods have compound names, e.g., `winfo_x()`, `winfo_height()`, `winfo_viewable()`. You'd find documentation for all of these in the winfo man page.

注釈: Somewhat confusingly, there are also methods on all Tkinter widgets that don't actually operate on the widget, but operate at a global scope, independent of any widget. Examples are methods for accessing the clipboard or the system bell. (They happen to be implemented as methods in the base `Widget` class that all Tkinter widgets inherit from).

25.1.4 Threading model

Python and Tcl/Tk have very different threading models, which *tkinter* tries to bridge. If you use threads, you may need to be aware of this.

A Python interpreter may have many threads associated with it. In Tcl, multiple threads can be created, but each thread has a separate Tcl interpreter instance associated with it. Threads can also create more than one interpreter instance, though each interpreter instance can be used only by the one thread that created it.

Each `Tk` object created by *tkinter* contains a Tcl interpreter. It also keeps track of which thread created that interpreter. Calls to *tkinter* can be made from any Python thread. Internally, if a call comes from a thread other than the one that created the `Tk` object, an event is posted to the interpreter's event queue, and when executed, the result is returned to the calling Python thread.

Tcl/Tk applications are normally event-driven, meaning that after initialization, the interpreter runs an event loop (i.e. `Tk.mainloop()`) and responds to events. Because it is single-threaded, event handlers must respond quickly, otherwise they will block other events from being processed. To avoid this, any long-running computations should not run in an event handler, but are either broken into smaller pieces using timers, or run in another thread. This is different from many GUI toolkits where the GUI runs in a completely separate thread from all application code including event handlers.

If the Tcl interpreter is not running the event loop and processing events, any *tkinter* calls made from threads other than the one running the Tcl interpreter will fail.

A number of special cases exist:

- Tcl/Tk libraries can be built so they are not thread-aware. In this case, *tkinter* calls the library from

the originating Python thread, even if this is different than the thread that created the Tcl interpreter. A global lock ensures only one call occurs at a time.

- While *tkinter* allows you to create more than one instance of a `Tk` object (with its own interpreter), all interpreters that are part of the same thread share a common event queue, which gets ugly fast. In practice, don't create more than one instance of `Tk` at a time. Otherwise, it's best to create them in separate threads and ensure you're running a thread-aware Tcl/Tk build.
- Blocking event handlers are not the only way to prevent the Tcl interpreter from reentering the event loop. It is even possible to run multiple nested event loops or abandon the event loop entirely. If you're doing anything tricky when it comes to events or threads, be aware of these possibilities.
- There are a few select *tkinter* functions that presently work only when called from the thread that created the Tcl interpreter.

25.1.5 簡単なリファレンス

オプションの設定

オプションは、色やウィジェットの境界線幅などを制御します。オプションの設定には三通りの方法があります:

オブジェクト生成時、キーワード引数を使用する

```
fred = Button(self, fg="red", bg="blue")
```

オブジェクト生成後、オプション名を辞書インデックスのように扱う

```
fred["fg"] = "red"
fred["bg"] = "blue"
```

オブジェクト生成後に、config() メソッドを使って複数の属性を更新する

```
fred.config(fg="red", bg="blue")
```

オプションとその振る舞いに関する詳細な説明は、該当するウィジェットの Tk の man ページを参照してください。

man ページには、各ウィジェットの "STANDARD OPTIONS (標準オプション)" と "WIDGET SPECIFIC OPTIONS (ウィジェット固有のオプション)" がリストされていることに注意してください。前者は多くのウィジェットに共通のオプションのリストで、後者は特定のウィジェットに特有のオプションです。標準オプションの説明は man ページの *options(3)* にあります。

このドキュメントでは、標準オプションとウィジェット固有のオプションを区別していません。オプションによっては、ある種のウィジェットに適用できません。あるウィジェットがあるオプションに対応しているかどうかは、ウィジェットのクラスによります。例えばボタンには `command` オプションがありますが、ラベルにはありません。

あるウィジェットがどんなオプションをサポートしているかは、ウィジェットの man ページにリストされています。また、実行時にウィジェットの `config()` メソッドを引数なしで呼び出したり、`keys()` メソッドを呼び出したりして問い合わせることもできます。メソッド呼び出しを行うと辞書型の値を返します。この辞書は、オプションの名前がキー (例えば `'relief'`) になっていて、値が 5 要素のタプルになっています。

`bg` のように、いくつかのオプションはより長い名前を持つ共通のオプションに対する同義語になっています (`bg` は "background" を短縮したものです)。短縮形のオプション名を `config()` に渡すと、5 要素ではなく 2 要素のタプルを返します。このタプルには、同義語の名前と「本当の」オプション名が入っています (例えば `('bg', 'background')`)。

インデックス	意味	使用例
0	オプション名	`'relief'`
1	データベース検索用のオプション名	`'relief'`
2	データベース検索用のオプションクラス	`'Relief'`
3	デフォルト値	`'raised'`
4	現在の値	`'groove'`

以下はプログラム例です:

```
>>> print(fred.config())
{'relief': ('relief', 'relief', 'Relief', 'raised', 'groove')}
```

もちろん、実際に出力される辞書には利用可能なオプションが全て表示されます。上の表示例は単なる例にすぎません。

Packer

packer は Tk のジオメトリ管理メカニズムの一つです。ジオメトリマネージャは、複数のウィジェットの位置を、それぞれのウィジェットを含むコンテナ - 共通の **マスタ** *(master)* からの相対で指定するために使います。やや扱いにくい *placer* (あまり使われないのでここでは取り上げません) と違い、packer は定性的な関係を表す指定子 - **上** *(above)*、**〜の左** *(to the left of)*、**引き延ばし** *(filling)* など - を受け取り、厳密な配置座標の決定を全て行ってくれます。

どんな **マスタ** ウィジェットでも、大きさは内部の " スレイブ (slave) ウィジェット" の大きさで決まります。packer は、スレイブウィジェットを pack 先のマスタウィジェット中のどこに配置するかを制御するために使われます。望みのレイアウトを達成するには、ウィジェットをフレームにパックし、そのフレームをまた別のフレームにパックできます。さらに、一度パックを行うと、それ以後の設定変更に合わせて動的に並べ方を調整します。

ジオメトリマネージャがウィジェットのジオメトリを確定するまで、ウィジェットは表示されないので注意してください。初心者のころにはよくジオメトリの確定を忘れてしまい、ウィジェットを生成したのに何も表示されず驚くことになります。ウィジェットは、(例えば packer の `pack()` メソッドを適用して) ジオメトリを確定した後で初めて表示されます。

pack() メソッドは、キーワード引数つきで呼び出せます。キーワード引数は、ウィジェットをコンテナ内のどこに表示するか、メインのアプリケーションウィンドウをリサイズしたときにウィジェットがどう振舞うかを制御します。以下に例を示します:

```
fred.pack()                     # defaults to side = "top"
fred.pack(side="left")
fred.pack(expand=1)
```

Packer のオプション

packer と packer の取りえるオプションについての詳細は、man ページや John Ousterhout の本の 183 ページを参照してください。

anchor
: アンカーの型です。packer が区画内に各スレイブを配置する位置を示します。

expand
: ブール値で、0 または 1 になります。

fill
: 指定できる値は `'x'` 、`'y'` 、`'both'` 、`'none'` です。

ipadx および ipady
: スレイブウィジェットの各側面の内側に行うパディング幅を表す長さを指定します。

padx および pady
: スレイブウィジェットの各側面の外側に行うパディング幅を表す長さを指定します。

side
: 指定できる値は `'left'`, `'right'`, `'top'`, `'bottom'` です。

ウィジェット変数を関連付ける

ウィジェットによっては、(テキスト入力ウィジェットのように) 特殊なオプションを使って、現在設定されている値をアプリケーション内の変数に直接関連付けできます。このようなオプションには `variable`, `textvariable`, `onvalue`, `offvalue` および `value` があります。この関連付けは双方向に働きます: 変数の値が何らかの理由で変更されると、関連付けされているウィジェットも更新され、新しい値を反映します。

残念ながら、現在の *tkinter* の実装では、`variable` や `textvariable` オプションでは任意の Python の値をウィジェットに渡せません。この関連付け機能がうまく働くのは、*tkinter* 内で Variable というクラスからサブクラス化されている変数によるオプションだけです。

Variable には、`StringVar`, `IntVar`, `DoubleVar`, `BooleanVar` といった便利なサブクラスがすでにすでに数多く定義されています。こうした変数の現在の値を読み出したければ、`get()` メソッドを呼び出します。また、値を変

更したければ set() メソッドを呼び出します。このプロトコルに従っている限り、それ以上なにも手を加えなくてもウィジェットは常に現在値に追従します。

例えば:

```
import tkinter as tk

class App(tk.Frame):
    def __init__(self, master):
        super().__init__(master)
        self.pack()

        self.entrythingy = tk.Entry()
        self.entrythingy.pack()

        # Create the application variable.
        self.contents = tk.StringVar()
        # Set it to some value.
        self.contents.set("this is a variable")
        # Tell the entry widget to watch this variable.
        self.entrythingy["textvariable"] = self.contents

        # Define a callback for when the user hits return.
        # It prints the current value of the variable.
        self.entrythingy.bind('<Key-Return>',
                              self.print_contents)

    def print_contents(self, event):
        print("Hi. The current entry content is:",
              self.contents.get())

root = tk.Tk()
myapp = App(root)
myapp.mainloop()
```

ウィンドウマネージャ

Tk には、ウィンドウマネジャとやり取りするための wm というユーティリティコマンドがあります。wm コマンドにオプションを指定すると、タイトルや配置、アイコンビットマップなどを操作できます。*tkinter* では、こうしたコマンドは Wm クラスのメソッドとして実装されています。トップレベルウィジェットは Wm クラスからサブクラス化されているので、Wm のメソッドを直接呼び出せます。

あるウィジェットの入っているトップレベルウィンドウを取得したい場合、大抵は単にウィジェットのマスタを参照するだけですみます。とはいえ、ウィジェットがフレーム内にパックされている場合、マスタはトップレベルウィンドウではありません。任意のウィジェットの入っているトップレベルウィンドウを知りたければ _root() メソッドを呼び出してください。このメソッドはアンダースコアがついていますが、これはこの関数が Tkinter の実装の一部であり、Tk の機能に対するインターフェースではないことを示しています。

以下に典型的な使い方の例をいくつか挙げます:

```
import tkinter as tk

class App(tk.Frame):
    def __init__(self, master=None):
        super().__init__(master)
        self.pack()

# create the application
myapp = App()

#
# here are method calls to the window manager class
#
myapp.master.title("My Do-Nothing Application")
myapp.master.maxsize(1000, 400)

# start the program
myapp.mainloop()
```

Tk オプションデータ型

anchor
: 指定できる値はコンパスの方位です: `"n"` 、`"ne"` 、`"e"` 、`"se"` 、`"s"` 、`"sw"` 、`"w"` 、`"nw"` 、および `"center"` 。

bitmap
: 八つの組み込み、名前付きビットマップ: `'error'` 、`'gray25'` 、`'gray50'` 、`'hourglass'` 、`'info'` 、`'questhead'` 、`'question'` 、`'warning'` 。X ビットマップファイル名を指定するために、`"@/usr/contrib/bitmap/gumby.bit"` のような `@` を先頭に付けたファイルへの完全なパスを与えてください。

boolean
: 整数 0 または 1 、あるいは、文字列 `"yes"` または `"no"` を渡すことができます。

callback
: これは引数を取らない Python 関数ならどれでも構いません。例えば:

```
def print_it():
    print("hi there")
fred["command"] = print_it
```

color
: Colors can be given as the names of X colors in the rgb.txt file, or as strings representing RGB values in 4 bit: `"#RGB"`, 8 bit: `"#RRGGBB"`, 12 bit: `"#RRRGGGBBB"`, or 16 bit: `"#RRRRGGGGBBBB"` ranges, where R,G,B here represent any legal hex digit. See page 160 of Ousterhout's book for details.

cursor

cursorfont.h の標準 X カーソル名を、接頭語 XC_ 無しで使うことができます。例えば、hand カーソル (XC_hand2) を得るには、文字列 "hand2" を使ってください。あなた自身のビットマップとマスクファイルを指定することもできます。Ousterhout の本の 179 ページを参照してください。

distance ス

クリーン上の距離をピクセルか絶対距離のどちらかで指定できます。ピクセルは数値として与えられ、絶対距離は文字列として与えられます。絶対距離を表す文字列は、単位を表す終了文字 (センチメートルには c 、インチには i 、ミリメートルには m 、プリンタのポイントには p) を伴います。例えば、3.5 インチは "3.5i" と表現します。

font

Tk はフォント名の形式に {courier 10 bold} のようなリストを使います。正の数のフォントサイズはポイント単位で使用され、負の数のサイズはピクセル単位と見なされます。

geometry こ

れは widthxheight 形式の文字列です。ここでは、ほとんどのウィジェットに対して幅と高さピクセル単位で (テキストを表示するウィジェットに対しては文字単位で) 表されます。例えば: fred["geometry"] = "200x100" 。

justify 指

定できる値は文字列です: "left" 、"center" 、"right" 、そして "fill" 。

region こ

れは空白で区切られた四つの要素をもつ文字列です。各要素は指定可能な距離です (以下を参照)。例えば: "2 3 4 5" と "3i 2i 4.5i 2i" と "3c 2c 4c 10.43c" は、すべて指定可能な範囲です。

relief ウ

ィジェットのボーダのスタイルが何かを決めます。指定できる値は: "raised" 、"sunken" 、"flat" 、"groove" 、と "ridge" 。

scrollcommand こ

れはほとんどの場合スクロールバーウィジェットの set() メソッドですが、1 個の引数を取るあらゆるウィジェットにもなりえます。

wrap 次

の中の一つでなければなりません: "none" 、"char" 、あるいは "word" 。

バインドとイベント

ウィジェットコマンドからの bind メソッドによって、あるイベントを待つことと、そのイベント型が起きたときにコールバック関数を呼び出すことができるようになります。bind メソッドの形式は:

```
def bind(self, sequence, func, add=''):
```

ここでは:

sequence
: is a string that denotes the target kind of event. (See the *bind(3tk)* man page, and page 201 of John Ousterhout's book, *Tcl and the Tk Toolkit (2nd edition)*, for details).

func
: は一引数を取り、イベントが起きるときに呼び出される Python 関数です。イベント・インスタンスが引数として渡されます。(このように実施される関数は、一般に *callbacks* として知られています。)

add
: はオプションで、'' か '+' のどちらかです。空文字列を渡すことは、このイベントが関係する他のどんなバインドをもこのバインドが置き換えることを意味します。'+' を使う仕方は、この関数がこのイベント型にバインドされる関数のリストに追加されることを意味しています。

例えば:

```
def turn_red(self, event):
    event.widget["activeforeground"] = "red"

self.button.bind("<Enter>", self.turn_red)
```

イベントのウィジェットフィールドが `turn_red()` コールバック内でどのようにアクセスされているかに注目してください。このフィールドは X イベントを捕らえたウィジェットを含んでいます。以下の表はアクセスできる他のイベントフィールドとそれらの Tk での表現方法の一覧です。Tk man ページを参照するときに役に立つでしょう。

Tk	Tkinter イベントフィールド	Tk	Tkinter イベントフィールド
%f	focus	%A	char
%h	高さ	%E	send_event
%k	keycode	%K	keysym
%s	state	%N	keysym_num
%t	time	%T	type
%w	幅	%W	widget
%x	x	%X	x_root
%y	y	%Y	y_root

index パラメータ

多くのウィジェットにはパラメータ ”index” を渡す必要があります。これらはテキストウィジェット内の特定の位置や、エントリウィジェット内の特定の文字、あるいはメニューウィジェット内の特定のメニューアイテムを指定するために使用されます。

エントリウィジェットのインデックス (インデックス、ビューインデックスなど) エントリウィジェットは表示されているテキスト内の文字位置を参照するオプションを持っています。テキストウィジェットにおけるこれらの特別な位置にアクセスするために、次の *tkinter* 関数を使うことができます:

テキストウィジェットのインデックス テキストウィジェットに対するインデックス記法はとても機能が豊富で、Tk man ページでよく説明されています。

メニューのインデックス (menu.invoke()、menu.entryconfig() **など)** メニューに対するいくつかのオプションとメソッドは特定のメニュー項目を操作します。メニューインデックスはオプションまたはパラメータのために必要とされるときはいつでも、以下のものを渡すことができます:

- ウィジェット内の数字の先頭からの位置を指す整数。先頭は 0。
- 文字列 `"active"`。現在カーソルがあるメニューの位置を指します。
- 文字列 `"last"` 。最後のメニューを指します。
- `@6` のような `@` が前に来る整数。ここでは、整数がメニューの座標系における y ピクセル座標として解釈されます。
- 文字列 `"none"`。どんなメニューエントリもまったく指しておらず、ほとんどの場合、すべてのエントリの動作を停止させるために menu.activate() と一緒に使われます。そして、最後に、
- メニューの先頭から一番下までスキャンしたときに、メニューエントリのラベルに一致したパターンであるテキスト文字列。このインデックス型は他すべての後に考慮されることに注意してください。その代わりに、それは `last` 、`active` または `none` とラベル付けされたメニュー項目への一致は上のリテラルとして解釈されることを意味します。

画像

様々な形式の画像を、それに対応する `tkinter.Image` のサブクラスを使って作成できます:

- XBM 形式の画像のための `BitmapImage` 。
- PGM, PPM, GIF, PNG 形式の画像のための `PhotoImage` 。最後のは Tk 8.6 からサポートされるようになりました。

画像のどちらの型でも `file` または `data` オプションを使って作られます (その上、他のオプションも利用できます)。

バージョン 3.13 で変更: Added the `PhotoImage` method `copy_replace()` to copy a region from one image to other image, possibly with pixel zooming and/or subsampling. Add *from_coords* parameter to `PhotoImage` methods `copy()`, `zoom()` and `subsample()`. Add *zoom* and *subsample* parameters to `PhotoImage` method `copy()`.

`image` オプションがウィジェットにサポートされるところならどこでも、画像オブジェクトを使うことができます (例えば、ラベル、ボタン、メニュー)。これらの場合では、Tk は画像への参照を保持しないでしょう。画像オブジェクトへの最後の Python の参照が削除されたときに、画像データも削除されます。そして、どこで画像が使われていようとも、Tk は空の箱を表示します。

参考:

The Pillow package adds support for formats such as BMP, JPEG, TIFF, and WebP, among others.

25.1.6 ファイルハンドラ

Tk を使うとコールバック関数の登録や解除ができ、ファイルディスクリプタに対する入出力が可能なときに、Tk のメインループからその関数が呼ばれます。ファイルディスクリプタ 1 つにつき、1 つだけハンドラは登録されます。コード例です:

```
import tkinter
widget = tkinter.Tk()
mask = tkinter.READABLE | tkinter.WRITABLE
widget.tk.createfilehandler(file, mask, callback)
...
widget.tk.deletefilehandler(file)
```

これらの機能は Windows では利用できません。

読み込みに使えるバイト数は分からないので、*BufferedIOBase* クラスや *TextIOBase* クラスの *read()* メソッドおよび *readline()* メソッドを使おうとしないでください。これらは読み込みの際に、あらかじめ決められたバイト数を要求するのです。ソケットには、*recv()* や *recvfrom()* メソッドを使うといいです。その他のファイルには、raw 読み込みか `os.read(file.fileno(), maxbytecount)` を使ってください。

`Widget.tk.createfilehandler`(*file*, *mask*, *func*)

ファイルハンドラであるコールバック関数 *func* を登録します。*file* 引数は、(ファイルやソケットオブジェクトのような) *fileno()* メソッドを持つオブジェクトか、整数のファイルディスクリプタとなります。*mask* 引数は、以下にある 3 つの定数の組み合わせの OR を取ったものです。コールバックは次のように呼ばれます:

```
callback(file, mask)
```

Widget.tk.**deletefilehandler**(*file*)

ファイルハンドラの登録を解除します。

_tkinter.**READABLE**

_tkinter.**WRITABLE**

_tkinter.**EXCEPTION**

mask 引数で使う定数です。

25.2 tkinter.colorchooser --- カラー選択ダイアログ

ソースコード: Lib/tkinter/colorchooser.py

Chooser*tkinter.colorchooser* モジュールは *Chooser* クラスをネイティブカラー選択ダイアログのインターフェースとして提供します。はモーダルなカラー選択ウィンドウを実装しています。Chooser クラスは *Dialog* を継承しています。

class tkinter.colorchooser.**Chooser**(*master=None*, ***options*)

tkinter.colorchooser.**askcolor**(*color=None*, ***options*)

カラー選択ダイアログを作成します。このメソッドを呼び出すと、ウィンドウが表示されユーザーが選択するのを待ち、選択された色（もしくは None ）を呼び出し元に返します。

参考:

モジュール *tkinter.commondialog*
Tkinter 標準ダイアログモジュール

25.3 tkinter.font --- Tkinter フォントラッパー

ソースコード: Lib/tkinter/font.py

---

tkinter.font モジュールは名前付きフォントを作成、使用するための *Font* クラスを提供します。

The different font weights and slants are:

tkinter.font.**NORMAL**

tkinter.font.**BOLD**

tkinter.font.ITALIC

tkinter.font.ROMAN

class tkinter.font.Font(*root=None*, *font=None*, *name=None*, *exists=False*, ***options*)

The *Font* class represents a named font. *Font* instances are given unique names and can be specified by their family, size, and style configuration. Named fonts are Tk's method of creating and identifying fonts as a single object, rather than specifying a font by its attributes with each occurrence.

arguments:

font - font specifier tuple (family, size, options)

name - unique font name

exists - self points to existing named font if true

additional keyword options (ignored if *font* is specified):

family - font family i.e. Courier, Times

size - font size

If *size* is positive it is interpreted as size in points.

If *size* is a negative number its absolute value is treated

as size in pixels.

weight - font emphasis (NORMAL, BOLD)

slant - ROMAN, ITALIC

underline - font underlining (0 - none, 1 - underline)

overstrike - font strikeout (0 - none, 1 - strikeout)

actual(*option=None*, *displayof=None*)

Return the attributes of the font.

cget(*option*)

Retrieve an attribute of the font.

config(***options*)

Modify attributes of the font.

copy()

Return new instance of the current font.

measure(*text*, *displayof=None*)

Return amount of space the text would occupy on the specified display when formatted in the current font. If no display is specified then the main application window is assumed.

metrics(**options*, ***kw*)

Return font-specific data. Options include:

ascent - distance between baseline and highest point that a character of the font can occupy

descent - distance between baseline and lowest point that a character of the font can occupy

linespace - minimum vertical separation necessary between any two characters of the font that ensures no vertical overlap between lines.

fixed - 1 if font is fixed-width else 0

tkinter.font.**families**(*root=None*, *displayof=None*)

Return the different font families.

tkinter.font.**names**(*root=None*)

Return the names of defined fonts.

tkinter.font.**nametofont**(*name*, *root=None*)

Return a *Font* representation of a tk named font.

バージョン 3.10 で変更: The *root* parameter was added.

25.4 Tkinter ダイアログ

25.4.1 tkinter.simpledialog --- 標準 Tkinter 入力ダイアログ

ソースコード: Lib/tkinter/simpledialog.py

---

tkinter.simpledialog モジュールは、ユーザーに値を入力させる単純なモーダルダイアログを作成するための便利なクラスや関数を含んでいます。

tkinter.simpledialog.**askfloat**(*title*, *prompt*, ***kw*)

tkinter.simpledialog.**askinteger**(*title*, *prompt*, ***kw*)

tkinter.simpledialog.**askstring**(*title*, *prompt*, ***kw*)

上の 3 つの関数は、ユーザーに期待する型の値を入力を促すダイアログを提供します。

class tkinter.simpledialog.**Dialog**(*parent*, *title=None*)

カスタムダイアログ用の基底クラスです。

body(*master*)

ダイアログインターフェースの構築をオーバーライドし、初期フォーカスを持つべきウィジットを返します。

buttonbox()

デフォルト動作は OK と Cancel ボタンを追加します。カスタムのボタンレイアウトが必要であればオーバーライドします。

25.4.2 tkinter.filedialog --- ファイル選択ダイアログ

ソースコード: Lib/tkinter/filedialog.py

The *tkinter.filedialog* module provides classes and factory functions for creating file/directory selection windows.

ネイティブの読み込み/保存ダイアログ

下記のクラスは、振る舞いをカスタマイズできる設定オプション付きの、ネイティブルック&フィールと統合したファイルダイアログを提供します。以下のキーワード引数は、下記で列挙するクラスや関数に適用できます。

parent - ダイアログをその上に表示するウィンドウ

title - ウィンドウのタイトル

initialdir - 最初に表示するディレクトリ

initialfile - ダイアログを表示した際に選択するファイル

filetypes - (ラベル, パターン) のタプルからなるシーケンスで、'*' ワイルドカードが利用できます

defaultextension - ファイルに追加するデフォルトの拡張子 (保存ダイアログ向け)

multiple - 真の場合、複数要素の選択を許可します

静的なファクトリ関数

The below functions when called create a modal, native look-and-feel dialog, wait for the user's selection, then return the selected value(s) or `None` to the caller.

`tkinter.filedialog.`**`askopenfile`**(*mode='r'*, ***options*)

`tkinter.filedialog.`**`askopenfiles`**(*mode='r'*, ***options*)

The above two functions create an *Open* dialog and return the opened file object(s) in read-only mode.

`tkinter.filedialog.`**`asksaveasfile`**(*mode='w'*, ***options*)

Create a *SaveAs* dialog and return a file object opened in write-only mode.

`tkinter.filedialog.`**`askopenfilename`**(***options*)

`tkinter.filedialog.`**`askopenfilenames`**(***options*)

The above two functions create an *Open* dialog and return the selected filename(s) that correspond to existing file(s).

`tkinter.filedialog.`**`asksaveasfilename`**(***options*)

Create a *SaveAs* dialog and return the selected filename.

`tkinter.filedialog.`**`askdirectory`**(***options*)

Prompt user to select a directory.

Additional keyword option:

mustexist - determines if selection must be an existing directory.

`class tkinter.filedialog.`**`Open`**(*master=None*, ***options*)

`class tkinter.filedialog.`**`SaveAs`**(*master=None*, ***options*)

The above two classes provide native dialog windows for saving and loading files.

便利なクラス

The below classes are used for creating file/directory windows from scratch. These do not emulate the native look-and-feel of the platform.

`class tkinter.filedialog.`**`Directory`**(*master=None*, ***options*)

Create a dialog prompting the user to select a directory.

注釈: The *FileDialog* class should be subclassed for custom event handling and behaviour.

`class tkinter.filedialog.`**`FileDialog`**(*master*, *title=None*)

Create a basic file selection dialog.

cancel_command(*event=None*)

Trigger the termination of the dialog window.

dirs_double_event(*event*)

Event handler for double-click event on directory.

dirs_select_event(*event*)

Event handler for click event on directory.

files_double_event(*event*)

Event handler for double-click event on file.

files_select_event(*event*)

Event handler for single-click event on file.

filter_command(*event=None*)

Filter the files by directory.

get_filter()

Retrieve the file filter currently in use.

get_selection()

Retrieve the currently selected item.

go(*dir_or_file=os.curdir*, *pattern='*'*, *default=''*, *key=None*)

Render dialog and start event loop.

ok_event(*event*)

Exit dialog returning current selection.

quit(*how=None*)

Exit dialog returning filename, if any.

set_filter(*dir*, *pat*)

Set the file filter.

set_selection(*file*)

Update the current file selection to *file*.

class tkinter.filedialog.**LoadFileDialog**(*master*, *title=None*)

A subclass of FileDialog that creates a dialog window for selecting an existing file.

ok_command()

Test that a file is provided and that the selection indicates an already existing file.

class tkinter.filedialog.SaveFileDialog(*master*, *title=None*)

A subclass of FileDialog that creates a dialog window for selecting a destination file.

ok_command()

Test whether or not the selection points to a valid file that is not a directory. Confirmation is required if an already existing file is selected.

25.4.3 tkinter.commondialog --- Dialog window templates

Source code: Lib/tkinter/commondialog.py

The *tkinter.commondialog* module provides the *Dialog* class that is the base class for dialogs defined in other supporting modules.

class tkinter.commondialog.Dialog(*master=None*, ***options*)

show(*color=None*, ***options*)

Render the Dialog window.

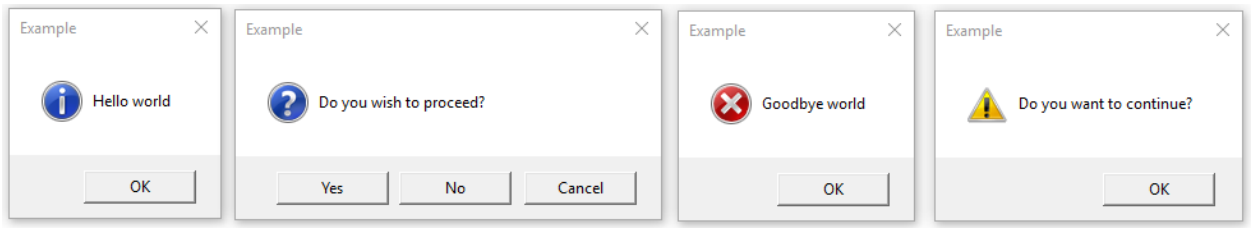
参考:

Modules *tkinter.messagebox*, tut-files

25.5 tkinter.messagebox --- Tkinter メッセージプロンプト

ソースコード: Lib/tkinter/messagebox.py

The *tkinter.messagebox* module provides a template base class as well as a variety of convenience methods for commonly used configurations. The message boxes are modal and will return a subset of (True, False, None, *OK*, *CANCEL*, *YES*, *NO*) based on the user's selection. Common message box styles and layouts include but are not limited to:



class tkinter.messagebox.**Message**(*master=None*, ***options*)

Create a message window with an application-specified message, an icon and a set of buttons. Each of the buttons in the message window is identified by a unique symbolic name (see the *type* options).

The following options are supported:

command

Specifies the function to invoke when the user closes the dialog. The name of the button clicked by the user to close the dialog is passed as argument. This is only available on macOS.

default

Gives the *symbolic name* of the default button for this message window (*OK*, *CANCEL*, and so on). If this option is not specified, the first button in the dialog will be made the default.

detail

Specifies an auxiliary message to the main message given by the *message* option. The message detail will be presented beneath the main message and, where supported by the OS, in a less emphasized font than the main message.

icon

Specifies an *icon* to display. If this option is not specified, then the *INFO* icon will be displayed.

message

Specifies the message to display in this message box. The default value is an empty string.

parent

Makes the specified window the logical parent of the message box. The message box is displayed on top of its parent window.

title

Specifies a string to display as the title of the message box. This option is ignored on macOS, where platform guidelines forbid the use of a title on this kind of dialog.

type

Arranges for a *predefined set of buttons* to be displayed.

show(***options*)

Display a message window and wait for the user to select one of the buttons. Then return the symbolic name of the selected button. Keyword arguments can override options specified in the constructor.

情報メッセージボックス

tkinter.messagebox.**showinfo**(*title=None*, *message=None*, ***options*)

Creates and displays an information message box with the specified title and message.

警告メッセージボックス

tkinter.messagebox.**showwarning**(*title=None*, *message=None*, ***options*)

Creates and displays a warning message box with the specified title and message.

tkinter.messagebox.**showerror**(*title=None*, *message=None*, ***options*)

Creates and displays an error message box with the specified title and message.

質問メッセージボックス

tkinter.messagebox.**askquestion**(*title=None*, *message=None*, ***, *type=YESNO*, ***options*)

Ask a question. By default shows buttons *YES* and *NO*. Returns the symbolic name of the selected button.

tkinter.messagebox.**askokcancel**(*title=None*, *message=None*, ***options*)

Ask if operation should proceed. Shows buttons *OK* and *CANCEL*. Returns `True` if the answer is ok and `False` otherwise.

tkinter.messagebox.**askretrycancel**(*title=None*, *message=None*, ***options*)

Ask if operation should be retried. Shows buttons *RETRY* and *CANCEL*. Return `True` if the answer is yes and `False` otherwise.

tkinter.messagebox.**askyesno**(*title=None*, *message=None*, ***options*)

Ask a question. Shows buttons *YES* and *NO*. Returns `True` if the answer is yes and `False` otherwise.

tkinter.messagebox.**askyesnocancel**(*title=None*, *message=None*, ***options*)

Ask a question. Shows buttons *YES*, *NO* and *CANCEL*. Return `True` if the answer is yes, `None` if cancelled, and `False` otherwise.

Symbolic names of buttons:

```
tkinter.messagebox.ABORT = 'abort'

tkinter.messagebox.RETRY = 'retry'

tkinter.messagebox.IGNORE = 'ignore'

tkinter.messagebox.OK = 'ok'

tkinter.messagebox.CANCEL = 'cancel'

tkinter.messagebox.YES = 'yes'
```

tkinter.messagebox.NO = 'no'

Predefined sets of buttons:

tkinter.messagebox.ABORTRETRYIGNORE = 'abortretryignore'

Displays three buttons whose symbolic names are *ABORT*, *RETRY* and *IGNORE*.

tkinter.messagebox.OK = 'ok'

Displays one button whose symbolic name is *OK*.

tkinter.messagebox.OKCANCEL = 'okcancel'

Displays two buttons whose symbolic names are *OK* and *CANCEL*.

tkinter.messagebox.RETRYCANCEL = 'retrycancel'

Displays two buttons whose symbolic names are *RETRY* and *CANCEL*.

tkinter.messagebox.YESNO = 'yesno'

Displays two buttons whose symbolic names are *YES* and *NO*.

tkinter.messagebox.YESNOCANCEL = 'yesnocancel'

Displays three buttons whose symbolic names are *YES*, *NO* and *CANCEL*.

Icon images:

tkinter.messagebox.ERROR = 'error'

tkinter.messagebox.INFO = 'info'

tkinter.messagebox.QUESTION = 'question'

tkinter.messagebox.WARNING = 'warning'

25.6 tkinter.scrolledtext --- スクロール可能なテキストウィジェット

ソースコード: Lib/tkinter/scrolledtext.py

---

tkinter.scrolledtext モジュールは” 正しい動作” をするように設定された垂直スクロールバーをもつ基本的なテキストウィジェットを実装する同じ名前のクラスを提供します。*ScrolledText* クラスを使うことは、テキストウィジェットとスクロールバーを直接設定するより簡単です。

テキストウィジェットとスクロールバーは Frame の中に一緒に pack され、Grid と Pack ジオメトリマネジャのメソッドは Frame オブジェクトから得られます。これによって、もっとも標準的なジオメトリマネジャの振る舞いにするために、直接 *ScrolledText* ウィジェットを使えるようになります。

特定の制御が必要ならば、以下の属性が利用できます:

class tkinter.scrolledtext.ScrolledText(*master=None*, ***kw*)

frame

テキストとスクロールバーウィジェットを取り囲むフレーム。

vbar

スクロールバーウィジェット。

25.7 tkinter.dnd --- ドラッグアンドドロップのサポート

ソースコード: Lib/tkinter/dnd.py

注釈: This is experimental and due to be deprecated when it is replaced with the Tk DND.

The *tkinter.dnd* module provides drag-and-drop support for objects within a single application, within the same window or between windows. To enable an object to be dragged, you must create an event binding for it that starts the drag-and-drop process. Typically, you bind a ButtonPress event to a callback function that you write (see バインドとイベント). The function should call *dnd_start()*, where 'source' is the object to be dragged, and 'event' is the event that invoked the call (the argument to your callback function).

Selection of a target object occurs as follows:

1. Top-down search of area under mouse for target widget
   - Target widget should have a callable *dnd_accept* attribute
   - If *dnd_accept* is not present or returns `None`, search moves to parent widget
   - If no target widget is found, then the target object is `None`
2. Call to *<old_target>.dnd_leave(source, event)*
3. Call to *<new_target>.dnd_enter(source, event)*
4. Call to *<target>.dnd_commit(source, event)* to notify of drop
5. Call to *<source>.dnd_end(target, event)* to signal end of drag-and-drop

class tkinter.dnd.DndHandler(*source*, *event*)

The *DndHandler* class handles drag-and-drop events tracking Motion and ButtonRelease events on the root of the event widget.

cancel(*event=None*)

Cancel the drag-and-drop process.

finish(*event*, *commit=0*)

Execute end of drag-and-drop functions.

on_motion(*event*)

Inspect area below mouse for target objects while drag is performed.

on_release(*event*)

Signal end of drag when the release pattern is triggered.

tkinter.dnd.**dnd_start**(*source*, *event*)

Factory function for drag-and-drop process.

参考:

バインドとイベント

25.8 tkinter.ttk --- Tk のテーマ付きウィジェット

ソースコード: Lib/tkinter/ttk.py

---

tkinter.ttk モジュールは Tk 8.5 で導入された Tk のテーマ付きウィジェットへのアクセスを提供します。これは X11 上のフォントのアンチエイリアスや透過ウィンドウ (X11 ではコンポジションウィンドウマネージャが必要です) を含む、さらなる利点を提供します。

tkinter.ttk の基本的なアイディアは、拡張可能性のためにウィジェットの動作を実装するコードと見た目を記述するコードを分離することです。

参考:

Tk Widget Styling Support
Tk のテーマサポートを紹介するドキュメント

25.8.1 Ttk を使う

Ttk を使い始めるために、モジュールをインポートします:

```
from tkinter import ttk
```

基本的な Tk ウィジェットを上書きするため、次のように Tk のインポートに続けてインポートを行います:

```
from tkinter import *
from tkinter.ttk import *
```

このように書くと、いくつかの *tkinter.ttk* ウィジェット (Button, Checkbutton, Entry, Frame, Label, LabelFrame, Menubutton, PanedWindow, Radiobutton, Scale, Scrollbar) は自動的に Tk ウィジェットを置き換えます。

これにはプラットフォームをまたいでより良い見た目を得られるという、直接的な利益がありますが、ウィジェットは完全な互換性を持っているわけではありません。一番の違いは "fg" や "bg" やその他のスタイルに関係するウィジェットのオプションが Ttk ウィジェットから無くなっていることです。同じ (もしくはより良い) 見た目にするためには ttk.Style を使ってください。

参考:

Converting existing applications to use Tile widgets
: アプリケーションを移行して新しいウィジェットを使用する際に出くわす典型的な差異について (Tcl の用語を使って) 書かれている研究論文

25.8.2 Ttk ウィジェット

Ttk には 18 のウィジェットがあり、そのうち 12 は Tkinter に既にあるものです: Button, Checkbutton, Entry, Frame, Label, LabelFrame, Menubutton, PanedWindow, Radiobutton, Scale, Scrollbar, *Spinbox* 。新しい 6 つは次のものです: *Combobox*, *Notebook*, *Progressbar*, Separator, Sizegrip, *Treeview* 。そして、これらは全て *Widget* の子クラスです。

Ttk ウィジェットを使用すると、アプリケーションの見た目と使いやすさが向上します。上述の通り、書式をコーディングする方法は異なります。

Tk のコード

```
l1 = tkinter.Label(text="Test", fg="black", bg="white")
l2 = tkinter.Label(text="Test", fg="black", bg="white")
```

Ttk のコード:

```
style = ttk.Style()
style.configure("BW.TLabel", foreground="black", background="white")

l1 = ttk.Label(text="Test", style="BW.TLabel")
l2 = ttk.Label(text="Test", style="BW.TLabel")
```

TtkStyling についての詳細は *Style* クラスの文書を読んでください。

25.8.3 ウィジェット

ttk.Widget は Tk のテーマ付きウィジェットがサポートしている標準のオプションやメソッドを定義するもので、これを直接インスタンス化するものではありません。

標準オプション

All the ttk Widgets accept the following options:

オプション	説明
クラス	ウィンドウクラスを指定します。このクラスはオプションデータベースにウィンドウの他のオプションについて問い合わせを行うときに使われ、これによりウィンドウのデフォルトのバインドタグを決定したり、ウィジェットのデフォルトのレイアウトやスタイルを選択します。このオプションは読み出し専用で、ウィンドウが作成されるときにのみ指定できます。
cursor	このウィジェットで使うマウスカーソルを指定します。空文字列 (デフォルト) が設定されている場合は、カーソルは親ウィジェットのものを引き継ぎます。
takefocus	キーボードによる移動のときにウィンドウがフォーカスを受け入れるかを決定します。0、1、空文字列のいずれかを返します。0 が返されると、キーボードによる移動でそのウィンドウは常にスキップされます。1 なら、そのウィンドウが表示されているときに限り入力フォーカスを受け入れます。そして空文字列は、移動スクリプトによってウィンドウにフォーカスを当てるかどうかが決まることを意味します。
style	独自のウィジェットスタイルを指定するのに使われます。

スクロール可能ウィジェットのオプション

以下のオプションはスクロールバーで操作されるウィジェットが持っているオプションです。

オプション	説明
xscrollcommand	水平方向のスクロールバーとのやり取りに使われます。 ウィジェットのウィンドウが再描画されたとき, ウィジェットは scrollcommand に基いて Tcl コマンドを生成します。 通常このオプションにはあるスクロールバーのメソッド Scrollbar.set() が設定されます。こうすると、ウィンドウの見た目が変わったときにスクロールバーの状態も更新されます。
yscrollcommand	垂直方向のスクロールバーとのやり取りに使われます。詳しくは、上記を参照してください。

ラベルオプション

以下のオプションはラベルやボタンやボタンに類似したウィジェットが持っているオプションです。

オプション	説明
text	ウィジェットに表示される文字列を指定します。
textvariable	text オプションの代わりに使う値の変数名を指定します。
underline	このオプションを設定すると、文字列の中で下線を引く文字のインデックス (0 基点) を指定します。下線が引かれた文字はショートカットとして使われます。
image	表示する画像を指定します。これは 1 つ以上の要素を持つリストです。先頭の要素はデフォルトの画像名です。残りの要素は *Style.map()* で定義されているような状態名と値のペアの並びで、ウィジェットがある状態、もしくはある状態の組み合わせにいるときに使用する別の画像を指定します。このリストにある全ての画像は同じサイズでなければなりません。
compound	text オプションと image オプションが両方とも指定されていた場合に、テキストに対して画像をどう配置するかを指定します。適当な値は: • text: テキストのみ表示する • image: 画像のみ表示する • top, bottom, left, right: それぞれ画像をテキストの上、下、左、右に配置する。 • none: デフォルト。もしあれば画像を表示し、そうでなければテキストを表示する。
幅	0 より大きい場合、テキストラベルを作成するのにどれくらいのスペースを使うかを文字の幅で指定します。0 より小さい場合、最小の幅が指定されます。0 もしくは無指定の場合、テキストラベルに対して自然な幅が使われます。

互換性オプション

オプション	説明
state	”normal” か ”disabled” に設定され、”disabled” 状態のビットをコントロールします。これは書き込み専用のオプションです: これを設定するとウィジェットの状態を変更できますが、*Widget.state()* メソッドはこのオプションに影響を及ぼしません。

ウィジェットの状態

ウィジェットの状態は独立した状態フラグのビットマップです。

Flag	説明
active	マウスカーソルがウィジェットの上にあり、マウスのボタンをクリックすることで何らかの動作をさせられます
disabled	プログラムによってウィジェットは無効化されています
focus	ウィジェットにキーボードフォーカスがあります
pressed	ウィジェットは押されています
selected	チェックボタンやラジオボタンのようなウィジェットでの ”オン” や ”チェック有” や ”選択中” に当たります
background	Windows と Mac には ”アクティブな” もしくは最前面のウィンドウという概念があります。背面のウィンドウにあるウィジェットには *background* 状態が設定され、最前面のウィンドウにあるウィジェットでは解除されます
readonly	ウィジェットはユーザからの変更を受け付けません
alternate	ウィジェット特有の切り替え表示になっています
invalid	ウィジェットの値が不正です

状態仕様は状態名の並びになっていて、状態名の先頭にはビットがオフになっていることを示す感嘆符が付くことがあります。

ttk.Widget

以下に書かれているメソッドに加えて、`ttk.Widget` は `tkinter.Widget.cget()` メソッドと `tkinter.Widget.configure()` メソッドをサポートしています。

class `tkinter.ttk.Widget`

identify(*x*, *y*)

x *y* の位置にある要素の名前、もしくはその位置に要素が無ければ空文字列を返します。

x と *y* はウィジェットに対するピクセル単位の座標です。

instate(*statespec*, *callback=None*, **args*, ***kw*)

ウィジェットの状態をチェックします。コールバックが指定されていない場合、ウィジェットの状態が *statespec* に一致していれば `True` 、そうでなければ `False` を返します。コールバックが指定されていて、ウィジェットの状態が *statespec* に一致している場合、引数に args を指定してそのコールバックを呼び出します。

state(*statespec=None*)

ウィジェットの状態を変更したり、取得したりします。*statespec* が指定されている場合、それに応

じてウィジェットの状態を設定し、どのフラグが変更されたかを示す新しい *statespec* を返します。*statespec* が指定されていない場合、現在の状態フラグを返します。

通常 *statespec* はリストもしくはタプルです。

25.8.4 コンボボックス

`ttk.Combobox` ウィジェットはテキストフィールドと値のポップダウンリストを結び付けます。このウィジェットは `Entry` の子クラスです。

Widget から継承したメソッド (`Widget.cget()`, `Widget.configure()`, *Widget.identify()*, *Widget.instate()*, *Widget.state()*) と以下の `Entry` から継承したメソッド (`Entry.bbox()`, `Entry.delete()`, `Entry.icursor()`, `Entry.index()`, `Entry.insert()`, `Entry.selection()`, `Entry.xview()`) に加え、このクラスには `ttk.Combobox` で説明するメソッドがあります。

オプション

このウィジェットは以下の固有のオプションを受け付けます:

オプション	説明
exportselection	真偽値を取る。設定されている場合、ウィジェットの選択はウィンドウマネージャの選択とリンクしています (例えば、Misc.selection_get を実行することで得られます)。
justify	ウィジェットの中でテキストをどう配置するかを指定します。”left”, ”center”, ”right” のうちのどれか 1 つです。
高さ	ポップダウンリストの高さを行数で指定します。
postcommand	コンボボックスの値を表示する直前に呼び出される、(Misc.register などで登録した) スクリプトです。どの値を表示するかについても指定できます。
state	”normal”, ”readonly”, ”disabled” のどれか 1 つです。”readonly” 状態では、直接入力値を編集することはできず、ユーザはドロップダウンリストから値を 1 つ選ぶことしかできません。”normal” 状態では、テキストフィールドは直接編集できます。”disabled” 状態では、コンボボックスは一切反応しません。
textvariable	コンボボックスの値とリンクさせる変数名を指定します。その変数の値が変更されたとき、ウィジェットの値は更新されます。ウィジェットの値が更新されたときも同様です。`tkinter.StringVar` を参照してください。
`values`	ドロップダウンリストに表示する値のリストを指定します。
幅	入力ウィンドウに必要な幅をウィジェットのフォントの平均的なサイズの文字で測った、文字数を指定します。

仮想イベント

コンボボックスウィジェットは、ユーザが値のリストから 1 つ選んだときに仮想イベント **«ComboboxSelected»** を生成します。

ttk.Combobox

class tkinter.ttk.Combobox

current(*newindex=None*)

newindex が指定されている場合、コンボボックスの値がドロップダウンリストの *newindex* の位置にある値に設定されます。そうでない場合、現在の値のインデックスを、もしくは現在の値がリストに含まれていないなら -1 を返します。

get()

コンボボックスの現在の値を返します。

set(*value*)

コンボボックスの値を *value* に設定します。

25.8.5 Spinbox

The `ttk.Spinbox` widget is a `ttk.Entry` enhanced with increment and decrement arrows. It can be used for numbers or lists of string values. This widget is a subclass of `Entry`.

Widget から継承したメソッド: `Widget.cget()`, `Widget.configure()`, *Widget.identify()*, *Widget.instate()*, *Widget.state()* と、以下の `Entry` から継承したメソッド: `Entry.bbox()`, `Entry.delete()`, `Entry.icursor()`, `Entry.index()`, `Entry.insert()`, `Entry.xview()` に加え、このクラスには `ttk.Spinbox` で説明するいくつかのメソッドがあります。

オプション

このウィジェットは以下の固有のオプションを受け付けます:

オプション	説明
from	Float value. If set, this is the minimum value to which the decrement button will decrement. Must be spelled as `from_` when used as an argument, since `from` is a Python keyword.
to	Float value. If set, this is the maximum value to which the increment button will increment.
increment	Float value. Specifies the amount which the increment/decrement buttons change the value. Defaults to 1.0.
`values`	Sequence of string or float values. If specified, the increment/decrement buttons will cycle through the items in this sequence rather than incrementing or decrementing numbers.
wrap	Boolean value. If `True`, increment and decrement buttons will cycle from the `to` value to the `from` value or the `from` value to the `to` value, respectively.
format	String value. This specifies the format of numbers set by the increment/decrement buttons. It must be in the form "%W.Pf", where W is the padded width of the value, P is the precision, and '%' and 'f' are literal.
command	Python callable. Will be called with no arguments whenever either of the increment or decrement buttons are pressed.

仮想イベント

The spinbox widget generates an **«Increment»** virtual event when the user presses <Up>, and a **«Decrement»** virtual event when the user presses <Down>.

ttk.Spinbox

`class tkinter.ttk.Spinbox`

`get()`

Returns the current value of the spinbox.

`set(`*value*`)`

Sets the value of the spinbox to *value*.

25.8.6 ノートブック

ノートブックウィジェットは複数のウィンドウを管理し、同時に 1 つのウィンドウを表示します。それぞれの子ウィンドウはタブの関連付けられていて、ユーザはそれを選択して表示されているウィンドウを切り替えます。

オプション

このウィジェットは以下の固有のオプションを受け付けます:

オプション	説明
高さ	0 より大きな値が設定されている場合、(内部のパディングやタブを含まない) ペイン領域に必要な高さを指定します。設定されていない場合、全てのペインの高さの最大値が使われます。
padding	ノートブックの外周に付け足す追加の領域の量を指定します。パディングは最大 4 個の長さ指定のリストです: 左、上、右、下の順で指定します。4 個より少ない場合、デフォルトで下は上と、右は左と、上は左と同じ値が、それぞれ使われます。
幅	0 より大きな値が指定されている場合、(内部のパディングを含まない) ペイン領域に必要な幅を指定します。設定されていない場合、全てのペインの幅の最大値が使われます。

タブオプション

タブ用のオプションもあります:

オプション	説明
state	"normal", "disabled", "hidden" のうちどれか 1 つです。"disabled" の場合、タブは選択することができません。"hidden" の場合、タブは表示されません。
sticky	ペイン領域の中に子ウィンドウがどう置かれるかを指定します。指定する値は "n", "s", "e", "w" からなる 0 文字以上の文字列です。配置マネージャの `grid()` と同様に、それぞれの文字は子ウィンドウが (北、南、東、西の) どの辺に対して追随するかに対応しています。
padding	ノートブックとこのペインの間に付け足す追加の領域の量を指定します。文法はこのウィジェットの padding オプションと同じです。
text	タブに表示するテキストを指定します。
image	タブに表示する画像を指定します。*`Widget`* のオプション image の説明を参照してください。
compound	text オプションと image オプションが両方指定されているときにテキストに対して画像をどう表示するかを指定します。指定する値については *Label Options* を参照してください。
underline	テキスト中の下線を引く文字のインデックス (0 基点) を指定します。*`Notebook.enable_traversal()`* が呼ばれていた場合、下線が引かれた文字はショートカットとして使われます。

タブ識別子

`ttk.Notebook` のいくつかのメソッドにある *tab_id* は以下の形式を取ります:

- 0 からタブの数の間の整数
- 子ウィンドウの名前
- タブを指し示す "@x,y" という形式の位置指定
- 現在選択されているタブを指し示すリテラル文字列 "current"
- タブ数を返すリテラル文字列 "end" (*`Notebook.index()`* でのみ有効)

仮想イベント

このウィジェットは新しいタブが選択された後に仮想イベント **«NotebookTabChanged»** を生成します。

ttk.Notebook

class tkinter.ttk.Notebook

add(*child*, ***kw*)

ノートブックに新しいタブを追加します。

ウィンドウが現在ノートブックによって管理されているが隠れている場合、以前の位置に復元します。

利用可能なオプションのリストについては *Tab Options* を参照してください。

forget(*tab_id*)

tab_id で指定されたタブを削除します。関連付けられていたウィンドウは切り離され、管理対象でなくなります。

hide(*tab_id*)

tab_id で指定されたタブを隠します。

タブは表示されませんが、関連付いているウィンドウはノートブックによって保持されていて、その設定も記憶されています。隠れたタブは *`add()`* コマンドで復元できます。

identify(*x*, *y*)

x *y* の位置にあるタブの名前を、そこにタブが無ければ空文字列を返します。

index(*tab_id*)

tab_id で指定されたタブのインデックスを、*tab_id* が文字列の "end" だった場合はタブの総数を返します。

insert(*pos*, *child*, ***kw*)

指定された位置にペインを挿入します。

pos は文字列の "end" か整数のインデックスか管理されている子ウィンドウの名前です。*child* が既にノートブックの管理対象だった場合、指定された場所に移動させます。

利用可能なオプションのリストについては *Tab Options* を参照してください。

select(*tab_id=None*)

指定された *tab_id* を選択します。

関連付いている子ウィンドウは表示され、直前に選択されていたウィンドウは (もし異なれば) 表示されなくなります。*tab_id* が指定されていない場合は、現在選択されているペインのウィジェット名を返します。

tab(*tab_id*, *option=None*, ***kw*)

指定された *tab_id* のオプションを問い合わせたり、変更したりします。

kw が与えられなかった場合、タブのオプション値の辞書を返します。*option* が指定されていた場合、その *option* の値を返します。それ以外の場合は、オプションに対応する値が設定されます。

tabs()

ノートブックに管理されているウィンドウのリストを返します。

enable_traversal()

このノートブックを含む最上位にあるウィンドウでのキーボード移動を可能にします。

これによりノートブックを含んだ最上位にあるウィンドウに対し、以下のキーバインディングが追加されます:

- Control-Tab: 現在選択されているタブの 1 つ次のタブを選択します。
- Shift-Control-Tab: 現在選択されているタブの 1 つ前のタブを選択します。
- Alt-K: K があるタブの (下線が引かれた) ショートカットキーだとして、そのタブを選択します。

ネストしたノートブックも含め、1 つのウィンドウの最上位にある複数のノートブックのキーボード移動が可能になることもあります。しかしノートブック上の移動は、全てのペインが同じノートブックを親としているときのみ正しく動作します。

25.8.7 プログレスバー

ttk.Progressbar ウィジェットは長く走る処理の状態を表示します。このウィジェットは 2 つのモードで動作します: 1) 決定的モードでは、全ての処理の総量のうち完了した量を表示します。2) 非決定的モードでは、今作業が進んでいることをユーザに示します。

オプション

このウィジェットは以下の固有のオプションを受け付けます:

オプション	説明
orient	"horizontal" もしくは "vertical" のいずれかです。プログレスバーの方向を指定します。
length	プログレスバーの長さを指定します。(水平方向の場合は幅、垂直方向の場合は高さです)
mode	"determinate" か "indeterminate" のいずれかです。
maximum	最大値を数値で指定します。デフォルトは 100 です。
value	プログレスバーの現在値です。決定的 ("determinate") モードでは、完了した処理の量を表します。非決定的 ("indeterminate") モードでは、*maximum* を法として解釈され、値が *maximum* に達したときにプログレスバーは 1 " サイクル" を完了したことになります。
variable	value オプションとリンクさせる変数名です。指定されている場合、変数の値が変更されるとプログレスバーの値は自動的にその値に設定されます。
phase	読み出し専用のオプションです。このウィジェットの値が 0 より大きく、かつ決定的モードでは最大値より小さいときに、ウィジェットが定期的にこのオプションの値を増加させます。このオプションは現在の画面テーマが追加のアニメーション効果を出すのに使います。

ttk.Progressbar

class tkinter.ttk.Progressbar

start(*interval=None*)

自動増加モードを開始します: *interval* ミリ秒ごとに *Progressbar.step()* を繰り返し呼び出すタイマーイベントを設定します。引数で指定しない場合は、*interval* はデフォルトで 50 ミリ秒になります。

step(*amount=None*)

プログレスバーの値を *amount* だけ増加させます。

引数で指定しない場合は、*amount* はデフォルトで 1.0 になります。

stop()

自動増加モードを停止します: このプログレスバーの *Progressbar.start()* で開始された繰り返しのタイマーイベントを全てキャンセルします。

25.8.8 セパレータ

ttk.Separator ウィジェットは水平もしくは垂直のセパレータを表示します。

ttk.Widget から継承したメソッド以外にメソッドを持ちません。

オプション

このウィジェットは次の特定のオプションを受け付けます。

オプション	説明
orient	"horizontal" か "vertical" のいずれかです。セパレータの方向を指定します。

25.8.9 サイズグリップ

(グローボックスとしても知られる) ttk.Sizegrip ウィジェットを使用すると、つまみ部分を押してドラッグすることで、このウィジェットを含む最上位のウィンドウのサイズを変更できます。

このウィジェットは ttk.Widget から継承したもの以外のオプションとメソッドを持ちません。

プラットフォーム固有のメモ

- macOS では、最上位のウィンドウにはデフォルトで組み込みのサイズグリップが含まれています。組み込みのグリップが Sizegrip を隠してしまうので、Sizegrip を追加しても問題ありません。

バグ

- このウィジェットを含む最上位のウィンドウの位置がスクリーンの右端や下端に対して相対的に指定されている場合 (例: "-0-0") 、Sizegrip ウィジェットはウィンドウのサイズ変更をしません。
- このウィジェットは "南東" 方向のサイズ変更しかサポートしていません。

25.8.10 ツリービュー

ttk.Treeview ウィジェットは階層のある要素 (アイテム) の集まりを表示します。それぞれの要素はテキストラベル、オプションの画像、オプションのデータのリストを持っています。データはラベルの後に続くカラムに表示されます。

データが表示される順序はウィジェットの displaycolumns オプションで制御されます。ツリーウィジェットはカラムヘッダを表示することもできます。カラムには数字もしくはウィジェットの columns オプションにある名

前でアクセスできます。*Column Identifiers* を参照してください。

それぞれの要素は一意な名前で識別されます。要素の作成時に識別子が与えられなかった場合、ウィジェットが要素の識別子を生成します。このウィジェットには {} という名前の特別なルート要素があります。ルート要素自身は表示されません; その子要素たちが階層の最上位に現れます。

それぞれの要素はタグのリストも持っていて、イベントバインディングと個別の要素を関連付け、要素の見た目を管理するのに使えます。

ツリービューウィジェットは水平方向と垂直方向のスクロールをサポートしていて、*Scrollable Widget Options* に記述してあるオプションと `Treeview.xview()` メソッドおよび `Treeview.yview()` メソッドが使えます。

オプション

このウィジェットは以下の固有のオプションを受け付けます:

オプション	説明
columns	カラム数とその名前を指定するカラム識別子のリストです。
displaycolumns	どのデータカラムをどの順序で表示するかを指定する、(名前もしくは整数のインデックスの) カラム識別子のリストか、文字列 "#all" です。
高さ	表示する行数を指定します。メモ: 表示に必要な幅はカラム幅の合計から決定されます。
padding	ウィジェットの内部のパディングのサイズを指定します。パディングは最大 4 個の長さ指定のリストです。
selectmode	組み込みのクラスバインディングが選択状態をどう管理するかを指定します。設定する値は "extended", "browse", "none" のどれか 1 つです。"extended" に設定した場合 (デフォルト)、複数の要素が選択できます。"browse" に設定した場合、同時に 1 つの要素しか選択できません。"none" に設定した場合、選択を変更することはできません。 このオプションの値によらず、アプリケーションのコードと関連付けられているタグからは好きなように選択状態を設定できます。
show	ツリーのどの要素を表示するかを指定する、以下にある値を 0 個以上含むリストです。 • tree: カラム #0 にツリーのラベルを表示します。 • headings: ヘッダ行を表示します。 デフォルトは "tree headings" 、つまり全ての要素を表示します。 **メモ**: show="tree" が指定されていない場合でも、カラム #0 は常にツリーカラムを参照します。

要素オプション

以下の要素オプションは、ウィジェットの insert コマンドと item コマンドで要素に対して指定できます。

オプション	説明
text	アイテムに表示するテキストラベルです。
image	ラベルの左に表示される Tk 画像です。
`values`	要素に関連付けられている値のリストです。 それぞれの要素はウィジェットの columns オプションと同じ数の値を持たなければいけません。columns オプションより少ない場合、残りの値は空として扱われます。columns オプションより多い場合、余計な値は無視されます。
open	要素の子供を表示するか隠すかを指示する `True`/`False` 値です。
tags	この要素に関連付いているタグのリストです。

タグオプション

以下のオプションはタグに対して設定できます:

オプション	説明
foreground	テキストの色を指定します。
background	セルや要素の背景色を指定します。
font	テキストを描画するときに使うフォントを指定します。
image	要素の image オプションが空だった場合に使用する画像を指定します。

カラム識別子

カラム識別子は以下のいずれかの形式を取ります:

- columns オプションのリストにある名前。
- n 番目のデータカラムを指し示す整数 n 。
- n を整数として n 番目の表示されているカラムを指し示す #n という形式の文字列。

注釈:

- 要素のオプション値は実際に格納されている順序とは違った順序で表示されることがあります。
- show=”tree” が指定されていない場合でも、カラム #0 は常にツリーカラムを指しています。

データカラムを指す数字は、要素の values オプションのリストのインデックスです; 表示カラムを指す数字は、値が表示されているツリーのカラム番号です。ツリーラベルはカラム #0 に表示されます。displaycolumns オプ

ションが設定されていない場合は、n 番目のデータカラムはカラム #n+1 に表示されます。再度言っておくと、**カラム #0 は常にツリーカラムを指します** 。

仮想イベント

ツリービューは以下の仮想イベントを生成します。

Event	説明
«TreeviewSelect»	選択状態が変更されたときに生成されます。
«TreeviewOpen»	フォーカスが当たっている要素に open=True が設定される直前に生成されます。
«TreeviewClose»	フォーカスが当たっている要素に open=False が設定された直後に生成されます。

Treeview.focus() メソッドと *Treeview.selection()* メソッドは変更を受けた要素を判別するのに使えます。

ttk.Treeview

class tkinter.ttk.Treeview

bbox(*item*, *column=None*)

(ツリービューウィジェットのウィンドウを基準として) 指定された *item* のバウンディングボックス情報を (x 座標, y 座標, 幅, 高さ) の形式で返します。

column が指定されている場合は、セルのバウンディングボックスを返します。(例えば、閉じた状態の要素の子供であったり、枠外にスクロールされていて) *item* が見えなくなっている場合は、空文字列が返されます。

get_children(*item=None*)

item の子要素のリストを返します。

item が指定されていなかった場合は、ルート要素の子供が返されます。

set_children(*item*, **newchildren*)

item の子要素を *newchildren* で置き換えます。

item にいる子供のうち *newchildren* にないものはツリーから切り離されます。*newchildren* にあるどの要素も *item* の祖先であってはいけません。*newchildren* を指定しなかった場合は、*item* の子要素が全て切り離されることに注意してください。

column(*column*, *option=None*, ***kw*)

指定した *column* のオプションを問い合わせたり、変更したりします。

kw が与えられなかった場合は、カラムのオプション値の辞書が返されます。*option* が指定されていた場合は、その *option* の値が返されます。それ以外の場合は、オプションに値を設定します。

設定できるオプションとその値は次の通りです:

id カラム名を返します。これは読み出し専用のオプションです。

anchor: One of the standard Tk anchor values. このカラムでセルに対してテキストをどう配置するかを指定します。

minwidth: width カラムの最小幅をピクセル単位で表したものです。ツリービューウィジェットは、ウィジェットのサイズが変更されたりカラムをユーザがドラッグして移動させたりしたときに、このオプションで指定した幅より狭くすることはありません。

stretch: `True`/`False` ウィジェットがサイズ変更されたとき、カラムの幅をそれに合わせるかどうかを指定します。

width: width カラムの幅をピクセル単位で表したものです。

ツリーカラムの設定を行うには、column = "#0" を付けてこのメソッドを呼び出してください。

delete(**items*)

指定された *items* とその子孫たち全てを削除します。

ルート要素は削除されません。

detach(**items*)

指定された *items* を全てツリーから切り離します。

その要素と子孫たちは依然として存在していて、ツリーの別の場所に再度挿入することができますが、隠された状態になり表示はされません。

ルート要素は切り離されません。

exists(*item*)

指定された *item* がツリーの中にあれば `True` を返します。

focus(*item=None*)

item が指定されていた場合は、*item* にフォーカスを当てます。そうでない場合は、現在フォーカスが当たっている要素が、どの要素にもフォーカスが当たっていない場合は '' が返されます。

heading(*column*, *option=None*, ***kw*)

指定された *column* の heading のオプションを問い合わせたり、変更したりします。

kw が与えられなかった場合は、見出しのオプション値の辞書が返されます。*option* が指定されている場合は、*option* の値が返されます。それ以外の場合は、オプションに値を設定します。

設定できるオプションとその値は次の通りです:

text: text カ
ラムの見出しに表示するテキスト。

image: imageName カ
ラムの見出しの右に表示する画像を指定します。

anchor: anchor 見
出しのテキストをどう配置するかを指定します。標準の Tk anchor の値です。

command: callback 見
出しラベルがクリックされたときに実行されるコールバックです。

ツリーカラムの見出しの設定を行うには、column = "#0" を付けてこのメソッドを呼び出してください。

identify(*component*, *x*, *y*)

x *y* で与えられた場所にある指定された *component* の説明を返します。その場所に指定された *component* が無い場合は空文字列を返します。(訳注: component には "region", "item", "column", "row", "element" が指定でき、それぞれ "cell", "heading" などの場所の名前、要素の識別子、#n という形式のカラム名、その行にある要素の識別子、"text", "padding" などの画面構成要素の名前を返します。)

identify_row(*y*)

y 座標が *y* の位置にある要素の識別子を返します。

identify_column(*x*)

x 座標が *x* の位置にあるセルのデータカラムの識別子を返します。

ツリーカラムは #0 という識別子を持ちます。

identify_region(*x*, *y*)

以下のうち 1 つを返します:

region	意味
heading	ツリーの見出し領域
separator	2 つのカラム見出しの間のスペース
tree	ツリーの領域
cell	データセル

使用可能バージョン: Tk 8.6

identify_element(*x*, *y*)

x *y* の位置にある画面構成要素の名前を返します。

使用可能バージョン: Tk 8.6

index(*item*)

親要素の子要素リストの中での *item* のインデックスを返します。

insert(*parent*, *index*, *iid=None*, ***kw*)

新しい要素を作り、その要素の識別子を返します。

parent は親となる要素の識別子で、空文字列にすると新しい要素を最上位に作成します。*index* は整数もしくは "end" という値で、それによって親要素の子要素リストのどこに新しい要素を挿入するかを指定します。*index* が 0 以下だった場合は、新しい要素は先頭に挿入されます; *index* が現在の子要素の数以上だった場合は末尾に挿入されます。*iid* が指定された場合は、要素の識別子として使われます; *iid* はまだツリーに存在していないものに限ります。それ以外の場合は、一意な識別子が生成されます。

See *Item Options* for the list of available options.

item(*item*, *option=None*, ***kw*)

指定された *item* のオプションを問い合わせたり、変更したりします。

オプションが与えられなかった場合は、要素のオプションと値が辞書の形で返されます。*option* が指定された場合は、そのオプションの値が返されます。それ以外の場合は、*kw* で与えられたようにオプションに値が設定されます。

move(*item*, *parent*, *index*)

item を *parent* の子要素リストの *index* の位置に移動します。

要素を自身の子孫の下に移動させるのは許されていません。*index* が 0 以下の場合、*item* は先頭に移動されます; 子要素の数以上だった場合、末尾に移動されます。*item* が切り離された状態の場合は、再度取り付けられます。

next(*item*)

item の 1 つ下の兄弟の識別子を、*item* が親にとって一番下の子供だった場合 " を返します。

parent(*item*)

item の親の識別子を、*item* が階層の最上位にいた場合 " を返します。

prev(*item*)

item の 1 つ上の兄弟の識別子を、*item* が親にとって一番上の子供だった場合 " を返します。

reattach(*item*, *parent*, *index*)

Treeview.move() のエイリアスです。

see(*item*)

item を見える状態にします。

item の全ての子孫の open オプションを `True` にし、必要であれば *item* がツリーの見える範囲に来るようにウィジェットをスクロールさせます。

selection()

Returns a tuple of selected items.

バージョン 3.8 で変更: `selection()` no longer takes arguments. For changing the selection state use the following selection methods.

selection_set(**items*)

新しく選択状態の要素が *items* になります。

バージョン 3.6 で変更: *items* は 1 つのタプルとしてだけでなく、別々の引数としても渡せます。

selection_add(**items*)

選択状態の要素として *items* を追加します。

バージョン 3.6 で変更: *items* は 1 つのタプルとしてだけでなく、別々の引数としても渡せます。

selection_remove(**items*)

選択状態の要素から *items* を取り除きます。

バージョン 3.6 で変更: *items* は 1 つのタプルとしてだけでなく、別々の引数としても渡せます。

selection_toggle(**items*)

items のそれぞれの要素の選択状態を入れ替えます。

バージョン 3.6 で変更: *items* は 1 つのタプルとしてだけでなく、別々の引数としても渡せます。

set(*item*, *column=None*, *value=None*)

1 引数で呼び出された場合、指定された *item* のカラムと値のペアからなる辞書を返します。2 引数で呼び出された場合、指定された *column* の現在の値を返します。3 引数で呼び出された場合、与えられた *item* の *column* を指定された値 *value* に設定します。

tag_bind(*tagname*, *sequence=None*, *callback=None*)

与えられたイベント *sequence* 用のコールバックをタグ *tagname* にバインドします。イベントが要素に渡ってきたときに、要素の tags オプションのそれぞれのコールバックが呼び出されます。

tag_configure(*tagname*, *option=None*, ***kw*)

指定された *tagname* のオプションを問い合わせたり、変更したりします。

kw が与えられなかった場合、*tagname* のオプション設定を辞書の形で返します。*option* が指定された場合、指定された *tagname* の *option* の値を返します。それ以外の場合、与えられた *tagname* のオプションに値を設定します。

tag_has(*tagname*, *item=None*)

item が指定されていた場合、指定された *item* が与えられた *tagname* を持っているかどうかに従って 1 または 0 が返されます。そうでない場合、指定されたタグを持つ全ての要素のリストを返します。

使用可能バージョン: Tk 8.6

xview(**args*)

ツリービューの水平方向の位置を問い合わせたり、変更したりします。

yview(**args*)

ツリービューの垂直方向の位置を問い合わせたり、変更したりします。

25.8.11 Ttk スタイル

ttk のそれぞれのウィジェットにはスタイルが関連付けられていて、それと動的もしくはデフォルトで設定される要素のオプションによってウィジェットを構成する要素とその配置を指定します。デフォルトではスタイル名はウィジェットのクラス名と同じですが、ウィジェットの style オプションで上書きすることができます。ウィジェットのクラス名が分からない場合は、**Misc.winfo_class()** (somewidget.winfo_class()) メソッドを使ってください。

参考:

Tcl'2004 conference のプレゼンテーション こ
の文書ではテーマエンジンがどう動くかを説明しています

class tkinter.ttk.Style

このクラスはスタイルデータベースを操作するために使われます。

configure(*style*, *query_opt=None*, ***kw*)

style の指定されたオプションのデフォルト値を問い合わせたり、設定したりします。

kw のそれぞれのキーはオプション名で値はそのオプションの値の文字列です。

例えば、全てのデフォルトのボタンをパディングのある平らな見た目にし、背景の色を変更するには以下のようにします:

```
from tkinter import ttk
import tkinter

root = tkinter.Tk()

ttk.Style().configure("TButton", padding=6, relief="flat",
   background="#ccc")

btn = ttk.Button(text="Sample")
btn.pack()

root.mainloop()
```

map(*style*, *query_opt=None*, ***kw*)

style の指定されたオプションの動的な値を問い合わせたり、設定したりします。

kw のそれぞれのキーはオプション名で、値はタプルやリストや何か他のお好みのものでグループ化された状態仕様 (statespec) を要素とするリストやタプルです。状態仕様は 1 つもしくは複数の状態と値の組み合わせです。

以下のように、例を示す方がわかりやすいでしょう:

```
import tkinter
from tkinter import ttk

root = tkinter.Tk()

style = ttk.Style()
style.map("C.TButton",
    foreground=[('pressed', 'red'), ('active', 'blue')],
    background=[('pressed', '!disabled', 'black'), ('active', 'white')]
    )

colored_btn = ttk.Button(text="Test", style="C.TButton").pack()

root.mainloop()
```

あるオプションに対する状態と値の組 (states, value) の並び順はスタイルに影響を与えることに注意してください。例えば、foreground オプションの順序を `[('active', 'blue'), ('pressed', 'red')]` に変更した場合、ウィジェットがアクティブもしくは押された状態のとき前面が青くなります。

lookup(*style*, *option*, *state=None*, *default=None*)

style の指定された *option* の値を返します。

state を指定する場合は、1 つ以上の状態名の並びである必要があります。*default* 引数が指定されていた場合は、オプション指定が見付からなかったときに代わりに返される値として使われます。

デフォルトでボタンがどのフォントを使うかを調べるには、以下のように実行します:

```
from tkinter import ttk

print(ttk.Style().lookup("TButton", "font"))
```

layout(*style*, *layoutspec=None*)

与えられた *style* でのウィジェットのレイアウトを定義します。*layoutspec* が省略されていた場合は、与えられたスタイルのレイアウト仕様を返します。

layoutspec を指定する場合は、リストもしくは (文字列を除いた) 何か他のシーケンス型である必要があります。それぞれの要素はタプルで、レイアウト名を 1 番目の要素とし、2 番目の要素は *Layouts* で説明されているフォーマットである必要があります。

フォーマットを理解するために以下の例を見てください (何かを使い易くするための例ではありません):

```
from tkinter import ttk
import tkinter

root = tkinter.Tk()

style = ttk.Style()
style.layout("TMenubutton", [
   ("Menubutton.background", None),
   ("Menubutton.button", {"children":
       [("Menubutton.focus", {"children":
           [("Menubutton.padding", {"children":
               [("Menubutton.label", {"side": "left", "expand": 1})]
           })]
       })]
   }),
])

mbtn = ttk.Menubutton(text='Text')
mbtn.pack()
root.mainloop()
```

element_create(*elementname*, *etype*, **args*, ***kw*)

Create a new element in the current theme, of the given *etype* which is expected to be either ”image”, ”from” or ”vsapi”. The latter is only available in Tk 8.6 on Windows.

”image” が使われた場合、*args* はデフォルトの画像名の後ろに状態仕様と値のペア (これが画像仕様です) を並べたものである必要があります。*kw* には以下のオプションが指定できます:

border=padding

padding は 4 個以下の整数のリストで、それぞれ左、上、右、下の縁の幅を指定します。

height=height 要

素の最小の高さを指定します。0 より小さい場合は、画像の高さをデフォルトとして使用します。

padding=padding 要

素の内部のパディングを指定します。指定されない場合は、border の値がデフォルトとして使われます。

sticky=spec 1

つ外側の枠に対し画像をどう配置するかを指定します。spec は ”n”, ”s”, ”w”, ”e” の文字を 0 個以上含みます。

width=width 要

素の最小の幅を指定します。0 より小さい場合は、画像の幅をデフォルトとして使用します。

以下はプログラム例です:

```
img1 = tkinter.PhotoImage(master=root, file='button.png')
img1 = tkinter.PhotoImage(master=root, file='button-pressed.png')
img1 = tkinter.PhotoImage(master=root, file='button-active.png')
style = ttk.Style(root)
style.element_create('Button.button', 'image',
                     img1, ('pressed', img2), ('active', img3),
                     border=(2, 4), sticky='we')
```

etype の値として ”from” が使われた場合は、*element_create()* が現在の要素を複製します。*args* は要素の複製元のテーマの名前と、オプションで複製する要素を含んでいる必要があります。複製元の要素が指定されていなかった場合、空要素が使用され、*kw* は破棄されます。

以下はプログラム例です:

```
style = ttk.Style(root)
style.element_create('plain.background', 'from', 'default')
```

If ”vsapi” is used as the value of *etype*, *element_create()* will create a new element in the current theme whose visual appearance is drawn using the Microsoft Visual Styles API which is responsible for the themed styles on Windows XP and Vista. *args* is expected to contain the Visual Styles class and part as given in the Microsoft documentation followed by an optional sequence of tuples of ttk states and the corresponding Visual Styles API state value. *kw* may have the following options:

padding=padding

Specify the element's interior padding. *padding* is a list of up to four integers specifying the left, top, right and bottom padding quantities respectively. If fewer than four elements are specified, bottom defaults to top, right defaults to left, and top defaults to left. In other words, a list of three numbers specify the left, vertical, and right padding; a list of two numbers specify the horizontal and the vertical padding; a single number specifies the

same padding all the way around the widget. This option may not be mixed with any other options.

margins=padding
: Specifies the elements exterior padding. *padding* is a list of up to four integers specifying the left, top, right and bottom padding quantities respectively. This option may not be mixed with any other options.

width=width
: Specifies the width for the element. If this option is set then the Visual Styles API will not be queried for the recommended size or the part. If this option is set then *height* should also be set. The *width* and *height* options cannot be mixed with the *padding* or *margins* options.

height=height
: Specifies the height of the element. See the comments for *width*.

以下はプログラム例です:

```
style = ttk.Style(root)
style.element_create('pin', 'vsapi', 'EXPLORERBAR', 3, [
                     ('pressed', '!selected', 3),
                     ('active', '!selected', 2),
                     ('pressed', 'selected', 6),
                     ('active', 'selected', 5),
                     ('selected', 4),
                     ('', 1)])
style.layout('Explorer.Pin',
             [('Explorer.Pin.pin', {'sticky': 'news'})])
pin = ttk.Checkbutton(style='Explorer.Pin')
pin.pack(expand=True, fill='both')
```

バージョン 3.13 で変更: Added support of the "vsapi" element factory.

element_names()

現在のテーマに定義されている要素のリストを返します。

element_options(*elementname*)

elementname のオプションのリストを返します。

theme_create(*themename*, *parent=None*, *settings=None*)

新しいテーマを作成します。

themename が既に存在していた場合はエラーになります。*parent* が指定されていた場合は、新しいテーマは親テーマからスタイルや要素やレイアウトを継承します。*settings* が指定された場合は、*theme_settings()* で使われるのと同じ形式である必要があります。

theme_settings(*themename*, *settings*)

一時的に現在のテーマを *themename* に設定し、指定された *settings* を適用した後、元のテーマを復元します。

settings のそれぞれのキーはスタイル名で値はさらに 'configure', 'map', 'layout', 'element create' をキーとして持ち、その値はそれぞれ *Style.configure()*, *Style.map()*, *Style.layout()*, *Style.element_create()* メソッドで指定するのと同じ形式である必要があります。

例として、コンボボックスの default テーマを少し変更してみましょう

```
from tkinter import ttk
import tkinter

root = tkinter.Tk()

style = ttk.Style()
style.theme_settings("default", {
   "TCombobox": {
       "configure": {"padding": 5},
       "map": {
           "background": [("active", "green2"),
                          ("!disabled", "green4")],
           "fieldbackground": [("!disabled", "green3")],
           "foreground": [("focus", "OliveDrab1"),
                          ("!disabled", "OliveDrab2")]
       }
   }
})

combo = ttk.Combobox().pack()

root.mainloop()
```

theme_names()

全ての既存のテーマのリストを返します。

theme_use(*themename=None*)

themename が与えられなかった場合は、現在使用中のテーマ名を返します。そうでない場合は、現在のテーマを *themename* に設定し、全てのウィジェットを再描画し、«ThemeChanged» イベントを発生させます。

レイアウト

A layout can be just `None`, if it takes no options, or a dict of options specifying how to arrange the element. The layout mechanism uses a simplified version of the pack geometry manager: given an initial cavity, each element is allocated a parcel.

設定できるオプションとその値は次の通りです:

side: whichside 要
: 素を空間のどちら側に配置するかを指定します; top, right, bottom, left のどれか 1 つです。省略された場合は、要素は空間全体を占めます。

sticky: nswe 配
: 分された空間の内部に要素をどう配置するかを指定します。

unit: 0 or 1 1
: に設定されると、*`Widget.identify()`* などには要素とその子で単一の要素として扱われます。これは、グリップのついたスクロールバーサムのようなものに使われます。

children: [sublayout...] 要
: 素の内部に配置する要素のリストを指定します。リストのそれぞれの要素はタプル (もしくは他のシーケンス型) で、それの 1 番目の要素はレイアウト名でそれ以降は *Layout* です。

25.9 IDLE

ソースコード: Lib/idlelib/

IDLE は Python の統合開発環境で、学習用環境です。

IDLE は次のような特徴があります:

- クロスプラットホーム: Windows, Unix, macOS で動作します
- コード入力、出力、エラーメッセージの色付け機能を持った Python shell (対話的インタプリタ) ウィンドウ
- 多段 Undo、Python 対応の色づけ、自動的な字下げ、呼び出し情報の表示、自動補完、他たくさんの機能をもつマルチウィンドウ・テキストエディタ
- 任意のウィンドウ内での検索、エディタウィンドウ内での置換、複数ファイルを跨いだ検索 (grep)
- 永続的なブレイクポイント、ステップ実行、グローバルとローカル名前空間の視覚化機能を持ったデバッガ
- 設定、ブラウザ群、ほかダイアログ群

25.9.1 メニュー

IDLE には 2 種類のメインウィンドウ、Shell ウィンドウと Editor ウィンドウがあります。Editor ウィンドウは同時に複数開けます。Windows と Linux では、それぞれ個別のトップメニューがあります。後で解説するそれぞれのメニューは、ウィンドウがどちらのウィンドウタイプなのかを示しています。

ファイル内の編集 (Edit) => 検索 (Find) で使われるような出力ウィンドウ (Output ウィンドウ) は editor ウィンドウのサブタイプで、Editor ウィンドウと同じトップメニューを持ちますが、デフォルトタイトルとコンテキストメニューが違います。

On macOS, there is one application menu. It dynamically changes according to the window currently selected. It has an IDLE menu, and some entries described below are moved around to conform to Apple guidelines.

File メニュー (Shell ウィンドウ、Editor ウィンドウ)

New File [新規ファイル]
: 新しいファイル編集ウィンドウを作成します。

Open... [開く...]
: Open ダイアログを使って既存のファイルをオープンします。

Open Module... [モジュールを開く...]
: 既存のモジュールをオープンします (sys.path を検索します)。

Recent Files [最近使ったファイル]
: 最近使ったファイルのリストを開きます。ファイルを一つクリックするとそれを開きます。

Module Browser
: 現在 Editor が開いているファイル内にあるクラス、関数、メソッドを木構造で可視化します。Shell からの場合は、先にモジュール選択のダイアログが開きます。

Path Browser [パスブラウザ]
: sys.path ディレクトリ、モジュール、クラスおよびメソッドを木構造で可視化します。

Save [保存]
: 現在のウィンドウを対応するファイルがあればそこに保存します。開いてから、または最後に保存したのちに編集があった場合のウィンドウには、ウィンドウタイトルの前後に * が付けられます。対応するファイルがなければ代わりに Save As が実行されます。

Save As... [名前を付けて保存...]
: Save the current window with a Save As dialog. The file saved becomes the new associated file for the window. (If your file namager is set to hide extensions, the current extension will be omitted in the file name box. If the new filename has no '', '.py' and '.txt' will be added for Python and text files, except that on macOS Aqua,'.py' is added for all files.)

Save Copy As... [コピーとして保存...]
: Save the current window to different file without changing the associated file. (See Save As note above about filename extensions.)

Print Window [ウィンドウを印刷] 現
: 在のウィンドウをデフォルトプリンタで印刷します。

Close Window
: Close the current window (if an unsaved editor, ask to save; if an unsaved Shell, ask to quit execution). Calling `exit()` or `close()` in the Shell window also closes Shell. If this is the only window, also exit IDLE.

Exit IDLE
: Close all windows and quit IDLE (ask to save unsaved edit windows).

Edit メニュー (Shell ウィンドウ、Editor ウィンドウ)

Undo [元に戻す] 現
: 在のウィンドウに対する最後の変更を Undo (取り消し) します。最大で 1000 個の変更が Undo できます。

Redo [やり直し] 現
: 在のウィンドウに対する最後に undo された変更を Redo(再スタート) します。

Select All [全て選択] カ
: レントウィンドウの内容全体を選択します。

Cut [切り取り] シ
: ステムのクリップボードへ選択された部分をコピーします。それから選択された部分を削除します。

Copy [コピー] 選
: 択された部分をシステムのクリップボードへコピーします。

Paste [貼り付け] シ
: ステムのクリップボードの内容をカレントウィンドウへ挿入します。

クリップボードの機能はコンテキストメニューからも使えます。

Find... [検索...] た
: くさんのオプションをもつ検索ダイアログボックスを開きます。

Find Again [再検索] 直
: 前の検索があれば、それを繰り返します。

Find Selection [現在の選択を検索] 現
: 在選択された文字列があれば、それを検索します。

Find in Files... [ファイルから検索...] フ
ァイル検索ダイアログを開きます。結果を新しい出力ウィンドウに出力します。

Replace... [置換...] 検
索と置換ダイアログを開きます。

Go to Line [指定行へジャンプ]
Move the cursor to the beginning of the line requested and make that line visible. A request past the end of the file goes to the end. Clear any selection and update the line and column status.

Show Completions [補完候補の一覧] 既
存の名前が選択できるスクロール可能なリストを開きます。下の編集とナビゲーションの節にある 補完 の項を参照してください。

Expand Word [語の展開] 先
頭だけタイプしたものを、同一ウィンドウ内の完全な語と合致するものに展開します。異なる展開を得るためには繰り返します。

Show Call Tip 関
数の開き括弧の後ろで、関数パラメータについてのヒントを表示する小さなウィンドウを開きます。下の編集とナビゲーションの節にある 呼び出しヒント の項を参照してください。

Show Surrounding Parens 囲
んでいる括弧をハイライトします。

Format メニュー (Shell ウィンドウ、Editor ウィンドウ)

Format Paragraph [パラグラフのフォーマット] コ
メント内、マルチライン文字列リテラル内、あるいは選択行の現在位置の (空行区切り) パラグラフの再整形。パラグラフ内の全ての行は N カラム (デフォルトは 72) 以内で再整形されます。

Indent Region [領域をインデント] 選
択された行を右へインデント幅分シフトします (デフォルトは空白 4 個)。

Dedent Region [領域をインデント解除] 選
択された行を左へインデント幅分シフトします (デフォルトは空白 4 個)。

Comment Out Region [領域をコメントアウト] 選
択された行の先頭に ## を挿入します。

Uncomment Region [領域のコメントを解除] 選
択された行から先頭の # あるいは ## を取り除きます。

Tabify Region [領域のタブ化] 先
頭 の一続きの空白をタブに置き換えます (注意: Python コードのインデントには 4 つの空白を使うことをお勧めします)。

Untabify Region [領域の非タブ化]
すべての タブを適切な数の空白に置き換えます。

Toggle Tabs [タブの切り替え]
下げのために空白を使うかタブを使うかを切り替えるダイアログを開きます。

New Indent Width [新しいインデント幅]
インデント幅を変更するダイアログを開きます。Python コミュニティによって受け容れられているデフォルトは空白 4 個です。

Strip Trailing Chitespace
Remove trailing space and other whitespace characters after the last non-whitespace character of a line by applying str.rstrip to each line, including lines within multiline strings. Except for Shell windows, remove extra newlines at the end of the file.

Run メニュー (Editor ウィンドウのみ)

Run Module [モジュールの実行]
Check Module を実行します。エラーがなければ Shell の環境をクリーンにして再スタートした上で、モジュールを実行します。出力は Shell ウィンドウに表示されます。`print` や `write` しない限り、この出力はされません。モジュール実行が完了すると Shell はフォーカスされた状態のままで、プロンプトを表示します。これにより対話的に実行結果を調べることができます。この機能は、コマンドラインからファイルを `python -i file` で実行することに相当します。

Run... Customized
Same as *Run Module*, but run the module with customized settings. *Command Line Arguments* extend *sys.argv* as if passed on a command line. The module can be run in the Shell without restarting.

Check Module [モジュールのチェック]
Editor ウィンドウでいま開いているモジュールを構文チェックします。モジュールが未保存の場合、*Options -> Configure IDLE -> General* の "Autosave Preferences" の設定にもとづき、確認を求められるか自動的に保存します。構文エラーが見つかると Editor ウィンドウでそのおよその位置に移動します。

Python Shell [Python シェル]
Python Shell ウィンドウを開くか、起こします。

Shell メニュー (Shell ウィンドウのみ)

View Last Restart [最後のリスタートを表示する] 最

後に Shell のリスタートを行った場所まで Shell ウインドウをスクロールします。

Restart Shell [Shell のリスタート]

Restart the shell to clean the environment and reset display and exception handling.

Previous History

Cycle through earlier commands in history which match the current entry.

Next History

Cycle through later commands in history which match the current entry.

Interrupt Execution [実行の中断] プ

ログラムの実行を停止します。

Debug メニュー (Shell ウィンドウのみ)

Go to File/Line [ファイル/行へ移動]

カーソルのある現在行の上にファイル名と行番号が見つかれば、(開かれていなければ) そのファイルを開いてその行に飛びます。例外のトレースバックが参照しているソース行を見るのにこれを使いましょう。そのようなファイル名・行番号表示をしている行を見つけるのには Find を使えます。この機能は Shell ウィンドウと Output ウィンドウのコンテキストメニューからも使えます。

Debugger [デバッガ] (トグル切り替え) ア

クティブにすると、Shell または Editor に入力したコードをデバッガのもとで実行します。Editor ではコンテキストメニューからブレイクポイントをセット出来ます。この機能はまだ不完全で、少々実験的です。

Stack Viewer [スタックビューア] 最

後の例外のスタックトレースと locals 辞書、globals 辞書をツリーウィジットで表示します。

Auto-open Stack Viewer [スタックビューアの自動オープン] 未

捕捉の例外時にスタックビューアを自動的に開くかどうかを切り替えます。

Options メニュー (Shell ウィンドウ、Editor ウィンドウ)

Configure IDLE [IDLE の設定]

Open a configuration dialog and change preferences for the following: fonts, indentation, keybindings, text color themes, startup windows and size, additional help sources, and extensions. On macOS, open the configuration dialog by selecting Preferences in the application menu. For more details, see *Setting preferences* under Help and preferences.

Most configuration options apply to all windows or all future windows. The option items below only apply to the active window.

Show/Hide Code Context (Editor Window only)
: Editor ウィンドウの上部にペインが開き、そこにウィンドウの一番上のコードのブロックコンテキスト (訳注: コードが含まれているブロックのインデント構造) が表示されます。下の編集とナビゲーションの節にある **コードコンテキスト** の項を参照してください。

Show/Hide Line Numbers (Editor Window only)
: Open a column to the left of the edit window which shows the number of each line of text. The default is off, which may be changed in the preferences (see *Setting preferences*).

Zoom/Restore Height
: Toggles the window between normal size and maximum height. The initial size defaults to 40 lines by 80 chars unless changed on the General tab of the Configure IDLE dialog. The maximum height for a screen is determined by momentarily maximizing a window the first time one is zoomed on the screen. Changing screen settings may invalidate the saved height. This toggle has no effect when a window is maximized.

Window メニュー (Shell ウィンドウ、Editor ウィンドウ)

Lists the names of all open windows; select one to bring it to the foreground (deiconifying it if necessary).

Help メニュー (Shell ウィンドウ、Editor ウィンドウ)

About IDLE [IDLE について]
: バージョン、コピーライト、ライセンス、クレジット、その他を表示します。

IDLE Help [IDLE ヘルプ]
: メニューオプション、基本的な編集やナビゲーションその他チップスを詳しく書いた IDLE のドキュメントを表示します。

Python Docs [Python ドキュメント]
: Python ドキュメントがローカルにインストールされていればそれを開きます。もしくはウェブブラウザで最新の Python ドキュメント (https://docs.python.org) を開きます。(訳注: いずれも何もしていなければ英語。下記参照。)

Turtle Demo [Turtle デモ]
: Python コード例とタートルによる描画を使って turtledemo モジュールを実行します。

General タブの下の方にある Configure IDLE ダイアログで、追加のヘルプソースを Help メニューに加えられます。下の編集とナビゲーションの節にある **ヘルプソース** の項を参照してください。

Context menus

ウィンドウ内で右クリック (macOS では Control-クリック) でコンテキストメニューが開きます。コンテキストメニューには Edit メニューにもある標準的なクリップボード機能が含まれています。

Cut [切り取り]
: システムのクリップボードへ選択された部分をコピーします。それから選択された部分を削除します。

Copy [コピー]
: 選択された部分をシステムのクリップボードへコピーします。

Paste [貼り付け]
: システムのクリップボードの内容をカレントウィンドウへ挿入します。

Editor ウィンドウではさらにブレイクポイント機能が使えます。ブレイクポイントがセットされた行には、特別に印がつきます。ブレイクポイントはデバッガのもとでの実行にだけ影響します。ファイルに付けたブレイクポイントはユーザの `.idlerc` ディレクトリに保存されます。

Set Breakpoint [ブレークポイントのセット]
: 現在行にブレークポイントをセットします。

Clear Breakpoint [ブレークポイントのクリア]
: その行のブレークポイントをクリアします。

Shell ウィンドウや Output ウィンドウには次のメニューもあります。

Go to file/line [ファイル/行へ移動]
: Debug メニューと同じものです。

The Shell window also has an output squeezing facility explained in the *Python Shell window* subsection below.

Squeeze
: If the cursor is over an output line, squeeze all the output between the code above and the prompt below down to a 'Squeezed text' label.

25.9.2 Editing and Navigation

Editor windows

IDLE may open editor windows when it starts, depending on settings and how you start IDLE. Thereafter, use the File menu. There can be only one open editor window for a given file.

The title bar contains the name of the file, the full path, and the version of Python and IDLE running the window. The status bar contains the line number ('Ln') and column number ('Col'). Line numbers start with 1; column numbers with 0.

IDLE assumes that files with a known .py* extension contain Python code and that other files do not. Run Python code with the Run menu.

Key bindings

The IDLE insertion cursor is a thin vertical bar between character positions. When characters are entered, the insertion cursor and everything to its right moves right one character and the new character is entered in the new space.

Several non-character keys move the cursor and possibly delete characters. Deletion does not puts text on the clipboard, but IDLE has an undo list. Wherever this doc discusses keys, 'C' refers to the `Control` key on Windows and Unix and the `Command` key on macOS. (And all such discussions assume that the keys have not been re-bound to something else.)

- Arrow keys move the cursor one character or line.
- `C-LeftArrow` and `C-RightArrow` moves left or right one word.
- `Home` and `End` go to the beginning or end of the line.
- `Page Up` and `Page Down` go up or down one screen.
- `C-Home` and `C-End` go to beginning or end of the file.
- `Backspace` and `Del` (or `C-d`) delete the previous or next character.
- `C-Backspace` and `C-Del` delete one word left or right.
- `C-k` deletes ('kills') everything to the right.

標準的なキーバインディング (`C-c` がコピーで `C-v` がペースト、など) は機能するかもしれません。キーバインディングは Configure IDLE ダイアログで選択します。

自動的な字下げ

ブロックの始まりの文の後、次の行は 4 つの空白 (Python Shell ウィンドウでは、一つのタブ) で字下げされます。あるキーワード (break、return など) の後では、次の行は字下げが解除 (dedent) されます。先頭の字下げでは、`Backspace` は 4 つの空白があれば削除します。`Tab` はインデント幅に対応する数の空白 (Python Shell ウィンドウでは一つのタブ) を挿入します。現在、タブは Tcl/Tk の制約のため 4 つの空白に固定されています。

Format **メニュー** の indent/dedent region コマンドも参照してください。

検索と置換

Any selection becomes a search target. However, only selections within a line work because searches are only performed within lines with the terminal newline removed. If `[x] Regular expression` is checked, the target is interpreted according to the Python re module.

補完 (Completions)

Completions are supplied, when requested and available, for module names, attributes of classes or functions, or filenames. Each request method displays a completion box with existing names. (See tab completions below for an exception.) For any box, change the name being completed and the item highlighted in the box by typing and deleting characters; by hitting `Up`, `Down`, `PageUp`, `PageDown`, `Home`, and `End` keys; and by a single click within the box. Close the box with `Escape`, `Enter`, and double `Tab` keys or clicks outside the box. A double click within the box selects and closes.

One way to open a box is to type a key character and wait for a predefined interval. This defaults to 2 seconds; customize it in the settings dialog. (To prevent auto popups, set the delay to a large number of milliseconds, such as 100000000.) For imported module names or class or function attributes, type '.'. For filenames in the root directory, type *os.sep* or *os.altsep* immediately after an opening quote. (On Windows, one can specify a drive first.) Move into subdirectories by typing a directory name and a separator.

Instead of waiting, or after a box is closed, open a completion box immediately with Show Completions on the Edit menu. The default hot key is `C-space`. If one types a prefix for the desired name before opening the box, the first match or near miss is made visible. The result is the same as if one enters a prefix after the box is displayed. Show Completions after a quote completes filenames in the current directory instead of a root directory.

Hitting `Tab` after a prefix usually has the same effect as Show Completions. (With no prefix, it indents.) However, if there is only one match to the prefix, that match is immediately added to the editor text without opening a box.

Invoking 'Show Completions', or hitting `Tab` after a prefix, outside of a string and without a preceding '.' opens a box with keywords, builtin names, and available module-level names.

When editing code in an editor (as oppose to Shell), increase the available module-level names by running your code and not restarting the Shell thereafter. This is especially useful after adding imports at the top of a file. This also increases possible attribute completions.

Completion boxes initially exclude names beginning with '_' or, for modules, not included in '__all__'. The hidden names can be accessed by typing '_' after '.', either before or after the box is opened.

呼び出しヒント (Calltips)

A calltip is shown automatically when one types (after the name of an *accessible* function. A function name expression may include dots and subscripts. A calltip remains until it is clicked, the cursor is moved out of the argument area, or) is typed. Whenever the cursor is in the argument part of a definition, select Edit and "Show Call Tip" on the menu or enter its shortcut to display a calltip.

The calltip consists of the function's signature and docstring up to the latter's first blank line or the fifth non-blank line. (Some builtin functions lack an accessible signature.) A '/' or '*' in the signature indicates that the preceding or following arguments are passed by position or name (keyword) only. Details are subject to change.

In Shell, the accessible functions depends on what modules have been imported into the user process, including those imported by Idle itself, and which definitions have been run, all since the last restart.

For example, restart the Shell and enter `itertools.count(`. A calltip appears because Idle imports itertools into the user process for its own use. (This could change.) Enter `turtle.write(` and nothing appears. Idle does not itself import turtle. The menu entry and shortcut also do nothing. Enter `import turtle`. Thereafter, `turtle.write(` will display a calltip.

In an editor, import statements have no effect until one runs the file. One might want to run a file after writing import statements, after adding function definitions, or after opening an existing file.

Code Context

Within an editor window containing Python code, code context can be toggled in order to show or hide a pane at the top of the window. When shown, this pane freezes the opening lines for block code, such as those beginning with `class`, `def`, or `if` keywords, that would have otherwise scrolled out of view. The size of the pane will be expanded and contracted as needed to show the all current levels of context, up to the maximum number of lines defined in the Configure IDLE dialog (which defaults to 15). If there are no current context lines and the feature is toggled on, a single blank line will display. Clicking on a line in the context pane will move that line to the top of the editor.

The text and background colors for the context pane can be configured under the Highlights tab in the Configure IDLE dialog.

Shell window

In IDLE's Shell, enter, edit, and recall complete statements. (Most consoles and terminals only work with a single physical line at a time).

Submit a single-line statement for execution by hitting `Return` with the cursor anywhere on the line. If a line is extended with Backslash (\), the cursor must be on the last physical line. Submit a multi-line compound statement by entering a blank line after the statement.

When one pastes code into Shell, it is not compiled and possibly executed until one hits `Return`, as specified above. One may edit pasted code first. If one pastes more than one statement into Shell, the result will be a *SyntaxError* when multiple statements are compiled as if they were one.

Lines containing `RESTART` mean that the user execution process has been re-started. This occurs when the user execution process has crashed, when one requests a restart on the Shell menu, or when one runs code in an editor window.

The editing features described in previous subsections work when entering code interactively. IDLE's Shell window also responds to the following:

- `C-c` attempts to interrupt statement execution (but may fail).
- `C-d` closes Shell if typed at a `>>>` prompt.
- `Alt-p` and `Alt-n` (`C-p` and `C-n` on macOS) retrieve to the current prompt the previous or next previously entered statement that matches anything already typed.
- `Return` while the cursor is on any previous statement appends the latter to anything already typed at the prompt.

テキストの色

IDLE の表示はデフォルトで白背景に黒字ですが、以下のような特別な意味を持ったテキストには色が付きす。Shell では shell 出力、shell エラー、ユーザエラー。Python コードでは Shell プロンプト内や Editor でのキーワード、組み込みクラスや組み込み関数の名前、`class` や `def` に続く名前、文字列、そしてコメント。どんなテキストウィンドウでも、カーソル (あれば)、検索で合致したテキスト (あれば)、そして選択されているテキストには色が付きます。

IDLE also highlights the soft keywords `match`, `case`, and `_` in pattern-matching statements. However, this highlighting is not perfect and will be incorrect in some rare cases, including some `_`-s in `case` patterns.

このテキストの色付けはバックグラウンドで行われるため、たまに色が付いてない状態が見えてしまいます。カラースキームは、Configure IDLE [IDLE の設定] ダイアログの Highlighting タブで変更できます。ただし、エディタ内のデバッガブレークポイント行のマーキングと、ポップアップとダイアログないのテキストの色は、ユーザーにより変更することはできません。

25.9.3 Startup and Code Execution

-s オプションとともに起動すると、IDLE は環境変数 IDLESTARTUP か PYTHONSTARTUP で参照されているファイルを実行します。IDLE はまず IDLESTARTUP をチェックし、あれば参照しているファイルを実行します。IDLESTARTUP が無ければ、IDLE は PYTHONSTARTUP をチェックします。これらの環境変数で参照されているファイルは、IDLE シェルでよく使う関数を置いたり、一般的なモジュールの import 文を実行するのに便利です。

加えて、Tk もスタートアップファイルがあればそれをロードします。その Tk のファイルは無条件にロードされることに注意してください。このファイルは .Idle.py で、ユーザーのホームディレクトリから探されます。このファイルの中の文は Tk の名前空間で実行されるので、IDLE の Python シェルで使う関数を import するのには便利ではありません。

コマンドラインの使い方

```
idle.py [-c command] [-d] [-e] [-h] [-i] [-r file] [-s] [-t title] [-] [arg] ...

-c command  run command in the shell window
-d          enable debugger and open shell window
-e          open editor window
-h          print help message with legal combinations and exit
-i          open shell window
-r file     run file in shell window
-s          run $IDLESTARTUP or $PYTHONSTARTUP first, in shell window
-t title    set title of shell window
-           run stdin in shell (- must be last option before args)
```

引数がある場合 (訳注: 以下の説明、たぶん実情に反してますが一応訳しています):

- -, -c, -r のどれかを使う場合、全ての引数は sys.argv[1:...] に入り、sys.argv[0] には '', '-c', '-r' の、与えたものが入ります。Options ダイアログでデフォルトだったとしても Editor ウィンドウが開くことはありません。
- これ以外の場合は引数は編集対象のファイルとして開かれて、sys.argv には IDLE そのものに渡された引数が反映されます。

Startup failure

IDLE uses a socket to communicate between the IDLE GUI process and the user code execution process. A connection must be established whenever the Shell starts or restarts. (The latter is indicated by a divider line that says 'RESTART'). If the user process fails to connect to the GUI process, it usually displays a Tk error box with a 'cannot connect' message that directs the user here. It then exits.

One specific connection failure on Unix systems results from misconfigured masquerading rules somewhere in a system's network setup. When IDLE is started from a terminal, one will see a message starting

with `** Invalid host:`. The valid value is `127.0.0.1 (idlelib.rpc.LOCALHOST)`. One can diagnose with `tcpconnect -irv 127.0.0.1 6543` in one terminal window and `tcplisten <same args>` in another.

A common cause of failure is a user-written file with the same name as a standard library module, such as *random.py* and *tkinter.py*. When such a file is located in the same directory as a file that is about to be run, IDLE cannot import the stdlib file. The current fix is to rename the user file.

Though less common than in the past, an antivirus or firewall program may stop the connection. If the program cannot be taught to allow the connection, then it must be turned off for IDLE to work. It is safe to allow this internal connection because no data is visible on external ports. A similar problem is a network mis-configuration that blocks connections.

Python installation issues occasionally stop IDLE: multiple versions can clash, or a single installation might need admin access. If one undo the clash, or cannot or does not want to run as admin, it might be easiest to completely remove Python and start over.

A zombie pythonw.exe process could be a problem. On Windows, use Task Manager to check for one and stop it if there is. Sometimes a restart initiated by a program crash or Keyboard Interrupt (control-C) may fail to connect. Dismissing the error box or using Restart Shell on the Shell menu may fix a temporary problem.

When IDLE first starts, it attempts to read user configuration files in `~/.idlerc/` (~ is one's home directory). If there is a problem, an error message should be displayed. Leaving aside random disk glitches, this can be prevented by never editing the files by hand. Instead, use the configuration dialog, under Options. Once there is an error in a user configuration file, the best solution may be to delete it and start over with the settings dialog.

If IDLE quits with no message, and it was not started from a console, try starting it from a console or terminal (`python -m idlelib`) and see if this results in an error message.

On Unix-based systems with tcl/tk older than `8.6.11` (see `About IDLE`) certain characters of certain fonts can cause a tk failure with a message to the terminal. This can happen either if one starts IDLE to edit a file with such a character or later when entering such a character. If one cannot upgrade tcl/tk, then re-configure IDLE to use a font that works better.

Running user code

With rare exceptions, the result of executing Python code with IDLE is intended to be the same as executing the same code by the default method, directly with Python in a text-mode system console or terminal window. However, the different interface and operation occasionally affect visible results. For instance, `sys.modules` starts with more entries, and `threading.active_count()` returns 2 instead of 1.

By default, IDLE runs user code in a separate OS process rather than in the user interface process that runs the shell and editor. In the execution process, it replaces `sys.stdin`, `sys.stdout`, and `sys.stderr`

with objects that get input from and send output to the Shell window. The original values stored in `sys.__stdin__`, `sys.__stdout__`, and `sys.__stderr__` are not touched, but may be `None`.

Sending print output from one process to a text widget in another is slower than printing to a system terminal in the same process. This has the most effect when printing multiple arguments, as the string for each argument, each separator, the newline are sent separately. For development, this is usually not a problem, but if one wants to print faster in IDLE, format and join together everything one wants displayed together and then print a single string. Both format strings and *`str.join()`* can help combine fields and lines.

IDLE's standard stream replacements are not inherited by subprocesses created in the execution process, whether directly by user code or by modules such as multiprocessing. If such subprocess use `input` from sys.stdin or `print` or `write` to sys.stdout or sys.stderr, IDLE should be started in a command line window. (On Windows, use `python` or `py` rather than `pythonw` or `pyw`.) The secondary subprocess will then be attached to that window for input and output.

If `sys` is reset by user code, such as with `importlib.reload(sys)`, IDLE's changes are lost and input from the keyboard and output to the screen will not work correctly.

When Shell has the focus, it controls the keyboard and screen. This is normally transparent, but functions that directly access the keyboard and screen will not work. These include system-specific functions that determine whether a key has been pressed and if so, which.

The IDLE code running in the execution process adds frames to the call stack that would not be there otherwise. IDLE wraps `sys.getrecursionlimit` and `sys.setrecursionlimit` to reduce the effect of the additional stack frames.

When user code raises SystemExit either directly or by calling sys.exit, IDLE returns to a Shell prompt instead of exiting.

User output in Shell

When a program outputs text, the result is determined by the corresponding output device. When IDLE executes user code, `sys.stdout` and `sys.stderr` are connected to the display area of IDLE's Shell. Some of its features are inherited from the underlying Tk Text widget. Others are programmed additions. Where it matters, Shell is designed for development rather than production runs.

For instance, Shell never throws away output. A program that sends unlimited output to Shell will eventually fill memory, resulting in a memory error. In contrast, some system text windows only keep the last n lines of output. A Windows console, for instance, keeps a user-settable 1 to 9999 lines, with 300 the default.

A Tk Text widget, and hence IDLE's Shell, displays characters (codepoints) in the BMP (Basic Multilingual Plane) subset of Unicode. Which characters are displayed with a proper glyph and which with a replacement box depends on the operating system and installed fonts. Tab characters cause the following text to begin

after the next tab stop. (They occur every 8 'characters'). Newline characters cause following text to appear on a new line. Other control characters are ignored or displayed as a space, box, or something else, depending on the operating system and font. (Moving the text cursor through such output with arrow keys may exhibit some surprising spacing behavior.)

```
>>> s = 'a\tb\a<\x02><\r>\bc\nd'  # Enter 22 chars.
>>> len(s)
14
>>> s  # Display repr(s)
'a\tb\x07<\x02><\r>\x08c\nd'
>>> print(s, end='')  # Display s as is.
# Result varies by OS and font.  Try it.
```

The `repr` function is used for interactive echo of expression values. It returns an altered version of the input string in which control codes, some BMP codepoints, and all non-BMP codepoints are replaced with escape codes. As demonstrated above, it allows one to identify the characters in a string, regardless of how they are displayed.

Normal and error output are generally kept separate (on separate lines) from code input and each other. They each get different highlight colors.

For SyntaxError tracebacks, the normal '^' marking where the error was detected is replaced by coloring the text with an error highlight. When code run from a file causes other exceptions, one may right click on a traceback line to jump to the corresponding line in an IDLE editor. The file will be opened if necessary.

Shell has a special facility for squeezing output lines down to a 'Squeezed text' label. This is done automatically for output over N lines (N = 50 by default). N can be changed in the PyShell section of the General page of the Settings dialog. Output with fewer lines can be squeezed by right clicking on the output. This can be useful lines long enough to slow down scrolling.

Squeezed output is expanded in place by double-clicking the label. It can also be sent to the clipboard or a separate view window by right-clicking the label.

Developing tkinter applications

IDLE is intentionally different from standard Python in order to facilitate development of tkinter programs. Enter `import tkinter as tk; root = tk.Tk()` in standard Python and nothing appears. Enter the same in IDLE and a tk window appears. In standard Python, one must also enter `root.update()` to see the window. IDLE does the equivalent in the background, about 20 times a second, which is about every 50 milliseconds. Next enter `b = tk.Button(root, text='button'); b.pack()`. Again, nothing visibly changes in standard Python until one enters `root.update()`.

Most tkinter programs run `root.mainloop()`, which usually does not return until the tk app is destroyed. If the program is run with `python -i` or from an IDLE editor, a `>>>` shell prompt does not appear until `mainloop()` returns, at which time there is nothing left to interact with.

When running a tkinter program from an IDLE editor, one can comment out the mainloop call. One then gets a shell prompt immediately and can interact with the live application. One just has to remember to re-enable the mainloop call when running in standard Python.

サブプロセスを起こさずに起動する

デフォルトでは、IDLE でのユーザコードの実行は、内部的なループバックインターフェイスを使用する、ソケット経由の分離されたサブプロセスで行われます。この接続は外部からは見えませんし、インターネットとのデータの送受信は行われません。ファイアウォールソフトウェアの警告が発生しても、無視して構いません。

ソケット接続の確立を試みて失敗した場合、IDLE によって通知されます。このような失敗は一過性の場合もありますが、永続的に失敗する場合は、ファイアウォールが接続をブロックしているか、特定のシステムの設定が誤っていることが原因かもしれません。問題が解決するまでは、IDLE をコマンドラインオプション `-n` で起動することもできます。

IDLE を `-n` コマンドラインスイッチを使って開始した場合、IDLE は単一のプロセス内で動作し、RPC Python 実行サーバを走らせるサブプロセスを作りません。これは、プラットフォーム上で Python がサブプロセスや RPC ソケットインターフェイスを作れない場合に有用かもしれません。ただし、このモードではユーザコードが IDLE 自身から隔離されませんし、Run/Run Module (F5) 選択時に環境が再起動されてまっさらな状態になることもありません。コードを変更した場合、影響するモジュールを reload() しないといけませんし、変更を反映するには、すべての特定の項目 (`from foo import baz` など) を再インポートしないといけません。これらの理由から、可能なら常にデフォルトのサブプロセスを起こすモードで IDLE を起動するのが吉です。

バージョン 3.4 で非推奨.

25.9.4 Help and Preferences

Help sources

Help menu entry "IDLE Help" displays a formatted html version of the IDLE chapter of the Library Reference. The result, in a read-only tkinter text window, is close to what one sees in a web browser. Navigate through the text with a mousewheel, the scrollbar, or up and down arrow keys held down. Or click the TOC (Table of Contents) button and select a section header in the opened box.

Help menu entry "Python Docs" opens the extensive sources of help, including tutorials, available at `docs.python.org/x.y`, where 'x.y' is the currently running Python version. If your system has an off-line copy of the docs (this may be an installation option), that will be opened instead.

Selected URLs can be added or removed from the help menu at any time using the General tab of the Configure IDLE dialog.

Setting preferences [お好み設定]

The font preferences, highlighting, keys, and general preferences can be changed via Configure IDLE on the Option menu. Non-default user settings are saved in a `.idlerc` directory in the user's home directory. Problems caused by bad user configuration files are solved by editing or deleting one or more of the files in `.idlerc`.

On the Font tab, see the text sample for the effect of font face and size on multiple characters in multiple languages. Edit the sample to add other characters of personal interest. Use the sample to select monospaced fonts. If particular characters have problems in Shell or an editor, add them to the top of the sample and try changing first size and then font.

On the Highlights and Keys tab, select a built-in or custom color theme and key set. To use a newer built-in color theme or key set with older IDLEs, save it as a new custom theme or key set and it well be accessible to older IDLEs.

IDLE on macOS

Under System Preferences: Dock, one can set "Prefer tabs when opening documents" to "Always". This setting is not compatible with the tk/tkinter GUI framework used by IDLE, and it breaks a few IDLE features.

Extensions [拡張]

IDLE contains an extension facility. Preferences for extensions can be changed with the Extensions tab of the preferences dialog. See the beginning of config-extensions.def in the idlelib directory for further information. The only current default extension is zzdummy, an example also used for testing.

25.9.5 idlelib

Source code: Lib/idlelib

The Lib/idlelib package implements the IDLE application. See the rest of this page for how to use IDLE.

The files in idlelib are described in idlelib/README.txt. Access it either in idlelib or click Help => About IDLE on the IDLE menu. This file also maps IDLE menu items to the code that implements the item. Except for files listed under 'Startup', the idlelib code is 'private' in sense that feature changes can be backported (see **PEP 434**).

第

TWENTYSIX

開発ツール

この章で紹介されるモジュールはソフトウェアを書くことを支援します。たとえば、*pydoc* モジュールはモジュールの内容からドキュメントを生成します。*doctest* と *unittest* モジュールでは、自動的に実行して予想通りの出力が生成されるか確認するユニットテストを書くことができます。

この章で解説されるモジュールのリスト:

26.1 typing --- 型ヒントのサポート

Added in version 3.5.

ソースコード: Lib/typing.py

注釈: The Python runtime does not enforce function and variable type annotations. They can be used by third party tools such as *type checkers*, IDEs, linters, etc.

This module provides runtime support for type hints.

Consider the function below:

```
def surface_area_of_cube(edge_length: float) -> str:
    return f"The surface area of the cube is {6 * edge_length ** 2}."
```

The function `surface_area_of_cube` takes an argument expected to be an instance of *float*, as indicated by the *type hint* `edge_length: float`. The function is expected to return an instance of *str*, as indicated by the `-> str` hint.

While type hints can be simple classes like *float* or *str*, they can also be more complex. The *typing* module provides a vocabulary of more advanced type hints.

New features are frequently added to the `typing` module. The typing_extensions package provides backports of these new features to older versions of Python.

参考:

"Typing cheat sheet" 型ヒントの簡単な概要 (mypy ドキュメンテーション)

mypy ドキュメンテーション の "Type System Reference" セクション
Python の型システムの規格は PEP によって定められているので、このレファレンスはほとんどの Python 型チェッカーに適用できるはずです。(mypy のみに適用される部分もあるかもしれません。)

"Static Typing with Python" コミュニティーによって書かれた、型システムの機能や便利な型関連のツール、型に関するベストプラクティスを詳しく説明している、特定の型チェッカーに依らないドキュメンテーション。

26.1.1 Specification for the Python Type System

The canonical, up-to-date specification of the Python type system can be found at "Specification for the Python type system".

26.1.2 型エイリアス

型エイリアスは `type` 文を用いて定義され、*TypeAliasType* インスタンスが生成されます。この例では、静的型検査器は `Vector` と `list[float]` を等しいものとして扱います

```
type Vector = list[float]

def scale(scalar: float, vector: Vector) -> Vector:
    return [scalar * num for num in vector]

# passes type checking; a list of floats qualifies as a Vector.
new_vector = scale(2.0, [1.0, -4.2, 5.4])
```

型エイリアスは複雑な型シグネチャを単純化するのに有用です。例えば:

```
from collections.abc import Sequence

type ConnectionOptions = dict[str, str]
type Address = tuple[str, int]
type Server = tuple[Address, ConnectionOptions]

def broadcast_message(message: str, servers: Sequence[Server]) -> None:
    ...
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# The static type checker will treat the previous type signature as
# being exactly equivalent to this one.
def broadcast_message(
    message: str,
    servers: Sequence[tuple[tuple[str, int], dict[str, str]]]
) -> None:
    ...
```

type 文は Python3.12 で新しく導入されました。後方互換性のために、単に代入によって型エイリアスを作成することもできます：

```
Vector = list[float]
```

あるいは、*TypeAlias* でマークすることで、これが通常の変数代入ではなく、型エイリアスであることを明示できます

```
from typing import TypeAlias

Vector: TypeAlias = list[float]
```

26.1.3 NewType

異なる型を作るためには *NewType* ヘルパークラスを使います:

```
from typing import NewType

UserId = NewType('UserId', int)
some_id = UserId(524313)
```

静的型検査器は新しい型を元々の型のサブクラスのように扱います。この振る舞いは論理的な誤りを見つける手助けとして役に立ちます。

```
def get_user_name(user_id: UserId) -> str:
    ...

# passes type checking
user_a = get_user_name(UserId(42351))

# fails type checking; an int is not a UserId
user_b = get_user_name(-1)
```

UserId 型の変数も int の全ての演算が行えますが、その結果は常に int 型になります。この振る舞いにより、int が期待されるところに UserId を渡せますが、不正な方法で UserId を作ってしまうことを防ぎます。

```
# 'output' is of type 'int', not 'UserId'
output = UserId(23413) + UserId(54341)
```

これらのチェックは静的型検査器のみによって強制されるということに注意してください。実行時に Derived = NewType('Derived', Base) という文は渡された仮引数をただちに返す Derived callable を作ります。つまり Derived(some_value) という式は新しいクラスを作ることはなく、通常の関数呼び出しより多くのオーバーヘッドがないということを意味します。

より正確に言うと、式 some_value is Derived(some_value) は実行時に常に真を返します。

Derived のサブタイプを作成することはできません

```
from typing import NewType

UserId = NewType('UserId', int)

# Fails at runtime and does not pass type checking
class AdminUserId(UserId): pass
```

しかし、'derived' である NewType をもとにした *NewType* は作ることが出来ます:

```
from typing import NewType

UserId = NewType('UserId', int)

ProUserId = NewType('ProUserId', UserId)
```

そして ProUserId に対する型検査は期待通りに動作します。

より詳しくは **PEP 484** を参照してください。

注釈: 型エイリアスの使用は、2 つの型が互いに等価であることを宣言することを思い出してください。type Alias = Original とすると、静的型チェッカーは Alias を Original と" 正確に等価な" ものとして扱います。これは、複雑な型シグネチャを単純化したい場合に便利です。

これに対し、NewType はある型をもう一方の型の **サブタイプ** として宣言します。Derived = NewType('Derived', Original) とすると静的型検査器は Derived を Original の **サブクラス** として扱います。つまり Original 型の値は Derived 型の値が期待される場所で使うことが出来ないということです。これは論理的な誤りを最小の実行時のコストで防ぎたい時に有用です。

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.10 で変更: NewType は関数ではなくクラスになりました。その結果、通常の関数よりも NewType を呼び出す際に多少の実行時コストが追加されます。

バージョン 3.11 で変更: NewType 呼び出し時のパフォーマンスが Python 3.9 のレベルに戻りました

26.1.4 呼び出し可能オブジェクトのアノテーション

関数、またはその他の呼び出し可能オブジェクトは、*collections.abc.Callable* または *typing.Callable* を使用してアノテーションすることができます。Callable[[int], str] は、*int* 型のパラメータを 1 つ受け取り、*str* を返す関数を意味します。

例えば:

```
from collections.abc import Callable, Awaitable

def feeder(get_next_item: Callable[[], str]) -> None:
    ...  # Body

def async_query(on_success: Callable[[int], None],
                on_error: Callable[[int, Exception], None]) -> None:
    ...  # Body

async def on_update(value: str) -> None:
    ...  # Body

callback: Callable[[str], Awaitable[None]] = on_update
```

添字表記は常に 2 つの値とともに使われなければなりません。実引数のリストと返り値の型です。実引数のリストは型のリスト、*ParamSpec*、*Concatenate*、ellipsis のいずれかでなければなりません。返り値の型は単一の型でなければなりません。

もし ellipsis リテラル ... が引数リストとして与えられた場合、それは任意のパラメータリストを持つ呼び出し可能オブジェクトを受け入れることを示します。

```
def concat(x: str, y: str) -> str:
    return x + y

x: Callable[..., str]
x = str     # OK
x = concat  # Also OK
```

Callable cannot express complex signatures such as functions that take a variadic number of arguments, *overloaded functions*, or functions that have keyword-only parameters. However, these signatures can be expressed by defining a *Protocol* class with a __call__() method:

```
from collections.abc import Iterable
from typing import Protocol
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
class Combiner(Protocol):
    def __call__(self, *vals: bytes, maxlen: int | None = None) -> list[bytes]: ...

def batch_proc(data: Iterable[bytes], cb_results: Combiner) -> bytes:
    for item in data:
        ...

def good_cb(*vals: bytes, maxlen: int | None = None) -> list[bytes]:
    ...
def bad_cb(*vals: bytes, maxitems: int | None) -> list[bytes]:
    ...

batch_proc([], good_cb)  # OK
batch_proc([], bad_cb)   # Error! Argument 2 has incompatible type because of
                         # different name and kind in the callback
```

Callables which take other callables as arguments may indicate that their parameter types are dependent on each other using *ParamSpec*. Additionally, if that callable adds or removes arguments from other callables, the *Concatenate* operator may be used. They take the form `Callable[ParamSpecVariable, ReturnType]` and `Callable[Concatenate[Arg1Type, Arg2Type, ..., ParamSpecVariable], ReturnType]` respectively.

バージョン 3.10 で変更: `Callable` は *ParamSpec* と *Concatenate* をサポートしました。詳細は **PEP 612** を参照してください。

参考:

ParamSpec と *Concatenate* のドキュメントに、`Callable` での使用例が記載されています。

26.1.5 ジェネリクス

コンテナに含まれるオブジェクトに関する型情報は、一般的な方法で静的に推論することができないため、標準ライブラリの多くのコンテナクラスは、要素に期待する型を示す添字表記をサポートしています

```
from collections.abc import Mapping, Sequence

class Employee: ...

# Sequence[Employee] indicates that all elements in the sequence
# must be instances of "Employee".
# Mapping[str, str] indicates that all keys and all values in the mapping
# must be strings.
def notify_by_email(employees: Sequence[Employee],
                    overrides: Mapping[str, str]) -> None: ...
```

Generic functions and classes can be parameterized by using type parameter syntax:

```
from collections.abc import Sequence

def first[T](l: Sequence[T]) -> T:  # Function is generic over the TypeVar "T"
    return l[0]
```

Or by using the *TypeVar* factory directly:

```
from collections.abc import Sequence
from typing import TypeVar

U = TypeVar('U')                  # Declare type variable "U"

def second(l: Sequence[U]) -> U:  # Function is generic over the TypeVar "U"
    return l[1]
```

バージョン 3.12 で変更: Syntactic support for generics is new in Python 3.12.

26.1.6 タプルのアノテーション

For most containers in Python, the typing system assumes that all elements in the container will be of the same type. For example:

```
from collections.abc import Mapping

# Type checker will infer that all elements in ``x`` are meant to be ints
x: list[int] = []

# Type checker error: ``list`` only accepts a single type argument:
y: list[int, str] = [1, 'foo']

# Type checker will infer that all keys in ``z`` are meant to be strings,
# and that all values in ``z`` are meant to be either strings or ints
z: Mapping[str, str | int] = {}
```

list は引数に 1 つの型のみ受け入れるので、型チェッカーは上記の y への代入でエラーを出力します。同様に、*Mapping* は引数に 2 つの型のみ受け入れます。1 つ目はキーの型を示し、2 つ目は値の型を示します。

しかし、他の多くの Python のコンテナとは異なり、タプルがすべて同じ型ではない要素を持つことは、慣用的な Python コードでは一般的です。このため、タプルは Python の型システムの中でも特殊です。*tuple* は任意の数の引数を受け入れます

```
# OK: ``x`` is assigned to a tuple of length 1 where the sole element is an int
x: tuple[int] = (5,)

# OK: ``y`` is assigned to a tuple of length 2;
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# element 1 is an int, element 2 is a str
y: tuple[int, str] = (5, "foo")

# Error: the type annotation indicates a tuple of length 1,
# but ``z`` has been assigned to a tuple of length 3
z: tuple[int] = (1, 2, 3)
```

任意の 長さで、全ての要素が同じ型 `T` であるタプルを示すには `tuple[T, ...]` を使います。空のタプルを示すには `tuple[()]` を使います。単に `tuple` とアノテーションすることは、`tuple[Any, ...]` と等価です。

```
x: tuple[int, ...] = (1, 2)
# These reassignments are OK: ``tuple[int, ...]`` indicates x can be of any length
x = (1, 2, 3)
x = ()
# This reassignment is an error: all elements in ``x`` must be ints
x = ("foo", "bar")

# ``y`` can only ever be assigned to an empty tuple
y: tuple[()] = ()

z: tuple = ("foo", "bar")
# These reassignments are OK: plain ``tuple`` is equivalent to ``tuple[Any, ...]``
z = (1, 2, 3)
z = ()
```

26.1.7 クラスオブジェクトの型

`C` と注釈が付けられた変数は `C` 型の値を受理します。一方で `Type[C]`（または <Type> ）と注釈が付けられた変数は、そのクラス自身を受理します -- 具体的には、それは `C` の **クラスオブジェクト** を受理します。例:

```
a = 3         # Has type ``int``
b = int       # Has type ``type[int]``
c = type(a)   # Also has type ``type[int]``
```

Note that `type[C]` is covariant:

```
class User: ...
class ProUser(User): ...
class TeamUser(User): ...

def make_new_user(user_class: type[User]) -> User:
    # ...
    return user_class()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
make_new_user(User)      # OK
make_new_user(ProUser)   # Also OK: ``type[ProUser]`` is a subtype of ``type[User]``
make_new_user(TeamUser)  # Still fine
make_new_user(User())    # Error: expected ``type[User]`` but got ``User``
make_new_user(int)       # Error: ``type[int]`` is not a subtype of ``type[User]``
```

The only legal parameters for *type* are classes, *Any*, *type variables*, and unions of any of these types. For example:

```
def new_non_team_user(user_class: type[BasicUser | ProUser]): ...

new_non_team_user(BasicUser)  # OK
new_non_team_user(ProUser)    # OK
new_non_team_user(TeamUser)   # Error: ``type[TeamUser]`` is not a subtype
                              # of ``type[BasicUser | ProUser]``
new_non_team_user(User)       # Also an error
```

`type[Any]` is equivalent to *type*, which is the root of Python's metaclass hierarchy.

26.1.8 ユーザー定義のジェネリック型

ユーザー定義のクラスを、ジェネリッククラスとして定義できます。

```
from logging import Logger

class LoggedVar[T]:
    def __init__(self, value: T, name: str, logger: Logger) -> None:
        self.name = name
        self.logger = logger
        self.value = value

    def set(self, new: T) -> None:
        self.log('Set ' + repr(self.value))
        self.value = new

    def get(self) -> T:
        self.log('Get ' + repr(self.value))
        return self.value

    def log(self, message: str) -> None:
        self.logger.info('%s: %s', self.name, message)
```

This syntax indicates that the class `LoggedVar` is parameterised around a single *type variable* `T` . This also makes `T` valid as a type within the class body.

Generic classes implicitly inherit from *Generic*. For compatibility with Python 3.11 and lower, it is also possible to inherit explicitly from *Generic* to indicate a generic class:

```
from typing import TypeVar, Generic

T = TypeVar('T')

class LoggedVar(Generic[T]):
    ...
```

Generic classes have `__class_getitem__()` methods, meaning they can be parameterised at runtime (e.g. `LoggedVar[int]` below):

```
from collections.abc import Iterable

def zero_all_vars(vars: Iterable[LoggedVar[int]]) -> None:
    for var in vars:
        var.set(0)
```

A generic type can have any number of type variables. All varieties of *TypeVar* are permissible as parameters for a generic type:

```
from typing import TypeVar, Generic, Sequence

class WeirdTrio[T, B: Sequence[bytes], S: (int, str)]:
    ...

OldT = TypeVar('OldT', contravariant=True)
OldB = TypeVar('OldB', bound=Sequence[bytes], covariant=True)
OldS = TypeVar('OldS', int, str)

class OldWeirdTrio(Generic[OldT, OldB, OldS]):
    ...
```

Generic の引数のそれぞれの型変数は別のものでなければなりません。このため次のクラス定義は無効です:

```
from typing import TypeVar, Generic
...

class Pair[M, M]:  # SyntaxError
    ...

T = TypeVar('T')

class Pair(Generic[T, T]):   # INVALID
    ...
```

Generic classes can also inherit from other classes:

```
from collections.abc import Sized

class LinkedList[T](Sized):
    ...
```

When inheriting from generic classes, some type parameters could be fixed:

```
from collections.abc import Mapping

class MyDict[T](Mapping[str, T]):
    ...
```

この場合では MyDict は仮引数 T を 1 つとります。

Using a generic class without specifying type parameters assumes *Any* for each position. In the following example, `MyIterable` is not generic but implicitly inherits from `Iterable[Any]`:

```
from collections.abc import Iterable

class MyIterable(Iterable): # Same as Iterable[Any]
    ...
```

User-defined generic type aliases are also supported. Examples:

```
from collections.abc import Iterable

type Response[S] = Iterable[S] | int

# Return type here is same as Iterable[str] | int
def response(query: str) -> Response[str]:
    ...

type Vec[T] = Iterable[tuple[T, T]]

def inproduct[T: (int, float, complex)](v: Vec[T]) -> T: # Same as Iterable[tuple[T, T]]
    return sum(x*y for x, y in v)
```

For backward compatibility, generic type aliases can also be created through a simple assignment:

```
from collections.abc import Iterable
from typing import TypeVar

S = TypeVar("S")
Response = Iterable[S] | int
```

バージョン 3.7 で変更: *Generic* にあった独自のメタクラスは無くなりました。

バージョン 3.12 で変更: Syntactic support for generics and type aliases is new in version 3.12. Previously, generic classes had to explicitly inherit from *Generic* or contain a type variable in one of their bases.

User-defined generics for parameter expressions are also supported via parameter specification variables in the form `[**P]`. The behavior is consistent with type variables' described above as parameter specification variables are treated by the typing module as a specialized type variable. The one exception to this is that a list of types can be used to substitute a *ParamSpec*:

```
>>> class Z[T, **P]: ...  # T is a TypeVar; P is a ParamSpec
...
>>> Z[int, [dict, float]]
__main__.Z[int, [dict, float]]
```

Classes generic over a *ParamSpec* can also be created using explicit inheritance from *Generic*. In this case, `**` is not used:

```
from typing import ParamSpec, Generic

P = ParamSpec('P')

class Z(Generic[P]):
    ...
```

Another difference between *TypeVar* and *ParamSpec* is that a generic with only one parameter specification variable will accept parameter lists in the forms `X[[Type1, Type2, ...]]` and also `X[Type1, Type2, ...]` for aesthetic reasons. Internally, the latter is converted to the former, so the following are equivalent:

```
>>> class X[**P]: ...
...
>>> X[int, str]
__main__.X[[int, str]]
>>> X[[int, str]]
__main__.X[[int, str]]
```

Note that generics with *ParamSpec* may not have correct `__parameters__` after substitution in some cases because they are intended primarily for static type checking.

バージョン 3.10 で変更: *Generic* can now be parameterized over parameter expressions. See *ParamSpec* and **PEP 612** for more details.

ユーザーが定義したジェネリッククラスはメタクラスの衝突を起こすことなく基底クラスに抽象基底クラスをとれます。ジェネリックメタクラスはサポートされません。パラメータ化を行うジェネリクスの結果はキャッシュされていて、typing モジュールのほとんどの型は **ハッシュ可能** で等価比較できます。

26.1.9 Any 型

Any は特別な種類の型です。静的型検査器はすべての型を *Any* と互換として扱い、*Any* をすべての型と互換として扱います。

これは、*Any* 型の値では、任意の演算やメソッドの呼び出しが行えることを意味します:

```
from typing import Any

a: Any = None
a = []          # OK
a = 2           # OK

s: str = ''
s = a           # OK

def foo(item: Any) -> int:
    # Passes type checking; 'item' could be any type,
    # and that type might have a 'bar' method
    item.bar()
    ...
```

Any 型の値をより詳細な型に代入する時に型検査が行われないことに注意してください。例えば、静的型検査器は `a` を `s` に代入する時、`s` が *str* 型として宣言されていて実行時に *int* の値を受け取るとしても、エラーを報告しません。

さらに、返り値や引数の型のないすべての関数は暗黙的に *Any* を使用します。

```
def legacy_parser(text):
    ...
    return data

# A static type checker will treat the above
# as having the same signature as:
def legacy_parser(text: Any) -> Any:
    ...
    return data
```

この挙動により、動的型付けと静的型付けが混在したコードを書かなければならない時に *Any* を **非常口** として使用することができます。

Any の挙動と *object* の挙動を対比しましょう。*Any* と同様に、すべての型は *object* のサブタイプです。しかしながら、*Any* と異なり、逆は成り立ちません: *object* はすべての他の型のサブタイプでは **ありません**。

これは、ある値の型が *object* のとき、型検査器はこれについてのほとんどすべての操作を拒否し、これをより特殊化された変数に代入する (または返り値として利用する) ことは型エラーになることを意味します。例えば:

```
def hash_a(item: object) -> int:
    # Fails type checking; an object does not have a 'magic' method.
    item.magic()
    ...

def hash_b(item: Any) -> int:
    # Passes type checking
    item.magic()
    ...

# Passes type checking, since ints and strs are subclasses of object
hash_a(42)
hash_a("foo")

# Passes type checking, since Any is compatible with all types
hash_b(42)
hash_b("foo")
```

object は、ある値が型安全な方法で任意の型として使えることを示すために使用します。*Any* はある値が動的に型付けられることを示すために使用します。

26.1.10 名前的部分型 vs 構造的部分型

初めは **PEP 484** は Python の静的型システムを **名前的部分型** を使って定義していました。名前的部分型とは、クラス `B` が期待されているところにクラス `A` が許容されるのは `A` が `B` のサブクラスの場合かつその場合に限る、ということです。

前出の必要条件は、*Iterable* などの抽象基底クラスにも当て嵌まります。この型付け手法の問題は、この手法をサポートするためにクラスに明確な型付けを行う必要があることで、これは pythonic ではなく、普段行っている慣用的な Python コードへの動的型付けとは似ていません。例えば、次のコードは **PEP 484** に従ったものです

```
from collections.abc import Sized, Iterable, Iterator

class Bucket(Sized, Iterable[int]):
    ...
    def __len__(self) -> int: ...
    def __iter__(self) -> Iterator[int]: ...
```

PEP 544 によって上にあるようなクラス定義で基底クラスを明示しないコードをユーザーが書け、静的型チェッカーで `Bucket` が `Sized` と `Iterable[int]` 両方のサブタイプだと暗黙的に見なせるようになり、この問題が解決しました。これは *structural subtyping (**構造的部分型**)* (あるいは、静的ダックタイピング) として知られています:

```
from collections.abc import Iterator, Iterable
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
class Bucket:  # Note: no base classes
    ...
    def __len__(self) -> int: ...
    def __iter__(self) -> Iterator[int]: ...

def collect(items: Iterable[int]) -> int: ...
result = collect(Bucket())  # Passes type check
```

さらに、特別なクラス *Protocol* のサブクラスを作ることで、新しい独自のプロトコルを作って構造的部分型というものを満喫できます。

26.1.11 モジュールの内容

The `typing` module defines the following classes, functions and decorators.

特殊型付けプリミティブ

特殊型

These can be used as types in annotations. They do not support subscription using `[]`.

`typing.Any`

制約のない型であることを示す特別な型です。

- 任意の型は *Any* と互換です。
- *Any* は任意の型と互換です。

バージョン 3.11 で変更: *Any* can now be used as a base class. This can be useful for avoiding type checker errors with classes that can duck type anywhere or are highly dynamic.

`typing.AnyStr`

A *constrained type variable*.

Definition:

```
AnyStr = TypeVar('AnyStr', str, bytes)
```

`AnyStr` is meant to be used for functions that may accept *str* or *bytes* arguments but cannot allow the two to mix.

例えば:

```
def concat(a: AnyStr, b: AnyStr) -> AnyStr:
    return a + b

concat("foo", "bar")    # OK, output has type 'str'
concat(b"foo", b"bar")  # OK, output has type 'bytes'
concat("foo", b"bar")   # Error, cannot mix str and bytes
```

Note that, despite its name, `AnyStr` has nothing to do with the *Any* type, nor does it mean "any string". In particular, `AnyStr` and `str | bytes` are different from each other and have different use cases:

```
# Invalid use of AnyStr:
# The type variable is used only once in the function signature,
# so cannot be "solved" by the type checker
def greet_bad(cond: bool) -> AnyStr:
    return "hi there!" if cond else b"greetings!"

# The better way of annotating this function:
def greet_proper(cond: bool) -> str | bytes:
    return "hi there!" if cond else b"greetings!"
```

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.18 で削除予定: Deprecated in favor of the new type parameter syntax. Use `class A[T: (str, bytes)]: ...` instead of importing `AnyStr`. See **PEP 695** for more details.

In Python 3.16, `AnyStr` will be removed from `typing.__all__`, and deprecation warnings will be emitted at runtime when it is accessed or imported from `typing`. `AnyStr` will be removed from `typing` in Python 3.18.

`typing.LiteralString`

Special type that includes only literal strings.

Any string literal is compatible with `LiteralString`, as is another `LiteralString`. However, an object typed as just `str` is not. A string created by composing `LiteralString`-typed objects is also acceptable as a `LiteralString`.

例:

```
def run_query(sql: LiteralString) -> None:
    ...

def caller(arbitrary_string: str, literal_string: LiteralString) -> None:
    run_query("SELECT * FROM students")  # OK
    run_query(literal_string)  # OK
    run_query("SELECT * FROM " + literal_string)  # OK
    run_query(arbitrary_string)  # type checker error
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    run_query(  # type checker error
        f"SELECT * FROM students WHERE name = {arbitrary_string}"
    )
```

`LiteralString` is useful for sensitive APIs where arbitrary user-generated strings could generate problems. For example, the two cases above that generate type checker errors could be vulnerable to an SQL injection attack.

より詳しくは **PEP 675** を参照してください。

Added in version 3.11.

`typing.Never`

`typing.NoReturn`

`Never` and `NoReturn` represent the bottom type, a type that has no members.

They can be used to indicate that a function never returns, such as *sys.exit()*:

```
from typing import Never  # or NoReturn

def stop() -> Never:
    raise RuntimeError('no way')
```

Or to define a function that should never be called, as there are no valid arguments, such as *assert_never()*:

```
from typing import Never  # or NoReturn

def never_call_me(arg: Never) -> None:
    pass

def int_or_str(arg: int | str) -> None:
    never_call_me(arg)  # type checker error
    match arg:
        case int():
            print("It's an int")
        case str():
            print("It's a str")
        case _:
            never_call_me(arg)  # OK, arg is of type Never (or NoReturn)
```

`Never` and `NoReturn` have the same meaning in the type system and static type checkers treat both equivalently.

Added in version 3.6.2: Added *NoReturn*.

Added in version 3.11: Added *Never*.

typing.Self

Special type to represent the current enclosed class.

例えば:

```
from typing import Self, reveal_type

class Foo:
    def return_self(self) -> Self:
        ...
        return self

class SubclassOfFoo(Foo): pass

reveal_type(Foo().return_self())  # Revealed type is "Foo"
reveal_type(SubclassOfFoo().return_self())  # Revealed type is "SubclassOfFoo"
```

This annotation is semantically equivalent to the following, albeit in a more succinct fashion:

```
from typing import TypeVar

Self = TypeVar("Self", bound="Foo")

class Foo:
    def return_self(self: Self) -> Self:
        ...
        return self
```

In general, if something returns `self`, as in the above examples, you should use `Self` as the return annotation. If `Foo.return_self` was annotated as returning `"Foo"`, then the type checker would infer the object returned from `SubclassOfFoo.return_self` as being of type `Foo` rather than `SubclassOfFoo`.

Other common use cases include:

- *classmethod*s that are used as alternative constructors and return instances of the `cls` parameter.
- Annotating an `__enter__()` method which returns self.

You should not use `Self` as the return annotation if the method is not guaranteed to return an instance of a subclass when the class is subclassed:

```
class Eggs:
    # Self would be an incorrect return annotation here,
    # as the object returned is always an instance of Eggs,
    # even in subclasses
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def returns_eggs(self) -> "Eggs":
        return Eggs()
```

より詳しくは **PEP 673** を参照してください。

Added in version 3.11.

typing.TypeAlias

Special annotation for explicitly declaring a *type alias*.

例えば:

```
from typing import TypeAlias

Factors: TypeAlias = list[int]
```

`TypeAlias` is particularly useful on older Python versions for annotating aliases that make use of forward references, as it can be hard for type checkers to distinguish these from normal variable assignments:

```
from typing import Generic, TypeAlias, TypeVar

T = TypeVar("T")

# "Box" does not exist yet,
# so we have to use quotes for the forward reference on Python <3.12.
# Using ``TypeAlias`` tells the type checker that this is a type alias declaration,
# not a variable assignment to a string.
BoxOfStrings: TypeAlias = "Box[str]"

class Box(Generic[T]):
    @classmethod
    def make_box_of_strings(cls) -> BoxOfStrings: ...
```

より詳しくは、**PEP 613** をご覧ください。

Added in version 3.10.

バージョン 3.12 で非推奨: *TypeAlias* is deprecated in favor of the `type` statement, which creates instances of *TypeAliasType* and which natively supports forward references. Note that while *TypeAlias* and *TypeAliasType* serve similar purposes and have similar names, they are distinct and the latter is not the type of the former. Removal of *TypeAlias* is not currently planned, but users are encouraged to migrate to `type` statements.

特殊形式

これらはアノテーションの型として使用できます。これらは全て `[]` を使用した添字表記をサポートしますが、それぞれ固有の構文があります。

`typing.Union`

ユニオン型; `Union[X, Y]` は `X | Y` と等価で X または Y を表します。

To define a union, use e.g. `Union[int, str]` or the shorthand `int | str`. Using that shorthand is recommended. Details:

- 引数は型でなければならず、少なくとも一つ必要です。
- ユニオン型のユニオン型は平滑化されます。例えば:

```
Union[Union[int, str], float] == Union[int, str, float]
```

- 引数が一つのユニオン型は消えます。例えば:

```
Union[int] == int  # The constructor actually returns int
```

- 冗長な実引数は飛ばされます。例えば:

```
Union[int, str, int] == Union[int, str] == int | str
```

- ユニオン型を比較するとき引数の順序は無視されます。例えば:

```
Union[int, str] == Union[str, int]
```

- `Union` のサブクラスを作成したり、インスタンスを作成することは出来ません。
- `Union[X][Y]` と書くことは出来ません。

バージョン 3.7 で変更: 明示的に書かれているサブクラスを、実行時に直和型から取り除かなくなりました。

バージョン 3.10 で変更: ユニオン型は `X | Y` のように書けるようになりました。*union* **型の表現** を参照ください。

`typing.Optional`

`Optional[X]` は `X | None` (や `Union[X, None]`) と同等です。

これがデフォルト値を持つオプション引数とは同じ概念ではないということに注意してください。デフォルト値を持つオプション引数はオプション引数であるために、型アノテーションに `Optional` 修飾子は必要ありません。例えば次のようになります:

```
def foo(arg: int = 0) -> None:
    ...
```

それとは逆に、None という値が許されていることが明示されている場合は、引数がオプションであろうとなかろうと、Optional を使うのが好ましいです。例えば次のようになります:

```
def foo(arg: Optional[int] = None) -> None:
    ...
```

バージョン 3.10 で変更: Optional は `X | None` のように書けるようになりました。ref:*union* 型の表現 <*types-union*> を参照ください。

typing.**Concatenate**

Special form for annotating higher-order functions.

`Concatenate` can be used in conjunction with *Callable* and *ParamSpec* to annotate a higher-order callable which adds, removes, or transforms parameters of another callable. Usage is in the form `Concatenate[Arg1Type, Arg2Type, ..., ParamSpecVariable]`. `Concatenate` is currently only valid when used as the first argument to a *Callable*. The last parameter to `Concatenate` must be a *ParamSpec* or ellipsis (`...`).

For example, to annotate a decorator `with_lock` which provides a *threading.Lock* to the decorated function, `Concatenate` can be used to indicate that `with_lock` expects a callable which takes in a `Lock` as the first argument, and returns a callable with a different type signature. In this case, the *ParamSpec* indicates that the returned callable's parameter types are dependent on the parameter types of the callable being passed in:

```
from collections.abc import Callable
from threading import Lock
from typing import Concatenate

# Use this lock to ensure that only one thread is executing a function
# at any time.
my_lock = Lock()

def with_lock[**P, R](f: Callable[Concatenate[Lock, P], R]) -> Callable[P, R]:
    '''A type-safe decorator which provides a lock.'''
    def inner(*args: P.args, **kwargs: P.kwargs) -> R:
        # Provide the lock as the first argument.
        return f(my_lock, *args, **kwargs)
    return inner

@with_lock
def sum_threadsafe(lock: Lock, numbers: list[float]) -> float:
    '''Add a list of numbers together in a thread-safe manner.'''
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    with lock:
        return sum(numbers)

# We don't need to pass in the lock ourselves thanks to the decorator.
sum_threadsafe([1.1, 2.2, 3.3])
```

Added in version 3.10.

参考:

- **PEP 612** -- Parameter Specification Variables (the PEP which introduced `ParamSpec` and `Concatenate`)
- *ParamSpec*
- 呼び出し可能オブジェクトのアノテーション

`typing.Literal`

Special typing form to define "literal types".

`Literal` can be used to indicate to type checkers that the annotated object has a value equivalent to one of the provided literals.

例えば:

```
def validate_simple(data: Any) -> Literal[True]:  # always returns True
    ...

type Mode = Literal['r', 'rb', 'w', 'wb']
def open_helper(file: str, mode: Mode) -> str:
    ...

open_helper('/some/path', 'r')      # Passes type check
open_helper('/other/path', 'typo')  # Error in type checker
```

`Literal[...]` はサブクラスにはできません。実行時に、任意の値が `Literal[...]` の型引数として使えますが、型チェッカーが制約を課すことがあります。リテラル型についてより詳しいことは **PEP 586** を参照してください。

Added in version 3.8.

バージョン 3.9.1 で変更: `Literal` ではパラメータの重複を解消するようになりました。`Literal` オブジェクトの等値比較は順序に依存しないようになりました。`Literal` オブジェクトは、等値比較する際に、パラメータのうち 1 つでも *hashable* でない場合は *TypeError* を送出するようになりました。

typing.ClassVar

クラス変数であることを示す特別な型構築子です。

PEP 526 で導入された通り、ClassVar でラップされた変数アノテーションによって、ある属性はクラス変数として使うつもりであり、そのクラスのインスタンスから設定すべきではないということを示せます。使い方は次のようになります:

```
class Starship:
    stats: ClassVar[dict[str, int]] = {} # class variable
    damage: int = 10                     # instance variable
```

ClassVar は型のみを受け入れ、それ以外は受け付けられません。

ClassVar はクラスそのものではなく、*isinstance()* や *issubclass()* で使うべきではありません。*ClassVar* は Python の実行時の挙動を変えませんが、サードパーティの型検査器で使えます。例えば、型チェッカーは次のコードをエラーとするかもしれません:

```
enterprise_d = Starship(3000)
enterprise_d.stats = {} # Error, setting class variable on instance
Starship.stats = {}     # This is OK
```

Added in version 3.5.3.

バージョン 3.13 で変更: *ClassVar* can now be nested in *Final* and vice versa.

typing.Final

Special typing construct to indicate final names to type checkers.

Final names cannot be reassigned in any scope. Final names declared in class scopes cannot be overridden in subclasses.

例えば:

```
MAX_SIZE: Final = 9000
MAX_SIZE += 1  # Error reported by type checker

class Connection:
    TIMEOUT: Final[int] = 10

class FastConnector(Connection):
    TIMEOUT = 1  # Error reported by type checker
```

この機能は実行時には検査されません。詳細については **PEP 591** を参照してください。

Added in version 3.8.

バージョン 3.13 で変更: *Final* can now be nested in *ClassVar* and vice versa.

typing.Required

Special typing construct to mark a *TypedDict* key as required.

This is mainly useful for `total=False` TypedDicts. See *TypedDict* and **PEP 655** for more details.

Added in version 3.11.

typing.NotRequired

Special typing construct to mark a *TypedDict* key as potentially missing.

より詳しくは、*TypedDict* と **PEP 655** を参照してください。

Added in version 3.11.

typing.ReadOnly

A special typing construct to mark an item of a *TypedDict* as read-only.

例えば:

```
class Movie(TypedDict):
   title: ReadOnly[str]
   year: int

def mutate_movie(m: Movie) -> None:
   m["year"] = 1992  # allowed
   m["title"] = "The Matrix"  # typechecker error
```

There is no runtime checking for this property.

See *TypedDict* and **PEP 705** for more details.

Added in version 3.13.

typing.Annotated

Special typing form to add context-specific metadata to an annotation.

Add metadata `x` to a given type `T` by using the annotation `Annotated[T, x]`. Metadata added using `Annotated` can be used by static analysis tools or at runtime. At runtime, the metadata is stored in a `__metadata__` attribute.

If a library or tool encounters an annotation `Annotated[T, x]` and has no special logic for the metadata, it should ignore the metadata and simply treat the annotation as `T`. As such, `Annotated` can be useful for code that wants to use annotations for purposes outside Python's static typing system.

Using `Annotated[T, x]` as an annotation still allows for static typechecking of `T`, as type checkers will simply ignore the metadata `x`. In this way, `Annotated` differs from the *@no_type_check* decorator, which can also be used for adding annotations outside the scope of the typing system, but completely disables typechecking for a function or class.

The responsibility of how to interpret the metadata lies with the tool or library encountering an `Annotated` annotation. A tool or library encountering an `Annotated` type can scan through the metadata elements to determine if they are of interest (e.g., using *isinstance()*).

`Annotated[<type>, <metadata>]`

Here is an example of how you might use `Annotated` to add metadata to type annotations if you were doing range analysis:

```
@dataclass
class ValueRange:
    lo: int
    hi: int

T1 = Annotated[int, ValueRange(-10, 5)]
T2 = Annotated[T1, ValueRange(-20, 3)]
```

Details of the syntax:

- The first argument to `Annotated` must be a valid type
- Multiple metadata elements can be supplied (`Annotated` supports variadic arguments):

  ```
  @dataclass
  class ctype:
      kind: str

  Annotated[int, ValueRange(3, 10), ctype("char")]
  ```

  It is up to the tool consuming the annotations to decide whether the client is allowed to add multiple metadata elements to one annotation and how to merge those annotations.

- `Annotated` must be subscripted with at least two arguments (`Annotated[int]` is not valid)
- The order of the metadata elements is preserved and matters for equality checks:

  ```
  assert Annotated[int, ValueRange(3, 10), ctype("char")] != Annotated[
      int, ctype("char"), ValueRange(3, 10)
  ]
  ```

- Nested `Annotated` types are flattened. The order of the metadata elements starts with the innermost annotation:

  ```
  assert Annotated[Annotated[int, ValueRange(3, 10)], ctype("char")] == Annotated[
      int, ValueRange(3, 10), ctype("char")
  ]
  ```

- Duplicated metadata elements are not removed:

```
assert Annotated[int, ValueRange(3, 10)] != Annotated[
    int, ValueRange(3, 10), ValueRange(3, 10)
]
```

- `Annotated` can be used with nested and generic aliases:

```
@dataclass
class MaxLen:
    value: int

type Vec[T] = Annotated[list[tuple[T, T]], MaxLen(10)]

# When used in a type annotation, a type checker will treat "V" the same as
# ``Annotated[list[tuple[int, int]], MaxLen(10)]``:
type V = Vec[int]
```

- `Annotated` cannot be used with an unpacked *TypeVarTuple*:

```
type Variadic[*Ts] = Annotated[*Ts, Ann1]  # NOT valid
```

  This would be equivalent to:

```
Annotated[T1, T2, T3, ..., Ann1]
```

  where `T1`, `T2`, etc. are *TypeVars*. This would be invalid: only one type should be passed to Annotated.

- By default, *get_type_hints()* strips the metadata from annotations. Pass `include_extras=True` to have the metadata preserved:

```
>>> from typing import Annotated, get_type_hints
>>> def func(x: Annotated[int, "metadata"]) -> None: pass
...
>>> get_type_hints(func)
{'x': <class 'int'>, 'return': <class 'NoneType'>}
>>> get_type_hints(func, include_extras=True)
{'x': typing.Annotated[int, 'metadata'], 'return': <class 'NoneType'>}
```

- At runtime, the metadata associated with an `Annotated` type can be retrieved via the `__metadata__` attribute:

```
>>> from typing import Annotated
>>> X = Annotated[int, "very", "important", "metadata"]
>>> X
typing.Annotated[int, 'very', 'important', 'metadata']
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> X.__metadata__
('very', 'important', 'metadata')
```

参考:

PEP 593 - Flexible function and variable annotations

The PEP introducing `Annotated` to the standard library.

Added in version 3.9.

`typing.TypeIs`

Special typing construct for marking user-defined type predicate functions.

`TypeIs` can be used to annotate the return type of a user-defined type predicate function. `TypeIs` only accepts a single type argument. At runtime, functions marked this way should return a boolean and take at least one positional argument.

`TypeIs` aims to benefit *type narrowing* -- a technique used by static type checkers to determine a more precise type of an expression within a program's code flow. Usually type narrowing is done by analyzing conditional code flow and applying the narrowing to a block of code. The conditional expression here is sometimes referred to as a "type predicate":

```
def is_str(val: str | float):
    # "isinstance" type predicate
    if isinstance(val, str):
        # Type of ``val`` is narrowed to ``str``
        ...
    else:
        # Else, type of ``val`` is narrowed to ``float``.
        ...
```

Sometimes it would be convenient to use a user-defined boolean function as a type predicate. Such a function should use `TypeIs[...]` or *TypeGuard* as its return type to alert static type checkers to this intention. `TypeIs` usually has more intuitive behavior than `TypeGuard`, but it cannot be used when the input and output types are incompatible (e.g., `list[object]` to `list[int]`) or when the function does not return `True` for all instances of the narrowed type.

Using `-> TypeIs[NarrowedType]` tells the static type checker that for a given function:

1. The return value is a boolean.
2. If the return value is `True`, the type of its argument is the intersection of the argument's original type and `NarrowedType`.
3. If the return value is `False`, the type of its argument is narrowed to exclude `NarrowedType`.

例えば:

```
from typing import assert_type, final, TypeIs

class Parent: pass
class Child(Parent): pass
@final
class Unrelated: pass

def is_parent(val: object) -> TypeIs[Parent]:
    return isinstance(val, Parent)

def run(arg: Child | Unrelated):
    if is_parent(arg):
        # Type of ``arg`` is narrowed to the intersection
        # of ``Parent`` and ``Child``, which is equivalent to
        # ``Child``.
        assert_type(arg, Child)
    else:
        # Type of ``arg`` is narrowed to exclude ``Parent``,
        # so only ``Unrelated`` is left.
        assert_type(arg, Unrelated)
```

The type inside `TypeIs` must be consistent with the type of the function's argument; if it is not, static type checkers will raise an error. An incorrectly written `TypeIs` function can lead to unsound behavior in the type system; it is the user's responsibility to write such functions in a type-safe manner.

If a `TypeIs` function is a class or instance method, then the type in `TypeIs` maps to the type of the second parameter (after `cls` or `self`).

In short, the form `def foo(arg: TypeA) -> TypeIs[TypeB]: ...`, means that if `foo(arg)` returns `True`, then `arg` is an instance of `TypeB`, and if it returns `False`, it is not an instance of `TypeB`.

`TypeIs` also works with type variables. For more information, see **PEP 742** (Narrowing types with `TypeIs`).

Added in version 3.13.

`typing.TypeGuard`

Special typing construct for marking user-defined type predicate functions.

Type predicate functions are user-defined functions that return whether their argument is an instance of a particular type. `TypeGuard` works similarly to *TypeIs*, but has subtly different effects on type checking behavior (see below).

Using `-> TypeGuard` tells the static type checker that for a given function:

1. The return value is a boolean.

2. If the return value is `True`, the type of its argument is the type inside `TypeGuard`.

`TypeGuard` also works with type variables. See **PEP 647** for more details.

例えば:

```
def is_str_list(val: list[object]) -> TypeGuard[list[str]]:
    '''Determines whether all objects in the list are strings'''
    return all(isinstance(x, str) for x in val)

def func1(val: list[object]):
    if is_str_list(val):
        # Type of ``val`` is narrowed to ``list[str]``.
        print(" ".join(val))
    else:
        # Type of ``val`` remains as ``list[object]``.
        print("Not a list of strings!")
```

`TypeIs` and `TypeGuard` differ in the following ways:

- `TypeIs` requires the narrowed type to be a subtype of the input type, while `TypeGuard` does not. The main reason is to allow for things like narrowing `list[object]` to `list[str]` even though the latter is not a subtype of the former, since `list` is invariant.
- When a `TypeGuard` function returns `True`, type checkers narrow the type of the variable to exactly the `TypeGuard` type. When a `TypeIs` function returns `True`, type checkers can infer a more precise type combining the previously known type of the variable with the `TypeIs` type. (Technically, this is known as an intersection type.)
- When a `TypeGuard` function returns `False`, type checkers cannot narrow the type of the variable at all. When a `TypeIs` function returns `False`, type checkers can narrow the type of the variable to exclude the `TypeIs` type.

Added in version 3.10.

`typing.Unpack`

Typing operator to conceptually mark an object as having been unpacked.

For example, using the unpack operator `*` on a *type variable tuple* is equivalent to using `Unpack` to mark the type variable tuple as having been unpacked:

```
Ts = TypeVarTuple('Ts')
tup: tuple[*Ts]
# Effectively does:
tup: tuple[Unpack[Ts]]
```

In fact, `Unpack` can be used interchangeably with `*` in the context of *typing.TypeVarTuple* and *builtins.tuple* types. You might see `Unpack` being used explicitly in older versions of Python,

where * couldn't be used in certain places:

```
# In older versions of Python, TypeVarTuple and Unpack
# are located in the `typing_extensions` backports package.
from typing_extensions import TypeVarTuple, Unpack

Ts = TypeVarTuple('Ts')
tup: tuple[*Ts]          # Syntax error on Python <= 3.10!
tup: tuple[Unpack[Ts]]   # Semantically equivalent, and backwards-compatible
```

Unpack can also be used along with *typing.TypedDict* for typing **kwargs in a function signature:

```
from typing import TypedDict, Unpack

class Movie(TypedDict):
    name: str
    year: int

# This function expects two keyword arguments - `name` of type `str`
# and `year` of type `int`.
def foo(**kwargs: Unpack[Movie]): ...
```

See **PEP 692** for more details on using Unpack for **kwargs typing.

Added in version 3.11.

Building generic types and type aliases

The following classes should not be used directly as annotations. Their intended purpose is to be building blocks for creating generic types and type aliases.

These objects can be created through special syntax (type parameter lists and the type statement). For compatibility with Python 3.11 and earlier, they can also be created without the dedicated syntax, as documented below.

class typing.Generic

ジェネリック型のための抽象基底クラスです。

A generic type is typically declared by adding a list of type parameters after the class name:

```
class Mapping[KT, VT]:
    def __getitem__(self, key: KT) -> VT:
        ...
        # Etc.
```

Such a class implicitly inherits from Generic. The runtime semantics of this syntax are discussed in the Language Reference.

このクラスは次のように使用することが出来ます:

```
def lookup_name[X, Y](mapping: Mapping[X, Y], key: X, default: Y) -> Y:
    try:
        return mapping[key]
    except KeyError:
        return default
```

Here the brackets after the function name indicate a generic function.

For backwards compatibility, generic classes can also be declared by explicitly inheriting from `Generic`. In this case, the type parameters must be declared separately:

```
KT = TypeVar('KT')
VT = TypeVar('VT')

class Mapping(Generic[KT, VT]):
    def __getitem__(self, key: KT) -> VT:
        ...
        # Etc.
```

class typing.**TypeVar**(*name*, **constraints*, *bound=None*, *covariant=False*, *contravariant=False*, *infer_variance=False*, *default=typing.NoDefault*)

型変数です。

The preferred way to construct a type variable is via the dedicated syntax for generic functions, generic classes, and generic type aliases:

```
class Sequence[T]:  # T is a TypeVar
    ...
```

This syntax can also be used to create bound and constrained type variables:

```
class StrSequence[S: str]:  # S is a TypeVar bound to str
    ...


class StrOrBytesSequence[A: (str, bytes)]:  # A is a TypeVar constrained to str or bytes
    ...
```

However, if desired, reusable type variables can also be constructed manually, like so:

```
T = TypeVar('T')  # Can be anything
S = TypeVar('S', bound=str)  # Can be any subtype of str
A = TypeVar('A', str, bytes)  # Must be exactly str or bytes
```

Type variables exist primarily for the benefit of static type checkers. They serve as the parameters

for generic types as well as for generic function and type alias definitions. See *Generic* for more information on generic types. Generic functions work as follows:

```
def repeat[T](x: T, n: int) -> Sequence[T]:
    """Return a list containing n references to x."""
    return [x]*n


def print_capitalized[S: str](x: S) -> S:
    """Print x capitalized, and return x."""
    print(x.capitalize())
    return x


def concatenate[A: (str, bytes)](x: A, y: A) -> A:
    """Add two strings or bytes objects together."""
    return x + y
```

Note that type variables can be *bound*, *constrained*, or neither, but cannot be both bound *and* constrained.

The variance of type variables is inferred by type checkers when they are created through the type parameter syntax or when `infer_variance=True` is passed. Manually created type variables may be explicitly marked covariant or contravariant by passing `covariant=True` or `contravariant=True`. By default, manually created type variables are invariant. See **PEP 484** and **PEP 695** for more details.

Bound type variables and constrained type variables have different semantics in several important ways. Using a *bound* type variable means that the `TypeVar` will be solved using the most specific type possible:

```
x = print_capitalized('a string')
reveal_type(x)  # revealed type is str

class StringSubclass(str):
    pass

y = print_capitalized(StringSubclass('another string'))
reveal_type(y)  # revealed type is StringSubclass

z = print_capitalized(45)  # error: int is not a subtype of str
```

Type variables can be bound to concrete types, abstract types (ABCs or protocols), and even unions of types:

```
# Can be anything with an __abs__ method
def print_abs[T: SupportsAbs](arg: T) -> None:
    print("Absolute value:", abs(arg))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
U = TypeVar('U', bound=str|bytes)  # Can be any subtype of the union str|bytes
V = TypeVar('V', bound=SupportsAbs)  # Can be anything with an __abs__ method
```

Using a *constrained* type variable, however, means that the `TypeVar` can only ever be solved as being exactly one of the constraints given:

```
a = concatenate('one', 'two')
reveal_type(a)  # revealed type is str

b = concatenate(StringSubclass('one'), StringSubclass('two'))
reveal_type(b)  # revealed type is str, despite StringSubclass being passed in

c = concatenate('one', b'two')  # error: type variable 'A' can be either str or bytes in a␣
↪function call, but not both
```

At runtime, `isinstance(x, T)` will raise *TypeError*.

__name__

The name of the type variable.

__covariant__

Whether the type var has been explicitly marked as covariant.

__contravariant__

Whether the type var has been explicitly marked as contravariant.

__infer_variance__

Whether the type variable's variance should be inferred by type checkers.

Added in version 3.12.

__bound__

The bound of the type variable, if any.

バージョン 3.12 で変更: For type variables created through type parameter syntax, the bound is evaluated only when the attribute is accessed, not when the type variable is created (see lazy-evaluation).

__constraints__

A tuple containing the constraints of the type variable, if any.

バージョン 3.12 で変更: For type variables created through type parameter syntax, the constraints are evaluated only when the attribute is accessed, not when the type variable is created (see lazy-evaluation).

__default__

The default value of the type variable, or *typing.NoDefault* if it has no default.

Added in version 3.13.

has_default()

Return whether or not the type variable has a default value. This is equivalent to checking whether *__default__* is not the *typing.NoDefault* singleton, except that it does not force evaluation of the lazily evaluated default value.

Added in version 3.13.

バージョン 3.12 で変更: Type variables can now be declared using the type parameter syntax introduced by **PEP 695**. The `infer_variance` parameter was added.

バージョン 3.13 で変更: Support for default values was added.

class typing.TypeVarTuple(*name*, *, *default=typing.NoDefault*)

Type variable tuple. A specialized form of *type variable* that enables *variadic* generics.

Type variable tuples can be declared in type parameter lists using a single asterisk (`*`) before the name:

```
def move_first_element_to_last[T, *Ts](tup: tuple[T, *Ts]) -> tuple[*Ts, T]:
    return (*tup[1:], tup[0])
```

Or by explicitly invoking the `TypeVarTuple` constructor:

```
T = TypeVar("T")
Ts = TypeVarTuple("Ts")

def move_first_element_to_last(tup: tuple[T, *Ts]) -> tuple[*Ts, T]:
    return (*tup[1:], tup[0])
```

A normal type variable enables parameterization with a single type. A type variable tuple, in contrast, allows parameterization with an *arbitrary* number of types by acting like an *arbitrary* number of type variables wrapped in a tuple. For example:

```
# T is bound to int, Ts is bound to ()
# Return value is (1,), which has type tuple[int]
move_first_element_to_last(tup=(1,))

# T is bound to int, Ts is bound to (str,)
# Return value is ('spam', 1), which has type tuple[str, int]
move_first_element_to_last(tup=(1, 'spam'))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# T is bound to int, Ts is bound to (str, float)
# Return value is ('spam', 3.0, 1), which has type tuple[str, float, int]
move_first_element_to_last(tup=(1, 'spam', 3.0))

# This fails to type check (and fails at runtime)
# because tuple[()] is not compatible with tuple[T, *Ts]
# (at least one element is required)
move_first_element_to_last(tup=())
```

Note the use of the unpacking operator `*` in `tuple[T, *Ts]`. Conceptually, you can think of `Ts` as a tuple of type variables `(T1, T2, ...)`. `tuple[T, *Ts]` would then become `tuple[T, *(T1, T2, ...)]`, which is equivalent to `tuple[T, T1, T2, ...]`. (Note that in older versions of Python, you might see this written using *Unpack* instead, as `Unpack[Ts]`.)

Type variable tuples must *always* be unpacked. This helps distinguish type variable tuples from normal type variables:

```
x: Ts          # Not valid
x: tuple[Ts]   # Not valid
x: tuple[*Ts]  # The correct way to do it
```

Type variable tuples can be used in the same contexts as normal type variables. For example, in class definitions, arguments, and return types:

```
class Array[*Shape]:
    def __getitem__(self, key: tuple[*Shape]) -> float: ...
    def __abs__(self) -> "Array[*Shape]": ...
    def get_shape(self) -> tuple[*Shape]: ...
```

Type variable tuples can be happily combined with normal type variables:

```
class Array[DType, *Shape]:  # This is fine
    pass

class Array2[*Shape, DType]:  # This would also be fine
    pass

class Height: ...
class Width: ...

float_array_1d: Array[float, Height] = Array()      # Totally fine
int_array_2d: Array[int, Height, Width] = Array()  # Yup, fine too
```

However, note that at most one type variable tuple may appear in a single list of type arguments or type parameters:

```
x: tuple[*Ts, *Ts]            # Not valid
class Array[*Shape, *Shape]:  # Not valid
    pass
```

Finally, an unpacked type variable tuple can be used as the type annotation of `*args`:

```
def call_soon[*Ts](
    callback: Callable[[*Ts], None],
    *args: *Ts
) -> None:
    ...
    callback(*args)
```

In contrast to non-unpacked annotations of `*args` - e.g. `*args: int`, which would specify that *all* arguments are `int` - `*args: *Ts` enables reference to the types of the *individual* arguments in `*args`. Here, this allows us to ensure the types of the `*args` passed to `call_soon` match the types of the (positional) arguments of `callback`.

See **PEP 646** for more details on type variable tuples.

__name__

The name of the type variable tuple.

__default__

The default value of the type variable tuple, or *typing.NoDefault* if it has no default.

Added in version 3.13.

has_default()

Return whether or not the type variable tuple has a default value. This is equivalent to checking whether *__default__* is not the *typing.NoDefault* singleton, except that it does not force evaluation of the lazily evaluated default value.

Added in version 3.13.

Added in version 3.11.

バージョン 3.12 で変更: Type variable tuples can now be declared using the type parameter syntax introduced by **PEP 695**.

バージョン 3.13 で変更: Support for default values was added.

class typing.ParamSpec(*name*, *, *bound=None*, *covariant=False*, *contravariant=False*, *default=typing.NoDefault*)

Parameter specification variable. A specialized version of *type variables*.

In type parameter lists, parameter specifications can be declared with two asterisks (**):

```
type IntFunc[**P] = Callable[P, int]
```

For compatibility with Python 3.11 and earlier, `ParamSpec` objects can also be created as follows:

```
P = ParamSpec('P')
```

Parameter specification variables exist primarily for the benefit of static type checkers. They are used to forward the parameter types of one callable to another callable -- a pattern commonly found in higher order functions and decorators. They are only valid when used in `Concatenate`, or as the first argument to `Callable`, or as parameters for user-defined Generics. See *Generic* for more information on generic types.

For example, to add basic logging to a function, one can create a decorator `add_logging` to log function calls. The parameter specification variable tells the type checker that the callable passed into the decorator and the new callable returned by it have inter-dependent type parameters:

```
from collections.abc import Callable
import logging

def add_logging[T, **P](f: Callable[P, T]) -> Callable[P, T]:
    '''A type-safe decorator to add logging to a function.'''
    def inner(*args: P.args, **kwargs: P.kwargs) -> T:
        logging.info(f'{f.__name__} was called')
        return f(*args, **kwargs)
    return inner

@add_logging
def add_two(x: float, y: float) -> float:
    '''Add two numbers together.'''
    return x + y
```

Without `ParamSpec`, the simplest way to annotate this previously was to use a *TypeVar* with bound `Callable[..., Any]`. However this causes two problems:

1. The type checker can't type check the `inner` function because `*args` and `**kwargs` have to be typed *Any*.
2. *cast()* may be required in the body of the `add_logging` decorator when returning the `inner` function, or the static type checker must be told to ignore the `return inner`.

args

kwargs

Since `ParamSpec` captures both positional and keyword parameters, `P.args` and `P.kwargs` can be used to split a `ParamSpec` into its components. `P.args` represents the tuple of positional

parameters in a given call and should only be used to annotate `*args`. `P.kwargs` represents the mapping of keyword parameters to their values in a given call, and should be only be used to annotate `**kwargs`. Both attributes require the annotated parameter to be in scope. At runtime, `P.args` and `P.kwargs` are instances respectively of *ParamSpecArgs* and *ParamSpecKwargs*.

__name__

The name of the parameter specification.

__default__

The default value of the parameter specification, or *typing.NoDefault* if it has no default.

Added in version 3.13.

has_default()

Return whether or not the parameter specification has a default value. This is equivalent to checking whether *__default__* is not the *typing.NoDefault* singleton, except that it does not force evaluation of the lazily evaluated default value.

Added in version 3.13.

Parameter specification variables created with `covariant=True` or `contravariant=True` can be used to declare covariant or contravariant generic types. The `bound` argument is also accepted, similar to *TypeVar*. However the actual semantics of these keywords are yet to be decided.

Added in version 3.10.

バージョン 3.12 で変更: Parameter specifications can now be declared using the type parameter syntax introduced by **PEP 695**.

バージョン 3.13 で変更: Support for default values was added.

注釈: Only parameter specification variables defined in global scope can be pickled.

参考:

- **PEP 612** -- Parameter Specification Variables (the PEP which introduced `ParamSpec` and `Concatenate`)
- *Concatenate*
- 呼び出し可能オブジェクトのアノテーション

typing.**ParamSpecArgs**

typing.ParamSpecKwargs

Arguments and keyword arguments attributes of a *ParamSpec*. The `P.args` attribute of a `ParamSpec` is an instance of `ParamSpecArgs`, and `P.kwargs` is an instance of `ParamSpecKwargs`. They are intended for runtime introspection and have no special meaning to static type checkers.

Calling *get_origin()* on either of these objects will return the original `ParamSpec`:

```
>>> from typing import ParamSpec, get_origin
>>> P = ParamSpec("P")
>>> get_origin(P.args) is P
True
>>> get_origin(P.kwargs) is P
True
```

Added in version 3.10.

class typing.TypeAliasType(*name*, *value*, *, *type_params=()*)

The type of type aliases created through the `type` statement.

例:

```
>>> type Alias = int
>>> type(Alias)
<class 'typing.TypeAliasType'>
```

Added in version 3.12.

__name__

The name of the type alias:

```
>>> type Alias = int
>>> Alias.__name__
'Alias'
```

__module__

The module in which the type alias was defined:

```
>>> type Alias = int
>>> Alias.__module__
'__main__'
```

__type_params__

The type parameters of the type alias, or an empty tuple if the alias is not generic:

```
>>> type ListOrSet[T] = list[T] | set[T]
>>> ListOrSet.__type_params__
(T,)
>>> type NotGeneric = int
>>> NotGeneric.__type_params__
()
```

__value__

The type alias's value. This is lazily evaluated, so names used in the definition of the alias are not resolved until the `__value__` attribute is accessed:

```
>>> type Mutually = Recursive
>>> type Recursive = Mutually
>>> Mutually
Mutually
>>> Recursive
Recursive
>>> Mutually.__value__
Recursive
>>> Recursive.__value__
Mutually
```

Other special directives

These functions and classes should not be used directly as annotations. Their intended purpose is to be building blocks for creating and declaring types.

class typing.NamedTuple

collections.namedtuple() の型付き版です。

使い方:

```
class Employee(NamedTuple):
    name: str
    id: int
```

これは次と等価です:

```
Employee = collections.namedtuple('Employee', ['name', 'id'])
```

フィールドにデフォルト値を与えるにはクラス本体で代入してください:

```
class Employee(NamedTuple):
    name: str
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    id: int = 3

employee = Employee('Guido')
assert employee.id == 3
```

デフォルト値のあるフィールドはデフォルト値のないフィールドの後でなければなりません。

最終的に出来上がるクラスには、フィールド名をフィールド型へ対応付ける辞書を提供する `__annotations__` 属性が追加されています。(フィールド名は `_fields` 属性に、デフォルト値は `_field_defaults` 属性に格納されていて、両方とも *namedtuple()* API の一部分です。)

NamedTuple のサブクラスは docstring やメソッドも持てます:

```
class Employee(NamedTuple):
    """Represents an employee."""
    name: str
    id: int = 3

    def __repr__(self) -> str:
        return f'<Employee {self.name}, id={self.id}>'
```

NamedTuple subclasses can be generic:

```
class Group[T](NamedTuple):
    key: T
    group: list[T]
```

後方互換な使用法:

```
# For creating a generic NamedTuple on Python 3.11 or lower
class Group(NamedTuple, Generic[T]):
    key: T
    group: list[T]

# A functional syntax is also supported
Employee = NamedTuple('Employee', [('name', str), ('id', int)])
```

バージョン 3.6 で変更: **PEP 526** 変数アノテーションのシンタックスが追加されました。

バージョン 3.6.1 で変更: デフォルト値、メソッド、ドキュメンテーション文字列への対応が追加されました。

バージョン 3.8 で変更: `_field_types` 属性および `__annotations__` 属性は OrderedDict インスタンスではなく普通の辞書になりました。

バージョン 3.9 で変更: `_field_types` 属性は削除されました。代わりに同じ情報を持つより標準的な `__annotations__` 属性を使ってください。

バージョン 3.11 で変更: Added support for generic namedtuples.

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: The undocumented keyword argument syntax for creating NamedTuple classes (`NT = NamedTuple("NT", x=int)`) is deprecated, and will be disallowed in 3.15. Use the class-based syntax or the functional syntax instead.

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: When using the functional syntax to create a NamedTuple class, failing to pass a value to the 'fields' parameter (`NT = NamedTuple("NT")`) is deprecated. Passing `None` to the 'fields' parameter (`NT = NamedTuple("NT", None)`) is also deprecated. Both will be disallowed in Python 3.15. To create a NamedTuple class with 0 fields, use `class NT(NamedTuple): pass` or `NT = NamedTuple("NT", [])`.

class typing.NewType(*name*, *tp*)

Helper class to create low-overhead *distinct types*.

A `NewType` is considered a distinct type by a typechecker. At runtime, however, calling a `NewType` returns its argument unchanged.

使い方:

```
UserId = NewType('UserId', int)  # Declare the NewType "UserId"
first_user = UserId(1)  # "UserId" returns the argument unchanged at runtime
```

__module__

The module in which the new type is defined.

__name__

The name of the new type.

__supertype__

The type that the new type is based on.

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.10 で変更: `NewType` is now a class rather than a function.

class typing.Protocol(*Generic*)

Base class for protocol classes.

Protocol classes are defined like this:

```
class Proto(Protocol):
    def meth(self) -> int:
        ...
```

このようなクラスは主に構造的部分型 (静的ダックタイピング) を認識する静的型チェッカーが使います。例えば:

```
class C:
    def meth(self) -> int:
        return 0

def func(x: Proto) -> int:
    return x.meth()

func(C())  # Passes static type check
```

詳細については **PEP 544** を参照してください。*runtime_checkable()* (後で説明します) でデコレートされたプロトコルクラスは、与えられたメソッドがあることだけを確認し、その型シグネチャは全く見ない安直な動作をする実行時プロトコルとして振る舞います。

プロトコルクラスはジェネリックにもできます。例えば:

```
class GenProto[T](Protocol):
    def meth(self) -> T:
        ...
```

In code that needs to be compatible with Python 3.11 or older, generic Protocols can be written as follows:

```
T = TypeVar("T")

class GenProto(Protocol[T]):
    def meth(self) -> T:
        ...
```

Added in version 3.8.

@typing.runtime_checkable

Mark a protocol class as a runtime protocol.

Such a protocol can be used with *isinstance()* and *issubclass()*. This raises *TypeError* when applied to a non-protocol class. This allows a simple-minded structural check, very similar to "one trick ponies" in *collections.abc* such as *Iterable*. For example:

```
@runtime_checkable
class Closable(Protocol):
    def close(self): ...

assert isinstance(open('/some/file'), Closable)

@runtime_checkable
class Named(Protocol):
    name: str
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
import threading
assert isinstance(threading.Thread(name='Bob'), Named)
```

注釈: `runtime_checkable()` will check only the presence of the required methods or attributes, not their type signatures or types. For example, *ssl.SSLObject* is a class, therefore it passes an *issubclass()* check against *Callable*. However, the `ssl.SSLObject.__init__` method exists only to raise a *TypeError* with a more informative message, therefore making it impossible to call (instantiate) *ssl.SSLObject*.

注釈: An *isinstance()* check against a runtime-checkable protocol can be surprisingly slow compared to an `isinstance()` check against a non-protocol class. Consider using alternative idioms such as *hasattr()* calls for structural checks in performance-sensitive code.

Added in version 3.8.

バージョン 3.12 で変更: The internal implementation of *isinstance()* checks against runtime-checkable protocols now uses *inspect.getattr_static()* to look up attributes (previously, *hasattr()* was used). As a result, some objects which used to be considered instances of a runtime-checkable protocol may no longer be considered instances of that protocol on Python 3.12+, and vice versa. Most users are unlikely to be affected by this change.

バージョン 3.12 で変更: The members of a runtime-checkable protocol are now considered "frozen" at runtime as soon as the class has been created. Monkey-patching attributes onto a runtime-checkable protocol will still work, but will have no impact on *isinstance()* checks comparing objects to the protocol. See "What's new in Python 3.12" for more details.

`class typing.TypedDict(`*dict*`)`

Special construct to add type hints to a dictionary. At runtime it is a plain *dict*.

`TypedDict` は、その全てのインスタンスにおいてキーの集合が固定されていて、各キーに対応する値が全てのインスタンスで同じ型を持つことが期待される辞書型を宣言します。この期待は実行時にはチェックされず、型チェッカーでのみ強制されます。使用方法は次の通りです:

```
class Point2D(TypedDict):
    x: int
    y: int
    label: str
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
a: Point2D = {'x': 1, 'y': 2, 'label': 'good'}  # OK
b: Point2D = {'z': 3, 'label': 'bad'}           # Fails type check

assert Point2D(x=1, y=2, label='first') == dict(x=1, y=2, label='first')
```

An alternative way to create a `TypedDict` is by using function-call syntax. The second argument must be a literal *dict*:

```
Point2D = TypedDict('Point2D', {'x': int, 'y': int, 'label': str})
```

This functional syntax allows defining keys which are not valid identifiers, for example because they are keywords or contain hyphens:

```
# raises SyntaxError
class Point2D(TypedDict):
    in: int  # 'in' is a keyword
    x-y: int  # name with hyphens

# OK, functional syntax
Point2D = TypedDict('Point2D', {'in': int, 'x-y': int})
```

By default, all keys must be present in a `TypedDict`. It is possible to mark individual keys as non-required using *NotRequired*:

```
class Point2D(TypedDict):
    x: int
    y: int
    label: NotRequired[str]

# Alternative syntax
Point2D = TypedDict('Point2D', {'x': int, 'y': int, 'label': NotRequired[str]})
```

This means that a `Point2D TypedDict` can have the `label` key omitted.

It is also possible to mark all keys as non-required by default by specifying a totality of `False`:

```
class Point2D(TypedDict, total=False):
    x: int
    y: int

# Alternative syntax
Point2D = TypedDict('Point2D', {'x': int, 'y': int}, total=False)
```

This means that a `Point2D TypedDict` can have any of the keys omitted. A type checker is only expected to support a literal `False` or `True` as the value of the `total` argument. `True` is the default, and makes all items defined in the class body required.

Individual keys of a `total=False` `TypedDict` can be marked as required using *Required*:

```
class Point2D(TypedDict, total=False):
    x: Required[int]
    y: Required[int]
    label: str

# Alternative syntax
Point2D = TypedDict('Point2D', {
    'x': Required[int],
    'y': Required[int],
    'label': str
}, total=False)
```

It is possible for a `TypedDict` type to inherit from one or more other `TypedDict` types using the class-based syntax. Usage:

```
class Point3D(Point2D):
    z: int
```

`Point3D` has three items: `x`, `y` and `z`. It is equivalent to this definition:

```
class Point3D(TypedDict):
    x: int
    y: int
    z: int
```

A `TypedDict` cannot inherit from a non-`TypedDict` class, except for *Generic*. For example:

```
class X(TypedDict):
    x: int

class Y(TypedDict):
    y: int

class Z(object): pass  # A non-TypedDict class

class XY(X, Y): pass  # OK

class XZ(X, Z): pass  # raises TypeError
```

A `TypedDict` can be generic:

```
class Group[T](TypedDict):
    key: T
    group: list[T]
```

To create a generic `TypedDict` that is compatible with Python 3.11 or lower, inherit from *Generic*

explicitly:

```
T = TypeVar("T")

class Group(TypedDict, Generic[T]):
    key: T
    group: list[T]
```

A TypedDict can be introspected via annotations dicts (see annotations-howto for more information on annotations best practices), *__total__*, *__required_keys__*, and *__optional_keys__*.

__total__

Point2D.__total__ gives the value of the total argument. Example:

```
>>> from typing import TypedDict
>>> class Point2D(TypedDict): pass
>>> Point2D.__total__
True
>>> class Point2D(TypedDict, total=False): pass
>>> Point2D.__total__
False
>>> class Point3D(Point2D): pass
>>> Point3D.__total__
True
```

This attribute reflects *only* the value of the total argument to the current TypedDict class, not whether the class is semantically total. For example, a TypedDict with __total__ set to True may have keys marked with *NotRequired*, or it may inherit from another TypedDict with total=False. Therefore, it is generally better to use *__required_keys__* and *__optional_keys__* for introspection.

__required_keys__

Added in version 3.9.

__optional_keys__

Point2D.__required_keys__ and Point2D.__optional_keys__ return *frozenset* objects containing required and non-required keys, respectively.

Keys marked with *Required* will always appear in __required_keys__ and keys marked with *NotRequired* will always appear in __optional_keys__.

For backwards compatibility with Python 3.10 and below, it is also possible to use inheritance to declare both required and non-required keys in the same TypedDict . This is done by declaring a TypedDict with one value for the total argument and then inheriting from it in another TypedDict with a different value for total:

```
>>> class Point2D(TypedDict, total=False):
...     x: int
...     y: int
...
>>> class Point3D(Point2D):
...     z: int
...
>>> Point3D.__required_keys__ == frozenset({'z'})
True
>>> Point3D.__optional_keys__ == frozenset({'x', 'y'})
True
```

Added in version 3.9.

注釈: If `from __future__ import annotations` is used or if annotations are given as strings, annotations are not evaluated when the `TypedDict` is defined. Therefore, the runtime introspection that `__required_keys__` and `__optional_keys__` rely on may not work properly, and the values of the attributes may be incorrect.

Support for *ReadOnly* is reflected in the following attributes:

__readonly_keys__

A *frozenset* containing the names of all read-only keys. Keys are read-only if they carry the *ReadOnly* qualifier.

Added in version 3.13.

__mutable_keys__

A *frozenset* containing the names of all mutable keys. Keys are mutable if they do not carry the *ReadOnly* qualifier.

Added in version 3.13.

他の例や、`TypedDict` を扱う詳細な規則については **PEP 589** を参照してください。

Added in version 3.8.

バージョン 3.11 で変更: Added support for marking individual keys as *Required* or *NotRequired*. See **PEP 655**.

バージョン 3.11 で変更: Added support for generic `TypedDict`s.

バージョン 3.13 で変更: Removed support for the keyword-argument method of creating `TypedDict`s.

バージョン 3.13 で変更: Support for the *ReadOnly* qualifier was added.

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: When using the functional syntax to create a TypedDict class, failing to pass a value to the 'fields' parameter (`TD = TypedDict("TD")`) is deprecated. Passing `None` to the 'fields' parameter (`TD = TypedDict("TD", None)`) is also deprecated. Both will be disallowed in Python 3.15. To create a TypedDict class with 0 fields, use `class TD(TypedDict): pass` or `TD = TypedDict("TD", {})`.

プロトコル

The following protocols are provided by the typing module. All are decorated with *@runtime_checkable*.

class typing.SupportsAbs

返り値の型と共変な抽象メソッド `__abs__` を備えた ABC です。

class typing.SupportsBytes

抽象メソッド `__bytes__` を備えた ABC です。

class typing.SupportsComplex

抽象メソッド `__complex__` を備えた ABC です。

class typing.SupportsFloat

抽象メソッド `__float__` を備えた ABC です。

class typing.SupportsIndex

抽象メソッド `__index__` を備えた ABC です。

Added in version 3.8.

class typing.SupportsInt

抽象メソッド `__int__` を備えた ABC です。

class typing.SupportsRound

返り値の型と共変な抽象メソッド `__round__` を備えた ABC です。

ABCs for working with IO

class typing.IO

class typing.TextIO

class typing.BinaryIO

ジェネリック型 `IO[AnyStr]` とそのサブクラスの `TextIO(IO[str])` および `BinaryIO(IO[bytes])` は、*open()* 関数が返すような I/O ストリームの型を表します。

Functions and decorators

typing.**cast**(*typ*, *val*)

値をある型にキャストします。

この関数は値を変更せずに返します。型検査器に対して、返り値が指定された型を持っていることを通知しますが、実行時には意図的に何も検査しません。(その理由は、処理をできる限り速くしたかったためです。)

typing.**assert_type**(*val*, *typ*, */*)

Ask a static type checker to confirm that *val* has an inferred type of *typ*.

At runtime this does nothing: it returns the first argument unchanged with no checks or side effects, no matter the actual type of the argument.

When a static type checker encounters a call to `assert_type()`, it emits an error if the value is not of the specified type:

```
def greet(name: str) -> None:
    assert_type(name, str)  # OK, inferred type of `name` is `str`
    assert_type(name, int)  # type checker error
```

This function is useful for ensuring the type checker's understanding of a script is in line with the developer's intentions:

```
def complex_function(arg: object):
    # Do some complex type-narrowing logic,
    # after which we hope the inferred type will be `int`
    ...
    # Test whether the type checker correctly understands our function
    assert_type(arg, int)
```

Added in version 3.11.

typing.**assert_never**(*arg*, */*)

Ask a static type checker to confirm that a line of code is unreachable.

以下はプログラム例です:

```
def int_or_str(arg: int | str) -> None:
    match arg:
        case int():
            print("It's an int")
        case str():
            print("It's a str")
        case _ as unreachable:
            assert_never(unreachable)
```

Here, the annotations allow the type checker to infer that the last case can never execute, because `arg` is either an *int* or a *str*, and both options are covered by earlier cases.

If a type checker finds that a call to `assert_never()` is reachable, it will emit an error. For example, if the type annotation for `arg` was instead `int | str | float`, the type checker would emit an error pointing out that `unreachable` is of type *float*. For a call to `assert_never` to pass type checking, the inferred type of the argument passed in must be the bottom type, *Never*, and nothing else.

At runtime, this throws an exception when called.

参考:

Unreachable Code and Exhaustiveness Checking has more information about exhaustiveness checking with static typing.

Added in version 3.11.

`typing.reveal_type(`*obj*, */*`)`

Ask a static type checker to reveal the inferred type of an expression.

When a static type checker encounters a call to this function, it emits a diagnostic with the inferred type of the argument. For example:

```
x: int = 1
reveal_type(x)  # Revealed type is "builtins.int"
```

This can be useful when you want to debug how your type checker handles a particular piece of code.

At runtime, this function prints the runtime type of its argument to *sys.stderr* and returns the argument unchanged (allowing the call to be used within an expression):

```
x = reveal_type(1)  # prints "Runtime type is int"
print(x)  # prints "1"
```

Note that the runtime type may be different from (more or less specific than) the type statically inferred by a type checker.

Most type checkers support `reveal_type()` anywhere, even if the name is not imported from `typing`. Importing the name from `typing`, however, allows your code to run without runtime errors and communicates intent more clearly.

Added in version 3.11.

`@typing.dataclass_transform(`***, *eq_default=True*, *order_default=False*, *kw_only_default=False*, *frozen_default=False*, *field_specifiers=()*, ***kwargs*`)`

Decorator to mark an object as providing *dataclass*-like behavior.

`dataclass_transform` may be used to decorate a class, metaclass, or a function that is itself a decorator. The presence of `@dataclass_transform()` tells a static type checker that the decorated object performs runtime "magic" that transforms a class in a similar way to *@dataclasses.dataclass*.

Example usage with a decorator function:

```
@dataclass_transform()
def create_model[T](cls: type[T]) -> type[T]:
    ...
    return cls

@create_model
class CustomerModel:
    id: int
    name: str
```

On a base class:

```
@dataclass_transform()
class ModelBase: ...

class CustomerModel(ModelBase):
    id: int
    name: str
```

On a metaclass:

```
@dataclass_transform()
class ModelMeta(type): ...

class ModelBase(metaclass=ModelMeta): ...

class CustomerModel(ModelBase):
    id: int
    name: str
```

The `CustomerModel` classes defined above will be treated by type checkers similarly to classes created with *@dataclasses.dataclass*. For example, type checkers will assume these classes have `__init__` methods that accept `id` and `name`.

The decorated class, metaclass, or function may accept the following bool arguments which type checkers will assume have the same effect as they would have on the *@dataclasses.dataclass* decorator: `init`, `eq`, `order`, `unsafe_hash`, `frozen`, `match_args`, `kw_only`, and `slots`. It must be possible for the value of these arguments (`True` or `False`) to be statically evaluated.

The arguments to the `dataclass_transform` decorator can be used to customize the default behaviors of the decorated class, metaclass, or function:

パラメータ

- **eq_default** (bool) -- Indicates whether the `eq` parameter is assumed to be `True` or `False` if it is omitted by the caller. Defaults to `True`.
- **order_default** (bool) -- Indicates whether the `order` parameter is assumed to be `True` or `False` if it is omitted by the caller. Defaults to `False`.
- **kw_only_default** (bool) -- Indicates whether the `kw_only` parameter is assumed to be `True` or `False` if it is omitted by the caller. Defaults to `False`.
- **frozen_default** (bool) -- Indicates whether the `frozen` parameter is assumed to be `True` or `False` if it is omitted by the caller. Defaults to `False`.

  Added in version 3.12.
- **field_specifiers** (tuple[Callable[..., *Any*], ...]) -- Specifies a static list of supported classes or functions that describe fields, similar to *dataclasses.field()*. Defaults to `()`.
- ****kwargs** (*Any*) -- Arbitrary other keyword arguments are accepted in order to allow for possible future extensions.

Type checkers recognize the following optional parameters on field specifiers:

表 1 **Recognised parameters for field specifiers**

Parameter name	説明
`init`	Indicates whether the field should be included in the synthesized `__init__` method. If unspecified, `init` defaults to `True`.
`default`	Provides the default value for the field.
`default_factory`	Provides a runtime callback that returns the default value for the field. If neither `default` nor `default_factory` are specified, the field is assumed to have no default value and must be provided a value when the class is instantiated.
`factory`	An alias for the `default_factory` parameter on field specifiers.
`kw_only`	Indicates whether the field should be marked as keyword-only. If `True`, the field will be keyword-only. If `False`, it will not be keyword-only. If unspecified, the value of the `kw_only` parameter on the object decorated with `dataclass_transform` will be used, or if that is unspecified, the value of `kw_only_default` on `dataclass_transform` will be used.
`alias`	Provides an alternative name for the field. This alternative name is used in the synthesized `__init__` method.

At runtime, this decorator records its arguments in the `__dataclass_transform__` attribute on the

decorated object. It has no other runtime effect.

より詳しくは **PEP 681** を参照してください。

Added in version 3.11.

`@typing.overload`

Decorator for creating overloaded functions and methods.

The `@overload` decorator allows describing functions and methods that support multiple different combinations of argument types. A series of `@overload`-decorated definitions must be followed by exactly one non-`@overload`-decorated definition (for the same function/method).

`@overload`-decorated definitions are for the benefit of the type checker only, since they will be overwritten by the non-`@overload`-decorated definition. The non-`@overload`-decorated definition, meanwhile, will be used at runtime but should be ignored by a type checker. At runtime, calling an `@overload`-decorated function directly will raise *NotImplementedError*.

An example of overload that gives a more precise type than can be expressed using a union or a type variable:

```
@overload
def process(response: None) -> None:
    ...
@overload
def process(response: int) -> tuple[int, str]:
    ...
@overload
def process(response: bytes) -> str:
    ...
def process(response):
    ...  # actual implementation goes here
```

詳細と他の型付け意味論との比較は **PEP 484** を参照してください。

バージョン 3.11 で変更: Overloaded functions can now be introspected at runtime using *get_overloads()*.

`typing.get_overloads`(*func*)

Return a sequence of *@overload*-decorated definitions for *func*.

func is the function object for the implementation of the overloaded function. For example, given the definition of `process` in the documentation for *@overload*, `get_overloads(process)` will return a sequence of three function objects for the three defined overloads. If called on a function with no overloads, `get_overloads()` returns an empty sequence.

`get_overloads()` can be used for introspecting an overloaded function at runtime.

Added in version 3.11.

typing.clear_overloads()

Clear all registered overloads in the internal registry.

This can be used to reclaim the memory used by the registry.

Added in version 3.11.

@typing.final

Decorator to indicate final methods and final classes.

Decorating a method with @final indicates to a type checker that the method cannot be overridden in a subclass. Decorating a class with @final indicates that it cannot be subclassed.

例えば:

```
class Base:
    @final
    def done(self) -> None:
        ...
class Sub(Base):
    def done(self) -> None:  # Error reported by type checker
        ...

@final
class Leaf:
    ...
class Other(Leaf):  # Error reported by type checker
    ...
```

この機能は実行時には検査されません。詳細については **PEP 591** を参照してください。

Added in version 3.8.

バージョン 3.11 で変更: The decorator will now attempt to set a __final__ attribute to True on the decorated object. Thus, a check like if getattr(obj, "__final__", False) can be used at runtime to determine whether an object obj has been marked as final. If the decorated object does not support setting attributes, the decorator returns the object unchanged without raising an exception.

@typing.no_type_check

アノテーションが型ヒントでないことを示すデコレータです。

This works as a class or function *decorator*. With a class, it applies recursively to all methods and classes defined in that class (but not to methods defined in its superclasses or subclasses). Type checkers will ignore all annotations in a function or class with this decorator.

@no_type_check mutates the decorated object in place.

@typing.no_type_check_decorator

別のデコレータに *no_type_check()* の効果を与えるデコレータです。

これは何かの関数をラップするデコレータを *no_type_check()* でラップします。

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: No type checker ever added support for `@no_type_check_decorator`. It is therefore deprecated, and will be removed in Python 3.15.

@typing.override

Decorator to indicate that a method in a subclass is intended to override a method or attribute in a superclass.

Type checkers should emit an error if a method decorated with `@override` does not, in fact, override anything. This helps prevent bugs that may occur when a base class is changed without an equivalent change to a child class.

例えば:

```
class Base:
    def log_status(self) -> None:
        ...

class Sub(Base):
    @override
    def log_status(self) -> None:  # Okay: overrides Base.log_status
        ...

    @override
    def done(self) -> None:  # Error reported by type checker
        ...
```

There is no runtime checking of this property.

The decorator will attempt to set an `__override__` attribute to `True` on the decorated object. Thus, a check like `if getattr(obj, "__override__", False)` can be used at runtime to determine whether an object `obj` has been marked as an override. If the decorated object does not support setting attributes, the decorator returns the object unchanged without raising an exception.

See **PEP 698** for more details.

Added in version 3.12.

@typing.type_check_only

Decorator to mark a class or function as unavailable at runtime.

このデコレータ自身は実行時には使えません。このデコレータは主に、実装がプライベートクラスのインスタンスを返す場合に、型スタブファイルに定義されているクラスに対して印を付けるためのものです:

```
@type_check_only
class Response:  # private or not available at runtime
    code: int
    def get_header(self, name: str) -> str: ...

def fetch_response() -> Response: ...
```

プライベートクラスのインスタンスを返すのは推奨されません。そのようなクラスは公開クラスにするのが望ましいです。

Introspection helpers

typing.**get_type_hints**(*obj*, *globalns=None*, *localns=None*, *include_extras=False*)

関数、メソッド、モジュールまたはクラスのオブジェクトの型ヒントを含む辞書を返します。

This is often the same as `obj.__annotations__`, but this function makes the following changes to the annotations dictionary:

- Forward references encoded as string literals or *ForwardRef* objects are handled by evaluating them in *globalns*, *localns*, and (where applicable) *obj*'s type parameter namespace. If *globalns* or *localns* is not given, appropriate namespace dictionaries are inferred from *obj*.
- `None` is replaced with *types.NoneType*.
- If *@no_type_check* has been applied to *obj*, an empty dictionary is returned.
- If *obj* is a class `C`, the function returns a dictionary that merges annotations from `C`'s base classes with those on `C` directly. This is done by traversing `C.__mro__` and iteratively combining `__annotations__` dictionaries. Annotations on classes appearing earlier in the *method resolution order* always take precedence over annotations on classes appearing later in the method resolution order.
- The function recursively replaces all occurrences of `Annotated[T, ...]` with `T`, unless *include_extras* is set to `True` (see *Annotated* for more information).

See also *inspect.get_annotations()*, a lower-level function that returns annotations more directly.

注釈: If any forward references in the annotations of *obj* are not resolvable or are not valid Python code, this function will raise an exception such as *NameError*. For example, this can happen with imported *type aliases* that include forward references, or with names imported under *if TYPE_CHECKING*.

バージョン 3.9 で変更: Added `include_extras` parameter as part of **PEP 593**. See the documentation on *Annotated* for more information.

バージョン 3.11 で変更: Previously, `Optional[t]` was added for function and method annotations if a default value equal to `None` was set. Now the annotation is returned unchanged.

`typing.get_origin`(*tp*)

Get the unsubscripted version of a type: for a typing object of the form `X[Y, Z, ...]` return `X`.

If `X` is a typing-module alias for a builtin or *collections* class, it will be normalized to the original class. If `X` is an instance of *ParamSpecArgs* or *ParamSpecKwargs*, return the underlying *ParamSpec*. Return `None` for unsupported objects.

例:

```
assert get_origin(str) is None
assert get_origin(Dict[str, int]) is dict
assert get_origin(Union[int, str]) is Union
P = ParamSpec('P')
assert get_origin(P.args) is P
assert get_origin(P.kwargs) is P
```

Added in version 3.8.

`typing.get_args`(*tp*)

Get type arguments with all substitutions performed: for a typing object of the form `X[Y, Z, ...]` return `(Y, Z, ...)`.

If `X` is a union or *Literal* contained in another generic type, the order of `(Y, Z, ...)` may be different from the order of the original arguments `[Y, Z, ...]` due to type caching. Return `()` for unsupported objects.

例:

```
assert get_args(int) == ()
assert get_args(Dict[int, str]) == (int, str)
assert get_args(Union[int, str]) == (int, str)
```

Added in version 3.8.

`typing.get_protocol_members`(*tp*)

Return the set of members defined in a *Protocol*.

```
>>> from typing import Protocol, get_protocol_members
>>> class P(Protocol):
...     def a(self) -> str: ...
...     b: int
>>> get_protocol_members(P) == frozenset({'a', 'b'})
True
```

Raise *TypeError* for arguments that are not Protocols.

Added in version 3.13.

typing.**is_protocol**(*tp*)

Determine if a type is a *Protocol*.

例えば:

```
class P(Protocol):
    def a(self) -> str: ...
    b: int

is_protocol(P)    # => True
is_protocol(int)  # => False
```

Added in version 3.13.

typing.**is_typeddict**(*tp*)

Check if a type is a *TypedDict*.

例えば:

```
class Film(TypedDict):
    title: str
    year: int

assert is_typeddict(Film)
assert not is_typeddict(list | str)

# TypedDict is a factory for creating typed dicts,
# not a typed dict itself
assert not is_typeddict(TypedDict)
```

Added in version 3.10.

class typing.**ForwardRef**

Class used for internal typing representation of string forward references.

For example, `List["SomeClass"]` is implicitly transformed into `List[ForwardRef("SomeClass")]`. `ForwardRef` should not be instantiated by a user, but may be used by introspection tools.

注釈: PEP 585 generic types such as `list["SomeClass"]` will not be implicitly transformed into `list[ForwardRef("SomeClass")]` and thus will not automatically resolve to `list[SomeClass]`.

Added in version 3.7.4.

typing.NoDefault

A sentinel object used to indicate that a type parameter has no default value. For example:

```
>>> T = TypeVar("T")
>>> T.__default__ is typing.NoDefault
True
>>> S = TypeVar("S", default=None)
>>> S.__default__ is None
True
```

Added in version 3.13.

定数

typing.TYPE_CHECKING

A special constant that is assumed to be `True` by 3rd party static type checkers. It is `False` at runtime.

使い方:

```
if TYPE_CHECKING:
    import expensive_mod

def fun(arg: 'expensive_mod.SomeType') -> None:
    local_var: expensive_mod.AnotherType = other_fun()
```

The first type annotation must be enclosed in quotes, making it a "forward reference", to hide the `expensive_mod` reference from the interpreter runtime. Type annotations for local variables are not evaluated, so the second annotation does not need to be enclosed in quotes.

注釈: `from __future__ import annotations` が使われた場合、アノーテーションは関数定義時に評価されません。代わりにアノーテーションは `__annotations__` 属性に文字列として保存されます。これによりアノーテーションをシングルクォートで囲む必要がなくなります (**PEP 563** を参照してください)。

Added in version 3.5.2.

非推奨のエイリアス

このモジュールは、既存の標準ライブラリ・クラスに対するいくつかの非推奨エイリアスを定義しています。これらは元々、[] を使ったジェネリッククラスのパラメータ化をサポートするために typing モジュールに含まれていました。しかしこのエイリアスは、Python 3.9 で既存の相当するクラスが [] をサポートするように拡張されたため、冗長な書き方になりました (**PEP 585** を参照)。

The redundant types are deprecated as of Python 3.9. However, while the aliases may be removed at some point, removal of these aliases is not currently planned. As such, no deprecation warnings are currently issued by the interpreter for these aliases.

If at some point it is decided to remove these deprecated aliases, a deprecation warning will be issued by the interpreter for at least two releases prior to removal. The aliases are guaranteed to remain in the typing module without deprecation warnings until at least Python 3.14.

Type checkers are encouraged to flag uses of the deprecated types if the program they are checking targets a minimum Python version of 3.9 or newer.

Aliases to built-in types

class typing.**Dict**(*dict, MutableMapping[KT, VT]*)

dict の非推奨なエイリアス。

Note that to annotate arguments, it is preferred to use an abstract collection type such as *Mapping* rather than to use *dict* or typing.Dict.

この型は次のように使えます:

```
def count_words(text: str) -> Dict[str, int]:
    ...
```

バージョン 3.9 で非推奨: *builtins.dict* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**List**(*list, MutableSequence[T]*)

list の非推奨なエイリアス。

Note that to annotate arguments, it is preferred to use an abstract collection type such as *Sequence* or *Iterable* rather than to use *list* or typing.List.

この型は次のように使えます:

```
def vec2[T: (int, float)](x: T, y: T) -> List[T]:
    return [x, y]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
def keep_positives[T: (int, float)](vector: Sequence[T]) -> List[T]:
    return [item for item in vector if item > 0]
```

バージョン 3.9 で非推奨: *builtins.list* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**Set**(*set, MutableSet[T]*)

Deprecated alias to *builtins.set*.

Note that to annotate arguments, it is preferred to use an abstract collection type such as *AbstractSet* rather than to use *set* or typing.Set.

バージョン 3.9 で非推奨: *builtins.set* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**FrozenSet**(*frozenset, AbstractSet[T_co]*)

Deprecated alias to *builtins.frozenset*.

バージョン 3.9 で非推奨: *builtins.frozenset* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

typing.**Tuple**

tuple の非推奨なエイリアス。

tuple and Tuple are special-cased in the type system; see **タプルのアノテーション** for more details.

バージョン 3.9 で非推奨: *builtins.tuple* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**Type**(*Generic[CT_co]*)

type の非推奨なエイリアス。

See **クラスオブジェクトの型** for details on using *type* or typing.Type in type annotations.

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.9 で非推奨: *builtins.type* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

Aliases to types in `collections`

class typing.**DefaultDict**(*collections.defaultdict, MutableMapping[KT, VT]*)

collections.defaultdict の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.defaultdict* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**OrderedDict**(*collections.OrderedDict, MutableMapping[KT, VT]*)

collections.OrderedDict の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.7.2.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.OrderedDict* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**ChainMap**(*collections.ChainMap, MutableMapping[KT, VT]*)

collections.ChainMap の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.6.1.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.ChainMap* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**Counter**(*collections.Counter, Dict[T, int]*)

collections.Counter の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.6.1.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.Counter* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**Deque**(*deque, MutableSequence[T]*)

collections.deque の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.6.1.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.deque* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

Aliases to other concrete types

class typing.Pattern

class typing.Match

Deprecated aliases corresponding to the return types from *re.compile()* and *re.match()*.

These types (and the corresponding functions) are generic over *AnyStr*. `Pattern` can be specialised as `Pattern[str]` or `Pattern[bytes]`; `Match` can be specialised as `Match[str]` or `Match[bytes]`.

バージョン 3.9 で非推奨: Classes `Pattern` and `Match` from *re* now support `[]`. See **PEP 585** and ジェネリックエイリアス型.

class typing.Text

Deprecated alias for *str*.

`Text` is provided to supply a forward compatible path for Python 2 code: in Python 2, `Text` is an alias for `unicode`.

`Text` は Python 2 と Python 3 の両方と互換性のある方法で値が unicode 文字列を含んでいなければならない場合に使用してください。

```
def add_unicode_checkmark(text: Text) -> Text:
    return text + u' \u2713'
```

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.11 で非推奨: Python 2 is no longer supported, and most type checkers also no longer support type checking Python 2 code. Removal of the alias is not currently planned, but users are encouraged to use *str* instead of `Text`.

Aliases to container ABCs in `collections.abc`

class typing.AbstractSet(*Collection[T_co]*)

collections.abc.Set の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Set* は添字表記 (`[]`) をサポートするようになりました。**PEP 585** と ジェネリックエイリアス型 を参照してください。

class typing.Collection(*Sized, Iterable[T_co], Container[T_co]*)

collections.abc.Collection の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.6.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Collection* は添字表記 (`[]`) をサポートするようになりました。**PEP 585** と ジェネリックエイリアス型 を参照してください。

class typing.Container(*Generic[T_co]*)

collections.abc.Container の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Container* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.ItemsView(*MappingView, AbstractSet[tuple[KT_co, VT_co]]*)

collections.abc.ItemsView の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.ItemsView* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.KeysView(*MappingView, AbstractSet[KT_co]*)

collections.abc.KeysView の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.KeysView* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.Mapping(*Collection[KT], Generic[KT, VT_co]*)

collections.abc.Mapping の非推奨なエイリアス。

この型は次のように使えます:

```
def get_position_in_index(word_list: Mapping[str, int], word: str) -> int:
    return word_list[word]
```

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Mapping* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.MappingView(*Sized*)

collections.abc.MappingView の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.MappingView* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.MutableMapping(*Mapping[KT, VT]*)

collections.abc.MutableMapping の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.MutableMapping* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.MutableSequence(*Sequence[T]*)

collections.abc.MutableSequence の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.MutableSequence* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.MutableSet(*AbstractSet[T]*)

collections.abc.MutableSet の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.MutableSet* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.Sequence(*Reversible[T_co], Collection[T_co]*)

collections.abc.Sequence の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Sequence* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.ValuesView(*MappingView, Collection[_VT_co]*)

collections.abc.ValuesView の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.ValuesView* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

Aliases to asynchronous ABCs in collections.abc

class typing.Coroutine(*Awaitable[ReturnType], Generic[YieldType, SendType, ReturnType]*)

collections.abc.Coroutine の非推奨なエイリアス。

The variance and order of type variables correspond to those of *Generator*, for example:

```
from collections.abc import Coroutine
c: Coroutine[list[str], str, int]  # Some coroutine defined elsewhere
x = c.send('hi')                   # Inferred type of 'x' is list[str]
async def bar() -> None:
    y = await c                    # Inferred type of 'y' is int
```

Added in version 3.5.3.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Coroutine* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.AsyncGenerator(*AsyncIterator[YieldType], Generic[YieldType, SendType]*)

collections.abc.AsyncGenerator の非推奨なエイリアス。

非同期ジェネレータはジェネリック型 AsyncGenerator[YieldType, SendType] によってアノテーションを付けられます。例えば:

```
async def echo_round() -> AsyncGenerator[int, float]:
    sent = yield 0
    while sent >= 0.0:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        rounded = await round(sent)
        sent = yield rounded
```

通常のジェネレータと違って非同期ジェネレータは値を返せないので、ReturnType 型引数はありません。*Generator* と同様に、SendType は反変的に振る舞います。

The SendType defaults to None:

```
async def infinite_stream(start: int) -> AsyncGenerator[int]:
    while True:
        yield start
        start = await increment(start)
```

It is also possible to set this type explicitly:

```
async def infinite_stream(start: int) -> AsyncGenerator[int, None]:
    while True:
        yield start
        start = await increment(start)
```

あるいは、ジェネレータが AsyncIterable[YieldType] と AsyncIterator[YieldType] のいずれかの戻り値型を持つとアノテートします:

```
async def infinite_stream(start: int) -> AsyncIterator[int]:
    while True:
        yield start
        start = await increment(start)
```

Added in version 3.6.1.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.AsyncGenerator* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

バージョン 3.13 で変更: The SendType parameter now has a default.

class typing.**AsyncIterable**(*Generic[T_co]*)

collections.abc.AsyncIterable の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.AsyncIterable* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.**AsyncIterator**(*AsyncIterable[T_co]*)

collections.abc.AsyncIterator の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.AsyncIterator* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.Awaitable(*Generic[T_co]*)

collections.abc.Awaitable の非推奨なエイリアス。

Added in version 3.5.2.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Awaitable* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

Aliases to other ABCs in collections.abc

class typing.Iterable(*Generic[T_co]*)

collections.abc.Iterable の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Iterable* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.Iterator(*Iterable[T_co]*)

collections.abc.Iterator の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Iterator* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

typing.Callable

collections.abc.Callable の非推奨なエイリアス。

See **呼び出し可能オブジェクトのアノテーション** for details on how to use *collections.abc.Callable* and typing.Callable in type annotations.

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Callable* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

バージョン 3.10 で変更: Callable は *ParamSpec* と *Concatenate* をサポートしました。詳細は **PEP 612** を参照してください。

class typing.Generator(*Iterator[YieldType], Generic[YieldType, SendType, ReturnType]*)

collections.abc.Generator の非推奨なエイリアス。

ジェネレータはジェネリック型 Generator[YieldType, SendType, ReturnType] によってアノテーションを付けられます。例えば:

```
def echo_round() -> Generator[int, float, str]:
    sent = yield 0
    while sent >= 0:
        sent = yield round(sent)
    return 'Done'
```

typing モジュールの多くの他のジェネリクスと違い *Generator* の SendType は共変や不変ではなく、反変として扱われることに注意してください。

The SendType and ReturnType parameters default to None:

```
def infinite_stream(start: int) -> Generator[int]:
    while True:
        yield start
        start += 1
```

It is also possible to set these types explicitly:

```
def infinite_stream(start: int) -> Generator[int, None, None]:
    while True:
        yield start
        start += 1
```

代わりに、ジェネレータを Iterable[YieldType] や Iterator[YieldType] という返り値の型でアノテーションをつけることもできます:

```
def infinite_stream(start: int) -> Iterator[int]:
    while True:
        yield start
        start += 1
```

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Generator* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

バージョン 3.13 で変更: Default values for the send and return types were added.

class typing.Hashable

collections.abc.Hashable の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.12 で非推奨: 代わりに *collections.abc.Hashable* を直接使用してください。

class typing.Reversible(*Iterable[T_co]*)

collections.abc.Reversible の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.9 で非推奨: *collections.abc.Reversible* は添字表記 ([]) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

class typing.Sized

collections.abc.Sized の非推奨なエイリアス。

バージョン 3.12 で非推奨: 代わりに *collections.abc.Sized* を直接使用してください。

Aliases to contextlib ABCs

class typing.ContextManager(*Generic[T_co, ExitT_co]*)

contextlib.AbstractContextManager の非推奨なエイリアス。

The first type parameter, `T_co`, represents the type returned by the `__enter__()` method. The optional second type parameter, `ExitT_co`, which defaults to `bool | None`, represents the type returned by the `__exit__()` method.

Added in version 3.5.4.

バージョン 3.9 で非推奨: *contextlib.AbstractContextManager* は添字表記 (`[]`) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

バージョン 3.13 で変更: Added the optional second type parameter, `ExitT_co`.

class typing.AsyncContextManager(*Generic[T_co, AExitT_co]*)

contextlib.AbstractAsyncContextManager の非推奨なエイリアス。

The first type parameter, `T_co`, represents the type returned by the `__aenter__()` method. The optional second type parameter, `AExitT_co`, which defaults to `bool | None`, represents the type returned by the `__aexit__()` method.

Added in version 3.6.2.

バージョン 3.9 で非推奨: *contextlib.AbstractAsyncContextManager* は添字表記 (`[]`) をサポートするようになりました。**PEP 585** と **ジェネリックエイリアス型** を参照してください。

バージョン 3.13 で変更: Added the optional second type parameter, `AExitT_co`.

26.1.12 メジャーな機能の非推奨時系列

typing の機能の中には非推奨のものがあり、Python の将来のバージョンで削除される可能性があります。以下の表は主な非推奨機能をまとめたものです。これは変更される可能性があり、すべての非推奨機能がリストされているわけではありません。

機能	非推奨となるバージョン	削除予定のバージョン	PEP/issue
標準コレクションのエイリアス	3.9	未定（非推奨のエイリアス を参照）	PEP 585
typing.Text	3.11	未定	gh-92332
typing.Hashable、*typing.Sized*	3.12	未定	gh-94309
typing.TypeAlias	3.12	未定	PEP 695
@typing.no_type_check_decorator	3.13	3.15	gh-106309
typing.AnyStr	3.13	3.18	gh-105578

26.2 pydoc --- ドキュメント生成とオンラインヘルプシステム

ソースコード: Lib/pydoc.py

The pydoc module automatically generates documentation from Python modules. The documentation can be presented as pages of text on the console, served to a web browser, or saved to HTML files.

For modules, classes, functions and methods, the displayed documentation is derived from the docstring (i.e. the __doc__ attribute) of the object, and recursively of its documentable members. If there is no docstring, pydoc tries to obtain a description from the block of comment lines just above the definition of the class, function or method in the source file, or at the top of the module (see *inspect.getcomments()*).

The built-in function *help()* invokes the online help system in the interactive interpreter, which uses pydoc to generate its documentation as text on the console. The same text documentation can also be viewed from outside the Python interpreter by running **pydoc** as a script at the operating system's command prompt. For example, running

```
python -m pydoc sys
```

シェルから行うと *sys* モジュールのドキュメントを、Unix の **man** コマンドのような形式で表示させることができます。**pydoc** の引数として与えることができるのは、関数名・モジュール名・パッケージ名、また、モジュールやパッケージ内のモジュールに含まれるクラス・メソッド・関数へのドット形式での参照です。**pydoc** への引数がパスと解釈されるような場合で (オペレーティングシステムのパス区切り記号を含む場合です。例えば Unix ならばスラッシュ含む場合になります)、さらに、そのパスが Python のソースファイルを指しているなら、そのファイルに対するドキュメントが生成されます。

注釈: In order to find objects and their documentation, `pydoc` imports the module(s) to be documented. Therefore, any code on module level will be executed on that occasion. Use an `if __name__ == '__main__':` guard to only execute code when a file is invoked as a script and not just imported.

コンソールへの出力時には、**pydoc** は読みやすさのために出力をページ化しようと試みます。環境変数 `PAGER` がセットされていれば **pydoc** はその値で設定されたページ化プログラムを使います。

引数の前に `-w` フラグを指定すると、コンソールにテキストを表示させるかわりにカレントディレクトリに HTML ドキュメントを生成します。

引数の前に `-k` フラグを指定すると、引数をキーワードとして利用可能な全てのモジュールの概要を検索します。検索のやりかたは、Unix の **man** コマンドと同様です。モジュールの概要というのは、モジュールのドキュメントの一行目のことです。

また、**pydoc** を使うことでローカルマシンにウェブブラウザから閲覧可能なドキュメントを提供する HTTP サーバーを起動することもできます。**python -m pydoc -p 1234** とすると、HTTP サーバーをポート 1234 に起動します。これで、お好きなウェブブラウザを使って `http://localhost:1234/` からドキュメントを見ることができます。ポート番号に `0` を指定すると、任意の空きポートが選択されます。

python -m pydoc -n <hostname> は、与えられたホスト名で listen するサーバーを起動します。デフォルトではホスト名は 'localhost' ですが、他のマシンからサーバーへ疎通できるようにしたい場合は、サーバーが応答するホスト名を変更したいと思うでしょう。開発作業中に、コンテナ内で pydoc を走らせたい場合は、これは特に便利です。

python -m pydoc -b では、サーバとして起動するとともにブラウザも起動し、モジュールインデクスページを開きます。提供されるページには、個別のヘルプページに飛ぶための *Get* ボタン、全モジュールから概要行に基くキーワード検索するための *Search* ボタン、と、*Module index*, *Topics* , *Keywords* へのそれぞれリンクがついたナビゲーションバーがページの一番上に付きます。

pydoc でドキュメントを生成する場合、その時点での環境とパス情報に基づいてモジュールがどこにあるのか決定されます。そのため、**pydoc spam** を実行した場合につくられるドキュメントは、Python インタプリタを起動して `import spam` と入力したときに読み込まれるモジュールに対するドキュメントになります。

Module docs for core modules are assumed to reside in `https://docs.python.org/X.Y/library/` where `X` and `Y` are the major and minor version numbers of the Python interpreter. This can be overridden by setting the `PYTHONDOCS` environment variable to a different URL or to a local directory containing the Library Reference Manual pages.

バージョン 3.2 で変更: `-b` オプションが追加されました。

バージョン 3.3 で変更: `-g` コマンドラインオプションが削除されました。

バージョン 3.4 で変更: `pydoc` now uses *inspect.signature()* rather than *inspect.getfullargspec()* to extract signature information from callables.

バージョン 3.7 で変更: `-n` オプションが追加されました。

26.3 Python 開発モード

Added in version 3.7.

The Python Development Mode introduces additional runtime checks that are too expensive to be enabled by default. It should not be more verbose than the default if the code is correct; new warnings are only emitted when an issue is detected.

It can be enabled using the `-X dev` command line option or by setting the `PYTHONDEVMODE` environment variable to `1`.

See also Python debug build.

26.3.1 Effects of the Python Development Mode

Enabling the Python Development Mode is similar to the following command, but with additional effects described below:

```
PYTHONMALLOC=debug PYTHONASYNCIODEBUG=1 python -W default -X faulthandler
```

Effects of the Python Development Mode:

- Add `default` *warning filter*. The following warnings are shown:
  - *DeprecationWarning*
  - *ImportWarning*
  - *PendingDeprecationWarning*
  - *ResourceWarning*

  Normally, the above warnings are filtered by the default *warning filters*.

  It behaves as if the `-W default` command line option is used.

  Use the `-W error` command line option or set the `PYTHONWARNINGS` environment variable to `error` to treat warnings as errors.
- Install debug hooks on memory allocators to check for:
  - Buffer underflow
  - Buffer overflow

  - Memory allocator API violation
  - Unsafe usage of the GIL

  See the `PyMem_SetupDebugHooks()` C function.

  It behaves as if the `PYTHONMALLOC` environment variable is set to `debug`.

  To enable the Python Development Mode without installing debug hooks on memory allocators, set the `PYTHONMALLOC` environment variable to `default`.

- Call *faulthandler.enable()* at Python startup to install handlers for the *SIGSEGV*, *SIGFPE*, *SIGABRT*, *SIGBUS* and *SIGILL* signals to dump the Python traceback on a crash.

  It behaves as if the `-X faulthandler` command line option is used or if the `PYTHONFAULTHANDLER` environment variable is set to `1`.

- Enable *asyncio debug mode*. For example, *asyncio* checks for coroutines that were not awaited and logs them.

  It behaves as if the `PYTHONASYNCIODEBUG` environment variable is set to `1`.

- Check the *encoding* and *errors* arguments for string encoding and decoding operations. Examples: *open()*, *str.encode()* and *bytes.decode()*.

  By default, for best performance, the *errors* argument is only checked at the first encoding/decoding error and the *encoding* argument is sometimes ignored for empty strings.

- The *io.IOBase* destructor logs `close()` exceptions.

- Set the *dev_mode* attribute of *sys.flags* to `True`.

The Python Development Mode does not enable the *tracemalloc* module by default, because the overhead cost (to performance and memory) would be too large. Enabling the *tracemalloc* module provides additional information on the origin of some errors. For example, *ResourceWarning* logs the traceback where the resource was allocated, and a buffer overflow error logs the traceback where the memory block was allocated.

The Python Development Mode does not prevent the `-O` command line option from removing `assert` statements nor from setting *__debug__* to `False`.

The Python Development Mode can only be enabled at the Python startup. Its value can be read from *sys.flags.dev_mode*.

バージョン 3.8 で変更: The *io.IOBase* destructor now logs `close()` exceptions.

バージョン 3.9 で変更: The *encoding* and *errors* arguments are now checked for string encoding and decoding operations.

26.3.2 ResourceWarning Example

Example of a script counting the number of lines of the text file specified in the command line:

```
import sys

def main():
    fp = open(sys.argv[1])
    nlines = len(fp.readlines())
    print(nlines)
    # The file is closed implicitly

if __name__ == "__main__":
    main()
```

The script does not close the file explicitly. By default, Python does not emit any warning. Example using README.txt, which has 269 lines:

```
$ python script.py README.txt
269
```

Enabling the Python Development Mode displays a *ResourceWarning* warning:

```
$ python -X dev script.py README.txt
269
script.py:10: ResourceWarning: unclosed file <_io.TextIOWrapper name='README.rst' mode='r'␣
↪encoding='UTF-8'>
  main()
ResourceWarning: Enable tracemalloc to get the object allocation traceback
```

In addition, enabling *tracemalloc* shows the line where the file was opened:

```
$ python -X dev -X tracemalloc=5 script.py README.rst
269
script.py:10: ResourceWarning: unclosed file <_io.TextIOWrapper name='README.rst' mode='r'␣
↪encoding='UTF-8'>
  main()
Object allocated at (most recent call last):
  File "script.py", lineno 10
    main()
  File "script.py", lineno 4
    fp = open(sys.argv[1])
```

The fix is to close explicitly the file. Example using a context manager:

```
def main():
    # Close the file explicitly when exiting the with block
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    with open(sys.argv[1]) as fp:
        nlines = len(fp.readlines())
    print(nlines)
```

Not closing a resource explicitly can leave a resource open for way longer than expected; it can cause severe issues upon exiting Python. It is bad in CPython, but it is even worse in PyPy. Closing resources explicitly makes an application more deterministic and more reliable.

26.3.3 Bad file descriptor error example

Script displaying the first line of itself:

```
import os

def main():
    fp = open(__file__)
    firstline = fp.readline()
    print(firstline.rstrip())
    os.close(fp.fileno())
    # The file is closed implicitly

main()
```

By default, Python does not emit any warning:

```
$ python script.py
import os
```

The Python Development Mode shows a *ResourceWarning* and logs a "Bad file descriptor" error when finalizing the file object:

```
$ python -X dev script.py
import os
script.py:10: ResourceWarning: unclosed file <_io.TextIOWrapper name='script.py' mode='r' encoding=
↪'UTF-8'>
  main()
ResourceWarning: Enable tracemalloc to get the object allocation traceback
Exception ignored in: <_io.TextIOWrapper name='script.py' mode='r' encoding='UTF-8'>
Traceback (most recent call last):
  File "script.py", line 10, in <module>
    main()
OSError: [Errno 9] Bad file descriptor
```

`os.close(fp.fileno())` closes the file descriptor. When the file object finalizer tries to close the file descriptor again, it fails with the `Bad file descriptor` error. A file descriptor must be closed only once.

In the worst case scenario, closing it twice can lead to a crash (see bpo-18748 for an example).

The fix is to remove the `os.close(fp.fileno())` line, or open the file with `closefd=False`.

26.4 doctest --- 対話型の Python の例をテストする

ソースコード: Lib/doctest.py

---

doctest モジュールは、対話的 Python セッションのように見えるテキストを探し出し、セッションの内容を実行して、そこに書かれている通りに振舞うかを調べます。*doctest* は以下のような用途によく使われています:

- モジュールの docstring (ドキュメンテーション文字列) 中にある対話実行例のすべてが書かれている通りに動作するか検証することで、docstring の内容が最新かどうかチェックする。
- テストファイルやテストオブジェクト中の対話実行例が期待通りに動作するかを検証することで、回帰テストを実現します。
- 入出力例を豊富に使ったパッケージのチュートリアルドキュメントが書けます。入出力例と解説文のどちらに注目するかによって、ドキュメントは「読めるテスト」にも「実行できるドキュメント」にもなります。

以下に完全かつ短い実行例を示します:

```
"""
This is the "example" module.

The example module supplies one function, factorial().  For example,

>>> factorial(5)
120
"""

def factorial(n):
    """Return the factorial of n, an exact integer >= 0.

    >>> [factorial(n) for n in range(6)]
    [1, 1, 2, 6, 24, 120]
    >>> factorial(30)
    265252859812191058636308480000000
    >>> factorial(-1)
    Traceback (most recent call last):
        ...
    ValueError: n must be >= 0

    Factorials of floats are OK, but the float must be an exact integer:
    >>> factorial(30.1)
    Traceback (most recent call last):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        ...
    ValueError: n must be exact integer
    >>> factorial(30.0)
    265252859812191058636308480000000

    It must also not be ridiculously large:
    >>> factorial(1e100)
    Traceback (most recent call last):
        ...
    OverflowError: n too large
    """

    import math
    if not n >= 0:
        raise ValueError("n must be >= 0")
    if math.floor(n) != n:
        raise ValueError("n must be exact integer")
    if n+1 == n:  # catch a value like 1e300
        raise OverflowError("n too large")
    result = 1
    factor = 2
    while factor <= n:
        result *= factor
        factor += 1
    return result


if __name__ == "__main__":
    import doctest
    doctest.testmod()
```

example.py をコマンドラインから直接実行すると、*doctest* はその魔法を働かせます:

```
$ python example.py
$
```

出力は何もありません！ しかしこれが正常で、すべての実行例が正しく動作することを意味しています。スクリプトに -v を与えると、*doctest* は何を行おうとしているのかを記録した詳細なログを出力し、最後にまとめを出力します:

```
$ python example.py -v
Trying:
    factorial(5)
Expecting:
    120
ok
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Trying:
    [factorial(n) for n in range(6)]
Expecting:
    [1, 1, 2, 6, 24, 120]
ok
```

といった具合で、最後には:

```
Trying:
    factorial(1e100)
Expecting:
    Traceback (most recent call last):
        ...
    OverflowError: n too large
ok
2 items passed all tests:
   1 test in __main__
   6 tests in __main__.factorial
7 tests in 2 items.
7 passed.
Test passed.
$
```

That's all you need to know to start making productive use of *doctest*! Jump in. The following sections provide full details. Note that there are many examples of doctests in the standard Python test suite and libraries. Especially useful examples can be found in the standard test file `Lib/test/test_doctest/test_doctest.py`.

26.4.1 簡単な利用法: docstring 中の実行例をチェックする

The simplest way to start using doctest (but not necessarily the way you'll continue to do it) is to end each module `M` with:

```
if __name__ == "__main__":
    import doctest
    doctest.testmod()
```

`doctest` then examines docstrings in module `M`.

モジュールをスクリプトとして実行すると、docstring 中の実行例が実行され、検証されます:

```
python M.py
```

docstring に書かれた実行例の実行が失敗しない限り、何も表示されません。失敗すると、失敗した実行例と、そ

の原因が (場合によっては複数) 標準出力に印字され、最後に ***Test Failed*** N failures. という行を出力します。ここで、*N* は失敗した実行例の数です。

一方、-v スイッチをつけて走らせると:

```
python M.py -v
```

実行を試みたすべての実行例について詳細に報告し、最後に各種まとめを行った内容が標準出力に印字されます。

verbose=True を *testmod()* に渡せば、詳細報告 (verbose) モードを強制できます。また、verbose=False にすれば禁止できます。どちらの場合にも、*testmod()* は sys.argv 上のスイッチを調べません。(したがって、-v をつけても効果はありません)。

testmod() を実行するコマンドラインショートカットもあります。Python インタプリタに doctest モジュールを標準ライブラリから直接実行して、テストするモジュール名をコマンドライン引数に与えます:

```
python -m doctest -v example.py
```

こうすると example.py を単体モジュールとしてインポートして、それに対して *testmod()* を実行します。このファイルがパッケージの一部で他のサブモジュールをそのパッケージからインポートしている場合はうまく動かないことに注意してください。

testmod() の詳しい情報は **基本** *API* 節を参照してください。

26.4.2 簡単な利用法: テキストファイル中の実行例をチェックする

doctest のもう一つの簡単な用途は、テキストファイル中にある対話実行例に対するテストです。これには *testfile()* 関数を使います:

```
import doctest
doctest.testfile("example.txt")
```

この短いスクリプトは、example.txt というファイルの中に入っている対話モードの Python 操作例すべてを実行して、その内容を検証します。ファイルの内容は一つの巨大な docstring であるかのように扱われます; ファイルが Python プログラムである必要はありません！ 例えば、example.txt には以下のような内容が入っているとします:

```
The ``example`` module
======================

Using ``factorial``
-------------------

This is an example text file in reStructuredText format.  First import
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
``factorial`` from the ``example`` module:

    >>> from example import factorial

Now use it:

    >>> factorial(6)
    120
```

doctest.testfile("example.txt") を実行すると、このドキュメント内のエラーを見つけ出します:

```
File "./example.txt", line 14, in example.txt
Failed example:
    factorial(6)
Expected:
    120
Got:
    720
```

testmod() と同じく、*testfile()* は実行例が失敗しない限り何も表示しません。実行例が失敗すると、失敗した実行例とその原因が (場合によっては複数) *testmod()* と同じ書式で標準出力に書き出されます。

デフォルトでは、*testfile()* は自分自身を呼び出したモジュールのあるディレクトリを探します。その他の場所にあるファイルを見に行くように *testfile()* に指示するためのオプション引数についての説明は **基本** *API* 節を参照してください。

testmod() と同様に *testfile()* の冗長性 (verbosity) はコマンドラインスイッチ -v またはオプションのキーワード引数 *verbose* によって指定できます。

testfile() を実行するコマンドラインショートカットもあります。Python インタプリタに doctest モジュールを標準ライブラリから直接実行して、テストするモジュール名をコマンドライン引数に与えます:

```
python -m doctest -v example.txt
```

ファイル名が .py で終っていないので、*doctest* は *testmod()* ではなく *testfile()* を使って実行するのだと判断します。

testfile() の詳細は **基本** *API* 節を参照してください。

26.4.3 doctest のからくり

この節では、doctest のからくり: どの docstring を見に行くのか、どのように対話実行例を見つけ出すのか、どんな実行コンテキストを使うのか、例外をどう扱うか、上記の振る舞いを制御するためにどのようなオプションフラグを使うか、について詳しく吟味します。こうした情報は、doctest に対応した実行例を書くために必要な知識です; 書いた実行例に対して実際に doctest を実行する上で必要な情報については後続の節を参照してください。

どの docstring が検証されるのか?

モジュールの docstring と、すべての関数、クラスおよびメソッドの docstring が検索されます。モジュールに import されたオブジェクトは検索されません。

In addition, there are cases when you want tests to be part of a module but not part of the help text, which requires that the tests not be included in the docstring. Doctest looks for a module-level variable called `__test__` and uses it to locate other tests. If `M.__test__` exists, it must be a dict, and each entry maps a (string) name to a function object, class object, or string. Function and class object docstrings found from `M.__test__` are searched, and strings are treated as if they were docstrings. In output, a key `K` in `M.__test__` appears with name `M.__test__.K`.

For example, place this block of code at the top of `example.py`:

```
__test__ = {
    'numbers': """
>>> factorial(6)
720

>>> [factorial(n) for n in range(6)]
[1, 1, 2, 6, 24, 120]
"""
}
```

The value of `example.__test__["numbers"]` will be treated as a docstring and all the tests inside it will be run. It is important to note that the value can be mapped to a function, class object, or module; if so, `doctest` searches them recursively for docstrings, which are then scanned for tests.

検索中に見つかったクラスも同様に再帰的に検索が行われ、クラスに含まれているメソッドおよびネストされたクラスについて docstring のテストが行われます。

docstring 内の実行例をどのように認識するのか?

ほとんどの場合、対話コンソールセッション上でのコピー／ペーストはうまく動作します。とはいえ、*doctest* は特定の Python シェルの振る舞いを正確にエミュレーションしようとするわけではありません。

```
>>> # comments are ignored
>>> x = 12
>>> x
12
>>> if x == 13:
...     print("yes")
... else:
...     print("no")
...     print("NO")
...     print("NO!!!")
...
no
NO
NO!!!
>>>
```

コードを含む最後の '`>>> `' または '`... `' 行の直下に期待する出力結果が置かれます。(出力結果がもしあれば) それは次の '`>>> `' 行か、すべて空白文字の行まで続きます。

詳細事項:

- 期待する出力結果には、空白だけの行が入っていてはなりません。そのような行は期待する出力結果の終了を表すと見なされるからです。もし期待する出力結果の内容に空白行が入っている場合には、空白行が入るべき場所すべてに `<BLANKLINE>` を入れてください。
- 全てのタブ文字は 8 カラムのタブ位置でスペースに展開されます。テスト対象のコードが作成した出力にあるタブは変更されません。出力例にあるどんなタブも展開 **される** ので、コードの出力がハードタブを含んでいた場合、doctest が通るには *NORMALIZE_WHITESPACE* オプションか *directive* を有効にするしかありません。そうする代わりに、テストが出力を読み取りテストの一部として期待される値と正しく比較するように、テストを書き直すこともできます。このソース中のタブの扱いは試行錯誤の結果であり、タブの扱いの中で最も問題の起きにくいものだということが分かっています。タブの扱いについては、独自の *DocTestParser* クラスを実装して、別のアルゴリズムを使うこともできます。
- 標準出力への出力は取り込まれますが、標準エラーは取り込まれません (例外発生時のトレースバックは別の方法で取り込まれます)。
- 対話セッションにおいて、バックスラッシュを用いて次の行に続ける場合や、その他の理由でバックスラッシュを用いる場合、raw docstring を使ってバックスラッシュを入力どおりに扱わせるようにしなければなりません:

```
>>> def f(x):
...     r'''Backslashes in a raw docstring: m\n'''
...
>>> print(f.__doc__)
Backslashes in a raw docstring: m\n
```

そうしない場合は、バックスラッシュは文字列の一部として解釈されます。例えば、上の `\n` は改行文字として解釈されてしまいます。それ以外の方法では、doctest にあるバックスラッシュを二重にする (そして raw string を使わない) という方法もあります:

```
>>> def f(x):
...     '''Backslashes in a raw docstring: m\\n'''
...
>>> print(f.__doc__)
Backslashes in a raw docstring: m\n
```

- 開始カラムはどこでもかまいません:

```
>>> assert "Easy!"
      >>> import math
          >>> math.floor(1.9)
          1
```

期待する出力結果の先頭部にある空白文字列は、実行例の開始部分にあたる `'>>> '` 行の先頭にある空白文字列と同じだけ取り除かれます。

実行コンテキストとは何か?

By default, each time *doctest* finds a docstring to test, it uses a *shallow copy* of `M`'s globals, so that running tests doesn't change the module's real globals, and so that one test in `M` can't leave behind crumbs that accidentally allow another test to work. This means examples can freely use any names defined at top-level in `M`, and names defined earlier in the docstring being run. Examples cannot see names defined in other docstrings.

testmod() や *testfile()* に `globs=your_dict` を渡し、自前の辞書を実行コンテキストとして使うこともできます。

例外はどう扱えばよいか?

トレースバックが実行例によって生成される唯一の出力なら問題ありません。単にトレースバックを貼り付けてください。[*1] トレースバックには、頻繁に変更されがちな情報 (例えばファイルパスや行番号など) が入っているものなので、これは受け入れるテスト結果に柔軟性を持たせようと doctest が苦労している部分の一つです。

簡単な例を示しましょう:

```
>>> [1, 2, 3].remove(42)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: list.remove(x): x not in list
```

この doctest は、*ValueError* が送出され、その詳細情報が `list.remove(x): x not in list` である場合に成功します。

例外が発生したときの期待する出力はトレースバックヘッダから始まっていなければなりません。トレースバックの形式は以下の二通りの行のいずれかで、実行例の最初の行と同じインデントでなければりません:

```
Traceback (most recent call last):
Traceback (innermost last):
```

トレースバックヘッダの後ろにトレースバックスタックが続いてもかまいませんが、doctest はその内容を無視します。普通はトレースバックスタックを省略するか、対話セッションからそのままコピーしてきます。

トレースバックスタックの後ろにはもっとも有意義な部分、例外の型と詳細情報の入った行があります。これは通常トレースバックの最後の行ですが、例外が複数行の詳細情報を持っている場合、複数の行にわたることもあります:

```
>>> raise ValueError('multi\n    line\ndetail')
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: multi
    line
detail
```

上の例では、最後の 3 行 (*ValueError* から始まる行) における例外の型と詳細情報だけが比較され、それ以外の部分は無視されます。

例外を扱うコツは、実行例をドキュメントとして読む上で明らかに価値のある情報でない限り、トレースバックスタックは省略する、ということです。したがって、先ほどの例は以下のように書くべきでしょう:

```
>>> raise ValueError('multi\n    line\ndetail')
Traceback (most recent call last):
```

(次のページに続く)

[*1] 期待する出力結果と例外の両方を含んだ例はサポートされていません。一方の終わりと他方の始まりを見分けようとするのはエラーの元になりがちですし、解りにくいテストになってしまいます。

(前のページからの続き)

```
    ...
ValueError: multi
    line
detail
```

トレースバックの扱いは非常に特殊なので注意してください。特に、上の書き直した実行例では、... の扱いは doctest の *ELLIPSIS* オプションとは独立しています。この例での省略記号は何かの省略を表しているかもしれませんし、コンマや数字が 3 個 (または 300 個) かもしれませんし、Monty Python のスキットをインデントして書き写したものかもしれません。

以下の詳細はずっと覚えておく必要はないのですが、一度目を通しておいてください:

- doctest は期待する出力の出所が print 文なのか例外なのかを推測できません。したがって、例えば期待する出力が `ValueError: 42 is prime` であるような実行例は、*ValueError* が実際に送出された場合と、万が一期待する出力と同じ文字列を print した場合の両方で成功してしまいます。現実的には、通常の出力がトレースバックヘッダから始まることはないので、実際に問題になることはないでしょう。

- トレースバックスタック (がある場合) の各行は、実行例の最初の行よりも深くインデントされているか、**または** 英数文字以外で始まっていなければなりません。トレースバックヘッダ以後に現れる行のうち、インデントが等しく英数文字で始まる最初の行は例外の詳細情報が書かれた行とみなされるからです。もちろん、本物のトレースバックでは正しく動作します。

- doctest のオプション *IGNORE_EXCEPTION_DETAIL* を指定した場合、最も左端のコロン以後の全ての内容と、例外名の中の全てのモジュール情報が無視されます。

- 対話シェルでは、*SyntaxError* の場合にトレースバックヘッダが省略されることがあります。しかし doctest にとっては、例外を例外でないものと区別するためにトレースバックヘッダが必要です。そこで、トレースバックヘッダを省略するような *SyntaxError* をテストする必要があるというごく稀なケースでは、実行例にトレースバックヘッダを手作業で追加する必要があるでしょう。

- For some exceptions, Python displays the position of the error using ^ markers and tildes:

  ```
  >>> 1 + None
    File "<stdin>", line 1
      1 + None
      ~~^~~~~
  TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'int' and 'NoneType'
  ```

  例外の型と詳細情報の前にエラー位置を示す行がくるため、doctest はこの行を調べません。例えば、以下の例では、間違った場所に ^ マーカを入れても成功してしまいます:

  ```
  >>> 1 + None
    File "<stdin>", line 1
      1 + None
  ```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    ^~~~~~~~
TypeError: unsupported operand type(s) for +: 'int' and 'NoneType'
```

オプションフラグ

doctest の振る舞いは、数多くのオプションフラグによって様々な側面から制御されています。フラグのシンボル名はモジュールの定数として提供され、ビット単位論理和 でつないで様々な関数に渡すことができます。シンボル名は *doctest directives* でも使用でき、doctest コマンドラインインターフェースに `-o` を通して与えることができます。

Added in version 3.4: `-o` コマンドラインオプション

最初に説明するオプション群は、テストのセマンティクスを決めます。すなわち、実際にテストを実行したときの出力と実行例中の期待する出力とが一致しているかどうかを doctest がどのように判断するかを制御します:

`doctest.DONT_ACCEPT_TRUE_FOR_1`

デフォルトでは、期待する出力ブロックに単に `1` だけが入っており、実際の出力ブロックに `1` または `True` だけが入っていた場合、これらの出力は一致しているとみなされます。`0` と `False` の場合も同様です。*DONT_ACCEPT_TRUE_FOR_1* を指定すると、こうした値の読み替えを行いません。デフォルトの挙動で読み替えを行うのは、最近の Python で多くの関数の戻り値型が整数型からブール型に変更されたことに対応するためです; 読み替えを行う場合、”通常の整数”の出力を期待する出力とするような doctest も動作します。このオプションはそのうちなくなるでしょうが、ここ数年はそのままでしょう。

`doctest.DONT_ACCEPT_BLANKLINE`

デフォルトでは、期待する出力ブロックに `<BLANKLINE>` だけの入った行がある場合、その行は実際の出力における空行に一致するようになります。完全な空行を入れてしまうと期待する出力がそこで終わっているとみなされてしまうため、期待する出力に空行を入れたい場合にはこの方法を使わなければなりません。*DONT_ACCEPT_BLANKLINE* を指定すると、`<BLANKLINE>` の読み替えを行わなくなります。

`doctest.NORMALIZE_WHITESPACE`

このフラグを指定すると、連続する空白 (空白と改行文字) は互いに等価であるとみなします。期待する出力における任意の空白列は実際の出力における任意の空白と一致します。デフォルトでは、空白は厳密に一致しなければなりません。*NORMALIZE_WHITESPACE* は、期待する出力の内容が非常に長いために、ソースコード中でその内容を複数行に折り返して書きたい場合に特に便利です。

`doctest.ELLIPSIS`

このフラグを指定すると、期待する出力中の省略記号マーカ (`...`) が実際の出力中の任意の部分文字列と一致するようになります。部分文字列は行境界にわたるものや空文字列を含みます。したがって、このフラグを使うのは単純な内容を対象にする場合にとどめましょう。複雑な使い方をすると、正規表現に `.*` を使ったときのように”しまった、マッチしすぎた！ (match too much!)”と驚くことになりかねません。

doctest.IGNORE_EXCEPTION_DETAIL

When specified, doctests expecting exceptions pass so long as an exception of the expected type is raised, even if the details (message and fully qualified exception name) don't match.

For example, an example expecting `ValueError: 42` will pass if the actual exception raised is `ValueError: 3*14`, but will fail if, say, a *TypeError* is raised instead. It will also ignore any fully qualified name included before the exception class, which can vary between implementations and versions of Python and the code/libraries in use. Hence, all three of these variations will work with the flag specified:

```
>>> raise Exception('message')
Traceback (most recent call last):
Exception: message

>>> raise Exception('message')
Traceback (most recent call last):
builtins.Exception: message

>>> raise Exception('message')
Traceback (most recent call last):
__main__.Exception: message
```

Note that *ELLIPSIS* can also be used to ignore the details of the exception message, but such a test may still fail based on whether the module name is present or matches exactly.

バージョン 3.2 で変更: *doctest* モジュールの *IGNORE_EXCEPTION_DETAIL* フラグが、テストされている例外を含むモジュールの名前を無視するようになりました。

doctest.SKIP

このフラグを指定すると、実行例は一切実行されません。こうした機能は doctest の実行例がドキュメントとテストを兼ねていて、ドキュメントのためには含めておかなければならないけれどチェックされなくても良い、というような文脈で役に立ちます。例えば、実行例の出力がランダムであるとか、テストドライバーには利用できないリソースに依存している場合などです。

SKIP フラグは一時的に実行例を" コメントアウト" するのにも使えます。

doctest.COMPARISON_FLAGS

上記の比較フラグすべての論理和をとったビットマスクです。

二つ目のオプション群は、テストの失敗を報告する方法を制御します:

doctest.REPORT_UDIFF

このオプションを指定すると、期待する出力および実際の出力が複数行になるときにテストの失敗結果を unified diff 形式を使って表示します。

doctest.REPORT_CDIFF

このオプションを指定すると、期待する出力および実際の出力が複数行になるときにテストの失敗結果を context diff 形式を使って表示します。

doctest.REPORT_NDIFF

このオプションを指定すると、期待する出力と実際の出力との間の差分を `difflib.Differ` を使って算出します。使われているアルゴリズムは有名な `ndiff.py` ユーティリティと同じです。これは、行単位の差分と同じように行内の差分にマーカをつけられるようにする唯一の手段です。例えば、期待する出力のある行に数字の `1` が入っていて、実際の出力には `l` が入っている場合、不一致の起きているカラム位置を示すキャレットの入った行が一行挿入されます。

doctest.REPORT_ONLY_FIRST_FAILURE

このオプションを指定すると、各 doctest で最初にエラーの起きた実行例だけを表示し、それ以後の実行例の出力を抑制します。これにより、正しく書かれた実行例が、それ以前の実行例の失敗によっておかしくなってしまった場合に、doctest がそれを報告しないようになります。とはいえ、最初に失敗を引き起こした実行例とは関係なく誤って書かれた実行例の報告も抑制してしまいます。*REPORT_ONLY_FIRST_FAILURE* を指定した場合、実行例がどこかで失敗しても、それ以後の実行例を続けて実行し、失敗したテストの総数を報告します; 出力が抑制されるだけです。

doctest.FAIL_FAST

このオプションを指定すると、最初に実行例が失敗した時点で終了し、残りの実行例を実行しません。つまり、報告される失敗の数はたかだか 1 つになります。最初の失敗より後の例はデバッグ出力を生成しないため、このフラグはデバッグの際に有用でしょう。

doctest コマンドラインは `-f` を `-o FAIL_FAST` の短縮形として受け付けます。

Added in version 3.4.

doctest.REPORTING_FLAGS

上記のエラー報告に関するフラグすべての論理和をとったビットマスクです。

サブクラス化で *doctest* 内部を拡張するつもりがなければ役に立ちませんが、別の新しいオプションフラグ名を登録する方法もあります:

doctest.register_optionflag(*name*)

名前 *name* の新たなオプションフラグを作成し、作成されたフラグの整数値を返します。*register_optionflag()* は *OutputChecker* や *DocTestRunner* をサブクラス化して、その中で新たに作成したオプションをサポートさせる際に使います。*register_optionflag()* は以下のような定形文で呼び出さなければなりません:

```
MY_FLAG = register_optionflag('MY_FLAG')
```

ディレクティブ (Directives)

doctest ディレクティブは個々の実行例の オプションフラグ を操作するために使われます。doctest ディレクティブは後のソースコード例にあるような特殊な Python コメントです:

```
directive             ::=   "#" "doctest:" directive_options
directive_options     ::=   directive_option ("," directive_option)*
directive_option      ::=   on_or_off directive_option_name
on_or_off             ::=   "+" | "-"
directive_option_name ::=   "DONT_ACCEPT_BLANKLINE" | "NORMALIZE_WHITESPACE" | ...
```

+ や - とディレクティブオプション名の間に空白を入れてはなりません。ディレクティブオプション名は上で説明したオプションフラグ名のいずれかです。

ある実行例の doctest ディレクティブは、その実行例だけの doctest の振る舞いを変えます。ある特定の挙動を有効にしたければ + を、無効にしたければ - を使います。

例えば、以下のテストは成功します:

```
>>> print(list(range(20)))  # doctest: +NORMALIZE_WHITESPACE
[0,   1,  2,  3,  4,  5,  6,  7,  8,  9,
10,  11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19]
```

ディレクティブがない場合、実際の出力には一桁の数字の間に二つスペースが入っていないこと、実際の出力は 1 行になることから、テストは成功しないはずです。別のディレクティブを使って、このテストを成功させることもできます:

```
>>> print(list(range(20)))  # doctest: +ELLIPSIS
[0, 1, ..., 18, 19]
```

複数のディレクティブは、一つの物理行の中にコンマで区切って指定できます:

```
>>> print(list(range(20)))  # doctest: +ELLIPSIS, +NORMALIZE_WHITESPACE
[0,    1, ...,   18,    19]
```

一つの実行例中で複数のディレクティブコメントを使った場合、それらは組み合わされます:

```
>>> print(list(range(20)))  # doctest: +ELLIPSIS
...                         # doctest: +NORMALIZE_WHITESPACE
[0,    1, ...,   18,    19]
```

この実行例で分かるように、実行例にはディレクティブだけを含む ... 行を追加することができます。この書きかたは、実行例が長すぎるためにディレクティブを同じ行に入れると収まりが悪い場合に便利です:

```
>>> print(list(range(5)) + list(range(10, 20)) + list(range(30, 40)))
... # doctest: +ELLIPSIS
[0, ..., 4, 10, ..., 19, 30, ..., 39]
```

フォルトではすべてのオプションが無効になっており、ディレクティブは特定の実行例だけに影響を及ぼすので、通常意味があるのは有効にするためのオプション (+ のついたディレクティブ) だけです。とはいえ、doctest を実行する関数はオプションフラグを指定してデフォルトとは異なった挙動を実現できるので、そのような場合には - を使った無効化オプションも意味を持ちます。

警告

doctest では、期待する出力に対する完全一致を厳格に求めます。一致しない文字が一文字でもあると、テストは失敗してしまいます。このため、Python が出力に関して何を保証していて、何を保証していないかを正確に知っていないと混乱させられることがあるでしょう。例えば、集合を出力する際、Python は要素がある特定の順番で並ぶよう保証してはいません。したがって、以下のようなテスト

```
>>> foo()
{"spam", "eggs"}
```

は失敗するかもしれないのです! 回避するには

```
>>> foo() == {"spam", "eggs"}
True
```

とするのが一つのやり方です。別のやり方は

```
>>> d = sorted(foo())
>>> d
['eggs', 'spam']
```

他のやり方もありますが、あとは自分で考えてみてください。

以下のように、オブジェクトアドレスを埋め込むような結果を print するのもよくありません :

```
>>> id(1.0)  # certain to fail some of the time
7948648
>>> class C: pass
>>> C()  # the default repr() for instances embeds an address
<C object at 0x00AC18F0>
```

ELLIPSIS ディレクティブを使うと、上のような例をうまく解決できます:

```
>>> C()  # doctest: +ELLIPSIS
<C object at 0x...>
```

浮動小数点数もまた、プラットフォーム間での微妙な出力の違いの原因となります。というのも、Python は浮動小数点の書式化をプラットフォームの C ライブラリに委ねており、この点では、C ライブラリはプラットフォーム間で非常に大きく異なっているからです。

```
>>> 1./7  # risky
0.14285714285714285
>>> print(1./7) # safer
0.142857142857
>>> print(round(1./7, 6)) # much safer
0.142857
```

`I/2.**J` の形式になる数値はどのプラットフォームでもうまく動作するので、私はこの形式の数値を生成するように doctest の実行例を工夫しています:

```
>>> 3./4  # utterly safe
0.75
```

単純な分数は人間にとっても理解しやすく、良いドキュメントを書くために役に立ちます。

26.4.4 基本 API

数 *testmod()* と *testfile()* は、ほとんどの基本的な用途に十分な doctest インターフェースを提供しています。これら二つの関数についてあまり形式的でない入門が読みたければ、**簡単な利用法: *docstring* 中の実行例をチェックする** 節や **簡単な利用法: テキストファイル中の実行例をチェックする** 節を参照してください。

doctest.testfile(*filename*, *module_relative=True*, *name=None*, *package=None*, *globs=None*, *verbose=None*, *report=True*, *optionflags=0*, *extraglobs=None*, *raise_on_error=False*, *parser=DocTestParser()*, *encoding=None*)

filename 以外の引数はすべてオプションで、キーワード引数形式で指定しなければなりません。

filename に指定したファイル内にある実行例をテストします。`(failure_count, test_count)` を返します。

オプション引数の *module_relative* は、ファイル名をどのように解釈するかを指定します:

- *module_relative* が `True` (デフォルト) の場合、*filename* は OS に依存しないモジュールの相対パスになります。デフォルトでは、このパスは関数 *testfile()* を呼び出しているモジュールからの相対パスになります; ただし、*package* 引数を指定した場合には、パッケージからの相対になります。OS への依存性を除くため、*filename* ではパスを分割する文字に `/` を使わなければならず、絶対パスにしてはなりません (パス文字列を `/` で始めてはなりません)。
- *module_relative* が `False` の場合、*filename* は OS 依存のパスを示します。パスは絶対パスでも相対パスでもかまいません; 相対パスにした場合、現在の作業ディレクトリを基準に解決します。

オプション引数 *name* には、テストの名前を指定します; デフォルトの場合や None を指定した場合、os.path.basename(filename) になります。

オプション引数 *package* には、Python パッケージを指定するか、モジュール相対のファイル名の場合には相対の基準ディレクトリとなる Python パッケージの名前を指定します。パッケージを指定しない場合、関数を呼び出しているモジュールのディレクトリを相対の基準ディレクトリとして使います。*module_relative* を False に指定している場合、*package* を指定するとエラーになります。

オプション引数 *globs* には辞書を指定します。この辞書は、実行例を実行する際のグローバル変数として用いられます。doctest はこの辞書の浅いコピーを生成するので、実行例は白紙の状態からスタートします。デフォルトの場合や None を指定した場合、新たな空の辞書になります。

オプション引数 *extraglobs* には辞書を指定します。この辞書は、実行例を実行する際にグローバル変数にマージされます。マージは *dict.update()* のように振舞います: *globs* と *extraglobs* との間に同じキー値がある場合、両者を合わせた辞書中には *extraglobs* の方の値が入ります。デフォルト、または None であるとき、追加のグローバル変数は使われません。この仕様は、パラメータ付きで doctest を実行するという、やや進んだ機能です。例えば、一般的な名前を使って基底クラス向けに doctest を書いておき、その後で辞書で一般的な名前からテストしたいサブクラスへの対応付けを行う辞書を *extraglobs* に渡して、様々なサブクラスをテストできます。

オプション引数 *verbose* が真の場合、様々な情報を出力します。偽の場合にはテストの失敗だけを報告します。デフォルトの場合や None を指定した場合、sys.argv に '-v' を指定しない限りこの値は真になりません。

オプション引数 *report* が真の場合、テストの最後にサマリを出力します。それ以外の場合には何も出力しません。verbose モードの場合、サマリには詳細な情報を出力しますが、そうでない場合にはサマリはとても簡潔になります (実際には、すべてのテストが成功した場合には何も出力しません)。

オプション引数 *optionflags* (デフォルト値 0) は、各オプションフラグの ビット単位論理和 を取ります。**オプションフラグ** 節を参照してください。

オプション引数 *raise_on_error* の値はデフォルトでは偽です。真にすると、最初のテスト失敗や予期しない例外が起きたときに例外を送出します。このオプションを使うと、失敗の原因を検死デバッグ (post-mortem debug) できます。デフォルトの動作では、実行例の実行を継続します。

オプション引数 *parser* には、*DocTestParser* (またはそのサブクラス) を指定します。このクラスはファイルから実行例を抽出するために使われます。デフォルトでは通常のパーザ (DocTestParser()) です。

オプション引数 *encoding* にはファイルをユニコードに変換する際に使われるエンコーディングを指定します。

doctest.**testmod**(*m=None*, *name=None*, *globs=None*, *verbose=None*, *report=True*, *optionflags=0*, *extraglobs=None*, *raise_on_error=False*, *exclude_empty=False*)

引数はすべてオプションで、*m* 以外の引数はキーワード引数として指定しなければなりません。

モジュール *m* (*m* を指定しないか None にした場合には *__main__*) から到達可能な関数およびクラスの docstring 内にある実行例をテストします。m.__doc__ 内の実行例からテストを開始します。

Also test examples reachable from dict m.__test__, if it exists. m.__test__ maps names (strings) to functions, classes and strings; function and class docstrings are searched for examples; strings are searched directly, as if they were docstrings.

モジュール *m* に属するオブジェクトにつけられた docstring のみを検索します。

(failure_count, test_count) を返します。

オプション引数 *name* には、モジュールの名前を指定します。デフォルトの場合や None を指定した場合には、m.__name__ を使います。

Optional argument *exclude_empty* defaults to false. If true, objects for which no doctests are found are excluded from consideration. The default is a backward compatibility hack, so that code still using *doctest.master.summarize* in conjunction with *testmod()* continues to get output for objects with no tests. The *exclude_empty* argument to the newer *DocTestFinder* constructor defaults to true.

オプション引数 *extraglobs*, *verbose*, *report*, *optionflags*, *raise_on_error*, および *globs* は上で説明した *testfile()* の引数と同じです。ただし、*globs* のデフォルト値は m.__dict__ になります。

doctest.**run_docstring_examples**(*f*, *globs*, *verbose=False*, *name='NoName'*, *compileflags=None*, *optionflags=0*)

オブジェクト *f* に関連付けられた実行例をテストします。*f* は文字列、モジュール、関数、またはクラスオブジェクトです。

引数 *globs* に辞書を指定すると、その浅いコピーを実行コンテキストに使います。

オプション引数 *name* はテスト失敗時のメッセージに使われます。デフォルトの値は 'NoName' です。

オプション引数 *verbose* の値を真にすると、テストが失敗しなくても出力を生成します。デフォルトでは、実行例のテストに失敗したときのみ出力を生成します。

オプション引数 *compileflags* には、実行例を実行するときに Python バイトコードコンパイラが使うフラグを指定します。デフォルトの場合や None を指定した場合、フラグは *globs* 内にある future 機能セットに対応したものになります。

オプション引数 *optionflags* は、上で述べた *testfile()* と同様の働きをします。

26.4.5 単体テスト API

As your collection of doctest'ed modules grows, you'll want a way to run all their doctests systematically. *doctest* provides two functions that can be used to create *unittest* test suites from modules and text files containing doctests. To integrate with *unittest* test discovery, include a *load_tests* function in your test module:

```
import unittest
import doctest
import my_module_with_doctests

def load_tests(loader, tests, ignore):
    tests.addTests(doctest.DocTestSuite(my_module_with_doctests))
    return tests
```

doctest の入ったテキストファイルやモジュールから *unittest.TestSuite* インスタンスを生成するための主な関数は二つあります:

doctest.DocFileSuite(**paths*, *module_relative=True*, *package=None*, *setUp=None*, *tearDown=None*, *globs=None*, *optionflags=0*, *parser=DocTestParser()*, *encoding=None*)

単一または複数のテキストファイルに入っている doctest 形式のテストを、*unittest.TestSuite* インスタンスに変換します。

The returned *unittest.TestSuite* is to be run by the unittest framework and runs the interactive examples in each file. If an example in any file fails, then the synthesized unit test fails, and a *failureException* exception is raised showing the name of the file containing the test and a (sometimes approximate) line number. If all the examples in a file are skipped, then the synthesized unit test is also marked as skipped.

関数には、テストを行いたい一つまたは複数のファイルへのパスを (文字列で) 渡します。

DocFileSuite() には、キーワード引数でオプションを指定できます:

オプション引数 *module_relative* は *paths* に指定したファイル名をどのように解釈するかを指定します:

- *module_relative* が `True` (デフォルト) の場合、*paths* 中のファイル名は OS に依存しないモジュールの相対パスになります。デフォルトでは、このパスは呼び出し元のモジュールのディレクトリからの相対パスになります; ただし、*package* 引数を指定した場合には、パッケージからの相対になります。OS への依存性を除くため、各ファイル名はパスを分割するのに / 文字を使わなければならず、絶対パスにしてはなりません (パス文字列を / で始めてはなりません)。
- *module_relative* が `False` の場合、*filename* は OS 依存のパスを示します。パスは絶対パスでも相対パスでもかまいません; 相対パスにした場合、現在の作業ディレクトリを基準に解決します。

オプション引数 *package* には、Python パッケージを指定するか、モジュール相対のファイル名の場合には相対の基準ディレクトリとなる Python パッケージの名前を指定します。パッケージを指定しな

い場合、関数を呼び出しているモジュールのディレクトリを相対の基準ディレクトリとして使います。*module_relative* を `False` に指定している場合、*package* を指定するとエラーになります。

オプション引数 *setUp* には、テストスイートのセットアップに使う関数を指定します。この関数は、各ファイルのテストを実行する前に呼び出されます。*setUp* 関数は *DocTest* オブジェクトに引き渡されます。*setUp* は *globs* 属性を介してテストのグローバル変数にアクセスできます。

オプション引数 *tearDown* には、テストを解体 (tear-down) するための関数を指定します。この関数は、各ファイルのテストの実行を終了するたびに呼び出されます。*tearDown* 関数は *DocTest* オブジェクトに引き渡されます。*tearDown* は *globs* 属性を介してテストのグローバル変数にアクセスできます。

オプション引数 *globs* は辞書で、テストのグローバル変数の初期値が入ります。この辞書は各テストごとに新たにコピーして使われます。デフォルトでは *globs* は空の新たな辞書です。

オプション引数 *optionflags* には、テストを実行する際にデフォルトで適用される doctest オプションを OR で結合して指定します。**オプションフラグ** 節を参照してください。結果レポートに関するオプションを指定するより適切な方法は下記の *set_unittest_reportflags()* の説明を参照してください。

オプション引数 *parser* には、*DocTestParser* (またはそのサブクラス) を指定します。このクラスはファイルから実行例を抽出するために使われます。デフォルトでは通常のパーザ (`DocTestParser()`) です。

オプション引数 *encoding* にはファイルをユニコードに変換する際に使われるエンコーディングを指定します。

DocFileSuite() を使用してテキストファイルからロードされた doctests に提供される globals に、グローバル変数 `__file__` が追加されます。

doctest.DocTestSuite(*module=None*, *globs=None*, *extraglobs=None*, *test_finder=None*, *setUp=None*, *tearDown=None*, *optionflags=0*, *checker=None*)

doctest のテストを *unittest.TestSuite* に変換します。

The returned *unittest.TestSuite* is to be run by the unittest framework and runs each doctest in the module. If any of the doctests fail, then the synthesized unit test fails, and a *failureException* exception is raised showing the name of the file containing the test and a (sometimes approximate) line number. If all the examples in a docstring are skipped, then the synthesized unit test is also marked as skipped.

オプション引数 *module* には、テストしたいモジュールの名前を指定します。*module* にはモジュールオブジェクトまたは (ドット表記の) モジュール名を指定できます。*module* を指定しない場合、この関数を呼び出しているモジュールになります。

オプション引数 *globs* は辞書で、テストのグローバル変数の初期値が入ります。この辞書は各テストごとに新たにコピーして使われます。デフォルトでは *globs* は空の新たな辞書です。

オプション引数 *extraglobs* には追加のグローバル変数セットを指定します。この変数セットは *globs* に統合されます。デフォルトでは、追加のグローバル変数はありません。

オプション引数 *test_finder* は、モジュールから doctest を抽出するための *DocTestFinder* オブジェクト (またはその代替となるオブジェクト) です。

オプション引数 *setUp* 、*tearDown* 、および *optionflags* は上の *DocFileSuite()* と同じです。

この関数は *testmod()* と同じ検索方法を使います。

バージョン 3.5 で変更: *module* がドキュメンテーション文字列を含まない場合には、*DocTestSuite()* は *ValueError* を送出するのではなく空の *unittest.TestSuite* を返します。

exception doctest.**failureException**

When doctests which have been converted to unit tests by *DocFileSuite()* or *DocTestSuite()* fail, this exception is raised showing the name of the file containing the test and a (sometimes approximate) line number.

Under the covers, *DocTestSuite()* creates a *unittest.TestSuite* out of `doctest.DocTestCase` instances, and `DocTestCase` is a subclass of *unittest.TestCase*. `DocTestCase` isn't documented here (it's an internal detail), but studying its code can answer questions about the exact details of *unittest* integration.

Similarly, *DocFileSuite()* creates a *unittest.TestSuite* out of `doctest.DocFileCase` instances, and `DocFileCase` is a subclass of `DocTestCase`.

So both ways of creating a *unittest.TestSuite* run instances of `DocTestCase`. This is important for a subtle reason: when you run *doctest* functions yourself, you can control the *doctest* options in use directly, by passing option flags to *doctest* functions. However, if you're writing a *unittest* framework, *unittest* ultimately controls when and how tests get run. The framework author typically wants to control *doctest* reporting options (perhaps, e.g., specified by command line options), but there's no way to pass options through *unittest* to *doctest* test runners.

このため、*doctest* では、以下の関数を使って、*unittest* サポートに特化したレポートフラグ表記方法もサポートしています:

doctest.**set_unittest_reportflags**(*flags*)

doctest のレポートフラグをセットします。

引数 *flags* はオプションフラグの ビット単位論理和 を取ります。**オプションフラグ** 節を参照してください。「レポートフラグ」しか使えません。

This is a module-global setting, and affects all future doctests run by module *unittest*: the `runTest()` method of `DocTestCase` looks at the option flags specified for the test case when the `DocTestCase` instance was constructed. If no reporting flags were specified (which is the typical and expected case), `doctest`'s *unittest* reporting flags are bitwise ORed into the option flags, and the option flags so augmented are passed to the *DocTestRunner* instance created to run the doctest. If any reporting flags were specified when the `DocTestCase` instance was constructed, `doctest`'s *unittest* reporting flags are ignored.

この関数は、関数を呼び出す前に有効になっていた *unittest* レポートフラグの値を返します。

26.4.6 拡張 API

基本 API は、doctest を使いやすくするための簡単なラッパであり、柔軟性があってほとんどのユーザの必要を満たしています; とはいえ、もっとテストをきめ細かに制御したい場合や、doctest の機能を拡張したい場合、拡張 API (advanced API) を使わなければなりません。

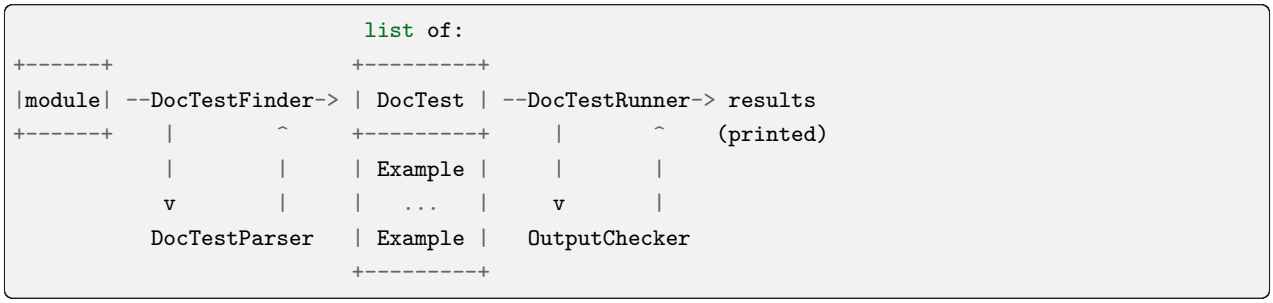
拡張 API は、doctest ケースから抽出した対話モードでの実行例を記憶するための二つのコンテナクラスを中心に構成されています:

- *Example*: 1 つの Python **文** と、その期待する出力をペアにしたもの。
- *DocTest*: *Example* の集まり。通常一つの docstring やテキストファイルから抽出されます。

その他に、doctest の実行例を検索、構文解析、実行、チェックするための処理クラスが以下のように定義されています:

- *DocTestFinder*: 与えられたモジュールからすべての docstring を検索し、*DocTestParser* を使って対話モードでの実行例が入ったすべての docstring から *DocTest* を生成します。
- *DocTestParser*: (オブジェクトの docstring 等の) 文字列から *DocTest* オブジェクトを生成します。
- *DocTestRunner*: *DocTest* 内の実行例を実行し、*OutputChecker* を使って出力を検証します。
- *OutputChecker*: doctest 実行例から実際に出力された結果を期待する出力と比較し、両者が一致するか判別します。

これらの処理クラスの関係を図にまとめると、以下のようになります:



DocTest オブジェクト

class doctest.**DocTest**(*examples*, *globs*, *name*, *filename*, *lineno*, *docstring*)

単一の名前空間内で実行される doctest 実行例の集まりです。コンストラクタの引数は *DocTest* インスタンス中の同名の属性の初期化に使われます。

DocTest では、以下の属性を定義しています。これらの変数はコンストラクタで初期化されます。直接変更してはなりません。

examples

対話モードにおける実行例それぞれをエンコードしていて、テストで実行される、*Example* オブジェクトからなるリストです。

globs

実行例を実行する名前空間 (いわゆるグローバル変数) です。このメンバは、名前から値への対応付けを行っている辞書です。実行例が名前空間に対して (新たな変数を束縛するなど) 何らかの変更を行った場合、*globs* への反映はテストの実行後に起こります。

name

DocTest を識別する名前の文字列です。通常、この値はテストを取り出したオブジェクトかファイルの名前になります。

filename

DocTest を取り出したファイルの名前です; ファイル名が未知の場合や *DocTest* をファイルから取り出したのでない場合には `None` になります。

lineno

filename 中で *DocTest* のテスト実行例が始まっている行の行番号で、行番号が利用できなければ `None` です。行番号は、ファイルの先頭を 0 として数えます。

docstring

テストを取り出した docstring 自体を現す文字列です。docstring 文字列を得られない場合や、文字列からテスト実行例を取り出したのでない場合には `None` になります。

Example オブジェクト

class doctest.**Example**(*source*, *want*, *exc_msg=None*, *lineno=0*, *indent=0*, *options=None*)

ひとつの Python 文と、それに対する期待する出力からなる、単一の対話的モードの実行例です。コンストラクタの引数は *Example* インスタンス中の同名の属性の初期化に使われます。

Example では、以下の属性を定義しています。これらの変数はコンストラクタで初期化されます。直接変更してはなりません。

source

実行例のソースコードが入った文字列です。ソースコードは単一の Python で、末尾は常に改行です。コンストラクタは必要に応じて改行を追加します。

want

実行例のソースコードを実行した際の期待する出力 (標準出力と、例外が生じた場合にはトレースバック) です。*want* の末尾は、期待する出力がまったくない場合を除いて常に改行になります。期待する出力がない場合には空文字列になります。コンストラクタは必要に応じて改行を追加します。

exc_msg

実行例が例外を生成すると期待される場合の例外メッセージです。例外を送出しない場合には `None` です。この例外メッセージは、*traceback.format_exception_only()* の戻り値と比較されます。値が `None` でない限り、*exc_msg* は改行で終わっていなければなりません; コンストラクタは必要に応じて改行を追加します。

lineno

この実行例を含む文字列における実行例が始まる行番号です。行番号は文字列の先頭を 0 として数えます。

indent

実行例の入っている文字列のインデント、すなわち実行例の最初のプロンプトより前にある空白文字の数です。

options

A dictionary mapping from option flags to `True` or `False`, which is used to override default options for this example. Any option flags not contained in this dictionary are left at their default value (as specified by the *DocTestRunner*'s *optionflags*). By default, no options are set.

DocTestFinder オブジェクト

class doctest.**DocTestFinder**(*verbose=False*, *parser=DocTestParser()*, *recurse=True*, *exclude_empty=True*)

与えられたオブジェクトについて、そのオブジェクト自身の docstring か、そのオブジェクトに含まれるオブジェクトの docstring から *DocTest* を抽出する処理クラスです。モジュール、クラス、関数、メソッド、静的メソッド、クラスメソッド、プロパティから *DocTest* を抽出できます。

オプション引数 *verbose* を使うと、抽出処理の対象となるオブジェクトを表示できます。デフォルトは `False` (出力を行わない) です。

オプション引数 *parser* には、docstring から *DocTest* を抽出するのに使う *DocTestParser* オブジェクト (またはその代替となるオブジェクト) を指定します。

オプション引数 *recurse* が偽の場合、*DocTestFinder.find()* は与えられたオブジェクトだけを調べ、そのオブジェクトに含まれる他のオブジェクトを調べません。

オプション引数 *exclude_empty* が偽の場合、*DocTestFinder.find()* は空の docstring を持つオブジェクトもテスト対象に含めます。

DocTestFinder では以下のメソッドを定義しています:

find(*obj[, name][, module][, globs][, extraglobs]*)

obj または *obj* 内に入っているオブジェクトの docstring 中で定義されている *DocTest* のリストを返します。

オプション引数 *name* には、オブジェクトの名前を指定します。この名前は、関数が返す *DocTest* の名前になります。*name* を指定しない場合、`obj.__name__` を使います。

オプションのパラメータ *module* は、指定したオブジェクトを収めているモジュールを指定します。*module* を指定しないか、`None` を指定した場合には、正しいモジュールを自動的に決定しようと試みます。オブジェクトのモジュールは以下のような役割を果たします:

- *globs* を指定していない場合、オブジェクトのモジュールはデフォルトの名前空間になります。
- 他のモジュールから import されたオブジェクトに対して *DocTestFinder* が *DocTest* を抽出するのを避けるために使います。(*module* 由来でないオブジェクトを無視します。)
- オブジェクトの入っているファイル名を調べるために使います。
- オブジェクトがファイル内の何行目にあるかを調べる手助けにします。

module が `False` の場合には、モジュールの検索を試みません。これは正確さを欠くような使い方で、通常 doctest 自体のテストにしか使いません。*module* が `False` の場合、または *module* が `None` で自動的に的確なモジュールを見つけ出せない場合には、すべてのオブジェクトは `(non-existent)` モジュールに属するとみなされ、そのオブジェクト内のすべてのオブジェクトに対して (再帰的に) doctest の検索を行います。

各 *DocTest* のグローバル変数は、*globs* と *extraglobs* を合わせたもの (*extraglobs* 内の束縛が *globs* 内の束縛を上書きする) になります。各々の *DocTest* に対して、グローバル変数を表す辞書の新たな浅いコピーを生成します。*globs* を指定しない場合に使われるのデフォルト値は、モジュールを指定していればそのモジュールの *__dict__* になり、指定していなければ `{}` になります。*extraglobs* を指定しない場合、デフォルトの値は `{}` になります。

DocTestParser オブジェクト

class doctest.**DocTestParser**

対話モードの実行例を文字列から抽出し、それを使って *DocTest* オブジェクトを生成するために使われる処理クラスです。

DocTestParser では以下のメソッドを定義しています:

get_doctest(*string*, *globs*, *name*, *filename*, *lineno*)

指定した文字列からすべての doctest 実行例を抽出し、*DocTest* オブジェクト内に集めます。

globs, *name*, *filename*, および *lineno* は新たに作成される *DocTest* オブジェクトの属性になります。詳しくは *DocTest* のドキュメントを参照してください。

get_examples(*string*, *name='<string>'*)

指定した文字列からすべての doctest 実行例を抽出し、*Example* オブジェクトからなるリストにして返します。各 *Example* の行番号は 0 から数えます。オプション引数 *name* はこの文字列につける名前で、エラーメッセージにしか使われません。

parse(*string*, *name='<string>'*)

指定した文字列を、実行例とその間のテキストに分割し、実行例を *Example* オブジェクトに変換し、*Example* と文字列からなるリストにして返します。各 *Example* の行番号は 0 から数えます。オプション引数 *name* はこの文字列につける名前で、エラーメッセージにしか使われません。

TestResults objects

class doctest.**TestResults**(*failed*, *attempted*)

failed

Number of failed tests.

attempted

Number of attempted tests.

skipped

Number of skipped tests.

Added in version 3.13.

DocTestRunner オブジェクト

class doctest.**DocTestRunner**(*checker=None*, *verbose=None*, *optionflags=0*)

DocTest 内の対話モード実行例を実行し、検証する際に用いられる処理クラスです。

期待する出力と実際の出力との比較は *OutputChecker* で行います。比較は様々なオプションフラグを使ってカスタマイズできます; 詳しくは **オプションフラグ** を参照してください。オプションフラグでは不十分な場合、コンストラクタに *OutputChecker* のサブクラスを渡して比較方法をカスタマイズできます。

The test runner's display output can be controlled in two ways. First, an output function can be passed to *run()*; this function will be called with strings that should be displayed. It defaults to `sys.stdout.write`. If capturing the output is not sufficient, then the display output can be also customized by subclassing DocTestRunner, and overriding the methods *report_start()*, *report_success()*, *report_unexpected_exception()*, and *report_failure()*.

オプションのキーワード引数 *checker* には、*OutputChecker* オブジェクト (またはその代替となるオブジェクト) を指定します。このオブジェクトは doctest 実行例の期待する出力と実際の出力との比較を行う際に使われます。

オプションのキーワード引数 *verbose* は、*DocTestRunner* の出すメッセージの冗長性を制御します。*verbose* が `True` の場合、各実行例を実行する都度、その実行例についての情報を出力します。*verbose* が `False` の場合、テストの失敗だけを出力します。*verbose* を指定しない場合や `None` を指定した場合、コマンドラインスイッチ `-v` を使った場合にのみ *verbose* 出力を適用します。

オプションのキーワード引数 *optionflags* を使うと、テストランナーが期待される出力と実際の出力を比較する方法や、テストの失敗を表示する方法を制御できます。詳しくは **オプションフラグ** 節を参照してください。

The test runner accumulates statistics. The aggregated number of attempted, failed and skipped examples is also available via the *tries*, *failures* and *skips* attributes. The *run()* and *summarize()* methods return a *TestResults* instance.

DocTestRunner defines the following methods:

report_start(*out*, *test*, *example*)

テストランナーが実行例を処理しようとしているときにレポートを出力します。*DocTestRunner* の出力をサブクラスでカスタマイズできるようにするためのメソッドです。直接呼び出してはなりません。

example は処理する実行例です。*test* は *example* の入っているテストです。*out* は出力用の関数で、*DocTestRunner.run()* に渡されます。

report_success(*out*, *test*, *example*, *got*)

与えられた実行例が正しく動作したことを報告します。このメソッドは *DocTestRunner* のサブクラスで出力をカスタマイズできるようにするために提供されています; 直接呼び出してはなりません。

example は処理する実行例です。*got* は実行例から実際に得られた出力です。*test* は *example* の入っているテストです。*out* は出力用の関数で、*DocTestRunner.run()* に渡されます。

report_failure(*out*, *test*, *example*, *got*)

与えられた実行例が正しく動作しなかったことを報告します。このメソッドは *DocTestRunner* のサブクラスで出力をカスタマイズできるようにするために提供されています; 直接呼び出してはなりません。

example は処理する実行例です。*got* は実行例から実際に得られた出力です。*test* は *example* の入っているテストです。*out* は出力用の関数で、*DocTestRunner.run()* に渡されます。

report_unexpected_exception(*out*, *test*, *example*, *exc_info*)

与えられた実行例が期待とは違う例外を送出したことを報告します。このメソッドは *DocTestRunner* のサブクラスで出力をカスタマイズできるようにするために提供されています; 直接呼び出してはなりません。

example は処理する実行例です。*exc_info* には予期せず送出された例外の情報を入れたタプル (*sys.exc_info()* の返す内容) になります。*test* は *example* の入っているテストです。*out* は出力用の関数で、*DocTestRunner.run()* に渡されます。

run(*test*, *compileflags=None*, *out=None*, *clear_globs=True*)

Run the examples in *test* (a *DocTest* object), and display the results using the writer function *out*. Return a *TestResults* instance.

実行例は名前空間 `test.globs` の下で実行されます。*clear_globs* が真 (デフォルト) の場合、名前空間はテストの実行後に消去され、ガベージコレクションを促します。テストの実行完了後にその内容を調べたければ、*clear_globs=False* としてください。

compileflags には、実行例を実行する際に Python コンパイラに適用するフラグセットを指定します。*compileflags* を指定しない場合、デフォルト値は *globs* で適用されている future-import フラグセットになります。

The output of each example is checked using the *DocTestRunner*'s output checker, and the results are formatted by the `DocTestRunner.report_*()` methods.

summarize(*verbose=None*)

Print a summary of all the test cases that have been run by this DocTestRunner, and return a *TestResults* instance.

オプションの *verbose* 引数を使うと、どのくらいサマリを詳しくするかを制御できます。冗長度を指定しない場合、*DocTestRunner* 自体の冗長度を使います。

DocTestParser has the following attributes:

tries

Number of attempted examples.

failures

Number of failed examples.

skips

Number of skipped examples.

Added in version 3.13.

OutputChecker オブジェクト

class doctest.**OutputChecker**

doctest 実行例を実際に実行したときの出力が期待する出力と一致するかどうかをチェックするために使われるクラスです。*OutputChecker* では、与えられた二つの出力を比較して、一致する場合には `True` を返す *check_output()* と、二つの出力間の違いを説明する文字列を返す *output_difference()* の、二つのメソッドがあります。

OutputChecker では以下のメソッドを定義しています:

check_output(*want*, *got*, *optionflags*)

実行例から実際に得られた出力 (*got*) と、期待する出力 (*want*) が一致する場合にのみ `True` を返します。二つの文字列がまったく同一の場合には常に一致するとみなしますが、テストランナーの使っているオプションフラグにより、厳密には同じ内容になっていなくても一致するとみなす場合もあります。オプションフラグについての詳しい情報は **オプションフラグ** 節を参照してください。

output_difference(*example*, *got*, *optionflags*)

与えられた実行例 (*example*) の期待する出力と、実際に得られた出力 (*got*) の間の差異を解説している文字列を返します。*optionflags* は *want* と *got* を比較する際に使われるオプションフラグのセットです。

26.4.7 デバッグ

doctest では、doctest 実行例をデバッグするメカニズムをいくつか提供しています:

- doctest を実行可能な Python プログラムに変換し、Python デバッガ *pdb* で実行できるようにするための関数がいくつかあります。
- *DocTestRunner* のサブクラス *DebugRunner* クラスがあります。このクラスは、最初に失敗した実行例に対して例外を送出します。例外には実行例に関する情報が入っています。この情報は実行例の検死デバッグに利用できます。

- *DocTestSuite()* の生成する *unittest* テストケースは、*debug()* メソッドをサポートしています。*debug()* は *unittest.TestCase* で定義されています。

- *pdb.set_trace()* を doctest 実行例の中で呼び出しておけば、その行が実行されたときに Python デバッガが組み込まれます。デバッガを組み込んだあとは、変数の現在の値などを調べられます。たとえば、以下のようなモジュールレベルの docstring の入ったファイル `a.py` があるとします:

```
"""
>>> def f(x):
...     g(x*2)
>>> def g(x):
...     print(x+3)
...     import pdb; pdb.set_trace()
>>> f(3)
9
"""
```

対話セッションは以下のようになるでしょう:

```
>>> import a, doctest
>>> doctest.testmod(a)
--Return--
> <doctest a[1]>(3)g()->None
-> import pdb; pdb.set_trace()
(Pdb) list
  1     def g(x):
  2         print(x+3)
  3  ->     import pdb; pdb.set_trace()
[EOF]
(Pdb) p x
6
(Pdb) step
--Return--
> <doctest a[0]>(2)f()->None
-> g(x*2)
(Pdb) list
  1     def f(x):
  2  ->     g(x*2)
[EOF]
(Pdb) p x
3
(Pdb) step
--Return--
> <doctest a[2]>(1)?()->None
-> f(3)
(Pdb) cont
(0, 3)
>>>
```

以下は、doctest を Python コードに変換して、できたコードをデバッガ下で実行できるようにするための関数です:

doctest.**script_from_examples**(*s*)

実行例の入ったテキストをスクリプトに変換します。

引数 *s* は doctest 実行例の入った文字列です。この文字列は Python スクリプトに変換され、その中では *s* の doctest 実行例が通常のコードに、それ以外は Python のコメント文になります。生成したスクリプトを文字列で返します。例えば、

```
import doctest
print(doctest.script_from_examples(r"""
    Set x and y to 1 and 2.
    >>> x, y = 1, 2

    Print their sum:
    >>> print(x+y)
    3
"""))
```

は:

```
# Set x and y to 1 and 2.
x, y = 1, 2
#
# Print their sum:
print(x+y)
# Expected:
## 3
```

この関数は内部的に他の関数から使われていますが (下記参照)、対話セッションを Python スクリプトに変換したいような場合にも便利でしょう。

doctest.**testsource**(*module*, *name*)

あるオブジェクトの doctest をスクリプトに変換します。

Argument *module* is a module object, or dotted name of a module, containing the object whose doctests are of interest. Argument *name* is the name (within the module) of the object with the doctests of interest. The result is a string, containing the object's docstring converted to a Python script, as described for *script_from_examples()* above. For example, if module `a.py` contains a top-level function `f()`, then

```
import a, doctest
print(doctest.testsource(a, "a.f"))
```

prints a script version of function `f()`'s docstring, with doctests converted to code, and the rest placed

in comments.

doctest.debug(*module*, *name*, *pm=False*)

オブジェクトの持つ doctest をデバッグします。

module および *name* 引数は上の *testsource()* と同じです。指定したオブジェクトの docstring から合成された Python スクリプトは一時ファイルに書き出され、その後 Python デバッガ *pdb* の制御下で実行されます。

ローカルおよびグローバルの実行コンテキストには、`module.__dict__` の浅いコピーが使われます。

オプション引数 *pm* は、検死デバッグを行うかどうかを指定します。*pm* が真の場合、スクリプトファイルは直接実行され、スクリプトが送出した例外が処理されないまま終了した場合にのみデバッガが立ち入ります。その場合、*pdb.post_mortem()* によって検死デバッグを起動し、処理されなかった例外から得られたトレースバックオブジェクトを渡します。*pm* を指定しないか値を偽にした場合、*pdb.run()* に適切な *exec()* 呼び出しを渡して、最初からデバッガの下でスクリプトを実行します。

doctest.debug_src(*src*, *pm=False*, *globs=None*)

文字列中の doctest をデバッグします。

上の *debug()* に似ていますが、doctest の入った文字列は *src* 引数で直接指定します。

オプション引数 *pm* は上の *debug()* と同じ意味です。

オプション引数 *globs* には、ローカルおよびグローバルな実行コンテキストの両方に使われる辞書を指定します。*globs* を指定しない場合や `None` にした場合、空の辞書を使います。辞書を指定した場合、実際の実行コンテキストには浅いコピーが使われます。

DebugRunner クラス自体や *DebugRunner* クラスが送出する特殊な例外は、テストフレームワークの作者にとって非常に興味のあるところですが、ここでは概要しか述べられません。詳しくはソースコード、とりわけ *DebugRunner* の docstring (それ自体 doctest です!) を参照してください:

class doctest.DebugRunner(*checker=None*, *verbose=None*, *optionflags=0*)

テストの失敗に遭遇するとすぐに例外を送出するようになっている *DocTestRunner* のサブクラスです。予期しない例外が生じると、*UnexpectedException* 例外を送出します。この例外には、テスト、実行例、もともと送出された例外が入っています。期待する出力と実際の出力が一致しないために失敗した場合には、*DocTestFailure* 例外を送出します。この例外には、テスト、実行例、実際の出力が入っています。

コンストラクタのパラメータやメソッドについては、**拡張** *API* 節の *DocTestRunner* のドキュメントを参照してください。

DebugRunner インスタンスの送出する例外には以下の二つがあります:

exception doctest.DocTestFailure(*test*, *example*, *got*)

doctest 実行例の実際の出力が期待する出力と一致しなかったことを示すために *DocTestRunner* が送出する例外です。コンストラクタの引数は、インスタンスの同名の属性を初期化するために使われます。

DocTestFailure では以下の属性を定義しています:

DocTestFailure.test

実行例が失敗した時に実行されていた *DocTest* オブジェクトです。

DocTestFailure.example

失敗した *Example* オブジェクトです。

DocTestFailure.got

実行例の実際の出力です。

exception doctest.UnexpectedException(*test*, *example*, *exc_info*)

doctest 実行例が予期しない例外を送出したことを示すために *DocTestRunner* が送出する例外です。コンストラクタの引数は、インスタンスの同名の属性を初期化するために使われます。

UnexpectedException では以下の属性を定義しています:

UnexpectedException.test

実行例が失敗した時に実行されていた *DocTest* オブジェクトです。

UnexpectedException.example

失敗した *Example* オブジェクトです。

UnexpectedException.exc_info

予期しない例外についての情報の入ったタプルで、*sys.exc_info()* が返すのと同じものです。

26.4.8 アドバイス

冒頭でも触れたように、*doctest* は、以下の三つの主な用途を持つようになりました:

1. docstring 内の実行例をチェックする。
2. 回帰テストを行う。
3. 実行可能なドキュメント/読めるテストの実現。

これらの用途にはそれぞれ違った要求があるので、区別して考えるのが重要です。特に、docstring を曖昧なテストケースに埋もれさせてしまうとドキュメントとしては最悪です。

docstring の例は注意深く作成してください。doctest の作成にはコツがあり、きちんと学ぶ必要があります --- 最初はすんなりできないでしょう。実行例はドキュメントに本物の価値を与えます。良い例は、たくさんの言葉と同じ価値を持つことがしばしばあります。注意深くやれば、例はユーザにとっては非常に有益であり、時を経るにつれて、あるいは状況が変わった際に、何度も修正するのにかかる時間を節約するという形で、きっと見返りを得るでしょう。私は今でも、自分の *doctest* 実行例が ”無害な” 変更を行った際にうまく動作しなくなることに驚いています。

説明テキストの作成をけちらなければ、*doctest* は回帰テストの優れたツールにもなり得ます。説明文と実行例を交互に記述していけば、実際に何をどうしてテストしているのかもっと簡単に把握できるようになるでしょう。もちろん、コードベースのテストに詳しくコメントを入れるのも手ですが、そんなことをするプログラマはほとんどいません。多くの人々が、*doctest* のアプローチをとった方がきれいにテストを書けると気づいています。おそらく、これは単にコード中にコメントを書くのが少し面倒だからという理由でしょう。私はもう少し穿った見方もしています。doctest ベースのテストを書くときの自然な態度は、自分のソフトウェアのよい点を説明しようとして、実行例を使って説明しようとするときの態度そのものだからだ、という理由です。それゆえに、テストファイルは自然と単純な機能の解説から始め、論理的により複雑で境界条件的なケースに進むような形になります。結果的に、一見ランダムに見えるような個別の機能をテストしている個別の関数の集まりではなく、首尾一貫した説明ができるようになるのです。*doctest* によるテストの作成はまったく別の取り組み方であり、テストと説明の区別をなくして、まったく違う結果を生み出すのです。

回帰テストは特定のオブジェクトやファイルにまとめておくのがよいでしょう。回帰テストの組み方にはいくつか選択肢があります:

- テストケースを対話モードの実行例にして入れたテキストファイルを書き、*testfile()* や *DocFileSuite()* を使ってそのファイルをテストします。この方法をお勧めします。最初から doctest を使うようにしている新たなプロジェクトでは、この方法が一番簡単です。
- `_regrtest_topic` という名前の関数を定義します。この関数には、あるトピックに対応するテストケースの入った docstring が一つだけ入っています。この関数はモジュールと同じファイルの中にも置けますし、別のテストファイルに分けてもかまいません。
- 回帰テストのトピックをテストケースの入った docstring に対応付けた辞書 `__test__` 辞書を定義します。

テストコードをモジュールに組み込むことで、そのモジュールは、モジュール自身がテストランナーになることができます。テストが失敗した場合には、問題箇所をデバッグする際に、失敗した doctest だけを再度実行することで、作成したテストランナーを修正することができます。これがこのようなテストランナーの最小例となります。

```
if __name__ == '__main__':
    import doctest
    flags = doctest.REPORT_NDIFF|doctest.FAIL_FAST
    if len(sys.argv) > 1:
        name = sys.argv[1]
        if name in globals():
            obj = globals()[name]
        else:
            obj = __test__[name]
        doctest.run_docstring_examples(obj, globals(), name=name,
                                       optionflags=flags)
    else:
        fail, total = doctest.testmod(optionflags=flags)
        print(f"{fail} failures out of {total} tests")
```

脚注

26.5 unittest --- ユニットテストフレームワーク

ソースコード: Lib/unittest/__init__.py

(すでにテストの基本概念について詳しいようでしたら、この部分をとばして **アサートメソッド一覧** に進むと良いでしょう。)

unittest ユニットテストフレームワークは元々 JUnit に触発されたもので、他の言語の主要なユニットテストフレームワークと同じような感じです。テストの自動化、テスト用のセットアップやシャットダウンのコードの共有、テストのコレクション化、そして報告フレームワークからのテストの独立性をサポートしています。

これを実現するために、*unittest* はいくつかの重要な概念をオブジェクト指向の方法でサポートしています:

テストフィクスチャ (test fixture)

テストフィクスチャ (*test fixture*) とは、テスト実行のために必要な準備や終了処理を指します。例: テスト用データベースの作成・ディレクトリ・サーバプロセスの起動など。

テストケース (test case)

テストケース (*test case*) はテストの独立した単位で、各入力に対する結果をチェックします。テストケースを作成する場合は、*unittest* が提供する *TestCase* クラスを基底クラスとして利用することができます。

テストスイート (test suite)

テストスイート (*test suite*) はテストケースとテストスイートの集まりで、同時に実行しなければならないテストをまとめる場合に使用します。

テストランナー (test runner)

テストランナー (*test runner*) はテストの実行を管理し結果を提供する要素です。ランナーはグラフィカルインターフェースやテキストインターフェースを使用しても構いませんし、テストの実行結果を示す特別な値を返しても構いません。

参考:

doctest **モジュール**

テストをサポートするもうひとつのモジュールで、このモジュールとは趣きがだいぶ異なります。

Simple Smalltalk Testing: With Patterns

Kent Beck のテスティングフレームワークに関する原論文で、ここに記載されたパターンを *unittest* が使用しています。

pytest

サードパーティのユニットテストフレームワークでより軽量な構文でテストを書くことができます。例えば、`assert func(10) == 42` のように書きます。

The Python Testing Tools Taxonomy
: 多くの Python のテストツールが一覧で紹介されています。ファンクショナルテストのフレームワークやモックライブラリも掲載されています。

Testing in Python メーリングリスト
: Python でテストやテストツールについての議論に特化したグループです。

Python のソースコード配布物にあるスクリプト `Tools/unittestgui/unittestgui.py` はテストディスカバリとテスト実行のための GUI ツールです。主な目的は単体テストの初心者が簡単に使えるようにすることです。実際の生産環境では、Buildbot, Jenkins 、GitHub Actions, AppVeyor のような継続的インテグレーションシステムでテストを実行することを推奨します。

26.5.1 基本的な例

unittest モジュールには、テストの開発や実行の為の優れたツールが用意されており、この節では、その一部を紹介します。ほとんどのユーザとっては、ここで紹介するツールだけで十分でしょう。

以下は、三つの文字列メソッドをテストするスクリプトです:

```
import unittest

class TestStringMethods(unittest.TestCase):

    def test_upper(self):
        self.assertEqual('foo'.upper(), 'FOO')

    def test_isupper(self):
        self.assertTrue('FOO'.isupper())
        self.assertFalse('Foo'.isupper())

    def test_split(self):
        s = 'hello world'
        self.assertEqual(s.split(), ['hello', 'world'])
        # check that s.split fails when the separator is not a string
        with self.assertRaises(TypeError):
            s.split(2)

if __name__ == '__main__':
    unittest.main()
```

テストケースは、*unittest.TestCase* のサブクラスとして作成します。メソッド名が `test` で始まる三つのメソッドがテストです。テストランナーはこの命名規約によってテストを行うメソッドを検索します。

これらのテスト内では、予定の結果が得られていることを確かめるために *assertEqual()* を、条件のチェックに *assertTrue()* や *assertFalse()* を、例外が発生する事を確認するために *assertRaises()* をそれぞれ呼び出しています。`assert` 文の代わりにこれらのメソッドを使用すると、テストランナーでテスト結果を集計して

レポートを作成する事ができます。

setUp() および *tearDown()* メソッドによって各テストメソッドの前後に実行する命令を実装することが出来ます。詳細は **テストコードの構成** を参照してください。

最後のブロックは簡単なテストの実行方法を示しています。*unittest.main()* は、テストスクリプトのコマンドライン用インターフェースを提供します。コマンドラインから起動された場合、上記のスクリプトは以下のような結果を出力します:

```
...
----------------------------------------------------------------------
Ran 3 tests in 0.000s

OK
```

-v オプションをテストスクリプトに渡すことで *unittest.main()* はより冗長になり、以下のような出力をします:

```
test_isupper (__main__.TestStringMethods.test_isupper) ... ok
test_split (__main__.TestStringMethods.test_split) ... ok
test_upper (__main__.TestStringMethods.test_upper) ... ok

----------------------------------------------------------------------
Ran 3 tests in 0.001s

OK
```

上の例が *unittest* モジュールで最もよく使われる機能で、ほとんどのテストではこれで十分です。以下では全ての機能を一から解説しています。

バージョン 3.11 で変更: テストメソッドが（デフォルトの “None“以外の）戻り値を返す挙動は現在非推奨です。

26.5.2 コマンドラインインターフェイス

ユニットテストモジュールはコマンドラインから使って、モジュール、クラス、あるいは個別のテストメソッドで定義されたテストを実行することが出来ます:

```
python -m unittest test_module1 test_module2
python -m unittest test_module.TestClass
python -m unittest test_module.TestClass.test_method
```

モジュール名ならびに完全修飾されたクラス名やメソッド名の任意の組み合わせを一覧で渡すことが出来ます。

テストモジュールはファイルパスで指定することも出来ます:

```
python -m unittest tests/test_something.py
```

そのため、テストモジュールを指定するのにシェルのファイル名補完が使えます。指定されたファイルはやはりモジュールとしてインポート可能でなければなりません。パスから '.py' を取り除き、パスセパレータを '.' に置き換えることでモジュール名に変換されます。モジュールとしてインポート可能でないテストファイルを実行したい場合は、代わりにそのファイルを直接実行するのが良いでしょう。

テスト実行時に (より冗長な) 詳細を表示するには -v フラグを渡します:

```
python -m unittest -v test_module
```

引数無しで実行すると テストディスカバリ が開始されます:

```
python -m unittest
```

コマンドラインプションの一覧を表示するには以下のコマンドを実行します:

```
python -m unittest -h
```

バージョン 3.2 で変更: 以前のバージョンでは、個々のテストメソッドしか実行することができず、モジュール単位やクラス単位で実行することは不可能でした。

コマンドラインオプション

unittest には以下のコマンドラインオプションがあります:

-b, --buffer

標準出力と標準エラーのストリームをテストの実行中にバッファします。テストが成功している間は結果の出力は破棄されます。テストの失敗やエラーの場合、出力は通常通り表示され、エラーメッセージに追加されます。

-c, --catch

Control-C を実行中のテストが終了するまで遅延させ、そこまでの結果を出力します。二回目の Control-C は、通常通り *KeyboardInterrupt* の例外を発生させます。

この機能の仕組みについては、シグナルハンドリング を参照してください。

-f, --failfast

初回のエラーもしくは失敗の時にテストを停止します。

-k

パターンや部分文字列にマッチするテストメソッドとテストクラスのみ実行します。このオプションは複数回使うことができ、その場合はすべてのパターンにマッチするテストケースが実行対象に含まれます。

ワイルドカード (*) を含むパターンは *fnmatch.fnmatchcase()* を使用してテスト名と照合され、それ以外の場合は単純な大文字と小文字を区別した部分文字列マッチングが使用されます。

パターンは、テストローダがインポートする時の完全修飾されたテストメソッド名と照合されます。

たとえば、`-k foo` は `foo_tests.SomeTest.test_something`, `bar_tests.SomeTest.test_foo` にマッチし、`bar_tests.FooTest.test_something` はマッチしません。

--locals

トレースバック内の局所変数を表示します。

--durations N

Show the N slowest test cases (N=0 for all).

Added in version 3.2: コマンドラインオプションの `-b`、`-c`、`-f` が追加されました。

Added in version 3.5: コマンドラインオプション `--locals`。

Added in version 3.7: コマンドラインオプション `-k`。

Added in version 3.12: The command-line option `--durations`.

コマンドラインによってテストディスカバリ、すなわちプロジェクトの全テストを実行したりサブセットのみを実行したりすることも出来ます。

26.5.3 テストディスカバリ

Added in version 3.2.

unittest はシンプルなテストディスカバリをサポートします。このテストディスカバリに対応するために、テストが定義された全ファイルは modules もしくは packages としてプロジェクトの最上位のディスカバリでインポート可能である必要があります (つまり、これらのファイルは identifiers として有効である必要があるということです)。

テストディスカバリは *TestLoader.discover()* で実装されていますが、コマンドラインから使う事も出来ます。その基本的な使い方は:

```
cd project_directory
python -m unittest discover
```

注釈: `python -m unittest` は `python -m unittest discover` と等価なショートカットです。テストディスカバリに引数を渡したい場合は、`discover` サブコマンドを明示的に使用しなければなりません。

`discover` サブコマンドには以下のオプションがあります:

-v, --verbose

詳細な出力

-s, --start-directory directory

ディスカバリを開始するディレクトリ (デフォルトは .)

-p, --pattern pattern

テストファイル名を識別するパターン (デフォルトは test*.py)

-t, --top-level-directory directory

プロジェクトの最上位のディスカバリのディレクトリ (デフォルトは開始のディレクトリ)

-s 、*-p* 、および *-t* オプションは、この順番であれば位置引数として渡す事ができます。以下の二つのコマンドは等価です:

```
python -m unittest discover -s project_directory -p "*_test.py"
python -m unittest discover project_directory "*_test.py"
```

パスと同様にパッケージ名を、例えば myproject.subpackage.test のように、開始ディレクトリとして渡すことができます。指定したパッケージ名はインポートされ、そのファイルシステム上の場所が開始ディレクトリとして使われます。

注意: テストディスカバリはインポートによりテストを読み込みます。一旦テストディスカバリが指定された開始ディレクトリから全テストファイルを見付けると、パスはインポートするパッケージ名に変換されます。例えば、foo/bar/baz.py は foo.bar.baz としてインポートされます。

グローバルにインストールされたパッケージがあり、それとは異なるコピーでディスカバリしようとしたとき、誤った場所からインポートが行われる **かもしれません**。その場合テストディスカバリは警告し、停止します。

ディレクトリのパスではなくパッケージ名を開始ディレクトリに指定した場合、ディスカバリはインポートするいずれの場所も意図した場所とするため、警告を受けないはずです。

テストモジュールとパッケージは、*load_tests* **プロトコル** によってテストのロードとディスカバリをカスタマイズすることができます。

バージョン 3.4 で変更: テストディスカバリは開始ディレクトリとして **名前空間パッケージ** をサポートします。トップレベルのディレクトリも指定する必要があることに注意してください (例えば python -m unittest discover -s root/namespace -t root)。

バージョン 3.11 で変更: *unittest* dropped the *namespace packages* support in Python 3.11. It has been broken since Python 3.7. Start directory and subdirectories containing tests must be regular package that have __init__.py file.

Directories containing start directory still can be a namespace package. In this case, you need to specify start directory as dotted package name, and target directory explicitly. For example:

```
# proj/  <-- current directory
#   namespace/
#     mypkg/
#       __init__.py
#       test_mypkg.py

python -m unittest discover -s namespace.mypkg -t .
```

26.5.4 テストコードの構成

ユニットテストの基本的な構成要素は、**テストケース** --- 設定され正しさのためにチェックされるべき単独のシナリオ --- です。*unittest* では、テストケースは *unittest.TestCase* クラスのインスタンスで表現されます。独自のテストケースを作成するには *TestCase* のサブクラスを記述するか、*FunctionTestCase* を使用しなければなりません。

TestCase インスタンスのテストコードは完全に独立していなければなりません。すなわち単独でか、他の様々なテストケースの任意の組み合わせのいずれかで実行可能でなければなりません。

最も単純な *TestCase* のサブクラスは、特定のテストコードを実行するためのテストメソッド (すなわち名前が `test` で始まるメソッド) を実装するだけで簡単に書くことができます:

```
import unittest

class DefaultWidgetSizeTestCase(unittest.TestCase):
    def test_default_widget_size(self):
        widget = Widget('The widget')
        self.assertEqual(widget.size(), (50, 50))
```

Note that in order to test something, we use one of the *assert* methods* provided by the *TestCase* base class. If the test fails, an exception will be raised with an explanatory message, and *unittest* will identify the test case as a *failure*. Any other exceptions will be treated as *errors*.

テストは多くなり、それらの設定は繰り返しになるかもしれません。幸いにも、*setUp()* メソッドを実装することで設定コードをくくり出すことができます。テストフレームワークは実行するテストごとに自動的に *setUp()* を呼びます:

```
import unittest

class WidgetTestCase(unittest.TestCase):
    def setUp(self):
        self.widget = Widget('The widget')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def test_default_widget_size(self):
        self.assertEqual(self.widget.size(), (50,50),
                         'incorrect default size')

    def test_widget_resize(self):
        self.widget.resize(100,150)
        self.assertEqual(self.widget.size(), (100,150),
                         'wrong size after resize')
```

注釈: いろいろなテストが実行される順序は、文字列の組み込みの順序でテストメソッド名をソートすることで決まります。

テスト中に *setUp()* メソッドで例外が発生した場合、フレームワークはそのテストに問題があるとみなし、そのテストメソッドは実行されません。

同様に、テストメソッド実行後に片付けをする *tearDown()* メソッドを提供出来ます:

```
import unittest

class WidgetTestCase(unittest.TestCase):
    def setUp(self):
        self.widget = Widget('The widget')

    def tearDown(self):
        self.widget.dispose()
```

setUp() が成功した場合、テストメソッドが成功したかどうかに関わらず *tearDown()* が実行されます。

そのようなテストコードのための作業環境は **テストフィクスチャ** *(test fixture)* と呼ばれます。新しい TestCase インスタンスはある単一のテストフィクスチャとして作成され、個々のテストメソッドを実行するのに使われます。従って、*setUp()*, *tearDown()*, `__init__()` は 1 回のテストにつき 1 回だけ呼び出されます。

テストケースの実装では、テストする機能に従ってテストをまとめるのをお勧めします。*unittest* はこのための機構、*unittest* の *TestSuite* クラスで表現される *test suite*、を提供します。たいていの場合 *unittest.main()* を呼び出しは正しい処理を行い、モジュールの全テストケースを集めて実行します。

しかし、テストスイートの構築をカスタマイズしたい場合、自分ですることができます:

```
def suite():
    suite = unittest.TestSuite()
    suite.addTest(WidgetTestCase('test_default_widget_size'))
    suite.addTest(WidgetTestCase('test_widget_resize'))
    return suite
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
if __name__ == '__main__':
    runner = unittest.TextTestRunner()
    runner.run(suite())
```

テストケースやテストコードの定義を (widget.py のような) テスト対象コードと同じモジュールに置くことが出来ますが、テストコードを (test_widget.py のような) 独立したモジュールに置くのには以下のような利点があります:

- テストモジュールだけをコマンドラインから独立に実行することができる。
- テストコードと出荷するコードをより簡単に分ける事ができる。
- 余程のことがない限り、テスト対象のコードに合わせてテストコードを変更することになりにくい。
- テストコードは、テスト対象コードほど頻繁に変更されない。
- テストコードをより簡単にリファクタリングすることができる。
- C で書いたモジュールのテストはどうせ独立したモジュールなのだから、同様にしない理由がない
- テストの方策を変更した場合でも、ソースコードを変更する必要がない。

26.5.5 既存テストコードの再利用

既存のテストコードが有るとき、このテストを *unittest* で実行しようとするために古いテスト関数をいちいち *TestCase* クラスのサブクラスに変換するのは大変です。

このような場合は、*unittest* では *TestCase* のサブクラスである *FunctionTestCase* クラスを使い、既存のテスト関数をラップします。初期設定と終了処理も行なえます。

以下のテストコードがあった場合:

```
def testSomething():
    something = makeSomething()
    assert something.name is not None
    # ...
```

オプションの set-up と tear-down メソッドを持った同等のテストケースインスタンスは次のように作成します:

```
testcase = unittest.FunctionTestCase(testSomething,
                                     setUp=makeSomethingDB,
                                     tearDown=deleteSomethingDB)
```

注釈: *FunctionTestCase* を使って既存のテストを *unittest* ベースのテスト体系に変換することができます

が、この方法は推奨されません。時間を掛けて *TestCase* のサブクラスに書き直した方が将来的なテストのリファクタリングが限りなく易しくなります。

既存のテストが *doctest* を使って書かれている場合もあるでしょう。その場合、*doctest* は DocTestSuite クラスを提供します。このクラスは、既存の *doctest* ベースのテストから、自動的に *unittest.TestSuite* のインスタンスを作成します。

26.5.6 テストのスキップと予期された失敗

Added in version 3.1.

unittest は特定のテストメソッドやテストクラス全体をスキップする仕組みを備えています。さらに、この機能はテスト結果を「予期された失敗 (expected failure)」とすることができ、テストが失敗しても *TestResult* の失敗数にはカウントされなくなります。

テストをスキップするには、*skip()* **デコレータ** かその条件付きバージョンの一つを使うか、*setUp()* やテストメソッドの中で *TestCase.skipTest()* を呼び出すか、あるいは直接 *SkipTest* を送出するだけです。

基本的なスキップは以下のようになります:

```
class MyTestCase(unittest.TestCase):

    @unittest.skip("demonstrating skipping")
    def test_nothing(self):
        self.fail("shouldn't happen")

    @unittest.skipIf(mylib.__version__ < (1, 3),
                     "not supported in this library version")
    def test_format(self):
        # Tests that work for only a certain version of the library.
        pass

    @unittest.skipUnless(sys.platform.startswith("win"), "requires Windows")
    def test_windows_support(self):
        # windows specific testing code
        pass

    def test_maybe_skipped(self):
        if not external_resource_available():
            self.skipTest("external resource not available")
        # test code that depends on the external resource
        pass
```

このサンプルを冗長モードで実行すると以下のように出力されます:

```
test_format (__main__.MyTestCase.test_format) ... skipped 'not supported in this library version'
test_nothing (__main__.MyTestCase.test_nothing) ... skipped 'demonstrating skipping'
test_maybe_skipped (__main__.MyTestCase.test_maybe_skipped) ... skipped 'external resource not␣
↪available'
test_windows_support (__main__.MyTestCase.test_windows_support) ... skipped 'requires Windows'

----------------------------------------------------------------------
Ran 4 tests in 0.005s

OK (skipped=4)
```

テストクラスは以下のようにメソッドをスキップすることができます:

```
@unittest.skip("showing class skipping")
class MySkippedTestCase(unittest.TestCase):
    def test_not_run(self):
        pass
```

TestCase.setUp() もスキップすることができます。この機能はセットアップの対象のリソースが使用不可能な時に便利です。

予期された失敗の機能を使用するには *expectedFailure()* デコレータを使います。

```
class ExpectedFailureTestCase(unittest.TestCase):
    @unittest.expectedFailure
    def test_fail(self):
        self.assertEqual(1, 0, "broken")
```

独自のスキップ用のデコレータの作成は簡単です。そのためには、独自のデコレータのスキップしたい時点で *skip()* を呼び出します。以下のデコレータはオブジェクトに指定した属性が無い場合にテストをスキップします:

```
def skipUnlessHasattr(obj, attr):
    if hasattr(obj, attr):
        return lambda func: func
    return unittest.skip("{!r} doesn't have {!r}".format(obj, attr))
```

以下のデコレータと例外はテストのスキップと予期された失敗を実装しています:

@unittest.skip(*reason*)

デコレートしたテストを無条件でスキップします。*reason* にはテストをスキップした理由を記載します。

@unittest.skipIf(*condition*, *reason*)

condition が真の場合、デコレートしたテストをスキップします。

@unittest.skipUnless(*condition*, *reason*)

condition が偽の場合、デコレートしたテストをスキップします。

@unittest.expectedFailure

失敗またはエラーが予測されるものとしてテストをマークします。テストが失敗するか (*test fixture* メソッドのいずれかではなく、) テスト関数そのものでエラーとなった場合に成功したとみなされます。テストが成功した場合は失敗とみなされます。

exception unittest.SkipTest(*reason*)

この例外はテストをスキップするために送出されます。

ふつうはこれを直接送出する代わりに *TestCase.skipTest()* やスキッピングデコレータの一つを使用出来ます。

スキップしたテストの前後では、*setUp()* および *tearDown()* は実行されません。同様に、スキップしたクラスの前後では、*setUpClass()* および *tearDownClass()* は実行されません。スキップしたモジュールの前後では、setUpModule() および tearDownModule() は実行されません。

26.5.7 サブテストを利用して繰り返しテストの区別を付ける

Added in version 3.4.

テストの間にとても小さな差異がある場合（例えばいくつかのパラメータなど)、unittest では *subTest()* コンテキストマネージャを使用してテストメソッドの内部でそれらを区別することができます。

例えば以下のテストは:

```
class NumbersTest(unittest.TestCase):

    def test_even(self):
        """
        Test that numbers between 0 and 5 are all even.
        """
        for i in range(0, 6):
            with self.subTest(i=i):
                self.assertEqual(i % 2, 0)
```

以下の出力をします:

```
======================================================================
FAIL: test_even (__main__.NumbersTest.test_even) (i=1)
Test that numbers between 0 and 5 are all even.
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "subtests.py", line 11, in test_even
    self.assertEqual(i % 2, 0)
    ^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^^
AssertionError: 1 != 0
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
======================================================================
FAIL: test_even (__main__.NumbersTest.test_even) (i=3)
Test that numbers between 0 and 5 are all even.
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "subtests.py", line 11, in test_even
    self.assertEqual(i % 2, 0)
    ~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
AssertionError: 1 != 0

======================================================================
FAIL: test_even (__main__.NumbersTest.test_even) (i=5)
Test that numbers between 0 and 5 are all even.
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "subtests.py", line 11, in test_even
    self.assertEqual(i % 2, 0)
    ~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~
AssertionError: 1 != 0
```

サブテスト無しの場合、最初の失敗で実行は停止し、`i` の値が表示されないためエラーの原因を突き止めるのは困難になります:

```
======================================================================
FAIL: test_even (__main__.NumbersTest.test_even)
----------------------------------------------------------------------
Traceback (most recent call last):
  File "subtests.py", line 32, in test_even
    self.assertEqual(i % 2, 0)
AssertionError: 1 != 0
```

26.5.8 クラスと関数

この節では、*unittest* モジュールの API の詳細について説明します。

テストクラス

class unittest.TestCase(*methodName='runTest'*)

TestCase クラスのインスタンスは、*unittest* の世界における論理的なテストの単位を示します。このクラスをベースクラスとして使用し、必要なテストを具象サブクラスに実装します。*TestCase* クラスでは、テストランナーがテストを実行するため のインターフェースと、各種の失敗をチェックしレポートするためのメソッドを実装しています。

TestCase の各インスタンスは *methodName* という名前の単一の基底メソッドを実行します。*TestCase* を使用する大半の場合 *methodName* を変更したりデフォルトの runTest() メソッドを再実装することはありません。

バージョン 3.2 で変更: *TestCase* が *methodName* を指定しなくてもインスタンス化できるようになりました。これにより対話的インタプリタから *TestCase* を簡単に試せるようになりました。

TestCase のインスタンスのメソッドは 3 種類のグループを提供します。1 つ目のグループはテストの実行で使用されます。2 つ目のグループは条件のチェックおよび失敗のレポートを行うテストの実装で使用されます。3 つ目のグループである問い合わせ用のメソッドによってテスト自身の情報が収集されます。

はじめのグループ (テスト実行) に含まれるメソッドは以下の通りです:

setUp()

テストフィクスチャの準備のために呼び出されるメソッドです。テストメソッドの直前に呼び出されます。このメソッドで *AssertionError* や *SkipTest* 以外の例外が発生した場合、テストの失敗ではなくエラーとされます。デフォルトの実装では何も行いません。

tearDown()

テストメソッドが実行され、結果が記録された直後に呼び出されるメソッドです。このメソッドはテストメソッドで例外が投げられても呼び出されます。そのため、サブクラスでこのメソッドを実装する場合は、内部状態を確認することが必要になるでしょう。このメソッドで *AssertionError* や *SkipTest* 以外の例外が発生した場合、テストの失敗とは別のエラーとみなされます (従って報告されるエラーの総数は増えます)。このメソッドは、テストの結果に関わらず *setUp()* が成功した場合にのみ呼ばれます。デフォルトの実装では何も行いません。

setUpClass()

個別のクラス内のテストが実行される前に呼び出されるクラスメソッドです。setUpClass はクラスを唯一の引数として取り、*classmethod()* でデコレートされていなければなりません:

```
@classmethod
def setUpClass(cls):
    ...
```

詳しくは **クラスとモジュールのフィクスチャ** を参照してください。

Added in version 3.2.

tearDownClass()

個別のクラス内のテストが実行された後に呼び出されるクラスメソッドです。tearDownClass はクラスを唯一の引数として取り、*classmethod()* でデコレートされていなければなりません:

```
@classmethod
def tearDownClass(cls):
    ...
```

詳しくは **クラスとモジュールのフィクスチャ** を参照してください。

Added in version 3.2.

run(*result=None*)

テストを実行し、テスト結果を *result* に指定された *TestResult* オブジェクトにまとめます。*result* が省略されるか None が渡された場合、(*defaultTestResult()* メソッドを呼んで) 一時的な結果オブジェクトを生成し、使用します。結果オブジェクトは *run()* の呼び出し元に返されます。

このメソッドは、単に *TestCase* インスタンスを呼び出した場合と同様に振る舞います。

バージョン 3.3 で変更: 以前のバージョンの run は結果オブジェクトを返しませんでした。また *TestCase* インスタンスを呼び出した場合も同様でした。

skipTest(*reason*)

テストメソッドや *setUp()* が現在のテストをスキップする間に呼ばれます。詳細については、**テストのスキップと予期された失敗** を参照してください。

Added in version 3.1.

subTest(*msg=None*, ***params*)

このメソッドを囲っているブロックをサブテストとして実行するコンテキストマネージャを返します。*msg* と *params* はサブテストが失敗したときに表示されるオプションの任意の値で、どんな値が使われたかを明確にするものです。

テストケースには subtest 宣言を幾らでも含めることができ、任意にネストすることができます。

詳細は **サブテストを利用して繰り返しテストの区別を付ける** を参照してください。

Added in version 3.4.

debug()

テスト結果を収集せずにテストを実行します。例外が呼び出し元に通知されます。また、テストをデバッガで実行することができます。

TestCase クラスは失敗の検査と報告を行う多くのメソッドを提供しています。以下の表は最も一般的に使われるメソッドを列挙しています (より多くのアサートメソッドについては表の下を見てください):

メソッド	確認事項	初出
assertEqual(a, b)	a == b	
assertNotEqual(a, b)	a != b	
assertTrue(x)	bool(x) is True	
assertFalse(x)	bool(x) is False	
assertIs(a, b)	a is b	3.1
assertIsNot(a, b)	a is not b	3.1
assertIsNone(x)	x is None	3.1
assertIsNotNone(x)	x is not None	3.1
assertIn(a, b)	a in b	3.1
assertNotIn(a, b)	a not in b	3.1
assertIsInstance(a, b)	isinstance(a, b)	3.2
assertNotIsInstance(a, b)	not isinstance(a, b)	3.2

全てのアサートメソッドは *msg* 引数を受け取り、指定された場合、失敗時のエラーメッセージとして使われます。(*longMessage* も参照してください)。*msg* キーワード引数は *assertRaises()* 、*assertRaisesRegex()* 、*assertWarns()* 、*assertWarnsRegex()* には、そのメソッドをコンテキストマネージャとして使った場合にのみ使えます。

assertEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

first と *second* が等しいことをテストします。両者が等しくない場合、テストは失敗です。

さらに、*first* と *second* が厳密に同じ型であり、list、tuple、dict、set、frozenset もしくは str のいずれか、またはサブクラスが *addTypeEqualityFunc()* に登録されている任意の型の場合、より有用なデフォルトのエラーメッセージを生成するために、その型特有の比較関数が呼ばれます (**型固有のメソッドの一覧** も参照してください)。

バージョン 3.1 で変更: 自動で型固有の比較関数が呼ばれるようになりました。

バージョン 3.2 で変更: 文字列比較のデフォルトの比較関数として *assertMultiLineEqual()* が追加されました。

assertNotEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

first と *second* が等しくないことをテストします。両者が等しい場合、テストは失敗です。

assertTrue(*expr*, *msg=None*)

assertFalse(*expr*, *msg=None*)

expr が真 (偽) であることをテストします。

このメソッドは、bool(expr) is True と等価であり、expr is True と等価ではないことに注意が必要です (後者のためには、assertIs(expr, True) が用意されています)。また、専用のメソッ

ドが使用できる場合には、そちらを使用してください (例えば `assertTrue(a == b)` の代わりに `assertEqual(a, b)` を使用してください)。そうすることにより、テスト失敗時のエラーメッセージを詳細に表示することができます。

assertIs(*first*, *second*, *msg=None*)

assertIsNot(*first*, *second*, *msg=None*)

first と *second* が同じオブジェクトであること (またはそうでないこと) をテストします。

Added in version 3.1.

assertIsNone(*expr*, *msg=None*)

assertIsNotNone(*expr*, *msg=None*)

expr が `None` であること (および、そうでないこと) をテストします。

Added in version 3.1.

assertIn(*member*, *container*, *msg=None*)

assertNotIn(*member*, *container*, *msg=None*)

member が *container* に含まれること (またはそうでないこと) をテストします。

Added in version 3.1.

assertIsInstance(*obj*, *cls*, *msg=None*)

assertNotIsInstance(*obj*, *cls*, *msg=None*)

obj が *cls* のインスタンスであること (あるいはそうでないこと) をテストします (この *cls* は、*isinstance()* が扱うことのできる、クラスもしくはクラスのタプルである必要があります)。正確な型をチェックするためには、*assertIs(type(obj), cls)* を使用してください。

Added in version 3.2.

以下のメソッドを使用して例外、警告、およびログメッセージの発生を確認することが出来ます:

メソッド	確認事項	初出
*assertRaises(exc, fun, *args, **kwds)*	`fun(*args, **kwds)` が *exc* を送出する	
*assertRaisesRegex(exc, r, fun, *args, **kwds)*	`fun(*args, **kwds)` が *exc* を送出してメッセージが正規表現 *r* とマッチする	3.1
*assertWarns(warn, fun, *args, **kwds)*	`fun(*args, **kwds)` が *warn* を送出する	3.2
*assertWarnsRegex(warn, r, fun, *args, **kwds)*	`fun(*args, **kwds)` が *warn* を送出してメッセージが正規表現 *r* とマッチする	3.2
assertLogs(logger, level)	`with` ブロックが最低 *level* で *logger* を使用する	3.4
assertNoLogs(logger, level)	The `with` block does not log on *logger* with minimum *level*	3.10

assertRaises(*exception*, *callable*, **args*, ***kwds*)

assertRaises(*exception*, ***, *msg=None*)

callable を呼び出した時に例外が発生することをテストします。*assertRaises()* で指定した位置パラメータとキーワードパラメータを該当メソッドに渡します。*exception* が送出された場合、テストは成功です。また、他の例外が投げられた場合はエラー、例外が送出されなかった場合は失敗になります。複数の例外をキャッチする場合には、例外クラスのタプルを *exception* に指定してください。

exception 引数のみ（またはそれに加えて *msg* 引数）が渡された場合には、コンテキストマネージャが返されます。これにより関数名を渡す形式ではなく、インラインでテスト対象のコードを書くことができます:

```
with self.assertRaises(SomeException):
    do_something()
```

コンテキストマネージャとして使われたときは、*assertRaises()* は加えて *msg* キーワード引数も受け付けます。

このコンテキストマネージャは `exception` で指定されたオブジェクトを格納します。これにより、例外発生時の詳細な確認をおこなうことができます:

```
with self.assertRaises(SomeException) as cm:
    do_something()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
the_exception = cm.exception
self.assertEqual(the_exception.error_code, 3)
```

バージョン 3.1 で変更: *assertRaises()* がコンテキストマネージャとして使えるようになりました。

バージョン 3.2 で変更: exception 属性が追加されました。

バージョン 3.3 で変更: コンテキストマネージャとして使用したときに *msg* キーワード引数が追加されました。

assertRaisesRegex(*exception*, *regex*, *callable*, **args*, ***kwds*)

assertRaisesRegex(*exception*, *regex*, ***, *msg=None*)

assertRaises() と同等ですが、例外の文字列表現が *regex* にマッチすることもテストします。*regex* は正規表現オブジェクトか、*re.search()* が扱える正規表現が書かれた文字列である必要があります。例えば以下のようになります:

```
self.assertRaisesRegex(ValueError, "invalid literal for.*XYZ'$",
                       int, 'XYZ')
```

もしくは:

```
with self.assertRaisesRegex(ValueError, 'literal'):
   int('XYZ')
```

Added in version 3.1: assertRaisesRegexp という名前で追加されました。

バージョン 3.2 で変更: *assertRaisesRegex()* にリネームされました。

バージョン 3.3 で変更: コンテキストマネージャとして使用したときに *msg* キーワード引数が追加されました。

assertWarns(*warning*, *callable*, **args*, ***kwds*)

assertWarns(*warning*, ***, *msg=None*)

callable を呼び出した時に警告が発生することをテストします。*assertWarns()* で指定した位置パラメータとキーワードパラメータを該当メソッドに渡します。*warning* が発生した場合にテストが成功し、そうでなければ失敗になります。例外が送出された場合はエラーになります。複数の警告を捕捉する場合には、警告クラスのタプルを *warnings* に指定してください。

warning 引数のみ（またはそれに加えて *msg* 引数）が渡された場合には、コンテキストマネージャが返されます。これにより関数名を渡す形式ではなく、インラインでテスト対象のコードを書くことができます:

```
with self.assertWarns(SomeWarning):
    do_something()
```

コンテキストマネージャとして使われたときは、*assertWarns()* は加えて *msg* キーワード引数も受け付けます。

このコンテキストマネージャは、捕捉した警告オブジェクトを `warning` 属性に、警告が発生したソース行を `filename` 属性と `lineno` 属性に格納します。これは警告発生時に捕捉された警告に対して追加の確認を行いたい場合に便利です:

```
with self.assertWarns(SomeWarning) as cm:
    do_something()

self.assertIn('myfile.py', cm.filename)
self.assertEqual(320, cm.lineno)
```

このメソッドは呼び出されたときに警告フィルタを無視して動作します。

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: コンテキストマネージャとして使用したときに *msg* キーワード引数が追加されました。

assertWarnsRegex(*warning*, *regex*, *callable*, **args*, ***kwds*)

assertWarnsRegex(*warning*, *regex*, ***, *msg=None*)

assertWarns() と同等ですが、警告メッセージが *regex* にマッチすることもテストします。*regex* は正規表現オブジェクトか、*re.search()* が扱える正規表現が書かれた文字列である必要があります。例えば以下のようになります:

```
self.assertWarnsRegex(DeprecationWarning,
                      r'legacy_function\(\) is deprecated',
                      legacy_function, 'XYZ')
```

もしくは:

```
with self.assertWarnsRegex(RuntimeWarning, 'unsafe frobnicating'):
    frobnicate('/etc/passwd')
```

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: コンテキストマネージャとして使用したときに *msg* キーワード引数が追加されました。

assertLogs(*logger=None*, *level=None*)

logger かその子ロガーのうちの 1 つに、少なくとも 1 つのログメッセージが少なくとも与えられた

level で出力されることをテストするコンテキストマネージャです。

If given, *logger* should be a *logging.Logger* object or a *str* giving the name of a logger. The default is the root logger, which will catch all messages that were not blocked by a non-propagating descendent logger.

If given, *level* should be either a numeric logging level or its string equivalent (for example either "ERROR" or *logging.ERROR*). The default is *logging.INFO*.

with ブロック内で出たメッセージの少なくとも一つが *logger* および *level* 条件に合っている場合、このテストをパスします。それ以外の場合は失敗です。

コンテキストマネージャから返されるオブジェクトは、条件に該当するログメッセージを追跡し続ける記録のためのヘルパーです。このオブジェクトには 2 つの属性があります:

records

該当するログメッセージを表す *logging.LogRecord* オブジェクトのリスト。

output

該当するメッセージ出力をフォーマットした *str* オブジェクトのリスト。

以下はプログラム例です:

```
with self.assertLogs('foo', level='INFO') as cm:
    logging.getLogger('foo').info('first message')
    logging.getLogger('foo.bar').error('second message')
self.assertEqual(cm.output, ['INFO:foo:first message',
                             'ERROR:foo.bar:second message'])
```

Added in version 3.4.

assertNoLogs(*logger=None*, *level=None*)

A context manager to test that no messages are logged on the *logger* or one of its children, with at least the given *level*.

logger が与えられた場合、*logging.Logger* オブジェクトもしくはロガーの名前である *str* であるべきです。デフォルトはルートロガーで、これは全てのメッセージを掴まえます。

If given, *level* should be either a numeric logging level or its string equivalent (for example either "ERROR" or *logging.ERROR*). The default is *logging.INFO*.

assertLogs() と異なり、このコンテキストマネージャは何も返しません。

Added in version 3.10.

より具体的な確認を行うために以下のメソッドが用意されています:

メソッド	確認事項	初出
assertAlmostEqual(a, b)	`round(a-b, 7) == 0`	
assertNotAlmostEqual(a, b)	`round(a-b, 7) != 0`	
assertGreater(a, b)	`a > b`	3.1
assertGreaterEqual(a, b)	`a >= b`	3.1
assertLess(a, b)	`a < b`	3.1
assertLessEqual(a, b)	`a <= b`	3.1
assertRegex(s, r)	`r.search(s)`	3.1
assertNotRegex(s, r)	`not r.search(s)`	3.2
assertCountEqual(a, b)	*a* と *b* に、順番によらず同じ要素が同じ数だけある。	3.2

assertAlmostEqual(*first*, *second*, *places=7*, *msg=None*, *delta=None*)

assertNotAlmostEqual(*first*, *second*, *places=7*, *msg=None*, *delta=None*)

first と *second* が近似的に等しい (等しくない) ことをテストします。これは、*places* (デフォルト 7) で指定した小数位で丸めた差分をゼロと比較することで行われます。これらのメソッドは (*round()* と同様に) **小数位** を指定するのであって、**有効桁数** を指定するのではないことに注意してください。

places の代わりに *delta* が渡された場合には、*first* と *second* の差分が *delta* 以下 (以上) であることをテストします。

delta と *places* の両方が指定された場合は *TypeError* が送出されます。

バージョン 3.2 で変更: *assertAlmostEqual()* は、オブジェクトが等しい場合には自動で近似的に等しいとみなすようになりました。*assertNotAlmostEqual()* は、オブジェクトが等しい場合には自動的に失敗するようになりました。*delta* 引数が追加されました。

assertGreater(*first*, *second*, *msg=None*)

assertGreaterEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

assertLess(*first*, *second*, *msg=None*)

assertLessEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

first が *second* と比べて、メソッド名に対応して >, >=, < もしくは <= であることをテストします。そうでない場合はテストは失敗です:

```
>>> self.assertGreaterEqual(3, 4)
AssertionError: "3" unexpectedly not greater than or equal to "4"
```

Added in version 3.1.

assertRegex(*text*, *regex*, *msg=None*)

assertNotRegex(*text*, *regex*, *msg=None*)

regex の検索が *text* とマッチする (またはマッチしない) ことをテストします。テスト失敗時には、エラーメッセージにパターンと *text* が表示されます（もしくは、パターンと意図しないかたちでマッチした *text* の一部が表示されます)。*regex* は正規表現オブジェクトか、*re.search()* が扱える正規表現が書かれた文字列である必要があります。

Added in version 3.1: `assertRegexpMatches` という名前で追加されました。

バージョン 3.2 で変更: メソッド `assertRegexpMatches()` は *assertRegex()* にリネームされました。

Added in version 3.2: *assertNotRegex()*。

assertCountEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

シーケンス *first* が *second* と同じ要素を含んでいることをテストします。要素の順序はテスト結果に影響しません。要素が含まれていない場合には、シーケンスの差分がエラーメッセージとして表示されます。

first と *second* の比較では、重複した要素は無視 **されません**。両者に同じ数の要素が含まれていることを検証します。このメソッドは `assertEqual(Counter(list(first)), Counter(list(second)))` と同等に振る舞うことに加えて、ハッシュ化できないオブジェクトのシーケンスでも動作します。

Added in version 3.2.

assertEqual() メソッドは、同じ型のオブジェクトの等価性確認のために、型ごとに特有のメソッドにディスパッチします。これらのメソッドは、ほとんどの組み込み型用のメソッドは既に実装されています。さらに、*addTypeEqualityFunc()* を使う事で新たなメソッドを登録することができます:

addTypeEqualityFunc(*typeobj*, *function*)

assertEqual() で呼び出される型特有のメソッドを登録します。登録するメソッドは、比較する 2 つのオブジェクトの型が厳密に *typeobj* と同じ (サブクラスでもいけません) の場合に等価性を確認します。*function* は *assertEqual()* と同様に、2 つの位置引数と、3 番目に msg=None のキーワード引数を取れる必要があります。このメソッドは、始めの 2 つに指定したパラメータ間の差分を検出した時に *self.failureException(msg)* の例外を投げる必要があります。この例外を投げる際は、出来る限り、エラーの内容が分かる有用な情報と差分の詳細をエラーメッセージに含めてください。

Added in version 3.1.

assertEqual() が自動的に呼び出す型特有のメソッドの概要を以下の表示に記載しています。これらのメソッドは通常は直接呼び出す必要がないことに注意が必要です。

メソッド	比較の対象	初出
assertMultiLineEqual(a, b)	文字列	3.1
assertSequenceEqual(a, b)	シーケンス	3.1
assertListEqual(a, b)	リスト	3.1
assertTupleEqual(a, b)	タプル	3.1
assertSetEqual(a, b)	set または frozenset	3.1
assertDictEqual(a, b)	辞書	3.1

assertMultiLineEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

複数行の文字列 *first* が文字列 *second* と等しいことをテストします。等しくない場合には、両者の差分がハイライトされてエラーメッセージに表示されます。このメソッドは、デフォルトで、*assertEqual()* が string を比較するときに自動的に使用します。

Added in version 3.1.

assertSequenceEqual(*first*, *second*, *msg=None*, *seq_type=None*)

2 つのシーケンスが等しいことをテストします。*seq_type* が指定された場合、*first* と *second* が *seq_type* のインスタンスで無い場合にはテストが失敗します。シーケンスどうしが異なる場合には、両者の差分がエラーメッセージに表示されます。

このメソッドは直接 *assertEqual()* からは呼ばれませんが、*assertListEqual()* と *assertTupleEqual()* の実装で使われています。

Added in version 3.1.

assertListEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

assertTupleEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

2 つのリストまたはタプルが等しいかどうかをテストします。等しくない場合には、両者の差分を表示します。2 つのパラメータの型が異なる場合にはテストがエラーになります。このメソッドは、デフォルトで、*assertEqual()* が list または tuple を比較するときに自動的に使用します。

Added in version 3.1.

assertSetEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

2 つのセットが等しいかどうかをテストします。等しくない場合には、両者の差分を表示します。このメソッドは、デフォルトで、*assertEqual()* が set もしくは frozenset を比較するときに自動的に使用します。

first or *second* のいずれかに `set.difference()` が無い場合にはテストは失敗します。

Added in version 3.1.

assertDictEqual(*first*, *second*, *msg=None*)

2 つの辞書が等しいかどうかをテストします。等しくない場合には、両者の差分を表示します。このメソッドは、デフォルトで、*assertEqual()* が dict を比較するときに自動的に使用します。

Added in version 3.1.

最後に、*TestCase* の残りのメソッドと属性を紹介します:

fail(*msg=None*)

無条件にテストを失敗させます。エラーメッセージの表示に、*msg* または None が使われます。

failureException

test() メソッドが送出する例外を指定するクラス属性です。例えばテストフレームワークで追加情報を付した特殊な例外が必要になる場合、この例外のサブクラスとして作成します。この属性の初期値は *AssertionError* です。

longMessage

このクラス属性は、失敗した assertXYY の呼び出しで独自の失敗時のメッセージが msg 引数として渡されていたときにどうするかを決定します。True がデフォルト値です。この場合、標準の失敗時のメッセージの後に独自のメッセージが追記されます。False に設定したときは、標準のメッセージを独自のメッセージで置き換えます。

アサートメソッドを呼び出す前に、個別のテストメソッドの中でインスタンス属性 self.longMessage を True または False に設定して、この設定を上書きできます。

このクラスの設定はそれぞれのテストを呼び出す前にリセットされます。

Added in version 3.1.

maxDiff

この属性は、アサーションメソッドが失敗をレポートする時に表示する差分の長さをコントロールします。デフォルトは 80*8 文字です。この属性が影響するメソッドは、*assertSequenceEqual()* (およびこのメソッドに委譲するシーケンス比較メソッド)、*assertDictEqual()* と *assertMultiLineEqual()* です。

maxDiff を None に設定すると差分表示の上限がなくなります。

Added in version 3.2.

テストフレームワークは、テスト情報を収集するために以下のメソッドを使用します:

countTestCases()

テストオブジェクトに含まれるテストの数を返します。*TestCase* インスタンスは常に 1 を返します。

defaultTestResult()

このテストケースクラスで使われるテスト結果クラスのインスタンスを (もし *run()* メソッドに他の結果インスタンスが提供されないならば) 返します。

TestCase インスタンスに対しては、いつも *TestResult* のインスタンスですので、*TestCase* のサブクラスでは必要に応じてこのメソッドをオーバライドしてください。

id()

テストケースを特定する文字列を返します。通常、*id* はモジュール名・クラス名を含む、テストメソッドのフルネームを指定します。

shortDescription()

テストの説明を一行分、または説明がない場合には None を返します。デフォルトでは、テストメソッドの docstring の先頭の一行、または None を返します。

バージョン 3.1 で変更: 3.1 で docstring があったとしても、返される短い説明文字列にテスト名が付けられるようになりました。この変更によって unittest 拡張に互換性の問題が発生し、Python 3.2 でテスト名が追加される場所は *TextTestResult* へ移動しました。

addCleanup(*function*, */*, **args*, ***kwargs*)

tearDown() の後に呼び出される関数を追加します。この関数はリソースのクリーンアップのために使用します。追加された関数は、追加された順と逆の順番で呼び出されます（LIFO)。*addCleanup()* に渡された引数とキーワード引数が追加された関数にも渡されます。

setUp() が失敗した場合、つまり *tearDown()* が呼ばれなかった場合でも、追加されたクリーンアップ関数は呼び出されます。

Added in version 3.1.

enterContext(*cm*)

Enter the supplied *context manager*. If successful, also add its **__exit__()** method as a cleanup function by *addCleanup()* and return the result of the **__enter__()** method.

Added in version 3.11.

doCleanups()

このメソッドは、*tearDown()* の後、もしくは、*setUp()* が例外を投げた場合は *setUp()* の後に、無条件で呼ばれます。

このメソッドは、*addCleanup()* で追加された関数を呼び出す責務を担います。もし、クリーンアップ関数を *tearDown()* より前に呼び出す必要がある場合には、*doCleanups()* を明示的に呼び出してください。

doCleanups() は、どこで呼び出されても、クリーンアップ関数をスタックから削除して実行します。

Added in version 3.1.

classmethod addClassCleanup(*function*, */*, **args*, ***kwargs*)

tearDownClass() の後に呼び出される関数を追加します。この関数はリソースのクリーンアップのために使用します。追加された関数は、追加された順と逆の順番で呼び出されます（LIFO）。*addClassCleanup()* に渡された引数とキーワード引数が追加された関数にも渡されます。

setUpClass() が失敗した場合、つまり *tearDownClass()* が呼ばれなかった場合でも、追加されたクリーンアップ関数は呼び出されます。

Added in version 3.8.

classmethod enterClassContext(*cm*)

Enter the supplied *context manager*. If successful, also add its `__exit__()` method as a cleanup function by *addClassCleanup()* and return the result of the `__enter__()` method.

Added in version 3.11.

classmethod doClassCleanups()

このメソッドは、*tearDownClass()* の後、もしくは、*setUpClass()* が例外を投げた場合は *setUpClass()* の後に、無条件で呼ばれます。

このメソッドは、*addClassCleanup()* で追加された関数を呼び出す責務を担います。もし、クリーンアップ関数を *tearDownClass()* より前に呼び出す必要がある場合には、*doClassCleanups()* を明示的に呼び出してください。

doClassCleanups() は、どこで呼び出されても、クリーンアップ関数をスタックから削除して実行します。

Added in version 3.8.

class unittest.IsolatedAsyncioTestCase(*methodName='runTest'*)

このクラスは *TestCase* と似た API を提供し、テスト関数としてコルーチンも許容します。

Added in version 3.8.

loop_factory

The *loop_factory* passed to *asyncio.Runner*. Override in subclasses with *asyncio.EventLoop* to avoid using the asyncio policy system.

Added in version 3.13.

coroutine asyncSetUp()

テストフィクスチャを用意するために呼び出されるメソッドです。これは `setUp()`. の後に呼び出されます。これはテストメソッドを呼び出す直前に呼び出されます。*AssertionError* と *SkipTest* を除いて、このメソッドのによって送出されたあらゆる例外はテストの失敗ではなくエラーとみなされます。デフォルトの実装では何もしません。

coroutine asyncTearDown()

テストメソッドが呼び出され、その結果が記録された直後に呼び出されるメソッドです。これは `tearDown()` の前に呼び出されます。これはテストメソッドが例外を送出した場合でも呼び出されるので、サブクラスの実装では内部状態のチェックに特に気を付ける必要があります。このメソッドで送出された *AssertionError* と *SkipTest* 以外の例外は、テストの失敗ではなく追加のエラーとみなされます (そのため、報告されるエラーの総数が増えることになります)。このメソッドはテストメソッドの結果に関係なく、*asyncSetUp()* が成功した場合にのみ呼び出されます。デフォルトの実装では何もしません。

addAsyncCleanup(*function*, */*, **args*, ***kwargs*)

このメソッドはクリーンアップ関数として使用できるコルーチンを受け入れます。

coroutine enterAsyncContext(*cm*)

Enter the supplied *asynchronous context manager*. If successful, also add its `__aexit__()` method as a cleanup function by *addAsyncCleanup()* and return the result of the `__aenter__()` method.

Added in version 3.11.

run(*result=None*)

テストを実行するための新しいイベントループを作成し、*result**として渡された *:class:‘TestResult‘* オブジェクトに結果を収集します。**result* が省略された場合や `None` の場合は、一時的な result オブジェクトが (`defaultTestResult()` メソッドの呼び出しによって) 作成され、使用されます。この result オブジェクトは *run()* の呼び出し元に返されます。テスト終了時には、イベントループ内のすべてのタスクがキャンセルされます。

順番を示す例です:

```
from unittest import IsolatedAsyncioTestCase

events = []


class Test(IsolatedAsyncioTestCase):


    def setUp(self):
        events.append("setUp")

    async def asyncSetUp(self):
        self._async_connection = await AsyncConnection()
        events.append("asyncSetUp")

    async def test_response(self):
        events.append("test_response")
        response = await self._async_connection.get("https://example.com")
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        self.assertEqual(response.status_code, 200)
        self.addAsyncCleanup(self.on_cleanup)

    def tearDown(self):
        events.append("tearDown")

    async def asyncTearDown(self):
        await self._async_connection.close()
        events.append("asyncTearDown")

    async def on_cleanup(self):
        events.append("cleanup")

if __name__ == "__main__":
    unittest.main()
```

テスト実行後、events には ["setUp", "asyncSetUp", "test_response", "asyncTearDown", "tearDown", "cleanup"] が含まれます。

class unittest.FunctionTestCase(*testFunc*, *setUp=None*, *tearDown=None*, *description=None*)

このクラスでは *TestCase* インターフェースの内、テストランナーがテストを実行するためのインターフェースだけを実装しており、テスト結果のチェックやレポートに関するメソッドは実装していません。既存のテストコードを *unittest* によるテストフレームワークに組み込むために使用します。

テストのグループ化

class unittest.TestSuite(*tests=()*)

このクラスは、個々のテストケースやテストスイートの集合を表現しています。通常のテストケースと同じようにテストランナーで実行するためのインターフェースを備えています。*TestSuite* インスタンスを実行することはスイートをイテレートして得られる個々のテストを実行することと同じです。

引数 *tests* が指定された場合、それはテストケースに亘る繰り返し可能オブジェクトまたは内部でスイートを組み立てるための他のテストスイートでなければなりません。後からテストケースやスイートをコレクションに付け加えるためのメソッドも提供されています。

TestSuite は *TestCase* オブジェクトのように振る舞います。違いは、スイートにはテストを実装しない点にあります。代わりに、テストをまとめてグループ化して、同時に実行します。*TestSuite* のインスタンスにテスト追加するためのメソッドが用意されています:

addTest(*test*)

TestCase 又は *TestSuite* のインスタンスをスイートに追加します。

addTests(*tests*)

イテラブル *tests* に含まれる全ての *TestCase* 又は *TestSuite* のインスタンスをスイートに追加し

ます。

このメソッドは *tests* 上のイテレーションをしながらそれぞれの要素に *addTest()* を呼び出すのと等価です。

TestSuite クラスは *TestCase* と以下のメソッドを共有します:

run(*result*)

スイート内のテストを実行し、結果を *result* で指定した結果オブジェクトに収集します。*TestCase.run()* と異なり、*TestSuite.run()* では必ず結果オブジェクトを指定する必要があります。

debug()

このスイートに関連づけられたテストを結果を収集せずに実行します。これによりテストで送出された例外は呼び出し元に伝わるようになり、デバッガの下でのテスト実行をサポートできるようになります。

countTestCases()

このテストオブジェクトによって表現されるテストの数を返します。これには個別のテストと下位のスイートも含まれます。

__iter__()

Tests grouped by a *TestSuite* are always accessed by iteration. Subclasses can lazily provide tests by overriding `__iter__()`. Note that this method may be called several times on a single suite (for example when counting tests or comparing for equality) so the tests returned by repeated iterations before *TestSuite.run()* must be the same for each call iteration. After *TestSuite.run()*, callers should not rely on the tests returned by this method unless the caller uses a subclass that overrides `TestSuite._removeTestAtIndex()` to preserve test references.

バージョン 3.2 で変更: In earlier versions the *TestSuite* accessed tests directly rather than through iteration, so overriding `__iter__()` wasn't sufficient for providing tests.

バージョン 3.4 で変更: 以前のバージョンでは、*TestSuite.run()* の実行後は *TestSuite* が各 *TestCase* への参照を保持していました。サブクラスで `TestSuite._removeTestAtIndex()` をオーバーライドすることでこの振る舞いを復元できます。

通常、*TestSuite* の *run()* メソッドは `TestRunner` が起動するため、ユーザが直接実行する必要はありません。

テストのロードと起動

class unittest.TestLoader

TestLoader クラスはクラスとモジュールからテストスイートを生成します。通常、このクラスのインスタンスを明示的に生成する必要はありません。*unittest* モジュールの *unittest.defaultTestLoader* を共用インスタンスとして使用することができます。しかし、このクラスのサブクラスやインスタンスで、属性をカスタマイズすることができます。

TestLoader オブジェクトには以下の属性があります:

errors

テストの読み込み中に起きた致命的でないエラーのリストです。どの時点でもローダーからリセットされることはありません。致命的なエラーは適切なメソッドが例外を送出して、呼び出し元に通知します。致命的でないエラーも、実行したときのエラーを総合テストが通知してくれます。

Added in version 3.5.

TestLoader のオブジェクトには以下のメソッドがあります:

loadTestsFromTestCase(*testCaseClass*)

TestCase の派生クラス testCaseClass に含まれる全テストケースのスイートを返します。

getTestCaseNames() で指定されたメソッドに対し、テストケースインスタンスが作成されます。デフォルトでは test で始まる名前のメソッド群です。*getTestCaseNames()* がメソッド名を返さなかったが、runTest() メソッドが実装されている場合は、そのメソッドに対するテストケースが代わりに作成されます。

loadTestsFromModule(*module*, *, *pattern=None*)

指定したモジュールに含まれる全テストケースのスイートを返します。このメソッドは *module* 内の *TestCase* 派生クラスを検索し、見つかったクラスのテストメソッドごとにクラスのインスタンスを作成します。

注釈: *TestCase* クラスを基底クラスとしてクラス階層を構築するとテストフィクスチャや補助的な関数をうまく共用することができますが、基底クラスに直接インスタンス化できないテストメソッドがあると、この loadTestsFromModule() を使うことができません。この場合でも、fixture が全て別々で定義がサブクラスにある場合は使用することができます。

モジュールが load_tests 関数を用意している場合、この関数がテストの読み込みに使われます。これによりテストの読み込み処理がカスタマイズできます。これが *load_tests* **プロトコル** です。*pattern* 引数は load_tests に第 3 引数として渡されます。

バージョン 3.2 で変更: load_tests のサポートが追加されました。

バージョン 3.5 で変更: Support for a keyword-only argument *pattern* has been added.

バージョン 3.12 で変更: The undocumented and unofficial *use_load_tests* parameter has been removed.

loadTestsFromName(*name*, *module=None*)

文字列で指定される全テストケースを含むスイートを返します。

name には ” ドット修飾名” でモジュールかテストケースクラス、テストケースクラス内のメソッド、*TestSuite* インスタンスまたは *TestCase* か *TestSuite* のインスタンスを返す呼び出し可能オブジェクトを指定します。このチェックはここで挙げた順番に行なわれます。すなわち、候補テストケースクラス内のメソッドは「呼び出し可能オブジェクト」としてではなく「テストケースクラス内のメソッド」として拾い出されます。

例えば SampleTests モジュールに *TestCase* から派生した SampleTestCase クラスがあり、SampleTestCase にはテストメソッド test_one() ・ test_two() ・ test_three() があるとします。この場合、*name* に 'SampleTests.SampleTestCase' と指定すると、SampleTestCase の三つのテストメソッドを実行するテストスイートが作成されます。'SampleTests.SampleTestCase.test_two' と指定すれば、test_two() だけを実行するテストスイートが作成されます。インポートされていないモジュールやパッケージ名を含んだ名前を指定した場合は自動的にインポートされます。

また、*module* を指定した場合、*module* 内の *name* を取得します。

バージョン 3.5 で変更: *name* を巡回している間に *ImportError* か *AttributeError* が発生した場合、実行するとその例外を発生させるようなテストを合成して返します。それらのエラーは self.errors に集められます。

loadTestsFromNames(*names*, *module=None*)

loadTestsFromName() と同じですが、名前を一つだけ指定するのではなく、複数の名前のシーケンスを指定する事ができます。戻り値は *names* 中の名前で指定されるテスト全てを含むテストスイートです。

getTestCaseNames(*testCaseClass*)

testCaseClass 中の全てのメソッド名を含むソート済みシーケンスを返します。*testCaseClass* は *TestCase* のサブクラスでなければなりません。

discover(*start_dir*, *pattern='test*.py'*, *top_level_dir=None*)

指定された開始ディレクトリからサブディレクトリに再帰することですべてのテストモジュールを検索し、それらを含む TestSuite オブジェクトを返します。*pattern* にマッチしたテストファイルだけがロードの対象になります。(シェルスタイルのパターンマッチングが使われます)。その中で、インポート可能なもジュール (つまり Python の識別子として有効であるということです) がロードされます。

All test modules must be importable from the top level of the project. If the start directory is not the top level directory then *top_level_dir* must be specified separately.

シンタックスエラーなどでモジュールのインポートに失敗した場合、エラーが記録され、ディスカバリ自体は続けられます。import の失敗が *SkipTest* 例外が発生したためだった場合は、そのモジュールはエラーではなく skip として記録されます。

パッケージ (`__init__.py` という名前のファイルがあるディレクトリ) が見付かった場合、そのパッケージに `load_tests` 関数があるかをチェックします。関数があった場合、次に `package.load_tests(loader, tests, pattern)` が呼ばれます。テストの検索の実行では、たとえ load_tests 関数自身が `loader.discover` を呼んだとしても、パッケージのチェックは 1 回のみとなることが保証されています。

`load_tests` が存在して、ディスカバリがパッケージ内を再帰的な検索を続けている途中で **ない** 場合、`load_tests` はそのパッケージ内の全てのテストをロードする責務を担います。

The pattern is deliberately not stored as a loader attribute so that packages can continue discovery themselves.

top_level_dir is stored internally, and used as a default to any nested calls to `discover()`. That is, if a package's `load_tests` calls `loader.discover()`, it does not need to pass this argument.

start_dir はドット付のモジュール名でもディレクトリでも構いません。

Added in version 3.2.

バージョン 3.4 で変更: インポート時に *SkipTest* を送出するモジュールはエラーではなくスキップとして記録されます。

バージョン 3.4 で変更: *start_dir* に **名前空間パッケージ** を指定できます。

バージョン 3.4 で変更: ファイルシステムの順序がファイル名に従わないとしても実行順序が一定になるように、パスはインポートする前にソートされます。

バージョン 3.5 で変更: パッケージ名がデフォルトのパターンに適合するのは不可能なので、パスが *pattern* に適合するかどうかに関係無く、見付けたパッケージに `load_tests` があるかをチェックするようになりました。

バージョン 3.11 で変更: *start_dir* can not be a *namespace packages*. It has been broken since Python 3.7 and Python 3.11 officially remove it.

バージョン 3.13 で変更: *top_level_dir* is only stored for the duration of *discover* call.

以下の属性は、サブクラス化またはインスタンスの属性値を変更して *TestLoader* をカスタマイズする場合に使用します:

`testMethodPrefix`

テストメソッドの名前と判断されるメソッド名の接頭語を示す文字列。デフォルト値は `'test'` です。

This affects *getTestCaseNames()* and all the `loadTestsFrom*` methods.

sortTestMethodsUsing

Function to be used to compare method names when sorting them in *getTestCaseNames()* and all the `loadTestsFrom*` methods.

suiteClass

テストのリストからテストスイートを構築する呼び出し可能オブジェクト。メソッドを持つ必要はありません。デフォルト値は *TestSuite* です。

This affects all the `loadTestsFrom*` methods.

testNamePatterns

テストメソッドがテストスイートに含まれるためにマッチしなければならない Unix シェルスタイルのワイルドカードテスト名パターンのリストです (`-k` オプションを参照)。

この属性が `None` (デフォルト) でない場合、テストスイートに含まれるすべてのテストメソッドはこのリストのパターンのいずれかにマッチしていなければなりません。マッチは常に *fnmatch.fnmatchcase()* を使用して実行されるため、`-k` オプションに渡されるパターンとは異なり、単純な部分文字列パターンは `*` ワイルドカードを使用して変換する必要があることに注意してください。

This affects all the `loadTestsFrom*` methods.

Added in version 3.7.

class unittest.TestResult

このクラスはどのテストが成功しどのテストが失敗したかという情報を収集するのに使います。

TestResult は、複数のテスト結果を記録します。*TestCase* クラスと *TestSuite* クラスのテスト結果を正しく記録しますので、テスト開発者が独自にテスト結果を管理する処理を開発する必要はありません。

unittest を利用したテストフレームワークでは、`TestRunner.run()` が返す *TestResult* インスタンスを参照し、テスト結果をレポートします。

TestResult インスタンスの以下の属性は、テストの実行結果を検査する際に使用することができます:

errors

TestCase と例外のトレースバック情報をフォーマットした文字列の 2 要素タプルからなるリスト。それぞれのタプルは予想外の例外を送出したテストに対応します。

failures

A list containing 2-tuples of *TestCase* instances and strings holding formatted tracebacks. Each tuple represents a test where a failure was explicitly signalled using the *assert* methods*.

skipped

TestCase インスタンスとテストをスキップした理由を保持する文字列の 2 要素タプルからなるリストです。

Added in version 3.1.

expectedFailures

TestCase と例外のトレースバック情報をフォーマット済の文字列の 2 要素タプルからなるリストです。それぞれのタプルは予期された失敗またはエラーに対応します。

unexpectedSuccesses

予期された失敗とされていながら成功してしまった *TestCase* のインスタンスのリスト。

collectedDurations

A list containing 2-tuples of test case names and floats representing the elapsed time of each test which was run.

Added in version 3.12.

shouldStop

`True` が設定されると *stop()* によりテストの実行が停止します。

testsRun

これまでに実行したテストの総数です。

buffer

`True` が設定されると、`sys.stdout` と `sys.stderr` は、*startTest()* から *stopTest()* が呼ばれるまでの間バッファリングされます。実際に、結果が `sys.stdout` と `sys.stderr` に出力されるのは、テストが失敗するかエラーが発生した時になります。表示の際には、全ての失敗 / エラーメッセージが表示されます。

Added in version 3.2.

failfast

真の場合 *stop()* が始めの失敗もしくはエラーの時に呼び出され、テストの実行が終了します。

Added in version 3.2.

tb_locals

真の場合、局所変数がトレースバックに表示されます。

Added in version 3.5.

wasSuccessful()

これまでに実行したテストが全て成功していれば `True` を、それ以外なら `False` を返します。

バージョン 3.4 で変更: *expectedFailure()* デコレータでマークされたテストに *unexpectedSuccesses* があった場合 `False` を返します。

stop()

このメソッドを呼び出して *TestResult* の *shouldStop* 属性に True をセットすることで、実行中のテストは中断しなければならないというシグナルを送ることができます。TestRunner オブジェクトはこのフラグを順守してそれ以上のテストを実行することなく復帰しなければなりません。

たとえばこの機能は、ユーザのキーボード割り込みを受け取って *TextTestRunner* クラスがテストフレームワークを停止させるのに使えます。TestRunner の実装を提供する対話的なツールでも同じように使用することができます。

TestResult クラスの以下のメソッドは内部データ管理用のメソッドですが、対話的にテスト結果をレポートするテストツールを開発する場合などにはサブクラスで拡張することができます。

startTest(*test*)

test を実行する直前に呼び出されます。

stopTest(*test*)

test の実行直後に、テスト結果に関わらず呼び出されます。

startTestRun()

全てのテストが実行される前に一度だけ実行されます。

Added in version 3.1.

stopTestRun()

全てのテストが実行された後に一度だけ実行されます。

Added in version 3.1.

addError(*test*, *err*)

テスト *test* 実行中に、想定外の例外が発生した場合に呼び出されます。*err* は *sys.exc_info()* が返すタプル (type, value, traceback) です。

デフォルトの実装では、タプル、(test, formatted_err) をインスタンスの *errors* 属性に追加します。ここで、*formatted_err* は、*err* から導出される、整形されたトレースバックです。

addFailure(*test*, *err*)

テストケース *test* が失敗した場合に呼び出されます。*err* は *sys.exc_info()* が返すタプル (type, value, traceback) です。

デフォルトの実装では、タプル、(test, formatted_err) をインスタンスの *failures* 属性に追加します。ここで、*formatted_err* は、*err* から導出される、整形されたトレースバックです。

addSuccess(*test*)

テストケース *test* が成功した場合に呼び出されます。

デフォルトの実装では何もしません。

addSkip(*test*, *reason*)

test がスキップされた時に呼び出されます。*reason* はスキップの際に渡された理由の文字列です。

デフォルトの実装では、(test, reason) のタプルをインスタンスの *skipped* 属性に追加します。

addExpectedFailure(*test*, *err*)

expectedFailure() のデコレータでマークされた *test* が失敗またはエラーの時に呼び出されます。

デフォルトの実装では (test, formatted_err) のタプルをインスタンスの *expectedFailures* に追加します。ここで *formatted_err* は *err* から派生した整形されたトレースバックです。

addUnexpectedSuccess(*test*)

expectedFailure() のデコレータでマークされた *test* が成功した時に呼び出されます。

デフォルトの実装ではテストをインスタンスの *unexpectedSuccesses* 属性に追加します。

addSubTest(*test*, *subtest*, *outcome*)

サブテストが終了すると呼ばれます。*test* はテストメソッドに対応するテストケースです。*subtest* はサブテストを記述するカスタムの *TestCase* インスタンスです。

outcome が *None* の場合サブテストは成功です。それ以外の場合は失敗で、*sys.exc_info()* が返す形式 (type, value, traceback) の *outcome* を持つ例外を伴います。

結果が成功の場合デフォルトの実装では何もせず、サブテストの失敗を通常の失敗として報告します。

Added in version 3.4.

addDuration(*test*, *elapsed*)

Called when the test case finishes. *elapsed* is the time represented in seconds, and it includes the execution of cleanup functions.

Added in version 3.12.

class unittest.TextTestResult(*stream*, *descriptions*, *verbosity*, ***, *durations=None*)

A concrete implementation of *TestResult* used by the *TextTestRunner*. Subclasses should accept **kwargs to ensure compatibility as the interface changes.

Added in version 3.2.

バージョン 3.12 で変更: Added the *durations* keyword parameter.

unittest.defaultTestLoader

TestLoader のインスタンスで、共用することが目的です。*TestLoader* をカスタマイズする必要がなければ、新しい *TestLoader* オブジェクトを作らずにこのインスタンスを使用します。

class unittest.TextTestRunner(*stream=None*, *descriptions=True*, *verbosity=1*, *failfast=False*, *buffer=False*, *resultclass=None*, *warnings=None*, ***, *tb_locals=False*, *durations=None*)

結果をストリームに出力する、基本的なテストランナーの実装です。*stream* が `None` の場合、デフォルトで *sys.stderr* が出力ストリームとして使われます。このクラスはいくつかの設定項目があるだけで、基本的に非常に単純です。グラフィカルなテスト実行アプリケーションでは、独自のテストランナーを実装してください。テストランナーの実装は、unittest に新しい機能が追加されランナーを構築するインターフェースが変更されたときに備えて `**kwargs` を受け取れるようにするべきです。

By default this runner shows *DeprecationWarning*, *PendingDeprecationWarning*, *ResourceWarning* and *ImportWarning* even if they are *ignored by default*. This behavior can be overridden using Python's `-Wd` or `-Wa` options (see Warning control) and leaving *warnings* to `None`.

バージョン 3.2 で変更: Added the *warnings* parameter.

バージョン 3.2 で変更: インポート時でなくインスタンス化時にデフォルトのストリームが *sys.stderr* に設定されます。

バージョン 3.5 で変更: Added the *tb_locals* parameter.

バージョン 3.12 で変更: Added the *durations* parameter.

_makeResult()

このメソッドは *run()* で使われる `TestResult` のインスタンスを返します。このメソッドは明示的に呼び出す必要はありませんが、サブクラスで `TestResult` をカスタマイズすることができます。

`_makeResult()` は、`TextTestRunner` のコンストラクタで `resultclass` 引数として渡されたクラスもしくはコーラブルオブジェクトをインスタンス化します。`resultclass` が指定されていない場合には、デフォルトで *TextTestResult* が使用されます。結果のクラスは以下の引数が渡されインスタンス化されます:

```
stream, descriptions, verbosity
```

run(*test*)

このメソッドは `TextTestRunner` へのメインの公開インターフェースです。このメソッドは *TestSuite* インスタンスあるいは *TestCase* インスタンスを受け取ります。*_makeResult()* が呼ばれて *TestResult* が作成され、テストが実行され、結果が標準出力に表示されます。

unittest.main(*module='__main__'*, *defaultTest=None*, *argv=None*, *testRunner=None*, *testLoader=unittest.defaultTestLoader*, *exit=True*, *verbosity=1*, *failfast=None*, *catchbreak=None*, *buffer=None*, *warnings=None*)

module から複数のテストを読み込んで実行するためのコマンドラインプログラム。この関数を使えば、簡単に実行可能なテストモジュールを作成する事ができます。一番簡単なこの関数の使い方は、以下の行をテストスクリプトの最後に置くことです:

```
if __name__ == '__main__':
    unittest.main()
```

より詳細な情報は verbosity 引数を指定して実行すると得られます:

```
if __name__ == '__main__':
    unittest.main(verbosity=2)
```

defaultTest 引数は、*argv* にテスト名が指定されていない場合に実行する、ある 1 つのテストの名前もしくはテスト名のイテラブルです。この引数を指定しないか None を指定し、かつ *argv* にテスト名が与えられない場合は、*module* にある全てのテストを実行します。

argv 引数には、プログラムに渡されたオプションのリストを、最初の要素がプログラム名のままで渡せます。指定しないか None の場合は *sys.argv* が使われます。

The *testRunner* argument can either be a test runner class or an already created instance of it. By default `main` calls *sys.exit()* with an exit code indicating success (0) or failure (1) of the tests run. An exit code of 5 indicates that no tests were run or skipped.

testLoader 引数は *TestLoader* インスタンスでなければなりません。デフォルトは *defaultTestLoader* です。

`main` は、`exit=False` を指定する事で対話的なインタプリタから使用することもできます。この引数を指定すると、*sys.exit()* を呼ばずに、結果のみを出力します:

```
>>> from unittest import main
>>> main(module='test_module', exit=False)
```

failfast, *catchbreak*, *buffer* は、**コマンドラインオプション** にある同名のオプションと同じ効果のあるパラメータです。

warnings 引数では、テストの実行中に使うべき **警告フィルタ** を指定します。この引数が指定されない場合には、`-W` オプションが `python` に渡されていなければ None のまま (警告の制御 を参照してください) で、そうでなければ `'default'` が設定されます。

`main` を呼び出すと、`TestProgram` のインスタンスが返されます。このインスタンスは、`result` 属性にテスト結果を保持します。

バージョン 3.1 で変更: *exit* パラメータが追加されました。

バージョン 3.2 で変更: *verbosity*、*failfast*、*catchbreak*、*buffer*、*warnings* 引数が追加されました。

バージョン 3.4 で変更: *defaultTest* 引数がテスト名のイテラブルも受け取るようになりました。

load_tests プロトコル

Added in version 3.2.

モジュールやパッケージには、load_tests と呼ばれる関数を実装できます。これにより、通常のテスト実行時やテストディスカバリ時のテストのロードされ方をカスタマイズできます。

テストモジュールが load_tests を定義していると、それが *TestLoader.loadTestsFromModule()* から呼ばれます。引数は以下です:

```
load_tests(loader, standard_tests, pattern)
```

pattern は loadTestsFromModule からそのまま渡されます。デフォルトは None です。

これは *TestSuite* を返すべきです。

loader はローディングを行う *TestLoader* のインスタンスです。*standard_tests* は、そのモジュールからデフォルトでロードされるテストです。これは、テストの標準セットのテストの追加や削除のみを行いたいテストモジュールに一般に使われます。第三引数は、パッケージをテストディスカバリの一部としてロードするときに使われます。

特定の *TestCase* クラスのセットからテストをロードする典型的な load_tests 関数は、このようになります:

```
test_cases = (TestCase1, TestCase2, TestCase3)

def load_tests(loader, tests, pattern):
    suite = TestSuite()
    for test_class in test_cases:
        tests = loader.loadTestsFromTestCase(test_class)
        suite.addTests(tests)
    return suite
```

コマンドラインからでも *TestLoader.discover()* の呼び出しでも、パッケージを含むディレクトリで検索を始めた場合、そのパッケージの __init__.py をチェックして load_tests を探します。その関数が存在しない場合、他のディレクトリであるかのようにパッケージの中を再帰的に検索します。その関数が存在した場合、パッケージのテストの検索をそちらに任せ、load_tests が次の引数で呼び出されます:

```
load_tests(loader, standard_tests, pattern)
```

これはパッケージ内のすべてのテストを表す *TestSuite* を返すべきです。(standard_tests には、__init__.py から収集されたテストのみが含まれます。)

パターンは load_tests に渡されるので、パッケージは自由にテストディスカバリを継続 (必要なら変更) できます。テストパッケージに ' 何もしない' load_tests 関数は次のようになります:

```
def load_tests(loader, standard_tests, pattern):
    # top level directory cached on loader instance
    this_dir = os.path.dirname(__file__)
    package_tests = loader.discover(start_dir=this_dir, pattern=pattern)
    standard_tests.addTests(package_tests)
    return standard_tests
```

バージョン 3.5 で変更: パッケージ名がデフォルトのパターンに適合するのが不可能なため、検索ではパッケージ名が *pattern* に適合するかのチェックは行われなくなりました。

26.5.9 クラスとモジュールのフィクスチャ

クラスレベルとモジュールレベルのフィクスチャが *TestSuite* に実装されました。テストスイートが新しいクラスのテストを始める時、以前のクラス (あれば) の `tearDownClass()` を呼び出し、その後に新しいクラスの `setUpClass()` を呼び出します。

同様に、今回のテストのモジュールが前回のテストとは異なる場合、以前のモジュールの `tearDownModule` を実行し、次に新しいモジュールの `setUpModule` を実行します。

すべてのテストが実行された後、最後の `tearDownClass` と `tearDownModule` が実行されます。

なお、共有フィクスチャは、テストの並列化などの [潜在的な] 機能と同時にはうまくいかず、テストの分離を壊すので、気をつけて使うべきです。

unittest テストローダによるテスト作成のデフォルトの順序では、同じモジュールやクラスからのテストはすべて同じグループにまとめられます。これにより、`setUpClass` / `setUpModule` (など) は、一つのクラスやモジュールにつき一度だけ呼ばれます。この順序をバラバラにし、異なるモジュールやクラスのテストが並ぶようにすると、共有フィクスチャ関数は、一度のテストで複数回呼ばれるようにもなります。

共有フィクスチャは標準でない順序で実行されることを意図していません。共有フィクスチャをサポートしたくないフレームワークのために、`BaseTestSuite` がまだ存在しています。

共有フィクスチャ関数のいずれかで例外が発生した場合、そのテストはエラーとして報告されます。そのとき、対応するテストインスタンスが無いので (*TestCase* と同じインターフェースの) `_ErrorHolder` オブジェクトが生成され、エラーを表します。標準 unittest テストランナーを使っている場合はこの詳細は問題になりませんが、あなたがフレームワークの作者である場合は注意してください。

setUpClass と tearDownClass

これらはクラスメソッドとして実装されなければなりません:

```
import unittest

class Test(unittest.TestCase):
    @classmethod
    def setUpClass(cls):
        cls._connection = createExpensiveConnectionObject()

    @classmethod
    def tearDownClass(cls):
        cls._connection.destroy()
```

基底クラスの setUpClass および tearDownClass を使いたいなら、それらを自分で呼び出さなければなりません。*TestCase* の実装は空です。

setUpClass の中で例外が送出されたら、クラス内のテストは実行されず、tearDownClass も実行されません。スキップされたクラスは setUpClass も tearDownClass も実行されません。例外が *SkipTest* 例外であれば、そのクラスはエラーではなくスキップされたものとして報告されます。

setUpModule と tearDownModule

これらは関数として実装されなければなりません:

```
def setUpModule():
    createConnection()

def tearDownModule():
    closeConnection()
```

setUpModule の中で例外が送出されたら、モジュール内のテストは実行されず、tearDownModule も実行されません。例外が *SkipTest* 例外であれば、そのモジュールはエラーではなくスキップされたものとして報告されます。

例外が発生した場合でも実行しなければならないクリーンアップコードを追加するには “addModuleCleanup“を使用します:

unittest.**addModuleCleanup**(*function*, */*, **args*, ***kwargs*)

tearDownModule() の後に呼び出される関数を追加します。この関数はリソースのクリーンアップのために使用します。追加された関数は、追加された順と逆の順番で呼び出されます (LIFO)。*addModuleCleanup()* に渡された引数とキーワード引数が追加された関数にも渡されます。

setUpModule() が失敗した場合、つまり tearDownModule() が呼ばれなかった場合でも、追加されたクリーンアップ関数は呼び出されます。

Added in version 3.8.

classmethod unittest.enterModuleContext(*cm*)

Enter the supplied *context manager*. If successful, also add its `__exit__()` method as a cleanup function by *addModuleCleanup()* and return the result of the `__enter__()` method.

Added in version 3.11.

unittest.doModuleCleanups()

この関数は、`tearDownModule()` の後、もしくは、`setUpModule()` が例外を投げた場合は `setUpModule()` の後に、無条件で呼ばれます。

このメソッドは、*addModuleCleanup()* で追加された関数を呼び出す責務を担います。もし、クリーンアップ関数を `tearDownModule()` より前に呼び出す必要がある場合には、*doModuleCleanups()* を明示的に呼び出してください。

doModuleCleanups() は、どこで呼び出されても、クリーンアップ関数をスタックから削除して実行します。

Added in version 3.8.

26.5.10 シグナルハンドリング

Added in version 3.2.

unittest の *-c/--catch* コマンドラインオプションや、*unittest.main()* の `catchbreak` パラメタは、テスト実行中の control-C の処理をよりフレンドリーにします。中断捕捉動作を有効である場合、control-C が押されると、現在実行されているテストまで完了され、そのテストランが終わると今までの結果が報告されます。control-C がもう一度押されると、通常通り *KeyboardInterrupt* が送出されます。

シグナルハンドラを処理する control-c は、独自の *signal.SIGINT* ハンドラをインストールするコードやテストの互換性を保とうとします。`unittest` ハンドラが呼ばれ、それがインストールされた *signal.SIGINT* ハンドラで **なければ** 、すなわちテスト中のシステムに置き換えられて移譲されたなら、それはデフォルトのハンドラを呼び出します。インストールされたハンドラを置き換えて委譲するようなコードは、通常その動作を期待するからです。`unittest` の control-c 処理を無効にしたいような個別のテストには、*removeHandler()* デコレータが使えます。

フレームワークの作者がテストフレームワーク内で control-c 処理を有効にするための、いくつかのユーティリティ関数があります。

unittest.installHandler()

control-c ハンドラをインストールします。(主にユーザが control-c を押したことにより) *signal.SIGINT* が受け取られると、登録した結果すべてに *stop()* が呼び出されます。

unittest.**registerResult**(*result*)

control-c 処理のために *TestResult* を登録します。結果を登録するとそれに対する弱参照が格納されるので、結果がガベージコレクトされるのを妨げません。

control-c 処理が有効でなければ、*TestResult* オブジェクトの登録には副作用がありません。ですからテストフレームワークは、処理が有効か無効かにかかわらず、作成する全ての結果を無条件に登録できます。

unittest.**removeResult**(*result*)

登録された結果を削除します。一旦結果が削除されると、control-c が押された際にその結果オブジェクトに対して *stop()* が呼び出されなくなります。

unittest.**removeHandler**(*function=None*)

引数なしで呼び出されると、この関数は Ctrl+C のシグナルハンドラを（それがインストールされていた場合）削除します。また、この関数はテストが実行されている間、Ctrl+C のハンドラを一時的に削除するテストデコレーターとしても使用できます。

```
@unittest.removeHandler
def test_signal_handling(self):
    ...
```

26.6 unittest.mock --- モックオブジェクトライブラリ

Added in version 3.3.

ソースコード: Lib/unittest/mock.py

---

unittest.mock は Python におけるソフトウェアテストのためのライブラリです。テスト中のシステムの一部をモックオブジェクトで置き換え、それらがどのように使われるかをアサートすることができます。

unittest.mock はコア *Mock* クラスを提供しており、それによってテストスイート内でたくさんのスタブを作成しなくてすみます 。アクションの実行後、メソッドや属性の使用や実引数についてアサートできます。また通常の方法で戻り値を明記したり、必要な属性を設定することもできます。

加えて、mock はテストのスコープ内にあるモジュールやクラスの属性を変更する *patch()* デコレータを提供します。さらに、ユニークなオブジェクトの作成には *sentinel* が利用できます。*Mock* や *MagicMock* 、*patch()* の利用例は *quick guide* を参照してください。

Mock は *unittest* で利用するために設計されており、多くのモックフレームワークで使われる 'record -> replay' パターンの代わりに、'action -> assertion' パターンに基づいています。

There is a backport of *unittest.mock* for earlier versions of Python, available as mock on PyPI.

26.6.1 クイックガイド

Mock および *MagicMock* オブジェクトはアクセスしたすべての属性とメソッドを作成し、どのように使用されたかについての詳細な情報を格納します。戻り値を指定したり利用できる属性を制限するために *Mock* および *MagicMock* を設定でき、どのよう使用されたかについてアサートできます:

```
>>> from unittest.mock import MagicMock
>>> thing = ProductionClass()
>>> thing.method = MagicMock(return_value=3)
>>> thing.method(3, 4, 5, key='value')
3
>>> thing.method.assert_called_with(3, 4, 5, key='value')
```

side_effect によって、モック呼び出し時の例外発生などの副作用を実行できます:

```
>>> from unittest.mock import Mock
>>> mock = Mock(side_effect=KeyError('foo'))
>>> mock()
Traceback (most recent call last):
 ...
KeyError: 'foo'
```

```
>>> values = {'a': 1, 'b': 2, 'c': 3}
>>> def side_effect(arg):
...     return values[arg]
...
>>> mock.side_effect = side_effect
>>> mock('a'), mock('b'), mock('c')
(1, 2, 3)
>>> mock.side_effect = [5, 4, 3, 2, 1]
>>> mock(), mock(), mock()
(5, 4, 3)
```

モックには多くの設定法や挙動の制御法があります。例えば *spec* 引数によって別のオブジェクトからの仕様を受け取るよう設定できます。spec にないモックの属性やメソッドにアクセスを試みた場合、*AttributeError* で失敗します。

patch() デコレータ / コンテキストマネージャーによってテスト対象のモジュール内のクラスやオブジェクトを簡単にモックできます。指定したオブジェクトはテスト中はモック (または別のオブジェクト) に置換され、テスト終了時に復元されます:

```
>>> from unittest.mock import patch
>>> @patch('module.ClassName2')
... @patch('module.ClassName1')
... def test(MockClass1, MockClass2):
...     module.ClassName1()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     module.ClassName2()
...     assert MockClass1 is module.ClassName1
...     assert MockClass2 is module.ClassName2
...     assert MockClass1.called
...     assert MockClass2.called
...
>>> test()
```

注釈: patch デコレータをネストした場合、モックは適用されるときと同じ順番 (デコレータを適用するときの通常の *Python* の順番) でデコレートされた関数に渡されます。つまり下から順に適用されるため、上の例では `module.ClassName1` のモックが最初に渡されます。

patch() では探索される名前空間内のオブジェクトにパッチをあてることが重要です。通常は単純ですが、クイックガイドには **どこにパッチするか** を読んでください。

---

patch() デコレータと同様に with 文でコンテキストマネージャーとして使用できます:

```
>>> with patch.object(ProductionClass, 'method', return_value=None) as mock_method:
...     thing = ProductionClass()
...     thing.method(1, 2, 3)
...
>>> mock_method.assert_called_once_with(1, 2, 3)
```

また、*patch.dict()* を使うと、スコープ内だけで辞書に値を設定し、テスト終了時には元の状態に復元されます:

```
>>> foo = {'key': 'value'}
>>> original = foo.copy()
>>> with patch.dict(foo, {'newkey': 'newvalue'}, clear=True):
...     assert foo == {'newkey': 'newvalue'}
...
>>> assert foo == original
```

mock は Python の **マジックメソッド** のモックをサポートしています。マジックメソッドのもっとも簡単な利用法は *MagicMock* クラスと使うことです。以下のように利用します:

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.__str__.return_value = 'foobarbaz'
>>> str(mock)
'foobarbaz'
>>> mock.__str__.assert_called_with()
```

mock によってマジックメソッドに関数 (あるいは他の Mock インスタンス) を割り当てることができ、それらは適切に呼び出されます。*MagicMock* クラスは、すべてのマジックメソッドがあらかじめ作成されている点を除けば *Mock* クラスと一緒です (まあ、とにかく便利ってこと)。

以下は通常の Mock クラスでマジックメソッドを利用する例です:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__str__ = Mock(return_value='wheeeeee')
>>> str(mock)
'wheeeeee'
```

テスト内のモックオブジェクトが置換するオブジェクトと同じ API を持つことを保証するには、*auto-speccing* を使うことができます。パッチをあてる *autospec* 引数、または *create_autospec()* 関数を通じて auto-speccing は行われます。auto-speccing は置換するオブジェクトと同じ属性とメソッドを持つモックオブジェクトを作成し、すべての関数および (コンストラクタを含む) メソッドは本物のオブジェクトと同じ呼び出しシグネチャを持ちます。

誤って使用された場合、モックは製品コードと同じように失敗されることが保証されています:

```
>>> from unittest.mock import create_autospec
>>> def function(a, b, c):
...     pass
...
>>> mock_function = create_autospec(function, return_value='fishy')
>>> mock_function(1, 2, 3)
'fishy'
>>> mock_function.assert_called_once_with(1, 2, 3)
>>> mock_function('wrong arguments')
Traceback (most recent call last):
 ...
TypeError: missing a required argument: 'b'
```

create_autospec() はクラスにおいても利用でき、`__init__` メソッドのシグニチャをコピーします。また、呼び出し可能オブジェクトについても `__call__` メソッドのシグニチャをコピーします。

26.6.2 Mock クラス

Mock は、コードにおけるスタブの使用やテストダブルを置き換えるための柔軟なモックオブジェクトです。モックは呼び出し可能で、属性にアクセスした場合それを新たなモックとして作成します[*1]。同じ属性にアクセスした場合は常に同じモックを返します。モックはどのように使われたかを記録するので、コードがモックに行うことについてアサートできます。

MagicMock は *Mock* のサブクラスで、すべてのマジックメソッドが事前に作成され、利用できます。また、呼び出し不可能なモックを作成する場合には、呼び出し不能な変種の *NonCallableMock* や *NonCallableMagicMock* があります。

[*1] 例外は特殊メソッドと属性だけです (これらは 2 つのアンダースコアで開始・終了します)。モックはこれらの代わりに *AttributeError* を発生させます。これは、インタープリタが暗黙的にこれらのメソッドを要求するためであり、特殊メソッドを予測する際に **非常に** 混乱してしまいます。もし特殊メソッドのサポートが必要な場合は、*magic methods* を参照してください。

patch() デコレータによって特定のモジュール内のクラスを *Mock* オブジェクトで一時的に置換することが簡単にできます。デフォルトでは *patch()* は *MagicMock* を作成します。*patch()* に渡す *new_callable* 引数によって、別の *Mock* クラスを指定できます。

class unittest.mock.Mock(*spec=None*, *side_effect=None*, *return_value=DEFAULT*, *wraps=None*, *name=None*, *spec_set=None*, *unsafe=False*, ***kwargs*)

新しい *Mock* オブジェクトを作成します。*Mock* はモックオブジェクトの挙動を指定するオプション引数をいくつか取ります:

- *spec*: モックオブジェクトの仕様として働く文字列のリストもしくは存在するオブジェクト (クラスもしくはインスタンス) を指定します。オブジェクトを渡した場合には、dir 関数によって文字列のリストが生成されます (サポートされない特殊属性や特殊メソッドは除く) 。このリストにない属性にアクセスした際には *AttributeError* が発生します。

  spec が (文字列のリストではなく) オブジェクトの場合、*__class__* はスペックオブジェクトのクラスを返します。これによってモックが *isinstance()* テストに通るようになります。

- *spec_set*: より厳しい *spec* です。こちらを利用した場合、*spec_set* に渡されたオブジェクトに存在しない属性に対し **設定** や取得をしようとした際に *AttributeError* が発生します。

- *side_effect*: モックが呼び出された際に呼び出される関数を指定します。*side_effect* 属性を参考にしてください。例外を発生させたり、動的に戻り値を変更する場合に便利です。関数には、モックと同じ引数が渡され、*DEFAULT* を返さない限りはこの関数の戻り値が使われます。

  一方で、*side_effect* には、例外クラスやインスタンスを指定できます。この場合は、モックが呼び出された際に指定された例外を発生します。

  もし、*side_effect* にイテレート可能オブジェクトを指定した場合には、モックの呼び出しごとに順に値を返します。

  side_effect に `None` を指定した場合には、設定がクリアされます。

- *return_value*: モックが呼び出された際に返す値です。デフォルトでは (最初にアクセスされた際に生成される) 新しい Mock を返します。*return_value* を参照してください。

- *unsafe*: By default, accessing any attribute whose name starts with *assert*, *assret*, *asert*, *aseert* or *assrt* will raise an *AttributeError*. Passing `unsafe=True` will allow access to these attributes.

  Added in version 3.5.

- *wraps*: このモックオブジェクトがラップするものです。*wraps* が `None` でなければ、このモックを呼び出すと、その呼び出しがラップされたオブジェクトに渡され (て実際の結果を返し) ます。モックの属性アクセスは、ラップされたオブジェクトの対応する属性をラップする Mock オブジェクトを返します (なので、存在しない属性にアクセスしようとすると *AttributeError* を送出します)。

  モックが明示的に *return_value* を設定されていると、呼び出しはラップされたオブジェクトに渡されず、代わりに *return_value* が返されます。

- *name*: モックに名前があるなら、それがモックの repr として使われます。これはデバッグの際に役立つでしょう。この名前は子のモックにも伝播します。

モックは、任意のキーワード引数を与えることができます。これらはモックの生成後、属性の設定に使われます。詳細は *configure_mock()* を参照してください。

assert_called()

モックが少なくとも一度は呼び出されたことをアサートします。

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method()
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.method.assert_called()
```

Added in version 3.6.

assert_called_once()

モックが一度だけ呼び出されたことをアサートします。

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method()
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.method.assert_called_once()
>>> mock.method()
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.method.assert_called_once()
Traceback (most recent call last):
...
AssertionError: Expected 'method' to have been called once. Called 2 times.
Calls: [call(), call()].
```

Added in version 3.6.

assert_called_with(**args*, ***kwargs*)

This method is a convenient way of asserting that the last call has been made in a particular way:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method(1, 2, 3, test='wow')
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.method.assert_called_with(1, 2, 3, test='wow')
```

assert_called_once_with(**args*, ***kwargs*)

モックが一度だけ呼び出され、かつ指定された引数で呼び出されたことをアサートします。

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock('foo', bar='baz')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> mock.assert_called_once_with('foo', bar='baz')
>>> mock('other', bar='values')
>>> mock.assert_called_once_with('other', bar='values')
Traceback (most recent call last):
  ...
AssertionError: Expected 'mock' to be called once. Called 2 times.
Calls: [call('foo', bar='baz'), call('other', bar='values')].
```

assert_any_call(**args*, ***kwargs*)

モックが特定の引数で呼び出されたことがあるのをアサートします。

The assert passes if the mock has *ever* been called, unlike *assert_called_with()* and *assert_called_once_with()* that only pass if the call is the most recent one, and in the case of *assert_called_once_with()* it must also be the only call.

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock(1, 2, arg='thing')
>>> mock('some', 'thing', 'else')
>>> mock.assert_any_call(1, 2, arg='thing')
```

assert_has_calls(*calls*, *any_order=False*)

モックが特定の呼び出しで呼ばれたことをアサートします。呼び出しでは *mock_calls* のリストがチェックされます。

any_order が false の場合、呼び出しは連続していなければなりません。指定された呼び出しの前、あるいは呼び出しの後に余分な呼び出しがある場合があります。

any_order が true の場合、呼び出しは任意の順番でも構いませんが、それらがすべて *mock_calls* に現われなければなりません。

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock(1)
>>> mock(2)
>>> mock(3)
>>> mock(4)
>>> calls = [call(2), call(3)]
>>> mock.assert_has_calls(calls)
>>> calls = [call(4), call(2), call(3)]
>>> mock.assert_has_calls(calls, any_order=True)
```

assert_not_called()

モックが一度も呼ばれなかったことをアサートします。

```
>>> m = Mock()
>>> m.hello.assert_not_called()
>>> obj = m.hello()
>>> m.hello.assert_not_called()
Traceback (most recent call last):
  ...
AssertionError: Expected 'hello' to not have been called. Called 1 times.
Calls: [call()].
```

Added in version 3.5.

reset_mock(*, *return_value=False*, *side_effect=False*)

モックオブジェクトのすべての呼び出し属性をリセットします:

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock('hello')
>>> mock.called
True
>>> mock.reset_mock()
>>> mock.called
False
```

バージョン 3.6 で変更: 2 つのキーワード専用引数が reset_mock 関数に追加されました。

This can be useful where you want to make a series of assertions that reuse the same object. Note that *reset_mock() doesn't* clear the *return_value*, *side_effect* or any child attributes you have set using normal assignment by default. In case you want to reset *return_value* or *side_effect*, then pass the corresponding parameter as `True`. Child mocks and the return value mock (if any) are reset as well.

注釈: *return_value*, and *side_effect* are keyword-only arguments.

---

mock_add_spec(*spec*, *spec_set=False*)

モックに仕様を追加します。*spec* にはオブジェクトもしくは文字列のリストを指定してください。*spec* で設定した属性は、モックの属性としてのみアクセスできます。

spec_set が真なら、spec 以外の属性は設定できません。

attach_mock(*mock*, *attribute*)

属性として mock を設定して、その名前と親を入れ替えます。設定されたモックの呼び出しは、*method_calls* や *mock_calls* 属性に記録されます。

configure_mock(**kwargs*)

モックの属性をキーワード引数で設定します。

属性に加え、子の戻り値や副作用もドット表記を用いて設定でき、辞書はメソッドの呼び出し時にアンパックされます:

```
>>> mock = Mock()
>>> attrs = {'method.return_value': 3, 'other.side_effect': KeyError}
>>> mock.configure_mock(**attrs)
>>> mock.method()
3
>>> mock.other()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError
```

コンストラクタの呼び出しでも同様に行うことができます:

```
>>> attrs = {'method.return_value': 3, 'other.side_effect': KeyError}
>>> mock = Mock(some_attribute='eggs', **attrs)
>>> mock.some_attribute
'eggs'
>>> mock.method()
3
>>> mock.other()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError
```

configure_mock() は、モック生成後のコンフィギュレーションを容易に行うために存在します。

__dir__()

Mock オブジェクトは、有用な結果を得るために dir(some_mock) の結果を制限します。*spec* を設定したモックに対しては、許可された属性のみを含みます。

このフィルタが何をしていて、どのように停止させるかは、*FILTER_DIR* を参照してください。

_get_child_mock(***kw*)

子のモックを作成し、その値を返すようにしてください。デフォルトでは親と同じタイプで作成されます。サブクラスで子モックの作成される方法をカスタマイズしたい場合には、このメソッドをオーバーライドします。

呼び出し不可能なモックに対しては、(カスタムのサブクラスではなく) 呼び出し可能なモックが使われます。

called

このモックが呼び出されたかどうかを表します:

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock.called
False
>>> mock()
>>> mock.called
True
```

call_count

このモックオブジェクトが呼び出された回数を返します:

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock.call_count
0
>>> mock()
>>> mock()
>>> mock.call_count
2
```

return_value

モックが呼び出された際に返す値を設定します:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.return_value = 'fish'
>>> mock()
'fish'
```

デフォルトの戻り値はモックオブジェクトです。通常の方法で設定することもできます:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.return_value.attribute = sentinel.Attribute
>>> mock.return_value()
<Mock name='mock()()' id='...'>
>>> mock.return_value.assert_called_with()
```

return_value は生成時にも設定可能です:

```
>>> mock = Mock(return_value=3)
>>> mock.return_value
3
>>> mock()
3
```

side_effect

このモックが呼ばれた際に呼び出される関数、イテラブル、もしくは発生させる例外 (クラスまたはインスタンス) を設定できます。

関数を渡した場合はモックと同じ引数で呼び出され、*DEFAULT* を返さない限りはその関数の戻り値が返されます。関数が *DEFAULT* を返した場合は (*return_value* によって) モックの通常の値を返します。

iterable が渡された場合、その値はイテレータを取り出すために使用されます。イテレータは毎回の呼び出しにおいて値を yield しなければなりません。この値は、送出される例外インスタンスか、呼び出しからモックに返される値のいずれかです (*DEFAULT* の処理は関数の場合と同一です)。

以下はモックが (API による例外の扱いをテストするために) 例外を発生させる例です:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.side_effect = Exception('Boom!')
>>> mock()
Traceback (most recent call last):
  ...
Exception: Boom!
```

side_effect を使用して連続的に値を返します:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.side_effect = [3, 2, 1]
>>> mock(), mock(), mock()
(3, 2, 1)
```

呼び出し可能オブジェクトを使います:

```
>>> mock = Mock(return_value=3)
>>> def side_effect(*args, **kwargs):
...     return DEFAULT
...
>>> mock.side_effect = side_effect
>>> mock()
3
```

side_effect は生成時にも設定可能です。呼び出し時の値に 1 を加えて返す例を以下に示します:

```
>>> side_effect = lambda value: value + 1
>>> mock = Mock(side_effect=side_effect)
>>> mock(3)
4
>>> mock(-8)
-7
```

side_effect に None を設定した場合はクリアされます:

```
>>> m = Mock(side_effect=KeyError, return_value=3)
>>> m()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Traceback (most recent call last):
 ...
KeyError
>>> m.side_effect = None
>>> m()
3
```

call_args

This is either `None` (if the mock hasn't been called), or the arguments that the mock was last called with. This will be in the form of a tuple: the first member, which can also be accessed through the `args` property, is any ordered arguments the mock was called with (or an empty tuple) and the second member, which can also be accessed through the `kwargs` property, is any keyword arguments (or an empty dictionary).

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> print(mock.call_args)
None
>>> mock()
>>> mock.call_args
call()
>>> mock.call_args == ()
True
>>> mock(3, 4)
>>> mock.call_args
call(3, 4)
>>> mock.call_args == ((3, 4),)
True
>>> mock.call_args.args
(3, 4)
>>> mock.call_args.kwargs
{}
>>> mock(3, 4, 5, key='fish', next='w00t!')
>>> mock.call_args
call(3, 4, 5, key='fish', next='w00t!')
>>> mock.call_args.args
(3, 4, 5)
>>> mock.call_args.kwargs
{'key': 'fish', 'next': 'w00t!'}
```

call_args は、*call_args_list* や *method_calls* 、*mock_calls* と同様、*call* オブジェクトです。これらはタプルとしてアンパックすることで個別に取り出すことができます。そして、より複雑なアサーションを行うことができます。*calls as tuples* を参照してください。

バージョン 3.8 で変更: `args` と `kwargs` 属性が追加されました。

call_args_list

モックの呼び出しを順に記録したリストです (よって、このリストの長さはモックが呼び出された回数と等しくなります)。モックを作成してから一度も呼び出しを行なっていない場合は、空のリストが返されます。*call* オブジェクトは、*call_args_list* の比較対象となる呼び出しのリストを作成する際に便利です。

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock()
>>> mock(3, 4)
>>> mock(key='fish', next='w00t!')
>>> mock.call_args_list
[call(), call(3, 4), call(key='fish', next='w00t!')]
>>> expected = [(), ((3, 4),), ({'key': 'fish', 'next': 'w00t!'},)]
>>> mock.call_args_list == expected
True
```

call_args_list のメンバは *call* オブジェクトです。タプルとしてアンパックすることで個別に取り出すことができます。*calls as tuples* を参照してください。

method_calls

自身の呼び出しと同様に、モックはメソッドや属性、そして **それらの** メソッドや属性の呼び出しも追跡します:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method()
<Mock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.property.method.attribute()
<Mock name='mock.property.method.attribute()' id='...'>
>>> mock.method_calls
[call.method(), call.property.method.attribute()]
```

method_calls のメンバは *call* オブジェクトです。タプルとしてアンパックすることで個別に取り出すことができます。*calls as tuples* を参照してください。

mock_calls

mock_calls は、メソッド、特殊メソッド、**そして** 戻り値のモックまで、モックオブジェクトに対する **すべての** 呼び出しを記録します。

```
>>> mock = MagicMock()
>>> result = mock(1, 2, 3)
>>> mock.first(a=3)
<MagicMock name='mock.first()' id='...'>
>>> mock.second()
<MagicMock name='mock.second()' id='...'>
>>> int(mock)
1
>>> result(1)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
<MagicMock name='mock()()' id='...'>
>>> expected = [call(1, 2, 3), call.first(a=3), call.second(),
... call.__int__(), call()(1)]
>>> mock.mock_calls == expected
True
```

mock_calls のメンバは *call* オブジェクトです。タプルとしてアンパックすることで個別に取り出すことができます。*calls as tuples* を参照してください。

注釈: The way *mock_calls* are recorded means that where nested calls are made, the parameters of ancestor calls are not recorded and so will always compare equal:

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.top(a=3).bottom()
<MagicMock name='mock.top().bottom()' id='...'>
>>> mock.mock_calls
[call.top(a=3), call.top().bottom()]
>>> mock.mock_calls[-1] == call.top(a=-1).bottom()
True
```

__class__

通常、オブジェクトの *__class__* 属性はその型を返します。spec を設定したオブジェクトの場合、__class__ は代わりに spec のクラスを返します。これにより、置き換え / 偽装しているオブジェクトに対する *isinstance()* も通過することができます:

```
>>> mock = Mock(spec=3)
>>> isinstance(mock, int)
True
```

__class__ は書き換え可能で、*isinstance()* を通るために必ず spec を使う必要はありません:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__class__ = dict
>>> isinstance(mock, dict)
True
```

class unittest.mock.NonCallableMock(*spec=None*, *wraps=None*, *name=None*, *spec_set=None*, ***kwargs*)

呼び出しができない *Mock* です。コンストラクタのパラメータは *Mock* と同様ですが、*return_value* や *side_effect* は意味を持ちません。

spec か spec_set にクラスかインスタンスを渡した mock は *isinstance()* テストをパスします:

```
>>> mock = Mock(spec=SomeClass)
>>> isinstance(mock, SomeClass)
True
>>> mock = Mock(spec_set=SomeClass())
>>> isinstance(mock, SomeClass)
True
```

Mock クラスは、特殊メソッドをサポートしています。すべての詳細は *magic methods* を参照してください。

モッククラスや *patch()* デコレータは、任意のキーワード引数を設定できます。*patch()* デコレータへのキーワード引数は、モックが作られる際のコンストラクタに渡されます。キーワード引数は、モックの属性を設定します:

```
>>> m = MagicMock(attribute=3, other='fish')
>>> m.attribute
3
>>> m.other
'fish'
```

子の戻り値や副作用も、ドットで表記することで同様に設定できます。呼び出し時に直接ドットのついた名前を使用できないので、作成した辞書を ** でアンパックする必要があります:

```
>>> attrs = {'method.return_value': 3, 'other.side_effect': KeyError}
>>> mock = Mock(some_attribute='eggs', **attrs)
>>> mock.some_attribute
'eggs'
>>> mock.method()
3
>>> mock.other()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError
```

spec (または *spec_set*) によって作成された呼び出し可能なモックは、モックへの呼び出しがマッチしたときに仕様オブジェクトのシグネチャを内省します。したがって、引数を位置引数として渡したか名前で渡したかどうかに関わらず、実際の呼び出しの引数とマッチすることができます:

```
>>> def f(a, b, c): pass
...
>>> mock = Mock(spec=f)
>>> mock(1, 2, c=3)
<Mock name='mock()' id='140161580456576'>
>>> mock.assert_called_with(1, 2, 3)
>>> mock.assert_called_with(a=1, b=2, c=3)
```

これは *assert_called_with()*, *assert_called_once_with()*, *assert_has_calls()* and *assert_any_call()* にも適用されます。*autospec* **を使う** と、モックオブジェクトのメソッド呼び出し

にも適用されます。

バージョン 3.4 で変更: spec や autospec を用いて生成されたモックオブジェクトは、シグネチャを考慮するようになりました。

class unittest.mock.**PropertyMock**(**args*, ***kwargs*)

A mock intended to be used as a *property*, or other *descriptor*, on a class. *PropertyMock* provides `__get__()` and `__set__()` methods so you can specify a return value when it is fetched.

オブジェクトから *PropertyMock* のインスタンスを取得することは、引数を与えないモックの呼び出しに相当します。設定は、設定する値を伴った呼び出しになります。:

```
>>> class Foo:
...     @property
...     def foo(self):
...         return 'something'
...     @foo.setter
...     def foo(self, value):
...         pass
...
>>> with patch('__main__.Foo.foo', new_callable=PropertyMock) as mock_foo:
...     mock_foo.return_value = 'mockity-mock'
...     this_foo = Foo()
...     print(this_foo.foo)
...     this_foo.foo = 6
...
mockity-mock
>>> mock_foo.mock_calls
[call(), call(6)]
```

PropertyMock を直接モックに取り付ける方法は、モックの属性を保存する方法によりうまく動作しません。代わりに、モック型に取り付けてください:

```
>>> m = MagicMock()
>>> p = PropertyMock(return_value=3)
>>> type(m).foo = p
>>> m.foo
3
>>> p.assert_called_once_with()
```

class unittest.mock.**AsyncMock**(*spec=None*, *side_effect=None*, *return_value=DEFAULT*, *wraps=None*, *name=None*, *spec_set=None*, *unsafe=False*, ***kwargs*)

An asynchronous version of *MagicMock*. The *AsyncMock* object will behave so the object is recognized as an async function, and the result of a call is an awaitable.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> asyncio.iscoroutinefunction(mock)
True
>>> inspect.isawaitable(mock())
True
```

The result of `mock()` is an async function which will have the outcome of `side_effect` or `return_value` after it has been awaited:

- if `side_effect` is a function, the async function will return the result of that function,
- if `side_effect` is an exception, the async function will raise the exception,
- if `side_effect` is an iterable, the async function will return the next value of the iterable, however, if the sequence of result is exhausted, `StopAsyncIteration` is raised immediately,
- if `side_effect` is not defined, the async function will return the value defined by `return_value`, hence, by default, the async function returns a new *AsyncMock* object.

Setting the *spec* of a *Mock* or *MagicMock* to an async function will result in a coroutine object being returned after calling.

```
>>> async def async_func(): pass
...
>>> mock = MagicMock(async_func)
>>> mock
<MagicMock spec='function' id='...'>
>>> mock()
<coroutine object AsyncMockMixin._mock_call at ...>
```

Setting the *spec* of a *Mock*, *MagicMock*, or *AsyncMock* to a class with asynchronous and synchronous functions will automatically detect the synchronous functions and set them as *MagicMock* (if the parent mock is *AsyncMock* or *MagicMock*) or *Mock* (if the parent mock is *Mock*). All asynchronous functions will be *AsyncMock*.

```
>>> class ExampleClass:
...     def sync_foo():
...         pass
...     async def async_foo():
...         pass
...
>>> a_mock = AsyncMock(ExampleClass)
>>> a_mock.sync_foo
<MagicMock name='mock.sync_foo' id='...'>
>>> a_mock.async_foo
<AsyncMock name='mock.async_foo' id='...'>
>>> mock = Mock(ExampleClass)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> mock.sync_foo
<Mock name='mock.sync_foo' id='...'>
>>> mock.async_foo
<AsyncMock name='mock.async_foo' id='...'>
```

Added in version 3.8.

assert_awaited()

Assert that the mock was awaited at least once. Note that this is separate from the object having been called, the `await` keyword must be used:

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main(coroutine_mock):
...     await coroutine_mock
...
>>> coroutine_mock = mock()
>>> mock.called
True
>>> mock.assert_awaited()
Traceback (most recent call last):
...
AssertionError: Expected mock to have been awaited.
>>> asyncio.run(main(coroutine_mock))
>>> mock.assert_awaited()
```

assert_awaited_once()

Assert that the mock was awaited exactly once.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main():
...     await mock()
...
>>> asyncio.run(main())
>>> mock.assert_awaited_once()
>>> asyncio.run(main())
>>> mock.assert_awaited_once()
Traceback (most recent call last):
...
AssertionError: Expected mock to have been awaited once. Awaited 2 times.
```

assert_awaited_with(**args*, ***kwargs*)

Assert that the last await was with the specified arguments.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main(*args, **kwargs):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     await mock(*args, **kwargs)
...
>>> asyncio.run(main('foo', bar='bar'))
>>> mock.assert_awaited_with('foo', bar='bar')
>>> mock.assert_awaited_with('other')
Traceback (most recent call last):
...
AssertionError: expected await not found.
Expected: mock('other')
Actual: mock('foo', bar='bar')
```

assert_awaited_once_with(**args*, ***kwargs*)

Assert that the mock was awaited exactly once and with the specified arguments.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main(*args, **kwargs):
...     await mock(*args, **kwargs)
...
>>> asyncio.run(main('foo', bar='bar'))
>>> mock.assert_awaited_once_with('foo', bar='bar')
>>> asyncio.run(main('foo', bar='bar'))
>>> mock.assert_awaited_once_with('foo', bar='bar')
Traceback (most recent call last):
...
AssertionError: Expected mock to have been awaited once. Awaited 2 times.
```

assert_any_await(**args*, ***kwargs*)

Assert the mock has ever been awaited with the specified arguments.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main(*args, **kwargs):
...     await mock(*args, **kwargs)
...
>>> asyncio.run(main('foo', bar='bar'))
>>> asyncio.run(main('hello'))
>>> mock.assert_any_await('foo', bar='bar')
>>> mock.assert_any_await('other')
Traceback (most recent call last):
...
AssertionError: mock('other') await not found
```

assert_has_awaits(*calls*, *any_order=False*)

Assert the mock has been awaited with the specified calls. The *await_args_list* list is checked for the awaits.

If *any_order* is false then the awaits must be sequential. There can be extra calls before or after

the specified awaits.

If *any_order* is true then the awaits can be in any order, but they must all appear in *await_args_list*.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main(*args, **kwargs):
...     await mock(*args, **kwargs)
...
>>> calls = [call("foo"), call("bar")]
>>> mock.assert_has_awaits(calls)
Traceback (most recent call last):
...
AssertionError: Awaits not found.
Expected: [call('foo'), call('bar')]
Actual: []
>>> asyncio.run(main('foo'))
>>> asyncio.run(main('bar'))
>>> mock.assert_has_awaits(calls)
```

assert_not_awaited()

Assert that the mock was never awaited.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> mock.assert_not_awaited()
```

reset_mock(**args*, ***kwargs*)

See *Mock.reset_mock()*. Also sets *await_count* to 0, *await_args* to None, and clears the *await_args_list*.

await_count

An integer keeping track of how many times the mock object has been awaited.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main():
...     await mock()
...
>>> asyncio.run(main())
>>> mock.await_count
1
>>> asyncio.run(main())
>>> mock.await_count
2
```

await_args

This is either `None` (if the mock hasn't been awaited), or the arguments that the mock was last

awaited with. Functions the same as *Mock.call_args*.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main(*args):
...     await mock(*args)
...
>>> mock.await_args
>>> asyncio.run(main('foo'))
>>> mock.await_args
call('foo')
>>> asyncio.run(main('bar'))
>>> mock.await_args
call('bar')
```

await_args_list

This is a list of all the awaits made to the mock object in sequence (so the length of the list is the number of times it has been awaited). Before any awaits have been made it is an empty list.

```
>>> mock = AsyncMock()
>>> async def main(*args):
...     await mock(*args)
...
>>> mock.await_args_list
[]
>>> asyncio.run(main('foo'))
>>> mock.await_args_list
[call('foo')]
>>> asyncio.run(main('bar'))
>>> mock.await_args_list
[call('foo'), call('bar')]
```

class unittest.mock.ThreadingMock(*spec=None*, *side_effect=None*, *return_value=DEFAULT*, *wraps=None*, *name=None*, *spec_set=None*, *unsafe=False*, ***, *timeout=UNSET*, ***kwargs*)

A version of *MagicMock* for multithreading tests. The *ThreadingMock* object provides extra methods to wait for a call to be invoked, rather than assert on it immediately.

The default timeout is specified by the `timeout` argument, or if unset by the *ThreadingMock.DEFAULT_TIMEOUT* attribute, which defaults to blocking (`None`).

You can configure the global default timeout by setting *ThreadingMock.DEFAULT_TIMEOUT*.

wait_until_called(***, *timeout=UNSET*)

Waits until the mock is called.

If a timeout was passed at the creation of the mock or if a timeout argument is passed to this function, the function raises an *AssertionError* if the call is not performed in time.

```
>>> mock = ThreadingMock()
>>> thread = threading.Thread(target=mock)
>>> thread.start()
>>> mock.wait_until_called(timeout=1)
>>> thread.join()
```

wait_until_any_call_with(**args*, ***kwargs*)

Waits until the mock is called with the specified arguments.

If a timeout was passed at the creation of the mock the function raises an *AssertionError* if the call is not performed in time.

```
>>> mock = ThreadingMock()
>>> thread = threading.Thread(target=mock, args=("arg1", "arg2",), kwargs={"arg": "thing
↪"})
>>> thread.start()
>>> mock.wait_until_any_call_with("arg1", "arg2", arg="thing")
>>> thread.join()
```

DEFAULT_TIMEOUT

Global default timeout in seconds to create instances of *ThreadingMock*.

Added in version 3.13.

呼び出し

モックオブジェクトは呼び出し可能です。呼び出しの戻り値は *return_value* 属性に設定された値です。デフォルトでは新しいモックオブジェクトを返します。この新しいモックは、属性に最初にアクセスした際に作成されます (明示もしくはモックの呼び出しによって)。そしてそれは保存され、それ以降は同じものが返されます。

呼び出しはオブジェクトとして *call_args* や *call_args_list* に記録されます。

もし *side_effect* が設定されている場合は、その呼び出しが記録された後に呼び出されます。よって、もし side_effect が例外を発生させても、その呼び出しは記録されます。

呼び出された際に例外を発生させるモックを作成するためには、*side_effect* を例外クラスかインスタンスにする方法が最もシンプルです:

```
>>> m = MagicMock(side_effect=IndexError)
>>> m(1, 2, 3)
Traceback (most recent call last):
  ...
IndexError
>>> m.mock_calls
[call(1, 2, 3)]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> m.side_effect = KeyError('Bang!')
>>> m('two', 'three', 'four')
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError: 'Bang!'
>>> m.mock_calls
[call(1, 2, 3), call('two', 'three', 'four')]
```

もし side_effect が関数だった場合には、その関数の戻り値がモックを呼び出した際の戻り値になります。side_effect 関数には、モックの呼び出し時に与えられた引数と同じ物があたえられます。これにより、入力によって動的に値を返すことができます:

```
>>> def side_effect(value):
...     return value + 1
...
>>> m = MagicMock(side_effect=side_effect)
>>> m(1)
2
>>> m(2)
3
>>> m.mock_calls
[call(1), call(2)]
```

もし、モックにデフォルトの戻り値 (新しいモック) や設定した値を返して欲しい場合は、2 つの方法があります。side_effect の内部で mock.return_value を返すか *DEFAULT* を返します:

```
>>> m = MagicMock()
>>> def side_effect(*args, **kwargs):
...     return m.return_value
...
>>> m.side_effect = side_effect
>>> m.return_value = 3
>>> m()
3
>>> def side_effect(*args, **kwargs):
...     return DEFAULT
...
>>> m.side_effect = side_effect
>>> m()
3
```

side_effect を削除し、デフォルトの挙動を行うようにするには、side_effect に None を設定します:

```
>>> m = MagicMock(return_value=6)
>>> def side_effect(*args, **kwargs):
...     return 3
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...
>>> m.side_effect = side_effect
>>> m()
3
>>> m.side_effect = None
>>> m()
6
```

side_effect には、イテレート可能オブジェクトを設定できます。モックが呼び出されるごとに、イテレート可能オブジェクトから戻り値を得ます (イテレート可能オブジェクトが尽きて *StopIteration* が発生するまで):

```
>>> m = MagicMock(side_effect=[1, 2, 3])
>>> m()
1
>>> m()
2
>>> m()
3
>>> m()
Traceback (most recent call last):
  ...
StopIteration
```

もしイテレート可能オブジェクトの要素が例外だった場合には、戻り値として返される代わりに例外が発生します:

```
>>> iterable = (33, ValueError, 66)
>>> m = MagicMock(side_effect=iterable)
>>> m()
33
>>> m()
Traceback (most recent call last):
 ...
ValueError
>>> m()
66
```

属性の削除

モックオブジェクトは要求に応じて属性を生成することで，任意のオブジェクトとして振る舞うことができます。

hasattr() の呼び出しの際に False を返したり，属性にアクセスした際に *AttributeError* を発生させたりしたい場合，spec を用いる方法があります．しかし，この方法は必ずしも便利ではありません．

属性を削除することで，*AttributeError* を発生させ，アクセスを ”妨げる” ようになります．

```
>>> mock = MagicMock()
>>> hasattr(mock, 'm')
True
>>> del mock.m
>>> hasattr(mock, 'm')
False
>>> del mock.f
>>> mock.f
Traceback (most recent call last):
    ...
AttributeError: f
```

Mock の名前と name 属性

”name” は *Mock* コンストラクタの引数なので、モックオブジェクトが ”name” 属性を持つことを望む場合、単に生成時にそれを渡すことはできません。2 つの選択肢があります。1 つのオプションは *configure_mock()* を使用することです:

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.configure_mock(name='my_name')
>>> mock.name
'my_name'
```

より単純なオプションはモックの生成後に単に ”name” 属性をセットすることです:

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.name = "foo"
```

属性として設定されるモック

属性 (もしくは戻り値) に他のモックを設定した場合、このモックは ” 子” になります。この子に対する呼び出しは、親の *method_calls* や *mock_calls* に記録されます。これは、子のモックを構成し、親にそのモックを設定する際に有用です。また、親に対して設定したすべての子の呼び出しを記録するため、それらの間の順番を確認する際にも有用です:

```
>>> parent = MagicMock()
>>> child1 = MagicMock(return_value=None)
>>> child2 = MagicMock(return_value=None)
>>> parent.child1 = child1
>>> parent.child2 = child2
>>> child1(1)
>>> child2(2)
>>> parent.mock_calls
[call.child1(1), call.child2(2)]
```

モックが名前をもつ場合は、例外的に扱われます。何らかの理由で ” 子守り ” が発生してほしくないときに、それを防ぐことができます。

```
>>> mock = MagicMock()
>>> not_a_child = MagicMock(name='not-a-child')
>>> mock.attribute = not_a_child
>>> mock.attribute()
<MagicMock name='not-a-child()' id='...'>
>>> mock.mock_calls
[]
```

patch() を用いて作成したモックには、自動的に名前が与えられます。名前を持つモックを設定したい場合には、親に対して *attach_mock()* メソッドを呼び出します:

```
>>> thing1 = object()
>>> thing2 = object()
>>> parent = MagicMock()
>>> with patch('__main__.thing1', return_value=None) as child1:
...     with patch('__main__.thing2', return_value=None) as child2:
...         parent.attach_mock(child1, 'child1')
...         parent.attach_mock(child2, 'child2')
...         child1('one')
...         child2('two')
...
>>> parent.mock_calls
[call.child1('one'), call.child2('two')]
```

26.6.3 patcher

patch デコレータは、その関数のスコープ内でパッチを適用するオブジェクトに対して使用されます。たとえ例外が発生したとしても、パッチは自動的に解除されます。これらすべての機能は文やクラスのデコレータとしても使用できます。

patch

注釈: 重要なのは正しい名前空間に対して patch することです。*where to patch* セクションを参照してください。

---

unittest.mock.**patch**(*target*, *new=DEFAULT*, *spec=None*, *create=False*, *spec_set=None*, *autospec=None*, *new_callable=None*, ***kwargs*)

patch() は関数デコレータ、クラスデコレータ、コンテキストマネージャーとして利用できます。関数や with 文の body では、*target* は *new* オブジェクトにパッチされます。関数/with 文が終了すると、パッチは元に戻されます。

If *new* is omitted, then the target is replaced with an *AsyncMock* if the patched object is an async function or a *MagicMock* otherwise. If *patch()* is used as a decorator and *new* is omitted, the created mock is passed in as an extra argument to the decorated function. If *patch()* is used as a context manager the created mock is returned by the context manager.

target は 'package.module.ClassName' の形式の文字列でなければなりません。*target* はインポートされ、指定されたオブジェクトが *new* オブジェクトに置き換えられます。なので、*target* は *patch()* を呼び出した環境からインポート可能でなければなりません。target がインポートされるのは、デコレートした時ではなく、デコレートされた関数が呼び出された時です。

patch が *MagicMock* を生成する場合、*spec* と *spec_set* キーワード引数は *MagicMock* に渡されます。

加えて、spec=True もしくは spec_set=True を渡すことで、モック対象のオブジェクトが spec/spec_set に渡されます。

new_callable allows you to specify a different class, or callable object, that will be called to create the *new* object. By default *AsyncMock* is used for async functions and *MagicMock* for the rest.

より強力な *spec* の形は *autospec* です。autospec=True を指定した場合、mock は置換対象となるオブジェクトから得られる spec で生成されます。mock のすべての属性もまた置換対象となるオブジェクトの属性に応じた spec を持ちます。mock されたメソッドや関数は引数をチェックし、間違ったシグネチャで呼び出された場合は *TypeError* を発生させます。クラスを置き換える mock の場合、その戻り値 (つまりインスタンス) はそのクラスと同じ spec を持ちます。*create_autospec()* 関数と *autospec* **を使う** を参照してください。

置換対象ではなく任意のオブジェクトを spec として使うために、autospec=True の代わりに、autospec=some_object と指定することができます。

By default *patch()* will fail to replace attributes that don't exist. If you pass in create=True, and the attribute doesn't exist, patch will create the attribute for you when the patched function is called, and delete it again after the patched function has exited. This is useful for writing tests against attributes that your production code creates at runtime. It is off by default because it can be dangerous. With it switched on you can write passing tests against APIs that don't actually exist!

注釈: バージョン 3.5 で変更: モジュールのビルトインにパッチを当てようとしているなら、create=True を渡す必要はありません。それはデフォルトで追加されます。

---

patch は TestCase のクラスデコレータとして利用できます。この場合そのクラスの各テストメソッドをデコレートします。これによりテストメソッドが同じ patch を共有している場合に退屈なコードを減らすことができます。*patch()* は patch.TEST_PREFIX で始まるメソッド名のメソッドを探します。デフォルトではこれは 'test' で、*unittest* がテストを探す方法とマッチしています。patch.TEST_PREFIX を設定することで異なる prefix を指定することもできます。

patch は with 文を使ってコンテキストマネージャーとして使うこともできます。その場合パッチは with 文のブロック内でのみ適用されます。”as” を使って、”as” に続いて指定した変数にパッチされたオブジェクトが代入されます。これは *patch()* が mock オブジェクトを生成するときに便利です。

patch() takes arbitrary keyword arguments. These will be passed to *AsyncMock* if the patched object is asynchronous, to *MagicMock* otherwise or to *new_callable* if specified.

異なるユースケースのために、`patch.dict(...)`, `patch.multiple(...)`, `patch.object(...)` が用意されています。

patch() を関数デコレータとして利用し、mock を生成してそれをデコレートされた関数に渡します:

```
>>> @patch('__main__.SomeClass')
... def function(normal_argument, mock_class):
...     print(mock_class is SomeClass)
...
>>> function(None)
True
```

クラスをパッチするとそのクラスを *MagicMock* の **インスタンス** に置き換えます。テスト中のコードからそのクラスがインスタンス化される場合、mock の *return_value* が利用されます。

クラスが複数回インスタンス化される場合、*side_effect* を利用して毎回新しい mock を返すようにできます。もしくは、*return_value* に、何でも好きなものを設定できます。

パッチしたクラスの **インスタンス** のメソッドの戻り値をカスタマイズしたい場合、`return_value` に対して設定しなければなりません。例:

```
>>> class Class:
...     def method(self):
...         pass
...
>>> with patch('__main__.Class') as MockClass:
...     instance = MockClass.return_value
...     instance.method.return_value = 'foo'
...     assert Class() is instance
...     assert Class().method() == 'foo'
...
```

spec か *spec_set* を指定し、*patch()* が **クラス** を置換するとき、生成された mock の戻り値は同じ spec を持ちます。:

```
>>> Original = Class
>>> patcher = patch('__main__.Class', spec=True)
>>> MockClass = patcher.start()
>>> instance = MockClass()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> assert isinstance(instance, Original)
>>> patcher.stop()
```

new_callable 引数は、デフォルトの *MagicMock* の代わりに別のクラスをモックとして生成したい場合に便利です。例えば、*NonCallableMock* を利用したい場合:

```
>>> thing = object()
>>> with patch('__main__.thing', new_callable=NonCallableMock) as mock_thing:
...     assert thing is mock_thing
...     thing()
...
Traceback (most recent call last):
  ...
TypeError: 'NonCallableMock' object is not callable
```

別のユースケースとしては、オブジェクトを *io.StringIO* インスタンスで置き換えることがあります:

```
>>> from io import StringIO
>>> def foo():
...     print('Something')
...
>>> @patch('sys.stdout', new_callable=StringIO)
... def test(mock_stdout):
...     foo()
...     assert mock_stdout.getvalue() == 'Something\n'
...
>>> test()
```

patch() に mock を生成させる場合、たいてい最初に必要なことはその mock をセットアップすることです。幾らかのセットアップは patch の呼び出しから行うことができます。任意のキーワード引数が、生成された mock の属性に設定されます:

```
>>> patcher = patch('__main__.thing', first='one', second='two')
>>> mock_thing = patcher.start()
>>> mock_thing.first
'one'
>>> mock_thing.second
'two'
```

生成された mock の属性のさらに属性、*return_value side_effect* などもセットアップできます。これらはキーワード引数のシンタックスでは直接指定できませんが、それらをキーとする辞書を ** を使って *patch()* に渡すことができます:

```
>>> config = {'method.return_value': 3, 'other.side_effect': KeyError}
>>> patcher = patch('__main__.thing', **config)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> mock_thing = patcher.start()
>>> mock_thing.method()
3
>>> mock_thing.other()
Traceback (most recent call last):
  ...
KeyError
```

By default, attempting to patch a function in a module (or a method or an attribute in a class) that does not exist will fail with *AttributeError*:

```
>>> @patch('sys.non_existing_attribute', 42)
... def test():
...     assert sys.non_existing_attribute == 42
...
>>> test()
Traceback (most recent call last):
  ...
AttributeError: <module 'sys' (built-in)> does not have the attribute 'non_existing_attribute'
```

but adding `create=True` in the call to *patch()* will make the previous example work as expected:

```
>>> @patch('sys.non_existing_attribute', 42, create=True)
... def test(mock_stdout):
...     assert sys.non_existing_attribute == 42
...
>>> test()
```

バージョン 3.8 で変更: *patch()* now returns an *AsyncMock* if the target is an async function.

patch.object

patch.object(*target*, *attribute*, *new=DEFAULT*, *spec=None*, *create=False*, *spec_set=None*, *autospec=None*, *new_callable=None*, ***kwargs*)

オブジェクト (*target*) の指定された名前のメンバー (*attribute*) を mock オブジェクトでパッチします。

patch.object() はデコレータ、クラスデコレータ、コンテキストマネージャーとして利用できます。引数の *new*, *spec*, *create*, *spec_set*, *autospec*, *new_callable* は *patch()* と同じ意味を持ちます。*patch()* と同じく、*patch.object()* も mock を生成するための任意のキーワード引数を受け取ります。

クラスデコレータとして利用する場合、*patch.object()* は patch.TEST_PREFIX にしたがってラップするメソッドを選択します。

patch.object() の呼び出しには 3 引数の形式と 2 引数の形式があります。3 引数の場合、patch 対象のオブジェクト、属性名、その属性を置き換えるオブジェクトを取ります。

2 引数の形式では、置き換えるオブジェクトを省略し、生成された mock がデコレート対象となる関数に追加の引数として渡されます:

```
>>> @patch.object(SomeClass, 'class_method')
... def test(mock_method):
...     SomeClass.class_method(3)
...     mock_method.assert_called_with(3)
...
>>> test()
```

spec, *create* やその他の *patch.object()* の引数は *patch()* の引数と同じ意味を持ちます。

patch.dict

patch.dict(*in_dict*, *values=()*, *clear=False*, ***kwargs*)

辞書や辞書のようなオブジェクトにパッチし、テスト後に元の状態に戻します。

in_dict は辞書やその他のマップ型のコンテナです。マップ型の場合、最低限 get, set, del 操作とキーに対するイテレートをサポートしている必要があります。

in_dict に辞書を指定する文字列を渡した場合、それをインポートして取得します。

values は対象の辞書にセットする値を含む、辞書か `(key, value)` ペアの iterable です。

clear が true なら、新しい値が設定される前に辞書がクリアされます。

patch.dict() はまた、任意のキーワード引数を受け取って辞書に設定します。

バージョン 3.8 で変更: *patch.dict()* now returns the patched dictionary when used as a context manager.

patch.dict() can be used as a context manager, decorator or class decorator:

```
>>> foo = {}
>>> @patch.dict(foo, {'newkey': 'newvalue'})
... def test():
...     assert foo == {'newkey': 'newvalue'}
...
>>> test()
>>> assert foo == {}
```

When used as a class decorator *patch.dict()* honours `patch.TEST_PREFIX` (default to `'test'`) for choosing which methods to wrap:

```
>>> import os
>>> import unittest
>>> from unittest.mock import patch
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> @patch.dict('os.environ', {'newkey': 'newvalue'})
... class TestSample(unittest.TestCase):
...     def test_sample(self):
...         self.assertEqual(os.environ['newkey'], 'newvalue')
```

If you want to use a different prefix for your test, you can inform the patchers of the different prefix by setting `patch.TEST_PREFIX`. For more details about how to change the value of see *TEST_PREFIX*.

patch.dict() を使うと、辞書にメンバーを追加するか、または単にテストが辞書を変更して、その後テストが終了した時にその辞書が確実に復元されるようにすることができます。

```
>>> foo = {}
>>> with patch.dict(foo, {'newkey': 'newvalue'}) as patched_foo:
...     assert foo == {'newkey': 'newvalue'}
...     assert patched_foo == {'newkey': 'newvalue'}
...     # You can add, update or delete keys of foo (or patched_foo, it's the same dict)
...     patched_foo['spam'] = 'eggs'
...
>>> assert foo == {}
>>> assert patched_foo == {}
```

```
>>> import os
>>> with patch.dict('os.environ', {'newkey': 'newvalue'}):
...     print(os.environ['newkey'])
...
newvalue
>>> assert 'newkey' not in os.environ
```

patch.dict() を呼び出すときにキーワード引数を使って辞書に値をセットすることができます。

```
>>> mymodule = MagicMock()
>>> mymodule.function.return_value = 'fish'
>>> with patch.dict('sys.modules', mymodule=mymodule):
...     import mymodule
...     mymodule.function('some', 'args')
...
'fish'
```

patch.dict() can be used with dictionary like objects that aren't actually dictionaries. At the very minimum they must support item getting, setting, deleting and either iteration or membership test. This corresponds to the magic methods `__getitem__()`, `__setitem__()`, `__delitem__()` and either *__iter__()* or `__contains__()`.

```
>>> class Container:
...     def __init__(self):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...         self.values = {}
...     def __getitem__(self, name):
...         return self.values[name]
...     def __setitem__(self, name, value):
...         self.values[name] = value
...     def __delitem__(self, name):
...         del self.values[name]
...     def __iter__(self):
...         return iter(self.values)
...
>>> thing = Container()
>>> thing['one'] = 1
>>> with patch.dict(thing, one=2, two=3):
...     assert thing['one'] == 2
...     assert thing['two'] == 3
...
>>> assert thing['one'] == 1
>>> assert list(thing) == ['one']
```

patch.multiple

patch.**multiple**(*target*, *spec=None*, *create=False*, *spec_set=None*, *autospec=None*, *new_callable=None*, ***kwargs*)

1 回の呼び出しで複数のパッチを実行します。パッチ対象のオブジェクト (あるいはそのオブジェクトをインポートするための文字列) と、パッチ用のキーワード引数を取ります:

```
with patch.multiple(settings, FIRST_PATCH='one', SECOND_PATCH='two'):
    ...
```

patch.multiple() に mock を生成させたい場合、キーワード引数の値に *DEFAULT* を指定します。この場合生成されたモックはデコレート対象の関数にキーワード引数として渡され、コンテキストマネージャーとして *patch.multiple()* が利用された場合は辞書として返します。

patch.multiple() はデコレータ、クラスデコレータ、コンテキストマネージャーとして使えます。引数の *spec*, *spec_set*, *create*, *autospec*, *new_callable* は *patch()* の引数と同じ意味を持ちます。これらの引数は *patch.multiple()* によって適用される **すべての** パッチに対して適用されます。

クラスデコレータとして利用する場合、*patch.multiple()* は patch.TEST_PREFIX にしたがってラップするメソッドを選択します。

patch.multiple() に mock を生成させたい場合、キーワード引数の値に *DEFAULT* を指定します。*patch.multiple()* をデコレータとして使った場合生成されたモックはデコレート対象の関数にキーワード引数として渡されます。:

```
>>> thing = object()
>>> other = object()

>>> @patch.multiple('__main__', thing=DEFAULT, other=DEFAULT)
... def test_function(thing, other):
...     assert isinstance(thing, MagicMock)
...     assert isinstance(other, MagicMock)
...
>>> test_function()
```

patch.multiple() は他の patch デコレータとネストして利用できますが、キーワード引数は *patch()* によって作られる通常の引数の **後ろ** で受け取る必要があります:

```
>>> @patch('sys.exit')
... @patch.multiple('__main__', thing=DEFAULT, other=DEFAULT)
... def test_function(mock_exit, other, thing):
...     assert 'other' in repr(other)
...     assert 'thing' in repr(thing)
...     assert 'exit' in repr(mock_exit)
...
>>> test_function()
```

patch.multiple() がコンテキストマネージャーとして利用される場合、コンテキストマネージャーが返す値は、名前がキーで値が生成された mock となる辞書です:

```
>>> with patch.multiple('__main__', thing=DEFAULT, other=DEFAULT) as values:
...     assert 'other' in repr(values['other'])
...     assert 'thing' in repr(values['thing'])
...     assert values['thing'] is thing
...     assert values['other'] is other
...
```

patch のメソッド: start と stop

すべての patcher は `start()` と `stop()` メソッドを持ちます。これを使うと、with 文やデコレータをネストさせずに、`setUp` メソッドで複数のパッチをシンプルに適用させることができます。

これらのメソッドを使うには、*patch()*, *patch.object()*, *patch.dict()* を通常の関数のように呼び出して、戻り値の `patcher` オブジェクトを保持します。その `start()` メソッドでパッチを適用し、`stop()` メソッドで巻き戻すことができます。

patch() に mock を生成させる場合、`patcher.start` の呼び出しの戻り値として mock を受け取れます。:

```
>>> patcher = patch('package.module.ClassName')
>>> from package import module
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> original = module.ClassName
>>> new_mock = patcher.start()
>>> assert module.ClassName is not original
>>> assert module.ClassName is new_mock
>>> patcher.stop()
>>> assert module.ClassName is original
>>> assert module.ClassName is not new_mock
```

この方式の典型的なユースケースは、TestCase の setUp メソッドで複数のパッチを行うことです:

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     def setUp(self):
...         self.patcher1 = patch('package.module.Class1')
...         self.patcher2 = patch('package.module.Class2')
...         self.MockClass1 = self.patcher1.start()
...         self.MockClass2 = self.patcher2.start()
...
...     def tearDown(self):
...         self.patcher1.stop()
...         self.patcher2.stop()
...
...     def test_something(self):
...         assert package.module.Class1 is self.MockClass1
...         assert package.module.Class2 is self.MockClass2
...
>>> MyTest('test_something').run()
```

注意: この方式を使う場合、必ず stop メソッドを呼び出してパッチが解除する必要があります。setUp の中で例外が発生した場合 tearDown が呼び出されないので、これは意外に面倒です。*unittest.TestCase.addCleanup()* を使うと簡単にできます:

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     def setUp(self):
...         patcher = patch('package.module.Class')
...         self.MockClass = patcher.start()
...         self.addCleanup(patcher.stop)
...
...     def test_something(self):
...         assert package.module.Class is self.MockClass
...
```

この方式を使うと patcher オブジェクトの参照を維持する必要がなくなるという特典も付きます。

patch.stopall() を利用してすべての start されたパッチを stop することもできます。

~~patch.stopall()~~

すべての有効なパッチを stop します。`start` で開始したパッチしか stop しません。

ビルトインをパッチする

モジュール内の任意のビルトインに対してパッチを当てることができます。以下の例はビルトインの *ord()* を修正します:

```
>>> @patch('__main__.ord')
... def test(mock_ord):
...     mock_ord.return_value = 101
...     print(ord('c'))
...
>>> test()
101
```

TEST_PREFIX

すべての patcher はクラスデコレータとして利用できます。この場合、そのクラスのすべてのテストメソッドをラップします。patcher は `'test'` で始まる名前のメソッドをテストメソッドだと認識します。これはデフォルトで *unittest.TestLoader* がテストメソッドを見つける方法と同じです。

他の prefix を使う事もできます。その場合、patcher にその prefix を `patch.TEST_PREFIX` に設定することで教えることができます:

```
>>> patch.TEST_PREFIX = 'foo'
>>> value = 3
>>>
>>> @patch('__main__.value', 'not three')
... class Thing:
...     def foo_one(self):
...         print(value)
...     def foo_two(self):
...         print(value)
...
>>>
>>> Thing().foo_one()
not three
>>> Thing().foo_two()
not three
>>> value
3
```

patch デコレータをネストする

複数のパッチを行いたい場合、シンプルにデコレータを重ねることができます。

次のパターンのように patch デコレータを重ねることができます:

```
>>> @patch.object(SomeClass, 'class_method')
... @patch.object(SomeClass, 'static_method')
... def test(mock1, mock2):
...     assert SomeClass.static_method is mock1
...     assert SomeClass.class_method is mock2
...     SomeClass.static_method('foo')
...     SomeClass.class_method('bar')
...     return mock1, mock2
...
>>> mock1, mock2 = test()
>>> mock1.assert_called_once_with('foo')
>>> mock2.assert_called_once_with('bar')
```

デコレータは下から上へと適用されることに注意してください。これは Python がデコレータを適用する標準的な方法です。テスト関数に渡される生成された mock の順番もこれに一致します。

どこにパッチするか

patch() は (一時的に) ある **名前** が参照しているオブジェクトを別のものに変更することで適用されます。任意のオブジェクトには、それを参照するたくさんの名前が存在しえます。なので、必ずテスト対象のシステムが使っている名前に対して patch しなければなりません。

基本的な原則は、オブジェクトが **ルックアップ** されるところにパッチすることです。その場所はオブジェクトが定義されたところとは限りません。これを説明するためにいくつかの例を挙げます。

次のような構造を持ったプロジェクトをテストしようとしていると仮定してください:

```
a.py
    -> Defines SomeClass

b.py
    -> from a import SomeClass
    -> some_function instantiates SomeClass
```

いま、some_function をテストしようとしていて、そのために SomeClass を *patch()* を使って mock しようとしています。モジュール b をインポートした時点で、b は SomeClass を a からインポートしています。この状態で a.SomeClass を *patch()* を使って mock out してもテストには影響しません。モジュール b はすでに **本物の** SomeClass への参照を持っていて、パッチの影響を受けないからです。

重要なのは、SomeClass が使われている (もしくはルックアップされている) 場所にパッチすることです。この場合、some_function はモジュール b の中にインポートされた SomeClass をルックアップしています。なので

パッチは次のようにしなければなりません:

```
@patch('b.SomeClass')
```

ですが、別のシナリオとして、module b が `from a import SomeClass` ではなく `import a` をしていて、`some_function` が `a.SomeClass` を利用していたとします。どちらのインポートも一般的なものです。この場合、パッチしたいクラスはそのモジュールからルックアップされているので、`a.SomeClass` をパッチする必要があります:

```
@patch('a.SomeClass')
```

デスクリプタやプロキシオブジェクトにパッチする

patch と *patch.object* はどちらも デスクリプタ (クラスメソッド、static メソッド、プロパティ) を正しく patch できます。デスクリプタに patch する場合、インスタンスではなく *class* にパッチする必要があります。これらはまた **幾らかの** 属性アクセスをプロキシするオブジェクト、例えば django の setttings オブジェクト に対しても機能します。

26.6.4 MagicMock と magic method のサポート

Magic Method をモックする

Mock supports mocking the Python protocol methods, also known as *"magic methods"*. This allows mock objects to replace containers or other objects that implement Python protocols.

magic method は通常のメソッドとはルックアップ方法が異なるので[*2], magic method のサポートは特別に実装されています。そのため、サポートされているのは特定の magic method のみです。**ほとんど** すべてのメソッドをサポートしていますが、足りないものを見つけたら私達に教えてください。

magic method を mock するには、対象の method に対して関数や mock のインスタンスをセットします。もし関数を使う場合、それは第一引数に `self` を取る **必要があります**[*3].

```
>>> def __str__(self):
...     return 'fooble'
...
>>> mock = Mock()
>>> mock.__str__ = __str__
>>> str(mock)
'fooble'
```

[*2] Magic method はインスタンスではなくクラスからルックアップされるはずです。Python のバージョンによってこのルールが適用されるかどうかに違いがあります。サポートされているプロトコルメソッドは、サポートされているすべての Python のバージョンで動作するはずです。

[*3] 関数はクラスまで hook しますが、各 `Mock` インスタンス間の独立性は保たれます。

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__str__ = Mock()
>>> mock.__str__.return_value = 'fooble'
>>> str(mock)
'fooble'
```

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__iter__ = Mock(return_value=iter([]))
>>> list(mock)
[]
```

ユースケースの 1 つは `with` 文の中でコンテキストマネージャーとして使われるオブジェクトを mock することです。

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__enter__ = Mock(return_value='foo')
>>> mock.__exit__ = Mock(return_value=False)
>>> with mock as m:
...     assert m == 'foo'
...
>>> mock.__enter__.assert_called_with()
>>> mock.__exit__.assert_called_with(None, None, None)
```

magic method の呼び出しは *method_calls* に含まれませんが、*mock_calls* には記録されます。

注釈: mock を生成するのに *spec* キーワード引数を使った場合、spec に含まれない magic method を設定しようとすると *AttributeError* が発生します。

サポートしている magic method の完全なリスト:

- `__hash__`, `__sizeof__`, `__repr__`, `__str__`
- `__dir__`, `__format__`, `__subclasses__`
- `__round__`, `__floor__`, `__trunc__` と `__ceil__`
- 比較: `__lt__`, `__gt__`, `__le__`, `__ge__`, `__eq__`, `__ne__`
- コンテナメソッド: `__getitem__`, `__setitem__`, `__delitem__`, `__contains__`, `__len__`, `__iter__`, `__reversed__`, `__missing__`
- Context manager: `__enter__`, `__exit__`, `__aenter__` and `__aexit__`
- 単項算術メソッド: `__neg__`, `__pos__`, `__invert__`
- The numeric methods (including right hand and in-place variants): `__add__`, `__sub__`, `__mul__`,

__matmul__, __truediv__, __floordiv__, __mod__, __divmod__, __lshift__, __rshift__, __and__, __xor__, __or__, and __pow__

- 算術変換メソッド: __complex__, __int__, __float__, __index__
- デスクリプタメソッド: __get__, __set__, __delete__
- pickle: __reduce__, __reduce_ex__, __getinitargs__, __getnewargs__, __getstate__, __setstate__
- File system path representation: __fspath__
- Asynchronous iteration methods: __aiter__ and __anext__

バージョン 3.8 で変更: Added support for *os.PathLike.__fspath__()*.

バージョン 3.8 で変更: Added support for __aenter__, __aexit__, __aiter__ and __anext__.

以下のメソッドは存在しますが、mock が利用している、動的に設定不可能、その他の問題が発生する可能性があるなどの理由で **サポートされていません**:

- __getattr__, __setattr__, __init__, __new__
- __prepare__, __instancecheck__, __subclasscheck__, __del__

Magic Mock

MagicMock 系のクラスは 2 種類あります: *MagicMock* と *NonCallableMagicMock* です。

class unittest.mock.**MagicMock**(**args*, ***kw*)

MagicMock is a subclass of *Mock* with default implementations of most of the *magic methods*. You can use MagicMock without having to configure the magic methods yourself.

コンストラクタの引数は *Mock* と同じ意味を持っています。

spec か *spec_set* 引数を利用した場合、spec に存在する magic method **のみ** が生成されます。

class unittest.mock.**NonCallableMagicMock**(**args*, ***kw*)

callable でないバージョンの *MagicMock*

コンストラクタの引数は *MagicMock* と同じ意味を持ちますが、*return_value* と *side_effect* は callable でない mock では意味を持ちません。

MagicMock が magic method をセットアップするので、あとは通常の方法で構成したり利用したりできます:

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock[3] = 'fish'
>>> mock.__setitem__.assert_called_with(3, 'fish')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> mock.__getitem__.return_value = 'result'
>>> mock[2]
'result'
```

デフォルトでは、多くのプロトコルメソッドは特定の型の戻り値を要求されます。それらのメソッドではその型のデフォルトの戻り値がデフォルトの戻り値として設定されているので、戻り値に興味が有る場合以外は何もしなくても利用可能です。デフォルトの値を変更したい場合は手動で戻り値を設定可能です。

メソッドとそのデフォルト値:

- __lt__: *NotImplemented*
- __gt__: NotImplemented
- __le__: NotImplemented
- __ge__: NotImplemented
- __int__: 1
- __contains__: False
- __len__: 0
- __iter__: iter([])
- __exit__: False
- __aexit__: False
- __complex__: 1j
- __float__: 1.0
- __bool__: True
- __index__: 1
- __hash__: mock のデフォルトの hash
- __str__: mock のデフォルトの str
- __sizeof__: mock のデフォルトの sizeof

例えば:

```
>>> mock = MagicMock()
>>> int(mock)
1
>>> len(mock)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
0
>>> list(mock)
[]
>>> object() in mock
False
```

The two equality methods, `__eq__()` and `__ne__()`, are special. They do the default equality comparison on identity, using the *side_effect* attribute, unless you change their return value to return something else:

```
>>> MagicMock() == 3
False
>>> MagicMock() != 3
True
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.__eq__.return_value = True
>>> mock == 3
True
```

`MagicMock.__iter__()` の return_value は任意の iterable で、イテレータである必要はありません:

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.__iter__.return_value = ['a', 'b', 'c']
>>> list(mock)
['a', 'b', 'c']
>>> list(mock)
['a', 'b', 'c']
```

return_value が iterator であった場合、最初のイテレートでその iterator を消費してしまい、2 回目以降のイテレートの結果が空になってしまいます:

```
>>> mock.__iter__.return_value = iter(['a', 'b', 'c'])
>>> list(mock)
['a', 'b', 'c']
>>> list(mock)
[]
```

`MagicMock` はいくつかの曖昧であったり時代遅れなものをのぞいて、対応している magic method を事前にセットアップします。自動でセットアップされていないものも必要なら手動でセットアップすることができます。

`MagicMock` がサポートしているもののデフォルトではセットアップしない magic method:

- `__subclasses__`
- `__dir__`
- `__format__`

- __get__, __set__, __delete__
- __reversed__, __missing__
- __reduce__, __reduce_ex__, __getinitargs__, __getnewargs__, __getstate__, __setstate__
- __getformat__

26.6.5 ヘルパー

sentinel

unittest.mock.**sentinel**

sentinel オブジェクトはテストで必要なユニークなオブジェクトを簡単に提供します。

属性はアクセス時にオンデマンドで生成されます。同じ属性に複数回アクセスすると必ず同じオブジェクトが返されます。返されるオブジェクトは、テスト失敗のメッセージがわかりやすくなるように気が利いた repr を持ちます。

バージョン 3.7 で変更: The sentinel attributes now preserve their identity when they are *copied* or *pickled*.

特定のオブジェクトが他のメソッドに引数として渡されることをテストしたり、返されることをテストしたい場合があります。このテストのために名前がついた sentinel オブジェクトを作るのが一般的です。*sentinel* はこのようなオブジェクトを生成し、同一性をテストするのに便利な方法を提供します。

次の例では、method が sentinel.some_object を返すようにモンキーパッチしています:

```
>>> real = ProductionClass()
>>> real.method = Mock(name="method")
>>> real.method.return_value = sentinel.some_object
>>> result = real.method()
>>> assert result is sentinel.some_object
>>> result
sentinel.some_object
```

DEFAULT

unittest.mock.**DEFAULT**

DEFAULT オブジェクトは事前に生成された sentinel (実際には sentinel.DEFAULT) オブジェクトです。*side_effect* 関数が、通常の戻り値を使うことを示すために使います。

call

unittest.mock.call(*args, **kwargs)

call() は *call_args*, *call_args_list*, *mock_calls*, *method_calls* と比較してより下端に assert できるようにするためのヘルパーオブジェクトです。*call()* は *assert_has_calls()* と組み合わせて使うこともできます。

```
>>> m = MagicMock(return_value=None)
>>> m(1, 2, a='foo', b='bar')
>>> m()
>>> m.call_args_list == [call(1, 2, a='foo', b='bar'), call()]
True
```

call.call_list()

複数回の呼び出しを表す call オブジェクトに対して、*call_list()* はすべての途中の呼び出しと最終の呼び出しを含むリストを返します。

call_list は特に "chained call" に対して assert するのに便利です。"chained call" は 1 行のコードにおける複数の呼び出しです。この結果は mock の *mock_calls* に複数の call エントリとして格納されます。この call のシーケンスを手動で構築するのは退屈な作業になります。

call_list() は同じ chained call からその call のシーケンスを構築することができます:

```
>>> m = MagicMock()
>>> m(1).method(arg='foo').other('bar')(2.0)
<MagicMock name='mock().method().other()()' id='...'>
>>> kall = call(1).method(arg='foo').other('bar')(2.0)
>>> kall.call_list()
[call(1),
 call().method(arg='foo'),
 call().method().other('bar'),
 call().method().other()(2.0)]
>>> m.mock_calls == kall.call_list()
True
```

call オブジェクトは、どう構築されたかによって、(位置引数、キーワード引数) のタプルか、(名前、位置引数、キーワード引数) のタプルになります。自分で call オブジェクトを構築するときはこれを意識する必要はありませんが、*Mock.call_args*, *Mock.call_args_list*, *Mock.mock_calls* 属性の中の call オブジェクトを解析して個々の引数を解析することができます。

Mock.call_args と *Mock.call_args_list* の中の call オブジェクトは (位置引数, キーワード引数) のタプルで、*Mock.mock_calls* の中の call オブジェクトや自分で構築したオブジェクトは (名前, 位置引数, キーワード引数) のタプルになります。

call オブジェクトの "タプル性" を使って、より複雑な内省とアサートを行うために各引数を取り出しすことができます。位置引数はタプル (位置引数が存在しない場合は空のタプル) で、キーワード引数は辞書になります:

```
>>> m = MagicMock(return_value=None)
>>> m(1, 2, 3, arg='one', arg2='two')
>>> kall = m.call_args
>>> kall.args
(1, 2, 3)
>>> kall.kwargs
{'arg': 'one', 'arg2': 'two'}
>>> kall.args is kall[0]
True
>>> kall.kwargs is kall[1]
True
```

```
>>> m = MagicMock()
>>> m.foo(4, 5, 6, arg='two', arg2='three')
<MagicMock name='mock.foo()' id='...'>
>>> kall = m.mock_calls[0]
>>> name, args, kwargs = kall
>>> name
'foo'
>>> args
(4, 5, 6)
>>> kwargs
{'arg': 'two', 'arg2': 'three'}
>>> name is m.mock_calls[0][0]
True
```

create_autospec

unittest.mock.**create_autospec**(*spec*, *spec_set=False*, *instance=False*, ***kwargs*)

他のオブジェクトを spec として利用して mock オブジェクトを作ります。mock の属性も、*spec* オブジェクトの該当する属性を spec として利用します。

mock された関数やメソッドは、正しいシグネチャで呼び出されたことを確認するために引数をチェックします。

spec_set が `True` のとき、spec オブジェクトにない属性をセットしようとすると *AttributeError* を発生させます。

spec にクラスが指定された場合、mock の戻り値 (そのクラスのインスタンス) は同じ spec を持ちます。`instance=True` を指定すると、インスタンスオブジェクトの spec としてクラスを利用できます。返される mock は、モックのインスタンスが callable な場合にだけ callable となります。

create_autospec() は任意のキーワード引数を受け取り、生成する mock のコンストラクタに渡します。

create_autospec() や、*patch()* の *autospec* 引数で autospec を使うサンプルは *autospec* **を使う** を参照してください。

バージョン 3.8 で変更: *create_autospec()* now returns an *AsyncMock* if the target is an async function.

ANY

unittest.mock.**ANY**

mock の呼び出しのうち **幾つか** の引数に対して assert したいけれども、それ以外の引数は気にしない、あるいは *call_args* から個別に取り出してより高度な assert を行いたい場合があります。

特定の引数を無視するために、**すべて** と等しくなるオブジェクトを使うことができます。そうすると、*assert_called_with()* と *assert_called_once_with()* は、実際の引数が何であったかに関わらず成功します。

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock('foo', bar=object())
>>> mock.assert_called_once_with('foo', bar=ANY)
```

mock_calls などの call list との比較に *ANY* を使うこともできます:

```
>>> m = MagicMock(return_value=None)
>>> m(1)
>>> m(1, 2)
>>> m(object())
>>> m.mock_calls == [call(1), call(1, 2), ANY]
True
```

ANY is not limited to comparisons with call objects and so can also be used in test assertions:

```
class TestStringMethods(unittest.TestCase):

    def test_split(self):
        s = 'hello world'
        self.assertEqual(s.split(), ['hello', ANY])
```

FILTER_DIR

unittest.mock.**FILTER_DIR**

FILTER_DIR は mock オブジェクトが *dir()* に何を返すかを制御するためのモジュールレベル変数です。デフォルトは True で、以下に示すフィルタリングを行い、有用なメンバーだけを表示します。このフィルタリングが嫌な場合や、何かの診断のためにフィルタリングを切りたい場合は、mock.FILTER_DIR = False と設定してください。

フィルタリングが有効な場合、dir(some_mock) は有用な属性だけを表示し、また通常は表示されない動的に生成される属性も表示します。mock が *spec* を使って (もちろん *autospec* でも) 生成された場合、元のオブジェク

トのすべての属性が、まだアクセスされていなかったとしても、表示されます。

```
>>> dir(Mock())
['assert_any_call',
 'assert_called',
 'assert_called_once',
 'assert_called_once_with',
 'assert_called_with',
 'assert_has_calls',
 'assert_not_called',
 'attach_mock',
 ...
>>> from urllib import request
>>> dir(Mock(spec=request))
['AbstractBasicAuthHandler',
 'AbstractDigestAuthHandler',
 'AbstractHTTPHandler',
 'BaseHandler',
 ...
```

多くのあまり有用ではない (mock 対象のものではなく、*Mock* 自身のプライベートな) 属性は、アンダースコアと 2 つのアンダースコアで prefix された属性は *Mock* に対して *dir()* した結果からフィルタリングされます。この動作が嫌な場合は、モジュールレベルの *FILTER_DIR* スイッチを設定することでフィルターを切ることができます。

```
>>> from unittest import mock
>>> mock.FILTER_DIR = False
>>> dir(mock.Mock())
['_NonCallableMock__get_return_value',
 '_NonCallableMock__get_side_effect',
 '_NonCallableMock__return_value_doc',
 '_NonCallableMock__set_return_value',
 '_NonCallableMock__set_side_effect',
 '__call__',
 '__class__',
 ...
```

Alternatively you can just use `vars(my_mock)` (instance members) and `dir(type(my_mock))` (type members) to bypass the filtering irrespective of `mock.FILTER_DIR`.

mock_open

unittest.mock.**mock_open**(*mock=None*, *read_data=None*)

open() の利用を置き換えるための mock を作るヘルパー関数。*open()* を直接呼んだりコンテキストマネージャーとして利用する場合に使うことができます。

mock 引数は構成する mock オブジェクトです。None (デフォルト) なら、通常のファイルハンドルと同じ属性やメソッドに API が制限された *MagicMock* が生成されます。

read_data は、ファイルハンドルの read(), *readline()*, そして *readlines()* のメソッドが返す文字列です。これらのメソッドを呼び出すと、読み出し終わるまで *read_data* からデータが読み出されます。これらモックのメソッドはとても単純化されています: *mock* が呼ばれるたびに *read_data* は先頭に巻き戻されます。テストコードに与えるデータをさらにコントロールするには自分自身でモックをカスタマイズする必要があります。それでも不十分な場合は、PyPI にあるインメモリファイルシステムパッケージのうちのどれかを使えば、テストのための本物のファイルシステムが得られるでしょう。

バージョン 3.4 で変更: *readline()* および *readlines()* のサポートが追加されました。read() のモックは、個々の呼び出しで *read_data* を返すのではなく、それを消費するように変わりました。

バージョン 3.5 で変更: *read_data* は *mock* を呼び出す度に毎回リセットされるようになりました。

バージョン 3.8 で変更: Added *__iter__()* to implementation so that iteration (such as in for loops) correctly consumes *read_data*.

open() をコンテキストマネージャーとして使う方法は、ファイルが必ず適切に閉じられるようにする素晴らしい方法で、今では一般的になっています:

```
with open('/some/path', 'w') as f:
    f.write('something')
```

The issue is that even if you mock out the call to *open()* it is the *returned object* that is used as a context manager (and has __enter__() and __exit__() called).

コンテキストマネージャーを *MagicMock* でモックするのは一般的かつ面倒なので、ヘルパー関数を用意しています。:

```
>>> m = mock_open()
>>> with patch('__main__.open', m):
...     with open('foo', 'w') as h:
...         h.write('some stuff')
...
>>> m.mock_calls
[call('foo', 'w'),
 call().__enter__(),
 call().write('some stuff'),
 call().__exit__(None, None, None)]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> m.assert_called_once_with('foo', 'w')
>>> handle = m()
>>> handle.write.assert_called_once_with('some stuff')
```

ファイルの読み込みをモックする例:

```
>>> with patch('__main__.open', mock_open(read_data='bibble')) as m:
...     with open('foo') as h:
...         result = h.read()
...
>>> m.assert_called_once_with('foo')
>>> assert result == 'bibble'
```

autospec を使う

autospec は mock の `spec` 機能を基盤にしています。autospec は mock の API を元のオブジェクト (spec) に制限しますが、再帰的に適用される (lazy に実装されている) ので、mock の属性も spec の属性と同じ API だけを持つようになります。さらに、mock された関数/メソッドは元と同じシグネチャを持ち、正しくない引数で呼び出されると *TypeError* を発生させます。

autospec の動作について説明する前に、それが必要となる背景から説明していきます。

Mock is a very powerful and flexible object, but it suffers from a flaw which is general to mocking. If you refactor some of your code, rename members and so on, any tests for code that is still using the *old api* but uses mocks instead of the real objects will still pass. This means your tests can all pass even though your code is broken.

バージョン 3.5 で変更: Before 3.5, tests with a typo in the word assert would silently pass when they should raise an error. You can still achieve this behavior by passing `unsafe=True` to Mock.

各ユニットが互いにどのように接続されるかをテストしない場合、依然としてテストで見つけることができるバグの余地が多く残っています。

`mock` はこの問題に対処するために spec と呼ばれる機能を提供しています。何かクラスかインスタンスを `spec` として mock に渡すと、実際のクラスに存在する属性にしか、mock に対してもアクセスできなくなります:

```
>>> from urllib import request
>>> mock = Mock(spec=request.Request)
>>> mock.assret_called_with  # Intentional typo!
Traceback (most recent call last):
 ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'assret_called_with'
```

spec はその mock 自体にしか適用されません。なので、同じ問題がその mock のすべてのメソッドに対して発生します:

```
>>> mock.has_data()
<mock.Mock object at 0x...>
>>> mock.has_data.assret_called_with()  # Intentional typo!
```

autospec はこの問題を解決します。*patch()* か *patch.object()* に autospec=True を渡すか、*create_autospec()* 関数を使って spec をもとに mock を作ることができます。*patch()* の引数に autospec=True を渡した場合、置換対象のオブジェクトが spec オブジェクトとして利用されます。spec は遅延処理される (mock の属性にアクセスされた時に spec が生成される) ので、非常に複雑だったり深くネストしたオブジェクト (例えばモジュールをインポートするモジュールをインポートするモジュール) に対しても大きなパフォーマンスの問題なしに autospec を使うことができます。

autospec の利用例:

```
>>> from urllib import request
>>> patcher = patch('__main__.request', autospec=True)
>>> mock_request = patcher.start()
>>> request is mock_request
True
>>> mock_request.Request
<MagicMock name='request.Request' spec='Request' id='...'>
```

request.Request が spec を持っているのが分かります。request.Request のコンストラクタは 2 つの引数を持っています (片方は *self* です)。コンストラクタを間違って呼び出した時に何が起こるでしょうか:

```
>>> req = request.Request()
Traceback (most recent call last):
 ...
TypeError: <lambda>() takes at least 2 arguments (1 given)
```

spec はクラスがインスタンス化されたとき (つまり spec が適用された mock の戻り値) にも適用されます:

```
>>> req = request.Request('foo')
>>> req
<NonCallableMagicMock name='request.Request()' spec='Request' id='...'>
```

Request オブジェクトは callable ではないので、request.Request の mock から返されたインスタンスの mock は callable ではなくなります。spec があれば、assert のミススペルは正しいエラーを発生させます:

```
>>> req.add_header('spam', 'eggs')
<MagicMock name='request.Request().add_header()' id='...'>
>>> req.add_header.assret_called_with  # Intentional typo!
Traceback (most recent call last):
 ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'assret_called_with'
>>> req.add_header.assert_called_with('spam', 'eggs')
```

多くの場合、単に既存の *patch()* 呼び出しに autospec=True を加えるだけで、ミススペルや API 変更に伴うバグから守られます。

patch() を経由する以外にも、*create_autospec()* を使って *autospec* が適用された mock を直接作る方法もあります:

```
>>> from urllib import request
>>> mock_request = create_autospec(request)
>>> mock_request.Request('foo', 'bar')
<NonCallableMagicMock name='mock.Request()' spec='Request' id='...'>
```

とはいえ、autospec には注意しなければならない点や制限があり、そのためデフォルトでは無効になっています。spec オブジェクトでどんな属性が使えるかどうかを調べるために、autospec は spec オブジェクトをイントロスペクト (実際に属性にアクセスする) 必要があります。mock の属性を利用するとき、水面下で元のオブジェクトに対しても同じ属性の探索が行われます。spec したオブジェクトのどれかがコードを実行するプロパティやデスクリプタを持っている場合、autospec は正しく動きません。もしくは、イントロスペクションしても安全なようにオブジェクトを設計するのがよいでしょう[*4]。

A more serious problem is that it is common for instance attributes to be created in the `__init__()` method and not to exist on the class at all. *autospec* can't know about any dynamically created attributes and restricts the api to visible attributes.

```
>>> class Something:
...   def __init__(self):
...     self.a = 33
...
>>> with patch('__main__.Something', autospec=True):
...   thing = Something()
...   thing.a
...
Traceback (most recent call last):
  ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'a'
```

この問題を解決するためにいくつかの方法があります。一番簡単な、ただし一番面倒でないとは限らない方法は、必要とされる属性を mock が生成された後に設定することです。*autospec* は属性を参照することを禁止しますが、設定することは禁止していません:

```
>>> with patch('__main__.Something', autospec=True):
...   thing = Something()
...   thing.a = 33
...
```

spec と *autospec* にはよりアグレッシブなバージョンがあり、存在しない属性への設定も禁止します。これはコー

[*4] これはクラスやすでにインスタンス化されたオブジェクトにだけ当てはまります。mock されたクラスを呼び出して mock インスタンスを作っても、実際のオブジェクトのインスタンスは生成されません。mock は属性を - *dir()* を呼び出して - 検索するだけです。

ドが正しい属性にのみ代入することを保証したいときに便利ですが、もちろん先ほどの方法も制限されてしまいます:

```
>>> with patch('__main__.Something', autospec=True, spec_set=True):
...   thing = Something()
...   thing.a = 33
...
Traceback (most recent call last):
 ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'a'
```

Probably the best way of solving the problem is to add class attributes as default values for instance members initialised in `__init__()`. Note that if you are only setting default attributes in `__init__()` then providing them via class attributes (shared between instances of course) is faster too. e.g.

```
class Something:
    a = 33
```

クラス属性を使ってもまた別の問題があります。メンバーのデフォルト値に `None` を利用し、後から別の型のオブジェクトを代入するのは比較的よくあるパターンです。spec として `None` を使うと **すべての** 属性やメソッドへのアクセスも許されなくなるので使い物になりません。`None` を spec にすることが有用な場面は **決して** なく、おそらくそのメンバーは他の何かの型のメンバーになることを示すので、autospec は `None` に設定されているメンバーには spec を使いません。その属性は通常の mock (MagicMocks) になります。

```
>>> class Something:
...     member = None
...
>>> mock = create_autospec(Something)
>>> mock.member.foo.bar.baz()
<MagicMock name='mock.member.foo.bar.baz()' id='...'>
```

すでに利用されているクラスにデフォルト値属性を追加するのが嫌な場合は、他の選択肢もあります。選択肢の 1 つは、クラスではなくインスタンスを spec に使うことです。別の選択肢は、実際のクラスのサブクラスを作り、実際に利用されている方に影響を与えずにデフォルト値属性を追加することです。どちらの方法も spec として代替オブジェクトを利用することが必要です。*patch()* はこれをサポートしていて、*autospec* 引数に代替オブジェクトを渡すことができます:

```
>>> class Something:
...   def __init__(self):
...     self.a = 33
...
>>> class SomethingForTest(Something):
...   a = 33
...
>>> p = patch('__main__.Something', autospec=SomethingForTest)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> mock = p.start()
>>> mock.a
<NonCallableMagicMock name='Something.a' spec='int' id='...'>
```

Sealing mocks

unittest.mock.**seal**(*mock*)

Seal will disable the automatic creation of mocks when accessing an attribute of the mock being sealed or any of its attributes that are already mocks recursively.

If a mock instance with a name or a spec is assigned to an attribute it won't be considered in the sealing chain. This allows one to prevent seal from fixing part of the mock object.

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.submock.attribute1 = 2
>>> mock.not_submock = mock.Mock(name="sample_name")
>>> seal(mock)
>>> mock.new_attribute  # This will raise AttributeError.
>>> mock.submock.attribute2  # This will raise AttributeError.
>>> mock.not_submock.attribute2  # This won't raise.
```

Added in version 3.7.

26.6.6 Order of precedence of `side_effect`, `return_value` and *wraps*

The order of their precedence is:

1. *side_effect*
2. *return_value*
3. *wraps*

If all three are set, mock will return the value from *side_effect*, ignoring *return_value* and the wrapped object altogether. If any two are set, the one with the higher precedence will return the value. Regardless of the order of which was set first, the order of precedence remains unchanged.

```
>>> from unittest.mock import Mock
>>> class Order:
...     @staticmethod
...     def get_value():
...         return "third"
...
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> order_mock = Mock(spec=Order, wraps=Order)
>>> order_mock.get_value.side_effect = ["first"]
>>> order_mock.get_value.return_value = "second"
>>> order_mock.get_value()
'first'
```

As `None` is the default value of *side_effect*, if you reassign its value back to `None`, the order of precedence will be checked between *return_value* and the wrapped object, ignoring *side_effect*.

```
>>> order_mock.get_value.side_effect = None
>>> order_mock.get_value()
'second'
```

If the value being returned by *side_effect* is *DEFAULT*, it is ignored and the order of precedence moves to the successor to obtain the value to return.

```
>>> from unittest.mock import DEFAULT
>>> order_mock.get_value.side_effect = [DEFAULT]
>>> order_mock.get_value()
'second'
```

When *Mock* wraps an object, the default value of *return_value* will be *DEFAULT*.

```
>>> order_mock = Mock(spec=Order, wraps=Order)
>>> order_mock.return_value
sentinel.DEFAULT
>>> order_mock.get_value.return_value
sentinel.DEFAULT
```

The order of precedence will ignore this value and it will move to the last successor which is the wrapped object.

As the real call is being made to the wrapped object, creating an instance of this mock will return the real instance of the class. The positional arguments, if any, required by the wrapped object must be passed.

```
>>> order_mock_instance = order_mock()
>>> isinstance(order_mock_instance, Order)
True
>>> order_mock_instance.get_value()
'third'
```

```
>>> order_mock.get_value.return_value = DEFAULT
>>> order_mock.get_value()
'third'
```

```
>>> order_mock.get_value.return_value = "second"
>>> order_mock.get_value()
'second'
```

But if you assign `None` to it, this will not be ignored as it is an explicit assignment. So, the order of precedence will not move to the wrapped object.

```
>>> order_mock.get_value.return_value = None
>>> order_mock.get_value() is None
True
```

Even if you set all three at once when initializing the mock, the order of precedence remains the same:

```
>>> order_mock = Mock(spec=Order, wraps=Order,
...                   **{"get_value.side_effect": ["first"],
...                      "get_value.return_value": "second"}
...                   )
...
>>> order_mock.get_value()
'first'
>>> order_mock.get_value.side_effect = None
>>> order_mock.get_value()
'second'
>>> order_mock.get_value.return_value = DEFAULT
>>> order_mock.get_value()
'third'
```

If *side_effect* is exhausted, the order of precedence will not cause a value to be obtained from the successors. Instead, `StopIteration` exception is raised.

```
>>> order_mock = Mock(spec=Order, wraps=Order)
>>> order_mock.get_value.side_effect = ["first side effect value",
...                                     "another side effect value"]
>>> order_mock.get_value.return_value = "second"
```

```
>>> order_mock.get_value()
'first side effect value'
>>> order_mock.get_value()
'another side effect value'
```

```
>>> order_mock.get_value()
Traceback (most recent call last):
 ...
StopIteration
```

26.7 unittest.mock --- 入門

Added in version 3.3.

26.7.1 Mock を使う

Mock のパッチ用メソッド

一般的な *Mock* の使い方の中には次のものがあります:

- メソッドにパッチを当てる
- オブジェクトに対するメソッド呼び出しを記録する

システムの他の部分からメソッドが正しい引数で呼び出されたかどうかを確認するために、そのオブジェクトのメソッドを置き換えることができます:

```
>>> real = SomeClass()
>>> real.method = MagicMock(name='method')
>>> real.method(3, 4, 5, key='value')
<MagicMock name='method()' id='...'>
```

モック (上の例では real.method) が利用された場合、どう使われたかを assert できるようにする属性やメソッドがモックにあります。

注釈: この例のような場合、たいてい *Mock* と *MagicMock* は互換です。MagicMock の方が強力なので、デフォルトではこちらを使うといいでしょう。

モックが呼び出されると、その *called* 属性が True に設定されます。そして *assert_called_with()* や *assert_called_once_with()* メソッドを使ってそのメソッドが正しい引数で呼び出されたかどうかをチェックできます。

次の例では ProductionClass().method が something メソッドを呼び出したことをテストしています:

```
>>> class ProductionClass:
...     def method(self):
...         self.something(1, 2, 3)
...     def something(self, a, b, c):
...         pass
...
>>> real = ProductionClass()
>>> real.something = MagicMock()
>>> real.method()
>>> real.something.assert_called_once_with(1, 2, 3)
```

オブジェクトのメソッド呼び出しに対するモック

上の例ではオブジェクトのメソッドに対して直接パッチを当てて、それが正しく呼び出されていたかどうかをテストしていました。もう一つのよくあるユースケースが、モックをメソッド (またはテスト対象のシステムのどこか) に渡して、それが正しく利用されたかどうかをチェックする方法です。

次の例で、ProductionClass は closer メソッドを持っています。このメソッドは渡されたオブジェクトの close メソッドを呼び出します。

```
>>> class ProductionClass:
...     def closer(self, something):
...         something.close()
...
```

ですからこれをテストするには、close メソッドを持ったオブジェクトを渡して、それが正しく呼び出されたかどうかをテストしなければなりません。

```
>>> real = ProductionClass()
>>> mock = Mock()
>>> real.closer(mock)
>>> mock.close.assert_called_with()
```

モックに *close* メソッドを持たせるために何か準備する必要はありません。*close* メソッドにアクセスすると自動的にそれが作られます。なので、もし *close* が呼び出されなかったとしてもテスト時に生成されるのですが、*assert_called_with()* が failure 例外を発生させます。

クラスをモックする

他のよくあるユースケースが、テスト対象のコードによってインスタンス化されているクラスをモックに置き換えることです。クラスに patch すると、そのクラスがモックに置き換えられます。インスタンスは **クラスを呼び出した時に** 作られます。なので、モックの戻り値を使うことで、「モックのインスタンス」にアクセスできます。

次の例では、some_function という関数が Foo をインスタンス化し、その method を呼び出しています。*patch()* を呼び出すと Foo クラスをモックに置き換えます。Foo のインスタンスはモックを呼び出して作られるので、モックの *return_value* を変更することでカスタマイズできます。:

```
>>> def some_function():
...     instance = module.Foo()
...     return instance.method()
...
>>> with patch('module.Foo') as mock:
...     instance = mock.return_value
...     instance.method.return_value = 'the result'
...     result = some_function()
...     assert result == 'the result'
```

モックに名前をつける

モックに名前をつけると便利なことがあります。その名前はモックを repr したときに表示されるので、モックがテスト失敗のメッセージ内に現れた時に便利です。また、モックの名前はそのモックの属性やメソッドにも伝播します:

```
>>> mock = MagicMock(name='foo')
>>> mock
<MagicMock name='foo' id='...'>
>>> mock.method
<MagicMock name='foo.method' id='...'>
```

全ての呼び出しのトラッキング

メソッドの複数回の呼び出しをトラックしたいことがあります。*mock_calls* 属性は、そのモックの子属性やさらにその子孫に対する呼び出しすべてを記録しています。

```
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.method()
<MagicMock name='mock.method()' id='...'>
>>> mock.attribute.method(10, x=53)
<MagicMock name='mock.attribute.method()' id='...'>
>>> mock.mock_calls
[call.method(), call.attribute.method(10, x=53)]
```

mock_calls に対して assert すると、予期していないメソッド呼び出しがあったときにその assert が失敗します。これはあるメソッド呼び出しが期待通りに実行されたかどうかだけでなく、その呼び出し順序や期待した以外の呼び出しが起こらなかったことまでテストできるので便利です:

mock_calls と比較するリストを作るために *call* オブジェクトを利用できます:

```
>>> expected = [call.method(), call.attribute.method(10, x=53)]
>>> mock.mock_calls == expected
True
```

However, parameters to calls that return mocks are not recorded, which means it is not possible to track nested calls where the parameters used to create ancestors are important:

```
>>> m = Mock()
>>> m.factory(important=True).deliver()
<Mock name='mock.factory().deliver()' id='...'>
>>> m.mock_calls[-1] == call.factory(important=False).deliver()
True
```

戻り値や属性を設定する

モックオブジェクトに戻り値を設定するのはとっても簡単です:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.return_value = 3
>>> mock()
3
```

もちろん同じことがモックのメソッドに対しても行えます:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.method.return_value = 3
>>> mock.method()
3
```

コンストラクターで戻り値を設定することもできます:

```
>>> mock = Mock(return_value=3)
>>> mock()
3
```

モックに属性を設定したかったら、普通に設定するだけです:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.x = 3
>>> mock.x
3
```

`mock.connection.cursor().execute("SELECT 1")` のような複雑なケースでモックを使いたい場合もあります。この呼出があるリストを返すようにしたい場合、このネストした呼び出しを構成しなければなりません。

call を使って "chained call" 内の呼び出しを構成して、assert で使うことができます:

```
>>> mock = Mock()
>>> cursor = mock.connection.cursor.return_value
>>> cursor.execute.return_value = ['foo']
>>> mock.connection.cursor().execute("SELECT 1")
['foo']
>>> expected = call.connection.cursor().execute("SELECT 1").call_list()
>>> mock.mock_calls
[call.connection.cursor(), call.connection.cursor().execute('SELECT 1')]
>>> mock.mock_calls == expected
True
```

call object を chained call を表す list にするために `.call_list()` を使います。

モックから例外を発生させる

side_effect という便利な属性があります。この属性に例外クラスやそのインスタンスを設定すると、モックが呼ばれた時にその例外を発生させます。

```
>>> mock = Mock(side_effect=Exception('Boom!'))
>>> mock()
Traceback (most recent call last):
  ...
Exception: Boom!
```

side_effect の関数と iterable

side_effect には関数や iterable を設定することもできます。side_effect に iterable を設定するユースケースは、そのモックが複数回呼び出され、そのたびに違う値を返したい場合です。side_effect に iterable を設定すると、そのモックに対するすべての呼び出しは iterable の次の値を返します:

```
>>> mock = MagicMock(side_effect=[4, 5, 6])
>>> mock()
4
>>> mock()
5
>>> mock()
6
```

より高度なユースケースとして、mock が呼び出された時の引数によって戻り値を変化させたい場合は、side_effect に関数を設定することができます。その関数は mock と同じ引数で呼び出されます。その関数の戻り値がそのモック呼び出しの戻り値になります:

```
>>> vals = {(1, 2): 1, (2, 3): 2}
>>> def side_effect(*args):
...     return vals[args]
...
>>> mock = MagicMock(side_effect=side_effect)
>>> mock(1, 2)
1
>>> mock(2, 3)
2
```

非同期イテレータをモックする

Python 3.8 以降、AsyncMock と MagicMock は __aiter__ を通じて async-iterators のモックをサポートしています。__aiter__ の *return_value* 属性はイテレーションに使用される戻り値を設定するために使用できます。

```
>>> mock = MagicMock()  # AsyncMock also works here
>>> mock.__aiter__.return_value = [1, 2, 3]
>>> async def main():
...     return [i async for i in mock]
...
>>> asyncio.run(main())
[1, 2, 3]
```

非同期コンテキストマネージャをモックする

Python 3.8 以降、AsyncMock と MagicMock は __aenter__ と __aexit__ を通じて async-context-managers のモックをサポートしています。デフォルトでは、__aenter__ と __aexit__ は非同期関数を返す AsyncMock インスタンスです。

```
>>> class AsyncContextManager:
...     async def __aenter__(self):
...         return self
...     async def __aexit__(self, exc_type, exc, tb):
...         pass
...
>>> mock_instance = MagicMock(AsyncContextManager())  # AsyncMock also works here
>>> async def main():
...     async with mock_instance as result:
...         pass
...
>>> asyncio.run(main())
>>> mock_instance.__aenter__.assert_awaited_once()
>>> mock_instance.__aexit__.assert_awaited_once()
```

既存のオブジェクトから Mock を作る

mock を使いすぎることの問題の一つは、テストが実際のコードではなく mock の実装をテストするようになってしまうことです。some_method というメソッドを実装したクラスがあるとします。他のクラスをテストするときに、some_method を提供する mock を使います。最初のクラスをリファクタリングして some_method がなくなった時、コードは壊れているのにテストは通る状態になってしまいます

Mock は *spec* というキーワード引数で mock の定義となるオブジェクトを指定できます。定義オブジェクトに存在しないメソッドや属性にアクセスすると AttributeError を発生させます。定義となるクラスの実装を変更した場合、テストの中でそのクラスをインスタンス化させなくても、テストを失敗させる事ができます。

```
>>> mock = Mock(spec=SomeClass)
>>> mock.old_method()
Traceback (most recent call last):
   ...
AttributeError: Mock object has no attribute 'old_method'. Did you mean: 'class_method'?
```

また、定義を指定することで、パラメータが位置引数と名前付き引数のどちらで渡されたかに関わらず、モックへの呼び出しをよりスマートに照合することができます。

```
>>> def f(a, b, c): pass
...
>>> mock = Mock(spec=f)
>>> mock(1, 2, 3)
<Mock name='mock()' id='140161580456576'>
>>> mock.assert_called_with(a=1, b=2, c=3)
```

このよりスマートなマッチングをモックのメソッド呼び出しにも適用したい場合は、*auto-speccing* を使用します。

任意の属性の参照だけでなく代入も禁止するより強い定義を利用したい場合は、*spec* の代わりに *spec_set* を使います。

Using side_effect to return per file content

mock_open() is used to patch *open()* method. *side_effect* can be used to return a new Mock object per call. This can be used to return different contents per file stored in a dictionary:

```
DEFAULT = "default"
data_dict = {"file1": "data1",
             "file2": "data2"}

def open_side_effect(name):
    return mock_open(read_data=data_dict.get(name, DEFAULT))()

with patch("builtins.open", side_effect=open_side_effect):
    with open("file1") as file1:
        assert file1.read() == "data1"

    with open("file2") as file2:
        assert file2.read() == "data2"

    with open("file3") as file2:
        assert file2.read() == "default"
```

26.7.2 patch デコレータ

注釈: *patch()* では探索される名前空間内のオブジェクトにパッチをあてることが重要です。通常は単純ですが、クイックガイドには **どこにパッチするか** を読んでください。

テストの中でクラス属性やモジュール属性、例えば組み込み関数や、テスト対象モジュールにあるインスタンス化されるクラスに対してパッチしたいことがあります。モジュールやクラスは実際はグローバルなので、パッチするときは必ずテスト後にパッチを解除しないと、そのパッチが永続化されて他のテストに影響を与え、解析しにくい問題になります。

mock はこのために 3 つの便利なデコレータを提供しています: *patch()*, *patch.object()*, *patch.dict()* です。patch はパッチ対象を指定する package.module.Class.attribute の形式の文字列を引数に取ります。オプションでその属性 (やクラスなど) を置き換えるオブジェクトを渡すことができます。'patch.object' はオブジェクトとパッチしたい属性名、それにオプションで置き換えるオブジェクトを受け取ります。

patch.object:

```
>>> original = SomeClass.attribute
>>> @patch.object(SomeClass, 'attribute', sentinel.attribute)
... def test():
...     assert SomeClass.attribute == sentinel.attribute
...
>>> test()
>>> assert SomeClass.attribute == original

>>> @patch('package.module.attribute', sentinel.attribute)
... def test():
...     from package.module import attribute
...     assert attribute is sentinel.attribute
...
>>> test()
```

モジュール (*builtins* を含む) をパッチしようとする場合、*patch.object()* の代わりに *patch()* を使用してください:

```
>>> mock = MagicMock(return_value=sentinel.file_handle)
>>> with patch('builtins.open', mock):
...     handle = open('filename', 'r')
...
>>> mock.assert_called_with('filename', 'r')
>>> assert handle == sentinel.file_handle, "incorrect file handle returned"
```

モジュール名は必要に応じて package.module のようにドットを含むことができます:

```
>>> @patch('package.module.ClassName.attribute', sentinel.attribute)
... def test():
...     from package.module import ClassName
...     assert ClassName.attribute == sentinel.attribute
...
>>> test()
```

テストメソッド自体をデコレートするのは良いパターンです:

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     @patch.object(SomeClass, 'attribute', sentinel.attribute)
...     def test_something(self):
...         self.assertEqual(SomeClass.attribute, sentinel.attribute)
...
>>> original = SomeClass.attribute
>>> MyTest('test_something').test_something()
>>> assert SomeClass.attribute == original
```

Mock を使ってパッチしたい場合は、*patch()* を 1 引数で (または *patch.object()* を 2 引数で) 使うことができます。mock が自動で生成され、テスト関数/メソッドに渡されます:

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     @patch.object(SomeClass, 'static_method')
...     def test_something(self, mock_method):
...         SomeClass.static_method()
...         mock_method.assert_called_with()
...
>>> MyTest('test_something').test_something()
```

次のパターンのように patch デコレータを重ねることができます:

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     @patch('package.module.ClassName1')
...     @patch('package.module.ClassName2')
...     def test_something(self, MockClass2, MockClass1):
...         self.assertIs(package.module.ClassName1, MockClass1)
...         self.assertIs(package.module.ClassName2, MockClass2)
...
>>> MyTest('test_something').test_something()
```

patch デコレータをネストした際、モックは (デコレータを適用する *Python* の通常の) 順に適用されます。つまり引数は下から上の順になり、よって上記の例では `test_module.ClassName2` が先になります。

また、*patch.dict()* を使うと、スコープ内だけで辞書に値を設定し、テスト終了時には元の状態に復元されます:

```
>>> foo = {'key': 'value'}
>>> original = foo.copy()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> with patch.dict(foo, {'newkey': 'newvalue'}, clear=True):
...     assert foo == {'newkey': 'newvalue'}
...
>>> assert foo == original
```

patch, patch.object, patch.dict は全てコンテキストマネージャーとしても利用できます。

patch() に mock を生成させる場合、その参照を with 文の as を使って受け取れます:

```
>>> class ProductionClass:
...     def method(self):
...         pass
...
>>> with patch.object(ProductionClass, 'method') as mock_method:
...     mock_method.return_value = None
...     real = ProductionClass()
...     real.method(1, 2, 3)
...
>>> mock_method.assert_called_with(1, 2, 3)
```

他の方法として、patch, patch.object, patch.dict はクラスデコレータとしても利用できます。その場合、"test" で始まる全てのメソッドにデコレータを適用するのと同じになります。

26.7.3 さらなる例

より高度なシナリオを想定した例をあげていきます。

chained call をモックする

chained call を mock するのは、一度 *return_value* 属性を理解してしまえば簡単です。mock が最初に呼ばれた時や、呼び出される前に return_value を参照した場合、新しい *Mock* が生成されます。

つまり、戻り値のオブジェクトがどう利用されたかは、return_value mock を調べれば分かります:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock().foo(a=2, b=3)
<Mock name='mock().foo()' id='...'>
>>> mock.return_value.foo.assert_called_with(a=2, b=3)
```

これをもとに、mock を構成して chained call に対する assert を行うのは簡単です。もちろん、元のコードを最初からもっとテストしやすく書くという選択肢もありますが...

では、例として次のようなコードがあるとします:

```
>>> class Something:
...     def __init__(self):
...         self.backend = BackendProvider()
...     def method(self):
...         response = self.backend.get_endpoint('foobar').create_call('spam', 'eggs').start_call()
...         # more code
```

BackendProvider はすでに十分テストされているとします。method() をどうテストしましょうか？ 特に、response オブジェクトを使う # more code の部分のコードをテストしたいとします。

この chained call はインスタンス属性を起点にしているので、Something インスタンスの backend 属性に対してモンキーパッチすることができます。今回の場合だと、最後の start_call の呼び出しが返す値にだけ興味があるので、あまり多くの構成は必要ありません。このメソッドが返すのが 'file-like' オブジェクトだとしましょう。そうすると、response オブジェクトは組み込みの *open()* を spec として利用できます。

これをするために、backend のモックとしてモックインスタンスを作成し、それに対するモックの response オブジェクトを作成します。最終的な start_call の返り値として response をセットすると、このようにすることができます:

```
mock_backend.get_endpoint.return_value.create_call.return_value.start_call.return_value = mock_
↪response
```

これより少し良いやり方として、返り値を直接セットする *configure_mock()* メソッドを使用して次のようにすることができます:

```
>>> something = Something()
>>> mock_response = Mock(spec=open)
>>> mock_backend = Mock()
>>> config = {'get_endpoint.return_value.create_call.return_value.start_call.return_value': mock_
↪response}
>>> mock_backend.configure_mock(**config)
```

これらによって「モックの backend」をその場で monkey patch して、実際の呼び出しを行うことができます:

```
>>> something.backend = mock_backend
>>> something.method()
```

mock_calls を使用すると、チェーンされた呼び出しを単一のアサーションでチェックすることができます。チェーンされた呼び出しは、1 行のコードの中で行われる複数の呼び出しです。したがって、mock_calls には複数のエントリーがあるでしょう。*call.call_list()* を使用することで、この呼び出しのリストを作成することができます:

```
>>> chained = call.get_endpoint('foobar').create_call('spam', 'eggs').start_call()
>>> call_list = chained.call_list()
>>> assert mock_backend.mock_calls == call_list
```

部分的なモック

In some tests I wanted to mock out a call to *datetime.date.today()* to return a known date, but I didn't want to prevent the code under test from creating new date objects. Unfortunately *datetime.date* is written in C, and so I couldn't just monkey-patch out the static *datetime.date.today()* method.

私はこれを行う単純な方法を見つけました。それは、date クラスをモックで事実上ラップして、しかしコンストラクタの呼び出しを実際のクラスへと素通りさせる (そして、実際のインスタンスを返す) というものです。

The *patch decorator* is used here to mock out the `date` class in the module under test. The *side_effect* attribute on the mock date class is then set to a lambda function that returns a real date. When the mock date class is called a real date will be constructed and returned by `side_effect`.

```
>>> from datetime import date
>>> with patch('mymodule.date') as mock_date:
...     mock_date.today.return_value = date(2010, 10, 8)
...     mock_date.side_effect = lambda *args, **kw: date(*args, **kw)
...
...     assert mymodule.date.today() == date(2010, 10, 8)
...     assert mymodule.date(2009, 6, 8) == date(2009, 6, 8)
```

グローバルに *datetime.date* にパッチするのではなく、それを使用するモジュールの中の `date` にパッチしていることに留意してください。**どこにパッチするか** を参照してください。

When `date.today()` is called a known date is returned, but calls to the `date(...)` constructor still return normal dates. Without this you can find yourself having to calculate an expected result using exactly the same algorithm as the code under test, which is a classic testing anti-pattern.

date コンストラクタの呼び出しは、`mock_date` の属性 (`call_count` とその仲間) に記録され、テストに役立つこともあります。

日付や他の組み込みクラスのモックに対処する別の方法は このブログエントリ. で議論されています。

ジェネレータメソッドをモックする

Python のジェネレータは、反復処理された時に一連の値を返す `yield` 文を使用した関数やメソッドです[*1]。

ジェネレータメソッド/関数はジェネレータオブジェクトを返すために呼び出されます。そしてこのジェネレータオブジェクトが反復処理されます。イテレーションのためのプロトコルメソッドは *__iter__()* なので、*MagicMock* を使ってこれをモックすることができます。

ここでは"iter" メソッドをジェネレータとして実装したクラスの例を紹介します:

[*1] ジェネレータ式やジェネレータのより '高度な使い方 <http://www.dabeaz.com/coroutines/index.html>'_ もありますが、ここではそれらについては触れません。ジェネレータとその強力さについての非常に良い紹介記事があります: Generator Tricks for Systems Programmers。

```
>>> class Foo:
...     def iter(self):
...         for i in [1, 2, 3]:
...             yield i
...
>>> foo = Foo()
>>> list(foo.iter())
[1, 2, 3]
```

このクラス、特に "iter" メソッドをどのようにモックするのでしょうか。

(*list* の呼び出しの中での暗黙的な) イテレーションから返される値を設定するには、`foo.iter()` の呼び出しで返されるオブジェクトを設定する必要がある。

```
>>> mock_foo = MagicMock()
>>> mock_foo.iter.return_value = iter([1, 2, 3])
>>> list(mock_foo.iter())
[1, 2, 3]
```

同じパッチを全てのメソッドに適用する

複数のテストメソッドに複数のパッチを適用したい場合、当然のことながらすべてのメソッドにパッチデコレータを適用することになります。これは不要な繰り返しのように感じられます。代わりに、(あらゆる形態の):func:‘patch‘をクラスデコレータとして使用することができます。これはそのクラスのすべてのテストメソッドにパッチを適用します。テストメソッドは名前が “test“で始まるメソッドで識別されます。

```
>>> @patch('mymodule.SomeClass')
... class MyTest(unittest.TestCase):
...
...     def test_one(self, MockSomeClass):
...         self.assertIs(mymodule.SomeClass, MockSomeClass)
...
...     def test_two(self, MockSomeClass):
...         self.assertIs(mymodule.SomeClass, MockSomeClass)
...
...     def not_a_test(self):
...         return 'something'
...
>>> MyTest('test_one').test_one()
>>> MyTest('test_two').test_two()
>>> MyTest('test_two').not_a_test()
'something'
```

パッチを管理する別の方法として、*patch* のメソッド: *start* と *stop*. を使用する方法があります。これらを使うと、パッチを `setUp` と “tearDown“メソッドに移すことができます。

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     def setUp(self):
...         self.patcher = patch('mymodule.foo')
...         self.mock_foo = self.patcher.start()
...
...     def test_foo(self):
...         self.assertIs(mymodule.foo, self.mock_foo)
...
...     def tearDown(self):
...         self.patcher.stop()
...
>>> MyTest('test_foo').run()
```

この方式を使う場合、必ず stop メソッドを呼び出してパッチが解除する必要があります。setUp の中で例外が発生した場合 tearDown が呼び出されないので、これは意外に面倒です。*unittest.TestCase.addCleanup()* を使うと簡単にできます:

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...     def setUp(self):
...         patcher = patch('mymodule.foo')
...         self.addCleanup(patcher.stop)
...         self.mock_foo = patcher.start()
...
...     def test_foo(self):
...         self.assertIs(mymodule.foo, self.mock_foo)
...
>>> MyTest('test_foo').run()
```

Unbound メソッドをモックする

Whilst writing tests today I needed to patch an *unbound method* (patching the method on the class rather than on the instance). I needed self to be passed in as the first argument because I want to make asserts about which objects were calling this particular method. The issue is that you can't patch with a mock for this, because if you replace an unbound method with a mock it doesn't become a bound method when fetched from the instance, and so it doesn't get self passed in. The workaround is to patch the unbound method with a real function instead. The *patch()* decorator makes it so simple to patch out methods with a mock that having to create a real function becomes a nuisance.

If you pass `autospec=True` to patch then it does the patching with a *real* function object. This function object has the same signature as the one it is replacing, but delegates to a mock under the hood. You still get your mock auto-created in exactly the same way as before. What it means though, is that if you use it to patch out an unbound method on a class the mocked function will be turned into a bound method if it is fetched from an instance. It will have `self` passed in as the first argument, which is exactly what I wanted:

```
>>> class Foo:
...   def foo(self):
...     pass
...
>>> with patch.object(Foo, 'foo', autospec=True) as mock_foo:
...   mock_foo.return_value = 'foo'
...   foo = Foo()
...   foo.foo()
...
'foo'
>>> mock_foo.assert_called_once_with(foo)
```

autospec=True を使用しない場合、束縛されていないメソッドは代わりに Mock インスタンスでパッチされ、self で呼び出されることはありません。

モックで複数回の呼び出しをチェックする

モックには、モックオブジェクトがどのように使用されるかをアサートするための素晴らしい API があります。

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.foo_bar.return_value = None
>>> mock.foo_bar('baz', spam='eggs')
>>> mock.foo_bar.assert_called_with('baz', spam='eggs')
```

If your mock is only being called once you can use the *assert_called_once_with()* method that also asserts that the *call_count* is one.

```
>>> mock.foo_bar.assert_called_once_with('baz', spam='eggs')
>>> mock.foo_bar()
>>> mock.foo_bar.assert_called_once_with('baz', spam='eggs')
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: Expected 'foo_bar' to be called once. Called 2 times.
Calls: [call('baz', spam='eggs'), call()].
```

Both assert_called_with and assert_called_once_with make assertions about the *most recent* call. If your mock is going to be called several times, and you want to make assertions about *all* those calls you can use *call_args_list*:

```
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock(1, 2, 3)
>>> mock(4, 5, 6)
>>> mock()
>>> mock.call_args_list
[call(1, 2, 3), call(4, 5, 6), call()]
```

call ヘルパーを使えば、これらの呼び出しについて簡単にアサートすることができます。予想される呼び出しのリストを作成し、それを “call_args_list“と比較することができます。これは “call_args_list“の repr と驚くほど似ています:

```
>>> expected = [call(1, 2, 3), call(4, 5, 6), call()]
>>> mock.call_args_list == expected
True
```

ミュータブルな引数に対処する

稀ではありますが、問題となることがあるのはミュータブルな引数でモックが呼び出された場合です。call_args や “call_args_list“ は引数への*参照*を保存します。もしテスト対象のコードによって引数が変更されてしまうと、モックが呼び出された時の値をアサートすることはできなくなります。

この問題を示すサンプルコードを示します。

```
def frob(val):
    pass

def grob(val):
    "First frob and then clear val"
    frob(val)
    val.clear()
```

grob が “frob“を正しい引数で呼び出していることをテストしようとすると何が起こるか見てみましょう:

```
>>> with patch('mymodule.frob') as mock_frob:
...     val = {6}
...     mymodule.grob(val)
...
>>> val
set()
>>> mock_frob.assert_called_with({6})
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: Expected: (({6},), {})
Called with: ((set(),), {})
```

一つの選択肢は、あなたが渡す引数をモックがコピーすることです。この方法は、オブジェクト id の同一性に依存したアサーションを行う場合に問題を引き起こす可能性があります。

Here's one solution that uses the *side_effect* functionality. If you provide a side_effect function for a mock then side_effect will be called with the same args as the mock. This gives us an opportunity to copy the arguments and store them for later assertions. In this example I'm using *another* mock to store the arguments so that I can use the mock methods for doing the assertion. Again a helper function sets this up for me.

```
>>> from copy import deepcopy
>>> from unittest.mock import Mock, patch, DEFAULT
>>> def copy_call_args(mock):
...     new_mock = Mock()
...     def side_effect(*args, **kwargs):
...         args = deepcopy(args)
...         kwargs = deepcopy(kwargs)
...         new_mock(*args, **kwargs)
...         return DEFAULT
...     mock.side_effect = side_effect
...     return new_mock
...
>>> with patch('mymodule.frob') as mock_frob:
...     new_mock = copy_call_args(mock_frob)
...     val = {6}
...     mymodule.grob(val)
...
>>> new_mock.assert_called_with({6})
>>> new_mock.call_args
call({6})
```

copy_call_args は、テストで呼び出されるモックとともに呼び出されます。この関数はアサーションで使用するための新しいモックを返します。side_effect 関数は引数のコピーを作成し、そのコピーを使って new_mock を呼び出します。

注釈: もしモックが一度しか使われないのであれば、呼び出された時点で引数をチェックする簡単な方法があります。単純に “side_effect“関数の中でチェックを行えばいいのです。

```
>>> def side_effect(arg):
...     assert arg == {6}
...
>>> mock = Mock(side_effect=side_effect)
>>> mock({6})
>>> mock(set())
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError
```

別の方法としては、(*copy.deepcopy()* を使用して) 引数をコピーする、*Mock* や *MagicMock* のサブクラスを作成する方法があります。以下に実装例を示します。

```
>>> from copy import deepcopy
>>> class CopyingMock(MagicMock):
...     def __call__(self, /, *args, **kwargs):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...         args = deepcopy(args)
...         kwargs = deepcopy(kwargs)
...         return super().__call__(*args, **kwargs)
...
>>> c = CopyingMock(return_value=None)
>>> arg = set()
>>> c(arg)
>>> arg.add(1)
>>> c.assert_called_with(set())
>>> c.assert_called_with(arg)
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: expected call not found.
Expected: mock({1})
Actual: mock(set())
>>> c.foo
<CopyingMock name='mock.foo' id='...'>
```

When you subclass `Mock` or `MagicMock` all dynamically created attributes, and the `return_value` will use your subclass automatically. That means all children of a `CopyingMock` will also have the type `CopyingMock`.

patch をネストする

Using patch as a context manager is nice, but if you do multiple patches you can end up with nested with statements indenting further and further to the right:

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...
...     def test_foo(self):
...         with patch('mymodule.Foo') as mock_foo:
...             with patch('mymodule.Bar') as mock_bar:
...                 with patch('mymodule.Spam') as mock_spam:
...                     assert mymodule.Foo is mock_foo
...                     assert mymodule.Bar is mock_bar
...                     assert mymodule.Spam is mock_spam
...
>>> original = mymodule.Foo
>>> MyTest('test_foo').test_foo()
>>> assert mymodule.Foo is original
```

With unittest `cleanup` functions and the *patch* のメソッド: *start* と *stop* we can achieve the same effect without the nested indentation. A simple helper method, `create_patch`, puts the patch in place and returns the created mock for us:

```
>>> class MyTest(unittest.TestCase):
...
...     def create_patch(self, name):
...         patcher = patch(name)
...         thing = patcher.start()
...         self.addCleanup(patcher.stop)
...         return thing
...
...     def test_foo(self):
...         mock_foo = self.create_patch('mymodule.Foo')
...         mock_bar = self.create_patch('mymodule.Bar')
...         mock_spam = self.create_patch('mymodule.Spam')
...
...         assert mymodule.Foo is mock_foo
...         assert mymodule.Bar is mock_bar
...         assert mymodule.Spam is mock_spam
...
>>> original = mymodule.Foo
>>> MyTest('test_foo').run()
>>> assert mymodule.Foo is original
```

MagicMock で辞書をモックする

You may want to mock a dictionary, or other container object, recording all access to it whilst having it still behave like a dictionary.

We can do this with *MagicMock*, which will behave like a dictionary, and using *side_effect* to delegate dictionary access to a real underlying dictionary that is under our control.

When the `__getitem__()` and `__setitem__()` methods of our `MagicMock` are called (normal dictionary access) then `side_effect` is called with the key (and in the case of `__setitem__` the value too). We can also control what is returned.

After the `MagicMock` has been used we can use attributes like *call_args_list* to assert about how the dictionary was used:

```
>>> my_dict = {'a': 1, 'b': 2, 'c': 3}
>>> def getitem(name):
...      return my_dict[name]
...
>>> def setitem(name, val):
...     my_dict[name] = val
...
>>> mock = MagicMock()
>>> mock.__getitem__.side_effect = getitem
>>> mock.__setitem__.side_effect = setitem
```

注釈: An alternative to using `MagicMock` is to use `Mock` and *only* provide the magic methods you specifically want:

```
>>> mock = Mock()
>>> mock.__getitem__ = Mock(side_effect=getitem)
>>> mock.__setitem__ = Mock(side_effect=setitem)
```

A *third* option is to use `MagicMock` but passing in `dict` as the *spec* (or *spec_set*) argument so that the `MagicMock` created only has dictionary magic methods available:

```
>>> mock = MagicMock(spec_set=dict)
>>> mock.__getitem__.side_effect = getitem
>>> mock.__setitem__.side_effect = setitem
```

With these side effect functions in place, the `mock` will behave like a normal dictionary but recording the access. It even raises a *KeyError* if you try to access a key that doesn't exist.

```
>>> mock['a']
1
>>> mock['c']
3
>>> mock['d']
Traceback (most recent call last):
    ...
KeyError: 'd'
>>> mock['b'] = 'fish'
>>> mock['d'] = 'eggs'
>>> mock['b']
'fish'
>>> mock['d']
'eggs'
```

After it has been used you can make assertions about the access using the normal mock methods and attributes:

```
>>> mock.__getitem__.call_args_list
[call('a'), call('c'), call('d'), call('b'), call('d')]
>>> mock.__setitem__.call_args_list
[call('b', 'fish'), call('d', 'eggs')]
>>> my_dict
{'a': 1, 'b': 'fish', 'c': 3, 'd': 'eggs'}
```

Mock のサブクラスと属性

There are various reasons why you might want to subclass *Mock*. One reason might be to add helper methods. Here's a silly example:

```
>>> class MyMock(MagicMock):
...     def has_been_called(self):
...         return self.called
...
>>> mymock = MyMock(return_value=None)
>>> mymock
<MyMock id='...'>
>>> mymock.has_been_called()
False
>>> mymock()
>>> mymock.has_been_called()
True
```

The standard behaviour for `Mock` instances is that attributes and the return value mocks are of the same type as the mock they are accessed on. This ensures that `Mock` attributes are `Mocks` and `MagicMock` attributes are `MagicMocks`[*2]. So if you're subclassing to add helper methods then they'll also be available on the attributes and return value mock of instances of your subclass.

```
>>> mymock.foo
<MyMock name='mock.foo' id='...'>
>>> mymock.foo.has_been_called()
False
>>> mymock.foo()
<MyMock name='mock.foo()' id='...'>
>>> mymock.foo.has_been_called()
True
```

Sometimes this is inconvenient. For example, one user is subclassing mock to created a Twisted adaptor. Having this applied to attributes too actually causes errors.

`Mock` (in all its flavours) uses a method called `_get_child_mock` to create these "sub-mocks" for attributes and return values. You can prevent your subclass being used for attributes by overriding this method. The signature is that it takes arbitrary keyword arguments (`**kwargs`) which are then passed onto the mock constructor:

```
>>> class Subclass(MagicMock):
...     def _get_child_mock(self, /, **kwargs):
...         return MagicMock(**kwargs)
...
```

(次のページに続く)

[*2] An exception to this rule are the non-callable mocks. Attributes use the callable variant because otherwise non-callable mocks couldn't have callable methods.

(前のページからの続き)

```
>>> mymock = Subclass()
>>> mymock.foo
<MagicMock name='mock.foo' id='...'>
>>> assert isinstance(mymock, Subclass)
>>> assert not isinstance(mymock.foo, Subclass)
>>> assert not isinstance(mymock(), Subclass)
```

patch.dict で import をモックする

One situation where mocking can be hard is where you have a local import inside a function. These are harder to mock because they aren't using an object from the module namespace that we can patch out.

Generally local imports are to be avoided. They are sometimes done to prevent circular dependencies, for which there is *usually* a much better way to solve the problem (refactor the code) or to prevent "up front costs" by delaying the import. This can also be solved in better ways than an unconditional local import (store the module as a class or module attribute and only do the import on first use).

That aside there is a way to use `mock` to affect the results of an import. Importing fetches an *object* from the *sys.modules* dictionary. Note that it fetches an *object*, which need not be a module. Importing a module for the first time results in a module object being put in `sys.modules`, so usually when you import something you get a module back. This need not be the case however.

This means you can use *patch.dict()* to *temporarily* put a mock in place in *sys.modules*. Any imports whilst this patch is active will fetch the mock. When the patch is complete (the decorated function exits, the with statement body is complete or `patcher.stop()` is called) then whatever was there previously will be restored safely.

Here's an example that mocks out the 'fooble' module.

```
>>> import sys
>>> mock = Mock()
>>> with patch.dict('sys.modules', {'fooble': mock}):
...     import fooble
...     fooble.blob()
...
<Mock name='mock.blob()' id='...'>
>>> assert 'fooble' not in sys.modules
>>> mock.blob.assert_called_once_with()
```

As you can see the `import fooble` succeeds, but on exit there is no 'fooble' left in *sys.modules*.

This also works for the `from module import name` form:

```
>>> mock = Mock()
>>> with patch.dict('sys.modules', {'fooble': mock}):
...    from fooble import blob
...    blob.blip()
...
<Mock name='mock.blob.blip()' id='...'>
>>> mock.blob.blip.assert_called_once_with()
```

With slightly more work you can also mock package imports:

```
>>> mock = Mock()
>>> modules = {'package': mock, 'package.module': mock.module}
>>> with patch.dict('sys.modules', modules):
...    from package.module import fooble
...    fooble()
...
<Mock name='mock.module.fooble()' id='...'>
>>> mock.module.fooble.assert_called_once_with()
```

Tracking order of calls and less verbose call assertions

The *Mock* class allows you to track the *order* of method calls on your mock objects through the *method_calls* attribute. This doesn't allow you to track the order of calls between separate mock objects, however we can use *mock_calls* to achieve the same effect.

Because mocks track calls to child mocks in `mock_calls`, and accessing an arbitrary attribute of a mock creates a child mock, we can create our separate mocks from a parent one. Calls to those child mock will then all be recorded, in order, in the `mock_calls` of the parent:

```
>>> manager = Mock()
>>> mock_foo = manager.foo
>>> mock_bar = manager.bar
```

```
>>> mock_foo.something()
<Mock name='mock.foo.something()' id='...'>
>>> mock_bar.other.thing()
<Mock name='mock.bar.other.thing()' id='...'>
```

```
>>> manager.mock_calls
[call.foo.something(), call.bar.other.thing()]
```

We can then assert about the calls, including the order, by comparing with the `mock_calls` attribute on the manager mock:

```
>>> expected_calls = [call.foo.something(), call.bar.other.thing()]
>>> manager.mock_calls == expected_calls
True
```

If `patch` is creating, and putting in place, your mocks then you can attach them to a manager mock using the *attach_mock()* method. After attaching calls will be recorded in `mock_calls` of the manager.

```
>>> manager = MagicMock()
>>> with patch('mymodule.Class1') as MockClass1:
...     with patch('mymodule.Class2') as MockClass2:
...         manager.attach_mock(MockClass1, 'MockClass1')
...         manager.attach_mock(MockClass2, 'MockClass2')
...         MockClass1().foo()
...         MockClass2().bar()
<MagicMock name='mock.MockClass1().foo()' id='...'>
<MagicMock name='mock.MockClass2().bar()' id='...'>
>>> manager.mock_calls
[call.MockClass1(),
call.MockClass1().foo(),
call.MockClass2(),
call.MockClass2().bar()]
```

If many calls have been made, but you're only interested in a particular sequence of them then an alternative is to use the *assert_has_calls()* method. This takes a list of calls (constructed with the *call* object). If that sequence of calls are in *mock_calls* then the assert succeeds.

```
>>> m = MagicMock()
>>> m().foo().bar().baz()
<MagicMock name='mock().foo().bar().baz()' id='...'>
>>> m.one().two().three()
<MagicMock name='mock.one().two().three()' id='...'>
>>> calls = call.one().two().three().call_list()
>>> m.assert_has_calls(calls)
```

Even though the chained call `m.one().two().three()` aren't the only calls that have been made to the mock, the assert still succeeds.

Sometimes a mock may have several calls made to it, and you are only interested in asserting about *some* of those calls. You may not even care about the order. In this case you can pass `any_order=True` to `assert_has_calls`:

```
>>> m = MagicMock()
>>> m(1), m.two(2, 3), m.seven(7), m.fifty('50')
(...)
>>> calls = [call.fifty('50'), call(1), call.seven(7)]
>>> m.assert_has_calls(calls, any_order=True)
```

More complex argument matching

Using the same basic concept as *ANY* we can implement matchers to do more complex assertions on objects used as arguments to mocks.

Suppose we expect some object to be passed to a mock that by default compares equal based on object identity (which is the Python default for user defined classes). To use *assert_called_with()* we would need to pass in the exact same object. If we are only interested in some of the attributes of this object then we can create a matcher that will check these attributes for us.

You can see in this example how a 'standard' call to `assert_called_with` isn't sufficient:

```
>>> class Foo:
...     def __init__(self, a, b):
...         self.a, self.b = a, b
...
>>> mock = Mock(return_value=None)
>>> mock(Foo(1, 2))
>>> mock.assert_called_with(Foo(1, 2))
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: expected call not found.
Expected: mock(<__main__.Foo object at 0x...>)
Actual: mock(<__main__.Foo object at 0x...>)
```

A comparison function for our `Foo` class might look something like this:

```
>>> def compare(self, other):
...     if not type(self) == type(other):
...         return False
...     if self.a != other.a:
...         return False
...     if self.b != other.b:
...         return False
...     return True
...
```

And a matcher object that can use comparison functions like this for its equality operation would look something like this:

```
>>> class Matcher:
...     def __init__(self, compare, some_obj):
...         self.compare = compare
...         self.some_obj = some_obj
...     def __eq__(self, other):
...         return self.compare(self.some_obj, other)
...
```

全てをつなぎ合わせて:

```
>>> match_foo = Matcher(compare, Foo(1, 2))
>>> mock.assert_called_with(match_foo)
```

The `Matcher` is instantiated with our compare function and the `Foo` object we want to compare against. In `assert_called_with` the `Matcher` equality method will be called, which compares the object the mock was called with against the one we created our matcher with. If they match then `assert_called_with` passes, and if they don't an *AssertionError* is raised:

```
>>> match_wrong = Matcher(compare, Foo(3, 4))
>>> mock.assert_called_with(match_wrong)
Traceback (most recent call last):
    ...
AssertionError: Expected: ((<Matcher object at 0x...>,), {})
Called with: ((<Foo object at 0x...>,), {})
```

With a bit of tweaking you could have the comparison function raise the *AssertionError* directly and provide a more useful failure message.

As of version 1.5, the Python testing library PyHamcrest provides similar functionality, that may be useful here, in the form of its equality matcher (hamcrest.library.integration.match_equality).

26.8 `test` --- Regression tests package for Python

注釈: *test* パッケージは Python の内部利用専用です。ドキュメント化されているのは Python のコア開発者のためです。ここで述べられているコードは Python のリリースで予告なく変更されたり、削除される可能性があるため、Python 標準ライブラリー外でこのパッケージを使用することは推奨されません。

---

test パッケージには、Python 用の全ての回帰テストの他に、*test.support* モジュールと *test.regrtest* モジュールが入っています。*test.support* はテストを充実させるために使い、*test.regrtest* はテストスイートを実行するのに使います。

test パッケージ内のモジュールのうち、名前が `test_` で始まるものは、特定のモジュールや機能に対するテストスイートです。新しいテストはすべて *unittest* か *doctest* モジュールを使って書くようにしてください。古いテストのいくつかは、`sys.stdout` への出力を比較する「従来の」テスト形式になっていますが、この形式のテストは廃止予定です。

参考:

unittest モジュール
: PyUnit 回帰テストを書く。

doctest モジュール ド

キュメンテーション文字列に埋め込まれたテスト。

26.8.1 test パッケージのためのユニットテストを書く

unittest モジュールを使ってテストを書く場合、幾つかのガイドラインに従うことが推奨されます。1 つは、テストモジュールの名前を、test_ で始め、テスト対象となるモジュール名で終えることです。テストモジュール中のテストメソッドは名前を test_ で始めて、そのメソッドが何をテストしているかという説明で終えます。これはテスト実行プログラムが、そのメソッドをテストメソッドとして認識するために必要です。また、テストメソッドにはドキュメンテーション文字列を入れるべきではありません。コメント（例えば **# True あるいは False だけを返すテスト関数** ）を使用して、テストメソッドのドキュメントを記述してください。これは、ドキュメンテーション文字列が存在する場合はその内容が出力されてしまうため、どのテストを実行しているのかをいちいち表示したくないからです。

以下のような決まり文句を使います:

```
import unittest
from test import support

class MyTestCase1(unittest.TestCase):

    # Only use setUp() and tearDown() if necessary

    def setUp(self):
        ... code to execute in preparation for tests ...

    def tearDown(self):
        ... code to execute to clean up after tests ...

    def test_feature_one(self):
        # Test feature one.
        ... testing code ...

    def test_feature_two(self):
        # Test feature two.
        ... testing code ...

    ... more test methods ...

class MyTestCase2(unittest.TestCase):
    ... same structure as MyTestCase1 ...

... more test classes ...

if __name__ == '__main__':
    unittest.main()
```

このコードのパターンを使うと *test.regrtest* からテストスイートを実行でき、*unittest* のコマンドラインインターフェースをサポートしているスクリプトとして自分自身を起動したり、python -m unittest というコマンドラインインターフェースを通して起動したりできます。

回帰テストの目的はコードを解き明かすことです。そのためには以下のいくつかのガイドラインに従ってください:

- テストスイートから、すべてのクラス、関数および定数を実行するべきです。これには外部に公開される外部 API だけでなく「プライベートな」コードも含みます。
- ホワイトボックス・テスト（対象のコードの詳細を元にテストを書くこと）を推奨します。ブラックボックス・テスト（公開されるインターフェース仕様だけをテストすること）は、すべての境界条件を確実にテストするには完全ではありません。
- すべての取りうる値を、無効値も含めてテストするようにしてください。そのようなテストを書くことで、全ての有効値が通るだけでなく、不適切な値が正しく処理されることも確認できます。
- コード内のできる限り多くのパスを網羅してください。分岐するように入力を調整したテストを書くことで、コードの多くのパスをたどることができます。
- テスト対象のコードにバグが発見された場合は、明示的にテスト追加するようにしてください。そのようなテストを追加することで、将来コードを変更した際にエラーが再発することを防止できます。
- テストの後始末 (例えば一時ファイルをすべて閉じたり削除したりすること) を必ず行ってください。
- テストがオペレーティングシステムの特定の状況に依存する場合、テスト開始時に条件を満たしているかを検証してください。
- インポートするモジュールをできるかぎり少なくし、可能な限り早期にインポートを行ってください。そうすることで、テストの外部依存性を最小限にし、モジュールのインポートによる副作用から生じる変則的な動作を最小限にできます。
- できる限りテストコードを再利用するようにしましょう。時として、入力の違いだけを記述すれば良くなるくらい、テストコードを小さくすることができます。例えば以下のように、サブクラスで入力を指定することで、コードの重複を最小化することができます:

```
class TestFuncAcceptsSequencesMixin:

    func = mySuperWhammyFunction

    def test_func(self):
        self.func(self.arg)

class AcceptLists(TestFuncAcceptsSequencesMixin, unittest.TestCase):
    arg = [1, 2, 3]

class AcceptStrings(TestFuncAcceptsSequencesMixin, unittest.TestCase):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    arg = 'abc'

class AcceptTuples(TestFuncAcceptsSequencesMixin, unittest.TestCase):
    arg = (1, 2, 3)
```

When using this pattern, remember that all classes that inherit from *unittest.TestCase* are run as tests. The `TestFuncAcceptsSequencesMixin` class in the example above does not have any data and so can't be run by itself, thus it does not inherit from *unittest.TestCase*.

参考:

Test Driven Development
: コードより前にテストを書く方法論に関する Kent Beck の著書。

26.8.2 コマンドラインインターフェースを利用してテストを実行する

test パッケージはスクリプトとして Python の回帰テストスイートを実行できます。`-m` オプションを利用して、**python -m test.regrtest** として実行します。この仕組みの内部では *test.regrtest*; を使っています; 古いバージョンの Python で使われている **python -m test.regrtest** という呼び出しは今でも上手く動きます。スクリプトを実行すると、自動的に *test* パッケージ内のすべての回帰テストを実行し始めます。パッケージ内の名前が `test_` で始まる全モジュールを見つけ、それをインポートし、もしあるなら関数 `test_main()` を実行し、`test_main` が無い場合は unittest.TestLoader.loadTestsFromModule からテストをロードしてテストを実行します。実行するテストの名前もスクリプトに渡される可能性があります。単一の回帰テストを指定 (**python -m test test_spam**) すると、出力を最小限にし、テストが成功したかあるいは失敗したかだけを出力します。

直接 *test* を実行すると、テストに利用するリソースを設定できます。これを行うには、`-u` コマンドラインオプションを使います。`-u` のオプションに `all` を指定すると、すべてのリソースを有効にします: **python -m test -uall** 。(よくある場合ですが) 何か一つを除く全てが必要な場合、カンマで区切った不要なリソースのリストを `all` の後に並べます。コマンド **python -m test -uall,-audio,-largefile** とすると、`audio` と `largefile` リソースを除く全てのリソースを使って *test* を実行します。すべてのリソースのリストと追加のコマンドラインオプションを出力するには、**python -m test -h** を実行してください。

テストを実行しようとするプラットフォームによっては、回帰テストを実行する別の方法があります。Unix では、Python をビルドしたトップレベルディレクトリで **make test** を実行できます。Windows 上では、`PCbuild` ディレクトリから **rt.bat** を実行すると、すべての回帰テストを実行します。

26.9 test.support --- テストのためのユーティリティ関数

test.support モジュールでは、Python の回帰テストに対するサポートを提供しています。

注釈: *test.support* はパブリックなモジュールではありません。ここでドキュメント化されているのは Python 開発者がテストを書くのを助けるためです。このモジュールの API はリリース間で後方非互換な変更がなされる可能性があります。

このモジュールは次の例外を定義しています:

exception test.support.TestFailed

テストが失敗したとき送出される例外です。これは、*unittest* ベースのテストでは廃止予定で、*unittest.TestCase* の assertXXX メソッドが推奨されます。

exception test.support.ResourceDenied

unittest.SkipTest のサブクラスです。(ネットワーク接続のような) リソースが利用できないとき送出されます。*requires()* 関数によって送出されます。

test.support モジュールでは、以下の定数を定義しています:

test.support.verbose

冗長な出力が有効な場合は `True` です。実行中のテストについてのより詳細な情報が欲しいときにチェックします。*verbose* は *test.regrtest* によって設定されます。

test.support.is_jython

実行中のインタプリタが Jython ならば `True` になります。

test.support.is_android

システムが Android の場合 `True` になります。

test.support.unix_shell

Windows 以外ではシェルのパスです; そうでない場合は `None` です。

test.support.LOOPBACK_TIMEOUT

Timeout in seconds for tests using a network server listening on the network local loopback interface like `127.0.0.1`.

The timeout is long enough to prevent test failure: it takes into account that the client and the server can run in different threads or even different processes.

The timeout should be long enough for *connect()*, *recv()* and *send()* methods of *socket.socket*.

デフォルト値は 5 秒です。

INTERNET_TIMEOUT も参照してください。

test.support.INTERNET_TIMEOUT

Timeout in seconds for network requests going to the internet.

The timeout is short enough to prevent a test to wait for too long if the internet request is blocked for whatever reason.

Usually, a timeout using *INTERNET_TIMEOUT* should not mark a test as failed, but skip the test instead: see *transient_internet()*.

デフォルト値は 1 分です。

LOOPBACK_TIMEOUT も参照してください。

test.support.SHORT_TIMEOUT

Timeout in seconds to mark a test as failed if the test takes "too long".

The timeout value depends on the regrtest `--timeout` command line option.

If a test using *SHORT_TIMEOUT* starts to fail randomly on slow buildbots, use *LONG_TIMEOUT* instead.

デフォルト値は 30 秒です。

test.support.LONG_TIMEOUT

Timeout in seconds to detect when a test hangs.

It is long enough to reduce the risk of test failure on the slowest Python buildbots. It should not be used to mark a test as failed if the test takes "too long". The timeout value depends on the regrtest `--timeout` command line option.

デフォルト値は 5 分です。

See also *LOOPBACK_TIMEOUT*, *INTERNET_TIMEOUT* and *SHORT_TIMEOUT*.

test.support.PGO

テストが PGO (Profile Guided Optimization) の役に立たないときにスキップできるなら設定します。

test.support.PIPE_MAX_SIZE

書き込みをブロックするための、基底にある OS のパイプバッファサイズより大きいであろう定数。

test.support.Py_DEBUG

`True` if Python was built with the `Py_DEBUG` macro defined, that is, if Python was built in debug mode.

Added in version 3.12.

test.support.SOCK_MAX_SIZE

書き込みをブロックするための、基底にある OS のソケットバッファサイズより大きいであろう定数。

test.support.TEST_SUPPORT_DIR

test.support を含んだトップディレクトリを設定します。

test.support.TEST_HOME_DIR

テストパッケージのトップディレクトリを設定します。

test.support.TEST_DATA_DIR

テストパッケージ内の data ディレクトリを設定します。

test.support.MAX_Py_ssize_t

大量のメモリを使うテストのための *sys.maxsize* を設定します。

test.support.max_memuse

大量のメモリを使うテストのためのメモリ上限となる *set_memlimit()* を設定します。*MAX_Py_ssize_t* が設定上限です。

test.support.real_max_memuse

大量のメモリを使うテストのためのメモリ上限となる *set_memlimit()* を設定します。*MAX_Py_ssize_t* の設定上限はありません。

test.support.MISSING_C_DOCSTRINGS

Set to True if Python is built without docstrings (the WITH_DOC_STRINGS macro is not defined). See the configure --without-doc-strings option.

See also the *HAVE_DOCSTRINGS* variable.

test.support.HAVE_DOCSTRINGS

Set to True if function docstrings are available. See the python -OO option, which strips docstrings of functions implemented in Python.

See also the *MISSING_C_DOCSTRINGS* variable.

test.support.TEST_HTTP_URL

ネットワークテスト専用の HTTP サーバーの URL を定義します。

test.support.ALWAYS_EQ

Object that is equal to anything. Used to test mixed type comparison.

test.support.NEVER_EQ

Object that is not equal to anything (even to *ALWAYS_EQ*). Used to test mixed type comparison.

test.support.LARGEST

Object that is greater than anything (except itself). Used to test mixed type comparison.

test.support.SMALLEST

Object that is less than anything (except itself). Used to test mixed type comparison.

test.support モジュールでは、以下の関数を定義しています:

test.support.busy_retry(*timeout*, *err_msg=None*, */*, ***, *error=True*)

Run the loop body until `break` stops the loop.

After *timeout* seconds, raise an *AssertionError* if *error* is true, or just stop the loop if *error* is false.

以下はプログラム例です:

```
for _ in support.busy_retry(support.SHORT_TIMEOUT):
    if check():
        break
```

Example of error=False usage:

```
for _ in support.busy_retry(support.SHORT_TIMEOUT, error=False):
    if check():
        break
else:
    raise RuntimeError('my custom error')
```

test.support.sleeping_retry(*timeout*, *err_msg=None*, */*, ***, *init_delay=0.010*, *max_delay=1.0*, *error=True*)

Wait strategy that applies exponential backoff.

Run the loop body until `break` stops the loop. Sleep at each loop iteration, but not at the first iteration. The sleep delay is doubled at each iteration (up to *max_delay* seconds).

See *busy_retry()* documentation for the parameters usage.

Example raising an exception after SHORT_TIMEOUT seconds:

```
for _ in support.sleeping_retry(support.SHORT_TIMEOUT):
    if check():
        break
```

Example of error=False usage:

```
for _ in support.sleeping_retry(support.SHORT_TIMEOUT, error=False):
    if check():
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        break
else:
    raise RuntimeError('my custom error')
```

test.support.**is_resource_enabled**(*resource*)

resource が有効で利用可能ならば True を返します。利用可能なリソースのリストは、*test.regrtest* がテストを実行している間のみ設定されます。

test.support.**python_is_optimized**()

Return True if Python was not built with -O0 or -Og.

test.support.**with_pymalloc**()

Return _testcapi.WITH_PYMALLOC.

test.support.**requires**(*resource*, *msg=None*)

resource が利用できなければ、*ResourceDenied* を送出します。その場合、*msg* は *ResourceDenied* の引数になります。__name__ が '__main__' である関数にから呼び出された場合には常に True を返します。テストを *test.regrtest* から実行するときに使われます。

test.support.**sortdict**(*dict*)

Return a repr of *dict* with keys sorted.

test.support.**findfile**(*filename*, *subdir=None*)

filename という名前のファイルへのパスを返します。一致するものが見つからなければ、*filename* 自体を返します。*filename* 自体もファイルへのパスでありえるので、*filename* が返っても失敗ではありません。

subdir を設定することで、パスのディレクトリを直接見に行くのではなく、相対パスを使って見付けにいくように指示できます。

test.support.**get_pagesize**()

Get size of a page in bytes.

Added in version 3.12.

test.support.**setswitchinterval**(*interval*)

Set the *sys.setswitchinterval()* to the given *interval*. Defines a minimum interval for Android systems to prevent the system from hanging.

test.support.**check_impl_detail**(***guards*)

Use this check to guard CPython's implementation-specific tests or to run them only on the implementations guarded by the arguments. This function returns True or False depending on the host platform. Example usage:

```
check_impl_detail()               # Only on CPython (default).
check_impl_detail(jython=True)    # Only on Jython.
check_impl_detail(cpython=False)  # Everywhere except CPython.
```

test.support.**set_memlimit**(*limit*)

Set the values for *max_memuse* and *real_max_memuse* for big memory tests.

test.support.**record_original_stdout**(*stdout*)

Store the value from *stdout*. It is meant to hold the stdout at the time the regrtest began.

test.support.**get_original_stdout**()

Return the original stdout set by *record_original_stdout()* or `sys.stdout` if it's not set.

test.support.**args_from_interpreter_flags**()

Return a list of command line arguments reproducing the current settings in `sys.flags` and `sys.warnoptions`.

test.support.**optim_args_from_interpreter_flags**()

Return a list of command line arguments reproducing the current optimization settings in `sys.flags`.

test.support.**captured_stdin**()

test.support.**captured_stdout**()

test.support.**captured_stderr**()

名前付きストリームを *io.StringIO* オブジェクトで一時的に置き換えるコンテキストマネージャです。

出力ストリームの使用例:

```
with captured_stdout() as stdout, captured_stderr() as stderr:
    print("hello")
    print("error", file=sys.stderr)
assert stdout.getvalue() == "hello\n"
assert stderr.getvalue() == "error\n"
```

入力ストリームの使用例:

```
with captured_stdin() as stdin:
    stdin.write('hello\n')
    stdin.seek(0)
    # call test code that consumes from sys.stdin
    captured = input()
self.assertEqual(captured, "hello")
```

test.support.**disable_faulthandler**()

A context manager that temporary disables *faulthandler*.

test.support.gc_collect()

Force as many objects as possible to be collected. This is needed because timely deallocation is not guaranteed by the garbage collector. This means that `__del__` methods may be called later than expected and weakrefs may remain alive for longer than expected.

test.support.disable_gc()

A context manager that disables the garbage collector on entry. On exit, the garbage collector is restored to its prior state.

test.support.swap_attr(*obj*, *attr*, *new_val*)

Context manager to swap out an attribute with a new object.

使い方:

```
with swap_attr(obj, "attr", 5):
    ...
```

This will set `obj.attr` to 5 for the duration of the `with` block, restoring the old value at the end of the block. If `attr` doesn't exist on `obj`, it will be created and then deleted at the end of the block.

The old value (or `None` if it doesn't exist) will be assigned to the target of the "as" clause, if there is one.

test.support.swap_item(*obj*, *attr*, *new_val*)

Context manager to swap out an item with a new object.

使い方:

```
with swap_item(obj, "item", 5):
    ...
```

This will set `obj["item"]` to 5 for the duration of the `with` block, restoring the old value at the end of the block. If `item` doesn't exist on `obj`, it will be created and then deleted at the end of the block.

The old value (or `None` if it doesn't exist) will be assigned to the target of the "as" clause, if there is one.

test.support.flush_std_streams()

Call the `flush()` method on *sys.stdout* and then on *sys.stderr*. It can be used to make sure that the logs order is consistent before writing into stderr.

Added in version 3.11.

test.support.print_warning(*msg*)

Print a warning into *sys.__stderr__*. Format the message as: `f"Warning -- {msg}"`. If *msg* is made of multiple lines, add `"Warning -- "` prefix to each line.

Added in version 3.9.

test.support.**wait_process**(*pid*, *, *exitcode*, *timeout=None*)

Wait until process *pid* completes and check that the process exit code is *exitcode*.

Raise an *AssertionError* if the process exit code is not equal to *exitcode*.

If the process runs longer than *timeout* seconds (*SHORT_TIMEOUT* by default), kill the process and raise an *AssertionError*. The timeout feature is not available on Windows.

Added in version 3.9.

test.support.**calcobjsize**(*fmt*)

Return the size of the `PyObject` whose structure members are defined by *fmt*. The returned value includes the size of the Python object header and alignment.

test.support.**calcvobjsize**(*fmt*)

Return the size of the `PyVarObject` whose structure members are defined by *fmt*. The returned value includes the size of the Python object header and alignment.

test.support.**checksizeof**(*test*, *o*, *size*)

For testcase *test*, assert that the `sys.getsizeof` for *o* plus the GC header size equals *size*.

@test.support.**anticipate_failure**(*condition*)

ある条件で *unittest.expectedFailure()* の印をテストに付けるデコレータ。このデコレータを使うときはいつも、関連する問題を指し示すコメントを付けておくべきです。

test.support.**system_must_validate_cert**(*f*)

A decorator that skips the decorated test on TLS certification validation failures.

@test.support.**run_with_locale**(*catstr*, **locales*)

別のロケールで関数を実行し、完了したら適切に元の状態に戻すためのデコレータ。*catstr* は (例えば `"LC_ALL"` のような) ロケールカテゴリを文字列で表したものです。渡された *locales* が順々に試され、一番最初に出てきた妥当なロケールが使われます。

@test.support.**run_with_tz**(*tz*)

A decorator for running a function in a specific timezone, correctly resetting it after it has finished.

@test.support.**requires_freebsd_version**(**min_version*)

Decorator for the minimum version when running test on FreeBSD. If the FreeBSD version is less than the minimum, the test is skipped.

@test.support.**requires_linux_version**(**min_version*)

Decorator for the minimum version when running test on Linux. If the Linux version is less than the minimum, the test is skipped.

@test.support.requires_mac_version(**min_version*)

Decorator for the minimum version when running test on macOS. If the macOS version is less than the minimum, the test is skipped.

@test.support.requires_gil_enabled

Decorator for skipping tests on the free-threaded build. If the *GIL* is disabled, the test is skipped.

@test.support.requires_IEEE_754

Decorator for skipping tests on non-IEEE 754 platforms.

@test.support.requires_zlib

Decorator for skipping tests if *zlib* doesn't exist.

@test.support.requires_gzip

Decorator for skipping tests if *gzip* doesn't exist.

@test.support.requires_bz2

Decorator for skipping tests if *bz2* doesn't exist.

@test.support.requires_lzma

Decorator for skipping tests if *lzma* doesn't exist.

@test.support.requires_resource(*resource*)

Decorator for skipping tests if *resource* is not available.

@test.support.requires_docstrings

Decorator for only running the test if *HAVE_DOCSTRINGS*.

@test.support.requires_limited_api

Decorator for only running the test if Limited C API is available.

@test.support.cpython_only

Decorator for tests only applicable to CPython.

@test.support.impl_detail(*msg=None*, ***guards*)

Decorator for invoking *check_impl_detail()* on *guards*. If that returns `False`, then uses *msg* as the reason for skipping the test.

@test.support.no_tracing

Decorator to temporarily turn off tracing for the duration of the test.

@test.support.refcount_test

Decorator for tests which involve reference counting. The decorator does not run the test if it is

not run by CPython. Any trace function is unset for the duration of the test to prevent unexpected refcounts caused by the trace function.

@test.support.bigmemtest(*size*, *memuse*, *dry_run=True*)

Decorator for bigmem tests.

size is a requested size for the test (in arbitrary, test-interpreted units.) *memuse* is the number of bytes per unit for the test, or a good estimate of it. For example, a test that needs two byte buffers, of 4 GiB each, could be decorated with `@bigmemtest(size=_4G, memuse=2)`.

The *size* argument is normally passed to the decorated test method as an extra argument. If *dry_run* is `True`, the value passed to the test method may be less than the requested value. If *dry_run* is `False`, it means the test doesn't support dummy runs when `-M` is not specified.

@test.support.bigaddrspacetest

Decorator for tests that fill the address space.

test.support.check_syntax_error(*testcase*, *statement*, *errtext=''*, ***, *lineno=None*, *offset=None*)

Test for syntax errors in *statement* by attempting to compile *statement*. *testcase* is the *unittest* instance for the test. *errtext* is the regular expression which should match the string representation of the raised *SyntaxError*. If *lineno* is not `None`, compares to the line of the exception. If *offset* is not `None`, compares to the offset of the exception.

test.support.open_urlresource(*url*, **args*, ***kw*)

Open *url*. If open fails, raises *TestFailed*.

test.support.reap_children()

Use this at the end of `test_main` whenever sub-processes are started. This will help ensure that no extra children (zombies) stick around to hog resources and create problems when looking for refleaks.

test.support.get_attribute(*obj*, *name*)

Get an attribute, raising *unittest.SkipTest* if *AttributeError* is raised.

test.support.catch_unraisable_exception()

Context manager catching unraisable exception using *sys.unraisablehook()*.

Storing the exception value (`cm.unraisable.exc_value`) creates a reference cycle. The reference cycle is broken explicitly when the context manager exits.

Storing the object (`cm.unraisable.object`) can resurrect it if it is set to an object which is being finalized. Exiting the context manager clears the stored object.

使い方:

```
with support.catch_unraisable_exception() as cm:
    # code creating an "unraisable exception"
    ...

    # check the unraisable exception: use cm.unraisable
    ...

# cm.unraisable attribute no longer exists at this point
# (to break a reference cycle)
```

Added in version 3.8.

test.support.**load_package_tests**(*pkg_dir*, *loader*, *standard_tests*, *pattern*)

Generic implementation of the *unittest* `load_tests` protocol for use in test packages. *pkg_dir* is the root directory of the package; *loader*, *standard_tests*, and *pattern* are the arguments expected by `load_tests`. In simple cases, the test package's `__init__.py` can be the following:

```
import os
from test.support import load_package_tests

def load_tests(*args):
    return load_package_tests(os.path.dirname(__file__), *args)
```

test.support.**detect_api_mismatch**(*ref_api*, *other_api*, ***, *ignore=()*)

Returns the set of attributes, functions or methods of *ref_api* not found on *other_api*, except for a defined list of items to be ignored in this check specified in *ignore*.

By default this skips private attributes beginning with '_' but includes all magic methods, i.e. those starting and ending in '__'.

Added in version 3.5.

test.support.**patch**(*test_instance*, *object_to_patch*, *attr_name*, *new_value*)

Override *object_to_patch.attr_name* with *new_value*. Also add cleanup procedure to *test_instance* to restore *object_to_patch* for *attr_name*. The *attr_name* should be a valid attribute for *object_to_patch*.

test.support.**run_in_subinterp**(*code*)

Run *code* in subinterpreter. Raise *unittest.SkipTest* if *tracemalloc* is enabled.

test.support.**check_free_after_iterating**(*test*, *iter*, *cls*, *args=()*)

Assert instances of *cls* are deallocated after iterating.

test.support.**missing_compiler_executable**(*cmd_names=[]*)

Check for the existence of the compiler executables whose names are listed in *cmd_names* or all the

compiler executables when *cmd_names* is empty and return the first missing executable or `None` when none is found missing.

`test.support.check__all__`(*test_case*, *module*, *name_of_module=None*, *extra=()*, *not_exported=()*)

Assert that the `__all__` variable of *module* contains all public names.

The module's public names (its API) are detected automatically based on whether they match the public name convention and were defined in *module*.

The *name_of_module* argument can specify (as a string or tuple thereof) what module(s) an API could be defined in order to be detected as a public API. One case for this is when *module* imports part of its public API from other modules, possibly a C backend (like `csv` and its `_csv`).

The *extra* argument can be a set of names that wouldn't otherwise be automatically detected as "public", like objects without a proper `__module__` attribute. If provided, it will be added to the automatically detected ones.

The *not_exported* argument can be a set of names that must not be treated as part of the public API even though their names indicate otherwise.

使用例:

```
import bar
import foo
import unittest
from test import support

class MiscTestCase(unittest.TestCase):
    def test__all__(self):
        support.check__all__(self, foo)

class OtherTestCase(unittest.TestCase):
    def test__all__(self):
        extra = {'BAR_CONST', 'FOO_CONST'}
        not_exported = {'baz'}  # Undocumented name.
        # bar imports part of its API from _bar.
        support.check__all__(self, bar, ('bar', '_bar'),
                             extra=extra, not_exported=not_exported)
```

Added in version 3.6.

`test.support.skip_if_broken_multiprocessing_synchronize`()

Skip tests if the `multiprocessing.synchronize` module is missing, if there is no available semaphore implementation, or if creating a lock raises an *OSError*.

Added in version 3.10.

test.support.check_disallow_instantiation(*test_case*, *tp*, **args*, ***kwds*)

Assert that type *tp* cannot be instantiated using *args* and *kwds*.

Added in version 3.10.

test.support.adjust_int_max_str_digits(*max_digits*)

This function returns a context manager that will change the global *sys.set_int_max_str_digits()* setting for the duration of the context to allow execution of test code that needs a different limit on the number of digits when converting between an integer and string.

Added in version 3.11.

test.support モジュールでは、以下のクラスを定義しています:

class test.support.SuppressCrashReport

A context manager used to try to prevent crash dialog popups on tests that are expected to crash a subprocess.

On Windows, it disables Windows Error Reporting dialogs using SetErrorMode.

On UNIX, *resource.setrlimit()* is used to set *resource.RLIMIT_CORE*'s soft limit to 0 to prevent coredump file creation.

On both platforms, the old value is restored by `__exit__()`.

class test.support.SaveSignals

Class to save and restore signal handlers registered by the Python signal handler.

save(*self*)

Save the signal handlers to a dictionary mapping signal numbers to the current signal handler.

restore(*self*)

Set the signal numbers from the *save()* dictionary to the saved handler.

class test.support.Matcher

matches(*self*, *d*, ***kwargs*)

Try to match a single dict with the supplied arguments.

match_value(*self*, *k*, *dv*, *v*)

Try to match a single stored value (*dv*) with a supplied value (*v*).

26.10 test.support.socket_helper --- Utilities for socket tests

The *test.support.socket_helper* module provides support for socket tests.

Added in version 3.9.

test.support.socket_helper.**IPV6_ENABLED**

Set to `True` if IPv6 is enabled on this host, `False` otherwise.

test.support.socket_helper.**find_unused_port**(*family=socket.AF_INET*, *socktype=socket.SOCK_STREAM*)

Returns an unused port that should be suitable for binding. This is achieved by creating a temporary socket with the same family and type as the `sock` parameter (default is *AF_INET*, *SOCK_STREAM*), and binding it to the specified host address (defaults to `0.0.0.0`) with the port set to 0, eliciting an unused ephemeral port from the OS. The temporary socket is then closed and deleted, and the ephemeral port is returned.

Either this method or *bind_port()* should be used for any tests where a server socket needs to be bound to a particular port for the duration of the test. Which one to use depends on whether the calling code is creating a Python socket, or if an unused port needs to be provided in a constructor or passed to an external program (i.e. the `-accept` argument to openssl's s_server mode). Always prefer *bind_port()* over *find_unused_port()* where possible. Using a hard coded port is discouraged since it can make multiple instances of the test impossible to run simultaneously, which is a problem for buildbots.

test.support.socket_helper.**bind_port**(*sock*, *host=HOST*)

Bind the socket to a free port and return the port number. Relies on ephemeral ports in order to ensure we are using an unbound port. This is important as many tests may be running simultaneously, especially in a buildbot environment. This method raises an exception if the `sock.family` is *AF_INET* and `sock.type` is *SOCK_STREAM*, and the socket has `SO_REUSEADDR` or `SO_REUSEPORT` set on it. Tests should never set these socket options for TCP/IP sockets. The only case for setting these options is testing multicasting via multiple UDP sockets.

Additionally, if the `SO_EXCLUSIVEADDRUSE` socket option is available (i.e. on Windows), it will be set on the socket. This will prevent anyone else from binding to our host/port for the duration of the test.

test.support.socket_helper.**bind_unix_socket**(*sock*, *addr*)

Bind a Unix socket, raising *unittest.SkipTest* if *PermissionError* is raised.

@test.support.socket_helper.**skip_unless_bind_unix_socket**

A decorator for running tests that require a functional `bind()` for Unix sockets.

test.support.socket_helper.**transient_internet**(*resource_name*, *, *timeout=30.0*, *errnos=()*)

A context manager that raises *ResourceDenied* when various issues with the internet connection manifest themselves as exceptions.

26.11 test.support.script_helper --- Utilities for the Python execution tests

The *test.support.script_helper* module provides support for Python's script execution tests.

test.support.script_helper.**interpreter_requires_environment**()

Return `True` if `sys.executable interpreter` requires environment variables in order to be able to run at all.

This is designed to be used with `@unittest.skipIf()` to annotate tests that need to use an `assert_python*()` function to launch an isolated mode (`-I`) or no environment mode (`-E`) sub-interpreter process.

A normal build & test does not run into this situation but it can happen when trying to run the standard library test suite from an interpreter that doesn't have an obvious home with Python's current home finding logic.

Setting `PYTHONHOME` is one way to get most of the testsuite to run in that situation. `PYTHONPATH` or `PYTHONUSERSITE` are other common environment variables that might impact whether or not the interpreter can start.

test.support.script_helper.**run_python_until_end**(**args*, ***env_vars*)

Set up the environment based on *env_vars* for running the interpreter in a subprocess. The values can include `__isolated`, `__cleanenv`, `__cwd`, and `TERM`.

バージョン 3.9 で変更: The function no longer strips whitespaces from *stderr*.

test.support.script_helper.**assert_python_ok**(**args*, ***env_vars*)

Assert that running the interpreter with *args* and optional environment variables *env_vars* succeeds (`rc == 0`) and return a `(return code, stdout, stderr)` tuple.

If the *___cleanenv* keyword-only parameter is set, *env_vars* is used as a fresh environment.

Python is started in isolated mode (command line option `-I`), except if the *___isolated* keyword-only parameter is set to `False`.

バージョン 3.9 で変更: The function no longer strips whitespaces from *stderr*.

test.support.script_helper.**assert_python_failure**(**args*, ***env_vars*)

Assert that running the interpreter with *args* and optional environment variables *env_vars* fails (`rc != 0`) and return a `(return code, stdout, stderr)` tuple.

See *assert_python_ok()* for more options.

バージョン 3.9 で変更: The function no longer strips whitespaces from *stderr*.

test.support.script_helper.**spawn_python**(**args*, *stdout=subprocess.PIPE*, *stderr=subprocess.STDOUT*, ***kw*)

Run a Python subprocess with the given arguments.

kw is extra keyword args to pass to *subprocess.Popen()*. Returns a *subprocess.Popen* object.

test.support.script_helper.**kill_python**(*p*)

Run the given *subprocess.Popen* process until completion and return stdout.

test.support.script_helper.**make_script**(*script_dir*, *script_basename*, *source*, *omit_suffix=False*)

Create script containing *source* in path *script_dir* and *script_basename*. If *omit_suffix* is `False`, append `.py` to the name. Return the full script path.

test.support.script_helper.**make_zip_script**(*zip_dir*, *zip_basename*, *script_name*, *name_in_zip=None*)

Create zip file at *zip_dir* and *zip_basename* with extension `zip` which contains the files in *script_name*. *name_in_zip* is the archive name. Return a tuple containing `(full path, full path of archive name)`.

test.support.script_helper.**make_pkg**(*pkg_dir*, *init_source=''*)

Create a directory named *pkg_dir* containing an `__init__` file with *init_source* as its contents.

test.support.script_helper.**make_zip_pkg**(*zip_dir*, *zip_basename*, *pkg_name*, *script_basename*, *source*, *depth=1*, *compiled=False*)

Create a zip package directory with a path of *zip_dir* and *zip_basename* containing an empty `__init__` file and a file *script_basename* containing the *source*. If *compiled* is `True`, both source files will be compiled and added to the zip package. Return a tuple of the full zip path and the archive name for the zip file.

26.12 test.support.bytecode_helper --- Support tools for testing correct bytecode generation

The *test.support.bytecode_helper* module provides support for testing and inspecting bytecode generation.

Added in version 3.9.

The module defines the following class:

class test.support.bytecode_helper.**BytecodeTestCase**(*unittest.TestCase*)

This class has custom assertion methods for inspecting bytecode.

BytecodeTestCase.**get_disassembly_as_string**(*co*)

Return the disassembly of *co* as string.

BytecodeTestCase.**assertInBytecode**(*x*, *opname*, *argval=_UNSPECIFIED*)

Return instr if *opname* is found, otherwise throws *AssertionError*.

BytecodeTestCase.**assertNotInBytecode**(*x*, *opname*, *argval=_UNSPECIFIED*)

Throws *AssertionError* if *opname* is found.

26.13 test.support.threading_helper --- Utilities for threading tests

The *test.support.threading_helper* module provides support for threading tests.

Added in version 3.10.

test.support.threading_helper.**join_thread**(*thread*, *timeout=None*)

Join a *thread* within *timeout*. Raise an *AssertionError* if thread is still alive after *timeout* seconds.

@test.support.threading_helper.reap_threads

Decorator to ensure the threads are cleaned up even if the test fails.

test.support.threading_helper.**start_threads**(*threads*, *unlock=None*)

Context manager to start *threads*, which is a sequence of threads. *unlock* is a function called after the threads are started, even if an exception was raised; an example would be *threading.Event.set()*. `start_threads` will attempt to join the started threads upon exit.

test.support.threading_helper.**threading_cleanup**(**original_values*)

Cleanup up threads not specified in *original_values*. Designed to emit a warning if a test leaves running threads in the background.

test.support.threading_helper.**threading_setup**()

Return current thread count and copy of dangling threads.

test.support.threading_helper.**wait_threads_exit**(*timeout=None*)

Context manager to wait until all threads created in the `with` statement exit.

test.support.threading_helper.**catch_threading_exception**()

Context manager catching *threading.Thread* exception using *threading.excepthook()*.

Attributes set when an exception is caught:

- `exc_type`
- `exc_value`
- `exc_traceback`
- `thread`

See *threading.excepthook()* documentation.

These attributes are deleted at the context manager exit.

使い方:

```
with threading_helper.catch_threading_exception() as cm:
    # code spawning a thread which raises an exception
    ...

    # check the thread exception, use cm attributes:
    # exc_type, exc_value, exc_traceback, thread
    ...

# exc_type, exc_value, exc_traceback, thread attributes of cm no longer
# exists at this point
# (to avoid reference cycles)
```

Added in version 3.8.

26.14 `test.support.os_helper` --- Utilities for os tests

The *test.support.os_helper* module provides support for os tests.

Added in version 3.10.

test.support.os_helper.**FS_NONASCII**

os.fsencode() でエンコードできる 非 ASCII 文字。

test.support.os_helper.SAVEDCWD

os.getcwd() に設定されます。

test.support.os_helper.TESTFN

テンポラリファイルの名前として安全に利用できる名前に設定されます。作成した一時ファイルは全て閉じ、unlink (削除) しなければなりません。

test.support.os_helper.TESTFN_NONASCII

Set to a filename containing the *FS_NONASCII* character, if it exists. This guarantees that if the filename exists, it can be encoded and decoded with the default filesystem encoding. This allows tests that require a non-ASCII filename to be easily skipped on platforms where they can't work.

test.support.os_helper.TESTFN_UNENCODABLE

strict モードのファイルシステムエンコーディングでエンコードできないファイル名（str 型）に設定します。そのようなファイル名を生成できない場合は、None になる可能性があります。

test.support.os_helper.TESTFN_UNDECODABLE

strict モードのファイルシステムエンコーディングでデコードできないファイル名（bytes 型）に設定します。そのようなファイル名を生成できない場合は、None になる可能性があります。

test.support.os_helper.TESTFN_UNICODE

非 ASCII 名を一時ファイルに設定します。

class test.support.os_helper.EnvironmentVarGuard

一時的に環境変数をセット・アンセットするためのクラスです。このクラスのインスタンスはコンテキストマネージャーとして利用されます。また、os.environ に対する参照・更新を行う完全な辞書のインターフェースを持ちます。コンテキストマネージャーが終了した時、このインスタンス経由で環境変数へ行った全ての変更はロールバックされます。

バージョン 3.1 で変更: 辞書のインターフェースを追加しました。

class test.support.os_helper.FakePath(*path*)

Simple *path-like object*. It implements the *__fspath__()* method which just returns the *path* argument. If *path* is an exception, it will be raised in __fspath__().

EnvironmentVarGuard.set(*envvar*, *value*)

一時的に、envvar を value にセットします。

EnvironmentVarGuard.unset(*envvar*)

一時的に envvar をアンセットします。

test.support.os_helper.can_symlink()

OS がシンボリックリンクをサポートする場合 True を返し、その他の場合は False を返します。

test.support.os_helper.**can_xattr**()

Return `True` if the OS supports xattr, `False` otherwise.

test.support.os_helper.**change_cwd**(*path*, *quiet=False*)

カレントディレクトリを一時的に *path* に変更し与えるコンテキストマネージャです。

quiet が `False` の場合、コンテキストマネージャはエラーが起きると例外を送出します。それ以外の場合には、警告を出すだけでカレントディレクトリは同じままにしておきます。

test.support.os_helper.**create_empty_file**(*filename*)

Create an empty file with *filename*. If it already exists, truncate it.

test.support.os_helper.**fd_count**()

Count the number of open file descriptors.

test.support.os_helper.**fs_is_case_insensitive**(*directory*)

Return `True` if the file system for *directory* is case-insensitive.

test.support.os_helper.**make_bad_fd**()

一時ファイルを開いた後に閉じ、そのファイル記述子を返すことで無効な記述子を作成します。

test.support.os_helper.**rmdir**(*filename*)

Call *os.rmdir()* on *filename*. On Windows platforms, this is wrapped with a wait loop that checks for the existence of the file, which is needed due to antivirus programs that can hold files open and prevent deletion.

test.support.os_helper.**rmtree**(*path*)

Call *shutil.rmtree()* on *path* or call *os.lstat()* and *os.rmdir()* to remove a path and its contents. As with *rmdir()*, on Windows platforms this is wrapped with a wait loop that checks for the existence of the files.

@test.support.os_helper.**skip_unless_symlink**

シンボリックリンクのサポートが必要なテストを実行することを表すデコレータ。

@test.support.os_helper.**skip_unless_xattr**

A decorator for running tests that require support for xattr.

test.support.os_helper.**temp_cwd**(*name='tempcwd'*, *quiet=False*)

一時的に新しいディレクトリを作成し、カレントディレクトリ (current working directory, CWD) を変更するコンテキストマネージャです。

一時的にカレントディレクトリを変更する前に、カレントディレクトリに *name* という名前のディレクトリを作成します。*name* が `None` の場合は、一時ディレクトリは *tempfile.mkdtemp()* を使って作成されます。

quiet が `False` でカレントディレクトリの作成や変更ができない場合、例外を送出します。それ以外の場合には、警告を出すだけで元のカレントディレクトリが使われます。

`test.support.os_helper.temp_dir`(*path=None*, *quiet=False*)

path に一時ディレクトリを作成し与えるコンテキストマネージャです。

If *path* is `None`, the temporary directory is created using *tempfile.mkdtemp()*. If *quiet* is `False`, the context manager raises an exception on error. Otherwise, if *path* is specified and cannot be created, only a warning is issued.

`test.support.os_helper.temp_umask`(*umask*)

一時的にプロセスの umask を設定するコンテキストマネージャ。

`test.support.os_helper.unlink`(*filename*)

Call *os.unlink()* on *filename*. As with *rmdir()*, on Windows platforms, this is wrapped with a wait loop that checks for the existence of the file.

26.15 `test.support.import_helper` --- Utilities for import tests

The *test.support.import_helper* module provides support for import tests.

Added in version 3.10.

`test.support.import_helper.forget`(*module_name*)

モジュール名 *module_name* を `sys.modules` から取り除き、モジュールのバイトコンパイル済みファイルを全て削除します。

`test.support.import_helper.import_fresh_module`(*name*, *fresh=()*, *blocked=()*, *deprecated=False*)

この関数は、*name* で指定された Python モジュールを、インポート前に `sys.modules` から削除することで新規にインポートしてそのコピーを返します。`reload()` 関数と違い、もとのモジュールはこの操作によって影響をうけません。

fresh は、同じようにインポート前に `sys.modules` から削除されるモジュール名の iterable です。

blocked もモジュール名のイテラブルで、インポート中にモジュールキャッシュ内でその名前を `None` に置き換えることで、そのモジュールをインポートしようとすると *ImportError* を発生させます。

指定されたモジュールと *fresh* や *blocked* 引数内のモジュール名はインポート前に保存され、フレッシュなインポートが完了したら `sys.modules` に戻されます。

deprecated が `True` の場合、インポート中はモジュールとパッケージの廃止メッセージが抑制されます。

指定したモジュールがインポートできなかった場合に、この関数は *ImportError* を送出します。

使用例:

```
# Get copies of the warnings module for testing without affecting the
# version being used by the rest of the test suite. One copy uses the
# C implementation, the other is forced to use the pure Python fallback
# implementation
py_warnings = import_fresh_module('warnings', blocked=['_warnings'])
c_warnings = import_fresh_module('warnings', fresh=['_warnings'])
```

Added in version 3.1.

test.support.import_helper.**import_module**(*name*, *deprecated=False*, ***, *required_on=()*)

この関数は *name* で指定されたモジュールをインポートして返します。通常のインポートと異なり、この関数はモジュールをインポートできなかった場合に *unittest.SkipTest* 例外を発生させます。

Module and package deprecation messages are suppressed during this import if *deprecated* is `True`. If a module is required on a platform but optional for others, set *required_on* to an iterable of platform prefixes which will be compared against *sys.platform*.

Added in version 3.1.

test.support.import_helper.**modules_setup**()

Return a copy of *sys.modules*.

test.support.import_helper.**modules_cleanup**(*oldmodules*)

Remove modules except for *oldmodules* and `encodings` in order to preserve internal cache.

test.support.import_helper.**unload**(*name*)

`sys.modules` から *name* を削除します。

test.support.import_helper.**make_legacy_pyc**(*source*)

Move a **PEP 3147**/**PEP 488** pyc file to its legacy pyc location and return the file system path to the legacy pyc file. The *source* value is the file system path to the source file. It does not need to exist, however the PEP 3147/488 pyc file must exist.

class test.support.import_helper.**CleanImport**(**module_names*)

A context manager to force import to return a new module reference. This is useful for testing module-level behaviors, such as the emission of a *DeprecationWarning* on import. Example usage:

```
with CleanImport('foo'):
    importlib.import_module('foo')  # New reference.
```

class test.support.import_helper.**DirsOnSysPath**(**paths*)

A context manager to temporarily add directories to *sys.path*.

This makes a copy of *sys.path*, appends any directories given as positional arguments, then reverts *sys.path* to the copied settings when the context ends.

Note that *all* *sys.path* modifications in the body of the context manager, including replacement of the object, will be reverted at the end of the block.

26.16 test.support.warnings_helper --- Utilities for warnings tests

The *test.support.warnings_helper* module provides support for warnings tests.

Added in version 3.10.

test.support.warnings_helper.**ignore_warnings**(*, *category*)

Suppress warnings that are instances of *category*, which must be *Warning* or a subclass. Roughly equivalent to *warnings.catch_warnings()* with *warnings.simplefilter('ignore', category=category)*. For example:

```
@warning_helper.ignore_warnings(category=DeprecationWarning)
def test_suppress_warning():
    # do something
```

Added in version 3.8.

test.support.warnings_helper.**check_no_resource_warning**(*testcase*)

Context manager to check that no *ResourceWarning* was raised. You must remove the object which may emit *ResourceWarning* before the end of the context manager.

test.support.warnings_helper.**check_syntax_warning**(*testcase*, *statement*, *errtext=''*, *, *lineno=1*, *offset=None*)

Test for syntax warning in *statement* by attempting to compile *statement*. Test also that the *SyntaxWarning* is emitted only once, and that it will be converted to a *SyntaxError* when turned into error. *testcase* is the *unittest* instance for the test. *errtext* is the regular expression which should match the string representation of the emitted *SyntaxWarning* and raised *SyntaxError*. If *lineno* is not `None`, compares to the line of the warning and exception. If *offset* is not `None`, compares to the offset of the exception.

Added in version 3.8.

test.support.warnings_helper.**check_warnings**(**filters*, *quiet=True*)

warning が正しく発行されているかどうかチェックする、*warnings.catch_warnings()* を使いやすくするラッパーです。これは、*warnings.simplefilter()* を `always` に設定して、記録された結果を自動的に検証するオプションと共に `warnings.catch_warnings(record=True)` を呼ぶのとほぼ同じです。

`check_warnings` は `("message regexp", WarningCategory)` の形をした 2 要素タプルを位置引数として受け取ります。1 つ以上の *filters* が与えられた場合や、オプションのキーワード引数 *quiet* が `False` の場合、警告が期待通りであるかどうかをチェックします。指定された各 filter は最低でも 1 回は囲われた

コード内で発生した警告とマッチしなければテストが失敗しますし、指定されたどの filter ともマッチしない警告が発生してもテストが失敗します。前者のチェックを無効にするには、*quiet* を True にします。

引数が 1 つもない場合、デフォルトでは次のようになります:

```
check_warnings(("", Warning), quiet=True)
```

この場合、全ての警告は補足され、エラーは発生しません。

コンテキストマネージャーに入る時、WarningRecorder インスタンスが返されます。このレコーダーオブジェクトの *warnings* 属性から、*catch_warnings()* から得られる警告のリストを取得することができます。便利さのために、レコーダーオブジェクトから直接、一番最近に発生した警告を表すオブジェクトの属性にアクセスできます (以下にある例を参照してください)。警告が 1 つも発生しなかった場合、それらの全ての属性は None を返します。

レコーダーオブジェクトの reset() メソッドは警告リストをクリアします。

コンテキストマネージャーは次のようにして使います:

```
with check_warnings(("assertion is always true", SyntaxWarning),
                    ("", UserWarning)):
    exec('assert(False, "Hey!")')
    warnings.warn(UserWarning("Hide me!"))
```

この場合、どちらの警告も発生しなかった場合や、それ以外の警告が発生した場合は、*check_warnings()* はエラーを発生させます。

警告が発生したかどうかだけでなく、もっと詳しいチェックが必要な場合は、次のようなコードになります:

```
with check_warnings(quiet=True) as w:
    warnings.warn("foo")
    assert str(w.args[0]) == "foo"
    warnings.warn("bar")
    assert str(w.args[0]) == "bar"
    assert str(w.warnings[0].args[0]) == "foo"
    assert str(w.warnings[1].args[0]) == "bar"
    w.reset()
    assert len(w.warnings) == 0
```

全ての警告をキャプチャし、テストコードがその警告を直接テストします。

バージョン 3.2 で変更: 新しいオプション引数 *filters* と *quiet*

class test.support.warnings_helper.WarningsRecorder

ユニットテスト時に warning を記録するためのクラスです。上の、*check_warnings()* のドキュメントを参照してください。

第

TWENTYSEVEN

デバッグとプロファイル

ここに含まれるライブラリは Python での開発を手助けするものです。デバッガを使うと、コードのステップ実行や、スタックフレームの解析、ブレークポイントの設定などができます。プロファイラはコードを実行して実行時間の詳細を提供し、プログラムのボトルネックを特定できるようにします。

27.1 監査イベント表

この表は、CPython ランタイムと標準ライブラリ全体で *sys.audit()* または `PySys_Audit()` の呼び出しによって送出されるすべてのイベントを含んでいます。これらの呼び出しは、3.8 以降に追加されました (**PEP 578** を参照) 。

これらのイベントの処理についての情報は *sys.addaudithook()* と `PySys_AddAuditHook()` を参照してください。

CPython 実装の詳細: この表は CPython ドキュメントから生成されており、他の実装により送出されるイベントを表示していない可能性があります。実際に送出されるイベントは、ランタイム固有のドキュメントを参照してください。

Audit event	Arguments
_thread.start_new_thread	`function`, `args`, `kwargs`
array.___new___	`typecode`, `initializer`
builtins.breakpoint	`breakpointhook`
builtins.id	`id`
builtins.input	`prompt`
builtins.input/result	`result`
code.___new___	`code`, `filename`, `name`, `argcount`, `posonlyargcount`, `kwonlyargcount`, `nlocals`, `st`
compile	`source`, `filename`
cpython.PyInterpreterState_Clear	
cpython.PyInterpreterState_New	

表 1 – 前のページからの続き

Audit event	Arguments
cpython._PySys_ClearAuditHooks	
cpython.run_command	command
cpython.run_file	filename
cpython.run_interactivehook	hook
cpython.run_module	module-name
cpython.run_startup	filename
cpython.run_stdin	
ctypes.addressof	obj
ctypes.call_function	func_pointer, arguments
ctypes.cdata	address
ctypes.cdata/buffer	pointer, size, offset
ctypes.create_string_buffer	init, size
ctypes.create_unicode_buffer	init, size
ctypes.dlopen	name
ctypes.dlsym	library, name
ctypes.dlsym/handle	handle, name
ctypes.get_errno	
ctypes.get_last_error	
ctypes.set_errno	errno
ctypes.set_exception	code
ctypes.set_last_error	error
ctypes.string_at	ptr, size
ctypes.wstring_at	ptr, size
ensurepip.bootstrap	root
exec	code_object
fcntl.fcntl	fd, cmd, arg
fcntl.flock	fd, operation
fcntl.ioctl	fd, request, arg
fcntl.lockf	fd, cmd, len, start, whence
ftplib.connect	self, host, port
ftplib.sendcmd	self, cmd
function.___new___	code
gc.get_objects	generation
gc.get_referents	objs
gc.get_referrers	objs
glob.glob	pathname, recursive
glob.glob/2	pathname, recursive, root_dir, dir_fd

表 1 – 前のページからの続き

Audit event	Arguments
http.client.connect	self, host, port
http.client.send	self, data
imaplib.open	self, host, port
imaplib.send	self, data
import	module, filename, sys.path, sys.meta_path, sys.path_hooks
marshal.dumps	value, version
marshal.load	
marshal.loads	bytes
mmap.__new__	fileno, length, access, offset
msvcrt.get_osfhandle	fd
msvcrt.locking	fd, mode, nbytes
msvcrt.open_osfhandle	handle, flags
object.__delattr__	obj, name
object.__getattr__	obj, name
object.__setattr__	obj, name, value
open	path, mode, flags
os.add_dll_directory	path
os.chdir	path
os.chflags	path, flags
os.chmod	path, mode, dir_fd
os.chown	path, uid, gid, dir_fd
os.exec	path, args, env
os.fork	
os.forkpty	
os.fwalk	top, topdown, onerror, follow_symlinks, dir_fd
os.getxattr	path, attribute
os.kill	pid, sig
os.killpg	pgid, sig
os.link	src, dst, src_dir_fd, dst_dir_fd
os.listdir	path
os.listdrives	
os.listmounts	volume
os.listvolumes	
os.listxattr	path
os.lockf	fd, cmd, len
os.mkdir	path, mode, dir_fd
os.posix_spawn	path, argv, env

表 1 – 前のページからの続き

Audit event	Arguments
os.putenv	key, value
os.remove	path, dir_fd
os.removexattr	path, attribute
os.rename	src, dst, src_dir_fd, dst_dir_fd
os.rmdir	path, dir_fd
os.scandir	path
os.setxattr	path, attribute, value, flags
os.spawn	mode, path, args, env
os.startfile	path, operation
os.startfile/2	path, operation, arguments, cwd, show_cmd
os.symlink	src, dst, dir_fd
os.system	command
os.truncate	fd, length
os.unsetenv	key
os.utime	path, times, ns, dir_fd
os.walk	top, topdown, onerror, followlinks
pathlib.Path.glob	self, pattern
pathlib.Path.rglob	self, pattern
pdb.Pdb	
pickle.find_class	module, name
poplib.connect	self, host, port
poplib.putline	self, line
pty.spawn	argv
resource.prlimit	pid, resource, limits
resource.setrlimit	resource, limits
setopencodehook	
shutil.chown	path, user, group
shutil.copyfile	src, dst
shutil.copymode	src, dst
shutil.copystat	src, dst
shutil.copytree	src, dst
shutil.make_archive	base_name, format, root_dir, base_dir
shutil.move	src, dst
shutil.rmtree	path, dir_fd
shutil.unpack_archive	filename, extract_dir, format
signal.pthread_kill	thread_id, signalnum
smtplib.connect	self, host, port

表 1 – 前のページからの続き

Audit event	Arguments
smtplib.send	self, data
socket.__new__	self, family, type, protocol
socket.bind	self, address
socket.connect	self, address
socket.getaddrinfo	host, port, family, type, protocol
socket.gethostbyaddr	ip_address
socket.gethostbyname	hostname
socket.gethostname	
socket.getnameinfo	sockaddr
socket.getservbyname	servicename, protocolname
socket.getservbyport	port, protocolname
socket.sendmsg	self, address
socket.sendto	self, address
socket.sethostname	name
sqlite3.connect	database
sqlite3.connect/handle	connection_handle
sqlite3.enable_load_extension	connection, enabled
sqlite3.load_extension	connection, path
subprocess.Popen	executable, args, cwd, env
sys._current_exceptions	
sys._current_frames	
sys._getframe	frame
sys._getframemodulename	depth
sys.addaudithook	
sys.excepthook	hook, type, value, traceback
sys.set_asyncgen_hooks_finalizer	
sys.set_asyncgen_hooks_firstiter	
sys.setprofile	
sys.settrace	
sys.unraisablehook	hook, unraisable
syslog.closelog	
syslog.openlog	ident, logoption, facility
syslog.setlogmask	maskpri
syslog.syslog	priority, message
tempfile.mkdtemp	fullpath
tempfile.mkstemp	fullpath
time.sleep	secs

表 1 – 前のページからの続き

Audit event	Arguments
urllib.Request	`fullurl`, `data`, `headers`, `method`
webbrowser.open	`url`
winreg.ConnectRegistry	`computer_name`, `key`
winreg.CreateKey	`key`, `sub_key`, `access`
winreg.DeleteKey	`key`, `sub_key`, `access`
winreg.DeleteValue	`key`, `value`
winreg.DisableReflectionKey	`key`
winreg.EnableReflectionKey	`key`
winreg.EnumKey	`key`, `index`
winreg.EnumValue	`key`, `index`
winreg.ExpandEnvironmentStrings	`str`
winreg.LoadKey	`key`, `sub_key`, `file_name`
winreg.OpenKey	`key`, `sub_key`, `access`
winreg.OpenKey/result	`key`
winreg.PyHKEY.Detach	`key`
winreg.QueryInfoKey	`key`
winreg.QueryReflectionKey	`key`
winreg.QueryValue	`key`, `sub_key`, `value_name`
winreg.SaveKey	`key`, `file_name`
winreg.SetValue	`key`, `sub_key`, `type`, `value`

以下のイベントは内部で送出され、CPython の公開 API に対応しません。

監査イベント	引数
_winapi.CreateFile	file_name, desired_access, share_mode, creation_disposition, flags_and_attributes
_winapi.CreateJunction	src_path, dst_path
_winapi.CreateNamedPipe	name, open_mode, pipe_mode
_winapi.CreatePipe	
_winapi.CreateProcess	application_name, command_line, current_directory
_winapi.OpenProcess	process_id, desired_access
_winapi.TerminateProcess	handle, exit_code
ctypes.PyObj_FromPtr	obj

27.2 bdb --- デバッガーフレームワーク

ソースコード: Lib/bdb.py

---

bdb モジュールは、ブレークポイントを設定したり、デバッガー経由で実行を管理するような、基本的なデバッガー機能を提供します。

以下の例外が定義されています:

exception bdb.BdbQuit

Bdb クラスが、デバッガーを終了させるために投げる例外。

bdb モジュールは 2 つのクラスを定義しています:

class bdb.Breakpoint(*self*, *file*, *line*, *temporary=False*, *cond=None*, *funcname=None*)

このクラスはテンポラリブレークポイント、無視するカウント、無効化と再有効化、条件付きブレークポイントを実装しています。

ブレークポイントは *bpbynumber* という名前のリストで番号によりインデックスされ、*bplist* により (file, line) の形でインデックスされます。*bpbynumber* は *Breakpoint* クラスのインスタンスを指しています。一方 *bplist* は、同じ行に複数のブレークポイントが設定される場合があるので、インスタンスのリストを指しています。

ブレークポイントを作るとき、関連付けられる **ファイル名** は正規化されていなければなりません。*funcname* が定義されると、ブレークポイントの **ヒット** はその関数の最初の行が実行されたときにカウントされます。**条件付き** ブレークポイントは毎回 **ヒット** をカウントします。

Breakpoint インスタンスは以下のメソッドを持ちます:

deleteMe()

このブレークポイントをファイル/行に関連付けられたリストから削除します。このブレークポイントがその行に設定された最後のブレークポイントだった場合、そのファイル/行に対するエントリ自体を削除します。

enable()

このブレークポイントを有効にします。

disable()

このブレークポイントを無効にします。

bpformat()

ブレークポイントに関する情報を持つ文字列をフォーマットして返します:

- Breakpoint number.
- Temporary status (del or keep).
- File/line position.
- Break condition.
- Number of times to ignore.
- Number of times hit.

Added in version 3.2.

bpprint(*out=None*)

ファイル *out* に、またはそれが `None` の場合は標準出力に、*bpformat()* の出力を表示する。

Breakpoint インスタンスは以下の属性を持ちます:

file

File name of the *Breakpoint*.

line

Line number of the *Breakpoint* within *file*.

temporary

`True` if a *Breakpoint* at (file, line) is temporary.

cond

Condition for evaluating a *Breakpoint* at (file, line).

funcname

Function name that defines whether a *Breakpoint* is hit upon entering the function.

enabled

`True` if *Breakpoint* is enabled.

bpbynumber

Numeric index for a single instance of a *Breakpoint*.

bplist

Dictionary of *Breakpoint* instances indexed by (*file*, *line*) tuples.

ignore

Number of times to ignore a *Breakpoint*.

hits

Count of the number of times a *Breakpoint* has been hit.

class bdb.**Bdb**(*skip=None*)

Bdb クラスは一般的な Python デバッガーの基本クラスとして振舞います。

このクラスはトレース機能の詳細を扱います。ユーザーとのインタラクションは、派生クラスが実装するべきです。標準ライブラリのデバッガクラス (*pdb.Pdb*) がその利用例です。

skip 引数は、もし与えられたならグロブ形式のモジュール名パターンの iterable でなければなりません。デバッガはこれらのパターンのどれかにマッチするモジュールで発生したフレームにステップインしなくなります。フレームが特定のモジュールで発生したかどうかは、フレームのグローバル変数の `__name__` によって決定されます。

バージョン 3.1 で変更: *skip* パラメータが追加されました。

以下の *Bdb* のメソッドは、通常オーバーライドする必要はありません。

canonic(*filename*)

Return canonical form of *filename*.

For real file names, the canonical form is an operating-system-dependent, *case-normalized absolute path*. A *filename* with angle brackets, such as `"<stdin>"` generated in interactive mode, is returned unchanged.

reset()

Set the **botframe**, **stopframe**, **returnframe** and *quitting* attributes with values ready to start debugging.

trace_dispatch(*frame*, *event*, *arg*)

この関数は、デバッグされているフレームのトレース関数としてインストールされます。戻り値は新しいトレース関数 (殆どの場合はこの関数自身) です。

デフォルトの実装は、実行しようとしている *event* (文字列として渡されます) の種類に基づいてフレームのディスパッチ方法を決定します。*event* は次のうちのどれかです:

- **"line"**: 新しい行を実行しようとしています。
- **"call"**: 関数が呼び出されているか、別のコードブロックに入ります。
- **"return"**: 関数か別のコードブロックから return しようとしています。
- **"exception"**: 例外が発生しました。
- **"c_call"**: C 関数を呼び出そうとしています。
- **"c_return"**: C 関数から return しました。
- **"c_exception"**: C 関数が例外を発生させました。

Python のイベントに対しては、以下の専用の関数群が呼ばれます。C のイベントに対しては何もしません。

arg 引数は以前のイベントに依存します。

トレース関数についてのより詳しい情報は、*sys.settrace()* のドキュメントを参照してください。コードとフレームオブジェクトについてのより詳しい情報は、types を参照してください。

dispatch_line(*frame*)

If the debugger should stop on the current line, invoke the *user_line()* method (which should be overridden in subclasses). Raise a *BdbQuit* exception if the *quitting* flag is set (which can be set from *user_line()*). Return a reference to the *trace_dispatch()* method for further tracing in that scope.

dispatch_call(*frame*, *arg*)

If the debugger should stop on this function call, invoke the *user_call()* method (which should be overridden in subclasses). Raise a *BdbQuit* exception if the *quitting* flag is set (which can be set from *user_call()*). Return a reference to the *trace_dispatch()* method for further tracing in that scope.

dispatch_return(*frame*, *arg*)

If the debugger should stop on this function return, invoke the *user_return()* method (which

should be overridden in subclasses). Raise a *BdbQuit* exception if the *quitting* flag is set (which can be set from *user_return()*). Return a reference to the *trace_dispatch()* method for further tracing in that scope.

dispatch_exception(*frame*, *arg*)

If the debugger should stop at this exception, invokes the *user_exception()* method (which should be overridden in subclasses). Raise a *BdbQuit* exception if the *quitting* flag is set (which can be set from *user_exception()*). Return a reference to the *trace_dispatch()* method for further tracing in that scope.

通常、継承クラスは以下のメソッド群をオーバーライドしません。しかし、停止やブレークポイント機能を再定義したい場合には、オーバーライドすることもあります。

is_skipped_line(*module_name*)

Return `True` if *module_name* matches any skip pattern.

stop_here(*frame*)

Return `True` if *frame* is below the starting frame in the stack.

break_here(*frame*)

Return `True` if there is an effective breakpoint for this line.

Check whether a line or function breakpoint exists and is in effect. Delete temporary breakpoints based on information from *effective()*.

break_anywhere(*frame*)

Return `True` if any breakpoint exists for *frame*'s filename.

継承クラスはデバッガー操作をするために以下のメソッド群をオーバーライドするべきです。

user_call(*frame*, *argument_list*)

Called from *dispatch_call()* if a break might stop inside the called function.

argument_list is not used anymore and will always be `None`. The argument is kept for backwards compatibility.

user_line(*frame*)

stop_here() か *break_here()* が `True` を返したときに、*dispatch_line()* から呼び出されます。

user_return(*frame*, *return_value*)

stop_here() が `True` を返したときに、*dispatch_return()* から呼び出されます。

user_exception(*frame*, *exc_info*)

stop_here() が `True` を返したときに、*dispatch_exception()* から呼び出されます。

do_clear(*arg*)

ブレークポイントがテンポラリブレークポイントだったときに、それをどう削除するかを決定します。

継承クラスはこのメソッドを実装しなければなりません。

継承クラスとクライアントは、ステップ状態に影響を及ぼすために以下のメソッドを呼び出すことができます。

set_step()

コードの次の行でストップします。

set_next(*frame*)

与えられたフレームかそれより下 (のフレーム) にある、次の行でストップします。

set_return(*frame*)

指定されたフレームから抜けるときにストップします。

set_until(*frame*, *lineno=None*)

現在の行番号よりも大きい *lineno* に到達したとき、あるいは、現在のフレームから戻るときにストップします。

set_trace(*[frame]*)

frame からデバッグを開始します。*frame* が指定されなかった場合、デバッグは呼び出し元のフレームから開始します。

バージョン 3.13 で変更: *set_trace()* will enter the debugger immediately, rather than on the next line of code to be executed.

set_continue()

ブレークポイントに到達するか終了したときにストップします。もしブレークポイントが 1 つも無い場合、システムのトレース関数を None に設定します。

set_quit()

Set the quitting attribute to True. This raises *BdbQuit* in the next call to one of the dispatch_*() methods.

継承クラスとクライアントは以下のメソッドをブレークポイント操作に利用できます。これらのメソッドは、何か悪いことがあればエラーメッセージを含む文字列を返し、すべてが順調であれば None を返します。

set_break(*filename*, *lineno*, *temporary=False*, *cond=None*, *funcname=None*)

新しいブレークポイントを設定します。引数の *lineno* 行が *filename* に存在しない場合、エラーメッセージを返します。*filename* は、*canonic()* メソッドで説明されているような、標準形である必要があります。

clear_break(*filename*, *lineno*)

filename の *lineno* 行にあるブレークポイントを削除します。もしブレークポイントが無かった場合、エラーメッセージを返します。

clear_bpbynumber(*arg*)

Breakpoint.bpbynumber の中で *arg* のインデックスを持つブレークポイントを削除します。*arg* が数値でないか範囲外の場合、エラーメッセージを返します。

clear_all_file_breaks(*filename*)

filename にあるすべてのブレークポイントを削除します。もしブレークポイントが無かった場合、エラーメッセージを返します。

clear_all_breaks()

存在するすべてのブレークポイントを削除します。もしブレークポイントが無かった場合、エラーメッセージを返します。

get_bpbynumber(*arg*)

与えられた数値によって指定されるブレークポイントを返します。*arg* が文字列なら数値に変換されます。*arg* が非数値の文字列である場合、指定されたブレークポイントが存在しないか削除された場合、*ValueError* が上げられます。

Added in version 3.2.

get_break(*filename*, *lineno*)

Return **True** if there is a breakpoint for *lineno* in *filename*.

get_breaks(*filename*, *lineno*)

filename の *lineno* にあるすべてのブレークポイントを返します。ブレークポイントが存在しない場合は空のリストを返します。

get_file_breaks(*filename*)

filename の中のすべてのブレークポイントを返します。ブレークポイントが存在しない場合は空のリストを返します。

get_all_breaks()

セットされているすべてのブレークポイントを返します。

継承クラスとクライアントは以下のメソッドを呼んでスタックトレースを表現するデータ構造を取得することができます。

get_stack(*f*, *t*)

Return a list of (frame, lineno) tuples in a stack trace, and a size.

The most recently called frame is last in the list. The size is the number of frames below the frame where the debugger was invoked.

format_stack_entry(*frame_lineno*, *lprefix=': '*)

Return a string with information about a stack entry, which is a `(frame, lineno)` tuple. The return string contains:

- The canonical filename which contains the frame.
- 関数名もしくは `"<lambda>"`。
- 入力された引数。
- 戻り値。
- (あれば) その行のコード。

以下の 2 つのメソッドは、文字列として渡された **文** をデバッグするもので、クライアントから利用されます。

run(*cmd*, *globals=None*, *locals=None*)

Debug a statement executed via the *exec()* function. *globals* defaults to `__main__.__dict__`, *locals* defaults to *globals*.

runeval(*expr*, *globals=None*, *locals=None*)

eval() 関数を利用して式を実行しデバッグします。*globals* と *locals* は *run()* と同じ意味です。

runctx(*cmd*, *globals*, *locals*)

後方互換性のためのメソッドです。*run()* を使ってください。

runcall(*func*, */*, **args*, ***kwds*)

1 つの関数呼び出しをデバッグし、その結果を返します。

最後に、このモジュールは以下の関数を提供しています:

bdb.**checkfuncname**(*b*, *frame*)

Return `True` if we should break here, depending on the way the *Breakpoint* *b* was set.

If it was set via line number, it checks if *b.line* is the same as the one in *frame*. If the breakpoint was set via *function name*, we have to check we are in the right *frame* (the right function) and if we are on its first executable line.

bdb.**effective**(*file*, *line*, *frame*)

Return `(active breakpoint, delete temporary flag)` or `(None, None)` as the breakpoint to act upon.

The *active breakpoint* is the first entry in *bplist* for the (*file*, *line*) (which must exist) that is *enabled*, for which *checkfuncname()* is true, and that has neither a false *condition* nor positive *ignore* count. The *flag*, meaning that a temporary breakpoint should be deleted, is `False` only when the *cond* cannot be evaluated (in which case, *ignore* count is ignored).

If no such entry exists, then `(None, None)` is returned.

`bdb.set_trace()`

Bdb クラスのインスタンスを使って、呼び出し元のフレームからデバッグを開始します。

27.3 `faulthandler` --- Python トレースバックをダンプする

Added in version 3.3.

このモジュールは、例外発生時、タイムアウト時、ユーザシグナルの発生時などのタイミングで python traceback を明示的にダンプするための関数を含んでいます。これらのシグナル、*SIGSEGV*、*SIGFPE*、*SIGABRT*、*SIGBUS*、*SIGILL* に対するフォールトハンドラをインストールするには *faulthandler.enable()* を実行してください。python 起動時に有効にするには環境変数 `PYTHONFAULTHANDLER` を設定するか、コマンドライン引数に `-X faulthandler` を指定してください。

Python のフォールトハンドラは、apport や Windows のフォールトハンドラのようなシステムフォールトハンドラと互換性があります。このモジュールは `sigaltstack()` 関数が使用可能であればシグナルハンドラ用に代替スタックを利用します。これによってスタックオーバーフロー時にもトレースバックを出力することができます。

フォールトハンドラは絶望的なケースで呼び出されます。そのためシグナルセーフな関数しか使うことができません (例: ヒープメモリ上にメモリ確保はできません)。この制限により、traceback のダンプ機能は通常の Python の traceback と比べてごく僅かなものです:

- ASCII のみサポートされます。エンコード時には `backslashreplace` エラーハンドラを使用します。
- すべての文字列は 500 文字以内に制限されています。
- ファイル名、関数名、行数のみ表示します。(ソースコードの表示はありません)
- 100 フレーム、100 スレッドに制限されています。
- 順番は保持されます: 最新の呼び出しが最初に表示されます。

デフォルトでは、Python の traceback は *sys.stderr* に書き出されます。traceback を見るには、対象アプリケーションはターミナル上で実行しなければなりません。*faulthandler.enable()* に渡す引数によってログファイルを指定することができます。

モジュールは C 言語で実装されているので、アプリのクラッシュ時でも Python がデッドロックした場合でもダンプができます。

The *Python Development Mode* calls *faulthandler.enable()* at Python startup.

参考:

Module *pdb*
: Interactive source code debugger for Python programs.

traceback モジュール
: Standard interface to extract, format and print stack traces of Python programs.

27.3.1 traceback のダンプ

faulthandler.dump_traceback(*file=sys.stderr*, *all_threads=True*)

全スレッドの traceback を *file* へダンプします。もし *all_threads* が `False` であれば、現在のスレッドのみダンプします。

参考:

traceback.print_tb(), which can be used to print a traceback object.

バージョン 3.5 で変更: Added support for passing file descriptor to this function.

27.3.2 フォールトハンドラの状態

faulthandler.enable(*file=sys.stderr*, *all_threads=True*)

Enable the fault handler: install handlers for the *SIGSEGV*, *SIGFPE*, *SIGABRT*, *SIGBUS* and *SIGILL* signals to dump the Python traceback. If *all_threads* is `True`, produce tracebacks for every running thread. Otherwise, dump only the current thread.

The *file* must be kept open until the fault handler is disabled: see *issue with file descriptors*.

バージョン 3.5 で変更: Added support for passing file descriptor to this function.

バージョン 3.6 で変更: On Windows, a handler for Windows exception is also installed.

バージョン 3.10 で変更: The dump now mentions if a garbage collector collection is running if *all_threads* is true.

faulthandler.disable()

フォールトハンドラを無効にします: *enable()* によってインストールされたシグナルハンドラをアンインストールします。

faulthandler.is_enabled()

フォールトハンドラが有効かどうかチェックします。

27.3.3 タイムアウト後に traceback をダンプする

faulthandler.**dump_traceback_later**(*timeout*, *repeat=False*, *file=sys.stderr*, *exit=False*)

Dump the tracebacks of all threads, after a timeout of *timeout* seconds, or every *timeout* seconds if *repeat* is `True`. If *exit* is `True`, call `_exit()` with status=1 after dumping the tracebacks. (Note `_exit()` exits the process immediately, which means it doesn't do any cleanup like flushing file buffers.) If the function is called twice, the new call replaces previous parameters and resets the timeout. The timer has a sub-second resolution.

The *file* must be kept open until the traceback is dumped or *cancel_dump_traceback_later()* is called: see *issue with file descriptors*.

This function is implemented using a watchdog thread.

バージョン 3.5 で変更: Added support for passing file descriptor to this function.

バージョン 3.7 で変更: This function is now always available.

faulthandler.**cancel_dump_traceback_later**()

dump_traceback_later() の最新の呼び出しをキャンセルします。

27.3.4 ユーザシグナルに対して traceback をダンプする

faulthandler.**register**(*signum*, *file=sys.stderr*, *all_threads=True*, *chain=False*)

ユーザシグナルを登録します: すべてのスレッドで traceback をダンプするために *signum* シグナルをインストールします。ただし *all_threads* が `False` であれば現在のスレッドのみ *file* にダンプします。もし chain が `True` であれば以前のハンドラも呼び出します。

The *file* must be kept open until the signal is unregistered by *unregister()*: see *issue with file descriptors*.

Windows では利用不可です。

バージョン 3.5 で変更: Added support for passing file descriptor to this function.

faulthandler.**unregister**(*signum*)

ユーザシグナルを登録解除します: *register()* でインストールした *signum* シグナルハンドラをアンインストールします。シグナルが登録された場合は `True` を返し、そうでなければ `False` を返します。

Windows では利用不可です。

27.3.5 ファイル記述子の問題

enable()、*dump_traceback_later()* ならびに *register()* は引数 *file* に渡されたファイル記述子を保持します。ファイルが閉じられファイル記述子が新しいファイルで再利用された場合や、*os.dup2()* の使用でファイル記述子が置き換えた場合、traceback の結果は別のファイルへ書き込まれます。ファイルが置き換えられた場合は、毎回これらの関数を呼び出しなおしてください。

27.3.6 使用例

フォールトハンドラを有効化・無効化したときの Linux でのセグメンテーションフォールトの例:

```
$ python -c "import ctypes; ctypes.string_at(0)"
Segmentation fault

$ python -q -X faulthandler
>>> import ctypes
>>> ctypes.string_at(0)
Fatal Python error: Segmentation fault

Current thread 0x00007fb899f39700 (most recent call first):
  File "/home/python/cpython/Lib/ctypes/__init__.py", line 486 in string_at
  File "<stdin>", line 1 in <module>
Segmentation fault
```

27.4 pdb --- Python デバッガ

ソースコード: Lib/pdb.py

モジュール *pdb* は Python プログラム用の対話型ソースコードデバッガを定義します。(条件付き) ブレークポイントの設定やソース行レベルでのシングルステップ実行、スタックフレームのインスペクション、ソースコードリスティングおよびあらゆるスタックフレームのコンテキストにおける任意の Python コードの評価をサポートしています。事後解析デバッギングもサポートし、プログラムの制御下で呼び出すことができます。

デバッガーは拡張可能です -- 実際にはクラス *Pdb* として定義されています。現在これについてのドキュメントはありませんが、ソースを読めば簡単に理解できます。拡張インターフェースはモジュール *bdb* と *cmd* を使っています。

参考:

faulthandler モジュール
: Used to dump Python tracebacks explicitly, on a fault, after a timeout, or on a user signal.

traceback モジュール

Standard interface to extract, format and print stack traces of Python programs.

The typical usage to break into the debugger is to insert:

```
import pdb; pdb.set_trace()
```

Or:

```
breakpoint()
```

at the location you want to break into the debugger, and then run the program. You can then step through the code following this statement, and continue running without the debugger using the *continue* command.

バージョン 3.7 で変更: The built-in *breakpoint()*, when called with defaults, can be used instead of `import pdb; pdb.set_trace()`.

```
def double(x):
   breakpoint()
   return x * 2
val = 3
print(f"{val} * 2 is {double(val)}")
```

The debugger's prompt is `(Pdb)`, which is the indicator that you are in debug mode:

```
> ...(2)double()
-> breakpoint()
(Pdb) p x
3
(Pdb) continue
3 * 2 is 6
```

バージョン 3.3 で変更: *readline* モジュールによるコマンドおよびコマンド引数のタブ補完が利用できます。たとえば、`p` コマンドの引数では現在のグローバルおよびローカル名が候補として表示されます。

You can also invoke *pdb* from the command line to debug other scripts. For example:

```
python -m pdb myscript.py
```

モジュールとして pdb を起動すると、デバッグ中のプログラムが異常終了したときに pdb が自動的に事後デバッグモードに入ります。事後デバッグ後 (またはプログラムの正常終了後)、pdb はプログラムを再起動します。自動再起動を行った場合、pdb の状態 (ブレークポイントなど) はそのまま維持されるので、たいていの場合、プログラム終了時にデバッガーも終了させるよりも便利なはずです。

バージョン 3.2 で変更: Added the `-c` option to execute commands as if given in a `.pdbrc` file; see デバッガコマンド.

バージョン 3.7 で変更: Added the `-m` option to execute modules similar to the way `python -m` does. As with a script, the debugger will pause execution just before the first line of the module.

Typical usage to execute a statement under control of the debugger is:

```
>>> import pdb
>>> def f(x):
...     print(1 / x)
>>> pdb.run("f(2)")
> <string>(1)<module>()
(Pdb) continue
0.5
>>>
```

クラッシュしたプログラムを調べるための典型的な使い方は以下のようになります:

```
>>> import pdb
>>> def f(x):
...     print(1 / x)
...
>>> f(0)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
  File "<stdin>", line 2, in f
ZeroDivisionError: division by zero
>>> pdb.pm()
> <stdin>(2)f()
(Pdb) p x
0
(Pdb)
```

バージョン 3.13 で変更: The implementation of **PEP 667** means that name assignments made via `pdb` will immediately affect the active scope, even when running inside an *optimized scope*.

このモジュールは以下の関数を定義しています。それぞれが少しづつ違った方法でデバッガに入ります:

`pdb.run`(*statement*, *globals=None*, *locals=None*)

デバッガーに制御された状態で (文字列またはコードオブジェクトとして与えられた) *statement* を実行します。あらゆるコードが実行される前にデバッガープロンプトが現れます。ブレークポイントを設定し、*continue* とタイプできます。あるいは、文を *step* や *next* を使って一つづつ実行することができます (これらのコマンドはすべて下で説明します)。オプションの *globals* と *locals* 引数はコードを実行する環境を指定します。デフォルトでは、モジュール *__main__* の辞書が使われます。(組み込み関数 *exec()* または *eval()* の説明を参照してください。)

`pdb.runeval`(*expression*, *globals=None*, *locals=None*)

デバッガーに制御された状態で (文字列またはコードオブジェクトとして与えられる) *expression* を評価します。*runeval()* から復帰するとき、式の値を返します。その他の点では、この関数は *run()* と同様です。

pdb.**runcall**(*function*, **args*, ***kwds*)

function (関数またはメソッドオブジェクト、文字列ではありません) を与えられた引数とともに呼び出します。*runcall()* から復帰するとき、関数呼び出しが返したものはなんでも返します。関数に入るとすぐにデバッガプロンプトが現れます。

pdb.**set_trace**(***, *header=None*)

Enter the debugger at the calling stack frame. This is useful to hard-code a breakpoint at a given point in a program, even if the code is not otherwise being debugged (e.g. when an assertion fails). If given, *header* is printed to the console just before debugging begins.

バージョン 3.7 で変更: *header* キーワード専用引数。

バージョン 3.13 で変更: *set_trace()* will enter the debugger immediately, rather than on the next line of code to be executed.

pdb.**post_mortem**(*traceback=None*)

与えられた *traceback* オブジェクトの事後解析デバッギングに入ります。もし *traceback* が与えられなければ、その時点で取り扱っている例外のうちのひとつを使います。(デフォルト動作をさせるには、例外を取り扱っている最中である必要があります。)

pdb.**pm**()

Enter post-mortem debugging of the exception found in *sys.last_exc*.

run* 関数と *set_trace()* は、*Pdb* クラスをインスタンス化して同名のメソッドを実行することのエイリアス関数です。それ以上の機能を利用したい場合は、インスタンス化を自分で行わなければなりません:

class pdb.**Pdb**(*completekey='tab'*, *stdin=None*, *stdout=None*, *skip=None*, *nosigint=False*, *readrc=True*)

Pdb はデバッガクラスです。

completekey, *stdin*, *stdout* 引数は、基底にある *cmd.Cmd* クラスに渡されます。そちらの解説を参照してください。

skip 引数が指定された場合、glob スタイルのモジュール名パターンの iterable (イテレート可能オブジェクト) でなければなりません。デバッガはこのパターンのどれかにマッチするモジュールに属するフレームにはステップインしません。[*1]

デフォルトでは、Pdb は *continue* コマンドが投入されると、(ユーザーがコンソールから Ctrl-C を押したときに送られる) SIGINT シグナル用ハンドラーを設定します。これにより Ctrl-C を押すことで再度デバッガーを起動することができます。Pdb に SIGINT ハンドラーを変更させたくない場合は *nosigint* を true に設定してください。

readrc 引数はデフォルトでは真で、Pdb が .pdbrc ファイルをファイルシステムから読み込むかどうかを制御します。

[*1] フレームが属するモジュールは、そのフレームのグローバルの `__name__` によって決定されます。

skip を使ってトレースする呼び出しの例:

```
import pdb; pdb.Pdb(skip=['django.*']).set_trace()
```

引数無しで 監査イベント pdb.Pdb を送出します。

バージョン 3.1 で変更: *skip* パラメータが追加されました。

バージョン 3.2 で変更: Added the *nosigint* parameter. Previously, a SIGINT handler was never set by Pdb.

バージョン 3.6 で変更: *readrc* 引数。

run(*statement*, *globals=None*, *locals=None*)

runeval(*expression*, *globals=None*, *locals=None*)

runcall(*function*, **args*, ***kwds*)

set_trace()

前述のこれら関数のドキュメントを参照してください。

27.4.1 デバッガコマンド

デバッガーに認識されるコマンドは以下に一覧されています。たいていのコマンドは以下のように 1、2 文字に省略できます。例えば `h(elp)` は `h` か `help` がで help コマンドを呼び出すことを意味します (ただし `he`, `hel`, `H`, `Help`, `HELP` は使用できません)。コマンドの引数はホワイトスペース (スペースかタブ) で区切ってください。コマンド構文として任意の引数は大括弧 (`[]`) で括られています (実際に大括弧はタイプしないでください)。いくつかから選択できる引数は縦線 (`|`) で分割されて記述されています。

空行を入力すると入力された直前のコマンドを繰り返します。例外: 直前のコマンドが *list* コマンドならば、次の 11 行がリストされます。

デバッガが認識しないコマンドは Python 文とみなして、デバッグしているプログラムのコンテキストおいて実行されます。先頭にに感嘆符 (`!`) を付けることで Python 文であると明示することもできます。これはデバッグ中のプログラムを調査する強力な方法です。変数を変更したり関数を呼び出したりすることも可能です。このような文で例外が発生した場合には例外名が出力されますが、デバッガの状態は変化しません。

バージョン 3.13 で変更: Expressions/Statements whose prefix is a pdb command are now correctly identified and executed.

デバッガーは エイリアス をサポートしています。エイリアスはデバッグ中のコンテキストに適用可能な一定レベルのパラメータを保持することができます。

Multiple commands may be entered on a single line, separated by `;;`. (A single `;` is not used as it is the separator for multiple commands in a line that is passed to the Python parser.) No intelligence is applied to

separating the commands; the input is split at the first `;;` pair, even if it is in the middle of a quoted string. A workaround for strings with double semicolons is to use implicit string concatenation `';'';'` or `";"";"`.

To set a temporary global variable, use a *convenience variable*. A *convenience variable* is a variable whose name starts with `$`. For example, `$foo = 1` sets a global variable `$foo` which you can use in the debugger session. The *convenience variables* are cleared when the program resumes execution so it's less likely to interfere with your program compared to using normal variables like `foo = 1`.

There are three preset *convenience variables*:

- `$_frame`: the current frame you are debugging
- `$_retval`: the return value if the frame is returning
- `$_exception`: the exception if the frame is raising an exception

Added in version 3.12: Added the *convenience variable* feature.

If a file `.pdbrc` exists in the user's home directory or in the current directory, it is read with `'utf-8'` encoding and executed as if it had been typed at the debugger prompt, with the exception that empty lines and lines starting with `#` are ignored. This is particularly useful for aliases. If both files exist, the one in the home directory is read first and aliases defined there can be overridden by the local file.

バージョン 3.2 で変更: `.pdbrc` に *continue* や *next* のようなデバッグを続行するコマンドが使用できるようになりました。以前はこのようなコマンドは無視されていました。

バージョン 3.11 で変更: `.pdbrc` is now read with `'utf-8'` encoding. Previously, it was read with the system locale encoding.

h(elp) [command]

引数を指定しない場合、利用できるコマンドの一覧が表示されます。引数として *command* が与えられた場合、そのコマンドのヘルプが表示されます。`help pdb` で完全なドキュメント (*pdb* モジュールの doctring) が表示されます。*command* 引数は識別子でなければならないため、`!` コマンドのヘルプを表示するには `help exec` と入力します。

w(here) [count]

Print a stack trace, with the most recent frame at the bottom. if *count* is 0, print the current frame entry. If *count* is negative, print the least recent - *count* frames. If *count* is positive, print the most recent *count* frames. An arrow (>) indicates the current frame, which determines the context of most commands.

バージョン 3.14 で変更: *count* argument is added.

d(own) [count]

スタックフレーム内で現在のフレームを *count* レベル (デフォルトは 1) 新しいフレーム方向に移動します。

u(p) [count]

スタックフレーム内で現在のフレームを *count* レベル (デフォルトは 1) 古いフレーム方向に移動します。

b(reak) [([filename:]lineno | function) [, condition]]

With a *lineno* argument, set a break at line *lineno* in the current file. The line number may be prefixed with a *filename* and a colon, to specify a breakpoint in another file (possibly one that hasn't been loaded yet). The file is searched on *sys.path*. Acceptable forms of *filename* are `/abspath/to/file.py`, `relpath/file.py`, `module` and `package.module`.

With a *function* argument, set a break at the first executable statement within that function. *function* can be any expression that evaluates to a function in the current namespace.

第二引数を指定する場合、その値は式で、その評価値が真でなければブレークポイントは有効になりません。

引数なしの場合は、それぞれのブレークポイントに対して、そのブレークポイントに行き当たった回数、現在の通過カウント (ignore count) と、もしあれば関連条件を含めてすべてのブレークポイントをリストします。

Each breakpoint is assigned a number to which all the other breakpoint commands refer.

tbreak [([filename:]lineno | function) [, condition]]

一時的なブレークポイントで、最初にそこに達したときに自動的に取り除かれます。引数は *break* と同じです。

cl(ear) [filename:lineno | bpnumber ...]

filename:lineno 引数を与えると、その行にある全てのブレークポイントを解除します。スペースで区切られたブレークポイントナンバーのリストを与えると、それらのブレークポイントを解除します。引数なしの場合は、すべてのブレークポイントを解除します (が、はじめに確認します) 。

disable bpnumber [bpnumber ...]

ブレークポイント番号 *bpnumber* のブレークポイントを無効にします。ブレークポイントを無効にすると、プログラムの実行を止めることができなくなりますが、ブレークポイントの解除と違いブレークポイントのリストに残っており、(再び) 有効にできます。

enable bpnumber [bpnumber ...]

指定したブレークポイントを有効にします。

ignore bpnumber [count]

与えられたブレークポイントナンバーに通過カウントを設定します。count が省略されると、通過カウントは 0 に設定されます。通過カウントがゼロになったとき、ブレークポイントが機能する状態になります。ゼロでないときは、そのブレークポイントが無効にされず、どんな関連条件も真に評価されていて、ブレークポイントに来るたびに *count* が減らされます。

condition bpnumber [condition]

ブレークポイントに新しい *condition* を設定します。*condition* はブレークポイントを制御する条件式で、この式が真を返す場合のみブレークポイントが有効になります。*condition* を指定しないと既存の条件が除去されます; ブレークポイントは常に有効になります。

commands [bpnumber]

ブレークポイントナンバー *bpnumber* にコマンドのリストを指定します。コマンドそのものはその後の行に続けます。end だけからなる行を入力することでコマンド群の終わりを示します。例を挙げます:

```
(Pdb) commands 1
(com) p some_variable
(com) end
(Pdb)
```

ブレークポイントからコマンドを取り除くには、commands のあとに end だけを続けます。つまり、コマンドを一つも指定しないようにします。

bpnumber 引数を指定しない場合、commands は最後にセットしたブレークポイントを参照します。

ブレークポイントコマンドはプログラムを走らせ直すのに使えます。単に *continue* コマンドや *step*、その他実行を再開するコマンドを使えば良いのです。

実行を再開するコマンド (現在のところ *continue*, *step*, *next*, *return*, *jump*, *quit* とそれらの省略形) によって、コマンドリストは終了するものと見なされます (コマンドにすぐ end が続いているかのように)。というのも実行を再開すれば (それが単純な next や step であっても) 別のブレークポイントに到達するかもしれないからです。そのブレークポイントにさらにコマンドリストがあれば、どちらのリストを実行すべきか状況が曖昧になります。

コマンドリストの中で silent コマンドを使うと、ブレークポイントで停止したという通常のメッセージはプリントされません。この振る舞いは特定のメッセージを出して実行を続けるようなブレークポイントでは望ましいものでしょう。他のコマンドが何も画面出力をしなければ、そのブレークポイントに到達したというサインを見ないことになります。

s(tep)

現在の行を実行し、最初に実行可能なものがあらわれたときに (呼び出された関数の中か、現在の関数の次の行で) 停止します。

n(ext)

現在の関数の次の行に達するか、あるいは関数が返るまで実行を継続します。(*next* と *step* の差は *step* が呼び出された関数の内部で停止するのに対し、*next* は呼び出された関数を (ほぼ) 全速力で実行し、現在の関数内の次の行で停止するだけです。)

unt(il) [lineno]

引数なしだと、現在の行から 1 行先まで実行します。

lineno を指定すると、番号が *lineno* 以上である行に到達するまで実行します。どちらにしても現在のフレームが返ってきた時点で停止します。

バージョン 3.2 で変更: 明示的に行数指定ができるようになりました。

r(eturn)

現在の関数が返るまで実行を継続します。

c(ont(inue))

ブレークポイントに出会うまで、実行を継続します。

j(ump) lineno

次に実行する行を指定します。最も底のフレーム中でのみ実行可能です。前に戻って実行したり、不要な部分をスキップして先の処理を実行する場合に使用します。

ジャンプには制限があり、例えば `for` ループの中には飛び込めませんし、`finally` 節の外にも飛ぶ事ができません。

l(ist) [first[, last]]

現在のファイルのソースコードを表示します。引数を指定しないと、現在の行の前後 11 行分を表示するか、直前の表示を続行します。引数に `.` を指定すると、現在の行の前後 11 行分を表示します。数値を 1 個指定すると、その行番号の前後 11 行分を表示します。数値を 2 個指定すると、開始行と最終行として表示します; 2 個めの引数が 1 個め未満だった場合、1 個目を開始行、2 個めを開始行からの行数とみなします。

現在のフレーム内の現在の行は `->` で表示されます。例外をデバッグ中の場合、例外が発生または伝搬した行は、それが現在の行とは異なるとき `>>` で表示されます。

バージョン 3.2 で変更: `>>` マーカーが追加されました。

ll | longlist

現在の関数またはフレームの全ソースコードを表示します。注目する行は *list* と同じようにマーカーがつきます。

Added in version 3.2.

a(rgs)

Print the arguments of the current function and their current values.

p expression

現在のコンテキストにおいて *expression* を評価し、その値をプリントします。

注釈: `print()` も使えますが、これはデバッガーコマンドではありません --- これは Python の関数 *print()* が実行されます。

---

pp expression

p コマンドに似ていますが、*expression* の値以外は *pprint* モジュールを使用して ”pretty-print” されます。

whatis expression

expression の型を表示します。

source expression

expression のソースコードの取得を試み、可能であれば表示します。

Added in version 3.2.

display [expression]

expression の値が変更されていれば表示します。毎回実行は現在のフレームで停止します。

expression を指定しない場合、現在のフレームのすべての式を表示します。

注釈: Display evaluates *expression* and compares to the result of the previous evaluation of *expression*, so when the result is mutable, display may not be able to pick up the changes.

以下はプログラム例です:

```
lst = []
breakpoint()
pass
lst.append(1)
print(lst)
```

Display won't realize `lst` has been changed because the result of evaluation is modified in place by `lst.append(1)` before being compared:

```
> example.py(3)<module>()
-> pass
(Pdb) display lst
display lst: []
(Pdb) n
> example.py(4)<module>()
-> lst.append(1)
(Pdb) n
> example.py(5)<module>()
-> print(lst)
(Pdb)
```

You can do some tricks with copy mechanism to make it work:

```
> example.py(3)<module>()
-> pass
(Pdb) display lst[:]
display lst[:]: []
(Pdb) n
> example.py(4)<module>()
-> lst.append(1)
(Pdb) n
> example.py(5)<module>()
-> print(lst)
display lst[:]: [1]  [old: []]
(Pdb)
```

Added in version 3.2.

undisplay [*expression*]

現在のフレーム内で *expression* をこれ以上表示しないようにします。*expression* を指定しない場合、現在のフレームで display 指定されている式を全てクリアします。

Added in version 3.2.

interact

Start an interactive interpreter (using the *code* module) in a new global namespace initialised from the local and global namespaces for the current scope. Use `exit()` or `quit()` to exit the interpreter and return to the debugger.

注釈: As `interact` creates a new dedicated namespace for code execution, assignments to variables will not affect the original namespaces. However, modifications to any referenced mutable objects will be reflected in the original namespaces as usual.

Added in version 3.2.

バージョン 3.13 で変更: `exit()` and `quit()` can be used to exit the *interact* command.

バージョン 3.13 で変更: *interact* directs its output to the debugger's output channel rather than *sys.stderr*.

alias [*name* [*command*]]

Create an alias called *name* that executes *command*. The *command* must *not* be enclosed in quotes. Replaceable parameters can be indicated by `%1`, `%2`, ... and `%9`, while `%*` is replaced by all the parameters. If *command* is omitted, the current alias for *name* is shown. If no arguments are given, all aliases are listed.

エイリアスは入れ子になってもよく、pdb プロンプトで合法的にタイプできるどんなものでも含めること

ができます。内部 pdb コマンドをエイリアスによって上書きすることが **できます**。そのとき、このようなコマンドはエイリアスが取り除かれるまで隠されます。エイリアス化はコマンド行の最初の語へ再帰的に適用されます。行の他のすべての語はそのままです。

例として、二つの便利なエイリアスがあります (特に `.pdbrc` ファイルに置かれたときに):

```
# Print instance variables (usage "pi classInst")
alias pi for k in %1.__dict__.keys(): print(f"%1.{k} = {%1.__dict__[k]}")
# Print instance variables in self
alias ps pi self
```

unalias name

指定したエイリアス *name* を削除します。

! statement

Execute the (one-line) *statement* in the context of the current stack frame. The exclamation point can be omitted unless the first word of the statement resembles a debugger command, e.g.:

```
(Pdb) ! n=42
(Pdb)
```

To set a global variable, you can prefix the assignment command with a `global` statement on the same line, e.g.:

```
(Pdb) global list_options; list_options = ['-l']
(Pdb)
```

run [args ...]

restart [args ...]

デバッグ中の Python プログラムを再実行します。*args* が与えられると、*shlex* で分割され、結果が新しい *sys.argv* として使われます。ヒストリー、ブレークポイント、アクション、そして、デバッガーオプションは引き継がれます。*restart* は *run* の別名です。

q(uit)

デバッガーを終了します。実行しているプログラムは中断されます。

debug code

Enter a recursive debugger that steps through *code* (which is an arbitrary expression or statement to be executed in the current environment).

retval

Print the return value for the last return of the current function.

exceptions [excnumber]

List or jump between chained exceptions.

When using `pdb.pm()` or `Pdb.post_mortem(...)` with a chained exception instead of a traceback, it allows the user to move between the chained exceptions using `exceptions` command to list exceptions, and `exception <number>` to switch to that exception.

以下はプログラム例です:

```
def out():
    try:
        middle()
    except Exception as e:
        raise ValueError("reraise middle() error") from e

def middle():
    try:
        return inner(0)
    except Exception as e:
        raise ValueError("Middle fail")

def inner(x):
    1 / x

 out()
```

calling `pdb.pm()` will allow to move between exceptions:

```
> example.py(5)out()
-> raise ValueError("reraise middle() error") from e

(Pdb) exceptions
  0 ZeroDivisionError('division by zero')
  1 ValueError('Middle fail')
> 2 ValueError('reraise middle() error')

(Pdb) exceptions 0
> example.py(16)inner()
-> 1 / x

(Pdb) up
> example.py(10)middle()
-> return inner(0)
```

Added in version 3.13.

脚注

27.5 Python プロファイラ

ソースコード: Lib/profile.py と Lib/pstats.py

27.5.1 プロファイラとは

cProfile と *profile* は **決定論的プロファイリング** *(deterministic profiling)* を行います。**プロファイル** *(profile)* とは、プログラムの各部分がどれだけ頻繁に呼ばれたか、そして実行にどれだけ時間がかかったかという統計情報です。*pstats* モジュールを使ってこの統計情報をフォーマットし表示することができます。

Python 標準ライブラリは同じインターフェイスを提供するプロファイラの実装を 2 つ提供しています:

1. *cProfile* はほとんどのユーザーに推奨されるモジュールです。C 言語で書かれた拡張モジュールで、オーバーヘッドが少ないため長時間実行されるプログラムのプロファイルに適しています。Brett Rosen と Ted Czotter によって提供された `lsprof` に基づいています。

2. *profile* はピュア Python モジュールで、*cProfile* モジュールはこのモジュールのインターフェースを真似ています。対象プログラムに相当のオーバーヘッドが生じます。もしプロファイラに何らかの拡張をしたいのであれば、こちらのモジュールを拡張する方が簡単でしょう。このモジュールはもともと Jim Roskind により設計、実装されました。

注釈: 2 つのプロファイラモジュールは、与えられたプログラムの実行時プロファイルを取得するために設計されており、ベンチマークのためのものではありません (ベンチマーク用途には *timeit* のほうが正確な計測結果を求められます)。これは Python コードと C で書かれたコードをベンチマークするときに特に大きく影響します。プロファイラは Python コードに対してオーバーヘッドを発生しますが、C 言語レベルの関数に対してはオーバーヘッドを生じません。なので C 言語で書かれたコードが、実際の速度と関係なく、Python で書かれたコードより速く見えるでしょう。

27.5.2 かんたんユーザマニュアル

この節は ” マニュアルなんか読みたくない人” のために書かれています。ここではきわめて簡単な概要説明とアプリケーションのプロファイリングを手っ取り早く行う方法だけを解説します。

1 つの引数を取る関数をプロファイルしたい場合、次のようにできます:

```
import cProfile
import re
cProfile.run('re.compile("foo|bar")')
```

(お使いのシステムで *cProfile* が使えないときは代わりに *profile* を使って下さい)

上のコードは *re.compile()* を実行して、プロファイル結果を次のように表示します:

```
      214 function calls (207 primitive calls) in 0.002 seconds

Ordered by: cumulative time

ncalls  tottime  percall  cumtime  percall filename:lineno(function)
     1    0.000    0.000    0.002    0.002 {built-in method builtins.exec}
     1    0.000    0.000    0.001    0.001 <string>:1(<module>)
     1    0.000    0.000    0.001    0.001 __init__.py:250(compile)
     1    0.000    0.000    0.001    0.001 __init__.py:289(_compile)
     1    0.000    0.000    0.000    0.000 _compiler.py:759(compile)
     1    0.000    0.000    0.000    0.000 _parser.py:937(parse)
     1    0.000    0.000    0.000    0.000 _compiler.py:598(_code)
     1    0.000    0.000    0.000    0.000 _parser.py:435(_parse_sub)
```

The first line indicates that 214 calls were monitored. Of those calls, 207 were *primitive*, meaning that the call was not induced via recursion. The next line: `Ordered by: cumulative time` indicates the output is sorted by the `cumtime` values. The column headings include:

ncalls
: 呼び出し回数

tottime
: 与えられた関数に消費された合計時間 (sub-function の呼び出しで消費された時間は除外されています)

percall
: `tottime` を `ncalls` で割った値

cumtime
: この関数と全ての subfunction に消費された累積時間 (起動から終了まで)。この数字は再帰関数に **ついても** 正確です。

percall
: `cumtime` をプリミティブな呼び出し回数で割った値

filename:lineno(function)
: その関数のファイル名、行番号、関数名

最初の行に 2 つの数字がある場合 (たとえば `3/1`) は、関数が再帰的に呼び出されたということです。2 つ目の数字はプリミティブな呼び出しの回数で、1 つ目の数字は総呼び出し回数です。関数が再帰的に呼び出されなかった

場合、それらは同じ値で数字は 1 つしか表示されないことに留意してください。

run() 関数でファイル名を指定することで、プロファイル実行の終了時に出力を表示する代わりに、ファイルに保存することが出来ます。

```
import cProfile
import re
cProfile.run('re.compile("foo|bar")', 'restats')
```

pstats.Stats クラスはファイルからプロファイルの結果を読み込んで様々な書式に整えます。

ファイル *cProfile* と *profile* は他のスクリプトをプロファイルするためのスクリプトとして起動することも出来ます。例えば:

```
python -m cProfile [-o output_file] [-s sort_order] (-m module | myscript.py)
```

-o はプロファイルの結果を標準出力の代わりにファイルに書き出します。

-s は出力を *sort_stats()* で出力をソートする値を指定します。-o がない場合に有効です。

-m specifies that a module is being profiled instead of a script.

Added in version 3.7: Added the -m option to *cProfile*.

Added in version 3.8: Added the -m option to *profile*.

pstats モジュールの *Stats* クラスにはプロファイル結果のファイルに保存されているデータを処理して出力するための様々なメソッドがあります。

```
import pstats
from pstats import SortKey
p = pstats.Stats('restats')
p.strip_dirs().sort_stats(-1).print_stats()
```

strip_dirs() メソッドによって全モジュール名から無関係なパスが取り除かれました。*sort_stats()* メソッドにより、出力される標準的な モジュール/行/名前 文字列にしたがって全項目がソートされました。*print_stats()* メソッドによって全統計が出力されました。以下のようなソート呼び出しを試すことができます:

```
p.sort_stats(SortKey.NAME)
p.print_stats()
```

最初の行ではリストを関数名でソートしています。2 行目で情報を出力しています。さらに次の内容も試してください:

```
p.sort_stats(SortKey.CUMULATIVE).print_stats(10)
```

このようにすると、関数が消費した累計時間でソートして、さらにその上位 10 件だけを表示します。どのアルゴリズムが時間を多く消費しているのか知りたいときは、この方法が役に立つはずです。

ループで多くの時間を消費している関数はどれか調べたいときは、次のようにします:

```
p.sort_stats(SortKey.TIME).print_stats(10)
```

上記はそれぞれの関数で消費された時間でソートして、上位 10 件の関数の情報が表示されます。

次の内容も試してください:

```
p.sort_stats(SortKey.FILENAME).print_stats('__init__')
```

このようにするとファイル名でソートされ、そのうちクラスの初期化メソッド (メソッド名 `__init__`) に関する統計情報だけが表示されます:

```
p.sort_stats(SortKey.TIME, SortKey.CUMULATIVE).print_stats(.5, 'init')
```

上記は時間 (time) をプライマリキー、累計時間 (cumulative time) をセカンダリキーにしてソートした後でさらに条件を絞って統計情報を出力します。`.5` は上位 50% だけを選択することを意味し、さらにその中から文字列 `init` を含むものだけが表示されます。

どの関数がどの関数を呼び出しているのかを知りたければ、次のようにします (`p` は最後に実行したときの状態でソートされています):

```
p.print_callers(.5, 'init')
```

このようにすると、関数ごとの呼び出し側関数の一覧が得られます。

さらに詳しい機能を知りたければマニュアルを読むか、次の関数の実行結果から内容を推察してください:

```
p.print_callees()
p.add('restats')
```

スクリプトとして起動した場合、*pstats* モジュールはプロファイルのダンプを読み込み、分析するための統計ブラウザとして動きます。シンプルな行指向のインターフェース (*cmd* を使って実装) とヘルプ機能を備えています。

27.5.3 リファレンスマニュアル -- profile と cProfile

profile および *cProfile* モジュールは以下の関数を提供します:

profile.run(*command*, *filename=None*, *sort=-1*)

この関数は *exec()* 関数に渡せる一つの引数と、オプション引数としてファイル名を指定できます。全ての場合でこのルーチンは以下を実行します:

```
exec(command, __main__.__dict__, __main__.__dict__)
```

そして実行結果からプロファイル情報を収集します。ファイル名が指定されていない場合は、*Stats* のインスタンスが自動的に作られ、簡単なプロファイルレポートが表示されます。*sort* が指定されている場合は、*Stats* インスタンスに渡され、結果をどのように並び替えるかを制御します。

profile.runctx(*command*, *globals*, *locals*, *filename=None*, *sort=-1*)

This function is similar to *run()*, with added arguments to supply the globals and locals mappings for the *command* string. This routine executes:

```
exec(command, globals, locals)
```

そしてプロファイル統計情報を *run()* 同様に収集します。

class profile.Profile(*timer=None*, *timeunit=0.0*, *subcalls=True*, *builtins=True*)

このクラスは普通、プロファイリングを `cProfile.run()` 関数が提供するもの以上に正確に制御したい場合にのみ使われます。

timer 引数に、コードの実行時間を計測するためのカスタムな時刻取得用関数を渡せます。これは現在時刻を表す単一の数値を返す関数でなければなりません。もしこれが整数を返す関数ならば、*timeunit* には単位時間当たりの実際の持続時間を指定します。たとえば関数が 1000 分の 1 秒単位で計測した時間を返すとすると、*timeunit* は `.001` でしょう。

Profile クラスを直接使うと、プロファイルデータをファイルに書き出すことなしに結果をフォーマット出来ます:

```
import cProfile, pstats, io
from pstats import SortKey
pr = cProfile.Profile()
pr.enable()
# ... do something ...
pr.disable()
s = io.StringIO()
sortby = SortKey.CUMULATIVE
ps = pstats.Stats(pr, stream=s).sort_stats(sortby)
ps.print_stats()
print(s.getvalue())
```

The *Profile* class can also be used as a context manager (supported only in *cProfile* module. see **コンテキストマネージャ型**):

```
import cProfile

with cProfile.Profile() as pr:
    # ... do something ...

    pr.print_stats()
```

バージョン 3.8 で変更: コンテキストマネージャーサポートが追加されました。

enable()

Start collecting profiling data. Only in *cProfile*.

disable()

Stop collecting profiling data. Only in *cProfile*.

create_stats()

プロファイリングデータの収集を停止し、現在のプロファイルとして結果を内部で記録します。

print_stats(*sort=-1*)

現在のプロファイルに基づいて *Stats* オブジェクトを作成し、結果を標準出力に出力します。

The *sort* parameter specifies the sorting order of the displayed statistics. It accepts a single key or a tuple of keys to enable multi-level sorting, as in *Stats.sort_stats*.

Added in version 3.13: *print_stats()* now accepts a tuple of keys.

dump_stats(*filename*)

現在のプロファイルの結果を *filename* に書き出します。

run(*cmd*)

exec() を用いて cmd をプロファイルします。

runctx(*cmd*, *globals*, *locals*)

exec() を用いて指定されたグローバルおよびローカルな環境で cmd をプロファイルします。

runcall(*func*, */*, **args*, ***kwargs*)

`func(*args, **kwargs)` をプロファイルします。

Note that profiling will only work if the called command/function actually returns. If the interpreter is terminated (e.g. via a *sys.exit()* call during the called command/function execution) no profiling results will be printed.

27.5.4 Stats クラス

Stats クラスを使用してプロファイラデータを解析します。

class pstats.Stats(**filenames or profile*, *stream=sys.stdout*)

このコンストラクタは *filename* で指定した (単一または複数の) ファイルもしくは `Profile` のインスタンスから ”統計情報オブジェクト” のインスタンスを生成します。出力は *stream* で指定したストリームに出力されます。

上記コンストラクタで指定するファイルは、使用する *Stats* に対応したバージョンの *profile* または *cProfile* で作成されたものでなければなりません。将来のバージョンのプロファイラとの互換性は **保証されておらず** 、他のプロファイラで生成されたファイルや異なるオペレーティングシステムで実行される同じプロファイルとの互換性もないことに注意してください。複数のファイルを指定した場合、同一の関数の統計情報はすべて合算され、複数のプロセスで構成される全体をひとつのレポートで検証することが可能になります。既存の *Stats* オブジェクトに別のファイルの情報を追加するときは、*add()* メソッドを使用します。

プロファイルデータをファイルから読み込む代わりに、cProfile.Profile または *profile.Profile* オブジェクトをプロファイルデータのソースとして使うことができます。

Stats には次のメソッドがあります:

strip_dirs()

Stats クラスのこのメソッドは、ファイル名の前に付いているすべてのパス情報を取り除くためのものです。出力の幅を 80 文字以内に収めたいときに重宝します。このメソッドはオブジェクトを変更するため、取り除いたパス情報は失われます。パス情報除去の操作後、オブジェクトが保持するデータエントリは、オブジェクトの初期化、ロード直後と同じように ” ランダムに” 並んでいます。*strip_dirs()* を実行した結果、2 つの関数名が区別できない (両者が同じファイルの同じ行番号で同じ関数名となった) 場合、一つのエントリに合算されされます。

add(**filenames*)

Stats クラスのこのメソッドは、既存のプロファイリングオブジェクトに情報を追加します。引数は対応するバージョンの *profile.run()* または cProfile.run() によって生成されたファイルの名前でなくてはなりません。関数の名前が区別できない (ファイル名、行番号、関数名が同じ) 場合、一つの関数の統計情報として合算されます。

dump_stats(*filename*)

Stats オブジェクトに読み込まれたデータを、ファイル名 *filename* のファイルに保存します。ファイルが存在しない場合は新たに作成され、すでに存在する場合には上書きされます。このメソッドは *profile.Profile* クラスおよび cProfile.Profile クラスの同名のメソッドと等価です。

sort_stats(**keys*)

This method modifies the *Stats* object by sorting it according to the supplied criteria. The argument can be either a string or a SortKey enum identifying the basis of a sort (example: 'time', 'name', SortKey.TIME or SortKey.NAME). The SortKey enums argument have advantage over the string argument in that it is more robust and less error prone.

2 つ以上のキーが指定された場合、2 つ目以降のキーは、それ以前のキーで等価となったデータエントリの再ソートに使われます。たとえば sort_stats(SortKey.NAME, SortKey.FILE) とした場合、まずすべてのエントリが関数名でソートされた後、同じ関数名で複数のエントリがあればファイル名でソートされます。

For the string argument, abbreviations can be used for any key names, as long as the abbreviation is unambiguous.

The following are the valid string and SortKey:

Valid String Arg	Valid enum Arg	意味
`'calls'`	SortKey.CALLS	呼び出し数
`'cumulative'`	SortKey.CUMULATIVE	累積時間
`'cumtime'`	N/A	累積時間
`'file'`	N/A	ファイル名
`'filename'`	SortKey.FILENAME	ファイル名
`'module'`	N/A	ファイル名
`'ncalls'`	N/A	呼び出し数
`'pcalls'`	SortKey.PCALLS	プリミティブな呼び出し回数
`'line'`	SortKey.LINE	行番号
`'name'`	SortKey.NAME	関数名
`'nfl'`	SortKey.NFL	関数名/ファイル名/行番号
`'stdname'`	SortKey.STDNAME	標準名
`'time'`	SortKey.TIME	内部時間
`'tottime'`	N/A	内部時間

すべての統計情報のソート結果は降順 (最も多く時間を消費したものが一番上に来る) となることに注意してください。ただし、関数名、ファイル名、行数に関しては昇順 (アルファベット順) になります。`SortKey.NFL` と `SortKey.STDNAME` には微妙な違いがあります。標準名 (standard name) とは表示された名前によるソートで、埋め込まれた行番号のソート順が特殊です。たとえば、(ファイル名が同じで) 3、20、40 という行番号のエントリがあった場合、20、3、40 の順に表示されます。一方 `SortKey.NFL` は行番号を数値として比較します。要するに、`sort_stats(SortKey.NFL)` は `sort_stats(SortKey.NAME, SortKey.FILENAME, SortKey.LINE)` と指定した場合と同じになります。

後方互換性のため、数値を引数に使った `-1`, `0`, `1`, `2` の形式もサポートしています。それぞれ `'stdname'`, `'calls'`, `'time'`, `'cumulative'` として処理されます。引数をこの旧スタイルで指定した場合、最初のキー (数値キー) だけが使われ、複数のキーを指定しても 2 番目以降は無視されます。

Added in version 3.7: Added the SortKey enum.

reverse_order()

Stats クラスのこのメソッドは、オブジェクト内の情報のリストを逆順にソートします。デフォルトでは選択したキーに応じて昇順、降順が適切に選ばれることに注意してください。

print_stats(**restrictions***)**

Stats クラスのこのメソッドは、*profile.run()* の項で述べたプロファイルのレポートを出力します。

出力するデータの順序はオブジェクトに対し最後に行った *sort_stats()* による操作に基づきます (*add()* と *strip_dirs()* による制限にも支配されます)。

引数は (もし与えられると) リストを重要なエントリのみに制限するために使われます。初期段階でリストはプロファイルした関数の完全な情報を持っています。制限の指定は、(行数を指定する) 整数、(行のパーセンテージを指定する) 0.0 から 1.0 までの割合を指定する小数、(出力する standard name にマッチする) 正規表現として解釈される文字列のいずれかを使って行います。複数の制限が指定された場合、指定の順に適用されます。たとえば次のようになります:

```
print_stats(.1, 'foo:')
```

上記の場合まず出力するリストは全体の 10% に制限され、さらにファイル名の一部に文字列 `.*foo:` を持つ関数だけが出力されます:

```
print_stats('foo:', .1)
```

こちらの例の場合、リストはまずファイル名に `.*foo:` を持つ関数だけに制限され、その中の最初の 10% だけが出力されます。

print_callers(**restrictions*)

Stats クラスのこのメソッドは、プロファイルのデータベースの中から何らかの関数呼び出しを行った関数をすべて出力します。出力の順序は *print_stats()* によって与えられるものと同じです。出力を制限する引数も同じです。各呼び出し側関数についてそれぞれ一行ずつ表示されます。フォーマットは統計を作り出したプロファイラごとに微妙に異なります:

- *profile* の場合、呼び出し側関数の後に括弧で囲まれて表示される数値はその呼び出しが何回行われたかを示しています。利便性のため、2 番目の括弧なしで表示される数値によって、関数が消費した累積時間を表しています。
- *cProfile* の場合、各呼び出し側関数の後に 3 つの数字が付きます。呼び出しが何回行われたかと、この呼び出し側関数からの呼び出しによって現在の関数内で消費された合計時間および累積時間です。

print_callees(**restrictions*)

Stats クラスのこのメソッドは、指定した関数から呼び出された関数のリストを出力します。呼び出し側、呼び出される側の方向は逆ですが、引数と出力の順序に関しては *print_callers()* と同じです。

get_stats_profile()

This method returns an instance of StatsProfile, which contains a mapping of function names to instances of FunctionProfile. Each FunctionProfile instance holds information related to the function's profile such as how long the function took to run, how many times it was called, etc...

Added in version 3.9: Added the following dataclasses: StatsProfile, FunctionProfile. Added the following function: get_stats_profile.

27.5.5 決定論的プロファイリングとは

決定論的プロファイリング とは、すべての **関数呼び出し**, **関数からのリターン**, **例外発生** をモニターし、正確なタイミングを記録することで、イベント間の時間、つまりどの時間にユーザコードが実行されているのかを計測するやり方です。もう一方の **統計的プロファイリング** (このモジュールでこの方法は採用していません) とは、有効なインストラクションポインタからランダムにサンプリングを行い、プログラムのどこで時間が使われているかを推定する方法です。後者の方法は、オーバヘッドが少ないものの、プログラムのどこで多くの時間が使われているか、その相対的な示唆に留まります。

Python の場合、実行中は必ずインタプリタが動作しているため、決定論的プロファイリングを行うために計測用のコードを追加する必要はありません。Python は自動的に各イベントに **フック** (オプションのコールバック) を提供します。加えて Python のインタプリタという性質によって、実行時に大きなオーバーヘッドを伴う傾向がありますが、それに比べると一般的なアプリケーションでは決定論的プロファイリングで追加される処理のオーバーヘッドは少ない傾向にあります。結果的に、決定論的プロファイリングは少ないコストで Python プログラムの実行時間に関する詳細な統計を得られる方法となっているのです。

呼び出し回数はコード中のバグ発見にも使用できます (とんでもない数の呼び出しが行われている部分)。インライン拡張の対象とすべき部分を見つけるためにも使えます (呼び出し頻度の高い部分)。内部時間の統計は、注意深く最適化すべき" ホットループ" の発見にも役立ちます。累積時間の統計は、アルゴリズム選択に関連した高レベルのエラー検知に役立ちます。なお、このプロファイラは再帰的なアルゴリズム実装の累計時間を計ることが可能で、通常のループを使った実装と直接比較することもできるようになっています。

27.5.6 制限事項

一つの制限はタイミング情報の正確さに関するものです。決定論的プロファイラには正確さに関する根本的問題があります。最も明白な制限は、(一般に) " クロック" は .001 秒の精度しかないということです。これ以上の精度で計測することはできません。仮に充分な精度が得られたとしても、" 誤差" が計測の平均値に影響を及ぼすことがあります。この最初の誤差を取り除いたとしても、それがまた別の誤差を引き起こす原因となります。

もう一つの問題として、イベントを検知してからプロファイラがその時刻を実際に **取得** するまでに " いくらかの時間がかかる" ことです。同様に、イベントハンドラが終了する時にも、時刻を取得して (そしてその値を保存して) から、ユーザコードが処理を再開するまでの間に遅延が発生します。結果的に多く呼び出される関数または多数の関数から呼び出される関数の情報にはこの種の誤差が蓄積する傾向にあります。このようにして蓄積される誤差は、典型的にはクロックの精度を下回ります (1 クロック以下) が、一方でこの時間が累計して非常に大きな値になることも **あり得ます** 。

この問題はオーバーヘッドの小さい *cProfile* よりも *profile* においてより重要です。そのため、*profile* は誤差が確率的に (平均値で) 減少するようにプラットフォームごとに補正する機能を備えています。プロファイラ

に補正を施すと (最小二乗の意味で) 正確さが増しますが、ときには数値が負の値になってしまうこともあります (呼び出し回数が極めて少なく、確率の神があなたに意地悪をしたとき :-))。プロファイルの結果に負の値が出力されても **驚かないでください** 。これは補正を行った場合にのみ生じることで、補正を行わない場合に比べて計測結果は実際にはより正確になっているはずだからです。

27.5.7 キャリブレーション (補正)

profile のプロファイラは time 関数呼び出しおよびその値を保存するためのオーバーヘッドを補正するために、各イベントの処理時間から定数を引きます。デフォルトでこの定数の値は 0 です。以下の手順で、プラットフォームに合った、より適切な定数が得られます (**制限事項** 参照)。

```
import profile
pr = profile.Profile()
for i in range(5):
    print(pr.calibrate(10000))
```

calibrate メソッドは引数として与えられた数だけ Python の呼び出しを行います。直接呼び出す場合と、プロファイラを使って呼び出す場合の両方が実施され、それぞれの時間が計測されます。その結果、プロファイラのイベントに隠されたオーバーヘッドが計算され、その値は浮動小数として返されます。たとえば、1.8 GHz の Intel Core i5 で macOS を使用、Python の time.process_time() をタイマとして使った場合、値はおよそ 4.04e-6 となります。

この手順で使用しているオブジェクトはほぼ一定の結果を返します。**非常に** 早いコンピュータを使う場合、もしくはタイマの性能が貧弱な場合は、一定の結果を得るために引数に 100000 や 1000000 といった大きな値を指定する必要があるかもしれません。

一定の結果が得られたら、それを使う方法には 3 通りあります:

```
import profile

# 1. Apply computed bias to all Profile instances created hereafter.
profile.Profile.bias = your_computed_bias

# 2. Apply computed bias to a specific Profile instance.
pr = profile.Profile()
pr.bias = your_computed_bias

# 3. Specify computed bias in instance constructor.
pr = profile.Profile(bias=your_computed_bias)
```

選択肢がある場合は、補正値は小さめに設定した方が良いでしょう。プロファイルの結果に負の値が表われる” 頻度が低く” なるはずです。

27.5.8 カスタムな時刻取得用関数を使う

プロファイラが時刻を取得する方法を変更したいなら (たとえば、実測時間やプロセスの経過時間を使いたい場合)、時刻取得用の関数を Profile クラスのコンストラクタに指定することができます:

```
pr = profile.Profile(your_time_func)
```

この結果生成されるプロファイラは時刻取得に your_time_func() を呼び出すようになります。*profile.Profile* と cProfile.Profile のどちらを使っているかにより、your_time_func の戻り値は異なって解釈されます:

profile.Profile

your_time_func() は単一の数値、あるいは (*os.times()* と同じように) その合計が累計時間を示すリストを返すようになっていなければなりません。関数が 1 つの数値、あるいは長さ 2 の数値のリストを返すようになっていれば、ディスパッチルーチンには特別な高速化バージョンが使われます。

あなたが選択した時刻取得関数のために、プロファイラのクラスを補正すべきであることを警告しておきます (**キャリブレーション** *(補正)* 参照)。ほとんどのマシンでは、プロファイル時のオーバヘッドの小ささという意味においては、時刻取得関数が長整数値を返すのが最も良い結果を生みます。(*os.times()* は浮動小数点数のタプルを返すので **かなり悪い** です。) 綺麗な手段でより良い時刻取得関数に置き換えたいと望むなら、クラスを派生して、ディスパッチメソッドを置き換えてあなたの関数を一番いいように処理するように固定化してしまってください。補正定数の調整もお忘れなく。

cProfile.Profile

your_time_func() は単一の数値を返すようになっていなければなりません。単一の整数を返すのであれば、クラスコンストラクタの第二引数に単位時間当たりの実際の持続時間を渡せます。例えば your_integer_time_func が 1000 分の 1 秒単位で計測した時間を返すとすると、Profile インスタンスを以下のように構築出来ます:

```
pr = cProfile.Profile(your_integer_time_func, 0.001)
```

cProfile.Profile クラスはキャリブレーションができないので、自前のタイマ関数は注意を払って使う必要があり、またそれは可能な限り速くなければなりません。自前のタイマ関数で最高の結果を得るには、_lsprof 内部モジュールの C ソースファイルにハードコードする必要があるかもしれません。

Python 3.3 で *time* に、プロセス時間や実時間の精密な計測に使える新しい関数が追加されました。例えば、*time.perf_counter()* を参照してください。

27.6 timeit --- 小さなコードスニペットの実行時間計測

ソースコード: Lib/timeit.py

このモジュールは小さい Python コードをの時間を計測するシンプルな手段を提供しています。**コマンドラインインターフェイス** の他 **呼び出しも可能** です。このモジュールは実行時間を計測するときに共通するいくつかの罠を回避します。O'Reilly 出版の *Python Cookbook* 第 2 版にある、Tim Peter による "Algorithms" 章も参照してください。

27.6.1 基本的な例

次の例は **コマンドラインインターフェイス** を使って 3 つの異なる式の時間を測定する方法を示しています。

```
$ python -m timeit "'-'.join(str(n) for n in range(100))"
10000 loops, best of 5: 30.2 usec per loop
$ python -m timeit "'-'.join([str(n) for n in range(100)])"
10000 loops, best of 5: 27.5 usec per loop
$ python -m timeit "'-'.join(map(str, range(100)))"
10000 loops, best of 5: 23.2 usec per loop
```

同じ事を *Python* **インターフェイス** を使って実現することもできます:

```
>>> import timeit
>>> timeit.timeit('"-".join(str(n) for n in range(100))', number=10000)
0.3018611848820001
>>> timeit.timeit('"-".join([str(n) for n in range(100)])', number=10000)
0.2727368790656328
>>> timeit.timeit('"-".join(map(str, range(100)))', number=10000)
0.23702679807320237
```

呼び出し可能オブジェクトは *Python* **インターフェイス** から渡すこともできます:

```
>>> timeit.timeit(lambda: "-".join(map(str, range(100))), number=10000)
0.19665591977536678
```

ただし、*timeit()* はコマンドラインインターフェイスを使った時だけ繰り返し回数を自動で決定する事に注意してください。**使用例** 節でより高度な例を説明しています。

27.6.2 Python インターフェイス

このモジュールは 3 つの有用な関数と 1 つの公開クラスを持っています:

timeit.timeit(*stmt='pass'*, *setup='pass'*, *timer=<default timer>*, *number=1000000*, *globals=None*)

与えられた文、*setup* コードおよび *timer* 関数で *Timer* インスタンスを作成し、その *timeit()* メソッドを *number* 回実行します。任意の *globals* 引数はコードを実行する名前空間を指定します。

バージョン 3.5 で変更: 任意の *globals* 引数が追加されました。

timeit.repeat(*stmt='pass'*, *setup='pass'*, *timer=<default timer>*, *repeat=5*, *number=1000000*, *globals=None*)

与えられた文、*setup* コードおよび *timer* 関数で *Timer* インスタンスを作成し、その *repeat()* メソッドを *repeat* 回繰り返すのを *number* 回実行します。任意の *globals* 引数はコードを実行する名前空間を指定します。

バージョン 3.5 で変更: 任意の *globals* 引数が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: *repeat* のデフォルト値が 3 から 5 へ変更されました。

timeit.default_timer()

浮動小数点数の秒数を返すデフォルトのタイマーで、常に time.perf_counter() でとなります。代わりに、time.perf_counter_ns は整数のナノ秒を返します。

バージョン 3.3 で変更: デフォルトのタイマーが *time.perf_counter()* になりました。

class timeit.Timer(*stmt='pass'*, *setup='pass'*, *timer=<timer function>*, *globals=None*)

小さなコード片の実行時間を計測するためのクラスです。

コンストラクターは計測する文、セットアップのための追加の文、ならびにタイマー関数を取ります。両文のデフォルトは `'pass'` です。タイマー関数はプラットフォーム依存です (モジュールの doctring を参照)。*stmt* および *setup* には、複数行の文字列リテラルを含まない限り、; や改行で区切られた複数の文でも構いません。デフォルトでは文は timeit の名前空間内で実行されます。この挙動は名前空間を *globals* に渡すことで制御出来ます。

最初の命令文の実行時間を計測するには、*timeit()* メソッドを使用します。*repeat()* と *autorange()* メソッドは *timeit()* を複数回呼び出したい時に使用します。

setup の実行時間は全実行時間から除外されています。

stmt および *setup* パラメータは、引数なしの呼び出し可能オブジェクトをとることもできます。呼び出し可能オブジェクトを指定すると、そのオブジェクトの呼び出しがタイマー関数に埋め込まれ、その関数が *timeit()* メソッドによって実行されます。この場合、関数呼び出しが増えるためにタイミングのオーバーヘッドが少し増える点に注意してください。

バージョン 3.5 で変更: 任意の *globals* 引数が追加されました。

timeit(*number=1000000*)

メイン文を *number* 回実行した時間を計測します。このメソッドはセットアップ文を 1 回だけ実行し、メイン文を指定回数実行するのにかかった時間を返します。デフォルトのタイマーは秒数を浮動小数点数で返します。引数はループを何回実行するかの指定で、デフォルト値は 100 万回です。メイン文、セットアップ文、タイマー関数はコンストラクターで指定されたものを使用します。

注釈: デフォルトでは、*timeit()* は計測中、一時的に **ガベージコレクション** を停止します。この手法の利点は個々の計測結果がより比較しやすくなることです。欠点は、ガベージコレクションが計測される関数の性能の重要な要素である場合があることです。その場合、*setup* 文字列の最初の文でガベージコレクションを有効にできます。以下に例を示します:

```
timeit.Timer('for i in range(10): oct(i)', 'gc.enable()').timeit()
```

---

autorange(*callback=None*)

timeit() を呼び出す回数を自動的に決定します。

これは総時間が 0.2 秒以上になるように *timeit()* を繰り返し呼び出す便利な関数で、最終的な結果（ループ回数、ループ回数に要した時間）を返します。要した時間が少なくとも 0.2 秒になるまで、シーケンス 1, 2, 5, 10, 20, 50, ... から増加する回数で *timeit()* を呼び出します。

callback が与えられ、None でない場合は、callback(number, time_taken) という 2 つの引数を指定して試行された後に呼び出されます。

Added in version 3.6.

repeat(*repeat=5*, *number=1000000*)

timeit() を複数回繰り返します。

これは *timeit()* を繰り返し呼び出したい時に有用で、結果をリストにして返します。最初の引数で何回 *timeit()* を呼ぶか指定します。第 2 引数で *timeit()* の引数 *number* を指定します。

注釈: 結果のベクトルから平均値や標準偏差を計算して出力させたいと思うかもしれませんが、それはあまり意味がありません。多くの場合、最も低い値がそのマシンが与えられたコード断片を実行する場合の下限値です。結果のうち高めの値は、Python のスピードが一定しないために生じたものではなく、その他の計測精度に影響を及ぼすプロセスによるものです。したがって、結果のうち *min()* だけが見るべき値となるでしょう。この点を押さえた上で、統計的な分析よりも常識的な判断で結果を見るようにしてください。

バージョン 3.7 で変更: *repeat* のデフォルト値が 3 から 5 へ変更されました。

print_exc(*file=None*)

計測対象コードのトレースバックを出力するためのヘルパーです。

利用例:

```
t = Timer(...)       # outside the try/except
try:
    t.timeit(...)    # or t.repeat(...)
except Exception:
    t.print_exc()
```

これの標準のトレースバックより優れた点は、コンパイルしたテンプレートのソース行が表示されることです。オプションの引数 *file* にはトレースバックの出力先を指定します。デフォルトは *sys.stderr* になります。

27.6.3 コマンドラインインターフェイス

コマンドラインからプログラムとして呼び出す場合は、次の書式を使います:

```
python -m timeit [-n N] [-r N] [-u U] [-s S] [-p] [-v] [-h] [statement ...]
```

以下のオプションが使用できます:

-n N, --number=N

'statement' を実行する回数

-r N, --repeat=N

timer を繰り返す回数（デフォルトは 5）

-s S, --setup=S

最初に 1 回だけ実行する文 (デフォルトは pass)

-p, --process

デフォルトの *time.perf_counter()* の代わり *time.process_time()* を利用して、実時間ではなくプロセス時間を計測します

Added in version 3.3.

-u, --unit=U

timer 出力の時間の単位を指定します。nsec、usec、msec、sec を選択できます。

Added in version 3.5.

-v, --verbose

時間計測の結果をそのまま詳細な数値でくり返し表示する

-h, --help

簡単な使い方を表示して終了する

文は複数行指定することもできます。その場合、各行は独立した文として引数に指定されたものとして処理します。クォートと行頭のスペースを使って、インデントした文を使うことも可能です。この複数行のオプションは *-s* においても同じ形式で指定可能です。

オプション *-n* でループの回数が指定されていない場合、1, 2, 5, 10, 20, 50, ... という数列で、少なくとも総時間が 0.2 秒になるまで回数を増やしていって、適切なループ回数が計算されます。

default_timer() の測定値は、同じマシン上で実行されている他のプログラムの影響を受ける可能性があるため、正確な時間計測が必要な場合は、計測を数回繰り返し、最適な時間を使用することをおすすめします。*-r* オプションはこれに適しています。ほとんどの場合、デフォルトの 5 回の繰り返しで十分でしょう。*time.process_time()* を使用すれば CPU 時間を測定できます。

注釈: pass 文の実行には基本的なオーバーヘッドが存在します。ここにあるコードはこの事実を隠そうとはしていませんが、注意する必要があります。基本的なオーバーヘッドは引数なしでプログラムを起動することにより計測でき、それは Python のバージョンによって異なるでしょう。

27.6.4 使用例

最初に 1 回だけ実行されるセットアップ文を指定することが可能です:

```
$ python -m timeit -s "text = 'sample string'; char = 'g'" "char in text"
5000000 loops, best of 5: 0.0877 usec per loop
$ python -m timeit -s "text = 'sample string'; char = 'g'" "text.find(char)"
1000000 loops, best of 5: 0.342 usec per loop
```

出力には、3 つのフィールドがあります。ループ回数は、ループの反復ごとに何回文の内容が実行されたかを示します。反復回数 ('best of 5') は計時ループが何回繰り返されたかを示し、最後に文の内容が平均して計時ループの中の最良の反復で要した時間を示します。つまり、最速の反復をループ回数で割った時間です。

```
>>> import timeit
>>> timeit.timeit('char in text', setup='text = "sample string"; char = "g"')
0.41440500499993504
>>> timeit.timeit('text.find(char)', setup='text = "sample string"; char = "g"')
1.7246671520006203
```

同じことは *Timer* クラスとそのメソッドを使用して行うこともできます:

```
>>> import timeit
>>> t = timeit.Timer('char in text', setup='text = "sample string"; char = "g"')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> t.timeit()
0.3955516149999312
>>> t.repeat()
[0.40183617287970225, 0.37027556854118704, 0.38344867356679524, 0.3712595970846668, 0.
↪37866875250654886]
```

以下の例は、複数行を含んだ式を計測する方法を示しています。ここでは、オブジェクトの存在する属性と存在しない属性に対してテストするために *hasattr()* と try/except を使用した場合のコストを比較しています:

```
$ python -m timeit "try:" "  str.__bool__" "except AttributeError:" "  pass"
20000 loops, best of 5: 15.7 usec per loop
$ python -m timeit "if hasattr(str, '__bool__'): pass"
50000 loops, best of 5: 4.26 usec per loop

$ python -m timeit "try:" "  int.__bool__" "except AttributeError:" "  pass"
200000 loops, best of 5: 1.43 usec per loop
$ python -m timeit "if hasattr(int, '__bool__'): pass"
100000 loops, best of 5: 2.23 usec per loop
```

```
>>> import timeit
>>> # attribute is missing
>>> s = """\
... try:
...     str.__bool__
... except AttributeError:
...     pass
... """
>>> timeit.timeit(stmt=s, number=100000)
0.9138244460009446
>>> s = "if hasattr(str, '__bool__'): pass"
>>> timeit.timeit(stmt=s, number=100000)
0.5829014980008651
>>>
>>> # attribute is present
>>> s = """\
... try:
...     int.__bool__
... except AttributeError:
...     pass
... """
>>> timeit.timeit(stmt=s, number=100000)
0.04215312199994514
>>> s = "if hasattr(int, '__bool__'): pass"
>>> timeit.timeit(stmt=s, number=100000)
0.08588060699912603
```

定義した関数に *timeit* モジュールがアクセスできるようにするために、import 文の入った *setup* パラメータを

渡すことができます:

```
def test():
    """Stupid test function"""
    L = [i for i in range(100)]

if __name__ == '__main__':
    import timeit
    print(timeit.timeit("test()", setup="from __main__ import test"))
```

他のオプションは *globals()* を *globals* 引数に渡すことです。これによりコードはあなたのグローバル名前空間内で実行されます。これはそれぞれでインポートするより 便利です:

```
def f(x):
    return x**2
def g(x):
    return x**4
def h(x):
    return x**8

import timeit
print(timeit.timeit('[func(42) for func in (f,g,h)]', globals=globals()))
```

27.7 trace --- Python 文実行のトレースと追跡

ソースコード: Lib/trace.py

---

trace モジュールにより、プログラム実行のトレース、注釈された文のカバレッジの一覧の作成、呼び出し元/呼び出し先の関係の出力、プログラム実行中に実行された関数の表の作成を行うことができます。これは別のプログラム中やコマンドラインから利用することができます。

参考:

Coverage.py
: サードパーティの人気なカバレッジツールで、HTML 出力に加えて分岐カバレッジのような高度な機能も提供しています。

27.7.1 コマンドラインからの使用

trace モジュールはコマンドラインから起動することができます。これは次のように簡単です

```
python -m trace --count -C . somefile.py ...
```

これで、somefile.py の実行中に import された Python モジュールの注釈付きリストがカレントディレクトリに生成されます。

--help

使い方を表示して終了します。

--version

モジュールのバージョンを表示して終了します。

Added in version 3.8: 実行可能なモジュールを走らせられる --module オプションが追加されました。

主要なオプション

trace を実行するときには、以下のオプションの少なくとも 1 つを指定しなければいけません。*--listfuncs* オプションは、*--trace* オプション、*--count* オプションと相互排他的です。*--listfuncs* が与えられたとき、*--trace* オプション、*--count* オプションの両方とも受け付けず、他の場合も同様です。

-c, --count

プログラム完了時に、それぞれの文が何回実行されたかを示す注釈付きリストのファイルを生成します。下記の *--coverdir*, *--file*, *--no-report* も参照してください。

-t, --trace

実行された通りに行を表示します。

-l, --listfuncs

プログラム実行の際に実行された関数を表示します。

-r, --report

--count と *--file* 引数を使った過去のプログラム実行結果から、注釈付きリストのファイルを生成します。コードを実行するわけではありません。

-T, --trackcalls

プログラム実行によって明らかになった呼び出しの関係を表示します。

修飾的オプション

-f, --file=<file>

複数回にわたるトレース実行についてカウント (count) を累積するファイルに名前をつけます。*--count* オプションと一緒に使って下さい。

-C, --coverdir=<dir>

レポートファイルを保存するディレクトリを指定します。package.module についてのカバレッジレポートは *dir/package/module*.cover に書き込まれます。

-m, --missing

注釈付きリストの生成時に、実行されなかった行に >>>>>> の印を付けます。

-s, --summary

--count または *--report* の利用時に、処理されたファイルそれぞれの簡潔な概要を標準出力 (stdout) に書き出します。

-R, --no-report

注釈付きリストを生成しません。これは *--count* を何度か走らせてから最後に単一の注釈付きリストを生成するような場合に便利です。

-g, --timing

各行の先頭にプログラム開始からの時間を付けます。トレース中にだけ使われます。

フィルターオプション

これらのオプションは複数回指定できます。

--ignore-module=<mod>

指定されたモジュールと（パッケージだった場合は）そのサブモジュールを無視します。引数はカンマ区切りのモジュール名リストです。

--ignore-dir=<dir>

指定されたディレクトリとサブディレクトリ中のモジュールとパッケージを全て無視します。引数は *os.pathsep* で区切られたディレクトリのリストです。

27.7.2 プログラミングインターフェース

class trace.Trace(*count=1*, *trace=1*, *countfuncs=0*, *countcallers=0*, *ignoremods=()*, *ignoredirs=()*, *infile=None*, *outfile=None*, *timing=False*)

文 (statement) や式 (expression) の実行をトレースするオブジェクトを作成します。引数は全てオプションです。*count* は行数を数えます。*trace* は行実行のトレースを行います。*countfuncs* は実行中に呼ばれた関数を列挙します。*countcallers* は呼び出しの関係を追跡します。*ignoremods* は無視するモジュールやパッケージのリストです。*ignoredirs* は無視するパッケージやモジュールを含むディレクトリのリストです。*infile* は保存された集計 (count) 情報を読むファイルの名前です。*outfile* は更新された集計 (count) 情報を書き出すファイルの名前です。*timing* は、タイムスタンプをトレース開始時点からの相対秒数で表示します。

run(*cmd*)

コマンドを実行して、現在のトレースパラメータに基づいてその実行から統計情報を集めます。*cmd* は、*exec()* に渡せるような文字列か code オブジェクトです。

runctx(*cmd*, *globals=None*, *locals=None*)

指定された globals と locals 環境下で、コマンドを実行して、現在のトレースパラメータに基づいてその実行から統計情報を集めます。定義しない場合、*globals* と *locals* はデフォルトで空の辞書となります。

runfunc(*func*, */*, **args*, ***kwds*)

与えられた引数の *func* を、*Trace* オブジェクトのコントロール下で現在のトレースパラメタのもとに呼び出します。

results()

与えられた *Trace* インスタンスの `run`, `runctx`, `runfunc` の以前の呼び出しについて集計した結果を納めた *CoverageResults* オブジェクトを返します。蓄積されたトレース結果はリセットしません。

class trace.CoverageResults

カバレッジ結果のコンテナで、*Trace.results()* で生成されるものです。ユーザーが直接生成するものではありません。

update(*other*)

別の *CoverageResults* オブジェクトのデータを統合します。

write_results(*show_missing=True*, *summary=False*, *coverdir=None*, ***, *ignore_missing_files=False*)

カバレッジ結果を書き出します。ヒットしなかった行も出力するには *show_missing* を指定します。モジュールごとの概要を出力に含めるには *summary* を指定します。*coverdir* に指定するのは結果ファイルを出力するディレクトリです。`None` の場合は各ソースファイルごとの結果がそれぞれのディレクトリに置かれます。

ignore_missing_files が `True` の場合には、すでに存在しないファイルのカバレッジカウントはサイレントに無視されます。そうでなければ、ファイルが見つからないと *FileNotFoundError* が発生します。

バージョン 3.13 で変更: *ignore_missing_files* 引数が追加されました。

簡単な例でプログラミングインターフェースの使い方を見てみましょう:

```
import sys
import trace

# create a Trace object, telling it what to ignore, and whether to
# do tracing or line-counting or both.
tracer = trace.Trace(
    ignoredirs=[sys.prefix, sys.exec_prefix],
    trace=0,
    count=1)

# run the new command using the given tracer
tracer.run('main()')

# make a report, placing output in the current directory
r = tracer.results()
r.write_results(show_missing=True, coverdir=".")
```

27.8 tracemalloc --- メモリ割り当ての追跡

Added in version 3.4.

ソースコード: Lib/tracemalloc.py

---

tracemalloc モジュールは、Python が割り当てたメモリブロックをトレースするためのデバッグツールです。このモジュールは以下の情報を提供します。

- オブジェクトが割り当てられた場所のトレースバック
- ファイル名ごと、及び行ごとに割り当てられたメモリブロックの以下の統計を取ります：総サイズ、ブロック数、割り当てられたブロックの平均サイズ
- メモリリークを検出するために 2 つのスナップショットの差を計算します。

Python が割り当てたメモリブロックの大半をトレースするには、`PYTHONTRACEMALLOC` 環境変数を `1` に設定して可能な限り早くモジュールを開始させるか、`-X tracemalloc` コマンドラインオプションを使用してください。実行時に *tracemalloc.start()* を呼んで Python のメモリ割り当てのトレースを開始することが出来ます。

デフォルトでは、割り当てられたメモリブロック 1 つのトレースは最新 1 フレームを保存します。開始時に 25 フレームを保存するには、PYTHONTRACEMALLOC 環境変数を 25 に設定するか、-X tracemalloc=25 コマンドラインオプションを使用してください。

27.8.1 使用例

上位 10 を表示する

最も多くのメモリを割り当てているファイル 10 を表示します:

```
import tracemalloc

tracemalloc.start()

# ... run your application ...

snapshot = tracemalloc.take_snapshot()
top_stats = snapshot.statistics('lineno')

print("[ Top 10 ]")
for stat in top_stats[:10]:
    print(stat)
```

Python テストスイートの出力例です:

```
[ Top 10 ]
<frozen importlib._bootstrap>:716: size=4855 KiB, count=39328, average=126 B
<frozen importlib._bootstrap>:284: size=521 KiB, count=3199, average=167 B
/usr/lib/python3.4/collections/__init__.py:368: size=244 KiB, count=2315, average=108 B
/usr/lib/python3.4/unittest/case.py:381: size=185 KiB, count=779, average=243 B
/usr/lib/python3.4/unittest/case.py:402: size=154 KiB, count=378, average=416 B
/usr/lib/python3.4/abc.py:133: size=88.7 KiB, count=347, average=262 B
<frozen importlib._bootstrap>:1446: size=70.4 KiB, count=911, average=79 B
<frozen importlib._bootstrap>:1454: size=52.0 KiB, count=25, average=2131 B
<string>:5: size=49.7 KiB, count=148, average=344 B
/usr/lib/python3.4/sysconfig.py:411: size=48.0 KiB, count=1, average=48.0 KiB
```

Python がモジュールから 4855 KiB のデータ (バイトコードで定数) を読み込んでいることと、*collections* モジュールが *namedtuple* 型をビルドするのに 244 KiB を割り当てていることが分かります。

オプションの詳細については *Snapshot.statistics()* を参照してください。

差を計算する

スナップショットを 2 つ取り、差を表示します:

```
import tracemalloc
tracemalloc.start()
# ... start your application ...

snapshot1 = tracemalloc.take_snapshot()
# ... call the function leaking memory ...
snapshot2 = tracemalloc.take_snapshot()

top_stats = snapshot2.compare_to(snapshot1, 'lineno')

print("[ Top 10 differences ]")
for stat in top_stats[:10]:
    print(stat)
```

Python テストスイートのテストを実行する前後の出力例です:

```
[ Top 10 differences ]
<frozen importlib._bootstrap>:716: size=8173 KiB (+4428 KiB), count=71332 (+39369), average=117 B
/usr/lib/python3.4/linecache.py:127: size=940 KiB (+940 KiB), count=8106 (+8106), average=119 B
/usr/lib/python3.4/unittest/case.py:571: size=298 KiB (+298 KiB), count=589 (+589), average=519 B
<frozen importlib._bootstrap>:284: size=1005 KiB (+166 KiB), count=7423 (+1526), average=139 B
/usr/lib/python3.4/mimetypes.py:217: size=112 KiB (+112 KiB), count=1334 (+1334), average=86 B
/usr/lib/python3.4/http/server.py:848: size=96.0 KiB (+96.0 KiB), count=1 (+1), average=96.0 KiB
/usr/lib/python3.4/inspect.py:1465: size=83.5 KiB (+83.5 KiB), count=109 (+109), average=784 B
/usr/lib/python3.4/unittest/mock.py:491: size=77.7 KiB (+77.7 KiB), count=143 (+143), average=557 B
/usr/lib/python3.4/urllib/parse.py:476: size=71.8 KiB (+71.8 KiB), count=969 (+969), average=76 B
/usr/lib/python3.4/contextlib.py:38: size=67.2 KiB (+67.2 KiB), count=126 (+126), average=546 B
```

Python がモジュールデータ 8173 KiB (バイトコードと定数) を読み込み、前回スナップショットを取ったとき、すなわちテストの前に読み込んだ量より 4428 KiB 多いということが分かります。同様に、*linecache* モジュールはトレースバックの書式化に Python ソースコード 940 KiB をキャッシュし、その全ては前回のスナップショットの後に行われたことが分かります。

システムに空きメモリがほとんどない場合、スナップショットをオフラインで解析するための *Snapshot.dump()* メソッドを使用して、スナップショットをディスクに書き込むことが出来ます。そして *Snapshot.load()* メソッドを使用してスナップショットを再読み込みします。

メモリブロックのトレースバックを取得する

最大のメモリブロックのトレースバックを表示するコードです:

```
import tracemalloc

# Store 25 frames
tracemalloc.start(25)

# ... run your application ...

snapshot = tracemalloc.take_snapshot()
top_stats = snapshot.statistics('traceback')

# pick the biggest memory block
stat = top_stats[0]
print("%s memory blocks: %.1f KiB" % (stat.count, stat.size / 1024))
for line in stat.traceback.format():
    print(line)
```

Python テストスイートの出力例です (トレースバックは 25 フレームに制限されています):

```
903 memory blocks: 870.1 KiB
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 716
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1036
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 934
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1068
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 619
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1581
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1614
  File "/usr/lib/python3.4/doctest.py", line 101
    import pdb
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 284
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 938
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1068
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 619
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1581
  File "<frozen importlib._bootstrap>", line 1614
  File "/usr/lib/python3.4/test/support/__init__.py", line 1728
    import doctest
  File "/usr/lib/python3.4/test/test_pickletools.py", line 21
    support.run_doctest(pickletools)
  File "/usr/lib/python3.4/test/regrtest.py", line 1276
    test_runner()
  File "/usr/lib/python3.4/test/regrtest.py", line 976
    display_failure=not verbose)
  File "/usr/lib/python3.4/test/regrtest.py", line 761
    match_tests=ns.match_tests)
  File "/usr/lib/python3.4/test/regrtest.py", line 1563
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    main()
  File "/usr/lib/python3.4/test/__main__.py", line 3
    regrtest.main_in_temp_cwd()
  File "/usr/lib/python3.4/runpy.py", line 73
    exec(code, run_globals)
  File "/usr/lib/python3.4/runpy.py", line 160
    "__main__", fname, loader, pkg_name)
```

We can see that the most memory was allocated in the *importlib* module to load data (bytecode and constants) from modules: `870.1 KiB`. The traceback is where the *importlib* loaded data most recently: on the `import pdb` line of the *doctest* module. The traceback may change if a new module is loaded.

top を整形化する

`<frozen importlib._bootstrap>` および `<unknown>` ファイルを無視して、メモリ割り当て量の上位 10 を整形化して表示するコードです:

```
import linecache
import os
import tracemalloc

def display_top(snapshot, key_type='lineno', limit=10):
    snapshot = snapshot.filter_traces((
        tracemalloc.Filter(False, "<frozen importlib._bootstrap>"),
        tracemalloc.Filter(False, "<unknown>"),
    ))
    top_stats = snapshot.statistics(key_type)

    print("Top %s lines" % limit)
    for index, stat in enumerate(top_stats[:limit], 1):
        frame = stat.traceback[0]
        print("#%s: %s:%s: %.1f KiB"
              % (index, frame.filename, frame.lineno, stat.size / 1024))
        line = linecache.getline(frame.filename, frame.lineno).strip()
        if line:
            print('    %s' % line)

    other = top_stats[limit:]
    if other:
        size = sum(stat.size for stat in other)
        print("%s other: %.1f KiB" % (len(other), size / 1024))
    total = sum(stat.size for stat in top_stats)
    print("Total allocated size: %.1f KiB" % (total / 1024))

tracemalloc.start()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
# ... run your application ...

snapshot = tracemalloc.take_snapshot()
display_top(snapshot)
```

Python テストスイートの出力例です:

```
Top 10 lines
#1: Lib/base64.py:414: 419.8 KiB
    _b85chars2 = [(a + b) for a in _b85chars for b in _b85chars]
#2: Lib/base64.py:306: 419.8 KiB
    _a85chars2 = [(a + b) for a in _a85chars for b in _a85chars]
#3: collections/__init__.py:368: 293.6 KiB
    exec(class_definition, namespace)
#4: Lib/abc.py:133: 115.2 KiB
    cls = super().__new__(mcls, name, bases, namespace)
#5: unittest/case.py:574: 103.1 KiB
    testMethod()
#6: Lib/linecache.py:127: 95.4 KiB
    lines = fp.readlines()
#7: urllib/parse.py:476: 71.8 KiB
    for a in _hexdig for b in _hexdig}
#8: <string>:5: 62.0 KiB
#9: Lib/_weakrefset.py:37: 60.0 KiB
    self.data = set()
#10: Lib/base64.py:142: 59.8 KiB
    _b32tab2 = [a + b for a in _b32tab for b in _b32tab]
6220 other: 3602.8 KiB
Total allocated size: 5303.1 KiB
```

オプションの詳細については *Snapshot.statistics()* を参照してください。

Record the current and peak size of all traced memory blocks

The following code computes two sums like `0 + 1 + 2 + ...` inefficiently, by creating a list of those numbers. This list consumes a lot of memory temporarily. We can use *get_traced_memory()* and *reset_peak()* to observe the small memory usage after the sum is computed as well as the peak memory usage during the computations:

```
import tracemalloc

tracemalloc.start()

# Example code: compute a sum with a large temporary list
large_sum = sum(list(range(100000)))
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
first_size, first_peak = tracemalloc.get_traced_memory()

tracemalloc.reset_peak()

# Example code: compute a sum with a small temporary list
small_sum = sum(list(range(1000)))

second_size, second_peak = tracemalloc.get_traced_memory()

print(f"{first_size=}, {first_peak=}")
print(f"{second_size=}, {second_peak=}")
```

出力:

```
first_size=664, first_peak=3592984
second_size=804, second_peak=29704
```

Using *reset_peak()* ensured we could accurately record the peak during the computation of `small_sum`, even though it is much smaller than the overall peak size of memory blocks since the *start()* call. Without the call to *reset_peak()*, `second_peak` would still be the peak from the computation `large_sum` (that is, equal to `first_peak`). In this case, both peaks are much higher than the final memory usage, and which suggests we could optimise (by removing the unnecessary call to *list*, and writing `sum(range(...))`).

27.8.2 API

関数

tracemalloc.clear_traces()

Python が割り当てたメモリブロックのトレースを消去します。

stop() を参照してください。

tracemalloc.get_object_traceback(*obj*)

Python オブジェクト *obj* が割り当てられたトレースバックを取得します。*Traceback* インスタンスか、*tracemalloc* モジュールがメモリ割り当てをトレースしていない場合かオブジェクトの割り当てをトレースしていない場合は、`None` を返します。

gc.get_referrers() や *sys.getsizeof()* 関数も参照してください。

tracemalloc.get_traceback_limit()

トレースのトレースバック内に格納されている最大フレーム数を取得します。

tracemalloc モジュールは上限を取得するためにメモリ割り当てをトレースしていなければなりません。そうでなければ例外が送出されます。

start() 関数で上限を設定します。

tracemalloc.**get_traced_memory**()

tracemalloc モジュールがトレースするメモリブロックの現在のサイズと最大時のサイズをタプルとして取得します: `(current: int, peak: int)`。

tracemalloc.**reset_peak**()

tracemalloc モジュールがトレースするメモリブロックの最大時のサイズを現在のサイズに設定します。

Do nothing if the *tracemalloc* module is not tracing memory allocations.

This function only modifies the recorded peak size, and does not modify or clear any traces, unlike *clear_traces()*. Snapshots taken with *take_snapshot()* before a call to *reset_peak()* can be meaningfully compared to snapshots taken after the call.

get_traced_memory() も参照してください。

Added in version 3.9.

tracemalloc.**get_tracemalloc_memory**()

tracemalloc モジュールがメモリブロックのトレースを保存するのに使用しているメモリ使用量をバイト単位で取得します。*int* を返します。

tracemalloc.**is_tracing**()

tracemalloc モジュールが Python のメモリ割り当てをトレースしていれば `True` を、そうでなければ `False` を返します。

start() ならびに *stop()* 関数も参照してください。

tracemalloc.**start**(*nframe: int = 1*)

Python のメモリ割り当てのトレースを開始します: Python メモリアロケータにフックします。トレースの収集されたトレースバックは *nframe* フレームに制限されます。デフォルトでは、あるブロックのトレースは最新のフレームのみを保存します、つまり上限は `1` です。*nframe* は `1` 以上でなければなりません。

You can still read the original number of total frames that composed the traceback by looking at the *Traceback.total_nframe* attribute.

`1` より多くのフレームを保存するのは `'traceback'` でグループ化された統計や累積的な統計を計算する場合にのみ有用です。*Snapshot.compare_to()* および *Snapshot.statistics()* メソッドを参照してください。

保存するフレーム数を増やすと *tracemalloc* モジュールのメモリと CPU のオーバーヘッドは増加します。*tracemalloc* モジュールが使用しているメモリ量を調べるには *get_tracemalloc_memory()* 関数を

使用してください。

PYTHONTRACEMALLOC 環境変数 (PYTHONTRACEMALLOC=NFRAME) と -X tracemalloc=NFRAME コマンドラインオプションを使って実行開始時にトレースを始めることが出来ます。

stop()、*is_tracing()*、*get_traceback_limit()* 関数を参照してください。

tracemalloc.**stop**()

Python のメモリ割り当てのトレースを停止します。つまり、Python のメモリ割り当てへのフックをアンインストールします。Python が割り当てたメモリブロックについてこれまで集めたトレースも全てクリアします。

トレースが全部クリアされる前にスナップショットを取りたい場合は *take_snapshot()* 関数を呼んでください。

start()、*is_tracing()*、*clear_traces()* 関数も参照してください。

tracemalloc.**take_snapshot**()

Python が割り当てたメモリブロックのトレースのスナップショットを取ります。新しい *Snapshot* インスタンスを返します。

スナップショットは *tracemalloc* モジュールがメモリ割り当てのトレースを始める前に割り当てられたメモリブロックを含みません。

トレースのトレースバックは *get_traceback_limit()* フレームに制限されています。より多くのフレームを保存するには *start()* 関数の *nframe* 引数を使用してください。

スナップショットを取るには *tracemalloc* モジュールはメモリ割り当てをトレースしていなければなりません。*start()* 関数を参照してください。

get_object_traceback() 関数を参照してください。

DomainFilter

class tracemalloc.**DomainFilter**(*inclusive:* bool, *domain:* int)

Filter traces of memory blocks by their address space (domain).

Added in version 3.6.

inclusive

If *inclusive* is **True** (include), match memory blocks allocated in the address space *domain*.

If *inclusive* is **False** (exclude), match memory blocks not allocated in the address space *domain*.

domain

Address space of a memory block (**int**). Read-only property.

Filter

class tracemalloc.Filter(*inclusive:* bool, *filename_pattern:* str, *lineno:* int = *None*, *all_frames:* bool = *False*, *domain:* int = *None*)

メモリブロックのトレースをフィルターします。

filename_pattern のシンタックスについては *fnmatch.fnmatch()* 関数を参照してください。`'.pyc'` 拡張子は `'.py'` に置換されます。

例:

- `Filter(True, subprocess.__file__)` は *subprocess* モジュールのみを含みます
- `Filter(False, tracemalloc.__file__)` は *tracemalloc* モジュールのトレースを除外します
- `Filter(False, "<unknown>")` は空のトレースバックを除外します

バージョン 3.5 で変更: `'.pyo'` ファイル拡張子が `'.py'` に置換されることはもうありません。

バージョン 3.6 で変更: *domain* 属性が追加されました。

domain

Address space of a memory block (`int` or `None`).

tracemalloc uses the domain `0` to trace memory allocations made by Python. C extensions can use other domains to trace other resources.

inclusive

If *inclusive* is `True` (include), only match memory blocks allocated in a file with a name matching *filename_pattern* at line number *lineno*.

If *inclusive* is `False` (exclude), ignore memory blocks allocated in a file with a name matching *filename_pattern* at line number *lineno*.

lineno

フィルタの行番号です (`int`)。*lineno* が `None` の場合フィルタはあらゆる行番号にマッチします。

filename_pattern

フィルタのファイル名のパターンです (`str`)。読み出し専用のプロパティです。

all_frames

all_frames が `True` の場合トレースバックの全てのフレームをチェックします。*all_frames* が `False` の場合最新のフレームをチェックします。

トレースバックの上限が `1` の場合この属性の影響はありません。*get_traceback_limit()* 関数と *Snapshot.traceback_limit* 属性を参照してください。

Frame

class tracemalloc.Frame

トレースバックのフレームです。

Traceback クラスは *Frame* インスタンスのシークエンスです。

filename

ファイル名 (str)。

lineno

行番号 (int)。

Snapshot

class tracemalloc.Snapshot

Python が割り当てたメモリブロックのトレースのスナップショットです。

take_snapshot() 関数はスナップショットのインスタンスを作ります。

compare_to(*old_snapshot:* Snapshot, *key_type:* str, *cumulative:* bool = *False*)

古いスナップショットとの差を計算します。*key_type* でグループ化された *StatisticDiff* インスタンスのソート済みリストとして統計を取得します。

key_type および *cumulative* 引数については *Snapshot.statistics()* メソッドを参照してください。

結果は降順でソートされます: キーは *StatisticDiff.size_diff* の絶対値、*StatisticDiff.size*、*StatisticDiff.count_diff* の絶対置、*Statistic.count*、そして *StatisticDiff.traceback* です。

dump(*filename*)

スナップショットをファイルに書き込みます。

スナップショットをリロードするには *load()* を使用します。

filter_traces(*filters*)

Create a new *Snapshot* instance with a filtered *traces* sequence, *filters* is a list of *DomainFilter* and *Filter* instances. If *filters* is an empty list, return a new *Snapshot* instance with a copy of the traces.

All inclusive filters are applied at once, a trace is ignored if no inclusive filters match it. A trace is ignored if at least one exclusive filter matches it.

バージョン 3.6 で変更: *DomainFilter* instances are now also accepted in *filters*.

classmethod load(*filename*)

スナップショットをファイルからロードします。

dump() を参照してください。

statistics(*key_type: str*, *cumulative: bool = False*)

key_type でグループ化された *Statistic* インスタンスのソート済みリストとして統計を取得します:

key_type	description
`'filename'`	ファイル名
`'lineno'`	ファイル名と行番号
`'traceback'`	traceback

cumulative が `True` の場合、最新のフレームだけでなく、トレースのトレースバックの全フレームのメモリーブロックについて大きさと数を累積します。累積モードは *key_type* が `'filename'` および `'lineno'` と等しい場合にのみ使用することが出来ます。

結果は降順でソートされます: キーは *Statistic.size*, *Statistic.count*, *Statistic.traceback* です。

traceback_limit

traces のトレースバック内に保存されるフレーム数の最大値です。スナップショットが取られたときの *get_traceback_limit()* の結果です。

traces

Python が割り当てた全メモリブロックのトレースで、*Trace* インスタンスのシークェンスです。

シークェンスの順序は未定義です。統計のソート済みリストを取得するには *Snapshot.statistics()* を使用してください。

Statistic

class tracemalloc.Statistic

メモリ割り当ての統計です。

Snapshot.statistics() は *Statistic* インスタンスの一覧を返します。

StatisticDiff クラスも参照してください。

count

メモリブロック数 (`int`)。

size

メモリブロックのバイト単位の総サイズ (int)。

traceback

メモリブロックが割り当てられているトレースバック。*Traceback* インスタンス。

StatisticDiff

class tracemalloc.StatisticDiff

新旧 *Snapshot* インスタンスのメモリ割り当ての統計差です。

Snapshot.compare_to() は *StatisticDiff* インスタンスのリストを返します。*Statistic* クラスも参照してください。

count

新しいスナップショット内のメモリブロックの数 (int) です。新しいスナップショット内でメモリブロックが解放された場合は 0 です。

count_diff

新旧スナップショットのメモリブロック数の差 (int) です。メモリブロックが新しいスナップショット内で割り当てられた場合は 0 です。

size

新しいスナップショット内のメモリブロックのバイト単位での総サイズ (int) です。新しいスナップショット内でメモリブロックが解放された場合は 0 です。

size_diff

新旧スナップショットのバイト単位での総サイズの差 (int) です。メモリブロックが新しいスナップショット内で割り当てられた場合は 0 です。

traceback

メモリブロックが割り当てられたトレースバックで、*Traceback* のインスタンスです。

Trace

class tracemalloc.Trace

メモリブロックをトレースします。

Snapshot.traces 属性は *Trace* インスタンスのシークエンスです。

バージョン 3.6 で変更: *domain* 属性が追加されました。

domain

Address space of a memory block (`int`). Read-only property.

tracemalloc uses the domain `0` to trace memory allocations made by Python. C extensions can use other domains to trace other resources.

size

メモリブロックのバイト単位のサイズ (`int`)。

traceback

メモリブロックが割り当てられているトレースバック。*Traceback* インスタンス。

Traceback

class tracemalloc.Traceback

Sequence of *Frame* instances sorted from the oldest frame to the most recent frame.

A traceback contains at least `1` frame. If the `tracemalloc` module failed to get a frame, the filename `"<unknown>"` at line number `0` is used.

When a snapshot is taken, tracebacks of traces are limited to *get_traceback_limit()* frames. See the *take_snapshot()* function. The original number of frames of the traceback is stored in the *Traceback.total_nframe* attribute. That allows to know if a traceback has been truncated by the traceback limit.

Trace.traceback 属性は *Traceback* のインスタンスです。

バージョン 3.7 で変更: Frames are now sorted from the oldest to the most recent, instead of most recent to oldest.

total_nframe

Total number of frames that composed the traceback before truncation. This attribute can be set to `None` if the information is not available.

バージョン 3.9 で変更: *Traceback.total_nframe* 属性が追加されました。

format(*limit=None*, *most_recent_first=False*)

Format the traceback as a list of lines. Use the *linecache* module to retrieve lines from the source code. If *limit* is set, format the *limit* most recent frames if *limit* is positive. Otherwise, format the `abs(limit)` oldest frames. If *most_recent_first* is `True`, the order of the formatted frames is reversed, returning the most recent frame first instead of last.

Similar to the *traceback.format_tb()* function, except that *format()* does not include newlines.

以下はプログラム例です:

```
print("Traceback (most recent call first):")
for line in traceback:
    print(line)
```

出力:

```
Traceback (most recent call first):
  File "test.py", line 9
    obj = Object()
  File "test.py", line 12
    tb = tracemalloc.get_object_traceback(f())
```

第

TWENTYEIGHT

ソフトウェア・パッケージと配布

以下のライブラリは Python で書かれたソフトウェアを配布、インストールするためのものです。これらのモジュールは Python Package Index に対して動作するように設計されていますが、ローカルのインデックスサーバーや、インデックスサーバーなしに使うこともできます。

28.1 ensurepip --- pip インストーラーのブートストラップ

Added in version 3.4.

ソースコード: Lib/ensurepip

---

ensurepip パッケージは pip インストーラを既にインストールされている Python 環境や仮想環境にブートストラップする助けになります。このブートストラップのアプローチは pip が独立したリリースサイクルを持ち、最新の利用可能な安定版が CPython リファレンスインタープリタのメンテナンスリリースや feature リリースにバンドルされていることを反映しています。

ほとんどの場合、Python のエンドユーザーがこのモジュールを直接呼び出す必要はないでしょう (pip はデフォルトでブートストラップされるからです)。しかし、もし Python のインストール時に pip のインストールをスキップしたり、仮想環境を構築したり、明示的に pip をアンインストールした場合、直接呼び出す必要があるかもしれません。

注釈: このモジュールはインターネットに **アクセスしません**。pip のブートストラップに必要な全てはこのパッケージの一部として含まれています。

参考:

installing-index
: エンドユーザーが Python パッケージをインストールする際のガイドです。

PEP 453: Python インストールの際の明示的な pip のブートストラッピング こ
のモジュールのもともとの論拠と仕様。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外。

このモジュールは WebAssembly プラットフォームと iOS では動作しないか、利用不可です。WASM 上での利用可能性についてのさらなる情報は *WebAssembly* **プラットフォーム** を、iOS 上での利用可能性についてのさらなる情報は *iOS* を見てください。

28.1.1 コマンドラインインターフェイス

コマンドラインインターフェースを起動するには `-m` スイッチをつけてインタープリターを使用します。

最も簡単な起動方法は:

```
python -m ensurepip
```

この起動方法は `pip` をインストールします。既にインストールされていた場合は何もしません。インストールされた `pip` のバージョンを `ensurepip` で利用できるもののうち、できるだけ新しいものにするためには、`--upgrade` オプションを追加して:

```
python -m ensurepip --upgrade
```

デフォルトでは、`pip` は現在の仮想環境 (もしアクティブなら) か、システムのサイトパッケージ (もしアクティブな仮想環境がなければ) にインストールされます。インストール先は 2 つの追加コマンドラインオプションで制御できます:

- `--root` *`dir`*: 現在のアクティブな仮想環境 (もしあれば) のルートや現在インストールされている Python のルートディレクトリに入れる代わりに、与えられたディレクトリをルートとして `pip` をインストールします。
- `--user`: は、現在インストールされている Python にグローバルにインストールされる代わりに、ユーザーの site packages ディレクトリに `pip` をインストールします (このオプションはアクティブな仮想環境のもとでは許可されません)。

デフォルトでは `pipX` と `pipX.Y` がインストールされます (X.Y は `ensurepip` を起動した Python のバージョン)。インストールされるスクリプトは 2 つの追加コマンドラインオプションで制御できます:

- `--altinstall`: alternate インストール。X.Y でバージョン付けされたものだけがインストールされます。
- `--default-pip`: "default pip" のインストールが要求されると、通常の二つのスクリプトに加えて `pip` スクリプトがインストールされます。

2 つのスクリプト選択オプションを指定すると例外が発生します。

28.1.2 モジュール API

ensurepip はプログラムから利用出来る 2 つの関数を公開しています:

ensurepip.version()

環境にブートストラップする際にインストールされることになる利用可能な pip のバージョンを示す文字列を返します。

ensurepip.bootstrap(*root=None*, *upgrade=False*, *user=False*, *altinstall=False*, *default_pip=False*, *verbosity=0*)

現在の環境あるいは指示された環境へ pip をブートストラップします。

root で、インストールの root ディレクトリを変更します。*root* が None の場合は、インストールは現在の環境でのデフォルトの場所を使います。

upgrade で、pip の利用可能なバージョンとして、インストール済みの以前のバージョンをアップグレードするかどうかを指定します。

user で、グローバルなインストールではなく user スキームを使うかどうかを指定します。

デフォルトではスクリプト pipX と pipX.Y はインストールされます (X.Y は Python の現在のバージョンです)。

altinstall が設定されていた場合は pipX はインストール **されません**。

default_pip がセットされていれば、pip スクリプトが 2 つの標準スクリプトと共にインストールされます。

altinstall と *default_pip* の両方を指定すると、*ValueError* を起こします。

verbosity でブートストラップ操作からの *sys.stdout* への出力の冗長レベルをコントロールします。

引数 root 付きで **監査イベント** ensurepip.bootstrap を送出します。

注釈: ブートストラップ処理は sys.path, os.environ の両方に対して副作用を持ちます。代わりに、サブプロセスとしてコマンドラインインターフェイスを使うことで、これら副作用を避けることが出来ます。

注釈: ブートストラップ処理は pip によって必要とされるモジュールを追加インストールするかもしれませんが、ほかのソフトウェアはそれら依存物がいつもデフォルトで存在していることを仮定すべきではありません (将来のバージョンの pip ではその依存はなくなるかもしれませんので)。

28.2 venv --- 仮想環境の作成

Added in version 3.3.

ソースコード: Lib/venv/

---

venv モジュールは、軽量な仮想環境の作成を行います。それぞれの仮想環境は、*site* ディレクトリに独立した Python パッケージの集合を持っています。仮想環境は、ベース Python とも呼ばれる、すでにインストールされている Python の上に作成され、明示的にインストールしたパッケージのみが利用可能となるよう、ベース Python から隔離することもできます。

仮想環境の中から使われると、pip のような一般的なインストールツールは明示的に指定しなくても仮想環境に Python パッケージをインストールします。

A virtual environment is (amongst other things):

- Used to contain a specific Python interpreter and software libraries and binaries which are needed to support a project (library or application). These are by default isolated from software in other virtual environments and Python interpreters and libraries installed in the operating system.
- Contained in a directory, conventionally either named `venv` or `.venv` in the project directory, or under a container directory for lots of virtual environments, such as `~/.virtualenvs`.
- Not checked into source control systems such as Git.
- Considered as disposable -- it should be simple to delete and recreate it from scratch. You don't place any project code in the environment
- Not considered as movable or copyable -- you just recreate the same environment in the target location.

Python 仮想環境の背景についてより詳しくは **PEP 405** を参照してください。

参考:

Python Packaging User Guide: Creating and using virtual environments

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外。

このモジュールは WebAssembly プラットフォームと iOS では動作しないか、利用不可です。WASM 上での利用可能性についてのさらなる情報は *WebAssembly* **プラットフォーム** を、iOS 上での利用可能性についてのさらなる情報は *iOS* を見てください。

28.2.1 仮想環境の作成

仮想環境 を作成するには venv コマンドを実行します:

```
python -m venv /path/to/new/virtual/environment
```

このコマンドを実行すると、ターゲットディレクトリ (および必要なだけの親ディレクトリ) が作成され、その中に pyvenv.cfg ファイルが置かれます。そのファイルの home キーはこのコマンドを呼び出した Python のインストール場所を指します (よく使われるターゲットディレクトリの名前は .venv です)。このコマンドはまた、Python バイナリのコピーまたはシンボリックリンク (のプラットフォームあるいは仮想環境作成時に使われた引数に対して適切な方) を含む bin (Windows では Scripts) サブディレクトリを作成します。さらに、lib/pythonX.Y/site-packages (Windows では Lib\site-packages) サブディレクトリも (最初は空の状態で) 作成します。指定したディレクトリが存在している場合は、それが再利用されます。

バージョン 3.5 で変更: 仮想環境の作成には、venv の使用が今は推奨されています。

バージョン 3.6 で非推奨: Python 3.3 と 3.4 では仮想環境の作成に pyvenv が推奨されていましたが、Python 3.6 で非推奨になりました。

Windows では、venv コマンドは次のように実行します:

```
c:\>Python35\python -m venv c:\path\to\myenv
```

あるいは、インストールされている Python のために PATH 変数や PATHEXT 変数が設定してある場合は次のコマンドでも実行できます:

```
c:\>python -m venv c:\path\to\myenv
```

このコマンドを -h をつけて実行すると利用できるオプションが表示されます:

```
usage: venv [-h] [--system-site-packages] [--symlinks | --copies] [--clear]
            [--upgrade] [--without-pip] [--prompt PROMPT] [--upgrade-deps]
            [--without-scm-ignore-file]
            ENV_DIR [ENV_DIR ...]

Creates virtual Python environments in one or more target directories.

positional arguments:
ENV_DIR               A directory to create the environment in.

options:
-h, --help            show this help message and exit
--system-site-packages
                        Give the virtual environment access to the system
                        site-packages dir.
--symlinks            Try to use symlinks rather than copies, when
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                        symlinks are not the default for the platform.
--copies              Try to use copies rather than symlinks, even when
                        symlinks are the default for the platform.
--clear               Delete the contents of the environment directory if
                        it already exists, before environment creation.
--upgrade             Upgrade the environment directory to use this
                        version of Python, assuming Python has been upgraded
                        in-place.
--without-pip         Skips installing or upgrading pip in the virtual
                        environment (pip is bootstrapped by default)
--prompt PROMPT       Provides an alternative prompt prefix for this
                        environment.
--upgrade-deps        Upgrade core dependencies (pip) to the latest
                        version in PyPI
--without-scm-ignore-file
                        Skips adding the default SCM ignore file to the
                        environment directory (the default is a .gitignore
                        file).

Once an environment has been created, you may wish to activate it, e.g. by
sourcing an activate script in its bin directory.
```

バージョン 3.13 で変更: `--without-scm-ignore-file` was added along with creating an ignore file for `git` by default.

バージョン 3.12 で変更: `setuptools` is no longer a core venv dependency.

バージョン 3.9 で変更: pip と setuptools を PyPI での最新版に更新するには、`--upgrade-deps` オプションを追加してください。

バージョン 3.4 で変更: デフォルトで pip をインストールします。`--without-pip` と `--copies` オプションを追加しました。

バージョン 3.4 で変更: 以前のバージョンでは、対象となるディレクトリが既に存在していた場合は、`--clear` オプションや `--upgrade` オプションを付けない限りはエラーを送出していました。

注釈: Windows でもシンボリックリンクはサポートされていますが、シンボリックリンクを使うのは推奨されません。特に注目すべきなのは、ファイルエクスプローラ上で `python.exe` をダブルクリックすると、シンボリックリンクを貪欲に解決し仮想環境を無視するということです。

注釈: Microsoft Windows では、ユーザー向けの実行ポリシーを設定して `Activate.ps1` スクリプトが使えるようにする必要があるかもしれません。この設定は次の PowerShell コマンドでできます:

PS C:> Set-ExecutionPolicy -ExecutionPolicy RemoteSigned -Scope CurrentUser

さらに詳しくは About Execution Policies を参照してください。

作成された pyvenv.cfg ファイルには、include-system-site-packages キーも含まれます。これは venv が --system-site-packages オプションをつけて実行されたなら true で、そうでなければ false です。

--without-pip オプションが与えられない限り、pip を仮想環境でブートするために *ensurepip* が呼ばれます。

venv には複数のパスを渡すことができ、その場合はそれぞれのパスに同一の仮想環境が作成されます。

28.2.2 仮想環境のしくみ

Python インタプリタが仮想環境で実行しているとき、*sys.prefix* と *sys.exec_prefix* は仮想環境のディレクトリを指し示し、*sys.base_prefix* と *sys.base_exec_prefix* は仮想環境の作成に使われたベース Python のディレクトリを指し示します。sys.prefix != sys.base_prefix を調べれば、現在のインタプリタが仮想環境で実行しているかを判定できます。

A virtual environment may be "activated" using a script in its binary directory (**bin** on POSIX; **Scripts** on Windows). This will prepend that directory to your **PATH**, so that running **python** will invoke the environment's Python interpreter and you can run installed scripts without having to use their full path. The invocation of the activation script is platform-specific (*<venv>* must be replaced by the path to the directory containing the virtual environment):

プラットフォーム	シェル	仮想環境を有効化するためのコマンド
POSIX	bash/zsh	$ source *<venv>*/bin/activate
	fish	$ source *<venv>*/bin/activate.fish
	csh/tcsh	$ source *<venv>*/bin/activate.csh
	PowerShell	$ *<venv>*/bin/Activate.ps1
Windows	cmd.exe	C:\> *<venv>*\Scripts\activate.bat
	PowerShell	PS C:\> *<venv>*\Scripts\Activate.ps1

Added in version 3.4: **fish** および **csh** の有効化スクリプト。

Added in version 3.8: PowerShell Core のサポートのために POSIX 環境にインストールされた、PowerShell 有効化スクリプト。

Python を呼び出すときに仮想環境の Python インタプリタへのフルパスを指定すれば良いだけなので、仮想環境をアクティベートする **必要** はありません。さらに、仮想環境にインストールされたすべてのスクリプトはアクティベートせずとも実行可能なはずです。

これを達成するため、仮想環境にインストールされたスクリプトは、仮想環境の Python インタープリターを指し示す "shebang" の行を含みます i.e. #!/*<path-to-venv>*/bin/python 。つまり、PATH の値に関係なくその

スクリプトはそのインタープリターを使って実行されます。Windows では、”shebang” の行の処理は launcher がインストールされていれば可能です。したがって、Windows のエクスプローラのウィンドウで、インストールされたスクリプトをダブルクリックすると、仮想環境をアクティベートしたり PATH を編集したりしなくても、正しいインタープリターでスクリプトが実行されるはずです。

仮想環境がアクティベートされると、VIRTUAL_ENV 環境変数の値が仮想環境へのパスに設定されます。アクティベートしなくても仮想環境を使うことは可能なため、仮想環境が使われているか否かの判断を VIRTUAL_ENV に頼ることはできません。

警告: 仮想環境にインストールされたスクリプトは仮想環境がアクティベートされていることを前提とすべきではないため、shebang の行は仮想環境のインタプリタへの絶対パスを含みます。このため、本質的に、仮想環境は一般の場合ポータブルではありません。いつでも仮想環境を再作成できる簡単な方法を持っておくべきです（例えば、requirements.txt という requirements ファイルがあれば、仮想環境の pip を用いて、pip install -r requirements.txt を呼び出すことで、仮想環境が必要とするすべてのパッケージをインストールできます)。何らかの理由で仮想環境を別の場所に移動する必要がある場合は、新しい場所で仮想環境を再作成し、古い場所にある仮想環境を削除してください。仮想環境の親ディレクトリを移動したため仮想環境も移動された場合は、新しい場所で仮想環境を再作成する必要があります。さもなくば、仮想環境にインストールされたソフトウェアが想定通りに動作しない可能性があります。

シェルで deactivate と入力することで仮想環境を無効化できます。厳密な仕組みはプラットフォーム固有であり、内部の実装詳細です (たいていはスクリプトかシェル関数が使われます)。

28.2.3 API

上述の高水準のメソッドは、サードパーティの仮想環境の作成者が環境の作成を必要に応じてカスタマイズするための機構を提供する簡素な API を利用します。それが *EnvBuilder* クラスです。

class venv.EnvBuilder(*system_site_packages=False*, *clear=False*, *symlinks=False*, *upgrade=False*, *with_pip=False*, *prompt=None*, *upgrade_deps=False*, ***, *scm_ignore_files=frozenset()*)

EnvBuilder クラスを実体化するときに、以下のキーワード引数を受け取ります:

- system_site_packages -- 真偽値で、システムの Python の site-packages を仮想環境から利用できるかどうかを示します (デフォルト: False)。
- clear -- 真偽値で、真の場合環境を作成する前に既存の対象ディレクトリの中身を削除します。
- symlinks -- 真偽値で、Python のバイナリをコピーせずにシンボリックの作成を試みるかどうかを示します。
- upgrade -- 真偽値で、真の場合実行中の Python で既存の環境をアップグレードします。その Python

がインプレースでアップグレードされたときに用います。デフォルトは False です。

- with_pip -- 真偽値で、真の場合仮想環境に pip がインストールされていることを保証します。--default-pip オプションで *ensurepip* を使用します。
- prompt -- 仮想環境がアクティベートされたときに使う文字列（デフォルトは None のため、仮想環境のディレクトリ名が使われます）。もし特殊な文字列 "." が渡された場合、カレントディレクトリのベース名がプロンプトとして用いられます。
- upgrade_deps -- venv のベースのモジュールを PyPI での最新版にアップデートします。
- scm_ignore_files -- Create ignore files based for the specified source control managers (SCM) in the iterable. Support is defined by having a method named create_{scm}_ignore_file. The only value supported by default is "git" via *create_git_ignore_file()*.

バージョン 3.4 で変更: with_pip 引数が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: prompt 引数が追加されました。

バージョン 3.9 で変更: upgrade_deps 引数が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: Added the scm_ignore_files parameter

サードパーティーの仮想環境ツールの作成者は、*EnvBuilder* を継承して使うことができます。

返される env-builder オブジェクトには create というメソッドがあります:

create(*env_dir*)

仮想環境を持つことになるターゲットディレクトリ (絶対パスあるいは現在のディレクトリからの相対パス) を指定し、仮想環境を作成します。create メソッドは、指定されたディレクトリに仮想環境を構築するか、適切な例外を送出します。

EnvBuilder クラスの create メソッドは、サブクラスのカスタマイズに使えるフックを説明します:

```
def create(self, env_dir):
    """
    Create a virtualized Python environment in a directory.
    env_dir is the target directory to create an environment in.
    """
    env_dir = os.path.abspath(env_dir)
    context = self.ensure_directories(env_dir)
    self.create_configuration(context)
    self.setup_python(context)
    self.setup_scripts(context)
    self.post_setup(context)
```

メソッド *ensure_directories()*, *create_configuration()*, *setup_python()*, *setup_scripts()*, *post_setup()* はそれぞれオーバーライドできます。

ensure_directories(*env_dir*)

仮想環境のディレクトリとすべての必要なサブディレクトリのうちまだ存在しないものを作成し、コンテキストオブジェクトを返します。このコンテキストオブジェクトは他のメソッドで使うために（パスなどの）属性を保持しているだけです。もし *EnvBuilder* が `clear=True` の引数で作成された場合、仮想環境のディレクトリの中身は消去され、すべての必要なサブディレクトリが再作成されます。

返されるコンテキストオブジェクトは以下の属性を持った *types.SimpleNamespace* です:

- `env_dir` - 仮想環境の場所。アクティベートスクリプトの中の `__VENV_DIR__` で使われます（*install_scripts()* を参照してください）。
- `env_name` - 仮想環境の名前。アクティベートスクリプトの中の `__VENV_NAME__` で使われます（*install_scripts()* を参照してください）。
- `prompt` - アクティベートスクリプトで使われるプロンプト。アクティベートスクリプトの中の `__VENV_PROMPT__` で使われます（*install_scripts()* を参照してください）。
- `executable` - 仮想環境の元になっている Python 実行可能ファイル。これは仮想環境が別の仮想環境から作られた場合も考慮に入れます。
- `inc_path` - 仮想環境の include パス。
- `lib_path` - 仮想環境の purelib パス。
- `bin_path` - 仮想環境のスクリプトのパス。
- `bin_name` - 仮想環境の場所に相対的な、スクリプトのパス。アクティベートスクリプトの中の `__VENV_BIN_NAME__` で使われます（*install_scripts()* を参照してください）。
- `env_exe` - 仮想環境の中の Python インタプリタの名前。アクティベートスクリプトの中の `__VENV_PYTHON__` で使われます（*install_scripts()* を参照してください）。
- `env_exec_cmd` - ファイルシステムのリダイレクトを考慮に入れた、Python インタプリタの名前。これは仮想環境の中で Python を実行するのに使えます。

バージョン 3.11 で変更: *venv* **システム構成インストールスキーム** は作成されたディレクトリのパスを構築するために使われます。

バージョン 3.12 で変更: コンテキストに `lib_path` 属性が追加され、コンテキストオブジェクトがドキュメントに追加されました。

create_configuration(*context*)

仮想環境に `pyvenv.cfg` 設定ファイルを作成します。

setup_python(*context*)

Python 実行ファイルのコピーまたはシンボリックリンクを仮想環境に作成します。POSIX システムで、特定の `python3.x` 実行ファイルが使われている場合、同じ名前のファイルが既に存在していな

い限り、python および python3 へのシンボリックリンクがその実行ファイルを指すように作成されます。

setup_scripts(*context*)

プラットフォームに対応した有効化スクリプトを仮想環境にインストールします。

upgrade_dependencies(*context*)

Upgrades the core venv dependency packages (currently pip) in the environment. This is done by shelling out to the pip executable in the environment.

Added in version 3.9.

バージョン 3.12 で変更: setuptools is no longer a core venv dependency.

post_setup(*context*)

サードパーティーライブラリがオーバーライドするための空のメソッドです。このメソッドをオーバーライドして、仮想環境構築後にパッケージのプリインストールなどのステップを実装できます。

バージョン 3.7.2 で変更: Windows では、バイナリそのものをコピーするのではなく、python[w].exe にリダイレクトを行うスクリプトを使うようになりました。3.7.2 でのみ、ソース群でビルドを実行しているのでなければ *setup_python()* だけは何もしません。

バージョン 3.7.3 で変更: Windows では、*setup_scripts()* の代わりに *setup_python()* の一部としてリダイレクトを行うスクリプトをコピーします。これは 3.7.2 には当てはまりません。シンボリックリンクを使ったときは、オリジナルの実行ファイルをコピーします。

これらに加えて、*EnvBuilder* は *setup_scripts()* やサブクラスの *post_setup()* が仮想環境にスクリプトをインストールするためのユーティリティーメソッドを提供しています。

install_scripts(*context*, *path*)

path は ”common”, ”posix”, ”nt” ディレクトリを格納したディレクトリへのパスです。各サブディレクトリには仮想環境の bin ディレクトリにインストールするスクリプトを格納します。”common” の中身と、*os.name* に一致するディレクトリの中身を、以下の置換処理を行いながらコピーします:

- __VENV_DIR__ は仮想環境ディレクトリの絶対パスに置換されます。
- __VENV_NAME__ は仮想環境の名前 (仮想環境ディレクトリのパスの最後の部分) に置換されます。
- __VENV_PROMPT__ はプロンプトに置換されます (括弧で囲まれ空白が続く環境名)。
- __VENV_BIN_NAME__ は bin ディレクトリ名 (bin か Scripts) に置換されます。
- __VENV_PYTHON__ は仮想環境の Python 実行ファイルの絶対パスに置換されます。

(既存環境のアップグレード中は) ディレクトリは存在しても構いません。

create_git_ignore_file(*context*)

Creates a `.gitignore` file within the virtual environment that causes the entire directory to be ignored by the `git` source control manager.

Added in version 3.13.

モジュールレベルの簡易関数もあります:

venv.create(*env_dir*, *system_site_packages=False*, *clear=False*, *symlinks=False*, *with_pip=False*, *prompt=None*, *upgrade_deps=False*, ***, *scm_ignore_files=frozenset()*)

EnvBuilder を指定されたキーワード引数を使って作成し、その *create()* メソッドに *env_dir* 引数を渡して実行します。

Added in version 3.3.

バージョン 3.4 で変更: `with_pip` 引数が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: `prompt` 引数が追加されました。

バージョン 3.9 で変更: `upgrade_deps` 引数が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: Added the `scm_ignore_files` parameter

28.2.4 EnvBuilder を拡張する例

次のスクリプトで、作成された仮想環境に setuptools と pip をインストールするサブクラスを実装して *EnvBuilder* を拡張する方法を示します:

```
import os
import os.path
from subprocess import Popen, PIPE
import sys
from threading import Thread
from urllib.parse import urlparse
from urllib.request import urlretrieve
import venv

class ExtendedEnvBuilder(venv.EnvBuilder):
    """
    This builder installs setuptools and pip so that you can pip or
    easy_install other packages into the created virtual environment.

    :param nodist: If true, setuptools and pip are not installed into the
                   created virtual environment.
    :param nopip: If true, pip is not installed into the created
                  virtual environment.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    :param progress: If setuptools or pip are installed, the progress of the
                     installation can be monitored by passing a progress
                     callable. If specified, it is called with two
                     arguments: a string indicating some progress, and a
                     context indicating where the string is coming from.
                     The context argument can have one of three values:
                     'main', indicating that it is called from virtualize()
                     itself, and 'stdout' and 'stderr', which are obtained
                     by reading lines from the output streams of a subprocess
                     which is used to install the app.

                     If a callable is not specified, default progress
                     information is output to sys.stderr.
    """

    def __init__(self, *args, **kwargs):
        self.nodist = kwargs.pop('nodist', False)
        self.nopip = kwargs.pop('nopip', False)
        self.progress = kwargs.pop('progress', None)
        self.verbose = kwargs.pop('verbose', False)
        super().__init__(*args, **kwargs)

    def post_setup(self, context):
        """
        Set up any packages which need to be pre-installed into the
        virtual environment being created.

        :param context: The information for the virtual environment
                        creation request being processed.
        """
        os.environ['VIRTUAL_ENV'] = context.env_dir
        if not self.nodist:
            self.install_setuptools(context)
        # Can't install pip without setuptools
        if not self.nopip and not self.nodist:
            self.install_pip(context)

    def reader(self, stream, context):
        """
        Read lines from a subprocess' output stream and either pass to a progress
        callable (if specified) or write progress information to sys.stderr.
        """
        progress = self.progress
        while True:
            s = stream.readline()
            if not s:
                break
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            if progress is not None:
                progress(s, context)
            else:
                if not self.verbose:
                    sys.stderr.write('.')
                else:
                    sys.stderr.write(s.decode('utf-8'))
                sys.stderr.flush()
        stream.close()

    def install_script(self, context, name, url):
        _, _, path, _, _, _ = urlparse(url)
        fn = os.path.split(path)[-1]
        binpath = context.bin_path
        distpath = os.path.join(binpath, fn)
        # Download script into the virtual environment's binaries folder
        urlretrieve(url, distpath)
        progress = self.progress
        if self.verbose:
            term = '\n'
        else:
            term = ''
        if progress is not None:
            progress('Installing %s ...%s' % (name, term), 'main')
        else:
            sys.stderr.write('Installing %s ...%s' % (name, term))
            sys.stderr.flush()
        # Install in the virtual environment
        args = [context.env_exe, fn]
        p = Popen(args, stdout=PIPE, stderr=PIPE, cwd=binpath)
        t1 = Thread(target=self.reader, args=(p.stdout, 'stdout'))
        t1.start()
        t2 = Thread(target=self.reader, args=(p.stderr, 'stderr'))
        t2.start()
        p.wait()
        t1.join()
        t2.join()
        if progress is not None:
            progress('done.', 'main')
        else:
            sys.stderr.write('done.\n')
        # Clean up - no longer needed
        os.unlink(distpath)

    def install_setuptools(self, context):
        """
        Install setuptools in the virtual environment.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        :param context: The information for the virtual environment
                        creation request being processed.
        """
        url = "https://bootstrap.pypa.io/ez_setup.py"
        self.install_script(context, 'setuptools', url)
        # clear up the setuptools archive which gets downloaded
        pred = lambda o: o.startswith('setuptools-') and o.endswith('.tar.gz')
        files = filter(pred, os.listdir(context.bin_path))
        for f in files:
            f = os.path.join(context.bin_path, f)
            os.unlink(f)

    def install_pip(self, context):
        """
        Install pip in the virtual environment.

        :param context: The information for the virtual environment
                        creation request being processed.
        """
        url = 'https://bootstrap.pypa.io/get-pip.py'
        self.install_script(context, 'pip', url)


def main(args=None):
    import argparse

    parser = argparse.ArgumentParser(prog=__name__,
                                     description='Creates virtual Python '
                                                 'environments in one or '
                                                 'more target '
                                                 'directories.')
    parser.add_argument('dirs', metavar='ENV_DIR', nargs='+',
                        help='A directory in which to create the '
                             'virtual environment.')
    parser.add_argument('--no-setuptools', default=False,
                        action='store_true', dest='nodist',
                        help="Don't install setuptools or pip in the "
                             "virtual environment.")
    parser.add_argument('--no-pip', default=False,
                        action='store_true', dest='nopip',
                        help="Don't install pip in the virtual "
                             "environment.")
    parser.add_argument('--system-site-packages', default=False,
                        action='store_true', dest='system_site',
                        help='Give the virtual environment access to the '
                             'system site-packages dir.')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    if os.name == 'nt':
        use_symlinks = False
    else:
        use_symlinks = True
    parser.add_argument('--symlinks', default=use_symlinks,
                        action='store_true', dest='symlinks',
                        help='Try to use symlinks rather than copies, '
                             'when symlinks are not the default for '
                             'the platform.')
    parser.add_argument('--clear', default=False, action='store_true',
                        dest='clear', help='Delete the contents of the '
                                           'virtual environment '
                                           'directory if it already '
                                           'exists, before virtual '
                                           'environment creation.')
    parser.add_argument('--upgrade', default=False, action='store_true',
                        dest='upgrade', help='Upgrade the virtual '
                                             'environment directory to '
                                             'use this version of '
                                             'Python, assuming Python '
                                             'has been upgraded '
                                             'in-place.')
    parser.add_argument('--verbose', default=False, action='store_true',
                        dest='verbose', help='Display the output '
                                             'from the scripts which '
                                             'install setuptools and pip.')
    options = parser.parse_args(args)
    if options.upgrade and options.clear:
        raise ValueError('you cannot supply --upgrade and --clear together.')
    builder = ExtendedEnvBuilder(system_site_packages=options.system_site,
                                 clear=options.clear,
                                 symlinks=options.symlinks,
                                 upgrade=options.upgrade,
                                 nodist=options.nodist,
                                 nopip=options.nopip,
                                 verbose=options.verbose)
    for d in options.dirs:
        builder.create(d)

if __name__ == '__main__':
    rc = 1
    try:
        main()
        rc = 0
    except Exception as e:
        print('Error: %s' % e, file=sys.stderr)
    sys.exit(rc)
```

このスクリプトは オンライン よりダウンロードすることも可能です。

28.3 zipapp --- 実行可能な Python zip アーカイブを管理する

Added in version 3.5.

ソースコード: Lib/zipapp.py

このモジュールは Python コードを含む zip ファイルの作成を行うツールを提供します。zip ファイルは Python インタープリタで直接実行することが出来ます。このモジュールは **コマンドラインインターフェイス** と *Python API* の両方を提供します。

28.3.1 基本的な例

実行可能なアーカイブを Python コードを含むディレクトリから作成する為に **コマンドラインインターフェイス** をどのように利用することができるかを以下に例示します。アーカイブは実行時にアーカイブ内の `myapp` モジュールから `main` 関数を実行します。

```
$ python -m zipapp myapp -m "myapp:main"
$ python myapp.pyz
<output from myapp>
```

28.3.2 コマンドラインインターフェイス

コマンドラインからプログラムとして呼び出す場合は、次の形式を使用います:

```
$ python -m zipapp source [options]
```

source がディレクトリである場合、*source* ディレクトリの内容からアーカイブを作成します。*source* がファイルである場合、*source* ファイル自身をアーカイブ化し、保存先アーカイブへコピーします。(または --info オプションが指定されている場合はファイルのシェバン行が表示されます。)

以下のオプションが解釈されます:

-o <output>, --output=<output>

出力を *output* に指定した名前のファイルへ書込みます。このオプションが指定されていない場合、出力先ファイル名は入力元 *source* と同じになり、`.pyz` 拡張子が付与されます。ファイル名が明示的に指定されている場合は、指定されたファイル名を使用します。(必要であれば `.pyz` 拡張子が含まれます。)

source がアーカイブである場合は、出力先ファイル名を必ず指定しなければなりません。(*source* がアーカイブである場合は *output* を必ず *source* とは別の名前にしてください。)

-p <interpreter>, --python=<interpreter>

実行コマンドとしての *interpreter* を指定する `#!` 行を書庫に追加します。また、POSIX では書庫を実行可能にします。デフォルトでは `#!` 行を書かず、ファイルを実行可能にはしません。

-m <mainfn>, --main=<mainfn>

mainfn を実行するアーカイブへ `__main__.py` ファイルを書込んでください。*mainfn* 引数は "pkg.mod:fn" の形式で指定します。"pkg.mod" の場所はアーカイブ内の package/module です。"fn" は指定した module から呼出すことのできる関数です。`__main__.py` ファイルが module から呼出すことのできる関数を実行します。

書庫をコピーする際、*--main* を指定することは出来ません。

-c, --compress

Compress files with the deflate method, reducing the size of the output file. By default, files are stored uncompressed in the archive.

書庫をコピーする際、*--compress* に効果はありません。

Added in version 3.7.

--info

診断するために書庫に埋め込まれたインタープリタを表示します。この場合、他の全てのオプションは無視され、SOURCE はディレクトリではなく書庫でなければなりません。

-h, --help

簡単な使用法を表示して終了します。

28.3.3 Python API

このモジュールは 2 つの簡便関数を定義しています:

zipapp.create_archive(*source*, *target=None*, *interpreter=None*, *main=None*, *filter=None*, *compressed=False*)

source からアプリケーション書庫を作成します。ソースは以下のいずれかです:

- ディレクトリ名、または新しいアプリケーションアーカイブがディレクトリのコンテンツから作成される場合に *path-like object* オブジェクトが参照するディレクトリ。
- 既存のアプリケーションアーカイブファイルの名前、または (*interpreter* 引数に指定した値を反映し、修正する) アーカイブへファイルがコピーされる場合に *path-like object* オブジェクトが参照するファイル。
- バイトモードの読込みで開くファイルオブジェクト。ファイルの内容がアプリケーションアーカイブとなり、ファイルオブジェクトがアーカイブの起点となります。

target 引数は作成される書庫が書き込まれる場所を決めます:

- ファイル名、または *path-like object* オブジェクトを指定した場合、アーカイブは指定したファイルへ書き込まれます。
- 開いているファイルオブジェクトを指定した場合、アーカイブはそのファイルオブジェクトへ書込みを行ないます。ファイルオブジェクトは必ずバイトモードの書込みで開いてください。
- target を指定しないか `None` を渡した場合、source は必ずディレクトリでなければならず、target は source のファイル名に `.pyz` 拡張子を付与したファイル名となります。

interpreter 引数はアーカイブが実行時に使用する Python インタープリタの名前を指定します。インタープリタ名は " シェバン" 行としてアーカイブの起点に書込まれます。POSIX では OS によってシェバンが解釈され、Windows では Python ランチャーによって扱われます。シェバン行が書込まれていない場合は *interpreter* の結果を無視します。interpreter が指定されており、target がファイル名である場合、target ファイルの実行可能ビットが設定されます。

main 引数はアーカイブのメインプログラムとして使用する callable の名前を指定します。*main* 引数は source がディレクトリであり、source が既に `__main__.py` ファイルを保持していない場合に限り、指定することができます。*main* 引数は "pkg.module:callable" の形式を取り、アーカイブは "pkg.module" をインポートして実行され、指定した callable を引数なしで実行します。source がディレクトリであり、`__main__.py` が含まれていない場合、*main* は無視すべきエラーとなり、作成されたアーカイブには実行可能ビットが設定されません。

The optional *filter* argument specifies a callback function that is passed a Path object representing the path to the file being added (relative to the source directory). It should return `True` if the file is to be added.

The optional *compressed* argument determines whether files are compressed. If set to `True`, files in the archive are compressed with the deflate method; otherwise, files are stored uncompressed. This argument has no effect when copying an existing archive.

source または *target* へファイルオブジェクトを指定した場合、caller が create_archive の呼出し後にオブジェクトを閉じます。

既存のアーカイブをコピーする際、ファイルオブジェクトは `read` , `readline` , `write` メソッドのみを提供します。アーカイブをディレクトリから作成する際、target がファイルオブジェクトである場合は、`zipfile.ZipFile` クラスへ渡されます。必ずクラスが必要とするメソッドを提供してください。

バージョン 3.7 で変更: Added the *filter* and *compressed* parameters.

`zipapp.get_interpreter`(*archive*)

アーカイブの最初の行の `#!` に指定されたインタープリタを返します。`#!` が無い場合は *None* を返します。*archive* 引数は、ファイル名またはバイトモードの読込みで開いたファイルに準じるオブジェクトを指定することができ、アーカイブの起点で決定されます。

28.3.4 使用例

ディレクトリを書庫に圧縮し、実行します。

```
$ python -m zipapp myapp
$ python myapp.pyz
<output from myapp>
```

同じことを *create_archive()* 関数を使用して行うことができます:

```
>>> import zipapp
>>> zipapp.create_archive('myapp', 'myapp.pyz')
```

POSIX でアプリケーションを直接実行可能にするには使用するインタープリタを指定します。

```
$ python -m zipapp myapp -p "/usr/bin/env python"
$ ./myapp.pyz
<output from myapp>
```

シバン行を既存の書庫で置換するには、*create_archive()* function: を使用して変更された書庫を作成します:

```
>>> import zipapp
>>> zipapp.create_archive('old_archive.pyz', 'new_archive.pyz', '/usr/bin/python3')
```

アーカイブ内のファイルを更新するには *BytesIO* オブジェクトを使用してメモリーへ格納し、元のファイルを上書きして置換してください。ファイルを上書きする際にエラーが発生し、元のファイルが失われる危険性があることに注意してください。このコードは上記のようなエラーからファイルを保護しませんが、プロダクションコードは保護するべきです。この方法はアーカイブがメモリーに収まる場合にのみ動作します:

```
>>> import zipapp
>>> import io
>>> temp = io.BytesIO()
>>> zipapp.create_archive('myapp.pyz', temp, '/usr/bin/python2')
>>> with open('myapp.pyz', 'wb') as f:
>>>     f.write(temp.getvalue())
```

28.3.5 インタープリタの指定

Note that if you specify an interpreter and then distribute your application archive, you need to ensure that the interpreter used is portable. The Python launcher for Windows supports most common forms of POSIX `#!` line, but there are other issues to consider:

- If you use "/usr/bin/env python" (or other forms of the "python" command, such as "/usr/bin/python"), you need to consider that your users may have either Python 2 or Python 3

as their default, and write your code to work under both versions.

- If you use an explicit version, for example "/usr/bin/env python3" your application will not work for users who do not have that version. (This may be what you want if you have not made your code Python 2 compatible).
- There is no way to say "python X.Y or later", so be careful of using an exact version like "/usr/bin/env python3.4" as you will need to change your shebang line for users of Python 3.5, for example.

Typically, you should use an "/usr/bin/env python2" or "/usr/bin/env python3", depending on whether your code is written for Python 2 or 3.

28.3.6 Creating Standalone Applications with zipapp

Using the *zipapp* module, it is possible to create self-contained Python programs, which can be distributed to end users who only need to have a suitable version of Python installed on their system. The key to doing this is to bundle all of the application's dependencies into the archive, along with the application code.

The steps to create a standalone archive are as follows:

1. Create your application in a directory as normal, so you have a `myapp` directory containing a `__main__.py` file, and any supporting application code.
2. Install all of your application's dependencies into the `myapp` directory, using pip:

   ```
   $ python -m pip install -r requirements.txt --target myapp
   ```

   (this assumes you have your project requirements in a `requirements.txt` file - if not, you can just list the dependencies manually on the pip command line).
3. Package the application using:

   ```
   $ python -m zipapp -p "interpreter" myapp
   ```

This will produce a standalone executable, which can be run on any machine with the appropriate interpreter available. See インタープリタの指定 for details. It can be shipped to users as a single file.

On Unix, the `myapp.pyz` file is executable as it stands. You can rename the file to remove the `.pyz` extension if you prefer a "plain" command name. On Windows, the `myapp.pyz[w]` file is executable by virtue of the fact that the Python interpreter registers the `.pyz` and `.pyzw` file extensions when installed.

Caveats

If your application depends on a package that includes a C extension, that package cannot be run from a zip file (this is an OS limitation, as executable code must be present in the filesystem for the OS loader to load it). In this case, you can exclude that dependency from the zipfile, and either require your users to have it installed, or ship it alongside your zipfile and add code to your `__main__.py` to include the directory containing the unzipped module in `sys.path`. In this case, you will need to make sure to ship appropriate binaries for your target architecture(s) (and potentially pick the correct version to add to `sys.path` at runtime, based on the user's machine).

28.3.7 The Python Zip Application Archive Format

Python has been able to execute zip files which contain a `__main__.py` file since version 2.6. In order to be executed by Python, an application archive simply has to be a standard zip file containing a `__main__.py` file which will be run as the entry point for the application. As usual for any Python script, the parent of the script (in this case the zip file) will be placed on *sys.path* and thus further modules can be imported from the zip file.

The zip file format allows arbitrary data to be prepended to a zip file. The zip application format uses this ability to prepend a standard POSIX "shebang" line to the file (`#!/path/to/interpreter`).

Formally, the Python zip application format is therefore:

1. An optional shebang line, containing the characters `b'#!'` followed by an interpreter name, and then a newline (`b'\n'`) character. The interpreter name can be anything acceptable to the OS "shebang" processing, or the Python launcher on Windows. The interpreter should be encoded in UTF-8 on Windows, and in *sys.getfilesystemencoding()* on POSIX.

2. Standard zipfile data, as generated by the *zipfile* module. The zipfile content *must* include a file called `__main__.py` (which must be in the "root" of the zipfile - i.e., it cannot be in a subdirectory). The zipfile data can be compressed or uncompressed.

If an application archive has a shebang line, it may have the executable bit set on POSIX systems, to allow it to be executed directly.

There is no requirement that the tools in this module are used to create application archives - the module is a convenience, but archives in the above format created by any means are acceptable to Python.

第

TWENTYNINE

PYTHON ランタイムサービス

この章では、Python インタープリタや Python 環境に深く関連する各種の機能を解説します。以下に一覧を示します:

29.1 sys --- システム固有のパラメーターと関数

このモジュールでは、インタプリタで使用・管理している変数や、インタプリタの動作に深く関連する関数を定義しています。このモジュールは常に利用可能です。

`sys.abiflags`

Python が標準的な `configure` でビルトされた POSIX システムにおいて、**PEP 3149** に記述された ABI フラグを含みます。

Added in version 3.2.

バージョン 3.8 で変更: デフォルトのフラグは空文字列になりました。(pymalloc のための `m` フラグが取り除かれました)

利用可能な環境: Unix。

`sys.addaudithook(`*hook*`)`

呼び出し可能な *hook* を現在の (サブ) インタープリタのアクティブな監査用フックのリストに加えます。

When an auditing event is raised through the *`sys.audit()`* function, each hook will be called in the order it was added with the event name and the tuple of arguments. Native hooks added by `PySys_AddAuditHook()` are called first, followed by hooks added in the current (sub)interpreter. Hooks can then log the event, raise an exception to abort the operation, or terminate the process entirely.

Note that audit hooks are primarily for collecting information about internal or otherwise unobservable actions, whether by Python or libraries written in Python. They are not suitable for implementing a "sandbox". In particular, malicious code can trivially disable or bypass hooks added using this function.

At a minimum, any security-sensitive hooks must be added using the C API `PySys_AddAuditHook()` before initialising the runtime, and any modules allowing arbitrary memory modification (such as *ctypes*) should be completely removed or closely monitored.

引数無しで **監査イベント** `sys.addaudithook` を送出します。

See the *audit events table* for all events raised by CPython, and **PEP 578** for the original design discussion.

Added in version 3.8.

バージョン 3.8.1 で変更: *RuntimeError* ではない *Exception* は抑制されなくなりました。

CPython 実装の詳細: When tracing is enabled (see *settrace()*), Python hooks are only traced if the callable has a `__cantrace__` member that is set to a true value. Otherwise, trace functions will skip the hook.

`sys.argv`

Python スクリプトに渡されたコマンドライン引数のリスト。`argv[0]` はスクリプトの名前となりますが、フルパス名かどうかは、OS によって異なります。コマンドライン引数に `-c` を付けて Python を起動した場合、`argv[0]` は文字列 `'-c'` となります。スクリプト名なしで Python を起動した場合、`argv[0]` は空文字列になります。

標準入力もしくはコマンドライン引数で指定されたファイルのリストに渡ってループするには、*fileinput* モジュールを参照してください。

See also *sys.orig_argv*.

注釈: Unix では、コマンドライン引数は OS からバイト列で渡されます。Python はそれをファイルシステムエンコーディングと "surrogateescape" エラーハンドラを使ってデコードします。オリジナルのバイト列が必要なときには、`[os.fsencode(arg) for arg in sys.argv]` で取得できます。

`sys.audit`(*event*, **args*)

Raise an auditing event and trigger any active auditing hooks. *event* is a string identifying the event, and *args* may contain optional arguments with more information about the event. The number and types of arguments for a given event are considered a public and stable API and should not be modified between releases.

For example, one auditing event is named `os.chdir`. This event has one argument called *path* that will contain the requested new working directory.

sys.audit() will call the existing auditing hooks, passing the event name and arguments, and will re-raise the first exception from any hook. In general, if an exception is raised, it should not be handled and the process should be terminated as quickly as possible. This allows hook implementations to

decide how to respond to particular events: they can merely log the event or abort the operation by raising an exception.

Hooks are added using the *sys.addaudithook()* or `PySys_AddAuditHook()` functions.

The native equivalent of this function is `PySys_Audit()`. Using the native function is preferred when possible.

See the *audit events table* for all events raised by CPython.

Added in version 3.8.

sys.base_exec_prefix

Python の起動中、`site.py` が実行される前、*exec_prefix* と同じ値が設定されます。**仮想環境** で実行されたのでなければ、この値は変化しません; `site.py` が仮想環境で使用されていると判断した場合、*prefix* および *exec_prefix* は仮想環境を示すよう変更され、*base_prefix* および *base_exec_prefix* は引き続き (仮想環境が作成された) ベースの Python インストール先を示します。

Added in version 3.3.

sys.base_prefix

Python の起動中、`site.py` が実行される前、*prefix* と同じ値が設定されます。**仮想環境** で実行されたのでなければ、この値は変化しません; `site.py` が仮想環境で使用されていると検出した場合、*prefix* および *exec_prefix* は仮想環境を示すよう変更され、*base_prefix* および *base_exec_prefix* は引き続き (仮想環境が作成された) ベースの Python インストール先を示します。

Added in version 3.3.

sys.byteorder

プラットフォームのバイト順を示します。ビッグエンディアン (最上位バイトが先頭) のプラットフォームでは `'big'`, リトルエンディアン (最下位バイトが先頭) では `'little'` となります。

sys.builtin_module_names

コンパイル時に Python インタプリタに組み込まれた、全てのモジュール名を含む文字列のタプル (この情報は、他の手段では取得することができません。`modules.keys()` は、インポートされたモジュールのみのリストを返します。)

See also the *sys.stdlib_module_names* list.

sys.call_tracing(*func*, *args*)

Call `func(*args)`, while tracing is enabled. The tracing state is saved, and restored afterwards. This is intended to be called from a debugger from a checkpoint, to recursively debug or profile some other code.

Tracing is suspended while calling a tracing function set by *settrace()* or *setprofile()* to avoid infinite recursion. `call_tracing()` enables explicit recursion of the tracing function.

sys.copyright

Python インタプリタの著作権を表示する文字列です。

sys._clear_type_cache()

内部の型キャッシュをクリアします。型キャッシュは属性とメソッドの検索を高速化するために利用されます。この関数は、参照リークをデバッグするときに不要な参照を削除するため **だけ** に利用してください。

この関数は、内部的かつ特殊な目的にのみ利用されるべきです。

バージョン 3.13 で非推奨: Use the more general *_clear_internal_caches()* function instead.

sys._clear_internal_caches()

Clear all internal performance-related caches. Use this function *only* to release unnecessary references and memory blocks when hunting for leaks.

Added in version 3.13.

sys._current_frames()

各スレッドの識別子を関数が呼ばれた時点のそのスレッドでアクティブになっている一番上のスタックフレームに結びつける辞書を返します。モジュール *traceback* の関数を使えばそのように与えられたフレームのコールスタックを構築できます。

この関数はデッドロックをデバッグするのに非常に有効です。デッドロック状態のスレッドの協調動作を必要としませんし、そういったスレッドのコールスタックはデッドロックである限りフリーズしたままです。デッドロックにないスレッドのフレームについては、そのフレームを調べるコードを呼んだ時にはそのスレッドの現在の実行状況とは関係ないところを指し示しているかもしれません。

この関数は、内部的かつ特殊な目的にのみ利用されるべきです。

引数無しで **監査イベント** `sys._current_frames` を送出します。

sys._current_exceptions()

Return a dictionary mapping each thread's identifier to the topmost exception currently active in that thread at the time the function is called. If a thread is not currently handling an exception, it is not included in the result dictionary.

This is most useful for statistical profiling.

この関数は、内部的かつ特殊な目的にのみ利用されるべきです。

引数無しで **監査イベント** `sys._current_exceptions` を送出します。

バージョン 3.12 で変更: Each value in the dictionary is now a single exception instance, rather than a 3-tuple as returned from `sys.exc_info()`.

sys.breakpointhook()

このフック関数は組み込みの *breakpoint()* から呼ばれます。デフォルトでは、この関数は *pdb* デバッガに処理を移行させますが、他の関数を設定することもでき、使用するデバッガを選べます。

この関数のシグネチャは何を呼び出すかに依存します。例えば、(pdb.set_trace() などの) デフォルトの結び付けでは引数は求められませんが、追加の引数 (位置引数およびキーワード引数) を求める関数に結び付けるかもしれません。組み込みの breakpoint() 関数は、自身の *args と **kws をそのまま渡します。breakpointhooks() の返り値が何であれ、そのまま breakpoint() から返されます。

デフォルトの実装では、最初に環境変数 PYTHONBREAKPOINT を調べます。それが "0" に設定されていた場合は、この関数はすぐに終了します。つまり何もしません。この環境変数が設定されていないか、空文字列に設定されていた場合は、pdb.set_trace() が呼ばれます。それ以外の場合は、この変数は実行する関数の名前である必要があります。関数名の指定では、例えば package.subpackage.module.function のようなドットでつながれた Python のインポートの命名体系を使ったを使います。この場合では、package.subpackage.module がインポートされ、そのインポートされたモジュールには function() という呼び出し可能オブジェクトがなくてはなりません。この関数が渡された *args と **kws で実行され、function() の返り値が何であれ sys.breakpointhook() は組み込みの *breakpoint()* 関数にその値をそのまま返します。

PYTHONBREAKPOINT で指名された呼び出し可能オブジェクトのインポートで何かしら問題が起きた場合、*RuntimeWarning* が報告されブレークポイントは無視されることに注意してください。

また、sys.breakpointhook() がプログラム上で上書きされていた場合は PYTHONBREAKPOINT は **調べられない** ことにも注意してください。

Added in version 3.7.

sys._debugmallocstats()

CPython のメモリアロケータの状態に関する低レベルの情報を標準エラー出力に出力します。

If Python is built in debug mode (configure --with-pydebug option), it also performs some expensive internal consistency checks.

Added in version 3.3.

CPython 実装の詳細: この関数は CPython 固有です。正確な出力形式は定義されていませんし、変更されるかもしれません。

sys.dllhandle

Python DLL のハンドルを示す整数です。

利用可能な環境: Windows 。

sys.displayhook(*value*)

value が None 以外の時、repr(value) を sys.stdout に出力し、builtins._ に保存します。repr(value)

がエラーハンドラを sys.stdout.errors (おそらく 'strict') として sys.stdout.encoding にエンコードできない場合、エラーハンドラを 'backslashreplace' として sys.stdout.encoding にエンコードします。

sys.displayhook は、Python の対話セッションで入力された 式 が評価されたときに呼び出されます。対話セッションの出力をカスタマイズする場合、sys.displayhook に引数の数が一つの関数を指定します。

擬似コード:

```
def displayhook(value):
    if value is None:
        return
    # Set '_' to None to avoid recursion
    builtins._ = None
    text = repr(value)
    try:
        sys.stdout.write(text)
    except UnicodeEncodeError:
        bytes = text.encode(sys.stdout.encoding, 'backslashreplace')
        if hasattr(sys.stdout, 'buffer'):
            sys.stdout.buffer.write(bytes)
        else:
            text = bytes.decode(sys.stdout.encoding, 'strict')
            sys.stdout.write(text)
    sys.stdout.write("\n")
    builtins._ = value
```

バージョン 3.2 で変更: *UnicodeEncodeError* には 'backslashreplace' エラーハンドラを指定してください。

sys.dont_write_bytecode

この値が真の時、Python はソースモジュールをインポートする時に .pyc ファイルを生成しません。この値は -B コマンドラインオプションと PYTHONDONTWRITEBYTECODE 環境変数の値によって、起動時に True か False に設定されますが、実行時にこの変数を変更してバイトコード生成を制御することもできます。

sys._emscripten_info

A *named tuple* holding information about the environment on the *wasm32-emscripten* platform. The named tuple is provisional and may change in the future.

_emscripten_info.emscripten_version

Emscripten version as tuple of ints (major, minor, micro), e.g. (3, 1, 8).

_emscripten_info.runtime

Runtime string, e.g. browser user agent, 'Node.js v14.18.2', or 'UNKNOWN'.

_emscripten_info.pthreads

`True` if Python is compiled with Emscripten pthreads support.

`_emscripten_info.shared_memory`

`True` if Python is compiled with shared memory support.

利用可能な環境: Emscripten 。

Added in version 3.11.

`sys.pycache_prefix`

If this is set (not `None`), Python will write bytecode-cache `.pyc` files to (and read them from) a parallel directory tree rooted at this directory, rather than from `__pycache__` directories in the source code tree. Any `__pycache__` directories in the source code tree will be ignored and new `.pyc` files written within the pycache prefix. Thus if you use *compileall* as a pre-build step, you must ensure you run it with the same pycache prefix (if any) that you will use at runtime.

A relative path is interpreted relative to the current working directory.

This value is initially set based on the value of the `-X pycache_prefix=PATH` command-line option or the `PYTHONPYCACHEPREFIX` environment variable (command-line takes precedence). If neither are set, it is `None`.

Added in version 3.8.

`sys.excepthook`(*type*, *value*, *traceback*)

指定したトレースバックと例外を `sys.stderr` に出力します。

When an exception other than *SystemExit* is raised and uncaught, the interpreter calls `sys.excepthook` with three arguments, the exception class, exception instance, and a traceback object. In an interactive session this happens just before control is returned to the prompt; in a Python program this happens just before the program exits. The handling of such top-level exceptions can be customized by assigning another three-argument function to `sys.excepthook`.

引数 `hook`, `type`, `value`, `traceback` を指定して **監査イベント** `sys.excepthook` を送出します。

参考:

The *sys.unraisablehook()* function handles unraisable exceptions and the *threading.excepthook()* function handles exception raised by *threading.Thread.run()*.

`sys.__breakpointhook__`

`sys.__displayhook__`

`sys.__excepthook__`

sys.__unraisablehook__

これらのオブジェクトはそれぞれ、プログラム起動時の breakpointhook, displayhook, excepthook, unraisablehook の値を保存しています。この値は、breakpointhook, displayhook, excepthook, unraisablehook に不正なオブジェクトや別のオブジェクトが指定された場合に、元の値に復旧するために使用します。

Added in version 3.7: ___breakpointhook___

Added in version 3.8: ___unraisablehook___

sys.exception()

This function, when called while an exception handler is executing (such as an except or except* clause), returns the exception instance that was caught by this handler. When exception handlers are nested within one another, only the exception handled by the innermost handler is accessible.

If no exception handler is executing, this function returns None.

Added in version 3.11.

sys.exc_info()

This function returns the old-style representation of the handled exception. If an exception e is currently handled (so *exception()* would return e), *exc_info()* returns the tuple (type(e), e, e.__traceback__). That is, a tuple containing the type of the exception (a subclass of *BaseException*), the exception itself, and a traceback object which typically encapsulates the call stack at the point where the exception last occurred.

If no exception is being handled anywhere on the stack, this function return a tuple containing three None values.

バージョン 3.11 で変更: The type and traceback fields are now derived from the value (the exception instance), so when an exception is modified while it is being handled, the changes are reflected in the results of subsequent calls to *exc_info()*.

sys.exec_prefix

Python のプラットフォーム依存なファイルがインストールされているディレクトリ名を示す文字列です。この値はサイト固有であり、デフォルトは '/usr/local' ですが、ビルド時に configure の --exec-prefix 引数で指定することができます。すべての設定ファイル (pyconfig.h など) は *exec_prefix*/lib/pythonX.Y/config に、共有ライブラリは *exec_prefix*/lib/pythonX.Y/lib-dynload にインストールされます (X.Y は 3.2 のような Python のバージョン番号)。

注釈: 仮想環境 で起動されている場合、この値は site.py によって仮想環境を示すよう変更されます。実際の Python のインストール先は *base_exec_prefix* から取得できます。

---

sys.executable

Python インタプリタの実行ファイルの絶対パスを示す文字列です。このような名前が意味を持つシステムで利用可能です。Python が自身の実行ファイルの実際のパスを取得できない場合、*sys.executable* は空の文字列または None になります。

sys.exit([*arg*])

Raise a *SystemExit* exception, signaling an intention to exit the interpreter.

オプション引数 *arg* には、終了ステータスとして整数 (デフォルトは 0) や他の型のオブジェクトを指定することができます。整数を指定した場合、シェル等は 0 は ” 正常終了”、0 以外の整数を ” 異常終了” として扱います。多くのシステムでは、有効な終了ステータスは 0--127 で、これ以外の値を返した場合の動作は未定義です。システムによっては特定の終了コードに個別の意味を持たせている場合がありますが、このような定義は僅かしかありません。Unix プログラムでは構文エラーの場合には 2 を、それ以外のエラーならば 1 を返します。*arg* に None を指定した場合は、数値の 0 を指定した場合と同じです。それ以外の型のオブジェクトを指定すると、そのオブジェクトが *stderr* に出力され、終了コードとして 1 を返します。エラー発生時には sys.exit("**エラーメッセージ**") と書くと、簡単にプログラムを終了することができます。

Since *exit()* ultimately ”only” raises an exception, it will only exit the process when called from the main thread, and the exception is not intercepted. Cleanup actions specified by finally clauses of try statements are honored, and it is possible to intercept the exit attempt at an outer level.

バージョン 3.6 で変更: Python インタープリタが (バッファされたデータを標準ストリームに吐き出すときのエラーなどの) *SystemExit* を捕捉した後の後始末でエラーが起きた場合、終了ステータスは 120 に変更されます。

sys.flags

コマンドラインフラグの状態を表す **名前付きタプル** です。各属性は読み出し専用になっています。

flags.debug	-d
flags.inspect	-i
flags.interactive	-i
flags.isolated	-I
flags.optimize	-O または -OO
flags.dont_write_bytecode	-B
flags.no_user_site	-s
flags.no_site	-S
flags.ignore_environment	-E
flags.verbose	-v
flags.bytes_warning	-b
flags.quiet	-q
flags.hash_randomization	-R
flags.dev_mode	-X dev (*Python Development Mode*)
flags.utf8_mode	-X utf8

バージョン 3.2 で変更: 新しい `-q` 向けに `quiet` 属性が追加されました。

Added in version 3.2.3: `hash_randomization` 属性が追加されました。

バージョン 3.3 で変更: 廃止済みの `division_warning` 属性を削除しました。

バージョン 3.4 で変更: `-I isolated` フラグ向けに `isolated` 属性が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: 新しい *Python* **開発モード** 向けに `dev_mode` 属性が、新しい `-X utf8` フラグ向けに `utf8_mode` 属性が追加されました。

バージョン 3.10 で変更: Added `warn_default_encoding` attribute for `-X warn_default_encoding` flag.

バージョン 3.11 で変更: Added the `safe_path` attribute for `-P` option.

バージョン 3.11 で変更: Added the `int_max_str_digits` attribute.

`sys.float_info`

float 型に関する情報を保持している **名前付きタプル** です。精度と内部表現に関する低レベル情報を含んでいます。これらの値は 'C' 言語の標準ヘッダファイル `float.h` で定義されている様々な浮動小数点定数に対応しています。詳細は 1999 ISO/IEC C standard [C99] の 5.2.4.2.2 節 'Characteristics of floating types' を参照してください。

表 1　Attributes of the `float_info` named tuple

属性	float.h のマクロ	説明
`float_info.epsilon`	`DBL_EPSILON`	difference between 1.0 and the least value greater than 1.0 that is representable as a float. *math.ulp()* を参照してください。
`float_info.dig`	`DBL_DIG`	The maximum number of decimal digits that can be faithfully represented in a float; see below.
`float_info.mant_dig`	`DBL_MANT_DIG`	Float precision: the number of base-`radix` digits in the significand of a float.
`float_info.max`	`DBL_MAX`	The maximum representable positive finite float.
`float_info.max_exp`	`DBL_MAX_EXP`	The maximum integer *e* such that `radix**(e-1)` is a representable finite float.
`float_info.max_10_exp`	`DBL_MAX_10_EXP`	The maximum integer *e* such that `10**e` is in the range of representable finite floats.
`float_info.min`	`DBL_MIN`	The minimum representable positive *normalized* float. Use *math.ulp(0.0)* to get the smallest positive *denormalized* representable float.
`float_info.min_exp`	`DBL_MIN_EXP`	The minimum integer *e* such that `radix**(e-1)` is a normalized float.
`float_info.min_10_exp`	`DBL_MIN_10_EXP`	The minimum integer *e* such that `10**e` is a normalized float.
`float_info.radix`	`FLT_RADIX`	The radix of exponent representation.
`float_info.rounds`	`FLT_ROUNDS`	An integer representing the rounding mode for floating-point arithmetic. This reflects the value of the system `FLT_ROUNDS` macro at interpreter startup time: • `-1`: indeterminable

The attribute *sys.float_info.dig* needs further explanation. If `s` is any string representing a decimal number with at most `sys.float_info.dig` significant digits, then converting `s` to a float and back again will recover a string representing the same decimal value:

```
>>> import sys
>>> sys.float_info.dig
15
>>> s = '3.14159265358979'    # decimal string with 15 significant digits
>>> format(float(s), '.15g')  # convert to float and back -> same value
'3.14159265358979'
```

ただし、文字列が有効桁数 *sys.float_info.dig* より大きい場合には、常に復元されるとは限りません:

```
>>> s = '9876543211234567'    # 16 significant digits is too many!
>>> format(float(s), '.16g')  # conversion changes value
'9876543211234568'
```

sys.float_repr_style

repr() 関数が浮動小数点数に対してどう振る舞うかを示す文字列です。この文字列が値 `'short'` を持てば、有限の浮動小数点数 `x` に対して、`repr(x)` は `float(repr(x)) == x` を満たす短い文字列を返そうとします。これは、Python 3.1 以降での標準の振る舞いです。それ以外の場合、`float_repr_style` は値 `'legacy'` を持ち、`repr(x)` は 3.1 以前のバージョンの Python と同じように振る舞います。

Added in version 3.1.

sys.getallocatedblocks()

Return the number of memory blocks currently allocated by the interpreter, regardless of their size. This function is mainly useful for tracking and debugging memory leaks. Because of the interpreter's internal caches, the result can vary from call to call; you may have to call *_clear_internal_caches()* and *gc.collect()* to get more predictable results.

Python のあるビルドや実装が適切にこの情報を計算できない場合は、その代わりに *getallocatedblocks()* は 0 を返すことが許されています。

Added in version 3.4.

sys.getunicodeinternedsize()

Return the number of unicode objects that have been interned.

Added in version 3.12.

sys.getandroidapilevel()

Return the build-time API level of Android as an integer. This represents the minimum version of Android this build of Python can run on. For runtime version information, see *platform.android_ver()*.

利用可能な環境: Android 。

Added in version 3.7.

sys.getdefaultencoding()

Unicode 実装で使用される現在のデフォルトエンコーディング名を返します。

sys.getdlopenflags()

Return the current value of the flags that are used for dlopen() calls. Symbolic names for the flag values can be found in the *os* module (RTLD_*xxx* constants, e.g. *os.RTLD_LAZY*).

利用可能な環境: Unix。

sys.getfilesystemencoding()

Get the *filesystem encoding*: the encoding used with the *filesystem error handler* to convert between Unicode filenames and bytes filenames. The filesystem error handler is returned from *getfilesystemencodeerrors()*.

最良の互換性のために、たとえファイル名の表現に bytes がサポートされていたとしても、全てのケースで str をファイル名に使うべきです。ファイル名を受け取ったり返したりする関数は str と bytes をサポートし、すぐにシステムにとって好ましい表現に変換すべきです。

os.fsencode() や *os.fsdecode()* を、正しいエンコーディングやエラーモードが使われていることを保証するために使うべきです。

The *filesystem encoding and error handler* are configured at Python startup by the PyConfig_Read() function: see filesystem_encoding and filesystem_errors members of PyConfig.

バージョン 3.2 で変更: *getfilesystemencoding()* の結果が None になることはなくなりました。

バージョン 3.6 で変更: Windows はもう 'mbcs' を返す保証は無くなりました。より詳しいことは **PEP 529** および *_enablelegacywindowsfsencoding()* を参照してください。

バージョン 3.7 で変更: *Python UTF-8* **モード** が有効なら "utf-8" を返します。

sys.getfilesystemencodeerrors()

Get the *filesystem error handler*: the error handler used with the *filesystem encoding* to convert between Unicode filenames and bytes filenames. The filesystem encoding is returned from *getfilesystemencoding()*.

os.fsencode() や *os.fsdecode()* を、正しいエンコーディングやエラーモードが使われていることを保証するために使うべきです。

The *filesystem encoding and error handler* are configured at Python startup by the PyConfig_Read() function: see filesystem_encoding and filesystem_errors members of PyConfig.

Added in version 3.6.

sys.**get_int_max_str_digits**()

Returns the current value for the *integer string conversion length limitation*. See also *set_int_max_str_digits()*.

Added in version 3.11.

sys.**getrefcount**(*object*)

object の参照数を返します。*object* は (一時的に) *getrefcount()* からも参照されるため、参照数は予想される数よりも 1 多くなります。

戻り値は、実際に保持されているオブジェクトの参照の数を実際に反映しているとは限らないことに注意してください。例えば、一部のオブジェクトは永続 (*immortal*) であり、実際の参照の数を反映しない非常に高い参照数を持ちます。したがって、0 か 1 の値以外では、正確な戻り値に頼らないでください。

バージョン 3.12 で変更: Immortal objects have very large refcounts that do not match the actual number of references to the object.

sys.**getrecursionlimit**()

現在の最大再帰数を返します。最大再帰数は、Python インタプリタスタックの最大の深さです。この制限は Python プログラムが無限に再帰し、C スタックがオーバーフローしてクラッシュすることを防止するために設けられています。この値は *setrecursionlimit()* で指定することができます。

sys.**getsizeof**(*object*[, *default*])

object のサイズをバイト数で返します。*object* は任意の型のオブジェクトです。すべての組み込みオブジェクトは正しい値を返します。サードパーティー製の型については実装依存になります。

オブジェクトに直接起因するメモリ消費のみを表し、参照するオブジェクトは含みません。

オブジェクトがサイズを取得する手段を提供していない時は *default* が返されます。*default* が指定されていない場合は *TypeError* が送出されます。

getsizeof() は *object* の `__sizeof__` メソッドを呼び出し、そのオブジェクトがガベージコレクタに管理されていた場合はガベージコレクタのオーバーヘッドを増やします。

See recursive sizeof recipe for an example of using *getsizeof()* recursively to find the size of containers and all their contents.

sys.**getswitchinterval**()

インタプリタの ” スレッド切り替え間隔” を返します。*setswitchinterval()* を参照してください。

Added in version 3.2.

sys.**_getframe**([*depth*])

コールスタックからフレームオブジェクトを返します。オプション引数 *depth* を指定すると、スタックのトップから *depth* だけ下のフレームオブジェクトを取得します。*depth* がコールスタックよりも深ければ、

ValueError が発生します。*depth* のデフォルト値は 0 で、この場合はコールスタックのトップのフレームを返します。

引数 `frame` で 監査イベント `sys._getframe` を送出します。

CPython 実装の詳細: この関数は、内部的かつ特殊な目的にのみ利用されるべきです。全ての Python 実装で存在することが保証されているわけではありません。

`sys._getframemodulename`(*[depth]*)

Return the name of a module from the call stack. If optional integer *depth* is given, return the module that many calls below the top of the stack. If that is deeper than the call stack, or if the module is unidentifiable, `None` is returned. The default for *depth* is zero, returning the module at the top of the call stack.

Raises an *auditing event* `sys._getframemodulename` with argument `depth`.

CPython 実装の詳細: この関数は、内部的かつ特殊な目的にのみ利用されるべきです。全ての Python 実装で存在することが保証されているわけではありません。

`sys.getprofile`()

setprofile() 関数で設定したプロファイラ関数を取得します。

`sys.gettrace`()

settrace() 関数で設定したトレース関数を取得します。

CPython 実装の詳細: *gettrace()* 関数は、デバッガ、プロファイラ、カバレッジツールなどの実装に使うことのみを想定しています。この関数の振る舞いは言語定義ではなく実装プラットフォームの一部です。そのため、他の Python 実装では利用できないかもしれません。

`sys.getwindowsversion`()

実行中の Windows バージョンを示す、名前付きタプルを返します。名前の付いている要素は、*major*, *minor*, *build*, *platform*, *service_pack*, *service_pack_minor*, *service_pack_major*, *suite_mask*, *product_type*, *platform_version* です。*service_pack* は文字列を含み、*platform_version* は 3-タプル、それ以外は整数です。この構成要素には名前でもアクセスできるので、`sys.getwindowsversion()[0]` は `sys.getwindowsversion().major` と等価です。先行のバージョンとの互換性のため、最初の 5 要素のみが添字の指定で取得できます。

platform will be 2 (VER_PLATFORM_WIN32_NT).

product_type は、以下の値のいずれかになります。:

定数	意味
1 (VER_NT_WORKSTATION)	システムはワークステーションです。
2 (VER_NT_DOMAIN_CONTROLLER)	システムはドメインコントローラです。
3 (VER_NT_SERVER)	システムはサーバですが、ドメインコントローラではありません。

This function wraps the Win32 `GetVersionEx()` function; see the Microsoft documentation on `OSVERSIONINFOEX()` for more information about these fields.

platform_version は、プロセスでエミュレートされているバージョンではなく、現在のオペレーティングシステムのメジャーバージョン、マイナーバージョン、ビルドナンバーを返します。この関数は機能の検知ではなくロギングで使うためのものです。

注釈: *platform_version* derives the version from kernel32.dll which can be of a different version than the OS version. Please use *platform* module for achieving accurate OS version.

利用可能な環境: Windows 。

バージョン 3.2 で変更: 名前付きタプルに変更され、*service_pack_minor*, *service_pack_major*, *suite_mask*, および *product_type* が追加されました。

バージョン 3.6 で変更: *platform_version* の追加

`sys.get_asyncgen_hooks()`

asyncgen_hooks オブジェクトを返します。このオブジェクトは `(firstiter, finalizer)` という形の *namedtuple* に似た形をしています。*firstiter* と *finalizer* は両方とも `None` か、*asynchronous generator iterator* を引数に取る関数と、イベントループが非同期ジェネレータの終了処理をスケジューリングするのに使う関数であることが求められます。

Added in version 3.6: より詳しくは **PEP 525** を参照してください。

注釈: This function has been added on a provisional basis (see **PEP 411** for details.)

`sys.get_coroutine_origin_tracking_depth()`

Get the current coroutine origin tracking depth, as set by *set_coroutine_origin_tracking_depth()*.

Added in version 3.7.

注釈: This function has been added on a provisional basis (see **PEP 411** for details.) Use it only for debugging purposes.

sys.**hash_info**

数値のハッシュ実装のパラメータを与える *named tuple* です。数値型のハッシュ化についての詳細は **数値型のハッシュ化** を参照してください。

hash_info.width

The width in bits used for hash values

hash_info.modulus

The prime modulus P used for numeric hash scheme

hash_info.inf

The hash value returned for a positive infinity

hash_info.nan

(This attribute is no longer used)

hash_info.imag

The multiplier used for the imaginary part of a complex number

hash_info.algorithm

The name of the algorithm for hashing of str, bytes, and memoryview

hash_info.hash_bits

The internal output size of the hash algorithm

hash_info.seed_bits

The size of the seed key of the hash algorithm

Added in version 3.2.

バージョン 3.4 で変更: *algorithm*、*hash_bits*、*seed_bits* を追加

sys.**hexversion**

単精度整数にエンコードされたバージョン番号。この値は新バージョン (正規リリース以外であっても) ごとにかならず増加します。例えば、Python 1.5.2 以降でのみ動作するプログラムでは、以下のようなチェックを行います。

```
if sys.hexversion >= 0x010502F0:
    # use some advanced feature
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    ...
else:
    # use an alternative implementation or warn the user
    ...
```

`hexversion` は *hex()* 関数を使って 16 進数に変換しなければ値の意味を持ちません。より読みやすいバージョン番号が必要な場合には *named tuple* *sys.version_info* を使用してください。

`hexversion` のより詳しい情報については apiabiversion を参照してください。

`sys.implementation`

現在起動している Python インタプリタに関する情報が格納されたオブジェクトです。すべての Python 実装において、以下の属性が存在することが要求されています。

name は実装の識別子です (例: `'cpython'`)。実際の文字列は Python 実装によって定義されますが、小文字であることが保証されています。

version は *sys.version_info* と同じ形式の、Python **実装** のバージョンを表す名前付きタプルです。これは現在起動しているインタプリタ固有のバージョンを意味します。`sys.version_info` は Python **言語** のバージョンであり、これはそのバージョンに準拠した **実装** のバージョンです。例えば、PyPy 1.8 の `sys.implementation.version` は `sys.version_info(1, 8, 0, 'final', 0)` になるのに対し、`sys.version_info` は `sys.version_info(2, 7, 2, 'final', 0)` になります。CPython は、それがリファレンス実装であるため、両者は同じ値になります。

hexversion は *sys.hexversion* と同形式の、16 進数での実装のバージョンです。

cache_tag は、キャッシュされたモジュールのファイル名に使用されるタグです。慣例により、これは実装名とバージョンを組み合わせた文字列になります (例: `'cpython-33'`) が、Python 実装はその他の適切な値を使う場合があります。`cache_tag` に `None` が設定された場合、モジュールのキャッシングが無効になっていることを示します。

sys.implementation には Python 実装固有の属性を追加することができます。それら非標準属性の名前はアンダースコアから始めなくてはならず、そしてここでは説明されません。その内容に関係なく、*sys.implementation* はインタプリタ起動中や実装のバージョン間で変更することはありません (ただし Python 言語のバージョン間についてはその限りではありません)。詳細は **PEP 421** を参照してください。

Added in version 3.3.

注釈: The addition of new required attributes must go through the normal PEP process. See **PEP 421** for more information.

`sys.int_info`

Python における整数の内部表現に関する情報を保持する、*named tuple* です。この属性は読み出し専用

です。

int_info.bits_per_digit

The number of bits held in each digit. Python integers are stored internally in base `2**int_info.bits_per_digit`.

int_info.sizeof_digit

The size in bytes of the C type used to represent a digit.

int_info.default_max_str_digits

The default value for *sys.get_int_max_str_digits()* when it is not otherwise explicitly configured.

int_info.str_digits_check_threshold

The minimum non-zero value for *sys.set_int_max_str_digits()*, `PYTHONINTMAXSTRDIGITS`, or `-X int_max_str_digits`.

Added in version 3.1.

バージョン 3.11 で変更: Added *default_max_str_digits* and *str_digits_check_threshold*.

sys.__interactivehook__

この属性が存在する場合、インタープリタが 対話モード で起動したときに値は (引数なしで) 自動的に呼ばれます。これは `PYTHONSTARTUP` ファイルの読み込み後に行われるため、それにこのフックを設定することが出来ます。*site* モジュールで **設定します**。

引数 `hook` を指定して **監査イベント** `cpython.run_interactivehook` を送出します。

Added in version 3.4.

sys.intern(*string*)

string を ”隔離” された文字列のテーブルに入力し、隔離された文字列を返します -- この文字列は *string* 自体かコピーです。隔離された文字列は辞書検索のパフォーマンスを少しだけ向上させるのに有効です -- 辞書中のキーが隔離されており、検索するキーが隔離されている場合、(ハッシュ化後の) キーの比較は文字列の比較ではなくポインタの比較で行うことができるからです。通常、Python プログラム内で利用されている名前は自動的に隔離され、モジュール、クラス、またはインスタンス属性を保持するための辞書は隔離されたキーを持っています。

Interned strings are not *immortal*; you must keep a reference to the return value of *intern()* around to benefit from it.

sys._is_gil_enabled()

Return *True* if the *GIL* is enabled and *False* if it is disabled.

Added in version 3.13.

sys.is_finalizing()

Return *True* if the main Python interpreter is *shutting down*. Return *False* otherwise.

See also the *PythonFinalizationError* exception.

Added in version 3.5.

sys.last_exc

This variable is not always defined; it is set to the exception instance when an exception is not handled and the interpreter prints an error message and a stack traceback. Its intended use is to allow an interactive user to import a debugger module and engage in post-mortem debugging without having to re-execute the command that caused the error. (Typical use is `import pdb; pdb.pm()` to enter the post-mortem debugger; see *pdb* module for more information.)

Added in version 3.12.

sys._is_interned(*string*)

Return *True* if the given string is "interned", *False* otherwise.

Added in version 3.13.

CPython 実装の詳細: It is not guaranteed to exist in all implementations of Python.

sys.last_type

sys.last_value

sys.last_traceback

These three variables are deprecated; use *sys.last_exc* instead. They hold the legacy representation of `sys.last_exc`, as returned from *exc_info()* above.

sys.maxsize

`Py_ssize_t` 型の変数が取りうる最大値を示す整数です。通常、32 ビットプラットフォームでは `2**31 - 1`、64 ビットプラットフォームでは `2**63 - 1` になります。

sys.maxunicode

Unicode コードポイントの最大値を示す整数、すなわち `1114111` (16 進数で `0x10FFFF`) です。

バージョン 3.3 で変更: **PEP 393** 以前は、オプション設定に Unicode 文字の保存形式が UCS-2 と UCS-4 のどちらを指定したかによって、`sys.maxunicode` の値は `0xFFFF` が `0x10FFFF` になっていました。

sys.meta_path

A list of *meta path finder* objects that have their *find_spec()* methods called to see if one of the objects can find the module to be imported. By default, it holds entries that implement Python's default import semantics. The *find_spec()* method is called with at least the absolute name of the module being imported. If the module to be imported is contained in a package, then the parent

package's `__path__` attribute is passed in as a second argument. The method returns a *module spec*, or `None` if the module cannot be found.

参考:

importlib.abc.MetaPathFinder
: The abstract base class defining the interface of finder objects on *meta_path*.

importlib.machinery.ModuleSpec
: The concrete class which *find_spec()* should return instances of.

バージョン 3.4 で変更: *Module specs* were introduced in Python 3.4, by **PEP 451**.

バージョン 3.12 で変更: Removed the fallback that looked for a `find_module()` method if a *meta_path* entry didn't have a *find_spec()* method.

`sys.modules`

This is a dictionary that maps module names to modules which have already been loaded. This can be manipulated to force reloading of modules and other tricks. However, replacing the dictionary will not necessarily work as expected and deleting essential items from the dictionary may cause Python to fail. If you want to iterate over this global dictionary always use `sys.modules.copy()` or `tuple(sys.modules)` to avoid exceptions as its size may change during iteration as a side effect of code or activity in other threads.

`sys.orig_argv`

The list of the original command line arguments passed to the Python executable.

The elements of *sys.orig_argv* are the arguments to the Python interpreter, while the elements of *sys.argv* are the arguments to the user's program. Arguments consumed by the interpreter itself will be present in *sys.orig_argv* and missing from *sys.argv*.

Added in version 3.10.

`sys.path`

モジュールを検索するパスを示す文字列のリスト。`PYTHONPATH` 環境変数と、インストール時に指定したデフォルトパスで初期化されます。

By default, as initialized upon program startup, a potentially unsafe path is prepended to *sys.path* (*before* the entries inserted as a result of `PYTHONPATH`):

- `python -m module` command line: prepend the current working directory.
- `python script.py` command line: prepend the script's directory. If it's a symbolic link, resolve symbolic links.

- `python -c code` and `python` (REPL) command lines: prepend an empty string, which means the current working directory.

To not prepend this potentially unsafe path, use the `-P` command line option or the `PYTHONSAFEPATH` environment variable.

プログラムはその目的のために、このリストを自由に修正できます。文字列だけが *sys.path* に追加でき、ほかの全てのデータ型はインポート中に無視されます。

参考:

- *site* モジュールのドキュメントで、.pth ファイルを使って *sys.path* を拡張する方法を解説しています。

sys.path_hooks

path を引数にとって、その path に対する *finder* の作成を試みる呼び出し可能オブジェクトのリスト。finder の作成に成功したら、その呼出可能オブジェクトのは finder を返します。失敗した場合は、*ImportError* を発生させます。

オリジナルの仕様は **PEP 302** を参照してください。

sys.path_importer_cache

finder オブジェクトのキャッシュ機能を果たす辞書です。キーは *sys.path_hooks* に渡されているパスで、値は見つかった finder になります。パスが正常なファイルシステムパスであり、finder が *sys.path_hooks* 上に見つからない場合は `None` が格納されます。

オリジナルの仕様は **PEP 302** を参照してください。

sys.platform

A string containing a platform identifier. Known values are:

システム	platform の値
AIX	`'aix'`
Android	`'android'`
Emscripten	`'emscripten'`
iOS	`'ios'`
Linux	`'linux'`
macOS	`'darwin'`
Windows	`'win32'`
Windows/Cygwin	`'cygwin'`
WASI	`'wasi'`

On Unix systems not listed in the table, the value is the lowercased OS name as returned by `uname -s`, with the first part of the version as returned by `uname -r` appended, e.g. `'sunos5'` or `'freebsd8'`, *at the time when Python was built*. Unless you want to test for a specific system version, it is therefore recommended to use the following idiom:

```
if sys.platform.startswith('freebsd'):
    # FreeBSD-specific code here...
```

バージョン 3.3 で変更: On Linux, *sys.platform* doesn't contain the major version anymore. It is always `'linux'`, instead of `'linux2'` or `'linux3'`.

バージョン 3.8 で変更: On AIX, *sys.platform* doesn't contain the major version anymore. It is always `'aix'`, instead of `'aix5'` or `'aix7'`.

バージョン 3.13 で変更: On Android, *sys.platform* now returns `'android'` rather than `'linux'`.

参考:

os.name has a coarser granularity. *os.uname()* gives system-dependent version information.

platform モジュールはシステムの詳細な識別情報をチェックする機能を提供しています。

`sys.platlibdir`

Name of the platform-specific library directory. It is used to build the path of standard library and the paths of installed extension modules.

It is equal to `"lib"` on most platforms. On Fedora and SuSE, it is equal to `"lib64"` on 64-bit platforms which gives the following `sys.path` paths (where `X.Y` is the Python `major.minor` version):

- `/usr/lib64/pythonX.Y/`: Standard library (like `os.py` of the *os* module)
- `/usr/lib64/pythonX.Y/lib-dynload/`: C extension modules of the standard library (like the *errno* module, the exact filename is platform specific)
- `/usr/lib/pythonX.Y/site-packages/` (always use `lib`, not *sys.platlibdir*): Third-party modules
- `/usr/lib64/pythonX.Y/site-packages/`: C extension modules of third-party packages

Added in version 3.9.

`sys.prefix`

A string giving the site-specific directory prefix where the platform independent Python files are installed; on Unix, the default is `/usr/local`. This can be set at build time with the `--prefix` argument to the `configure` script. See インストールパス for derived paths.

注釈: 仮想環境 で起動されている場合、この値は site.py によって仮想環境を示すよう変更されます。実際の Python のインストール先は *base_prefix* から取得できます。

sys.ps1

sys.ps2

インタプリタの一次プロンプト、二次プロンプトを指定する文字列。対話モードで実行中のみ定義され、初期値は '>>> ' と '... ' です。文字列以外のオブジェクトを指定した場合、インタプリタが対話コマンドを読み込むごとにオブジェクトの *str()* を評価します。この機能は、動的に変化するプロンプトを実装する場合に利用します。

sys.setdlopenflags(*n*)

Set the flags used by the interpreter for dlopen() calls, such as when the interpreter loads extension modules. Among other things, this will enable a lazy resolving of symbols when importing a module, if called as sys.setdlopenflags(0). To share symbols across extension modules, call as sys.setdlopenflags(os.RTLD_GLOBAL). Symbolic names for the flag values can be found in the *os* module (RTLD_*xxx* constants, e.g. *os.RTLD_LAZY*).

利用可能な環境: Unix。

sys.set_int_max_str_digits(*maxdigits*)

Set the *integer string conversion length limitation* used by this interpreter. See also *get_int_max_str_digits()*.

Added in version 3.11.

sys.setprofile(*profilefunc*)

Set the system's profile function, which allows you to implement a Python source code profiler in Python. See chapter *Python* プロファイラ for more information on the Python profiler. The system's profile function is called similarly to the system's trace function (see *settrace()*), but it is called with different events, for example it isn't called for each executed line of code (only on call and return, but the return event is reported even when an exception has been set). The function is thread-specific, but there is no way for the profiler to know about context switches between threads, so it does not make sense to use this in the presence of multiple threads. Also, its return value is not used, so it can simply return None. Error in the profile function will cause itself unset.

注釈: The same tracing mechanism is used for setprofile() as *settrace()*. To trace calls with setprofile() inside a tracing function (e.g. in a debugger breakpoint), see *call_tracing()*.

Profile 関数は 3 個の引数、*frame*、*event*、および *arg* を受け取る必要があります。*frame* は現在のスタッ

クフレームです。*event* は文字列で、'call', 'return', 'c_call', 'c_return', 'c_exception' のどれかが渡されます。*arg* はイベントの種類によって異なります。

event には以下の意味があります。

'call'
: 関数が呼び出された (もしくは、何かのコードブロックに入った)。プロファイル関数が呼ばれる。*arg* は None が渡される。

'return'
: 関数 (あるいは別のコードブロック) から戻ろうとしている。プロファイル関数が呼ばれる。*arg* は返されようとしている値、または、このイベントが例外が送出されることによって起こったなら None 。

'c_call'
: C 関数 (拡張関数かビルトイン関数) が呼ばれようとしている。*arg* は C 関数オブジェクト。

'c_return'
: C 関数から戻った。*arg* は C の関数オブジェクト。

'c_exception'
: C 関数が例外を発生させた。*arg* は C の関数オブジェクト。

引数無しで **監査イベント** sys.setprofile を送出します。

sys.**setrecursionlimit**(*limit*)

Python インタプリタの、スタックの最大の深さを *limit* に設定します。この制限は Python プログラムが無限に再帰し、C スタックがオーバーフローしてクラッシュすることを防止するために設けられています。

limit の最大値はプラットフォームによって異なります。深い再帰処理が必要な場合にはプラットフォームがサポートしている範囲内でより大きな値を指定することができますが、この値が大きすぎればクラッシュするので注意が必要です。

If the new limit is too low at the current recursion depth, a *RecursionError* exception is raised.

バージョン 3.5.1 で変更: A *RecursionError* exception is now raised if the new limit is too low at the current recursion depth.

sys.**setswitchinterval**(*interval*)

インタプリタのスレッド切り替え間隔を秒で指定します。この浮動小数点値が、並列に動作している Python スレッドに割り当てられたタイムスライスの理想的な処理時間です。特に長時間実行される内部関数やメソッドが実行されたとき、実際の値はより高くなることがあります。また、どのスレッドがスレッド切り替え間隔の終わりにスケジュールされる（次に実行される）かはオペレーティングシステムが決定します。インタプリタは自身のスケジューラを持ちません。

Added in version 3.2.

sys.settrace(*tracefunc*)

Set the system's trace function, which allows you to implement a Python source code debugger in Python. The function is thread-specific; for a debugger to support multiple threads, it must register a trace function using *settrace()* for each thread being debugged or use *threading.settrace()*.

Trace 関数は 3 個の引数、*frame*、*event*、および *arg* を受け取る必要があります。*frame* は現在のスタックフレームです。*event* は文字列で、'call', 'line', 'return', 'exception', 'opcode' のどれかが渡されます。*arg* はイベントの種類によって異なります。

trace 関数は (*event* に 'call' を渡された状態で) 新しいローカルスコープに入るたびに呼ばれます。この場合、新しいスコープで利用するローカルの trace 関数への参照か、そのスコープを trace しないのであれば None を返します。

The local trace function should return a reference to itself, or to another function which would then be used as the local trace function for the scope.

If there is any error occurred in the trace function, it will be unset, just like settrace(None) is called.

注釈: Tracing is disabled while calling the trace function (e.g. a function set by settrace()). For recursive tracing see *call_tracing()*.

---

event には以下の意味があります。

'call'
: 関数が呼び出された (もしくは、何かのコードブロックに入った)。グローバルの trace 関数が呼ばれる。*arg* は None が渡される。戻り値はローカルの trace 関数。

'line'
: The interpreter is about to execute a new line of code or re-execute the condition of a loop. The local trace function is called; *arg* is None; the return value specifies the new local trace function. See Objects/lnotab_notes.txt for a detailed explanation of how this works. Per-line events may be disabled for a frame by setting f_trace_lines to *False* on that frame.

'return'
: 関数 (あるいは別のコードブロック) から戻ろうとしている。ローカルの trace 関数が呼ばれる。*arg* は返されようとしている値、または、このイベントが例外が送出されることによって起こったなら None。trace 関数の戻り値は無視される。

'exception'
: 例外が発生した。ローカルの trace 関数が呼ばれる。*arg* は (exception, value, traceback) のタプル。戻り値は新しいローカルの trace 関数。

'opcode'
: The interpreter is about to execute a new opcode (see *dis* for opcode details). The local trace

function is called; *arg* is `None`; the return value specifies the new local trace function. Per-opcode events are not emitted by default: they must be explicitly requested by setting `f_trace_opcodes` to *True* on the frame.

例外が呼び出しチェインを辿って伝播していくことに注意してください。`'exception'` イベントは各レベルで発生します。

For more fine-grained usage, it's possible to set a trace function by assigning `frame.f_trace = tracefunc` explicitly, rather than relying on it being set indirectly via the return value from an already installed trace function. This is also required for activating the trace function on the current frame, which *settrace()* doesn't do. Note that in order for this to work, a global tracing function must have been installed with *settrace()* in order to enable the runtime tracing machinery, but it doesn't need to be the same tracing function (e.g. it could be a low overhead tracing function that simply returns `None` to disable itself immediately on each frame).

code と frame オブジェクトについては、types を参照してください。

引数無しで **監査イベント** `sys.settrace` を送出します。

CPython 実装の詳細: *settrace()* 関数は、デバッガ、プロファイラ、カバレッジツール等で使うためだけのものです。この関数の挙動は言語定義よりも実装プラットフォームの分野の問題で、全ての Python 実装で利用できるとは限りません。

バージョン 3.7 で変更: `'opcode'` event type added; `f_trace_lines` and `f_trace_opcodes` attributes added to frames

`sys.set_asyncgen_hooks`(*[firstiter] [, finalizer]*)

Accepts two optional keyword arguments which are callables that accept an *asynchronous generator iterator* as an argument. The *firstiter* callable will be called when an asynchronous generator is iterated for the first time. The *finalizer* will be called when an asynchronous generator is about to be garbage collected.

引数無しで **監査イベント** `sys.set_asyncgen_hooks_firstiter` を送出します。

引数無しで **監査イベント** `sys.set_asyncgen_hooks_finalizer` を送出します。

Two auditing events are raised because the underlying API consists of two calls, each of which must raise its own event.

Added in version 3.6: See **PEP 525** for more details, and for a reference example of a *finalizer* method see the implementation of `asyncio.Loop.shutdown_asyncgens` in Lib/asyncio/base_events.py

---

注釈: This function has been added on a provisional basis (see **PEP 411** for details.)

---

sys.**set_coroutine_origin_tracking_depth**(*depth*)

Allows enabling or disabling coroutine origin tracking. When enabled, the `cr_origin` attribute on coroutine objects will contain a tuple of (filename, line number, function name) tuples describing the traceback where the coroutine object was created, with the most recent call first. When disabled, `cr_origin` will be `None`.

To enable, pass a *depth* value greater than zero; this sets the number of frames whose information will be captured. To disable, pass set *depth* to zero.

This setting is thread-specific.

Added in version 3.7.

注釈: This function has been added on a provisional basis (see **PEP 411** for details.) Use it only for debugging purposes.

---

sys.**activate_stack_trampoline**(*backend*, */*)

Activate the stack profiler trampoline *backend*. The only supported backend is `"perf"`.

利用可能な環境: Linux。

Added in version 3.12.

参考:

- perf_profiling
- https://perf.wiki.kernel.org

sys.**deactivate_stack_trampoline**()

Deactivate the current stack profiler trampoline backend.

If no stack profiler is activated, this function has no effect.

利用可能な環境: Linux。

Added in version 3.12.

sys.**is_stack_trampoline_active**()

Return `True` if a stack profiler trampoline is active.

利用可能な環境: Linux。

Added in version 3.12.

sys._enablelegacywindowsfsencoding()

Changes the *filesystem encoding and error handler* to 'mbcs' and 'replace' respectively, for consistency with versions of Python prior to 3.6.

This is equivalent to defining the PYTHONLEGACYWINDOWSFSENCODING environment variable before launching Python.

See also *sys.getfilesystemencoding()* and *sys.getfilesystemencodeerrors()*.

利用可能な環境: Windows 。

注 釈: Changing the filesystem encoding after Python startup is risky because the old fsencoding or paths encoded by the old fsencoding may be cached somewhere. Use PYTHONLEGACYWINDOWSFSENCODING instead.

Added in version 3.6: より詳しくは **PEP 529** を参照してください。

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.16 で削除予定: Use PYTHONLEGACYWINDOWSFSENCODING instead.

sys.stdin

sys.stdout

sys.stderr

インタプリタが使用する、それぞれ標準入力、標準出力、および標準エラー出力の ファイルオブジェクト です:

- stdin は (*input()* の呼び出しも含む) すべての対話型入力に使われます。
- stdout は *print()* および *expression* 文の出力と、*input()* のプロンプトに使用されます。
- インタプリタ自身のプロンプトおよびエラーメッセージは stderr に出力されます。

これらのストリームは *open()* が返すような通常の テキストファイル です。引数は以下のように選択されます:

- The encoding and error handling are is initialized from PyConfig.stdio_encoding and PyConfig.stdio_errors.

  On Windows, UTF-8 is used for the console device. Non-character devices such as disk files and pipes use the system locale encoding (i.e. the ANSI codepage). Non-console character devices such as NUL (i.e. where isatty() returns True) use the value of the console input and output codepages at startup, respectively for stdin and stdout/stderr. This defaults to the system *locale encoding* if the process is not initially attached to a console.

  The special behaviour of the console can be overridden by setting the environment variable

PYTHONLEGACYWINDOWSSTDIO before starting Python. In that case, the console code-pages are used as for any other character device.

Under all platforms, you can override the character encoding by setting the PYTHONIOENCODING environment variable before starting Python or by using the new -X utf8 command line option and PYTHONUTF8 environment variable. However, for the Windows console, this only applies when PYTHONLEGACYWINDOWSSTDIO is also set.

- When interactive, the stdout stream is line-buffered. Otherwise, it is block-buffered like regular text files. The stderr stream is line-buffered in both cases. You can make both streams unbuffered by passing the -u command-line option or setting the PYTHONUNBUFFERED environment variable.

バージョン 3.9 で変更: Non-interactive stderr is now line-buffered instead of fully buffered.

注釈: 標準ストリームにバイナリーデータの読み書きを行うには下位のバイナリー *buffer* オブジェクトを使用してください。例えば *bytes* を *stdout* に書き出す場合は sys.stdout.buffer.write(b'abc') を使用してください。

However, if you are writing a library (and do not control in which context its code will be executed), be aware that the standard streams may be replaced with file-like objects like *io.StringIO* which do not support the buffer attribute.

---

sys.__stdin__

sys.__stdout__

sys.__stderr__

それぞれ起動時の stdin, stderr, stdout の値を保存しています。終了処理時に利用されます。また、sys.std* オブジェクトが (訳注:別のファイルライクオブジェクトに) リダイレクトされている場合でも、実際の標準ストリームへの出力に利用できます。

また、標準ストリームが壊れたオブジェクトに置き換えられた場合に、動作する実際のファイルを復元するために利用することもできます。しかし、明示的に置き換え前のストリームを保存しておき、そのオブジェクトを復元する事を推奨します。

注釈: 一部の条件下では、stdin, stdout, stderr も、オリジナルの __stdin__, __stdout__, __stderr__ も None になることがあります。これはコンソールに接続しない Windows GUI アプリケーションであり、かつ pythonw で起動された Python アプリケーションが該当します。

---

sys.stdlib_module_names

A frozenset of strings containing the names of standard library modules.

It is the same on all platforms. Modules which are not available on some platforms and modules disabled at Python build are also listed. All module kinds are listed: pure Python, built-in, frozen and extension modules. Test modules are excluded.

For packages, only the main package is listed: sub-packages and sub-modules are not listed. For example, the `email` package is listed, but the `email.mime` sub-package and the `email.message` sub-module are not listed.

See also the *sys.builtin_module_names* list.

Added in version 3.10.

sys.thread_info

スレッドの実装に関する情報が格納された *named tuple* です。

thread_info.name

The name of the thread implementation:

- `"nt"`: Windows threads
- `"pthread"`: POSIX threads
- `"pthread-stubs"`: stub POSIX threads (on WebAssembly platforms without threading support)
- `"solaris"`: Solaris threads

thread_info.lock

The name of the lock implementation:

- `"semaphore"`: a lock uses a semaphore
- `"mutex+cond"`: a lock uses a mutex and a condition variable
- `None` この情報が不明の場合

thread_info.version

The name and version of the thread library. It is a string, or `None` if this information is unknown.

Added in version 3.3.

sys.tracebacklimit

捕捉されない例外が発生した時、出力されるトレースバック情報の最大レベル数を指定する整数値 (デフォルト値は `1000`)。`0` 以下の値が設定された場合、トレースバック情報は出力されず例外型と例外値のみが出力されます。

sys.**unraisablehook**(*unraisable*, */*)

Handle an unraisable exception.

Called when an exception has occurred but there is no way for Python to handle it. For example, when a destructor raises an exception or during garbage collection (*gc.collect()*).

The *unraisable* argument has the following attributes:

- `exc_type`: Exception type.
- `exc_value`: Exception value, can be `None`.
- `exc_traceback`: Exception traceback, can be `None`.
- `err_msg`: Error message, can be `None`.
- `object`: Object causing the exception, can be `None`.

The default hook formats `err_msg` and `object` as: `f'{err_msg}: {object!r}'`; use "Exception ignored in" error message if `err_msg` is `None`.

sys.unraisablehook() can be overridden to control how unraisable exceptions are handled.

参考:

excepthook() which handles uncaught exceptions.

> **警告:** Storing `exc_value` using a custom hook can create a reference cycle. It should be cleared explicitly to break the reference cycle when the exception is no longer needed.
>
> Storing `object` using a custom hook can resurrect it if it is set to an object which is being finalized. Avoid storing `object` after the custom hook completes to avoid resurrecting objects.

引数 `hook`, `unraisable` を指定して **監査イベント** `sys.unraisablehook` を送出します。

Added in version 3.8.

sys.**version**

Python インタプリタのバージョン番号の他、ビルド番号や使用コンパイラなどの情報を示す文字列です。この文字列は Python 対話型インタプリタが起動した時に表示されます。バージョン情報はここから抜き出さずに、*version_info* および *platform* が提供する関数を使って下さい。

sys.**api_version**

使用中のインタプリタの C API バージョン。Python と拡張モジュール間の不整合をデバッグする場合などに利用できます。

sys.version_info

バージョン番号を示す 5 要素タプル:*major*, *minor*, *micro*, *releaselevel*, *serial* 。*releaselevel* 以外は全て整数です。*releaselevel* の値は、'alpha', 'beta', 'candidate', 'final' の何れかです。Python 2.0 の version_info は、(2, 0, 0, 'final', 0) となります。構成要素には名前でもアクセスできるので、sys.version_info[0] は sys.version_info.major と等価、などになります。

バージョン 3.1 で変更: 名前を使った要素アクセスがサポートされました。

sys.warnoptions

この値は、warnings フレームワーク内部のみ使用され、変更することはできません。詳細は *warnings* を参照してください。

sys.winver

The version number used to form registry keys on Windows platforms. This is stored as string resource 1000 in the Python DLL. The value is normally the major and minor versions of the running Python interpreter. It is provided in the *sys* module for informational purposes; modifying this value has no effect on the registry keys used by Python.

利用可能な環境: Windows 。

sys.monitoring

Namespace containing functions and constants for register callbacks and controlling monitoring events. See *sys.monitoring* for details.

sys._xoptions

コマンドラインオプション -X で渡された様々な実装固有のフラグの辞書です。オプション名にはその値が明示されていればそれが、それ以外の場合は *True* がマップされます。例えば:

```
$ ./python -Xa=b -Xc
Python 3.2a3+ (py3k, Oct 16 2010, 20:14:50)
[GCC 4.4.3] on linux2
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> import sys
>>> sys._xoptions
{'a': 'b', 'c': True}
```

CPython 実装の詳細: この -X によって渡されたオプションにアクセスする方法は CPython 固有です。他の実装ではそれらは他の意味でエクスポートされるか、あるいは何もしません。

Added in version 3.2.

出典

29.2 sys.monitoring --- Execution event monitoring

Added in version 3.12.

注釈: *sys.monitoring* is a namespace within the *sys* module, not an independent module, so there is no need to `import sys.monitoring`, simply `import sys` and then use `sys.monitoring`.

This namespace provides access to the functions and constants necessary to activate and control event monitoring.

As programs execute, events occur that might be of interest to tools that monitor execution. The *sys.monitoring* namespace provides means to receive callbacks when events of interest occur.

The monitoring API consists of three components:

- *Tool identifiers*
- *Events*
- *Callbacks*

29.2.1 Tool identifiers

A tool identifier is an integer and the associated name. Tool identifiers are used to discourage tools from interfering with each other and to allow multiple tools to operate at the same time. Currently tools are completely independent and cannot be used to monitor each other. This restriction may be lifted in the future.

Before registering or activating events, a tool should choose an identifier. Identifiers are integers in the range 0 to 5 inclusive.

Registering and using tools

sys.monitoring.**use_tool_id**(*tool_id:* int, *name:* str, */*) → *None*

Must be called before *tool_id* can be used. *tool_id* must be in the range 0 to 5 inclusive. Raises a *ValueError* if *tool_id* is in use.

sys.monitoring.**free_tool_id**(*tool_id:* int, */*) → *None*

Should be called once a tool no longer requires *tool_id*.

注釈: *free_tool_id()* will not disable global or local events associated with *tool_id*, nor will it unregister any callback functions. This function is only intended to be used to notify the VM that the particular *tool_id* is no longer in use.

sys.monitoring.**get_tool**(*tool_id:* int, */*) → *str* | *None*

Returns the name of the tool if *tool_id* is in use, otherwise it returns `None`. *tool_id* must be in the range 0 to 5 inclusive.

All IDs are treated the same by the VM with regard to events, but the following IDs are pre-defined to make co-operation of tools easier:

```
sys.monitoring.DEBUGGER_ID = 0
sys.monitoring.COVERAGE_ID = 1
sys.monitoring.PROFILER_ID = 2
sys.monitoring.OPTIMIZER_ID = 5
```

29.2.2 Events

The following events are supported:

sys.monitoring.events.**BRANCH**

A conditional branch is taken (or not).

sys.monitoring.events.**CALL**

A call in Python code (event occurs before the call).

sys.monitoring.events.**C_RAISE**

An exception raised from any callable, except for Python functions (event occurs after the exit).

sys.monitoring.events.**C_RETURN**

Return from any callable, except for Python functions (event occurs after the return).

sys.monitoring.events.**EXCEPTION_HANDLED**

An exception is handled.

sys.monitoring.events.**INSTRUCTION**

A VM instruction is about to be executed.

sys.monitoring.events.**JUMP**

An unconditional jump in the control flow graph is made.

`sys.monitoring.events.LINE`

An instruction is about to be executed that has a different line number from the preceding instruction.

`sys.monitoring.events.PY_RESUME`

Resumption of a Python function (for generator and coroutine functions), except for `throw()` calls.

`sys.monitoring.events.PY_RETURN`

Return from a Python function (occurs immediately before the return, the callee's frame will be on the stack).

`sys.monitoring.events.PY_START`

Start of a Python function (occurs immediately after the call, the callee's frame will be on the stack)

`sys.monitoring.events.PY_THROW`

A Python function is resumed by a `throw()` call.

`sys.monitoring.events.PY_UNWIND`

Exit from a Python function during exception unwinding.

`sys.monitoring.events.PY_YIELD`

Yield from a Python function (occurs immediately before the yield, the callee's frame will be on the stack).

`sys.monitoring.events.RAISE`

An exception is raised, except those that cause a *STOP_ITERATION* event.

`sys.monitoring.events.RERAISE`

An exception is re-raised, for example at the end of a `finally` block.

`sys.monitoring.events.STOP_ITERATION`

An artificial *StopIteration* is raised; see *the STOP_ITERATION event*.

More events may be added in the future.

These events are attributes of the `sys.monitoring.events` namespace. Each event is represented as a power-of-2 integer constant. To define a set of events, simply bitwise or the individual events together. For example, to specify both *PY_RETURN* and *PY_START* events, use the expression `PY_RETURN | PY_START`.

`sys.monitoring.events.NO_EVENTS`

An alias for `0` so users can do explicit comparisons like:

```
if get_events(DEBUGGER_ID) == NO_EVENTS:
    ...
```

Events are divided into three groups:

Local events

Local events are associated with normal execution of the program and happen at clearly defined locations. All local events can be disabled. The local events are:

- *PY_START*
- *PY_RESUME*
- *PY_RETURN*
- *PY_YIELD*
- *CALL*
- *LINE*
- *INSTRUCTION*
- *JUMP*
- *BRANCH*
- *STOP_ITERATION*

Ancillary events

Ancillary events can be monitored like other events, but are controlled by another event:

- *C_RAISE*
- *C_RETURN*

The *C_RETURN* and *C_RAISE* events are controlled by the *CALL* event. *C_RETURN* and *C_RAISE* events will only be seen if the corresponding *CALL* event is being monitored.

Other events

Other events are not necessarily tied to a specific location in the program and cannot be individually disabled.

The other events that can be monitored are:

- *PY_THROW*
- *PY_UNWIND*
- *RAISE*
- *EXCEPTION_HANDLED*

The STOP_ITERATION event

PEP 380 specifies that a *StopIteration* exception is raised when returning a value from a generator or coroutine. However, this is a very inefficient way to return a value, so some Python implementations, notably CPython 3.12+, do not raise an exception unless it would be visible to other code.

To allow tools to monitor for real exceptions without slowing down generators and coroutines, the *STOP_ITERATION* event is provided. *STOP_ITERATION* can be locally disabled, unlike *RAISE*.

29.2.3 Turning events on and off

In order to monitor an event, it must be turned on and a corresponding callback must be registered. Events can be turned on or off by setting the events either globally or for a particular code object.

Setting events globally

Events can be controlled globally by modifying the set of events being monitored.

sys.monitoring.get_events(*tool_id:* int, */*) → *int*

Returns the `int` representing all the active events.

sys.monitoring.set_events(*tool_id:* int, *event_set:* int, */*) → *None*

Activates all events which are set in *event_set*. Raises a *ValueError* if *tool_id* is not in use.

No events are active by default.

Per code object events

Events can also be controlled on a per code object basis. The functions defined below which accept a *types.CodeType* should be prepared to accept a look-alike object from functions which are not defined in Python (see monitoring).

sys.monitoring.get_local_events(*tool_id:* int, *code:* CodeType, */*) → *int*

Returns all the local events for *code*

sys.monitoring.set_local_events(*tool_id:* int, *code:* CodeType, *event_set:* int, */*) → *None*

Activates all the local events for *code* which are set in *event_set*. Raises a *ValueError* if *tool_id* is not in use.

Local events add to global events, but do not mask them. In other words, all global events will trigger for a code object, regardless of the local events.

Disabling events

sys.monitoring.DISABLE

A special value that can be returned from a callback function to disable events for the current code location.

Local events can be disabled for a specific code location by returning *sys.monitoring.DISABLE* from a callback function. This does not change which events are set, or any other code locations for the same event.

Disabling events for specific locations is very important for high performance monitoring. For example, a program can be run under a debugger with no overhead if the debugger disables all monitoring except for a few breakpoints.

sys.monitoring.**restart_events**() → *None*

Enable all the events that were disabled by *sys.monitoring.DISABLE* for all tools.

29.2.4 Registering callback functions

To register a callable for events call

sys.monitoring.**register_callback**(*tool_id:* int, *event:* int, *func:* Callable | None, /) → *Callable* | *None*

Registers the callable *func* for the *event* with the given *tool_id*

If another callback was registered for the given *tool_id* and *event*, it is unregistered and returned. Otherwise *register_callback()* returns None.

Functions can be unregistered by calling `sys.monitoring.register_callback(tool_id, event, None)`.

Callback functions can be registered and unregistered at any time.

Registering or unregistering a callback function will generate a *sys.audit()* event.

Callback function arguments

sys.monitoring.MISSING

A special value that is passed to a callback function to indicate that there are no arguments to the call.

When an active event occurs, the registered callback function is called. Different events will provide the callback function with different arguments, as follows:

- *PY_START* and *PY_RESUME*:

```
func(code: CodeType, instruction_offset: int) -> DISABLE | Any
```

- *PY_RETURN* and *PY_YIELD*:

```
func(code: CodeType, instruction_offset: int, retval: object) -> DISABLE | Any
```

- *CALL*, *C_RAISE* and *C_RETURN*:

```
func(code: CodeType, instruction_offset: int, callable: object, arg0: object | MISSING) ->␣
↪DISABLE | Any
```

  If there are no arguments, *arg0* is set to *sys.monitoring.MISSING*.

- *RAISE*, *RERAISE*, *EXCEPTION_HANDLED*, *PY_UNWIND*, *PY_THROW* and *STOP_ITERATION*:

```
func(code: CodeType, instruction_offset: int, exception: BaseException) -> DISABLE | Any
```

- *LINE*:

```
func(code: CodeType, line_number: int) -> DISABLE | Any
```

- *BRANCH* and *JUMP*:

```
func(code: CodeType, instruction_offset: int, destination_offset: int) -> DISABLE | Any
```

  Note that the *destination_offset* is where the code will next execute. For an untaken branch this will be the offset of the instruction following the branch.

- *INSTRUCTION*:

```
func(code: CodeType, instruction_offset: int) -> DISABLE | Any
```

29.3 sysconfig --- Python の構成情報へのアクセスを提供する

Added in version 3.2.

ソースコード: Lib/sysconfig

---

sysconfig モジュールは、インストールパスのリストや、現在のプラットフォームに関連した構成などの、Python の構成情報 (configuration information) へのアクセスを提供します。

29.3.1 構成変数

Python の配布物は、Python 自体のバイナリや、`setuptools` によってコンパイルされるサードパーティの C 拡張をビルドするために必要な、`Makefile` と `pyconfig.h` ヘッダーファイルを含んでいます。

sysconfig はこれらのファイルに含まれるすべての変数を辞書に格納し、*get_config_vars()* や *get_config_var()* でアクセスできるようにします。

Windows では構成変数はだいぶ少なくなります。

sysconfig.get_config_vars(**args*)

引数がない場合、現在のプラットフォームに関するすべての構成変数の辞書を返します。

引数がある場合、各引数を構成変数辞書から検索した結果の変数のリストを返します。

各引数において、変数が見つからなかった場合は `None` が返されます。

sysconfig.get_config_var(*name*)

1 つの変数 *name* を返します。`get_config_vars().get(name)` と同じです。

name が見つからない場合、`None` を返します。

Example of usage:

```
>>> import sysconfig
>>> sysconfig.get_config_var('Py_ENABLE_SHARED')
0
>>> sysconfig.get_config_var('LIBDIR')
'/usr/local/lib'
>>> sysconfig.get_config_vars('AR', 'CXX')
['ar', 'g++']
```

29.3.2 インストールパス

Python uses an installation scheme that differs depending on the platform and on the installation options. These schemes are stored in *sysconfig* under unique identifiers based on the value returned by *os.name*. The schemes are used by package installers to determine where to copy files to.

Python は現在 9 つのスキームをサポートしています:

- *posix_prefix*: Linux や macOS などの POSIX プラットフォーム用のスキームです。これは Python やコンポーネントをインストールするときに使われるデフォルトのスキームです。
- *posix_home*: scheme for POSIX platforms, when the *home* option is used. This scheme defines paths located under a specific home prefix.

- *posix_user*: scheme for POSIX platforms, when the *user* option is used. This scheme defines paths located under the user's home directory (*site.USER_BASE*).
- *posix_venv*: scheme for *Python virtual environments* on POSIX platforms; by default it is the same as *posix_prefix*.
- *nt*: scheme for Windows. This is the default scheme used when Python or a component is installed.
- *nt_user*: scheme for Windows, when the *user* option is used.
- *nt_venv*: scheme for *Python virtual environments* on Windows; by default it is the same as *nt*.
- *venv*: a scheme with values from either *posix_venv* or *nt_venv* depending on the platform Python runs on.
- *osx_framework_user* オプションが利用された場合の、macOS 用のスキームです。

各スキームは、ユニークな識別子を持ったいくつかのパスの集合から成っています。現在 Python は 8 つのパスを利用します:

- *stdlib*: プラットフォーム非依存の、標準 Python ライブラリファイルを格納するディレクトリ.
- *platstdlib*: プラットフォーム依存の、標準 Python ライブラリファイルを格納するディレクトリ.
- *platlib*: プラットフォーム依存の、site ごとのファイルを格納するディレクトリ。
- *purelib*: directory for site-specific, non-platform-specific files ('pure' Python).
- *include*: directory for non-platform-specific header files for the Python C-API.
- *platinclude*: directory for platform-specific header files for the Python C-API.
- *scripts*: スクリプトファイルのためのディレクトリ。
- *data*: データファイルのためのディレクトリ。

29.3.3 User scheme

This scheme is designed to be the most convenient solution for users that don't have write permission to the global site-packages directory or don't want to install into it.

Files will be installed into subdirectories of *site.USER_BASE* (written as ***userbase*** hereafter). This scheme installs pure Python modules and extension modules in the same location (also known as *site.USER_SITE*).

posix_user

Path	インストールディレクトリ
stdlib	*userbase*/lib/python*X.Y*
platstdlib	*userbase*/lib/python*X.Y*
platlib	*userbase*/lib/python*X.Y*/site-packages
purelib	*userbase*/lib/python*X.Y*/site-packages
include	*userbase*/include/python*X.Y*
scripts	*userbase*/bin
data	*userbase*

nt_user

Path	インストールディレクトリ
stdlib	*userbase*\Python*XY*
platstdlib	*userbase*\Python*XY*
platlib	*userbase*\Python*XY*\site-packages
purelib	*userbase*\Python*XY*\site-packages
include	*userbase*\Python*XY*\Include
scripts	*userbase*\Python*XY*\Scripts
data	*userbase*

osx_framework_user

Path	インストールディレクトリ
stdlib	*userbase*/lib/python
platstdlib	*userbase*/lib/python
platlib	*userbase*/lib/python/site-packages
purelib	*userbase*/lib/python/site-packages
include	*userbase*/include/python*X.Y*
scripts	*userbase*/bin
data	*userbase*

29.3.4 Home scheme

”home スキーム” の背後にある考え方は、Python モジュールを個人用のモジュール置き場でビルドし、維持するというものです。このスキームの名前は Unix の「ホーム」ディレクトリの概念からとりました。というのも、Unix のユーザにとって、自分のホームディレクトリを /usr/ や /usr/local/ のようにレイアウトするのはよくあることだからです。とはいえ、このスキームはどのオペレーティングシステムのユーザでも使えます。

posix_home

Path	インストールディレクトリ
stdlib	*home*/lib/python
platstdlib	*home*/lib/python
platlib	*home*/lib/python
purelib	*home*/lib/python
include	*home*/include/python
platinclude	*home*/include/python
scripts	*home*/bin
data	*home*

29.3.5 Prefix scheme

あるインストール済みの Python を使ってモジュールのビルド/インストールを (例えば setup スクリプトを実行して) 行いたいけれども、別のインストール済みの Python のサードパーティ製モジュール置き場 (あるいは、そう見えるようなディレクトリ構造) に、ビルドされた モジュールをインストールしたい場合には、”prefix スキーム” が便利です。そんな作業はまったくありえそうにない、と思うなら、確かにその通りです --- ”home スキーム” を先に説明したのもそのためです。とはいえ、prefix スキームが有用なケースは少なくとも二つあります。

First, consider that many Linux distributions put Python in /usr, rather than the more traditional /usr/local. This is entirely appropriate, since in those cases Python is part of ”the system” rather than a local add-on. However, if you are installing Python modules from source, you probably want them to go in /usr/local/lib/python2.*X* rather than /usr/lib/python2.*X*.

Another possibility is a network filesystem where the name used to write to a remote directory is different from the name used to read it: for example, the Python interpreter accessed as /usr/local/bin/python might search for modules in /usr/local/lib/python2.*X*, but those modules would have to be installed to, say, /mnt/*@server*/export/lib/python2.*X*.

posix_prefix

Path	インストールディレクトリ
stdlib	*prefix*/lib/python*X.Y*
platstdlib	*prefix*/lib/python*X.Y*
platlib	*prefix*/lib/python*X.Y*/site-packages
purelib	*prefix*/lib/python*X.Y*/site-packages
include	*prefix*/include/python*X.Y*
platinclude	*prefix*/include/python*X.Y*
scripts	*prefix*/bin
data	*prefix*

nt

Path	インストールディレクトリ
stdlib	*prefix*\Lib
platstdlib	*prefix*\Lib
platlib	*prefix*\Lib\site-packages
purelib	*prefix*\Lib\site-packages
include	*prefix*\Include
platinclude	*prefix*\Include
scripts	*prefix*\Scripts
data	*prefix*

29.3.6 Installation path functions

sysconfig provides some functions to determine these installation paths.

sysconfig.**get_scheme_names**()

現在 *sysconfig* でサポートされているすべてのスキームを格納したタプルを返します。

sysconfig.**get_default_scheme**()

Return the default scheme name for the current platform.

Added in version 3.10: This function was previously named `_get_default_scheme()` and considered an implementation detail.

バージョン 3.11 で変更: When Python runs from a virtual environment, the *venv* scheme is returned.

sysconfig.**get_preferred_scheme**(*key*)

Return a preferred scheme name for an installation layout specified by *key*.

key must be either `"prefix"`, `"home"`, or `"user"`.

The return value is a scheme name listed in *get_scheme_names()*. It can be passed to *sysconfig* functions that take a *scheme* argument, such as *get_paths()*.

Added in version 3.10.

バージョン 3.11 で変更: When Python runs from a virtual environment and `key="prefix"`, the *venv* scheme is returned.

sysconfig.**_get_preferred_schemes**()

Return a dict containing preferred scheme names on the current platform. Python implementers and redistributors may add their preferred schemes to the `_INSTALL_SCHEMES` module-level global value, and modify this function to return those scheme names, to e.g. provide different schemes for system and language package managers to use, so packages installed by either do not mix with those by the other.

End users should not use this function, but *get_default_scheme()* and *get_preferred_scheme()* instead.

Added in version 3.10.

sysconfig.**get_path_names**()

現在 *sysconfig* でサポートされているすべてのパス名を格納したタプルを返します。

sysconfig.**get_path**(*name*[, *scheme*[, *vars*[, *expand*]]])

scheme で指定されたインストールスキームから、パス *name* に従ってインストールパスを返します。

name は *get_path_names()* が返すリストに含まれる値でなければなりません。

sysconfig はインストールパスを、パス名、プラットフォーム、展開される変数に従って格納します。例えば、*nt* スキームでの *stdlib* パスは `{base}/Lib` になります。

get_path() はパスを展開するのに *get_config_vars()* が返す変数を利用します。すべての変数は各プラットフォームにおいてデフォルト値を持っていて、この関数を呼び出したときにデフォルト値を取得する場合があります。

scheme が指定された場合、*get_scheme_names()* が返すリストに含まれる値でなければなりません。指定されなかった場合は、現在のプラットフォームでのデフォルトスキームが利用されます。

If *vars* is provided, it must be a dictionary of variables that will update the dictionary returned by *get_config_vars()*.

expand が `False` に設定された場合、パスは変数を使って展開されません。

name が見つからない場合、*KeyError* を送出します。

sysconfig.get_paths([*scheme*[, *vars*[, *expand*]]])

インストールスキームに基づいたすべてのインストールパスを格納した辞書を返します。詳しい情報は *get_path()* を参照してください。

scheme が指定されない場合、現在のプラットフォームでのデフォルトスキーマが使用されます。

vars を指定する場合、パスを展開するために使用される辞書を更新する値の辞書でなければなりません。

expand に偽を指定すると、パスは展開されません。

scheme が実在するスキームでなかった場合、*get_paths()* は *KeyError* を発生させます。

29.3.7 その他の関数

sysconfig.get_python_version()

MAJOR.MINOR の型の Python バージョン番号文字列を返します。'%d.%d' % sys.version_info[:2] に似ています。

sysconfig.get_platform()

現在のプラットフォームを識別するための文字列を返します。

これはプラットフォーム依存のビルドディレクトリやプラットフォーム依存の配布物を区別するために使われます。典型的には、('os.uname()' のように) OS の名前とバージョン、アーキテクチャを含みますが、厳密には OS に依存します。例えば Linux ではカーネルのバージョンはそれほど重要ではありません。

返される値の例:

- linux-i586
- linux-alpha (?)
- solaris-2.6-sun4u

Windows では以下のどれかを返します:

- win-amd64 (64bit Windows on AMD64, 別名 x86_64, Intel64, EM64T)
- win32 (その他すべて - 具体的には sys.platform が返す値)

macOS では以下のどれかを返します:

- macosx-10.6-ppc
- macosx-10.4-ppc64
- macosx-10.3-i386

- macosx-10.4-fat

その他の非 POSIX プラットフォームでは、現在のところ単に *sys.platform* を返します。

sysconfig.**is_python_build**()

実行中の Python インタプリタがソースからビルドされ、かつそのビルドされた場所から実行されている場合に True を返します。make install を実行した場所からの実行やバイナリインストーラによるインストールではいけません。

sysconfig.**parse_config_h**(*fp*[, *vars*])

config.h スタイルのファイルを解析します。

fp は config.h スタイルのファイルを指すファイルライクオブジェクトです。

name/value ペアを格納した辞書を返します。第二引数にオプションの辞書が渡された場合、新しい辞書ではなくその辞書を利用し、ファイルから読み込んだ値で更新します。

sysconfig.**get_config_h_filename**()

pyconfig.h のパスを返します。

sysconfig.**get_makefile_filename**()

Makefile のパスを返します。

29.3.8 sysconfig をスクリプトとして使う

Python の *-m* オプションを使えば、*sysconfig* をスクリプトとして使用できます:

```
$ python -m sysconfig
Platform: "macosx-10.4-i386"
Python version: "3.2"
Current installation scheme: "posix_prefix"

Paths:
        data = "/usr/local"
        include = "/Users/tarek/Dev/svn.python.org/py3k/Include"
        platinclude = "."
        platlib = "/usr/local/lib/python3.2/site-packages"
        platstdlib = "/usr/local/lib/python3.2"
        purelib = "/usr/local/lib/python3.2/site-packages"
        scripts = "/usr/local/bin"
        stdlib = "/usr/local/lib/python3.2"

Variables:
        AC_APPLE_UNIVERSAL_BUILD = "0"
        AIX_GENUINE_CPLUSPLUS = "0"
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        AR = "ar"
        ARFLAGS = "rc"
        ...
```

これは、*get_platform()*、*get_python_version()*、*get_path()* および *get_config_vars()* が返す情報を標準出力に出力します。

29.4 builtins --- 組み込みオブジェクト

このモジュールは Python の全ての「組み込み」識別子に直接アクセスするためのものです。例えば builtins.open は組み込み関数 *open()* の完全な名前です。ドキュメントは **組み込み関数** と **組み込み定数** を参照してください。

通常このモジュールはほとんどのアプリケーションで明示的にアクセスされることはありませんが、組み込みの値と同じ名前のオブジェクトを提供するモジュールが同時にその名前の組み込みオブジェクトも必要とするような場合には有用です。たとえば、組み込みの *open()* をラップした *open()* という関数を実装したいモジュールがあったとすると、このモジュールは次のように直接的に使われます:

```
import builtins

def open(path):
    f = builtins.open(path, 'r')
    return UpperCaser(f)

class UpperCaser:
    '''Wrapper around a file that converts output to uppercase.'''

    def __init__(self, f):
        self._f = f

    def read(self, count=-1):
        return self._f.read(count).upper()

    # ...
```

ほとんどのモジュールではグローバル変数の一部として __builtins__ が利用できるようになっています。__builtins__ の内容は通常このモジュールそのものか、あるいはこのモジュールの *__dict__* 属性です。これは実装の詳細部分なので、異なる Python の実装では __builtins__ は使われていないこともあります。

29.5 __main__ --- トップレベルのコード環境

Python では、__main__ という特別な名前が次の二つの重要な用途で使われます:

1. プログラムのトップレベル環境の名前。__name__ == '__main__' という式でチェックすることができる。
2. Python パッケージにおける __main__.py ファイル。

どちらも Python のモジュールに関わる機能です。1 つ目はユーザーがどうモジュールを使うか、2 つ目はモジュールとモジュールがどうやりとりするかに関係します。詳細は以下で説明します。Python モジュールがどういうものかについては、tut-modules を参照してください。

29.5.1 __name__ == '__main__'

Python モジュールやパッケージがインポートされるとき、__name__ の値はそのモジュールの名前となります。通常、インポートされる Python ファイル自体のファイル名から拡張子 “.py“ を除いたものとなります:

```
>>> import configparser
>>> configparser.__name__
'configparser'
```

インポートされるファイルがパッケージの一部である場合は、__name__ にはそのパッケージのパスも含まれます:

```
>>> from concurrent.futures import process
>>> process.__name__
'concurrent.futures.process'
```

しかし、モジュールがトップレベルのスクリプト環境で実行される場合は、__name__ が '__main__' という文字列になります。

「トップレベルのスクリプト環境」とは

__main__ は、トップレベルのコードが実行される環境の名前です。” トップレベルのコード” は、実行を開始する最初のユーザー指定の Python モジュールです。これは、このモジュールがプログラムに必要なすべての他のモジュールをインポートするために、” トップレベル” なのです。時折、” トップレベルのコード” は、アプリケーションには **エントリーポイント** と呼ばれます。

以下のものがトップレベルのスクリプト環境となります:

- インタラクティブプロンプトのスコープ:

  ```
  >>> __name__
  '__main__'
  ```

- Python インタープリタにファイル引数として渡される Python モジュール:

```
$ python helloworld.py
Hello, world!
```

- Python インタープリタに Python -m オプションとして渡される Python モジュールまたはパッケージ:

```
$ python -m tarfile
usage: tarfile.py [-h] [-v] (...)
```

- 標準入力から Python インタープリタが読み込む Python コード:

```
$ echo "import this" | python
The Zen of Python, by Tim Peters

Beautiful is better than ugly.
Explicit is better than implicit.
...
```

- Python インタープリタに -c オプションで渡される Python コード:

```
$ python -c "import this"
The Zen of Python, by Tim Peters

Beautiful is better than ugly.
Explicit is better than implicit.
...
```

上記それぞれの場合で、トップレベルのモジュールの __name__ の値が '__main__' となります。

これにより、__name__ をチェックすれば各モジュールは自分がトップレベル環境で実行されているかどうかを知ることができます。このことから、モジュールが import 文で初期化された場合以外の場合でのみコードを実行するため、次のコードがしばしば用いられます:

```
if __name__ == '__main__':
    # Execute when the module is not initialized from an import statement.
    ...
```

参考:

あらゆる場合に __name__ の値がどうセットされるのかについて、詳しくはチュートリアルの tut-modules セクションを参照してください。

通常の使われ方

一部のモジュールでは、コマンドライン引数をパースしたり標準入力からデータを取得したなど、スクリプト用途のみのコードが含まれています。このようなモジュールが、例えばユニットテストのため、別のモジュールからインポートされると、そのスクリプト用コードが意図に反して実行されてしまいます。

`if __name__ == '__main__'` というコードは、このようなときに役立ちます。このブロックの中にあるコードは、当該のモジュールがトップレベル環境で実行されていない限り、実行されません。

`if __name__ == '__main__'` の下のブロックにあるコードはできるだけ少なくした方が、コードの分かりやすさや正確さにつながります。最もよくあるのが、プログラムの主要な処理を `main` 関数の中にカプセル化することです:

```
# echo.py

import shlex
import sys

def echo(phrase: str) -> None:
   """A dummy wrapper around print."""
   # for demonstration purposes, you can imagine that there is some
   # valuable and reusable logic inside this function
   print(phrase)

def main() -> int:
    """Echo the input arguments to standard output"""
    phrase = shlex.join(sys.argv)
    echo(phrase)
    return 0

if __name__ == '__main__':
    sys.exit(main())  # next section explains the use of sys.exit
```

注意すべき点として、もし `main` 関数内のコードをカプセル化せず `if __name__ == '__main__'` の下に直接書いた場合、`phrase` 変数はモジュール全体からグローバルにアクセスできてしまいます。モジュール内の他の関数が意図せずローカル変数ではなくそのグローバル変数を使用してしまう可能性があるため、ミスにつながります。`main` 関数を用意することでこの問題は解決できます。

`main` 関数を使うことのもう一つのメリットとして、`echo` 関数が分離し、別の場所からインポートできるようになることです。`echo.py` がインポートされるとき、`echo` 関数と `main` 関数が定義されますが、`__name__ != '__main__'` であるため、どちらの関数も呼び出されません。

パッケージングで考慮すべき点

`main` functions are often used to create command-line tools by specifying them as entry points for console scripts. When this is done, pip inserts the function call into a template script, where the return value of `main` is passed into *`sys.exit()`*. For example:

```
sys.exit(main())
```

Since the call to `main` is wrapped in *`sys.exit()`*, the expectation is that your function will return some value acceptable as an input to *`sys.exit()`*; typically, an integer or `None` (which is implicitly returned if your function does not have a return statement).

By proactively following this convention ourselves, our module will have the same behavior when run directly (i.e. `python echo.py`) as it will have if we later package it as a console script entry-point in a pip-installable package.

In particular, be careful about returning strings from your `main` function. *`sys.exit()`* will interpret a string argument as a failure message, so your program will have an exit code of `1`, indicating failure, and the string will be written to *`sys.stderr`*. The `echo.py` example from earlier exemplifies using the `sys.exit(main())` convention.

参考:

Python Packaging User Guide contains a collection of tutorials and references on how to distribute and install Python packages with modern tools.

29.5.2 `__main__.py` in Python Packages

If you are not familiar with Python packages, see section tut-packages of the tutorial. Most commonly, the `__main__.py` file is used to provide a command-line interface for a package. Consider the following hypothetical package, "bandclass":

```
bandclass
   ├── __init__.py
   ├── __main__.py
   └── student.py
```

`__main__.py` will be executed when the package itself is invoked directly from the command line using the `-m` flag. For example:

```
$ python -m bandclass
```

This command will cause `__main__.py` to run. How you utilize this mechanism will depend on the nature of the package you are writing, but in this hypothetical case, it might make sense to allow the teacher to

search for students:

```
# bandclass/__main__.py

import sys
from .student import search_students

student_name = sys.argv[1] if len(sys.argv) >= 2 else ''
print(f'Found student: {search_students(student_name)}')
```

Note that `from .student import search_students` is an example of a relative import. This import style can be used when referencing modules within a package. For more details, see intra-package-references in the tut-modules section of the tutorial.

通常の使われ方

The content of `__main__.py` typically isn't fenced with an `if __name__ == '__main__'` block. Instead, those files are kept short and import functions to execute from other modules. Those other modules can then be easily unit-tested and are properly reusable.

If used, an `if __name__ == '__main__'` block will still work as expected for a `__main__.py` file within a package, because its `__name__` attribute will include the package's path if imported:

```
>>> import asyncio.__main__
>>> asyncio.__main__.__name__
'asyncio.__main__'
```

This won't work for `__main__.py` files in the root directory of a .zip file though. Hence, for consistency, minimal `__main__.py` like the *venv* one mentioned below are preferred.

参考:

See *venv* for an example of a package with a minimal `__main__.py` in the standard library. It doesn't contain a `if __name__ == '__main__'` block. You can invoke it with `python -m venv [directory]`.

See *runpy* for more details on the `-m` flag to the interpreter executable.

See *zipapp* for how to run applications packaged as *.zip* files. In this case Python looks for a `__main__.py` file in the root directory of the archive.

29.5.3 import __main__

Regardless of which module a Python program was started with, other modules running within that same program can import the top-level environment's scope (*namespace*) by importing the `__main__` module. This doesn't import a `__main__.py` file but rather whichever module that received the special name `'__main__'`.

Here is an example module that consumes the `__main__` namespace:

```
# namely.py

import __main__

def did_user_define_their_name():
    return 'my_name' in dir(__main__)

def print_user_name():
    if not did_user_define_their_name():
        raise ValueError('Define the variable `my_name`!')

    if '__file__' in dir(__main__):
        print(__main__.my_name, "found in file", __main__.__file__)
    else:
        print(__main__.my_name)
```

Example usage of this module could be as follows:

```
# start.py

import sys

from namely import print_user_name

# my_name = "Dinsdale"

def main():
    try:
        print_user_name()
    except ValueError as ve:
        return str(ve)

if __name__ == "__main__":
    sys.exit(main())
```

Now, if we started our program, the result would look like this:

```
$ python start.py
Define the variable `my_name`!
```

The exit code of the program would be 1, indicating an error. Uncommenting the line with `my_name = "Dinsdale"` fixes the program and now it exits with status code 0, indicating success:

```
$ python start.py
Dinsdale found in file /path/to/start.py
```

Note that importing `__main__` doesn't cause any issues with unintentionally running top-level code meant for script use which is put in the `if __name__ == "__main__"` block of the `start` module. Why does this work?

Python inserts an empty `__main__` module in *sys.modules* at interpreter startup, and populates it by running top-level code. In our example this is the `start` module which runs line by line and imports `namely`. In turn, `namely` imports `__main__` (which is really `start`). That's an import cycle! Fortunately, since the partially populated `__main__` module is present in *sys.modules*, Python passes that to `namely`. See Special considerations for ___main___ in the import system's reference for details on how this works.

The Python REPL is another example of a "top-level environment", so anything defined in the REPL becomes part of the `__main__` scope:

```
>>> import namely
>>> namely.did_user_define_their_name()
False
>>> namely.print_user_name()
Traceback (most recent call last):
...
ValueError: Define the variable `my_name`!
>>> my_name = 'Jabberwocky'
>>> namely.did_user_define_their_name()
True
>>> namely.print_user_name()
Jabberwocky
```

Note that in this case the `__main__` scope doesn't contain a `__file__` attribute as it's interactive.

The `__main__` scope is used in the implementation of *pdb* and *rlcompleter*.

29.6 warnings --- 警告の制御

ソースコード: Lib/warnings.py

警告メッセージは一般に、ユーザに警告しておいた方がよいような状況下にプログラムが置かれているが、その状況は (通常は) 例外を送出したりそのプログラムを終了させるほどの正当な理由がないといった状況で発されます。例えば、プログラムが古いモジュールを使っている場合には警告を発したくなるかもしれません。

Python プログラマは、このモジュールの *warn()* 関数を使って警告を発することができます。(C 言語のプログラマは PyErr_WarnEx() を使います; 詳細は exceptionhandling を参照してください)。

警告メッセージは通常 *sys.stderr* に出力されますが、すべての警告を無視したり、警告を例外にしたりと、その処理を柔軟に変更することができます。警告の処理は *warning category* 、警告メッセージのテキスト、警告が発行されたソースの位置に基づいて変化します。同じソースの位置で特定の警告が繰り返された場合、通常は抑制されます。

警告制御には 2 つの段階 (stage) があります: 第一に、警告が発されるたびに、メッセージを出力すべきかどうかの決定が行われます; 次に、メッセージを出力するなら、メッセージはユーザによって設定が可能なフックを使って書式化され印字されます。

警告メッセージを出力するかどうかの決定は、**警告フィルタ** によって制御されます。警告フィルタは一致規則 (matching rule) と動作からなるシーケンスです。*filterwarnings()* を呼び出して一致規則をフィルタに追加することができ、*resetwarnings()* を呼び出してフィルタを標準設定の状態にリセットすることができます。

警告メッセージの印字は *showwarning()* を呼び出して行うことができ、この関数は上書きすることができます; この関数の標準の実装では、*formatwarning()* を呼び出して警告メッセージを書式化しますが、この関数についても自作の実装を使うことができます。

参考:

logging.captureWarnings() を使うことで、標準ロギング基盤ですべての警告を扱うことができます。

29.6.1 警告カテゴリ

警告カテゴリを表現する組み込み例外は数多くあります。このカテゴリ化は警告をグループごとフィルタする上で便利です。

これらは厳密に言えば **組み込み例外** ですが、概念的には警告メカニズムに属しているのでここで記述されています。

標準の警告カテゴリをユーザの作成したコード上でサブクラス化することで、さらに別の警告カテゴリを定義することができます。警告カテゴリは常に *Warning* クラスのサブクラスでなければなりません。

現在以下の警告カテゴリクラスが定義されています:

Class	説明
Warning	すべての警告カテゴリクラスの基底クラスです。*Exception* のサブクラスです。
UserWarning	*warn()* の標準のカテゴリです。
DeprecationWarning	他の Python 開発者へ向けて警告を発するときの、非推奨の機能についての警告の基底カテゴリです (`__main__` によって引き起こされない限り通常は無視されます)。
SyntaxWarning	その文法機能があいまいであることを示す警告カテゴリの基底クラスです。
RuntimeWarning	そのランタイム機能があいまいであることを示す警告カテゴリの基底クラスです。
FutureWarning	Python で書かれたアプリケーションのエンドユーザーへ向けて警告を発するときの、非推奨の機能についての警告の基底カテゴリです。
PendingDeprecationWarning	将来その機能が廃止されることを示す警告カテゴリの基底クラスです (デフォルトでは無視されます)。
ImportWarning	モジュールのインポート処理中に引き起こされる警告カテゴリの基底クラスです (デフォルトでは無視されます)。
UnicodeWarning	Unicode に関係した警告カテゴリの基底クラスです。
BytesWarning	*bytes* や *bytearray* に関連した警告カテゴリの基底クラスです。
ResourceWarning	リソースの使用に関連した警告カテゴリの基底クラスです (デフォルトでは無視されます)。

バージョン 3.7 で変更: Previously *DeprecationWarning* and *FutureWarning* were distinguished based on whether a feature was being removed entirely or changing its behaviour. They are now distinguished based on their intended audience and the way they're handled by the default warnings filters.

29.6.2 警告フィルタ

警告フィルタは、ある警告を無視すべきか、表示すべきか、あるいは (例外を送出する) エラーにするべきかを制御します。

概念的には、警告フィルタは複数のフィルタ仕様からなる順番リストを維持しています; 何らかの特定の警告が生じると、一致するものが見つかるまでリスト中の各フィルタとの照合が行われます; 一致したフィルタ仕様がその警告の処理方法を決定します。フィルタの各エントリは (*action*, *message*, *category*, *module*, *lineno*) からなるタプルです。ここで:

- *action* は以下の文字列のうちの一つです:

値	処理方法
"default	print the first occurrence of matching warnings for each location (module + line number) where the warning is issued
"error"	一致した警告を例外に変えます
"ignore"	一致した警告を出力しません
"always"	一致した警告を常に出力します
"module"	print the first occurrence of matching warnings for each module where the warning is issued (regardless of line number)
"once"	一致した警告のうち、警告の原因になった場所にかかわらず最初の警告のみ出力します

- *message* is a string containing a regular expression that the start of the warning message must match, case-insensitively. In `-W` and `PYTHONWARNINGS`, *message* is a literal string that the start of the warning message must contain (case-insensitively), ignoring any whitespace at the start or end of *message*.
- *category* はクラス (*Warning* のサブクラス) です。警告クラスはこのクラスのサブクラスに一致しなければなりません。
- *module* is a string containing a regular expression that the start of the fully qualified module name must match, case-sensitively. In `-W` and `PYTHONWARNINGS`, *module* is a literal string that the fully qualified module name must be equal to (case-sensitively), ignoring any whitespace at the start or end of *module*.
- *lineno* は整数で、警告が発生した場所の行番号に一致しなければなりません。`0` の場合はすべての行と一致します。

Warning クラスは組み込みの *Exception* クラスから派生しているので、警告をエラーに変換するには単に `category(message)` を `raise` します。

If a warning is reported and doesn't match any registered filter then the "default" action is applied (hence its name).

Describing Warning Filters

The warnings filter is initialized by `-W` options passed to the Python interpreter command line and the `PYTHONWARNINGS` environment variable. The interpreter saves the arguments for all supplied entries without interpretation in *sys.warnoptions*; the *warnings* module parses these when it is first imported (invalid options are ignored, after printing a message to *sys.stderr*).

Individual warnings filters are specified as a sequence of fields separated by colons:

```
action:message:category:module:line
```

The meaning of each of these fields is as described in 警告フィルタ. When listing multiple filters on a single line (as for PYTHONWARNINGS), the individual filters are separated by commas and the filters listed later take precedence over those listed before them (as they're applied left-to-right, and the most recently applied filters take precedence over earlier ones).

Commonly used warning filters apply to either all warnings, warnings in a particular category, or warnings raised by particular modules or packages. Some examples:

```
default                       # Show all warnings (even those ignored by default)
ignore                        # Ignore all warnings
error                         # Convert all warnings to errors
error::ResourceWarning        # Treat ResourceWarning messages as errors
default::DeprecationWarning   # Show DeprecationWarning messages
ignore,default:::mymodule     # Only report warnings triggered by "mymodule"
error:::mymodule              # Convert warnings to errors in "mymodule"
```

デフォルトの警告フィルタ

デフォルトで、Python はいくつかの警告フィルタをインストールします。これは -W コマンドラインオプション、PYTHONWARNINGS 環境変数または *filterwarnings()* の呼び出しでオーバーライドできます。

In regular release builds, the default warning filter has the following entries (in order of precedence):

```
default::DeprecationWarning:__main__
ignore::DeprecationWarning
ignore::PendingDeprecationWarning
ignore::ImportWarning
ignore::ResourceWarning
```

In a debug build, the list of default warning filters is empty.

バージョン 3.2 で変更: *PendingDeprecationWarning* に加えて、*DeprecationWarning* もデフォルトで無視されるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: *DeprecationWarning* is once again shown by default when triggered directly by code in __main__.

バージョン 3.7 で変更: *BytesWarning* no longer appears in the default filter list and is instead configured via *sys.warnoptions* when -b is specified twice.

Overriding the default filter

Developers of applications written in Python may wish to hide *all* Python level warnings from their users by default, and only display them when running tests or otherwise working on the application. The *sys.warnoptions* attribute used to pass filter configurations to the interpreter can be used as a marker to indicate whether or not warnings should be disabled:

```
import sys

if not sys.warnoptions:
    import warnings
    warnings.simplefilter("ignore")
```

Developers of test runners for Python code are advised to instead ensure that *all* warnings are displayed by default for the code under test, using code like:

```
import sys

if not sys.warnoptions:
    import os, warnings
    warnings.simplefilter("default") # Change the filter in this process
    os.environ["PYTHONWARNINGS"] = "default" # Also affect subprocesses
```

Finally, developers of interactive shells that run user code in a namespace other than `__main__` are advised to ensure that *DeprecationWarning* messages are made visible by default, using code like the following (where `user_ns` is the module used to execute code entered interactively):

```
import warnings
warnings.filterwarnings("default", category=DeprecationWarning,
                                   module=user_ns.get("__name__"))
```

29.6.3 一時的に警告を抑制する

If you are using code that you know will raise a warning, such as a deprecated function, but do not want to see the warning (even when warnings have been explicitly configured via the command line), then it is possible to suppress the warning using the *catch_warnings* context manager:

```
import warnings

def fxn():
    warnings.warn("deprecated", DeprecationWarning)

with warnings.catch_warnings():
    warnings.simplefilter("ignore")
    fxn()
```

このサンプルのコンテキストマネージャーの中では、すべての警告が無視されています。これで、他の廃止予定のコードを含まない (つもりの) 部分まで警告を抑止せずに、廃止予定だと分かっているコードだけ警告を表示させないようにすることができます。注意: これが保証できるのはシングルスレッドのアプリケーションだけです。2 つ以上のスレッドが同時に *catch_warnings* コンテキストマネージャーを使用した場合、動作は未定義です。

29.6.4 警告のテスト

コードが警告を発生させることをテストするには、*catch_warnings* コンテキストマネージャーを利用します。このクラスを使うと、一時的に警告フィルタを操作してテストに利用できます。例えば、次のコードでは、発生したすべての警告を取得してチェックしています:

```
import warnings

def fxn():
    warnings.warn("deprecated", DeprecationWarning)

with warnings.catch_warnings(record=True) as w:
    # Cause all warnings to always be triggered.
    warnings.simplefilter("always")
    # Trigger a warning.
    fxn()
    # Verify some things
    assert len(w) == 1
    assert issubclass(w[-1].category, DeprecationWarning)
    assert "deprecated" in str(w[-1].message)
```

always の代わりに error を利用することで、すべての警告で例外を発生させることができます。1 つ気をつけないといけないのは、一度 once/default ルールによって発生した警告は、フィルタに何をセットしているかにかかわらず、警告レジストリをクリアしない限りは 2 度と発生しません。

コンテキストマネージャーが終了したら、警告フィルタはコンテキストマネージャーに入る前のものに戻されます。これは、テスト中に予期しない方法で警告フィルタが変更され、テスト結果が中途半端になる事を予防します。このモジュールの *showwarning()* 関数も元の値に戻されます。注意: これが保証できるのはシングルスレッドのアプリケーションだけです。2 つ以上のスレッドが同時に *catch_warnings* コンテキストマネージャを使用した場合、動作は未定義です。

同じ種類の警告を発生させる複数の操作をテストする場合、各操作が新しい警告を発生させている事を確認するのは大切な事です (例えば、警告を例外として発生させて各操作が例外を発生させることを確認したり、警告リストの長さが各操作で増加していることを確認したり、警告リストを各操作の前に毎回クリアする事ができます)。

29.6.5 Updating Code For New Versions of Dependencies

Warning categories that are primarily of interest to Python developers (rather than end users of applications written in Python) are ignored by default.

Notably, this "ignored by default" list includes *DeprecationWarning* (for every module except `__main__`), which means developers should make sure to test their code with typically ignored warnings made visible in order to receive timely notifications of future breaking API changes (whether in the standard library or third party packages).

In the ideal case, the code will have a suitable test suite, and the test runner will take care of implicitly enabling all warnings when running tests (the test runner provided by the *unittest* module does this).

In less ideal cases, applications can be checked for use of deprecated interfaces by passing `-Wd` to the Python interpreter (this is shorthand for `-W default`) or setting `PYTHONWARNINGS=default` in the environment. This enables default handling for all warnings, including those that are ignored by default. To change what action is taken for encountered warnings you can change what argument is passed to `-W` (e.g. `-W error`). See the `-W` flag for more details on what is possible.

29.6.6 利用可能な関数

warnings.warn(*message*, *category=None*, *stacklevel=1*, *source=None*, ***, *skip_file_prefixes=None*)

警告を発するか、無視するか、あるいは例外を送出します。*category* 引数が与えられた場合、**警告カテゴリクラス** でなければなりません; 標準の値は *UserWarning* です。*message* を *Warning* インスタンスで代用することもできますが、この場合 *category* は無視され、`message.__class__` が使われ、メッセージ文は `str(message)` になります。発された例外が前述した **警告フィルタ** によってエラーに変更された場合、この関数は例外を送出します。引数 *stacklevel* は Python でラッパー関数を書く際に利用することができます。例えば:

```
def deprecated_api(message):
    warnings.warn(message, DeprecationWarning, stacklevel=2)
```

This makes the warning refer to `deprecated_api`'s caller, rather than to the source of `deprecated_api` itself (since the latter would defeat the purpose of the warning message).

The *skip_file_prefixes* keyword argument can be used to indicate which stack frames are ignored when counting stack levels. This can be useful when you want the warning to always appear at call sites outside of a package when a constant *stacklevel* does not fit all call paths or is otherwise challenging to maintain. If supplied, it must be a tuple of strings. When prefixes are supplied, stacklevel is implicitly overridden to be `max(2, stacklevel)`. To cause a warning to be attributed to the caller from outside of the current package you might write:

```
# example/lower.py
_warn_skips = (os.path.dirname(__file__),)

def one_way(r_luxury_yacht=None, t_wobbler_mangrove=None):
    if r_luxury_yacht:
        warnings.warn("Please migrate to t_wobbler_mangrove=.",
                      skip_file_prefixes=_warn_skips)

# example/higher.py
from . import lower

def another_way(**kw):
    lower.one_way(**kw)
```

This makes the warning refer to both the `example.lower.one_way()` and `package.higher.another_way()` call sites only from calling code living outside of `example` package.

source 引数が与えられた場合、これは *ResourceWarning* を発生させた破壊されたオブジェクトです。

バージョン 3.6 で変更: *source* 引数を追加しました。

バージョン 3.12 で変更: Added *skip_file_prefixes*.

warnings.warn_explicit(*message*, *category*, *filename*, *lineno*, *module=None*, *registry=None*, *module_globals=None*, *source=None*)

warn() の機能に対する低レベルのインターフェースで、メッセージ、警告カテゴリ、ファイル名および行番号、そしてオプションのモジュール名およびレジストリ情報 (モジュールの `__warningregistry__` 辞書) を明示的に渡します。モジュール名は標準で `.py` が取り去られたファイル名になります; レジストリが渡されなかった場合、警告が抑制されることはありません。*message* が文字列のとき、*category* は *Warning* のサブクラスでなければなりません。また *message* は *Warning* のインスタンスであってもよく、この場合 *category* は無視されます。

module_globals は、もし与えられるならば、警告が発せられるコードが使っているグローバル名前空間でなければなりません (この引数は zipfile やその他の非ファイルシステムのインポート元の中にあるモジュールのソースを表示することをサポートするためのものです)。

source 引数が与えられた場合、これは *ResourceWarning* を発生させた破壊されたオブジェクトです。

バージョン 3.6 で変更: *source* 引数を追加しました。

warnings.showwarning(*message*, *category*, *filename*, *lineno*, *file=None*, *line=None*)

警告をファイルに書き込みます。標準の実装では、`formatwarning(message, category, filename, lineno, line)` を呼び出し、返された文字列を *file* に書き込みます。*file* は標準では *sys.stderr* です。この関数は `warnings.showwarning` に任意の呼び出し可能オブジェクトを代入して置き換えることができます。*line* は警告メッセージに含めるソースコードの 1 行です。*line* が与えられない場合、*showwarning()* は *filename* と *lineno* から行を取得することを試みます。

warnings.**formatwarning**(*message*, *category*, *filename*, *lineno*, *line=None*)

警告を通常の方法で書式化します。返される文字列内には改行が埋め込まれている可能性があり、かつ文字列は改行で終端されています。*line* は警告メッセージに含まれるソースコードの 1 行です。*line* が渡されない場合、*formatwarning()* は *filename* と *lineno* から行の取得を試みます。

warnings.**filterwarnings**(*action*, *message=''*, *category=Warning*, *module=''*, *lineno=0*, *append=False*)

警告フィルタ仕様 のリストにエントリを一つ挿入します。標準ではエントリは先頭に挿入されます; *append* が真ならば、末尾に挿入されます。この関数は引数の型をチェックし、*message* および *module* の正規表現をコンパイルしてから、これらをタプルにして警告フィルタのリストに挿入します。二つのエントリが特定の警告に合致した場合、リストの先頭に近い方のエントリが後方にあるエントリに優先します。引数が省略されると、標準ではすべてにマッチする値に設定されます。

warnings.**simplefilter**(*action*, *category=Warning*, *lineno=0*, *append=False*)

単純なエントリを **警告フィルタ仕様** のリストに挿入します。引数の意味は *filterwarnings()* と同じですが、この関数により挿入されるフィルタはカテゴリと行番号が一致していればすべてのモジュールのすべてのメッセージに合致しますので、正規表現は必要ありません。

warnings.**resetwarnings**()

警告フィルタをリセットします。これにより、`-W` コマンドラインオプションによるもの *simplefilter()* 呼び出しによるものを含め、*filterwarnings()* の呼び出しによる影響はすべて無効化されます。

@warnings.**deprecated**(*msg*, ***, *category=DeprecationWarning*, *stacklevel=1*)

Decorator to indicate that a class, function or overload is deprecated.

When this decorator is applied to an object, deprecation warnings may be emitted at runtime when the object is used. *static type checkers* will also generate a diagnostic on usage of the deprecated object.

使い方:

```
from warnings import deprecated
from typing import overload

@deprecated("Use B instead")
class A:
    pass

@deprecated("Use g instead")
def f():
    pass

@overload
@deprecated("int support is deprecated")
def g(x: int) -> int: ...
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
@overload
def g(x: str) -> int: ...
```

The warning specified by *category* will be emitted at runtime on use of deprecated objects. For functions, that happens on calls; for classes, on instantiation and on creation of subclasses. If the *category* is `None`, no warning is emitted at runtime. The *stacklevel* determines where the warning is emitted. If it is `1` (the default), the warning is emitted at the direct caller of the deprecated object; if it is higher, it is emitted further up the stack. Static type checker behavior is not affected by the *category* and *stacklevel* arguments.

The deprecation message passed to the decorator is saved in the `__deprecated__` attribute on the decorated object. If applied to an overload, the decorator must be after the *`@overload`* decorator for the attribute to exist on the overload as returned by *`typing.get_overloads()`*.

Added in version 3.13: See **PEP 702**.

29.6.7 利用可能なコンテキストマネージャー

class warnings.catch_warnings(***, *record=False*, *module=None*, *action=None*, *category=Warning*, *lineno=0*, *append=False*)

警告フィルタと *`showwarning()`* 関数をコピーし、終了時に復元するコンテキストマネージャーです。*record* 引数が *`False`* (デフォルト値) だった場合、コンテキスト開始時には *`None`* を返します。もし *record* が *`True`* だった場合、リストを返します。このリストにはカスタムの *`showwarning()`* 関数 (この関数は同時に `sys.stdout` への出力を抑制します) によってオブジェクトが継続的に追加されます。リストの中の各オブジェクトは、*`showwarning()`* 関数の引数と同じ名前の属性を持っています。

module 引数は、保護したいフィルタを持つモジュールを取ります。*`warnings`* を import して得られるモジュールの代わりに利用されます。この引数は、主に *`warnings`* モジュール自体をテストする目的で追加されました。

If the *action* argument is not `None`, the remaining arguments are passed to *`simplefilter()`* as if it were called immediately on entering the context.

注釈: *`catch_warnings`* マネージャーは、モジュールの *`showwarning()`* 関数と内部のフィルタ仕様のリストを置き換え、その後復元することによって動作しています。これは、コンテキストマネージャーがグローバルな状態を変更していることを意味していて、したがってスレッドセーフではありません。

バージョン 3.11 で変更: Added the *action*, *category*, *lineno*, and *append* parameters.

29.7 dataclasses --- データクラス

ソースコード: Lib/dataclasses.py

このモジュールは、`__init__()` や `__repr__()` のような **特殊メソッド** を生成し、ユーザー定義のクラスに自動的に追加するデコレーターや関数を提供します。このモジュールは元々、**PEP 557** で説明されていました。

これらの生成されたメソッドで利用されるメンバー変数は **PEP 526** 型アノテーションを用いて定義されます。例えば、このコードでは:

```
from dataclasses import dataclass

@dataclass
class InventoryItem:
    """Class for keeping track of an item in inventory."""
    name: str
    unit_price: float
    quantity_on_hand: int = 0

    def total_cost(self) -> float:
        return self.unit_price * self.quantity_on_hand
```

とりわけ、以下のような `__init__()` が追加されます:

```
def __init__(self, name: str, unit_price: float, quantity_on_hand: int = 0):
    self.name = name
    self.unit_price = unit_price
    self.quantity_on_hand = quantity_on_hand
```

このメソッドは自動的にクラスに追加される点に留意して下さい。上記の `InventoryItem` クラスの定義中にこのメソッドが直接明記されるわけではありません。

Added in version 3.7.

29.7.1 モジュールの内容

@dataclasses.dataclass(*, *init=True*, *repr=True*, *eq=True*, *order=False*, *unsafe_hash=False*, *frozen=False*, *match_args=True*, *kw_only=False*, *slots=False*, *weakref_slot=False*)

この関数は、後述する **特殊メソッド** を生成し、クラスに追加する *decorator* です。

`@dataclass` デコレータは、`field` を探すためにクラスを検査します。`field` は **型アノテーション** を持つクラス変数として定義されます。後述する 2 つの例外を除き、`@dataclass` は変数アノテーションで指定した型を検査しません。

生成されるすべてのメソッドの中でのフィールドの順序は、それらのフィールドがクラス定義に現れた順序です。

`@dataclass` デコレータは、後述する様々な " ダンダー" メソッド (訳注：dunder は double underscore の略で、メソッド名の前後にアンダースコアが 2 つ付いているメソッド) をクラスに追加します。クラスに既にこれらのメソッドが存在する場合の動作は、後述する引数によって異なります。デコレータは呼び出した際に指定したクラスと同じクラスを返します。新しいクラスは生成されません。

If `@dataclass` is used just as a simple decorator with no parameters, it acts as if it has the default values documented in this signature. That is, these three uses of `@dataclass` are equivalent:

```
@dataclass
class C:
    ...

@dataclass()
class C:
    ...

@dataclass(init=True, repr=True, eq=True, order=False, unsafe_hash=False, frozen=False,
           match_args=True, kw_only=False, slots=False, weakref_slot=False)
class C:
    ...
```

The parameters to `@dataclass` are:

- *init*: If true (the default), a `__init__()` method will be generated.

  If the class already defines `__init__()`, this parameter is ignored.

- *repr*: If true (the default), a `__repr__()` method will be generated. The generated repr string will have the class name and the name and repr of each field, in the order they are defined in the class. Fields that are marked as being excluded from the repr are not included. For example: `InventoryItem(name='widget', unit_price=3.0, quantity_on_hand=10)`.

  If the class already defines `__repr__()`, this parameter is ignored.

- *eq*: If true (the default), an `__eq__()` method will be generated. This method compares the class as if it were a tuple of its fields, in order. Both instances in the comparison must be of the identical type.

  If the class already defines `__eq__()`, this parameter is ignored.

- *order*: If true (the default is `False`), `__lt__()`, `__le__()`, `__gt__()`, and `__ge__()` methods will be generated. These compare the class as if it were a tuple of its fields, in order. Both instances in the comparison must be of the identical type. If *order* is true and *eq* is false, a *ValueError* is raised.

If the class already defines any of `__lt__()`, `__le__()`, `__gt__()`, or `__ge__()`, then *TypeError* is raised.

- *unsafe_hash*: If `False` (the default), a `__hash__()` method is generated according to how *eq* and *frozen* are set.

  `__hash__()` is used by built-in *hash()*, and when objects are added to hashed collections such as dictionaries and sets. Having a `__hash__()` implies that instances of the class are immutable. Mutability is a complicated property that depends on the programmer's intent, the existence and behavior of `__eq__()`, and the values of the *eq* and *frozen* flags in the `@dataclass` decorator.

  By default, `@dataclass` will not implicitly add a `__hash__()` method unless it is safe to do so. Neither will it add or change an existing explicitly defined `__hash__()` method. Setting the class attribute `__hash__ = None` has a specific meaning to Python, as described in the `__hash__()` documentation.

  If `__hash__()` is not explicitly defined, or if it is set to `None`, then `@dataclass` *may* add an implicit `__hash__()` method. Although not recommended, you can force `@dataclass` to create a `__hash__()` method with `unsafe_hash=True`. This might be the case if your class is logically immutable but can still be mutated. This is a specialized use case and should be considered carefully.

  Here are the rules governing implicit creation of a `__hash__()` method. Note that you cannot both have an explicit `__hash__()` method in your dataclass and set `unsafe_hash=True`; this will result in a *TypeError*.

  If *eq* and *frozen* are both true, by default `@dataclass` will generate a `__hash__()` method for you. If *eq* is true and *frozen* is false, `__hash__()` will be set to `None`, marking it unhashable (which it is, since it is mutable). If *eq* is false, `__hash__()` will be left untouched meaning the `__hash__()` method of the superclass will be used (if the superclass is *object*, this means it will fall back to id-based hashing).

- *frozen*: If true (the default is `False`), assigning to fields will generate an exception. This emulates read-only frozen instances. If `__setattr__()` or `__delattr__()` is defined in the class, then *TypeError* is raised. See the discussion below.

- *match_args*: If true (the default is `True`), the `__match_args__` tuple will be created from the list of parameters to the generated `__init__()` method (even if `__init__()` is not generated, see above). If false, or if `__match_args__` is already defined in the class, then `__match_args__` will not be generated.

  Added in version 3.10.

- *kw_only*: If true (the default value is `False`), then all fields will be marked as keyword-only. If a

field is marked as keyword-only, then the only effect is that the `__init__()` parameter generated from a keyword-only field must be specified with a keyword when `__init__()` is called. There is no effect on any other aspect of dataclasses. See the *parameter* glossary entry for details. Also see the *KW_ONLY* section.

Added in version 3.10.

- *slots*: If true (the default is `False`), `__slots__` attribute will be generated and new class will be returned instead of the original one. If `__slots__` is already defined in the class, then *TypeError* is raised. Calling no-arg *super()* in dataclasses using `slots=True` will result in the following exception being raised: `TypeError: super(type, obj): obj must be an instance or subtype of type`. The two-arg *super()* is a valid workaround. See gh-90562 for full details.

  Added in version 3.10.

  バージョン 3.11 で変更: If a field name is already included in the `__slots__` of a base class, it will not be included in the generated `__slots__` to prevent overriding them. Therefore, do not use `__slots__` to retrieve the field names of a dataclass. Use *fields()* instead. To be able to determine inherited slots, base class `__slots__` may be any iterable, but *not* an iterator.

- *weakref_slot*: If true (the default is `False`), add a slot named "__weakref__", which is required to make an instance weakref-able. It is an error to specify `weakref_slot=True` without also specifying `slots=True`.

  Added in version 3.11.

フィールド には、通常の Python の文法でデフォルト値を指定できます。

```
@dataclass
class C:
    a: int       # 'a' has no default value
    b: int = 0   # assign a default value for 'b'
```

In this example, both `a` and `b` will be included in the added `__init__()` method, which will be defined as:

```
def __init__(self, a: int, b: int = 0):
```

デフォルト値を指定しないフィールドを、デフォルト値を指定したフィールドの後ろに定義すると、*TypeError* が送出されます。これは、単一のクラスであっても、クラス継承の結果でも起きえます。

`dataclasses.field`(*, *default=MISSING*, *default_factory=MISSING*, *init=True*, *repr=True*, *hash=None*, *compare=True*, *metadata=None*, *kw_only=MISSING*)

For common and simple use cases, no other functionality is required. There are, however, some dataclass features that require additional per-field information. To satisfy this need for additional information, you can replace the default field value with a call to the provided `field()` function. For example:

```
@dataclass
class C:
    mylist: list[int] = field(default_factory=list)

c = C()
c.mylist += [1, 2, 3]
```

As shown above, the *MISSING* value is a sentinel object used to detect if some parameters are provided by the user. This sentinel is used because `None` is a valid value for some parameters with a distinct meaning. No code should directly use the *MISSING* value.

The parameters to `field()` are:

- *default*: If provided, this will be the default value for this field. This is needed because the `field()` call itself replaces the normal position of the default value.
- *default_factory*: If provided, it must be a zero-argument callable that will be called when a default value is needed for this field. Among other purposes, this can be used to specify fields with mutable default values, as discussed below. It is an error to specify both *default* and *default_factory*.
- *init*: If true (the default), this field is included as a parameter to the generated `__init__()` method.
- *repr*: If true (the default), this field is included in the string returned by the generated `__repr__()` method.
- *hash*: This can be a bool or `None`. If true, this field is included in the generated `__hash__()` method. If `None` (the default), use the value of *compare*: this would normally be the expected behavior. A field should be considered in the hash if it's used for comparisons. Setting this value to anything other than `None` is discouraged.

  フィールドのハッシュ値を計算するコストが高い場合に、`hash=False` だが `compare=True` と設定する理由が 1 つあるとすれば、フィールドが等価検査に必要かつ、その型のハッシュ値を計算するのに他のフィールドも使われることです。フィールドがハッシュから除外されていたとしても、比較には使えます。
- *compare*: If true (the default), this field is included in the generated equality and comparison methods (`__eq__()`, `__gt__()`, et al.).
- *metadata*: This can be a mapping or `None`. `None` is treated as an empty dict. This value is

wrapped in *MappingProxyType()* to make it read-only, and exposed on the *Field* object. It is not used at all by Data Classes, and is provided as a third-party extension mechanism. Multiple third-parties can each have their own key, to use as a namespace in the metadata.

- *kw_only*: If true, this field will be marked as keyword-only. This is used when the generated `__init__()` method's parameters are computed.

  Added in version 3.10.

If the default value of a field is specified by a call to `field()`, then the class attribute for this field will be replaced by the specified *default* value. If *default* is not provided, then the class attribute will be deleted. The intent is that after the *@dataclass* decorator runs, the class attributes will all contain the default values for the fields, just as if the default value itself were specified. For example, after:

```
@dataclass
class C:
    x: int
    y: int = field(repr=False)
    z: int = field(repr=False, default=10)
    t: int = 20
```

The class attribute `C.z` will be `10`, the class attribute `C.t` will be `20`, and the class attributes `C.x` and `C.y` will not be set.

class dataclasses.Field

`Field` objects describe each defined field. These objects are created internally, and are returned by the *fields()* module-level method (see below). Users should never instantiate a `Field` object directly. Its documented attributes are:

- `name`: The name of the field.
- `type`: The type of the field.
- `default`, `default_factory`, `init`, `repr`, `hash`, `compare`, `metadata`, and `kw_only` have the identical meaning and values as they do in the *field()* function.

他の属性があることもありますが、それらはプライベートであり、調べたり、依存したりしてはなりません。

dataclasses.fields(*class_or_instance*)

このデータクラスのフィールドを定義する *Field* オブジェクトをタプルで返します。データクラスあるいはデータクラスのインスタンスを受け付けます。データクラスやデータクラスのインスタンスが渡されなかった場合は、*TypeError* を送出します。`ClassVar` や `InitVar` といった疑似フィールドは返しません。

dataclasses.asdict(*obj*, *, *dict_factory=dict*)

Converts the dataclass *obj* to a dict (by using the factory function *dict_factory*). Each dataclass is

converted to a dict of its fields, as `name: value` pairs. dataclasses, dicts, lists, and tuples are recursed into. Other objects are copied with *copy.deepcopy()*.

Example of using `asdict()` on nested dataclasses:

```
@dataclass
class Point:
     x: int
     y: int

@dataclass
class C:
     mylist: list[Point]

p = Point(10, 20)
assert asdict(p) == {'x': 10, 'y': 20}

c = C([Point(0, 0), Point(10, 4)])
assert asdict(c) == {'mylist': [{'x': 0, 'y': 0}, {'x': 10, 'y': 4}]}
```

To create a shallow copy, the following workaround may be used:

```
{field.name: getattr(obj, field.name) for field in fields(obj)}
```

`asdict()` raises *TypeError* if *obj* is not a dataclass instance.

`dataclasses.astuple`(*obj*, ***, *tuple_factory=tuple*)

Converts the dataclass *obj* to a tuple (by using the factory function *tuple_factory*). Each dataclass is converted to a tuple of its field values. dataclasses, dicts, lists, and tuples are recursed into. Other objects are copied with *copy.deepcopy()*.

1 つ前の例の続きです:

```
assert astuple(p) == (10, 20)
assert astuple(c) == ([(0, 0), (10, 4)],)
```

To create a shallow copy, the following workaround may be used:

```
tuple(getattr(obj, field.name) for field in dataclasses.fields(obj))
```

`astuple()` raises *TypeError* if *obj* is not a dataclass instance.

`dataclasses.make_dataclass`(*cls_name*, *fields*, ***, *bases=()*, *namespace=None*, *init=True*, *repr=True*, *eq=True*, *order=False*, *unsafe_hash=False*, *frozen=False*, *match_args=True*, *kw_only=False*, *slots=False*, *weakref_slot=False*, *module=None*)

Creates a new dataclass with name *cls_name*, fields as defined in *fields*, base classes as given in *bases*,

and initialized with a namespace as given in *namespace*. *fields* is an iterable whose elements are each either `name`, `(name, type)`, or `(name, type, Field)`. If just `name` is supplied, *typing.Any* is used for `type`. The values of *init*, *repr*, *eq*, *order*, *unsafe_hash*, *frozen*, *match_args*, *kw_only*, *slots*, and *weakref_slot* have the same meaning as they do in *@dataclass*.

If *module* is defined, the `__module__` attribute of the dataclass is set to that value. By default, it is set to the module name of the caller.

This function is not strictly required, because any Python mechanism for creating a new class with `__annotations__` can then apply the *@dataclass* function to convert that class to a dataclass. This function is provided as a convenience. For example:

```
C = make_dataclass('C',
                   [('x', int),
                     'y',
                    ('z', int, field(default=5))],
                   namespace={'add_one': lambda self: self.x + 1})
```

は、次のコードと等しいです:

```
@dataclass
class C:
    x: int
    y: 'typing.Any'
    z: int = 5

    def add_one(self):
        return self.x + 1
```

`dataclasses.replace`(*obj*, */*, ***changes*)

Creates a new object of the same type as *obj*, replacing fields with values from *changes*. If *obj* is not a Data Class, raises *TypeError*. If keys in *changes* are not field names of the given dataclass, raises *TypeError*.

The newly returned object is created by calling the `__init__()` method of the dataclass. This ensures that *__post_init__()*, if present, is also called.

Init-only variables without default values, if any exist, must be specified on the call to `replace()` so that they can be passed to `__init__()` and *__post_init__()*.

It is an error for *changes* to contain any fields that are defined as having `init=False`. A *ValueError* will be raised in this case.

Be forewarned about how `init=False` fields work during a call to `replace()`. They are not copied from the source object, but rather are initialized in *__post_init__()*, if they're initialized at all. It is expected that `init=False` fields will be rarely and judiciously used. If they are used, it might be wise

to have alternate class constructors, or perhaps a custom `replace()` (or similarly named) method which handles instance copying.

Dataclass instances are also supported by generic function *copy.replace()*.

`dataclasses.is_dataclass`(*obj*)

Return `True` if its parameter is a dataclass (including subclasses of a dataclass) or an instance of one, otherwise return `False`.

引数がデータクラスのインスタンスである (そして、データクラスそのものではない) かどうかを知る必要がある場合は、`not isinstance(obj, type)` で追加のチェックをしてください:

```
def is_dataclass_instance(obj):
    return is_dataclass(obj) and not isinstance(obj, type)
```

`dataclasses.MISSING`

デフォルト値や default_factory が設定されてない場合の番兵の値を設定します。

`dataclasses.KW_ONLY`

A sentinel value used as a type annotation. Any fields after a pseudo-field with the type of `KW_ONLY` are marked as keyword-only fields. Note that a pseudo-field of type `KW_ONLY` is otherwise completely ignored. This includes the name of such a field. By convention, a name of `_` is used for a `KW_ONLY` field. Keyword-only fields signify `__init__()` parameters that must be specified as keywords when the class is instantiated.

このサンプルでは `y` と `z` がキーワード専用フィールドとなります:

```
@dataclass
class Point:
    x: float
    _: KW_ONLY
    y: float
    z: float

p = Point(0, y=1.5, z=2.0)
```

In a single dataclass, it is an error to specify more than one field whose type is `KW_ONLY`.

Added in version 3.10.

exception `dataclasses.FrozenInstanceError`

`frozen=True` 付きで定義されたデータクラスで、暗黙的に定義された `__setattr__()` または `__delattr__()` が呼び出されたときに送出されます。これは *AttributeError* のサブクラスです。

29.7.2 初期化後の処理

dataclasses.__post_init__()

When defined on the class, it will be called by the generated __init__(), normally as self.__post_init__(). However, if any InitVar fields are defined, they will also be passed to __post_init__() in the order they were defined in the class. If no __init__() method is generated, then __post_init__() will not automatically be called.

他の機能と組み合わせることで、他の 1 つ以上のフィールドに依存しているフィールドが初期化できます。例えば次のようにできます:

```
@dataclass
class C:
    a: float
    b: float
    c: float = field(init=False)

    def __post_init__(self):
        self.c = self.a + self.b
```

The __init__() method generated by *@dataclass* does not call base class __init__() methods. If the base class has an __init__() method that has to be called, it is common to call this method in a *__post_init__()* method:

```
class Rectangle:
    def __init__(self, height, width):
        self.height = height
        self.width = width

@dataclass
class Square(Rectangle):
    side: float

    def __post_init__(self):
        super().__init__(self.side, self.side)
```

Note, however, that in general the dataclass-generated __init__() methods don't need to be called, since the derived dataclass will take care of initializing all fields of any base class that is a dataclass itself.

下にある初期化限定変数についての節で、__post_init__() にパラメータを渡す方法を参照してください。*replace()* が init=False であるフィールドをどう取り扱うかについての警告も参照してください。

29.7.3 クラス変数

One of the few places where *@dataclass* actually inspects the type of a field is to determine if a field is a class variable as defined in **PEP 526**. It does this by checking if the type of the field is *typing.ClassVar*. If a field is a `ClassVar`, it is excluded from consideration as a field and is ignored by the dataclass mechanisms. Such `ClassVar` pseudo-fields are not returned by the module-level *fields()* function.

29.7.4 初期化限定変数

Another place where *@dataclass* inspects a type annotation is to determine if a field is an init-only variable. It does this by seeing if the type of a field is of type `dataclasses.InitVar`. If a field is an `InitVar`, it is considered a pseudo-field called an init-only field. As it is not a true field, it is not returned by the module-level *fields()* function. Init-only fields are added as parameters to the generated `__init__()` method, and are passed to the optional *__post_init__()* method. They are not otherwise used by dataclasses.

例えば、あるフィールドがデータベースから初期化されると仮定して、クラスを作成するときには値が与えられない次の場合を考えます:

```
@dataclass
class C:
    i: int
    j: int | None = None
    database: InitVar[DatabaseType | None] = None

    def __post_init__(self, database):
        if self.j is None and database is not None:
            self.j = database.lookup('j')

c = C(10, database=my_database)
```

In this case, *fields()* will return *Field* objects for `i` and `j`, but not for `database`.

29.7.5 凍結されたインスタンス

It is not possible to create truly immutable Python objects. However, by passing `frozen=True` to the *@dataclass* decorator you can emulate immutability. In that case, dataclasses will add `__setattr__()` and `__delattr__()` methods to the class. These methods will raise a *FrozenInstanceError* when invoked.

There is a tiny performance penalty when using `frozen=True`: `__init__()` cannot use simple assignment to initialize fields, and must use `object.__setattr__()`.

29.7.6 継承

When the dataclass is being created by the *@dataclass* decorator, it looks through all of the class's base classes in reverse MRO (that is, starting at *object*) and, for each dataclass that it finds, adds the fields from that base class to an ordered mapping of fields. After all of the base class fields are added, it adds its own fields to the ordered mapping. All of the generated methods will use this combined, calculated ordered mapping of fields. Because the fields are in insertion order, derived classes override base classes. An example:

```
@dataclass
class Base:
    x: Any = 15.0
    y: int = 0

@dataclass
class C(Base):
    z: int = 10
    x: int = 15
```

The final list of fields is, in order, `x`, `y`, `z`. The final type of `x` is *int*, as specified in class `C`.

The generated `__init__()` method for `C` will look like:

```
def __init__(self, x: int = 15, y: int = 0, z: int = 10):
```

29.7.7 Re-ordering of keyword-only parameters in `__init__()`

`__init__()` で必要なパラメータが算出されると、キーワード専用引数は他の一般的な（非キーワード専用）パラメータの後に移動します。これは、すべてのキーワード専用引数は、非キーワード専用パラメータの末尾にこなければならないという、キーワード専用パラメータの Python の実装の都合で必要なことです。

In this example, `Base.y`, `Base.w`, and `D.t` are keyword-only fields, and `Base.x` and `D.z` are regular fields:

```
@dataclass
class Base:
    x: Any = 15.0
    _: KW_ONLY
    y: int = 0
    w: int = 1

@dataclass
class D(Base):
    z: int = 10
    t: int = field(kw_only=True, default=0)
```

The generated `__init__()` method for `D` will look like:

```
def __init__(self, x: Any = 15.0, z: int = 10, *, y: int = 0, w: int = 1, t: int = 0):
```

パラメータは、フィールドのリストの表示方法によって並べ替えられます。通常のフィールドから派生したパラメータの後に、キーワードのみのフィールドから派生したパラメータが続きます。

The relative ordering of keyword-only parameters is maintained in the re-ordered `__init__()` parameter list.

29.7.8 デフォルトファクトリ関数

If a *field()* specifies a *default_factory*, it is called with zero arguments when a default value for the field is needed. For example, to create a new instance of a list, use:

```
mylist: list = field(default_factory=list)
```

If a field is excluded from `__init__()` (using `init=False`) and the field also specifies *default_factory*, then the default factory function will always be called from the generated `__init__()` function. This happens because there is no other way to give the field an initial value.

29.7.9 可変なデフォルト値

Python はメンバ変数のデフォルト値をクラス属性に保持します。データクラスを使っていない、この例を考えてみましょう:

```
class C:
    x = []
    def add(self, element):
        self.x.append(element)

o1 = C()
o2 = C()
o1.add(1)
o2.add(2)
assert o1.x == [1, 2]
assert o1.x is o2.x
```

Note that the two instances of class `C` share the same class variable `x`, as expected.

データクラスを使っているこのコードが **もし仮に** 有効なものだとしたら:

```
@dataclass
class D:
    x: list = []      # This code raises ValueError
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    def add(self, element):
        self.x.append(element)
```

データクラスは次のようなコードを生成するでしょう:

```
class D:
    x = []
    def __init__(self, x=x):
        self.x = x
    def add(self, element):
        self.x.append(element)

assert D().x is D().x
```

This has the same issue as the original example using class `C`. That is, two instances of class `D` that do not specify a value for `x` when creating a class instance will share the same copy of `x`. Because dataclasses just use normal Python class creation they also share this behavior. There is no general way for Data Classes to detect this condition. Instead, the *`@dataclass`* decorator will raise a *`ValueError`* if it detects an unhashable default parameter. The assumption is that if a value is unhashable, it is mutable. This is a partial solution, but it does protect against many common errors.

デフォルトファクトリ関数を使うのが、フィールドのデフォルト値として可変な型の新しいインスタンスを作成する手段です:

```
@dataclass
class D:
    x: list = field(default_factory=list)

assert D().x is not D().x
```

バージョン 3.11 で変更: Instead of looking for and disallowing objects of type *`list`*, *`dict`*, or *`set`*, unhashable objects are now not allowed as default values. Unhashability is used to approximate mutability.

29.7.10 Descriptor-typed fields

Fields that are assigned descriptor objects as their default value have the following special behaviors:

- The value for the field passed to the dataclass's `__init__()` method is passed to the descriptor's `__set__()` method rather than overwriting the descriptor object.
- Similarly, when getting or setting the field, the descriptor's `__get__()` or `__set__()` method is called rather than returning or overwriting the descriptor object.
- To determine whether a field contains a default value, *`@dataclass`* will call the descriptor's `__get__()`

method using its class access form: `descriptor.__get__(obj=None, type=cls)`. If the descriptor returns a value in this case, it will be used as the field's default. On the other hand, if the descriptor raises *AttributeError* in this situation, no default value will be provided for the field.

```
class IntConversionDescriptor:
    def __init__(self, *, default):
        self._default = default

    def __set_name__(self, owner, name):
        self._name = "_" + name

    def __get__(self, obj, type):
        if obj is None:
            return self._default

        return getattr(obj, self._name, self._default)

    def __set__(self, obj, value):
        setattr(obj, self._name, int(value))

@dataclass
class InventoryItem:
    quantity_on_hand: IntConversionDescriptor = IntConversionDescriptor(default=100)

i = InventoryItem()
print(i.quantity_on_hand)   # 100
i.quantity_on_hand = 2.5    # calls __set__ with 2.5
print(i.quantity_on_hand)   # 2
```

Note that if a field is annotated with a descriptor type, but is not assigned a descriptor object as its default value, the field will act like a normal field.

29.8 contextlib --- with 文コンテキスト用ユーティリティ

ソースコード: Lib/contextlib.py

このモジュールは `with` 文に関わる一般的なタスクのためのユーティリティを提供します。詳しい情報は、コンテキストマネージャ型 と context-managers を参照してください。

29.8.1 ユーティリティ

以下の関数とクラスを提供しています:

class contextlib.AbstractContextManager

object.__enter__() と object.__exit__() の 2 つのメソッドを実装した抽象基底クラス (*abstract base class*) です。object.__enter__() は self を返すデフォルトの実装が提供されるいっぽう、object.__exit__() はデフォルトで None を返す抽象メソッドです。**コンテキストマネージャ型** の定義も参照してください。

Added in version 3.6.

class contextlib.AbstractAsyncContextManager

object.__aenter__() と object.__aexit__() の 2 つのメソッドを実装するクラスのための抽象基底クラス (*abstract base class*) です。object.__aenter__() は self を返すデフォルト実装が提供されるいっぽう、object.__aexit__() はデフォルトで None を返す抽象メソッドです。async-context-managers の定義も参照してください。

Added in version 3.7.

@contextlib.contextmanager

この関数は with 文コンテキストマネージャのファクトリ関数を定義するために利用できる **デコレータ** です。新しいクラスや __enter__() と __exit__() メソッドを別々に定義しなくても、ファクトリ関数を定義することができます。

多くのオブジェクトが with 文の仕様を固有にサポートしていますが、コンテキストマネージャの権限に属さず、close() メソッドを実装していないために contextlib.closing の利用もできないリソースを管理する必要があることがあります。

リソースを正しく管理するよう保証する抽象的な例は以下のようなものでしょう:

```
from contextlib import contextmanager

@contextmanager
def managed_resource(*args, **kwds):
    # Code to acquire resource, e.g.:
    resource = acquire_resource(*args, **kwds)
    try:
        yield resource
    finally:
        # Code to release resource, e.g.:
        release_resource(resource)
```

このとき、関数は次のように使うことができます:

```
>>> with managed_resource(timeout=3600) as resource:
...     # Resource is released at the end of this block,
...     # even if code in the block raises an exception
```

デコレート対象の関数は呼び出されたときに **ジェネレータ**-イテレータを返す必要があります。このイテレータは必ず値を 1 つ yield しなければなりません。`with` 文の `as` 節が存在するなら、その値は as 節のターゲットへ束縛されることになります。

ジェネレータが yield を実行した箇所で `with` 文のネストされたブロックが実行されます。ブロックから抜けた後でジェネレータは再開されます。ブロック内で処理されない例外が発生した場合は、ジェネレータ内部の yield を実行した箇所で例外が再送出されます。なので、(もしあれば) エラーを捕捉したり、クリーンアップ処理を確実に実行したりするために、`try...except...finally` 構文を使用できます。例外を捕捉する目的が、(完全に例外を抑制してしまうのではなく) 単に例外のログをとるため、もしくはあるアクションを実行するためなら、ジェネレータはその例外を再送出しなければなりません。例外を再送出しない場合、ジェネレータのコンテキストマネージャは `with` 文に対して例外が処理されたことを示し、`with` 文の直後の文から実行を再開します。

contextmanager() は *ContextDecorator* を使っているので、*contextmanager()* で作ったコンテキストマネージャは `with` 文だけでなくデコレータとしても利用できます。デコレーターとして利用された場合、新しい generator インスタンスが関数呼び出しのたびに暗黙に生成されます (このことによって、*contextmanager()* によって作られたなにがしか「単発」コンテキストマネージャを、コンテキストマネージャがデコレータとして使われるためには多重に呼び出されることをサポートする必要がある、という要件に合致させることが出来ます。)

バージョン 3.2 で変更: *ContextDecorator* の使用。

`@contextlib.asynccontextmanager`

contextmanager() と似ていますが、非同期コンテキストマネージャ (asynchronous context manager) を生成します。

この関数は `async with` 文のための非同期コンテキストマネージャのファクトリ関数を定義するために利用できるデコレータ (*decorator*) です。新しいクラスや `__aenter__()` と `__aexit__()` メソッドを個別に定義する必要はありません。このデコレータは非同期ジェネレータ (*asynchronous generator*) 関数に適用しなければなりません。

簡単な例:

```
from contextlib import asynccontextmanager

@asynccontextmanager
async def get_connection():
    conn = await acquire_db_connection()
    try:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        yield conn
    finally:
        await release_db_connection(conn)

async def get_all_users():
    async with get_connection() as conn:
        return conn.query('SELECT ...')
```

Added in version 3.7.

asynccontextmanager() とともに定義されたコンテキストマネージャは、デコレータとして使うことも `async with` 文と組み合わせて使うこともできます:

```
import time
from contextlib import asynccontextmanager

@asynccontextmanager
async def timeit():
    now = time.monotonic()
    try:
        yield
    finally:
        print(f'it took {time.monotonic() - now}s to run')

@timeit()
async def main():
    # ... async code ...
```

デコレータとして使われた場合は、各関数呼び出しに対して暗黙のうちに新しいジェネレータインスタンスが生成されます。これにより、*asynccontextmanager()* で生成された単回使用のコンテキストマネージャが複数回呼び出し可能となり、コンテキストマネージャをデコレータとして使うことができるための要件を満たすようにすることができます。

バージョン 3.10 で変更: *asynccontextmanager()* により生成された非同期コンテキストマネージャをデコレータとして使うことができるようになりました。

`contextlib.closing(`*thing*`)`

ブロックの完了時に *thing* を close するコンテキストマネージャを返します。これは基本的に以下と等価です:

```
from contextlib import contextmanager

@contextmanager
def closing(thing):
    try:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        yield thing
    finally:
        thing.close()
```

そして、明示的に page を close する必要なしに、次のように書くことができます:

```
from contextlib import closing
from urllib.request import urlopen

with closing(urlopen('https://www.python.org')) as page:
    for line in page:
        print(line)
```

page を明示的に close する必要は無く、エラーが発生した場合でも、with ブロックを出るときに page.close() が呼ばれます。

注釈: Most types managing resources support the *context manager* protocol, which closes *thing* on leaving the with statement. As such, closing() is most useful for third party types that don't support context managers. This example is purely for illustration purposes, as *urlopen()* would normally be used in a context manager.

---

contextlib.**aclosing**(*thing*)

ブロックの完了時に *thing* の aclose() メソッドを呼び出すような非同期コンテキストマネージャを返します。これは基本的に以下と等価です:

```
from contextlib import asynccontextmanager

@asynccontextmanager
async def aclosing(thing):
    try:
        yield thing
    finally:
        await thing.aclose()
```

重要なことは、たとえば次の例のように break や例外によって早期にブロックが終了した場合に、aclosing() は非同期ジェネレータの決定論的なクリーンアップをサポートすることです:

```
from contextlib import aclosing

async with aclosing(my_generator()) as values:
    async for value in values:
        if value == 42:
            break
```

このパターンは、ジェネレータの非同期な終了のコードがイテレーション処理と同じコンテキストの中で実行されることを保証します (すなわち例外とコンテキスト変数は期待通りに動作し、またジェネレータが依存するタスクの寿命が尽きたあとに終了のコードが実行されることもありません)。

Added in version 3.10.

contextlib.**nullcontext**(*enter_result=None*)

enter_result を `__enter__` メソッドが返すだけで、その他は何もしないコンテキストマネージャを返します。たとえば以下のように、ある機能を持った別のコンテキストマネージャに対する、選択可能な代役として使われることが意図されています:

```
def myfunction(arg, ignore_exceptions=False):
    if ignore_exceptions:
        # Use suppress to ignore all exceptions.
        cm = contextlib.suppress(Exception)
    else:
        # Do not ignore any exceptions, cm has no effect.
        cm = contextlib.nullcontext()
    with cm:
        # Do something
```

enter_result を使った例です:

```
def process_file(file_or_path):
    if isinstance(file_or_path, str):
        # If string, open file
        cm = open(file_or_path)
    else:
        # Caller is responsible for closing file
        cm = nullcontext(file_or_path)

    with cm as file:
        # Perform processing on the file
```

非同期コンテキストマネージャ の代役として使うこともできます:

```
async def send_http(session=None):
    if not session:
        # If no http session, create it with aiohttp
        cm = aiohttp.ClientSession()
    else:
        # Caller is responsible for closing the session
        cm = nullcontext(session)

    async with cm as session:
        # Send http requests with session
```

Added in version 3.7.

バージョン 3.10 で変更: 非同期コンテキストマネージャ (*asynchronous context manager*) のサポートが追加されました。

contextlib.**suppress**(**exceptions*)

`with` 文の内部で指定された例外の発生を抑えるコンテキストマネージャを返します。`with` 文の後に続く最初の文から処理が再開されます。

ほかの完全に例外を抑制するメカニズム同様、このコンテキストマネージャは、黙ってプログラム実行を続けることが正しいことであるとわかっている、非常に限定的なエラーをカバーする以上の使い方はしてはいけません。

例えば:

```
from contextlib import suppress

with suppress(FileNotFoundError):
    os.remove('somefile.tmp')

with suppress(FileNotFoundError):
    os.remove('someotherfile.tmp')
```

これは以下と等価です:

```
try:
    os.remove('somefile.tmp')
except FileNotFoundError:
    pass

try:
    os.remove('someotherfile.tmp')
except FileNotFoundError:
    pass
```

このコンテキストマネージャは **再入可能 (リエントラント)** です。

If the code within the `with` block raises a *BaseExceptionGroup*, suppressed exceptions are removed from the group. Any exceptions of the group which are not suppressed are re-raised in a new group which is created using the original group's *derive()* method.

Added in version 3.4.

バージョン 3.12 で変更: `suppress` now supports suppressing exceptions raised as part of an *BaseExceptionGroup*.

contextlib.**redirect_stdout**(*new_target*)

sys.stdout を一時的に別のファイルまたは file-like オブジェクトにリダイレクトするコンテキストマネージャです。

このツールは、出力先が標準出力 (stdout) に固定されている既存の関数やクラスに出力先の柔軟性を追加します。

たとえば、*help()* の出力は通常標準出力 (*sys.stdout*) に送られます。出力される文字列を *io.StringIO* オブジェクトにリダイレクトすることによって捕捉することができます。代替の出力ストリームは `__enter__` メソッドによって返されるので、`with` 文のターゲットとして利用可能です:

```
with redirect_stdout(io.StringIO()) as f:
    help(pow)
s = f.getvalue()
```

help() の出力をディスク上のファイルに送るためには、出力を通常のファイルにリダイレクトします:

```
with open('help.txt', 'w') as f:
    with redirect_stdout(f):
        help(pow)
```

help() の出力を標準エラー出力 (*sys.stderr*) に送るには以下のようにします:

```
with redirect_stdout(sys.stderr):
    help(pow)
```

sys.stdout のシステム全体にわたる副作用により、このコンテキストマネージャはライブラリコードやマルチスレッドアプリケーションでの使用には適していません。また、サブプロセスの出力に対しても効果がありません。そのような制限はありますが、それでも多くのユーティリティスクリプトに対して有用なアプローチです。

このコンテキストマネージャは **再入可能 (リエントラント)** です。

Added in version 3.4.

`contextlib.redirect_stderr(`*new_target*`)`

redirect_stdout() と同じですが、標準エラー出力 (*sys.stderr*) を別のファイルや file-like オブジェクトにリダイレクトします。

このコンテキストマネージャは **再入可能 (リエントラント)** です。

Added in version 3.5.

`contextlib.chdir(`*path*`)`

現在の作業ディレクトリを変更するパラレル非安全なコンテキストマネージャです。グローバルな状態である作業ディレクトリを変更するため、ほとんどのマルチスレッドまたは非同期のコンテキストに対する利用は適切ではありません。また、プログラムの実行権限を一時的に放棄するジェネレータのような、直線的でないコードを実行する場合も適切ではありません -- 明確に必要でないかぎり、このコンテキストマネージャがアクティブな状態で yield すべきではありません。

これは *chdir()* の単純なラッパーで、コンテキストに入るときに現在の作業ディレクトリを変更し、終了時に元の作業ディレクトリを復元します。

このコンテキストマネージャは **再入可能** (*リエントラント*) です。

Added in version 3.11.

class contextlib.**ContextDecorator**

コンテキストマネージャをデコレータとしても使用できるようにする基底クラスです。

ContextDecorator から継承したコンテキストマネージャは、通常のコンテキストマネージャーと同じく __enter__ および __exit__ を実装する必要があります。__exit__ はデコレータとして使用された場合でも例外をオプションの引数として受け取ります。

contextmanager() は ContextDecorator を利用しているので、自動的にデコレーターとしても利用できるようになります。

ContextDecorator の例:

```
from contextlib import ContextDecorator

class mycontext(ContextDecorator):
    def __enter__(self):
        print('Starting')
        return self

    def __exit__(self, *exc):
        print('Finishing')
        return False
```

このとき、クラスは次のように使うことができます:

```
>>> @mycontext()
... def function():
...     print('The bit in the middle')
...
>>> function()
Starting
The bit in the middle
Finishing

>>> with mycontext():
...     print('The bit in the middle')
...
Starting
The bit in the middle
Finishing
```

これは次のような形のコードに対するシンタックスシュガーになります:

```
def f():
    with cm():
        # Do stuff
```

ContextDecorator を使うと代わりに次のように書けます:

```
@cm()
def f():
    # Do stuff
```

デコレーターを使うと、cm が関数の一部ではなく全体に適用されていることが明確になります (インデントレベルを 1 つ節約できるのもメリットです)。

すでに基底クラスを持っているコンテキストマネージャーも、ContextDecorator を mixin クラスとして利用することで拡張できます:

```
from contextlib import ContextDecorator

class mycontext(ContextBaseClass, ContextDecorator):
    def __enter__(self):
        return self

    def __exit__(self, *exc):
        return False
```

注釈: デコレートされた関数が複数回呼び出せるように、内部のコンテキストマネージャーは複数の with 文に対応する必要があります。そうでないなら、明示的な with 文を関数内で利用するべきです。

Added in version 3.2.

class contextlib.**AsyncContextDecorator**

ContextDecorator と同じですが、非同期関数専用のクラスです。

AsyncContextDecorator の使用例:

```
from asyncio import run
from contextlib import AsyncContextDecorator

class mycontext(AsyncContextDecorator):
    async def __aenter__(self):
        print('Starting')
        return self

    async def __aexit__(self, *exc):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        print('Finishing')
        return False
```

このとき、クラスは次のように使うことができます:

```
>>> @mycontext()
... async def function():
...     print('The bit in the middle')
...
>>> run(function())
Starting
The bit in the middle
Finishing

>>> async def function():
...     async with mycontext():
...         print('The bit in the middle')
...
>>> run(function())
Starting
The bit in the middle
Finishing
```

Added in version 3.10.

class contextlib.**ExitStack**

他の、特にオプションであったり入力に依存するようなコンテキストマネージャーやクリーンアップ関数を動的に組み合わせるためのコンテキストマネージャーです。

例えば、複数のファイルを 1 つの with 文で簡単に扱うことができます:

```
with ExitStack() as stack:
    files = [stack.enter_context(open(fname)) for fname in filenames]
    # All opened files will automatically be closed at the end of
    # the with statement, even if attempts to open files later
    # in the list raise an exception
```

The `__enter__()` method returns the *ExitStack* instance, and performs no additional operations.

各インスタンスは登録されたコールバックのスタックを管理し、インスタンスが (明示的に、あるいは `with` 文の終わりに暗黙的に) close されるときに逆順でそれを呼び出します。コンテキストスタックのインスタンスが暗黙的にガベージコレクトされたときには callback は呼び出され **ません** 。

このスタックモデルは、(file オブジェクトのように) `__init__` メソッドでリソースを確保するコンテキストマネージャーを正しく扱うためのものです。

登録されたコールバックが登録の逆順で実行されるので、複数のネストされた `with` 文を利用するのと同じ

振る舞いをします。これは例外処理にも適用されます。内側のコールバックが例外を抑制したり置き換えたりした場合、外側のコールバックには更新された状態に応じた引数が渡されます。

これは正しく exit callback の stack を巻き戻すための、比較的低レベルな API です。アプリケーション独自のより高レベルなコンテキストマネージャーを作るための基板として使うのに適しています。

Added in version 3.3.

enter_context(*cm*)

Enters a new context manager and adds its `__exit__()` method to the callback stack. The return value is the result of the context manager's own `__enter__()` method.

コンテキストマネージャーは、普段 `with` 文で利用された時と同じように、例外を抑制することができます。

バージョン 3.11 で変更: *cm* がコンテキストマネージャでなかった場合、*AttributeError* の代わりに *TypeError* 例外を送出します。

push(*exit*)

Adds a context manager's `__exit__()` method to the callback stack.

As `__enter__` is *not* invoked, this method can be used to cover part of an `__enter__()` implementation with a context manager's own `__exit__()` method.

If passed an object that is not a context manager, this method assumes it is a callback with the same signature as a context manager's `__exit__()` method and adds it directly to the callback stack.

By returning true values, these callbacks can suppress exceptions the same way context manager `__exit__()` methods can.

この関数はデコレータとしても使えるように、受け取ったオブジェクトをそのまま返します。

callback(*callback*, */*, **args*, ***kwds*)

任意の関数と引数を受け取り、コールバックスタックに追加します。

他のメソッドと異なり、このメソッドで追加されたコールバックは例外を抑制しません (例外の詳細も渡されません)。

この関数はデコレータとしても使えるように、受け取った callback をそのまま返します。

pop_all()

コールバックスタックを新しい *ExitStack* インスタンスに移して、それを返します。このメソッドは callback を実行しません。代わりに、新しい stack が (明示的に、あるいは `with` 文の終わりに暗黙的に) close されるときに実行されます。

例えば、複数のファイルを "all or nothing" に開く処理を次のように書けます:

```
with ExitStack() as stack:
    files = [stack.enter_context(open(fname)) for fname in filenames]
    # Hold onto the close method, but don't call it yet.
    close_files = stack.pop_all().close
    # If opening any file fails, all previously opened files will be
    # closed automatically. If all files are opened successfully,
    # they will remain open even after the with statement ends.
    # close_files() can then be invoked explicitly to close them all.
```

close()

すぐにコールバックスタックを巻き戻し、コールバック関数を登録の逆順に呼び出します。登録されたすべてのコンテキストマネージャーと終了 callback に、例外が起こらなかった場合の引数が渡されます。

class contextlib.AsyncExitStack

ExitStack に似た 非同期コンテキストマネージャ です。スタック上で同期と非同期の両方のコンテキストマネージャの組み合わせをサポートします。また、後処理のためのコルーチンも持っています。

The *close()* method is not implemented; *aclose()* must be used instead.

coroutine enter_async_context(*cm*)

Similar to *ExitStack.enter_context()* but expects an asynchronous context manager.

バージョン 3.11 で変更: *cm* が非同期コンテキストマネージャでなかった場合、*AttributeError* の代わりに *TypeError* 例外を送出します。

push_async_exit(*exit*)

Similar to *ExitStack.push()* but expects either an asynchronous context manager or a coroutine function.

push_async_callback(*callback*, */*, **args*, ***kwds*)

Similar to *ExitStack.callback()* but expects a coroutine function.

coroutine aclose()

Similar to *ExitStack.close()* but properly handles awaitables.

asynccontextmanager() の使用例の続きです:

```
async with AsyncExitStack() as stack:
    connections = [await stack.enter_async_context(get_connection())
        for i in range(5)]
    # All opened connections will automatically be released at the end of
    # the async with statement, even if attempts to open a connection
    # later in the list raise an exception.
```

Added in version 3.7.

29.8.2 例とレシピ

このセクションでは、*contextlib* が提供するツールの効果的な使い方を示す例とレシピを紹介します。

可変数個のコンテキストマネージャーをサポートする

ExitStack の第一のユースケースは、クラスのドキュメントにかかれている通り、一つの `with` 文で可変数個のコンテキストマネージャーや他のクリーンアップ関数をサポートすることです。ユーザーの入力 (指定された複数個のファイルを開く場合など) に応じて複数個のコンテキストマネージャーが必要となる場合や、いくつかのコンテキストマネージャーがオプションとなる場合に、可変数個のコンテキストマネージャーが必要になります:

```
with ExitStack() as stack:
    for resource in resources:
        stack.enter_context(resource)
    if need_special_resource():
        special = acquire_special_resource()
        stack.callback(release_special_resource, special)
    # Perform operations that use the acquired resources
```

上の例にあるように、*ExitStack* はコンテキストマネージャープロトコルをサポートしていないリソースの管理を `with` 文を使って簡単に行えるようにします。

`__enter__` メソッドからの例外をキャッチする

稀に、`__enter__` メソッドからの例外を、`with` 文の body やコンテキストマネージャーの `__exit__` メソッドからの例外は間違えて捕まえないように、catch したい場合があります。*ExitStack* を使って、コンテキストマネージャープロトコル内のステップを分離することができます:

```
stack = ExitStack()
try:
    x = stack.enter_context(cm)
except Exception:
    # handle __enter__ exception
else:
    with stack:
        # Handle normal case
```

実際のところ、このようなコードが必要になるのならば、利用している API 側で `try/except/finally` 文を使った直接的なリソース管理インターフェースを提供するべきです。しかし、すべての API がそのようによく設計されているとは限りません。もしコンテキストマネージャーが提供されている唯一のリソース管理 API であるなら、*ExitStack* を使って `with` 文を使って処理することができない様々なシチュエーションの処理をすることができます。

__enter__ 実装内のクリーンアップ

As noted in the documentation of *ExitStack.push()*, this method can be useful in cleaning up an already allocated resource if later steps in the `__enter__()` implementation fail.

次の例では、リソースの確保と開放の関数に加えて、オプションのバリデーション関数を受け取るコンテキストマネージャーで、この方法を使ってコンテキストマネージャープロトコルを提供しています:

```
from contextlib import contextmanager, AbstractContextManager, ExitStack

class ResourceManager(AbstractContextManager):

    def __init__(self, acquire_resource, release_resource, check_resource_ok=None):
        self.acquire_resource = acquire_resource
        self.release_resource = release_resource
        if check_resource_ok is None:
            def check_resource_ok(resource):
                return True
        self.check_resource_ok = check_resource_ok

    @contextmanager
    def _cleanup_on_error(self):
        with ExitStack() as stack:
            stack.push(self)
            yield
            # The validation check passed and didn't raise an exception
            # Accordingly, we want to keep the resource, and pass it
            # back to our caller
            stack.pop_all()

    def __enter__(self):
        resource = self.acquire_resource()
        with self._cleanup_on_error():
            if not self.check_resource_ok(resource):
                msg = "Failed validation for {!r}"
                raise RuntimeError(msg.format(resource))
        return resource

    def __exit__(self, *exc_details):
        # We don't need to duplicate any of our resource release logic
        self.release_resource()
```

try-finally + flag 変数パターンを置き換える

try-finally 文に、finally 句の内容を実行するかどうかを示すフラグ変数を組み合わせたパターンを目にすることがあるかもしれません。一番シンプルな (単に except 句を使うだけでは処理できない) ケースでは次のようなコードになります:

```
cleanup_needed = True
try:
    result = perform_operation()
    if result:
        cleanup_needed = False
finally:
    if cleanup_needed:
        cleanup_resources()
```

try 文を使ったコードでは、セットアップとクリーンアップのコードが任意の長さのコードで分離してしまうので、開発者やレビューアにとって問題になりえます。

ExitStack を使えば、代わりに with 文の終わりに実行されるコールバックを登録し、後でそのコールバックをスキップするかどうかを決定できます:

```
from contextlib import ExitStack

with ExitStack() as stack:
    stack.callback(cleanup_resources)
    result = perform_operation()
    if result:
        stack.pop_all()
```

This allows the intended cleanup behaviour to be made explicit up front, rather than requiring a separate flag variable.

もしあるアプリケーションがこのパターンを多用するのであれば、小さいヘルパークラスを導入してよりシンプルにすることができます:

```
from contextlib import ExitStack

class Callback(ExitStack):
    def __init__(self, callback, /, *args, **kwds):
        super().__init__()
        self.callback(callback, *args, **kwds)

    def cancel(self):
        self.pop_all()

with Callback(cleanup_resources) as cb:
    result = perform_operation()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    if result:
        cb.cancel()
```

もしリソースのクリーンアップが単体の関数にまとまってない場合でも、*ExitStack.callback()* のデコレーター形式を利用してリソース開放処理を宣言することができます:

```
from contextlib import ExitStack

with ExitStack() as stack:
    @stack.callback
    def cleanup_resources():
        ...
    result = perform_operation()
    if result:
        stack.pop_all()
```

デコレータープロトコルの使用上、このように宣言されたコールバック関数は引数を取ることができません。その代わりに、リリースするリソースをクロージャー変数としてアクセスできる必要があります。

コンテキストマネージャーを関数デコレーターとして使う

ContextDecorator はコンテキストマネージャーを通常の `with` 文に加えて関数デコレーターとしても利用できるようにします。

例えば、関数やまとまった文を、そこに入った時と出た時の時間をトラックするロガーでラップしたい場合があります。そのために関数デコレーターとコンテキストマネージャーを別々に書く代わりに、*ContextDecorator* を継承すると 1 つの定義で両方の機能を提供できます:

```
from contextlib import ContextDecorator
import logging

logging.basicConfig(level=logging.INFO)

class track_entry_and_exit(ContextDecorator):
    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def __enter__(self):
        logging.info('Entering: %s', self.name)

    def __exit__(self, exc_type, exc, exc_tb):
        logging.info('Exiting: %s', self.name)
```

このクラスのインスタンスはコンテキストマネージャーとしても利用でき:

```
with track_entry_and_exit('widget loader'):
    print('Some time consuming activity goes here')
    load_widget()
```

また関数デコレーターとしても利用できます:

```
@track_entry_and_exit('widget loader')
def activity():
    print('Some time consuming activity goes here')
    load_widget()
```

Note that there is one additional limitation when using context managers as function decorators: there's no way to access the return value of `__enter__()`. If that value is needed, then it is still necessary to use an explicit `with` statement.

参考:

PEP 343 - "with" **ステートメント**
Python の `with` 文の仕様、背景、および例が記載されています。

29.8.3 単回使用、再利用可能、およびリエントラントなコンテキストマネージャ

ほとんどのコンテキストマネージャは、`with` 文の中で一度だけ使われるような場合に効果的になるように書かれています。これら単回使用のコンテキストマネージャは毎回新規に生成されなければなりません - それらを再利用しようとすると、例外を引き起こすか、正しく動作しません。

この共通の制限が意味することは、コンテキストマネージャは (上記すべての使用例に示すとおり) 一般に `with` 文のヘッダ部分で直接生成することが推奨されるということです。

ファイルオブジェクトは単回使用のコンテキストマネージャ有効に利用した例です。最初の `with` 文によりファイルがクローズされ、それ以降そのファイルオブジェクトに対するすべての IO 操作を防止します。

`contextmanager()` により生成されたコンテキストマネージャも単回使用のコンテキスト マネージャです。二回目に使おうとした場合、内部にあるジェネレータが値の生成に失敗したと訴えるでしょう:

```
>>> from contextlib import contextmanager
>>> @contextmanager
... def singleuse():
...     print("Before")
...     yield
...     print("After")
...
>>> cm = singleuse()
>>> with cm:
...     pass
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...
Before
After
>>> with cm:
...     pass
...
Traceback (most recent call last):
    ...
RuntimeError: generator didn't yield
```

リエントラントなコンテキストマネージャ

より洗練されたコンテキストマネージャには" リエントラント" なものがあります。そのようなコンテキストマネージャは、複数の with 文で使えるだけでなく、同じコンテキストマネージャをすでに使っている with 文の **内部** でも使うことができます。

threading.RLock はリエントラントなコンテキストマネージャの例であり、また *suppress()*, *redirect_stdout()*, そして *chdir()* もリエントラントです。以下はリエントラントな利用法の非常に単純な例です:

```
>>> from contextlib import redirect_stdout
>>> from io import StringIO
>>> stream = StringIO()
>>> write_to_stream = redirect_stdout(stream)
>>> with write_to_stream:
...     print("This is written to the stream rather than stdout")
...     with write_to_stream:
...         print("This is also written to the stream")
...
>>> print("This is written directly to stdout")
This is written directly to stdout
>>> print(stream.getvalue())
This is written to the stream rather than stdout
This is also written to the stream
```

リエントラントな性質の実例はお互いを呼び出しあう複数の関数を含んでいる可能性が高く、したがってこの例よりもはるかに複雑です。

リエントラントであることはスレッドセーフであることと同じ **ではない** ことには注意が必要です。たとえば *redirect_stdout()* は、*sys.stdout* を異なるストリームに束縛することによりシステムの状態に対してグローバルな変更を行うことから、明らかにスレッドセーフではありません。

再利用可能なコンテキストマネージャ

単回使用のコンテキストマネージャとリエントラントなコンテキストマネージャのいずれとも異なるタイプに "再利用可能" なコンテキストマネージャがあります (あるいは、より明確には、"再利用可能だがリエントラントでない" コンテキストマネージャです。リエントラントなコンテキストマネージャもまた再利用可能だからです)。再利用可能なコンテキストマネージャは複数回利用をサポートしますが、同じコンテキストマネージャのインスタンスがすでに with 文で使われている場合には失敗します (もしくは正しく動作しません)。

threading.Lock は再利用可能だがリエントラントでないコンテキストマネージャの例です (リエントラントなロックのためには *threading.RLock* を代わりに使う必要があります)。

再利用可能だがリエントラントでないコンテキストマネージャのもうひとつの例は *ExitStack* です。これは現在登録されている **全ての** コールバック関数を、どこで登録されたかにかかわらず、呼び出します:

```
>>> from contextlib import ExitStack
>>> stack = ExitStack()
>>> with stack:
...     stack.callback(print, "Callback: from first context")
...     print("Leaving first context")
...
Leaving first context
Callback: from first context
>>> with stack:
...     stack.callback(print, "Callback: from second context")
...     print("Leaving second context")
...
Leaving second context
Callback: from second context
>>> with stack:
...     stack.callback(print, "Callback: from outer context")
...     with stack:
...         stack.callback(print, "Callback: from inner context")
...         print("Leaving inner context")
...     print("Leaving outer context")
...
Leaving inner context
Callback: from inner context
Callback: from outer context
Leaving outer context
```

例における出力が示すように、ひとつのスタックオブジェクトを複数の with 文で再利用しても正しく動作します。しかし入れ子にして使った場合は、一番内側の with 文を抜ける際にスタックが空になります。これは望ましい動作とは思えません。

ひとつの *ExitStack* インスタンスを再利用する代わりに複数のインスタンスを使うことにより、この問題は回避することができます:

```
>>> from contextlib import ExitStack
>>> with ExitStack() as outer_stack:
...     outer_stack.callback(print, "Callback: from outer context")
...     with ExitStack() as inner_stack:
...         inner_stack.callback(print, "Callback: from inner context")
...         print("Leaving inner context")
...     print("Leaving outer context")
...
Leaving inner context
Callback: from inner context
Leaving outer context
Callback: from outer context
```

29.9 abc --- 抽象基底クラス

ソースコード: Lib/abc.py

このモジュールは Python に **PEP 3119** で概要が示された **抽象基底クラス** (ABC) を定義する基盤を提供します。なぜこれが Python に付け加えられたかについてはその PEP を参照してください。(ABC に基づいた数の型階層を扱った **PEP 3141** と *numbers* モジュールも参照してください。)

The *collections* module has some concrete classes that derive from ABCs; these can, of course, be further derived. In addition, the *collections.abc* submodule has some ABCs that can be used to test whether a class or instance provides a particular interface, for example, if it is *hashable* or if it is a *mapping*.

このモジュールは、抽象基底クラスを定義するためのメタクラス *ABCMeta* と、継承を利用して抽象基底クラスを代替的に定義するヘルパークラス *ABC* を提供します。

class abc.ABC

A helper class that has *ABCMeta* as its metaclass. With this class, an abstract base class can be created by simply deriving from `ABC` avoiding sometimes confusing metaclass usage, for example:

```
from abc import ABC

class MyABC(ABC):
    pass
```

Note that the type of `ABC` is still *ABCMeta*, therefore inheriting from `ABC` requires the usual precautions regarding metaclass usage, as multiple inheritance may lead to metaclass conflicts. One may also define an abstract base class by passing the metaclass keyword and using `ABCMeta` directly, for example:

```
from abc import ABCMeta

class MyABC(metaclass=ABCMeta):
    pass
```

Added in version 3.4.

class abc.**ABCMeta**

抽象基底クラス (ABC) を定義するためのメタクラス。

ABC を作るときにこのメタクラスを使います。ABC は直接的にサブクラス化することができ、ミックスイン (mix-in) クラスのように振る舞います。また、無関係な具象クラス (組み込み型でも構いません) と無関係な ABC を ” 仮想的サブクラス” として登録できます -- これらとその子孫は組み込み関数 *issubclass()* によって登録した ABC のサブクラスと判定されますが、登録した ABC は MRO (Method Resolution Order, メソッド解決順) には現れませんし、この ABC のメソッド実装が (*super()* を通してだけでなく) 呼び出し可能になるわけでもありません。[*1]

Classes created with a metaclass of `ABCMeta` have the following method:

register(*subclass*)

subclass を ” 仮想的サブクラス” としてこの ABC に登録します。たとえば:

```
from abc import ABC

class MyABC(ABC):
    pass

MyABC.register(tuple)

assert issubclass(tuple, MyABC)
assert isinstance((), MyABC)
```

バージョン 3.3 で変更: クラスデコレータとして使うことができるように、登録されたサブクラスを返します。

バージョン 3.4 で変更: To detect calls to `register()`, you can use the *get_cache_token()* function.

また、次のメソッドを抽象基底クラスの中でオーバーライドできます:

__subclasshook__(*subclass*)

(クラスメソッドとして定義しなければなりません。)

Check whether *subclass* is considered a subclass of this ABC. This means that you can customize

[*1] C++ プログラマは Python の仮想的基底クラスの概念は C++ のものと同じではないということを銘記すべきです。

the behavior of *issubclass()* further without the need to call *register()* on every class you want to consider a subclass of the ABC. (This class method is called from the `__subclasscheck__()` method of the ABC.)

This method should return `True`, `False` or *NotImplemented*. If it returns `True`, the *subclass* is considered a subclass of this ABC. If it returns `False`, the *subclass* is not considered a subclass of this ABC, even if it would normally be one. If it returns `NotImplemented`, the subclass check is continued with the usual mechanism.

この概念のデモとして、次の ABC 定義の例を見てください:

```
class Foo:
    def __getitem__(self, index):
        ...
    def __len__(self):
        ...
    def get_iterator(self):
        return iter(self)

class MyIterable(ABC):

    @abstractmethod
    def __iter__(self):
        while False:
            yield None

    def get_iterator(self):
        return self.__iter__()

    @classmethod
    def __subclasshook__(cls, C):
        if cls is MyIterable:
            if any("__iter__" in B.__dict__ for B in C.__mro__):
                return True
        return NotImplemented

MyIterable.register(Foo)
```

The ABC `MyIterable` defines the standard iterable method, *__iter__()*, as an abstract method. The implementation given here can still be called from subclasses. The `get_iterator()` method is also part of the `MyIterable` abstract base class, but it does not have to be overridden in non-abstract derived classes.

ここで定義されるクラスメソッド *__subclasshook__()* の意味は、*__iter__()* メソッドがクラスの (または *__mro__* でアクセスされる基底クラスの一つの) *__dict__* にある場合にもそのクラスが `MyIterable` だと見なされるということです。

Finally, the last line makes `Foo` a virtual subclass of `MyIterable`, even though it does not define

an *__iter__()* method (it uses the old-style iterable protocol, defined in terms of `__len__()` and `__getitem__()`). Note that this will not make `get_iterator` available as a method of `Foo`, so it is provided separately.

The `abc` module also provides the following decorator:

@abc.abstractmethod

抽象メソッドを示すデコレータです。

Using this decorator requires that the class's metaclass is *ABCMeta* or is derived from it. A class that has a metaclass derived from `ABCMeta` cannot be instantiated unless all of its abstract methods and properties are overridden. The abstract methods can be called using any of the normal 'super' call mechanisms. `abstractmethod()` may be used to declare abstract methods for properties and descriptors.

Dynamically adding abstract methods to a class, or attempting to modify the abstraction status of a method or class once it is created, are only supported using the *update_abstractmethods()* function. The `abstractmethod()` only affects subclasses derived using regular inheritance; "virtual subclasses" registered with the ABC's *register()* method are not affected.

When `abstractmethod()` is applied in combination with other method descriptors, it should be applied as the innermost decorator, as shown in the following usage examples:

```
class C(ABC):
    @abstractmethod
    def my_abstract_method(self, arg1):
        ...
    @classmethod
    @abstractmethod
    def my_abstract_classmethod(cls, arg2):
        ...
    @staticmethod
    @abstractmethod
    def my_abstract_staticmethod(arg3):
        ...

    @property
    @abstractmethod
    def my_abstract_property(self):
        ...
    @my_abstract_property.setter
    @abstractmethod
    def my_abstract_property(self, val):
        ...

    @abstractmethod
    def _get_x(self):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        ...
    @abstractmethod
    def _set_x(self, val):
        ...
    x = property(_get_x, _set_x)
```

In order to correctly interoperate with the abstract base class machinery, the descriptor must identify itself as abstract using `__isabstractmethod__`. In general, this attribute should be `True` if any of the methods used to compose the descriptor are abstract. For example, Python's built-in *property* does the equivalent of:

```
class Descriptor:
    ...
    @property
    def __isabstractmethod__(self):
        return any(getattr(f, '__isabstractmethod__', False) for
                   f in (self._fget, self._fset, self._fdel))
```

注釈: Java の抽象メソッドと違い、これらの抽象メソッドは実装を持ち得ます。この実装は *super()* メカニズムを通してそれをオーバーライドしたクラスから呼び出すことができます。これは協調的多重継承を使ったフレームワークにおいて super 呼び出しの終点として有効です。

The `abc` module also supports the following legacy decorators:

@abc.abstractclassmethod

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で非推奨: *classmethod* を *abstractmethod()* と一緒に使えるようになったため、このデコレータは冗長になりました。

組み込みの *classmethod()* のサブクラスで、抽象クラスメソッドであることを示します。それ以外は *abstractmethod()* と同じです。

この特殊ケースは *classmethod()* デコレータが抽象メソッドに適用された場合に抽象的だと正しく認識されるようになったため撤廃されます:

```
class C(ABC):
    @classmethod
    @abstractmethod
    def my_abstract_classmethod(cls, arg):
        ...
```

@abc.abstractstaticmethod

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で非推奨: *staticmethod* を *abstractmethod()* と一緒に使えるようになったため、このデコレータは冗長になりました。

組み込みの *staticmethod()* のサブクラスで、抽象静的メソッドであることを示します。それ以外は *abstractmethod()* と同じです。

この特殊ケースは *staticmethod()* デコレータが抽象メソッドに適用された場合に抽象的だと正しく認識されるようになったため撤廃されます:

```
class C(ABC):
    @staticmethod
    @abstractmethod
    def my_abstract_staticmethod(arg):
        ...
```

@abc.abstractproperty

バージョン 3.3 で非推奨: *property* 、*property.getter()* 、*property.setter()* および *property.deleter()* を *abstractmethod()* と一緒に使えるようになったため、このデコレータは冗長になりました。

組み込みの *property()* のサブクラスで、抽象プロパティであることを示します。

この特殊ケースは *property()* デコレータが抽象メソッドに適用された場合に抽象的だと正しく認識されるようになったため撤廃されます:

```
class C(ABC):
    @property
    @abstractmethod
    def my_abstract_property(self):
        ...
```

この例は読み出し専用のプロパティを定義しています。プロパティを構成するメソッドの 1 つ以上を abstract にすることで、読み書きできる抽象プロパティを定義することができます:

```
class C(ABC):
    @property
    def x(self):
        ...

    @x.setter
    @abstractmethod
    def x(self, val):
        ...
```

構成するメソッド全てが abstract でない場合、abstract と定義されたメソッドのみが、具象サブクラスによってオーバーライドする必要があります:

```
class D(C):
    @C.x.setter
    def x(self, val):
        ...
```

The `abc` module also provides the following functions:

`abc.get_cache_token()`

現在の抽象基底クラスのキャッシュトークンを返します。

このトークンは、仮想サブクラスのための抽象基底クラスの現在のバージョンを特定する (等価性検査をサポートしている) 不透明なオブジェクトです。任意の ABC での *ABCMeta.register()* の呼び出しごとに、トークンは変更されます。

Added in version 3.4.

`abc.update_abstractmethods(`*cls*`)`

A function to recalculate an abstract class's abstraction status. This function should be called if a class's abstract methods have been implemented or changed after it was created. Usually, this function should be called from within a class decorator.

Returns *cls*, to allow usage as a class decorator.

If *cls* is not an instance of *ABCMeta*, does nothing.

注釈: This function assumes that *cls*'s superclasses are already updated. It does not update any subclasses.

Added in version 3.10.

脚注

29.10 atexit --- 終了ハンドラー

---

atexit モジュールは、クリーンアップ関数の登録およびその解除を行う関数を定義します。登録された関数はインタプリタの通常終了時に自動的に実行されます。*atexit* はそれら関数を登録した順と **逆に** 実行します; A、B、C の順に登録した場合、インタプリタ終了時に C、B、A の順に実行されます。

注意: このモジュールを使用して登録された関数は、プログラムが Python が扱わないシグナルによって kill された場合、Python 内部で致命的なエラーが検出された場合、あるいは *os._exit()* が呼び出された場合は実行されません。

注意: クリーンアップ関数内からの関数の登録・登録解除効果は定義されていません。

バージョン 3.7 で変更: C-API のサブインタープリタで使われているとき、登録された関数は登録先のインタープリタのローカルな関数になります。

atexit.**register**(*func*, **args*, ***kwargs*)

func を終了時に実行する関数として登録します。*func* に渡す引数は *register()* の引数として指定しなければなりません。同じ関数を同じ引数で複数回登録できます。

通常のプログラムの終了時、例えば *sys.exit()* が呼び出されるとき、あるいは、メインモジュールの実行が完了したときに、登録された全ての関数を、最後に登録されたものから順に呼び出します。通常、より低レベルのモジュールはより高レベルのモジュールより前に import されるので、後で後始末が行われるという仮定に基づいています。

終了ハンドラの実行中に例外が発生すると、(*SystemExit* 以外の場合は) トレースバックを表示して、例外の情報を保存します。全ての終了ハンドラに動作するチャンスを与えた後に、最後に送出された例外を再送出します。

この関数は *func* を返し、これをデコレータとして利用できます。

> **警告:** 登録された関数から新しいスレッドを開始したり、*os.fork()* を呼び出したりすると、メインの Python ランタイムスレッドがスレッド状態を開放する一方で、内部の *threading* ルーチンや新しいプロセスがそのスレッド状態を使用しようと試みる競合が発生します。これはクリーンなシャットダウンではなく、クラッシュにつながる恐れがあります。

バージョン 3.12 で変更: 登録された関数から新しいスレッドの開始または新しいプロセスの *os.fork()* が試みられた場合は、*RuntimeError* が発生するようになりました。

atexit.**unregister**(*func*)

関数 *func* をインタプリタ終了時に実行する関数のリストから削除します。*func* が登録されていなければ、*unregister()* は何もしません。*func* が 2 回以上登録されている場合は *atexit* のコールスタックにおける *func* のすべての出現が削除されます。削除の際の比較には等価比較 (==) が使われます。したがって削除したいものと同一の関数を *func* に指定する必要はありません。

参考:

readline モジュール
: *readline* ヒストリファイルを読み書きするための *atexit* の有用な例です。

29.10.1 atexit の例

次の簡単な例では、あるモジュールを import した時にカウンタを初期化しておき、プログラムが終了するときにアプリケーションがこのモジュールを明示的に呼び出さなくてもカウンタが更新されるようにする方法を示しています。

```
try:
    with open('counterfile') as infile:
        _count = int(infile.read())
except FileNotFoundError:
    _count = 0

def incrcounter(n):
    global _count
    _count = _count + n

def savecounter():
    with open('counterfile', 'w') as outfile:
        outfile.write('%d' % _count)

import atexit

atexit.register(savecounter)
```

register() に指定した位置引数とキーワード引数は登録した関数を呼び出す際に渡されます:

```
def goodbye(name, adjective):
    print('Goodbye %s, it was %s to meet you.' % (name, adjective))

import atexit

atexit.register(goodbye, 'Donny', 'nice')
# or:
atexit.register(goodbye, adjective='nice', name='Donny')
```

デコレータ として利用する例:

```
import atexit

@atexit.register
def goodbye():
    print('You are now leaving the Python sector.')
```

デコレータとして利用できるのは、その関数が引数なしで呼び出された場合に限られます。

29.11 traceback --- スタックトレースの表示または取得

ソースコード: Lib/traceback.py

このモジュールは Python プログラムのスタックトレースを抽出し、書式を整え、表示するための標準インターフェースを提供します。モジュールがスタックトレースを表示するとき、Python インタープリタの動作を正確に模倣します。インタープリタの" ラッパー" の場合のように、プログラムの制御の元でスタックトレースを表示したいと思ったときに役に立ちます。

The module uses traceback objects --- these are objects of type *types.TracebackType*, which are assigned to the *__traceback__* field of *BaseException* instances.

参考:

faulthandler モジュール
: Used to dump Python tracebacks explicitly, on a fault, after a timeout, or on a user signal.

Module *pdb*
: Interactive source code debugger for Python programs.

このモジュールには、以下の関数が定義されています:

traceback.**print_tb**(*tb*, *limit=None*, *file=None*)
: Print up to *limit* stack trace entries from traceback object *tb* (starting from the caller's frame) if *limit* is positive. Otherwise, print the last `abs(limit)` entries. If *limit* is omitted or `None`, all entries are printed. If *file* is omitted or `None`, the output goes to *sys.stderr*; otherwise it should be an open *file* or *file-like object* to receive the output.

  バージョン 3.5 で変更: 負の *limit* がサポートされました。

traceback.**print_exception**(*exc*, */*, [*value*, *tb*,]*limit=None*, *file=None*, *chain=True*)
: Print exception information and stack trace entries from traceback object *tb* to *file*. This differs from *print_tb()* in the following ways:

  - *tb* が `None` でない場合ヘッダ `Traceback (most recent call last):` を出力します
  - it prints the exception type and *value* after the stack trace
  - *type(value)* が *SyntaxError* であり、*value* が適切な形式を持っていれば、そのエラーのおおよその位置を示すマークと共にシンタックスエラーが発生した行が表示されます。

  Since Python 3.10, instead of passing *value* and *tb*, an exception object can be passed as the first argument. If *value* and *tb* are provided, the first argument is ignored in order to provide backwards compatibility.

The optional *limit* argument has the same meaning as for *print_tb()*. If *chain* is true (the default), then chained exceptions (the *__cause__* or *__context__* attributes of the exception) will be printed as well, like the interpreter itself does when printing an unhandled exception.

バージョン 3.5 で変更: 引数 *etype* は無視され、*value* の型から推論されます。

バージョン 3.10 で変更: The *etype* parameter has been renamed to *exc* and is now positional-only.

traceback.**print_exc**(*limit=None*, *file=None*, *chain=True*)

`print_exception(sys.exception(), limit, file, chain)` の省略表現です。

traceback.**print_last**(*limit=None*, *file=None*, *chain=True*)

This is a shorthand for `print_exception(sys.last_exc, limit, file, chain)`. In general it will work only after an exception has reached an interactive prompt (see *sys.last_exc*).

traceback.**print_stack**(*f=None*, *limit=None*, *file=None*)

Print up to *limit* stack trace entries (starting from the invocation point) if *limit* is positive. Otherwise, print the last `abs(limit)` entries. If *limit* is omitted or `None`, all entries are printed. The optional *f* argument can be used to specify an alternate stack frame to start. The optional *file* argument has the same meaning as for *print_tb()*.

バージョン 3.5 で変更: 負の *limit* がサポートされました。

traceback.**extract_tb**(*tb*, *limit=None*)

Return a *StackSummary* object representing a list of "pre-processed" stack trace entries extracted from the traceback object *tb*. It is useful for alternate formatting of stack traces. The optional *limit* argument has the same meaning as for *print_tb()*. A "pre-processed" stack trace entry is a *FrameSummary* object containing attributes *filename*, *lineno*, *name*, and *line* representing the information that is usually printed for a stack trace.

traceback.**extract_stack**(*f=None*, *limit=None*)

Extract the raw traceback from the current stack frame. The return value has the same format as for *extract_tb()*. The optional *f* and *limit* arguments have the same meaning as for *print_stack()*.

traceback.**format_list**(*extracted_list*)

extract_tb() または *extract_stack()* が返すタプルのリストまたは *FrameSummary* オブジェクトが与えられると、出力の準備を整えた文字列のリストを返します。結果として生じるリストの中の各文字列は、引数リストの中の同じインデックスの要素に対応します。各文字列は末尾に改行が付いています。さらに、ソーステキスト行が `None` でないそれらの要素に対しては、文字列は内部に改行を含んでいるかもしれません。

traceback.**format_exception_only**(*exc*, */*, [*value*,]*, *show_group=False*)

Format the exception part of a traceback using an exception value such as given by *sys.last_value*. The return value is a list of strings, each ending in a newline. The list contains the exception's message,

which is normally a single string; however, for *SyntaxError* exceptions, it contains several lines that (when printed) display detailed information about where the syntax error occurred. Following the message, the list contains the exception's *notes*.

Since Python 3.10, instead of passing *value*, an exception object can be passed as the first argument. If *value* is provided, the first argument is ignored in order to provide backwards compatibility.

When *show_group* is `True`, and the exception is an instance of *BaseExceptionGroup*, the nested exceptions are included as well, recursively, with indentation relative to their nesting depth.

バージョン 3.10 で変更: The *etype* parameter has been renamed to *exc* and is now positional-only.

バージョン 3.11 で変更: The returned list now includes any *notes* attached to the exception.

バージョン 3.13 で変更: *show_group* parameter was added.

`traceback.format_exception`(*exc*, */*, [*value*, *tb*,]*limit=None*, *chain=True*)

スタックトレースと例外情報を書式化します。引数は *print_exception()* の対応する引数と同じ意味を持ちます。戻り値は文字列のリストで、それぞれの文字列は改行で終わり、そのいくつかは内部に改行を含みます。これらの行が連結されて出力される場合は、厳密に *print_exception()* と同じテキストが出力されます。

バージョン 3.5 で変更: 引数 *etype* は無視され、*value* の型から推論されます。

バージョン 3.10 で変更: This function's behavior and signature were modified to match *print_exception()*.

`traceback.format_exc`(*limit=None*, *chain=True*)

これは、`print_exc(limit)` に似ていますが、ファイルに出力する代わりに文字列を返します。

`traceback.format_tb`(*tb*, *limit=None*)

`format_list(extract_tb(tb, limit))` の省略表現です。

`traceback.format_stack`(*f=None*, *limit=None*)

`format_list(extract_stack(f, limit))` の省略表現です。

`traceback.clear_frames`(*tb*)

Clears the local variables of all the stack frames in a traceback *tb* by calling the `clear()` method of each frame object.

Added in version 3.4.

`traceback.walk_stack`(*f*)

Walk a stack following `f.f_back` from the given frame, yielding the frame and line number for each frame. If *f* is `None`, the current stack is used. This helper is used with *StackSummary.extract()*.

Added in version 3.5.

traceback.walk_tb(*tb*)

Walk a traceback following tb_next yielding the frame and line number for each frame. This helper is used with *StackSummary.extract()*.

Added in version 3.5.

このモジュールは以下のクラスも定義しています:

29.11.1 TracebackException オブジェクト

Added in version 3.5.

TracebackException objects are created from actual exceptions to capture data for later printing in a lightweight fashion.

class traceback.TracebackException(*exc_type*, *exc_value*, *exc_traceback*, ***, *limit=None*, *lookup_lines=True*, *capture_locals=False*, *compact=False*, *max_group_width=15*, *max_group_depth=10*)

後のレンダリングのために例外をキャプチャします。*limit*、*lookup_lines*、*capture_locals* は *StackSummary* class のものです。

If *compact* is true, only data that is required by TracebackException's *format()* method is saved in the class attributes. In particular, the *__context__* field is calculated only if *__cause__* is None and *__suppress_context__* is false.

局所変数がキャプチャされたとき、それらはトレースバックに表示されることに注意してください。

max_group_width and *max_group_depth* control the formatting of exception groups (see *BaseExceptionGroup*). The depth refers to the nesting level of the group, and the width refers to the size of a single exception group's exceptions array. The formatted output is truncated when either limit is exceeded.

バージョン 3.10 で変更: *compact* 引数が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: Added the *max_group_width* and *max_group_depth* parameters.

__cause__

A TracebackException of the original *__cause__*.

__context__

A TracebackException of the original *__context__*.

exceptions

If self represents an *ExceptionGroup*, this field holds a list of TracebackException instances representing the nested exceptions. Otherwise it is None.

Added in version 3.11.

__suppress_context__

The *__suppress_context__* value from the original exception.

__notes__

The *__notes__* value from the original exception, or `None` if the exception does not have any notes. If it is not `None` is it formatted in the traceback after the exception string.

Added in version 3.11.

stack

トレースバックを表す *StackSummary*。

exc_type

元々のトレースバックのクラス。

バージョン 3.13 で非推奨.

exc_type_str

String display of the class of the original exception.

Added in version 3.13.

filename

構文エラー用 - エラーが発生したファイルの名前。

lineno

構文エラー用 - エラーが発生した行番号。

end_lineno

For syntax errors - the end line number where the error occurred. Can be `None` if not present.

Added in version 3.10.

text

構文エラー用 - エラーが発生したテクスト。

offset

構文エラー用 - エラーが発生したテクストへのオフセット。

end_offset

For syntax errors - the end offset into the text where the error occurred. Can be `None` if not present.

Added in version 3.10.

msg

構文エラー用 - コンパイラのエラーメッセージ。

classmethod from_exception(*exc*, ***, *limit=None*, *lookup_lines=True*, *capture_locals=False*)

後のレンダリングのために例外をキャプチャします。*limit*、*lookup_lines*、*capture_locals* は *StackSummary* class のものです。

局所変数がキャプチャされたとき、それらはトレースバックに表示されることに注意してください。

print(***, *file=None*, *chain=True*)

Print to *file* (default `sys.stderr`) the exception information returned by *format()*.

Added in version 3.11.

format(***, *chain=True*)

例外を書式化します。

If *chain* is not `True`, *__cause__* and *__context__* will not be formatted.

返り値は文字列のジェネレータで、それぞれ改行で終わりますが、内部に改行を持つものもあります。*print_exception()* はこのメソッドのラッパで、単にファイルに出力します。

format_exception_only(***, *show_group=False*)

トレースバックの例外部を書式化します。

返り値は文字列のジェネレータで、それぞれ改行で終わります。

When *show_group* is `False`, the generator emits the exception's message followed by its notes (if it has any). The exception message is normally a single string; however, for *SyntaxError* exceptions, it consists of several lines that (when printed) display detailed information about where the syntax error occurred.

When *show_group* is `True`, and the exception is an instance of *BaseExceptionGroup*, the nested exceptions are included as well, recursively, with indentation relative to their nesting depth.

バージョン 3.11 で変更: The exception's *notes* are now included in the output.

バージョン 3.13 で変更: Added the *show_group* parameter.

29.11.2 StackSummary オブジェクト

Added in version 3.5.

StackSummary objects represent a call stack ready for formatting.

class traceback.StackSummary

classmethod extract(*frame_gen*, ***, *limit=None*, *lookup_lines=True*, *capture_locals=False*)

Construct a StackSummary object from a frame generator (such as is returned by *walk_stack()* or *walk_tb()*).

If *limit* is supplied, only this many frames are taken from *frame_gen*. If *lookup_lines* is False, the returned *FrameSummary* objects will not have read their lines in yet, making the cost of creating the StackSummary cheaper (which may be valuable if it may not actually get formatted). If *capture_locals* is True the local variables in each FrameSummary are captured as object representations.

バージョン 3.12 で変更: Exceptions raised from *repr()* on a local variable (when *capture_locals* is True) are no longer propagated to the caller.

classmethod from_list(*a_list*)

Construct a StackSummary object from a supplied list of *FrameSummary* objects or old-style list of tuples. Each tuple should be a 4-tuple with *filename*, *lineno*, *name*, *line* as the elements.

format()

Returns a list of strings ready for printing. Each string in the resulting list corresponds to a single frame from the stack. Each string ends in a newline; the strings may contain internal newlines as well, for those items with source text lines.

For long sequences of the same frame and line, the first few repetitions are shown, followed by a summary line stating the exact number of further repetitions.

バージョン 3.6 で変更: Long sequences of repeated frames are now abbreviated.

format_frame_summary(*frame_summary*)

Returns a string for printing one of the frames involved in the stack. This method is called for each *FrameSummary* object to be printed by *StackSummary.format()*. If it returns None, the frame is omitted from the output.

Added in version 3.11.

29.11.3 FrameSummary オブジェクト

Added in version 3.5.

A `FrameSummary` object represents a single frame in a traceback.

class traceback.**FrameSummary**(*filename*, *lineno*, *name*, *lookup_line=True*, *locals=None*, *line=None*)

Represents a single frame in the traceback or stack that is being formatted or printed. It may optionally have a stringified version of the frame's locals included in it. If *lookup_line* is `False`, the source code is not looked up until the `FrameSummary` has the *line* attribute accessed (which also happens when casting it to a *tuple*). *line* may be directly provided, and will prevent line lookups happening at all. *locals* is an optional local variable mapping, and if supplied the variable representations are stored in the summary for later display.

`FrameSummary` instances have the following attributes:

filename

The filename of the source code for this frame. Equivalent to accessing `f.f_code.co_filename` on a frame object *f*.

lineno

The line number of the source code for this frame.

name

Equivalent to accessing `f.f_code.co_name` on a frame object *f*.

line

A string representing the source code for this frame, with leading and trailing whitespace stripped. If the source is not available, it is `None`.

29.11.4 トレースバックの例

この簡単な例では基本的な read-eval-print ループを実装しています。標準的な Python の対話インタープリタループに似ていますが、Python のものより便利ではありません。インタープリタループのより完全な実装については、*code* モジュールを参照してください。

```
import sys, traceback

def run_user_code(envdir):
    source = input(">>> ")
    try:
        exec(source, envdir)
    except Exception:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        print("Exception in user code:")
        print("-"*60)
        traceback.print_exc(file=sys.stdout)
        print("-"*60)

envdir = {}
while True:
    run_user_code(envdir)
```

次の例は例外とトレースバックの出力並びに形式が異なることを示します:

```
import sys, traceback

def lumberjack():
    bright_side_of_life()

def bright_side_of_life():
    return tuple()[0]

try:
    lumberjack()
except IndexError:
    exc = sys.exception()
    print("*** print_tb:")
    traceback.print_tb(exc.__traceback__, limit=1, file=sys.stdout)
    print("*** print_exception:")
    traceback.print_exception(exc, limit=2, file=sys.stdout)
    print("*** print_exc:")
    traceback.print_exc(limit=2, file=sys.stdout)
    print("*** format_exc, first and last line:")
    formatted_lines = traceback.format_exc().splitlines()
    print(formatted_lines[0])
    print(formatted_lines[-1])
    print("*** format_exception:")
    print(repr(traceback.format_exception(exc)))
    print("*** extract_tb:")
    print(repr(traceback.extract_tb(exc.__traceback__)))
    print("*** format_tb:")
    print(repr(traceback.format_tb(exc.__traceback__)))
    print("*** tb_lineno:", exc.__traceback__.tb_lineno)
```

この例の出力は次のようになります:

```
*** print_tb:
  File "<doctest...>", line 10, in <module>
    lumberjack()
    ~~~~~~~~~~^^
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
*** print_exception:
Traceback (most recent call last):
  File "<doctest...>", line 10, in <module>
    lumberjack()
    ~~~~~~~~~~^^
  File "<doctest...>", line 4, in lumberjack
    bright_side_of_life()
    ~~~~~~~~~~~~~~~~~~^^
IndexError: tuple index out of range
*** print_exc:
Traceback (most recent call last):
  File "<doctest...>", line 10, in <module>
    lumberjack()
    ~~~~~~~~~~^^
  File "<doctest...>", line 4, in lumberjack
    bright_side_of_life()
    ~~~~~~~~~~~~~~~~~~^^
IndexError: tuple index out of range
*** format_exc, first and last line:
Traceback (most recent call last):
IndexError: tuple index out of range
*** format_exception:
['Traceback (most recent call last):\n',
 '  File "<doctest default[0]>", line 10, in <module>\n    lumberjack()\n    ~~~~~~~~~~^^\n',
 '  File "<doctest default[0]>", line 4, in lumberjack\n    bright_side_of_life()\n    ~~~~~~~~~~~~
↪~~~~~~~^^\n',
 '  File "<doctest default[0]>", line 7, in bright_side_of_life\n    return tuple()[0]\n          ␣
↪~~~~~~~^^^\n',
 'IndexError: tuple index out of range\n']
*** extract_tb:
[<FrameSummary file <doctest...>, line 10 in <module>>,
 <FrameSummary file <doctest...>, line 4 in lumberjack>,
 <FrameSummary file <doctest...>, line 7 in bright_side_of_life>]
*** format_tb:
['  File "<doctest default[0]>", line 10, in <module>\n    lumberjack()\n    ~~~~~~~~~~^^\n',
 '  File "<doctest default[0]>", line 4, in lumberjack\n    bright_side_of_life()\n    ~~~~~~~~~~~~
↪~~~~~~~^^\n',
 '  File "<doctest default[0]>", line 7, in bright_side_of_life\n    return tuple()[0]\n          ␣
↪~~~~~~~^^^\n']
*** tb_lineno: 10
```

次の例は、スタックの print と format の違いを示しています:

```
>>> import traceback
>>> def another_function():
...     lumberstack()
...
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> def lumberstack():
...     traceback.print_stack()
...     print(repr(traceback.extract_stack()))
...     print(repr(traceback.format_stack()))
...
>>> another_function()
  File "<doctest>", line 10, in <module>
    another_function()
  File "<doctest>", line 3, in another_function
    lumberstack()
  File "<doctest>", line 6, in lumberstack
    traceback.print_stack()
[('<doctest>', 10, '<module>', 'another_function()'),
 ('<doctest>', 3, 'another_function', 'lumberstack()'),
 ('<doctest>', 7, 'lumberstack', 'print(repr(traceback.extract_stack()))')]
['  File "<doctest>", line 10, in <module>\n    another_function()\n',
 '  File "<doctest>", line 3, in another_function\n    lumberstack()\n',
 '  File "<doctest>", line 8, in lumberstack\n    print(repr(traceback.format_stack()))\n']
```

最後の例は、残りの幾つかの関数のデモをします:

```
>>> import traceback
>>> traceback.format_list([('spam.py', 3, '<module>', 'spam.eggs()'),
...                        ('eggs.py', 42, 'eggs', 'return "bacon"')])
['  File "spam.py", line 3, in <module>\n    spam.eggs()\n',
 '  File "eggs.py", line 42, in eggs\n    return "bacon"\n']
>>> an_error = IndexError('tuple index out of range')
>>> traceback.format_exception_only(type(an_error), an_error)
['IndexError: tuple index out of range\n']
```

29.12 `__future__` --- future 文の定義

ソースコード: Lib/__future__.py

`from __future__ import feature` の形式でのインポートは future 文 の定義と呼ばれています。これらは特殊なケースで、Python の新機能が標準になるリリースの前に Python コンパイラーが future 文を含むモジュールで Python の新機能を使用できるようにします。

これらの future 文が Python コンパイラーによって追加の特殊な意味を与えられる一方で、それらは依然として他のインポート文のように実行され、*__future__* は存在し、他の Python モジュールと同じようにインポートシステムによって処理されます。この設計は 3 つの目的にかなっています:

- import 文を解析する既存のツールを混乱させることを避け、インポートしようとしているモジュールを見つけられるようにするため。

- 互換性のない変化がいつ言語に導入され、いつ言語の一部になる --- あるいは、なった --- のかを文書化するため。これは実行できる形式で書かれたドキュメントなので、*__future__* をインポートしてその中身を調べることでプログラムから調査することができます。

- Python 2.1 以前のリリースで future 文 が実行された場合に、最低でもランタイム例外を投げるようにするため (*__future__* のインポートは失敗します。なぜなら、2.1 以前にはそういう名前のモジュールはなかったからです)。

29.12.1 モジュールコンテンツ

機能の記述が *__future__* から削除されたことはまだありません。Python 2.1 で future 文が導入されて以来、この仕組みを使って以下の機能が言語に導入されてきました:

feature	optional in	mandatory in	effect
nested_scopes	2.1.0b1	2.2	**PEP 227**: *Statically Nested Scopes*
generators	2.2.0a1	2.3	**PEP 255**: *Simple Generators*
division	2.2.0a2	3.0	**PEP 238**: *Changing the Division Operator*
absolute_import	2.5.0a1	3.0	**PEP 328**: *Imports: Multi-Line and Absolute/Relative*
with_statement	2.5.0a1	2.6	**PEP 343**: *The "with" Statement*
print_function	2.6.0a2	3.0	**PEP 3105**: *Make print a function*
unicode_literals	2.6.0a2	3.0	**PEP 3112**: *Bytes literals in Python 3000*
generator_stop	3.5.0b1	3.7	**PEP 479**: *StopIteration handling inside generators*
annotations	3.7.0b1	TBD[*1]	**PEP 563**: *Postponed evaluation of annotations*

class __future__._Feature

`__future__.py` のそれぞれの文は次のような形式をしています:

```
FeatureName = _Feature(OptionalRelease, MandatoryRelease,
                       CompilerFlag)
```

ここで、普通は、*OptionalRelease* は *MandatoryRelease* より小さく、2 つとも *sys.version_info* と同じフォーマットの 5 つのタプルからなります:

[*1] `from __future__ import annotations` は以前は Python 3.10 で必須となる予定でしたが、Python 運営評議会はこの変更を延期することを 2 度決定しました (Python 3.10 での発表; Python 3.11 での発表) 。最終決定はまだ下されていません。**PEP 563** と **PEP 649** も参照してください。

```
(PY_MAJOR_VERSION, # the 2 in 2.1.0a3; an int
 PY_MINOR_VERSION, # the 1; an int
 PY_MICRO_VERSION, # the 0; an int
 PY_RELEASE_LEVEL, # "alpha", "beta", "candidate" or "final"; string
 PY_RELEASE_SERIAL # the 3; an int
)
```

_Feature.getOptionalRelease()

OptionalRelease はその機能が導入された最初のリリースを記録します。

_Feature.getMandatoryRelease()

まだ時期が来ていない *MandatoryRelease* の場合、*MandatoryRelease* はその機能が言語の一部となるリリースを記します。

その他の場合、*MandatoryRelease* はその機能がいつ言語の一部になったのかを記録します。そのリリースから、あるいはそれ以降のリリースでは、この機能を使う際に future 文は必要ではありませんが、future 文を使い続けても構いません。

MandatoryRelease は `None` になるかもしれません。つまり、予定された機能が破棄されたか、まだ決定されていないということです。

_Feature.compiler_flag

CompilerFlag は、動的にコンパイルされるコードでその機能を有効にするために、組み込み関数 *compile()* の第 4 引数に渡す (ビットフィールド) フラグです。このフラグは *_Feature* インスタンスの *_Feature.compiler_flag* 属性に保存されています。

参考:

future コンパイラがどのように future インポートを扱うか。

PEP 236 - Back to the ___future___
___future___ 機構の原案

29.13 gc --- ガベージコレクターインターフェース

このモジュールは、循環ガベージコレクタの無効化・検出頻度の調整・デバッグオプションの設定などを行うインターフェースを提供します。また、検出した到達不能オブジェクトのうち、解放する事ができないオブジェクトを参照する事もできます。循環ガベージコレクタは Python の参照カウントを補うためのものなので、もしプログラム中で循環参照が発生しない事が明らかな場合には検出をする必要はありません。自動検出は、`gc.disable()` で停止する事ができます。メモリリークをデバッグするときには、`gc.set_debug(gc.DEBUG_LEAK)` とします。こ

れは gc.DEBUG_SAVEALL を含んでいることに注意しましょう。ガベージとして検出されたオブジェクトは、インスペクション用に gc.garbage に保存されます。

gc モジュールは、以下の関数を提供しています:

gc.**enable**()

自動ガベージコレクションを有効にします。

gc.**disable**()

自動ガベージコレクションを無効にします。

gc.**isenabled**()

自動ガベージコレクションが有効なら True を返します。

gc.**collect**(*generation=2*)

引数を指定しない場合は、全ての検出を行います。オプション引数 *generation* は、どの世代を検出するかを (0 から 2 までの) 整数値で指定します。無効な世代番号を指定した場合は *ValueError* が発生します。収集されたオブジェクトと収集不可能なオブジェクトの合計の数を返します。

ビルトイン型が持っている free list は、フル GC か最高世代 (2) の GC の時にクリアされます。*float* など、実装によって幾つかの free list では全ての要素が解放されるわけではありません。

The effect of calling gc.collect() while the interpreter is already performing a collection is undefined.

gc.**set_debug**(*flags*)

ガベージコレクションのデバッグフラグを設定します。デバッグ情報は sys.stderr に出力されます。デバッグフラグは、下の値の組み合わせを指定する事ができます。

gc.**get_debug**()

現在のデバッグフラグを返します。

gc.**get_objects**(*generation=None*)

Returns a list of all objects tracked by the collector, excluding the list returned. If *generation* is not None, return only the objects tracked by the collector that are in that generation.

バージョン 3.8 で変更: 新しい *generation* パラメータ。

引数 generation で **監査イベント** gc.get_objects を送出します。

gc.**get_stats**()

インタプリタが開始してからの、世代ごと回収統計を持つ辞書の、3 世代ぶんのリストを返します。キーの数は将来変わるかもしれませんが、現在のところそれぞれの辞書には以下の項目が含まれています:

- collections は、この世代が検出を行った回数です;
- collected は、この世代内で回収されたオブジェクトの総数です;

- `uncollectable` は、この世代内で回収不能であることがわかった (そしてそれゆえに *garbage* リストに移動した) オブジェクトの総数です。

Added in version 3.4.

`gc.set_threshold`(*threshold0*[, *threshold1*[, *threshold2*]])

ガベージコレクションの閾値（検出頻度）を指定します。*threshold0* を 0 にすると、検出は行われません。

The GC classifies objects into three generations depending on how many collection sweeps they have survived. New objects are placed in the youngest generation (generation `0`). If an object survives a collection it is moved into the next older generation. Since generation `2` is the oldest generation, objects in that generation remain there after a collection. In order to decide when to run, the collector keeps track of the number object allocations and deallocations since the last collection. When the number of allocations minus the number of deallocations exceeds *threshold0*, collection starts. Initially only generation `0` is examined. If generation `0` has been examined more than *threshold1* times since generation `1` has been examined, then generation `1` is examined as well. With the third generation, things are a bit more complicated, see Collecting the oldest generation for more information.

`gc.get_count`()

現在の検出数を、`(count0, count1, count2)` のタプルで返します。

`gc.get_threshold`()

現在の検出閾値を、`(threshold0, threshold1, threshold2)` のタプルで返します。

`gc.get_referrers`(**objs*)

objs で指定したオブジェクトのいずれかを参照しているオブジェクトのリストを返します。この関数では、ガベージコレクションをサポートしているコンテナのみを返します。他のオブジェクトを参照していても、ガベージコレクションをサポートしていない拡張型は含まれません。

尚、戻り値のリストには、すでに参照されなくなっているが、循環参照の一部でまだガベージコレクションで回収されていないオブジェクトも含まれるので注意が必要です。有効なオブジェクトのみを取得する場合、*get_referrers()* の前に *collect()* を呼び出してください。

> **警告:** *get_referrers()* から返されるオブジェクトは作りかけや利用できない状態である場合があるので、利用する際には注意が必要です。*get_referrers()* をデバッグ以外の目的で利用するのは避けてください。

引数 `objs` を指定して **監査イベント** `gc.get_referrers` を送出します。

`gc.get_referents`(**objs*)

引数で指定したオブジェクトのいずれかから参照されている、全てのオブジェクトのリストを返します。参照先のオブジェクトは、引数で指定したオブジェクトの C レベルメソッド `tp_traverse` で取得し、全て

のオブジェクトが直接到達可能な全てのオブジェクトを返すわけではありません。tp_traverse はガベージコレクションをサポートするオブジェクトのみが実装しており、ここで取得できるオブジェクトは循環参照の一部となる可能性のあるオブジェクトのみです。従って、例えば整数オブジェクトが直接到達可能であっても、このオブジェクトは戻り値には含まれません。

引数 objs を指定して 監査イベント gc.get_referents を送出します。

gc.is_tracked(*obj*)

obj がガベージコレクタに管理されていたら True を返し、それ以外の場合は False を返します。一般的なルールとして、アトミックな (訳注: 他のオブジェクトを参照しないで単一で値を表す型。int や str など) 型のインスタンスは管理されず、それ以外の型 (コンテナ型、ユーザー定義型など) のインスタンスは管理されます。しかし、いくつかの型では専用の最適化を行い、シンプルなインスタンスの場合に GC のオーバーヘッドを減らしています。(例: 全ての key と value がアトミック型の値である dict)

```
>>> gc.is_tracked(0)
False
>>> gc.is_tracked("a")
False
>>> gc.is_tracked([])
True
>>> gc.is_tracked({})
False
>>> gc.is_tracked({"a": 1})
False
>>> gc.is_tracked({"a": []})
True
```

Added in version 3.1.

gc.is_finalized(*obj*)

Returns True if the given object has been finalized by the garbage collector, False otherwise.

```
>>> x = None
>>> class Lazarus:
...     def __del__(self):
...         global x
...         x = self
...
>>> lazarus = Lazarus()
>>> gc.is_finalized(lazarus)
False
>>> del lazarus
>>> gc.is_finalized(x)
True
```

Added in version 3.9.

gc.**freeze**()

Freeze all the objects tracked by the garbage collector; move them to a permanent generation and ignore them in all the future collections.

If a process will `fork()` without `exec()`, avoiding unnecessary copy-on-write in child processes will maximize memory sharing and reduce overall memory usage. This requires both avoiding creation of freed "holes" in memory pages in the parent process and ensuring that GC collections in child processes won't touch the `gc_refs` counter of long-lived objects originating in the parent process. To accomplish both, call `gc.disable()` early in the parent process, `gc.freeze()` right before `fork()`, and `gc.enable()` early in child processes.

Added in version 3.7.

gc.**unfreeze**()

Permanent 世代領域にあるオブジェクトを解凍します。つまり、最も古い世代へ戻します。

Added in version 3.7.

gc.**get_freeze_count**()

Permanent 世代領域にあるオブジェクトの数を返します。

Added in version 3.7.

以下の変数は読み出し専用アクセスのために提供されています。(この変数を操作することはできますが、その値は記憶されません):

gc.**garbage**

到達不能であることが検出されたが、解放する事ができないオブジェクトのリスト（回収不能オブジェクト)。Python 3.4 からは、`NULL` でない `tp_del` スロットを持つ C 拡張型のインスタンスを使っている場合を除き、このリストはほとんど常に空であるはずです。

DEBUG_SAVEALL が設定されている場合、全ての到達不能オブジェクトは解放されずにこのリストに格納されます。

バージョン 3.2 で変更: **インタプリタシャットダウン** 時にこのリストが空でない場合、(デフォルトでは黙りますが) *ResourceWarning* が発行されます。*DEBUG_UNCOLLECTABLE* がセットされていると、加えて回収不能オブジェクトを出力します。

バージョン 3.4 で変更: Following **PEP 442**, objects with a `__del__()` method don't end up in *gc.garbage* anymore.

gc.**callbacks**

ガベージコレクタの起動前と終了後に呼び出されるコールバック関数のリスト。コールバックは *phase* と *info* の 2 つの引数で呼び出されます。

phase は以下 2 つのいずれかです:

”start”: ガベージコレクションを始めます。

”stop”: ガベージコレクションが終了しました。

info はコールバックに付加情報を提供する辞書です。現在のところ以下のキーが定義されています:

”generation”: 回収される最も古い世代。

”collected”: *phase* が ”stop” のとき、正常に回収されたオブジェクトの数。

”uncollectable”: *phase* が ”stop” のとき、回収出来ずに *garbage* リストに入れられたオブジェクトの数。

アプリケーションは自身のコールバックをこのリストに追加出来ます。基本的なユースケースは以下のようなものでしょう:

世代が回収される頻度やガベージコレクションにかかった時間の長さといった、ガベージコレクションの統計情報を集めます。

garbage に回収できない独自の型のオブジェクトが現れたとき、アプリケーションがそれらを特定し消去できるようにする。

Added in version 3.3.

以下は *set_debug()* に指定することのできる定数です:

gc.DEBUG_STATS

検出中に統計情報を出力します。この情報は、検出頻度を最適化する際に有益です。

gc.DEBUG_COLLECTABLE

見つかった回収可能オブジェクトの情報を出力します。

gc.DEBUG_UNCOLLECTABLE

見つかった回収不能オブジェクト（到達不能だが、ガベージコレクションで解放する事ができないオブジェクト）の情報を出力します。回収不能オブジェクトは、garbage リストに追加されます。

バージョン 3.2 で変更: **インタプリタシャットダウン** 時に *garbage* リストが空でない場合に、その中身の出力も行います。

gc.DEBUG_SAVEALL

設定されている場合、全ての到達不能オブジェクトは解放されずに *garbage* に追加されます。これはプログラムのメモリリークをデバッグするときに便利です。

gc.DEBUG_LEAK

プログラムのメモリリークをデバッグするときに指定します（ DEBUG_COLLECTABLE | DEBUG_UNCOLLECTABLE | DEBUG_SAVEALL と同じ）。

29.14 inspect --- 活動中のオブジェクトを調査する

ソースコード: Lib/inspect.py

---

inspect は、活動中のオブジェクト (モジュール、クラス、メソッド、関数、トレースバック、フレームオブジェクト、コードオブジェクトなど) から情報を取得する関数を定義しており、クラスの内容を調べたり、メソッドのソースコードを取得したり、関数の引数リストを取り出して整形したり、詳細なトレースバックを表示するのに必要な情報を取得したりするために利用できます。

このモジュールの機能は 4 種類に分類することができます。型チェック、ソースコードの情報取得、クラスや関数からの情報取得、インタープリタのスタック情報の調査です。

29.14.1 型とメンバー

getmembers() は、クラスやモジュールなどのオブジェクトからメンバーを取得します。名前が "is" で始まる関数は、主に *getmembers()* の第 2 引数として利用するために提供されています。以下のような特殊属性を参照できるかどうか調べる時にも使えるでしょう (モジュール属性については import-mod-attrs を参照してください):

型	属性	説明
クラス	___doc___	ドキュメント文字列
	___name___	クラスの定義名
	___qualname___	qualified name
	___module___	クラスを定義しているモジュールの名前
	___type_params___	A tuple containing the type parameters of a generic class
メソッド	___doc___	ドキュメント文字列
	___name___	メソッドの定義名
	___qualname___	qualified name
	___func___	メソッドを実装している関数オブジェクト
	___self___	メソッドに結合しているインスタンス、または `None`
	___module___	name of module in which this method was defined
関数	___doc___	ドキュメント文字列
	___name___	関数の定義名
	___qualname___	qualified name
	___code___	関数をコンパイルした **バイトコード** を格納するコードオブジェクト
	___defaults___	位置またはキーワード引数の全ての既定値のタプル
	___kwdefaults___	キーワード専用引数の全ての既定値のマッピング
	___globals___	関数が定義されたグローバル名前空間
	___builtins___	builtins namespace

表 2 – 前のページからの続き

型	属性	説明
	___annotations___	仮引数名からアノテーションへのマッピング; `"return"` キーは return アノテーショ
	___type_params___	A tuple containing the type parameters of a generic function
	___module___	name of module in which this function was defined
traceback	tb_frame	このレベルのフレームオブジェクト
	tb_lasti	最後に実行しようとしたバイトコード中のインストラクションを示すインデックス
	tb_lineno	現在の Python ソースコードの行番号
	tb_next	このオブジェクトの内側 (このレベルから呼び出された) のトレースバックオブジェク
フレーム	f_back	外側 (このフレームを呼び出した) のフレームオブジェクト
	f_builtins	このフレームで参照している組み込み名前空間
	f_code	このフレームで実行しているコードオブジェクト
	f_globals	このフレームで参照しているグローバル名前空間
	f_lasti	最後に実行しようとしたバイトコード中のインストラクションを示すインデックス
	f_lineno	現在の Python ソースコードの行番号
	f_locals	このフレームで参照しているローカル名前空間
	f_trace	このフレームのトレース関数、または `None`
コード	co_argcount	number of arguments (not including keyword only arguments, * or ** args)
	co_code	コンパイルされたバイトコードそのままの文字列
	co_cellvars	tuple of names of cell variables (referenced by containing scopes)
	co_consts	バイトコード中で使用している定数のタプル
	co_filename	コードオブジェクトを生成したファイルのファイル名
	co_firstlineno	Python ソースコードの先頭行
	co_flags	bitmap of `CO_*` flags, read more *here*
	co_lnotab	行番号からバイトコードインデックスへの変換表を文字列にエンコードしたもの
	co_freevars	tuple of names of free variables (referenced via a function's closure)
	co_posonlyargcount	number of positional only arguments
	co_kwonlyargcount	number of keyword only arguments (not including ** arg)
	co_name	コードオブジェクトが定義されたときの名前
	co_qualname	fully qualified name with which this code object was defined
	co_names	tuple of names other than arguments and function locals
	co_nlocals	ローカル変数の数
	co_stacksize	必要とされる仮想マシンのスタックスペース
	co_varnames	引数名とローカル変数名のタプル
ジェネレータ	___name___	name
	___qualname___	qualified name
	gi_frame	フレーム
	gi_running	ジェネレータが実行中かどうか
	gi_code	コード

表 2 – 前のページからの続き

型	属性	説明
	gi_yieldfrom	`yield from` でイテレートされているオブジェクト、または `None`
async generator	__name__	name
	__qualname__	qualified name
	ag_await	待機されているオブジェクト、または `None`
	ag_frame	フレーム
	ag_running	ジェネレータが実行中かどうか
	ag_code	コード
コルーチン	__name__	name
	__qualname__	qualified name
	cr_await	待機されているオブジェクト、または `None`
	cr_frame	フレーム
	cr_running	コルーチンが実行中かどうか
	cr_code	コード
	cr_origin	where coroutine was created, or `None`. See *sys.set_coroutine_origin_trackin*
組み込み	__doc__	ドキュメント文字列
	__name__	関数、メソッドの元々の名前
	__qualname__	qualified name
	__self__	メソッドが結合しているインスタンス、または `None`

バージョン 3.5 で変更: ジェネレータに `__qualname__` と `gi_yieldfrom` 属性が追加されました。

ジェネレータの `__name__` 属性がコード名ではなく関数名から設定されるようになり、変更できるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: Add `cr_origin` attribute to coroutines.

バージョン 3.10 で変更: Add `__builtins__` attribute to functions.

`inspect.getmembers(`*object*[, *predicate*]`)`

Return all the members of an object in a list of `(name, value)` pairs sorted by name. If the optional *predicate* argument—which will be called with the `value` object of each member—is supplied, only members for which the predicate returns a true value are included.

注釈: *getmembers()* will only return class attributes defined in the metaclass when the argument is a class and those attributes have been listed in the metaclass' custom `__dir__()`.

`inspect.getmembers_static(`*object*[, *predicate*]`)`

Return all the members of an object in a list of `(name, value)` pairs sorted by name without triggering

dynamic lookup via the descriptor protocol, ___getattr___ or ___getattribute___. Optionally, only return members that satisfy a given predicate.

注釈: *getmembers_static()* may not be able to retrieve all members that getmembers can fetch (like dynamically created attributes) and may find members that getmembers can't (like descriptors that raise AttributeError). It can also return descriptor objects instead of instance members in some cases.

Added in version 3.11.

`inspect.getmodulename(`*path*`)`

Return the name of the module named by the file *path*, without including the names of enclosing packages. The file extension is checked against all of the entries in *importlib.machinery.all_suffixes()*. If it matches, the final path component is returned with the extension removed. Otherwise, `None` is returned.

Note that this function *only* returns a meaningful name for actual Python modules - paths that potentially refer to Python packages will still return `None`.

バージョン 3.3 で変更: The function is based directly on *importlib*.

`inspect.ismodule(`*object*`)`

オブジェクトがモジュールの場合 `True` を返します。

`inspect.isclass(`*object*`)`

オブジェクトが組み込みか Python が生成したクラスの場合に `True` を返します。

`inspect.ismethod(`*object*`)`

オブジェクトがメソッドの場合 `True` を返します。

`inspect.isfunction(`*object*`)`

オブジェクトが、*lambda* 式で生成されたものを含む Python 関数の場合に `True` を返します。

`inspect.isgeneratorfunction(`*object*`)`

オブジェクトが Python のジェネレータ関数の場合 `True` を返します。

バージョン 3.8 で変更: Functions wrapped in *functools.partial()* now return `True` if the wrapped function is a Python generator function.

バージョン 3.13 で変更: Functions wrapped in *functools.partialmethod()* now return `True` if the wrapped function is a Python generator function.

inspect.isgenerator(*object*)

オブジェクトがジェネレータの場合 True を返します。

inspect.iscoroutinefunction(*object*)

Return True if the object is a *coroutine function* (a function defined with an async def syntax), a *functools.partial()* wrapping a *coroutine function*, or a sync function marked with *markcoroutinefunction()*.

Added in version 3.5.

バージョン 3.8 で変更: Functions wrapped in *functools.partial()* now return True if the wrapped function is a *coroutine function*.

バージョン 3.12 で変更: Sync functions marked with *markcoroutinefunction()* now return True.

バージョン 3.13 で変更: Functions wrapped in *functools.partialmethod()* now return True if the wrapped function is a *coroutine function*.

inspect.markcoroutinefunction(*func*)

Decorator to mark a callable as a *coroutine function* if it would not otherwise be detected by *iscoroutinefunction()*.

This may be of use for sync functions that return a *coroutine*, if the function is passed to an API that requires *iscoroutinefunction()*.

When possible, using an async def function is preferred. Also acceptable is calling the function and testing the return with *iscoroutine()*.

Added in version 3.12.

inspect.iscoroutine(*object*)

オブジェクトが async def で生成された **コルーチン** の場合 True を返します。

Added in version 3.5.

inspect.isawaitable(*object*)

オブジェクトを await 式内で使用できる場合 True を返します。

Can also be used to distinguish generator-based coroutines from regular generators:

```
import types

def gen():
    yield
@types.coroutine
def gen_coro():
    yield
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
assert not isawaitable(gen())
assert isawaitable(gen_coro())
```

Added in version 3.5.

inspect.**isasyncgenfunction**(*object*)

Return `True` if the object is an *asynchronous generator* function, for example:

```
>>> async def agen():
...     yield 1
...
>>> inspect.isasyncgenfunction(agen)
True
```

Added in version 3.6.

バージョン 3.8 で変更: Functions wrapped in *functools.partial()* now return `True` if the wrapped function is a *asynchronous generator* function.

バージョン 3.13 で変更: Functions wrapped in *functools.partialmethod()* now return `True` if the wrapped function is a *coroutine function*.

inspect.**isasyncgen**(*object*)

オブジェクトが *asynchronous generator* 関数によって生成された *asynchronous generator iterator* である場合に `True` を返します。

Added in version 3.6.

inspect.**istraceback**(*object*)

オブジェクトがトレースバックの場合は `True` を返します。

inspect.**isframe**(*object*)

オブジェクトがフレームの場合は `True` を返します。

inspect.**iscode**(*object*)

オブジェクトがコードの場合は `True` を返します。

inspect.**isbuiltin**(*object*)

オブジェクトが組み込み関数か束縛済みの組み込みメソッドの場合に `True` を返します。

inspect.**ismethodwrapper**(*object*)

Return `True` if the type of object is a *MethodWrapperType*.

These are instances of *MethodWrapperType*, such as `__str__()`, `__eq__()` and `__repr__()`.

Added in version 3.11.

inspect.isroutine(*object*)

オブジェクトがユーザ定義か組み込みの関数またはメソッドの場合は True を返します。

inspect.isabstract(*object*)

オブジェクトが抽象基底クラスであるときに True を返します。

inspect.ismethoddescriptor(*object*)

オブジェクトがメソッドデスクリプタであり、*ismethod()*, *isclass()*, *isfunction()*, *isbuiltin()* でない場合に True を返します。

This, for example, is true of `int.__add__`. An object passing this test has a `__get__()` method, but not a `__set__()` method or a `__delete__()` method. Beyond that, the set of attributes varies. A *__name__* attribute is usually sensible, and `__doc__` often is.

Methods implemented via descriptors that also pass one of the other tests return False from the *ismethoddescriptor()* test, simply because the other tests promise more -- you can, e.g., count on having the `__func__` attribute (etc) when an object passes *ismethod()*.

バージョン 3.13 で変更: This function no longer incorrectly reports objects with `__get__()` and `__delete__()`, but not `__set__()`, as being method descriptors (such objects are data descriptors, not method descriptors).

inspect.isdatadescriptor(*object*)

オブジェクトがデータデスクリプタの場合に True を返します。

Data descriptors have a `__set__` or a `__delete__` method. Examples are properties (defined in Python), getsets, and members. The latter two are defined in C and there are more specific tests available for those types, which is robust across Python implementations. Typically, data descriptors will also have *__name__* and `__doc__` attributes (properties, getsets, and members have both of these attributes), but this is not guaranteed.

inspect.isgetsetdescriptor(*object*)

オブジェクトが getset デスクリプタの場合に True を返します。

CPython 実装の詳細: getset とは、拡張モジュールで PyGetSetDef 構造体を用いて定義された属性のことです。そのような型を持たない Python 実装の場合は、このメソッドは常に False を返します。

inspect.ismemberdescriptor(*object*)

オブジェクトがメンバーデスクリプタの場合に True を返します。

CPython 実装の詳細: メンバーデスクリプタとは、拡張モジュールで PyMemberDef 構造体を用いて定義された属性のことです。そのような型を持たない Python 実装の場合は、このメソッドは常に False を返します。

29.14.2 ソースコードの情報取得

inspect.getdoc(*object*)

Get the documentation string for an object, cleaned up with *cleandoc()*. If the documentation string for an object is not provided and the object is a class, a method, a property or a descriptor, retrieve the documentation string from the inheritance hierarchy. Return None if the documentation string is invalid or missing.

バージョン 3.5 で変更: ドキュメンテーション文字列がオーバーライドされていない場合は継承されるようになりました。

inspect.getcomments(*object*)

Return in a single string any lines of comments immediately preceding the object's source code (for a class, function, or method), or at the top of the Python source file (if the object is a module). If the object's source code is unavailable, return None. This could happen if the object has been defined in C or the interactive shell.

inspect.getfile(*object*)

オブジェクトを定義している (テキストまたはバイナリの) ファイルの名前を返します。オブジェクトが組み込みモジュール、クラス、関数の場合は *TypeError* 例外が発生します。

inspect.getmodule(*object*)

Try to guess which module an object was defined in. Return None if the module cannot be determined.

inspect.getsourcefile(*object*)

Return the name of the Python source file in which an object was defined or None if no way can be identified to get the source. This will fail with a *TypeError* if the object is a built-in module, class, or function.

inspect.getsourcelines(*object*)

Return a list of source lines and starting line number for an object. The argument may be a module, class, method, function, traceback, frame, or code object. The source code is returned as a list of the lines corresponding to the object and the line number indicates where in the original source file the first line of code was found. An *OSError* is raised if the source code cannot be retrieved. A *TypeError* is raised if the object is a built-in module, class, or function.

バージョン 3.3 で変更: *IOError* の代わりに *OSError* を送出します。前者は後者のエイリアスです。

inspect.getsource(*object*)

Return the text of the source code for an object. The argument may be a module, class, method, function, traceback, frame, or code object. The source code is returned as a single string. An *OSError* is raised if the source code cannot be retrieved. A *TypeError* is raised if the object is a built-in module, class, or function.

バージョン 3.3 で変更: *IOError* の代わりに *OSError* を送出します。前者は後者のエイリアスです。

inspect.cleandoc(*doc*)

コードブロックと位置を合わせるためのインデントを docstring から削除します。

先頭行の行頭の空白文字は全て削除されます。2 行目以降では全行で同じ数の行頭の空白文字が、削除できるだけ削除されます。その後、先頭と末尾の空白行が削除され、全てのタブが空白に展開されます。

29.14.3 Signature オブジェクトで呼び出し可能オブジェクトを内省する

Added in version 3.3.

The *Signature* object represents the call signature of a callable object and its return annotation. To retrieve a `Signature` object, use the `signature()` function.

inspect.signature(*callable*, *, *follow_wrapped=True*, *globals=None*, *locals=None*, *eval_str=False*)

Return a *Signature* object for the given *callable*:

```
>>> from inspect import signature
>>> def foo(a, *, b:int, **kwargs):
...     pass

>>> sig = signature(foo)

>>> str(sig)
'(a, *, b: int, **kwargs)'

>>> str(sig.parameters['b'])
'b: int'

>>> sig.parameters['b'].annotation
<class 'int'>
```

単純な関数やクラスから、*functools.partial()* オブジェクトまで、幅広い Python の呼び出し可能なオブジェクトを受け付けます。

For objects defined in modules using stringized annotations (`from __future__ import annotations`), *signature()* will attempt to automatically un-stringize the annotations using *get_annotations()*. The *globals*, *locals*, and *eval_str* parameters are passed into *get_annotations()* when resolving the annotations; see the documentation for *get_annotations()* for instructions on how to use these parameters.

Raises *ValueError* if no signature can be provided, and *TypeError* if that type of object is not supported. Also, if the annotations are stringized, and *eval_str* is not false, the `eval()` call(s) to un-stringize the annotations in *get_annotations()* could potentially raise any kind of exception.

A slash(/) in the signature of a function denotes that the parameters prior to it are positional-only. For more info, see the FAQ entry on positional-only parameters.

バージョン 3.5 で変更: The *follow_wrapped* parameter was added. Pass `False` to get a signature of *callable* specifically (`callable.__wrapped__` will not be used to unwrap decorated callables.)

バージョン 3.10 で変更: The *globals*, *locals*, and *eval_str* parameters were added.

注釈: Some callables may not be introspectable in certain implementations of Python. For example, in CPython, some built-in functions defined in C provide no metadata about their arguments.

CPython 実装の詳細: If the passed object has a `__signature__` attribute, we may use it to create the signature. The exact semantics are an implementation detail and are subject to unannounced changes. Consult the source code for current semantics.

`class inspect.Signature`(*parameters=None*, *, *return_annotation=Signature.empty*)

A `Signature` object represents the call signature of a function and its return annotation. For each parameter accepted by the function it stores a *`Parameter`* object in its *`parameters`* collection.

The optional *parameters* argument is a sequence of *`Parameter`* objects, which is validated to check that there are no parameters with duplicate names, and that the parameters are in the right order, i.e. positional-only first, then positional-or-keyword, and that parameters with defaults follow parameters without defaults.

The optional *return_annotation* argument can be an arbitrary Python object. It represents the "return" annotation of the callable.

`Signature` objects are *immutable*. Use *`Signature.replace()`* or *`copy.replace()`* to make a modified copy.

バージョン 3.5 で変更: `Signature` objects are now picklable and *hashable*.

`empty`

return アノテーションがないことを指すクラスレベルの特殊マーカです。

`parameters`

An ordered mapping of parameters' names to the corresponding *`Parameter`* objects. Parameters appear in strict definition order, including keyword-only parameters.

バージョン 3.7 で変更: Python only explicitly guaranteed that it preserved the declaration order of keyword-only parameters as of version 3.7, although in practice this order had always been preserved in Python 3.

return_annotation

呼び出し可能オブジェクトの "return" アノテーションです。呼び出し可能オブジェクトに "return" アノテーションがない場合、この属性は *Signature.empty* に設定されます。

bind(**args*, ***kwargs*)

Create a mapping from positional and keyword arguments to parameters. Returns *BoundArguments* if ***args** and ****kwargs** match the signature, or raises a *TypeError*.

bind_partial(**args*, ***kwargs*)

Works the same way as *Signature.bind()*, but allows the omission of some required arguments (mimics *functools.partial()* behavior.) Returns *BoundArguments*, or raises a *TypeError* if the passed arguments do not match the signature.

replace(**[, parameters][, return_annotation]*)

Create a new *Signature* instance based on the instance *replace()* was invoked on. It is possible to pass different *parameters* and/or *return_annotation* to override the corresponding properties of the base signature. To remove **return_annotation** from the copied **Signature**, pass in *Signature.empty*.

```
>>> def test(a, b):
...     pass
...
>>> sig = signature(test)
>>> new_sig = sig.replace(return_annotation="new return anno")
>>> str(new_sig)
"(a, b) -> 'new return anno'"
```

Signature objects are also supported by the generic function *copy.replace()*.

format(**, max_width=None*)

Create a string representation of the *Signature* object.

If *max_width* is passed, the method will attempt to fit the signature into lines of at most *max_width* characters. If the signature is longer than *max_width*, all parameters will be on separate lines.

Added in version 3.13.

classmethod from_callable(*obj*, ***, *follow_wrapped=True*, *globals=None*, *locals=None*, *eval_str=False*)

Return a *Signature* (or its subclass) object for a given callable *obj*.

This method simplifies subclassing of *Signature*:

```
class MySignature(Signature):
    pass
sig = MySignature.from_callable(sum)
assert isinstance(sig, MySignature)
```

Its behavior is otherwise identical to that of *signature()*.

Added in version 3.5.

バージョン 3.10 で変更: The *globals*, *locals*, and *eval_str* parameters were added.

class inspect.**Parameter**(*name*, *kind*, ***, *default=Parameter.empty*, *annotation=Parameter.empty*)

`Parameter` objects are *immutable*. Instead of modifying a `Parameter` object, you can use *Parameter.replace()* or *copy.replace()* to create a modified copy.

バージョン 3.5 で変更: Parameter objects are now picklable and *hashable*.

empty

デフォルト値とアノテーションがないことを指すクラスレベルの特殊マーカです。

name

仮引数名 (文字列) です。名前は有効な Python 識別子でなければなりません。

CPython 実装の詳細: CPython generates implicit parameter names of the form `.0` on the code objects used to implement comprehensions and generator expressions.

バージョン 3.6 で変更: These parameter names are now exposed by this module as names like `implicit0`.

default

引数のデフォルト値です。引数にデフォルト値がない場合、この属性は *Parameter.empty* に設定されます。

annotation

引数のアノテーションです。引数にアノテーションがない場合、この属性は *Parameter.empty* に設定されます。

kind

Describes how argument values are bound to the parameter. The possible values are accessible via *Parameter* (like `Parameter.KEYWORD_ONLY`), and support comparison and ordering, in the following order:

名前	意味
POSITIONAL_ONLY	Value must be supplied as a positional argument. Positional only parameters are those which appear before a / entry (if present) in a Python function definition.
POSITIONAL_OR_KEYWORD	値をキーワードまたは位置引数として渡すことができます (これは Python で実装された関数の標準的な束縛動作です)。
VAR_POSITIONAL	その他の仮引数に束縛されていない位置引数のタプルです。Python の関数定義における *args 仮引数に対応します。
KEYWORD_ONLY	値をキーワード引数として渡さなければなりません。キーワード専用引数は Python の関数定義において * や *args の後に現れる引数です。
VAR_KEYWORD	その他の仮引数に束縛されていないキーワード引数の辞書です。Python の関数定義における **kwargs 仮引数に対応します。

Example: print all keyword-only arguments without default values:

```
>>> def foo(a, b, *, c, d=10):
...     pass

>>> sig = signature(foo)
>>> for param in sig.parameters.values():
...     if (param.kind == param.KEYWORD_ONLY and
...                         param.default is param.empty):
...         print('Parameter:', param)
Parameter: c
```

kind.description

Describes a enum value of *Parameter.kind*.

Added in version 3.8.

Example: print all descriptions of arguments:

```
>>> def foo(a, b, *, c, d=10):
...     pass

>>> sig = signature(foo)
>>> for param in sig.parameters.values():
...     print(param.kind.description)
positional or keyword
positional or keyword
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
keyword-only
keyword-only
```

replace(**[, name][, kind][, default][, annotation]*)

Create a new *Parameter* instance based on the instance replaced was invoked on. To override a `Parameter` attribute, pass the corresponding argument. To remove a default value or/and an annotation from a `Parameter`, pass *Parameter.empty*.

```
>>> from inspect import Parameter
>>> param = Parameter('foo', Parameter.KEYWORD_ONLY, default=42)
>>> str(param)
'foo=42'

>>> str(param.replace()) # Will create a shallow copy of 'param'
'foo=42'

>>> str(param.replace(default=Parameter.empty, annotation='spam'))
"foo: 'spam'"
```

Parameter objects are also supported by the generic function *copy.replace()*.

バージョン 3.4 で変更: In Python 3.3 *Parameter* objects were allowed to have `name` set to `None` if their `kind` was set to `POSITIONAL_ONLY`. This is no longer permitted.

class inspect.**BoundArguments**

Result of a *Signature.bind()* or *Signature.bind_partial()* call. Holds the mapping of arguments to the function's parameters.

arguments

A mutable mapping of parameters' names to arguments' values. Contains only explicitly bound arguments. Changes in *arguments* will reflect in *args* and *kwargs*.

Should be used in conjunction with *Signature.parameters* for any argument processing purposes.

注釈: Arguments for which *Signature.bind()* or *Signature.bind_partial()* relied on a default value are skipped. However, if needed, use *BoundArguments.apply_defaults()* to add them.

バージョン 3.9 で変更: *arguments* is now of type *dict*. Formerly, it was of type *collections.OrderedDict*.

args

位置引数の値のタプルです。*arguments* 属性から動的に計算されます。

kwargs

キーワード引数の値の辞書です。*arguments* 属性から動的に計算されます。

signature

親の *Signature* オブジェクトへの参照です。

apply_defaults()

存在しない引数のデフォルト値を設定します。

For variable-positional arguments (***args**) the default is an empty tuple.

For variable-keyword arguments (****kwargs**) the default is an empty dict.

```
>>> def foo(a, b='ham', *args): pass
>>> ba = inspect.signature(foo).bind('spam')
>>> ba.apply_defaults()
>>> ba.arguments
{'a': 'spam', 'b': 'ham', 'args': ()}
```

Added in version 3.5.

The *args* and *kwargs* properties can be used to invoke functions:

```
def test(a, *, b):
    ...

sig = signature(test)
ba = sig.bind(10, b=20)
test(*ba.args, **ba.kwargs)
```

参考:

PEP 362: - **関数シグニチャオブジェクト**

The detailed specification, implementation details and examples.

29.14.4 クラスと関数

inspect.getclasstree(*classes*, *unique=False*)

リストで指定したクラスの継承関係から、ネストしたリストを作成します。ネストしたリストには、直前の要素から派生したクラスが格納されます。各要素は長さ 2 のタプルで、クラスと基底クラスのタプルを格納しています。*unique* が真の場合、各クラスは戻り値のリスト内に一つだけしか格納されません。真でなければ、多重継承を利用したクラスとその派生クラスは複数回格納される場合があります。

inspect.getfullargspec(*func*)

Get the names and default values of a Python function's parameters. A *named tuple* is returned:

FullArgSpec(args, varargs, varkw, defaults, kwonlyargs, kwonlydefaults, annotations)

args is a list of the positional parameter names. *varargs* is the name of the * parameter or None if arbitrary positional arguments are not accepted. *varkw* is the name of the ** parameter or None if arbitrary keyword arguments are not accepted. *defaults* is an *n*-tuple of default argument values corresponding to the last *n* positional parameters, or None if there are no such defaults defined. *kwonlyargs* is a list of keyword-only parameter names in declaration order. *kwonlydefaults* is a dictionary mapping parameter names from *kwonlyargs* to the default values used if no argument is supplied. *annotations* is a dictionary mapping parameter names to annotations. The special key "return" is used to report the function return value annotation (if any).

Note that *signature()* and *Signature Object* provide the recommended API for callable introspection, and support additional behaviours (like positional-only arguments) that are sometimes encountered in extension module APIs. This function is retained primarily for use in code that needs to maintain compatibility with the Python 2 inspect module API.

バージョン 3.4 で変更: This function is now based on *signature()*, but still ignores __wrapped__ attributes and includes the already bound first parameter in the signature output for bound methods.

バージョン 3.6 で変更: This method was previously documented as deprecated in favour of *signature()* in Python 3.5, but that decision has been reversed in order to restore a clearly supported standard interface for single-source Python 2/3 code migrating away from the legacy getargspec() API.

バージョン 3.7 で変更: Python only explicitly guaranteed that it preserved the declaration order of keyword-only parameters as of version 3.7, although in practice this order had always been preserved in Python 3.

inspect.**getargvalues**(*frame*)

指定したフレームに渡された引数の情報を取得します。戻り値は **名前付きタプル** ArgInfo(args, varargs, keywords, locals) です。*args* は引数名のリストです。*varargs* と *keywords* は * 引数と ** 引数の名前で、引数がなければ None となります。*locals* は指定したフレームのローカル変数の辞書です。

注釈: This function was inadvertently marked as deprecated in Python 3.5.

---

inspect.**formatargvalues**(*args*[, *varargs*, *varkw*, *locals*, *formatarg*, *formatvarargs*, *formatvarkw*, *formatvalue*])

getargvalues() で取得した 4 つの値を読みやすく整形します。format* 引数はオプションで、名前と値を文字列に変換する整形関数を指定することができます。

注釈: This function was inadvertently marked as deprecated in Python 3.5.

inspect.**getmro**(*cls*)

cls クラスの基底クラス (*cls* 自身も含む) を、メソッドの優先順位順に並べたタプルを返します。結果のリスト内で各クラスは一度だけ格納されます。メソッドの優先順位はクラスの型によって異なります。非常に特殊なユーザ定義のメタクラスを使用していない限り、*cls* が戻り値の先頭要素となります。

inspect.**getcallargs**(*func*, */*, **args*, ***kwds*)

Bind the *args* and *kwds* to the argument names of the Python function or method *func*, as if it was called with them. For bound methods, bind also the first argument (typically named `self`) to the associated instance. A dict is returned, mapping the argument names (including the names of the `*` and `**` arguments, if any) to their values from *args* and *kwds*. In case of invoking *func* incorrectly, i.e. whenever `func(*args, **kwds)` would raise an exception because of incompatible signature, an exception of the same type and the same or similar message is raised. For example:

```
>>> from inspect import getcallargs
>>> def f(a, b=1, *pos, **named):
...     pass
...
>>> getcallargs(f, 1, 2, 3) == {'a': 1, 'named': {}, 'b': 2, 'pos': (3,)}
True
>>> getcallargs(f, a=2, x=4) == {'a': 2, 'named': {'x': 4}, 'b': 1, 'pos': ()}
True
>>> getcallargs(f)
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: f() missing 1 required positional argument: 'a'
```

Added in version 3.2.

バージョン 3.5 で非推奨: Use *Signature.bind()* and *Signature.bind_partial()* instead.

inspect.**getclosurevars**(*func*)

Get the mapping of external name references in a Python function or method *func* to their current values. A *named tuple* `ClosureVars(nonlocals, globals, builtins, unbound)` is returned. *nonlocals* maps referenced names to lexical closure variables, *globals* to the function's module globals and *builtins* to the builtins visible from the function body. *unbound* is the set of names referenced in the function that could not be resolved at all given the current module globals and builtins.

func が Python の関数やメソッドでない場合 *TypeError* が送出されます。

Added in version 3.3.

inspect.**unwrap**(*func*, ***, *stop=None*)

Get the object wrapped by *func*. It follows the chain of `__wrapped__` attributes returning the last object in the chain.

stop is an optional callback accepting an object in the wrapper chain as its sole argument that allows the unwrapping to be terminated early if the callback returns a true value. If the callback never returns a true value, the last object in the chain is returned as usual. For example, *signature()* uses this to stop unwrapping if any object in the chain has a `__signature__` attribute defined.

ValueError is raised if a cycle is encountered.

Added in version 3.4.

inspect.**get_annotations**(*obj*, ***, *globals=None*, *locals=None*, *eval_str=False*)

Compute the annotations dict for an object.

`obj` may be a callable, class, or module. Passing in an object of any other type raises *TypeError*.

Returns a dict. `get_annotations()` returns a new dict every time it's called; calling it twice on the same object will return two different but equivalent dicts.

This function handles several details for you:

- If `eval_str` is true, values of type `str` will be un-stringized using *eval()*. This is intended for use with stringized annotations (`from __future__ import annotations`).
- If `obj` doesn't have an annotations dict, returns an empty dict. (Functions and methods always have an annotations dict; classes, modules, and other types of callables may not.)
- Ignores inherited annotations on classes. If a class doesn't have its own annotations dict, returns an empty dict.
- All accesses to object members and dict values are done using `getattr()` and `dict.get()` for safety.
- Always, always, always returns a freshly created dict.

`eval_str` controls whether or not values of type `str` are replaced with the result of calling *eval()* on those values:

- If eval_str is true, *eval()* is called on values of type `str`. (Note that `get_annotations` doesn't catch exceptions; if *eval()* raises an exception, it will unwind the stack past the `get_annotations` call.)
- If eval_str is false (the default), values of type `str` are unchanged.

`globals` and `locals` are passed in to *eval()*; see the documentation for *eval()* for more information. If `globals` or `locals` is `None`, this function may replace that value with a context-specific default,

contingent on `type(obj)`:

- If `obj` is a module, `globals` defaults to `obj.__dict__`.
- If `obj` is a class, `globals` defaults to `sys.modules[obj.__module__].__dict__` and `locals` defaults to the `obj` class namespace.
- If `obj` is a callable, `globals` defaults to `obj.__globals__`, although if `obj` is a wrapped function (using *functools.update_wrapper()*) it is first unwrapped.

Calling `get_annotations` is best practice for accessing the annotations dict of any object. See annotations-howto for more information on annotations best practices.

Added in version 3.10.

29.14.5 インタープリタスタック

Some of the following functions return *FrameInfo* objects. For backwards compatibility these objects allow tuple-like operations on all attributes except `positions`. This behavior is considered deprecated and may be removed in the future.

class inspect.**FrameInfo**

frame

The frame object that the record corresponds to.

filename

The file name associated with the code being executed by the frame this record corresponds to.

lineno

The line number of the current line associated with the code being executed by the frame this record corresponds to.

function

The function name that is being executed by the frame this record corresponds to.

code_context

A list of lines of context from the source code that's being executed by the frame this record corresponds to.

index

The index of the current line being executed in the *code_context* list.

positions

A *dis.Positions* object containing the start line number, end line number, start column offset, and end column offset associated with the instruction being executed by the frame this record corresponds to.

バージョン 3.5 で変更: Return a *named tuple* instead of a *tuple*.

バージョン 3.11 で変更: `FrameInfo` is now a class instance (that is backwards compatible with the previous *named tuple*).

class inspect.Traceback

filename

The file name associated with the code being executed by the frame this traceback corresponds to.

lineno

The line number of the current line associated with the code being executed by the frame this traceback corresponds to.

function

The function name that is being executed by the frame this traceback corresponds to.

code_context

A list of lines of context from the source code that's being executed by the frame this traceback corresponds to.

index

The index of the current line being executed in the *code_context* list.

positions

A *dis.Positions* object containing the start line number, end line number, start column offset, and end column offset associated with the instruction being executed by the frame this traceback corresponds to.

バージョン 3.11 で変更: `Traceback` is now a class instance (that is backwards compatible with the previous *named tuple*).

注釈: フレームレコードの最初の要素などのフレームオブジェクトへの参照を保存すると、循環参照になってしまう場合があります。循環参照ができると、Python の循環参照検出機能を有効にしていたとしても関連するオブジェクトが参照しているすべてのオブジェクトが解放されにくくなり、明示的に参照を削除しないとメモリ消費量が増大する恐れがあります。

参照の削除を Python の循環参照検出機能にまかせることもできますが、finally 節で循環参照を解除すれば確実にフレーム (とそのローカル変数) は削除されます。また、循環参照検出機能は Python のコンパイルオプションや *gc.disable()* で無効とされている場合がありますので注意が必要です。例:

```
def handle_stackframe_without_leak():
    frame = inspect.currentframe()
    try:
        # do something with the frame
    finally:
        del frame
```

If you want to keep the frame around (for example to print a traceback later), you can also break reference cycles by using the `frame.clear()` method.

以下の関数でオプション引数 *context* には、戻り値のソース行リストに何行分のソースを含めるかを指定します。ソース行リストには、実行中の行を中心として指定された行数分のリストを返します。

inspect.getframeinfo(*frame*, *context=1*)

Get information about a frame or traceback object. A *Traceback* object is returned.

バージョン 3.11 で変更: A *Traceback* object is returned instead of a named tuple.

inspect.getouterframes(*frame*, *context=1*)

指定したフレームと、その外側の全フレームの *FrameInfo* オブジェクトのリストを取得します。外側のフレームとは *frame* が生成されるまでのすべての関数呼び出しを示します。戻り値のリストの先頭は *frame* のフレームレコードで、末尾の要素は *frame* のスタックにある最も外側のフレームのフレームレコードとなります。

バージョン 3.5 で変更: 名前付きタプル `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)` のリストが返されます。

バージョン 3.11 で変更: A list of *FrameInfo* objects is returned.

inspect.getinnerframes(*traceback*, *context=1*)

トレースバックのフレームと、その内側の全フレームの *FrameInfo* オブジェクトのリストを取得します。内のフレームとは *frame* から続く一連の関数呼び出しを示します。戻り値のリストの先頭は *traceback* のフレームレコードで、末尾の要素は例外が発生した位置を示します。

バージョン 3.5 で変更: 名前付きタプル `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)` のリストが返されます。

バージョン 3.11 で変更: A list of *FrameInfo* objects is returned.

inspect.currentframe()

呼び出し元のフレームオブジェクトを返します。

CPython 実装の詳細: この関数はインタプリタの Python スタックフレームサポートに依存します。これは Python のすべての実装に存在している保証はありません。Python スタックフレームサポートのない環境では、この関数は `None` を返します。

`inspect.stack`(*context=1*)

呼び出し元スタックの *FrameInfo* オブジェクトのリストを返します。最初の要素は呼び出し元のフレームレコードで、末尾の要素はスタックにある最も外側のフレームのフレームレコードとなります。

バージョン 3.5 で変更: 名前付きタプル `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)` のリストが返されます。

バージョン 3.11 で変更: A list of *FrameInfo* objects is returned.

`inspect.trace`(*context=1*)

実行中のフレームと処理中の例外が発生したフレームの間の *FrameInfo* オブジェクトのリストを返します。最初の要素は呼び出し元のフレームレコードで、末尾の要素は例外が発生した位置を示します。

バージョン 3.5 で変更: 名前付きタプル `FrameInfo(frame, filename, lineno, function, code_context, index)` のリストが返されます。

バージョン 3.11 で変更: A list of *FrameInfo* objects is returned.

29.14.6 属性の静的なフェッチ

Both *getattr()* and *hasattr()* can trigger code execution when fetching or checking for the existence of attributes. Descriptors, like properties, will be invoked and `__getattr__()` and `__getattribute__()` may be called.

For cases where you want passive introspection, like documentation tools, this can be inconvenient. *getattr_static()* has the same signature as *getattr()* but avoids executing code when it fetches attributes.

`inspect.getattr_static`(*obj*, *attr*, *default=None*)

Retrieve attributes without triggering dynamic lookup via the descriptor protocol, `__getattr__()` or `__getattribute__()`.

Note: this function may not be able to retrieve all attributes that getattr can fetch (like dynamically created attributes) and may find attributes that getattr can't (like descriptors that raise AttributeError). It can also return descriptors objects instead of instance members.

If the instance *__dict__* is shadowed by another member (for example a property) then this function will be unable to find instance members.

Added in version 3.2.

getattr_static() does not resolve descriptors, for example slot descriptors or getset descriptors on objects implemented in C. The descriptor object is returned instead of the underlying attribute.

You can handle these with code like the following. Note that for arbitrary getset descriptors invoking these may trigger code execution:

```
# example code for resolving the builtin descriptor types
class _foo:
    __slots__ = ['foo']

slot_descriptor = type(_foo.foo)
getset_descriptor = type(type(open(__file__)).name)
wrapper_descriptor = type(str.__dict__['__add__'])
descriptor_types = (slot_descriptor, getset_descriptor, wrapper_descriptor)

result = getattr_static(some_object, 'foo')
if type(result) in descriptor_types:
    try:
        result = result.__get__()
    except AttributeError:
        # descriptors can raise AttributeError to
        # indicate there is no underlying value
        # in which case the descriptor itself will
        # have to do
        pass
```

29.14.7 Current State of Generators, Coroutines, and Asynchronous Generators

When implementing coroutine schedulers and for other advanced uses of generators, it is useful to determine whether a generator is currently executing, is waiting to start or resume or execution, or has already terminated. *getgeneratorstate()* allows the current state of a generator to be determined easily.

inspect.getgeneratorstate(*generator*)

ジェネレータイテレータの現在の状態を取得します。

取り得る状態は:

- GEN_CREATED: 実行開始を待機しています。
- GEN_RUNNING: インタープリタによって現在実行されています。
- GEN_SUSPENDED: yield 式で現在サスペンドされています。
- GEN_CLOSED: 実行が完了しました。

Added in version 3.2.

inspect.**getcoroutinestate**(*coroutine*)

Get current state of a coroutine object. The function is intended to be used with coroutine objects created by `async def` functions, but will accept any coroutine-like object that has `cr_running` and `cr_frame` attributes.

取り得る状態は:

- CORO_CREATED: 実行開始を待機しています。
- CORO_RUNNING: インタープリタにより現在実行中です。
- CORO_SUSPENDED: await 式により現在停止中です。
- CORO_CLOSED: 実行が完了しました。

Added in version 3.5.

inspect.**getasyncgenstate**(*agen*)

Get current state of an asynchronous generator object. The function is intended to be used with asynchronous iterator objects created by `async def` functions which use the `yield` statement, but will accept any asynchronous generator-like object that has `ag_running` and `ag_frame` attributes.

取り得る状態は:

- AGEN_CREATED: Waiting to start execution.
- AGEN_RUNNING: Currently being executed by the interpreter.
- AGEN_SUSPENDED: Currently suspended at a yield expression.
- AGEN_CLOSED: Execution has completed.

Added in version 3.12.

ジェネレータの現在の内部状態を問い合わせることも出来ます。これは主に内部状態が期待通り更新されているかどうかを確認するためのテストの目的に有用です。

inspect.**getgeneratorlocals**(*generator*)

Get the mapping of live local variables in *generator* to their current values. A dictionary is returned that maps from variable names to values. This is the equivalent of calling *locals()* in the body of the generator, and all the same caveats apply.

If *generator* is a *generator* with no currently associated frame, then an empty dictionary is returned. *TypeError* is raised if *generator* is not a Python generator object.

CPython 実装の詳細: This function relies on the generator exposing a Python stack frame for introspection, which isn't guaranteed to be the case in all implementations of Python. In such cases, this function will always return an empty dictionary.

Added in version 3.3.

inspect.getcoroutinelocals(*coroutine*)

This function is analogous to *getgeneratorlocals()*, but works for coroutine objects created by `async def` functions.

Added in version 3.5.

inspect.getasyncgenlocals(*agen*)

This function is analogous to *getgeneratorlocals()*, but works for asynchronous generator objects created by `async def` functions which use the `yield` statement.

Added in version 3.12.

29.14.8 Code Objects Bit Flags

Python code objects have a `co_flags` attribute, which is a bitmap of the following flags:

inspect.CO_OPTIMIZED

The code object is optimized, using fast locals.

inspect.CO_NEWLOCALS

If set, a new dict will be created for the frame's `f_locals` when the code object is executed.

inspect.CO_VARARGS

The code object has a variable positional parameter (`*args`-like).

inspect.CO_VARKEYWORDS

The code object has a variable keyword parameter (`**kwargs`-like).

inspect.CO_NESTED

The flag is set when the code object is a nested function.

inspect.CO_GENERATOR

The flag is set when the code object is a generator function, i.e. a generator object is returned when the code object is executed.

inspect.CO_COROUTINE

The flag is set when the code object is a coroutine function. When the code object is executed it returns a coroutine object. See **PEP 492** for more details.

Added in version 3.5.

`inspect.CO_ITERABLE_COROUTINE`

The flag is used to transform generators into generator-based coroutines. Generator objects with this flag can be used in `await` expression, and can `yield from` coroutine objects. See **PEP 492** for more details.

Added in version 3.5.

`inspect.CO_ASYNC_GENERATOR`

The flag is set when the code object is an asynchronous generator function. When the code object is executed it returns an asynchronous generator object. See **PEP 525** for more details.

Added in version 3.6.

注釈: The flags are specific to CPython, and may not be defined in other Python implementations. Furthermore, the flags are an implementation detail, and can be removed or deprecated in future Python releases. It's recommended to use public APIs from the *inspect* module for any introspection needs.

29.14.9 Buffer flags

`class inspect.BufferFlags`

This is an *enum.IntFlag* that represents the flags that can be passed to the `__buffer__()` method of objects implementing the buffer protocol.

The meaning of the flags is explained at buffer-request-types.

`SIMPLE`

`WRITABLE`

`FORMAT`

`ND`

`STRIDES`

`C_CONTIGUOUS`

`F_CONTIGUOUS`

`ANY_CONTIGUOUS`

`INDIRECT`

`CONTIG`

`CONTIG_RO`

`STRIDED`

`STRIDED_RO`

`RECORDS`

`RECORDS_RO`

`FULL`

`FULL_RO`

`READ`

`WRITE`

Added in version 3.12.

29.14.10 コマンドラインインターフェイス

The *inspect* module also provides a basic introspection capability from the command line.

By default, accepts the name of a module and prints the source of that module. A class or function within the module can be printed instead by appended a colon and the qualified name of the target object.

`--details`

Print information about the specified object rather than the source code

29.15 site --- サイト固有の設定フック

ソースコード: Lib/site.py

このモジュールは初期化中に自動的にインポートされます。自動インポートはインタプリタの `-S` オプションで禁止できます。

このモジュールをインポートすると、-S オプションを使わない限り、サイト固有のパスをモジュール検索パスに追加し、いくつかの組み込み関数を追加します。使用した場合は、このモジュールはモジュール検索パスの変更や組み込み関数の追加を自動で行うことはなく、安全にインポートできます。通常のサイト固有の追加処理を明示的に起動するには、*main()* 関数を呼んでください。

バージョン 3.3 で変更: 以前は -S を使っているときでも、モジュールをインポートするとパス変更が起動されていました。

site.main() 関数の処理は、前部と後部からなる最大で四つまでのディレクトリを構築するところから始まります。前部では sys.prefix と sys.exec_prefix を使用します; 空の前部は使われません。後部では、1 つ目は空文字列を使い、2 つ目は lib/site-packages (Windows) または lib/python*X.Y*/site-packages (Unix と macOS) を使います。前部-後部の異なる組み合わせごとに、それが存在しているディレクトリを参照しているかどうかを調べ、存在している場合は sys.path へ追加します。そして、新しく追加されたパスからパス設定ファイルを検索します。

バージョン 3.5 で変更: "site-python" ディレクトリのサポートは削除されました。

"pyvenv.cfg" という名前のファイルが上で挙げたディレクトリの 1 つに存在していた場合、sys.executable, sys.prefix, sys.exec_prefix にはそのディレクトリが設定され、site-packages もチェックします (sys.base_prefix と sys.base_exec_prefix は常にインストールされている Python の " 実際の" プレフィックスです)。(ブートストラップの設定ファイルである) "pyvenv.cfg" で、キー "include-system-site-packages" に "true" (大文字小文字は区別しない) 以外が設定されている場合は、site-packages を探しにシステムレベルのプレフィックスも見に行きません; そうでない場合は見に行きます。

パス設定ファイルは *name*.pth という形式の名前をもつファイルで、上の 4 つのディレクトリのひとつにあります。その内容は sys.path に追加される追加項目 (一行に一つ) です。存在しない項目は sys.path へは決して追加されませんが、項目がファイルではなくディレクトリを参照しているかどうかはチェックされません。項目が sys.path へ二回以上追加されることはありません。空行と # で始まる行は読み飛ばされます。import で始まる (そしてその後ろにスペースかタブが続く) 行は実行されます。

注釈: .pth ファイル内の実行可能な行は、特定のモジュールが実際に使用されるかどうかに関係なく、Python の起動時に毎回実行されます。したがって、その影響は最小限に抑えられるべきです。実行可能な行の主な目的は、対応するモジュールをインポート可能にすることです (サードパーティ製インポートフックのロード、PATH の調整など)。その他の初期化は、モジュールが実際にインポートされたときに行われます。コードのチャンクを 1 行に制限することは、より複雑なものをここに入れないようにするための意図的な手段です。

バージョン 3.13 で変更: .pth ファイルは、最初に UTF-8 で、失敗した場合は *locale encoding* でデコードされるようになります。

例えば、sys.prefix と sys.exec_prefix が /usr/local に設定されていると仮定します。そのとき Python X.Y ライブラリは /usr/local/lib/python*X.Y* にインストールされています。ここにはサブディレクトリ /usr/local/lib/python*X.Y*/site-packages があり、その中に三つのサブディレクトリ foo, bar および spam

と二つのパス設定ファイル foo.pth と bar.pth をもつと仮定します。foo.pth には以下のものが記載されていると想定してください:

```
# foo package configuration

foo
bar
bletch
```

また、bar.pth には:

```
# bar package configuration

bar
```

が記載されているとします。そのとき、次のバージョンごとのディレクトリが sys.path へこの順番で追加されます:

```
/usr/local/lib/pythonX.Y/site-packages/bar
/usr/local/lib/pythonX.Y/site-packages/foo
```

bletch は存在しないため省略されるということに注意してください。bar ディレクトリは foo ディレクトリの前に来ます。なぜなら、bar.pth がアルファベット順で foo.pth の前に来るからです。また、spam はどちらのパス設定ファイルにも記載されていないため、省略されます。

29.15.1 sitecustomize

これらのパス操作の後に、*sitecustomize* という名前のモジュールをインポートしようします。そのモジュールは任意のサイト固有のカスタマイゼーションを行うことができます。典型的にはこれはシステム管理者によって site-packages ディレクトリに作成されます。このインポートが *ImportError* またはそのサブクラス例外で失敗し、例外の *name* 属性が 'sitecustomize' に等しい場合は、何も表示せずに無視されます。Python が出力ストリームを利用できない状態で起動された場合、Windows では pythonw.exe (IDLE を開始するとデフォルトで使われます) のような、*sitecustomize* から試みられた出力は無視されます。その他の例外は黙殺され、そしてそれはおそらく不可思議な失敗にみえるでしょう。

29.15.2 usercustomize

このあとで、*ENABLE_USER_SITE* が真であれば、任意のユーザ固有のカスタマイズを行うことが出来る *usercustomize* と名付けられたモジュールのインポートが試みられます。このファイルはユーザの site-packages ディレクトリ (下記参照) に作られることを意図していて、その場所はオプション `-s` によって無効にされない限りは `sys.path` に含まれます。このインポートが *ImportError* またはそのサブクラス例外で失敗し、例外の *name* 属性が `'usercustomize'` と等しい場合、それは黙って無視されます。

いくつかの非 Unix システムでは、`sys.prefix` と `sys.exec_prefix` は空で、パス操作は省略されます。しかし、*sitecustomize* と *usercustomize* のインポートはそのときでも試みられます。

29.15.3 readline の設定

readline をサポートするシステムではこのモジュールは、Python を 対話モード で `-S` オプションなしで開始した場合に *rlcompleter* モジュールをインポートして設定します。デフォルトの振る舞いでは、タブ補完を有効にし、履歴保存ファイルに `~/.python_history` を使います。これを無効にするには、あなたの *sitecustomize* または *usercustomize* あるいは `PYTHONSTARTUP` ファイル内で *sys.__interactivehook__* 属性を削除 (または上書き) してください。(---訳注: site モジュールは *__interactivehook__* に readline 設定関数を設定後に *sitecustomize* 等のユーザ設定を実行します。*__interactivehook__* のチェックが行われるのは site モジュール実行の後です。---)

バージョン 3.4 で変更: rlcompleter と history のアクティベーションが自動で行われるようになりました。

29.15.4 モジュールの内容

`site.PREFIXES`

site パッケージディレクトリの prefix のリスト。

`site.ENABLE_USER_SITE`

ユーザサイトディレクトリのステータスを示すフラグ。`True` の場合、ユーザサイトディレクトリが有効で `sys.path` に追加されていることを意味しています。`False` の場合、ユーザによるリクエスト (オプション `-s` か `PYTHONNOUSERSITE`) によって、`None` の場合セキュリティ上の理由 (ユーザまたはグループ ID と実効 ID の間のミスマッチ) あるいは管理者によって、ユーザサイトディレクトリが無効になっていることを示しています。

`site.USER_SITE`

Python 実行時のユーザの site-packages へのパスです。*getusersitepackages()* がまだ呼び出されていなければ `None` かもしれません。デフォルト値は UNIX と framework なしの macOS ビルドでは `~/.local/lib/python`*X.Y*`/site-packages` 、macOS framework ビルドでは `~/Library/Python/`*X.Y*`/lib/python/site-packages`、Windows では *%APPDATA%*`\Python\Python`*XY*`\site-packages` です。このディレクトリは site ディレクトリなので、ここにいる `.pth` ファイルが処理されます。

site.USER_BASE

ユーザの site-packages のベースとなるディレクトリへのパスです。*getuserbase()* がまだ呼び出されていなければ None かもしれません。デフォルト値は UNIX と framework なしの macOS ビルドでは ~/.local 、macOS framework ビルドでは ~/Library/Python/*X.Y* 、Windows では *%APPDATA%*\Python です。この値は、スクリプト、データファイル、Python モジュールなどのインストール先のディレクトリを **ユーザーインストールスキーム** で計算するのに使われます。PYTHONUSERBASE も参照してください。

site.main()

モジュール検索パスに標準のサイト固有ディレクトリを追加します。この関数は、Python インタプリタが -S で開始されていない限り、このモジュールインポート時に自動的に呼び出されます。

バージョン 3.3 で変更: この関数は以前は無条件に呼び出されていました。

site.addsitedir(*sitedir*, *known_paths=None*)

sys.path にディレクトリを追加し、その .pth ファイル群を処理します。典型的には *sitecustomize* か *usercustomize* 内で使われます (上述)。

site.getsitepackages()

全てのグローバルな site-packages ディレクトリのリストを返します。

Added in version 3.2.

site.getuserbase()

ユーザのベースディレクトリへのパス *USER_BASE* を返します。未初期化であればこの関数は PYTHONUSERBASE を参考にして、設定もします。

Added in version 3.2.

site.getusersitepackages()

ユーザ固有の site パッケージのディレクトリへのパス *USER_SITE* を返します。未初期化であればこの関数は *USER_BASE* を参考にして、設定もします。ユーザ固有の site パッケージが sys.path に追加されたかどうかを確認するには *ENABLE_USER_SITE* を使ってください。

Added in version 3.2.

29.15.5 コマンドラインインターフェイス

site モジュールはユーザディレクトリをコマンドラインから得る手段も提供しています:

```
$ python -m site --user-site
/home/user/.local/lib/python3.11/site-packages
```

引数なしで呼び出された場合、*sys.path* の中身を表示し、続けて *USER_BASE* とそのディレクトリが存在するかどうか、*USER_SITE* とそのディレクトリが存在するかどうか、最後に *ENABLE_USER_SITE* の値を、標準出力に

出力します。

--user-base

ユーザのベースディレクトリを表示します。

--user-site

ユーザの site-packages ディレクトリを表示します。

両方のオプションが指定された場合、ユーザのベースとユーザの site が (常にこの順序で) *os.pathsep* 区切りで表示されます。

いずれかのオプションが与えられた場合に、このスクリプトは次のいずれかの終了コードで終了します: ユーザの site-packages が有効ならば 0 、ユーザにより無効にされていれば 1 、セキュリティ的な理由あるいは管理者によって無効にされている場合 2 、そして何かエラーがあった場合は 2 より大きな値。

参考:

- **PEP 370** -- ユーザごとの site-packages ディレクトリ
- *sys.path* **モジュール検索パスの初期化** -- *sys.path* の初期化。

第

THIRTY

カスタム PYTHON インタプリタ

この章で解説されるモジュールで Python の対話型インタープリターに似たインターフェースを書くことができます。もし Python そのもの以外に何か特殊な機能をサポートした Python インタープリターを作りたければ、*code* モジュールを参照してください。(*codeop* モジュールはより低レベルで、不完全かもしれない Python コード断片のコンパイルをサポートするために使われます。)

この章で解説されるモジュールの完全な一覧は:

30.1 code --- インタープリター基底クラス

ソースコード: Lib/code.py

---

code モジュールは read-eval-print (読み込み-評価-表示) ループを Python で実装するための機能を提供します。対話的なインタプリタプロンプトを提供するアプリケーションを作るために使える二つのクラスと便利な関数が含まれています。

class code.**InteractiveInterpreter**(*locals=None*)

このクラスは構文解析とインタープリター状態 (ユーザの名前空間) を取り扱います。入力バッファリングやプロンプト出力、または入力ファイル指定を扱いません (ファイル名は常に明示的に渡されます)。オプションの *locals* 引数はその中でコードが実行される名前空間として使用されるマッピングを指定します。その初期値は、キー `'__name__'` が `'__console__'` に設定され、キー `'__doc__'` が `None` に設定された新しく作られた辞書です。

class code.**InteractiveConsole**(*locals=None*, *filename='<console>'*, *local_exit=False*)

Python の対話型インタープリターの振る舞いを忠実にエミュレートします。このクラスは *InteractiveInterpreter* を継承しており、よく知られた `sys.ps1` と `sys.ps2` を使用してプロンプトと入力バッファリングを追加します。*local_exit* が真の場合、コンソールでの `exit()` と `quit()` は *SystemExit* を送出せず、代わりに呼び出し元のコードに戻ります。

バージョン 3.13 で変更: *local_exit* 引数が追加されました。

code.**interact**(*banner=None*, *readfunc=None*, *local=None*, *exitmsg=None*, *local_exit=False*)

read-eval-print ループを実行するための便利な関数。これは *InteractiveConsole* の新しいインスタンスを作り、*readfunc* が与えられた場合は *InteractiveConsole.raw_input()* メソッドとして使われるように設定します。*local* が与えられた場合は、インタープリターループのデフォルト名前空間として使うために *InteractiveConsole* コンストラクタへ渡されます。*local_exit* が与えられた場合は、*InteractiveConsole* コンストラクタへ渡されます。そして、インスタンスの *interact()* メソッドは、もし提供されていれば、見出しと終了メッセージして使うために *banner* と *exitmsg* を受け取り実行されます。コンソールオブジェクトは使われた後捨てられます。

バージョン 3.6 で変更: *exitmsg* 引数が追加されました.

バージョン 3.13 で変更: *local_exit* 引数が追加されました。

code.**compile_command**(*source*, *filename='<input>'*, *symbol='single'*)

この関数は Python のインタプリタメインループ (別名、read-eval-print ループ) をエミュレートしようとするプログラムにとって役に立ちます。扱いにくい部分は、ユーザが (完全なコマンドや構文エラーではなく) さらにテキストを入力すれば完全になりうる不完全なコマンドを入力したときを決定することです。この関数は **ほとんど** の場合に実際のインタプリタメインループと同じ決定を行います。

source はソース文字列です。*filename* はオプションのソースが読み出されたファイル名で、デフォルトで `'<input>'` です。*symbol* はオプションの文法の開始記号で、`'single'` (デフォルト) または `'eval'` か `'exec'` にすべきです。

コマンドが完全で有効ならば、コードオブジェクトを返します (`compile(source, filename, symbol)` と同じ)。コマンドが完全でないならば、`None` を返します。コマンドが完全で構文エラーを含む場合は、*SyntaxError* を発生させます。または、コマンドが無効なリテラルを含む場合は、*OverflowError* もしくは *ValueError* を発生させます。

30.1.1 対話的なインタプリタオブジェクト

InteractiveInterpreter.**runsource**(*source*, *filename='<input>'*, *symbol='single'*)

インタプリタ内のあるソースをコンパイルし実行します。引数は *compile_command()* のものと同じです。*filename* のデフォルトは `'<input>'` で、*symbol* は `'single'` です。あるいくつかのことが起きる可能性があります:

- 入力が不正。*compile_command()* が例外 (*SyntaxError* か *OverflowError*) を起こした場合。*showsyntaxerror()* メソッドの呼び出によって、構文トレースバックが表示されるでしょう。*runsource()* は `False` を返します。
- 入力が完全でなく、さらに入力が必要。*compile_command()* が `None` を返した場合。*runsource()* は `True` を返します。
- 入力が完全。*compile_command()* がコードオブジェクトを返した場合。(*SystemExit* を除く実行時例

外も処理する) *runcode()* を呼び出すことによって、コードは実行されます。*runsource()* は False を返します。

戻り値は、次の行のプロンプトに sys.ps1 か sys.ps2 のどちらを使うのか判断するために使えます。

InteractiveInterpreter.**runcode**(*code*)

コードオブジェクトを実行します。例外が生じたときは、トレースバックを表示するために *showtraceback()* が呼び出されます。伝搬することが許されている *SystemExit* を除くすべての例外が捉えられます。

KeyboardInterrupt についての注意。このコードの他の場所でこの例外が生じる可能性がありますし、常に捕らえることができるとは限りません。呼び出し側はそれを処理するために準備しておくべきです。

InteractiveInterpreter.**showsyntaxerror**(*filename=None*)

起きたばかりの構文エラーを表示します。複数の構文エラーに対して一つあるのではないため、これはスタックトレースを表示しません。*filename* が与えられた場合は、Python のパーサが与えるデフォルトのファイル名の代わりに例外の中へ入れられます。なぜなら、文字列から読み込んでいるときはパーサは常に '<string>' を使うからです。出力は *write()* メソッドによって書き込まれます。

InteractiveInterpreter.**showtraceback**()

起きたばかりの例外を表示します。スタックの最初の項目を取り除きます。なぜなら、それはインタプリタオブジェクトの実装の内部にあるからです。出力は *write()* メソッドによって書き込まれます。

バージョン 3.5 で変更: 最初のトレースバックではなく、完全なトレースバックの連鎖が表示されます。

InteractiveInterpreter.**write**(*data*)

文字列を標準エラーストリーム (sys.stderr) へ書き込みます。必要に応じて適切な出力処理を提供するために、派生クラスはこれをオーバーライドすべきです。

30.1.2 対話的なコンソールオブジェクト

InteractiveConsole クラスは *InteractiveInterpreter* のサブクラスです。以下の追加メソッドだけでなく、インタプリタオブジェクトのすべてのメソッドも提供します。

InteractiveConsole.**interact**(*banner=None*, *exitmsg=None*)

対話的な Python コンソールをそっくりにエミュレートします。オプションの *banner* 引数は最初のやりとりの前に表示するバナーを指定します。デフォルトでは、標準 Python インタプリタが表示するものと同じようなバナーを表示します。それに続けて、実際のインタプリタと混乱しないように (とても似ているから!) 括弧の中にコンソールオブジェクトのクラス名を表示します。

オプション引数の *exitmsg* は、終了時に出力される終了メッセージを指定します。空文字列を渡すと、出力メッセージを抑止します。もし、*exitmsg* が与えられないか、None の場合は、デフォルトのメッセージが出力されます。

バージョン 3.4 で変更: バナーの表示を抑制するには、空の文字列を渡してください。

バージョン 3.6 で変更: 終了時に、終了メッセージを表示します。

InteractiveConsole.**push**(*line*)

ソーステキストの一行をインタープリターへ送ります。その行の末尾に改行がついていてはいけません。内部に改行を持っているかもしれません。その行はバッファへ追加され、ソースとして連結されたバッファの内容が渡されインタープリターの *runsource()* メソッドが呼び出されます。コマンドが実行されたか、有効であることをこれが示している場合は、バッファはリセットされます。そうでなければ、コマンドが不完全で、その行が付加された後のままバッファは残されます。さらに入力が必要ならば、戻り値は `True` です。その行がある方法で処理されたならば、`False` です (これは `runsource()` と同じです)。

InteractiveConsole.**resetbuffer**()

入力バッファから処理されていないソーステキストを取り除きます。

InteractiveConsole.**raw_input**(*prompt=''*)

プロンプトを書き込み、一行を読み込みます。返る行は末尾に改行を含みません。ユーザが EOF キーシーケンスを入力したときは、*EOFError* を発生させます。基本実装では、`sys.stdin` から読み込みます。サブクラスはこれを異なる実装と置き換えるかもしれません。

30.2 codeop --- Python コードをコンパイルする

ソースコード: Lib/codeop.py

---

codeop モジュールは、*code* モジュールで行われているような Python の read-eval-print ループをエミュレートするユーティリティを提供します。そのため、このモジュールを直接利用する場面はあまり無いでしょう。プログラムにこのようなループを含めたい場合は、*code* モジュールの方が便利です。

この仕事には二つの部分があります:

1. 入力の一行が Python の文として完全であるかどうかを見分けられること: 簡単に言えば、次が '`>>>`' か、あるいは '`...`' かどうかを見分けます。

2. どの future 文をユーザが入力したのかを覚えていること。したがって、実質的にそれに続く入力をこれらとともにコンパイルすることができます。

codeop モジュールはこうしたことのそれぞれを行う方法とそれら両方を行う方法を提供します。

前者は実行するには:

codeop.**compile_command**(*source*, *filename='<input>'*, *symbol='single'*)

Python コードの文字列であるべき *source* をコンパイルしてみて、*source* が有効な Python コードの場合はコードオブジェクトを返します。このような場合、コードオブジェクトのファイル名属性は、デフォルト

で '<input>' である *filename* でしょう。*source* が有効な Python コードでは **ない** が、有効な Python コードの接頭語である場合には、None を返します。

source に問題がある場合は、例外を発生させます。無効な Python 構文がある場合は、*SyntaxError* を発生させます。また、無効なリテラルがある場合は、*OverflowError* または *ValueError* を発生させます。

symbol 引数は *source* が文としてコンパイルされるか ('single' 、デフォルト) 、**文** のシーケンスとしてか ('exec') 、または **式** としてコンパイルされるかを決定します ('eval')。他のどんな値も *ValueError* を送出させます。

注釈: ソースの終わりに達する前に、成功した結果をもってパーサは構文解析を止めることがあります。このような場合、後ろに続く記号はエラーとならずに無視されます。例えば、バックスラッシュの後ろに改行が 2 つあって、その後ろにゴミがあるかもしれません。パーサの API がより良くなればすぐに、この挙動は修正されるでしょう。

---

class codeop.**Compile**

このクラスのインスタンスは組み込み関数 *compile()* とシグネチャが一致する __call__() メソッドを持っていますが、インスタンスが *__future__* 文を含むプログラムテキストをコンパイルする場合は、インスタンスは有効なその文とともに続くすべてのプログラムテキストを' 覚えていて' コンパイルするという違いがあります。

class codeop.**CommandCompiler**

このクラスのインスタンスは *compile_command()* とシグネチャが一致する __call__() メソッドを持っています。インスタンスが *__future__* 文を含むプログラムテキストをコンパイルする場合に、インスタンスは有効なその文とともにそれに続くすべてのプログラムテキストを' 覚えていて' コンパイルするという違いがあります。

第

THIRTYONE

モジュールのインポート

この章で解説されるモジュールは他の Python モジュールをインポートする新しい方法と、インポート処理をカスタマイズするためのフックを提供します。

この章で解説されるモジュールの完全な一覧は:

31.1 zipimport --- Zip アーカイブからモジュールをインポートする

ソースコード: Lib/zipimport.py

このモジュールは、Python モジュール (*.py, *.pyc) やパッケージを ZIP 形式のアーカイブから import できるようにします。通常、*zipimport* を明示的に使う必要はありません; 組み込みの import は、*sys.path* の要素が ZIP アーカイブへのパスを指している場合にこのモジュールを自動的に使います。

普通、*sys.path* はディレクトリ名の文字列からなるリストです。このモジュールを使うと、*sys.path* の要素に ZIP ファイルアーカイブを示す文字列を使えるようになります。ZIP アーカイブにはサブディレクトリ構造を含めることができ、パッケージの import をサポートさせたり、アーカイブ内のパスを指定してサブディレクトリ下から import を行わせたりできます。例えば、example.zip/lib/ のように指定すると、アーカイブ中の lib/ サブディレクトリ下だけから import を行います。

ZIP アーカイブ内にはどんなファイルを置いてもかまいませんが、インポートは .py および .pyc ファイルにのみ呼び出されます。動的モジュール (.pyd, .so) の ZIP インポートは行えません。アーカイブ内に .py ファイルしかない場合、Python は対応する .pyc ファイルを追加してアーカイブを変更しようとはしません。つまり、ZIP アーカイブ内に .pyc がない場合は、インポートが多少遅くなるかもしれないので注意してください。

バージョン 3.13 で変更: ZIP64 is supported

バージョン 3.8 で変更: 以前は、アーカイブコメント付きの ZIP アーカイブはサポートされていませんでした。

参考:

PKZIP Application Note
: ZIP ファイルフォーマットおよびアルゴリズムを作成した Phil Katz によるドキュメント。

PEP 273 - Zip アーカイブからモジュールをインポートする こ
のモジュールの実装も行った、James C. Ahlstrom による PEP です。Python 2.3 は **PEP 273** の仕様に従っていますが、Just van Rossum の書いた import フックによる実装を使っています。インポートフックは **PEP 302** で解説されています。

importlib - import の実装
Package providing the relevant protocols for all importers to implement.

このモジュールでは例外を一つ定義しています:

exception zipimport.ZipImportError

zipimporter オブジェクトが送出する例外です。*ImportError* のサブクラスなので、*ImportError* としても捕捉できます。

31.1.1 zipimporter オブジェクト

zipimporter は ZIP ファイルを import するためのクラスです。

class zipimport.zipimporter(*archivepath*)

新たな zipimporter インスタンスを生成します。*archivepath* は ZIP ファイルへのパスまたは ZIP ファイル中の特定のパスへのパスでなければなりません。たとえば、`foo/bar.zip/lib` という *archivepath* の場合、`foo/bar.zip` という ZIP ファイルの中の `lib` ディレクトリにあるモジュールを (存在するものとして) 検索します。

archivepath が有効な ZIP アーカイブを指していない場合、*ZipImportError* を送出します。

バージョン 3.12 で変更: Methods `find_loader()` and `find_module()`, deprecated in 3.10 are now removed. Use *find_spec()* instead.

create_module(*spec*)

Implementation of *importlib.abc.Loader.create_module()* that returns *None* to explicitly request the default semantics.

Added in version 3.10.

exec_module(*module*)

importlib.abc.Loader.exec_module() の実装です。

Added in version 3.10.

find_spec(*fullname*, *target=None*)

importlib.abc.PathEntryFinder.find_spec() の実装です。

Added in version 3.10.

get_code(*fullname*)

fullname に指定したモジュールのコードオブジェクトを返します。モジュールがインポートできなかった場合には *ZipImportError* を送出します。

get_data(*pathname*)

pathname に関連付けられたデータを返します。該当するファイルが見つからなかった場合には *OSError* を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 以前は *IOError* が送出されました; それは現在 *OSError* のエイリアスです。

get_filename(*fullname*)

指定されたモジュールが import された場合、そのモジュールに設定した `__file__` の値を返します。モジュールがインポートできなかった場合、*ZipImportError* を送出します。

Added in version 3.1.

get_source(*fullname*)

fullname で指定されたモジュールのソースコードを返します。モジュールが見つからない場合、*ZipImportError* を送出します。アーカイブにはモジュールがあるもののソースコードがない場合、*None* を返します。

is_package(*fullname*)

fullname で指定されたモジュールがパッケージの場合 `True` を返します。モジュールを見つけられない場合 *ZipImportError* を送出します。

load_module(*fullname*)

Load the module specified by *fullname*. *fullname* must be the fully qualified (dotted) module name. Returns the imported module on success, raises *ZipImportError* on failure.

バージョン 3.10 で非推奨: 代わりに *exec_module()* を使用してください。

invalidate_caches()

Clear out the internal cache of information about files found within the ZIP archive.

Added in version 3.10.

archive

importer に関連付けられた ZIP ファイルのファイル名です。サブパスは含まれません。

prefix

モジュールを検索する ZIP ファイル中のサブパスです。この文字列は ZIP ファイルのルートを指している zipimporter オブジェクトでは空です。

スラッシュでつなげると、*archive* と *prefix* 属性は *zipimporter* コンストラクタに渡された元々の *archivepath* 引数と等しくなります。

31.1.2 使用例

モジュールを ZIP アーカイブから import する例を以下に示します - *zipimport* モジュールが明示的に使われていないことに注意してください。

```
$ unzip -l example.zip
Archive:  example.zip
  Length     Date   Time    Name
 --------    ----   ----    ----
     8467  11-26-02 22:30   jwzthreading.py
 --------                   -------
     8467                   1 file
$ ./python
Python 2.3 (#1, Aug 1 2003, 19:54:32)
>>> import sys
>>> sys.path.insert(0, 'example.zip')  # Add .zip file to front of path
>>> import jwzthreading
>>> jwzthreading.__file__
'example.zip/jwzthreading.py'
```

31.2 pkgutil --- パッケージ拡張ユーティリティ

ソースコード: Lib/pkgutil.py

このモジュールはインポートシステムの、特にパッケージサポートに関するユーティリティです。

class pkgutil.**ModuleInfo**(*module_finder*, *name*, *ispkg*)

モジュールの概要情報を格納する namedtuple

Added in version 3.6.

pkgutil.**extend_path**(*path*, *name*)

パッケージを構成するモジュールの検索パスを拡張します。パッケージの `__init__.py` で次のように書くことを意図したものです:

```
from pkgutil import extend_path
__path__ = extend_path(__path__, __name__)
```

For each directory on *sys.path* that has a subdirectory that matches the package name, add the subdirectory to the package's `__path__`. This is useful if one wants to distribute different parts of a single logical package as multiple directories.

同時に `*.pkg` の `*` の部分が *name* 引数に指定された文字列に一致するファイルの検索もおこないます。この機能は `import` で始まる特別な行がないことを除き `*.pth` ファイルに似ています (*site* の項を参照)。

.pkg は重複のチェックを除き、信頼できるものとして扱われます。.pkg ファイルの中に見つかったエントリはファイルシステム上に実在するか否かを問わず、そのまますべてパスに追加されます。(このような仕様です。)

入力パスがリストでない場合 (フリーズされたパッケージのとき) は何もせずにリターンします。入力パスが変更されていなければ、アイテムを末尾に追加しただけのコピーを返します。

sys.path はシーケンスであることが前提になっています。*sys.path* の要素の内、実在するディレクトリを指す文字列となっていないものは無視されます。ファイル名として使ったときにエラーが発生する *sys.path* の Unicode 要素がある場合、この関数 (*os.path.isdir()* を実行している行) で例外が発生する可能性があります。

pkgutil.**find_loader**(*fullname*)

fullname に対するモジュール *loader* オブジェクトを取得します。

これは後方互換性のために提供している *importlib.util.find_spec()* へのラッパーで、そこでのほどんどの失敗を *ImportError* に変換し、完全な *importlib.machinery.ModuleSpec* を返す代わりにローダのみを返しています。

バージョン 3.3 で変更: パッケージ内部の **PEP 302** エミュレーションに依存するのではなく直接的に *importlib* に基くように更新されました。

バージョン 3.4 で変更: **PEP 451** ベースに更新されました。

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: 代わりに *importlib.util.find_spec()* を使用してください。

pkgutil.**get_importer**(*path_item*)

指定された *path_item* に対する *finder* を取得します。

path hook により新しい finder が作成された場合は、それは *sys.path_importer_cache* にキャッシュされます。

キャッシュ (やその一部) は、*sys.path_hooks* のリスキャンが必要になった場合は手動でクリアすることができます。

バージョン 3.3 で変更: パッケージ内部の **PEP 302** エミュレーションに依存するのではなく直接的に *importlib* に基くように更新されました。

pkgutil.**get_loader**(*module_or_name*)

module_or_name に対する *loader* オブジェクトを取得します。

module か package が通常の import 機構によってアクセスできる場合、その機構の該当部分に対するラッパーを返します。モジュールが見つからなかったり import できない場合は None を返します。その名前のモジュールがまだ import されていない場合、そのモジュールを含むパッケージが (あれば) そのパッケージの __path__ を確立するために import されます。

バージョン 3.3 で変更: パッケージ内部の **PEP 302** エミュレーションに依存するのではなく直接的に *importlib* に基くように更新されました。

バージョン 3.4 で変更: **PEP 451** ベースに更新されました。

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: 代わりに *importlib.util.find_spec()* を使用してください。

pkgutil.**iter_importers**(*fullname=''*)

Yield *finder* objects for the given module name.

If fullname contains a `'.'`, the finders will be for the package containing fullname, otherwise they will be all registered top level finders (i.e. those on both *sys.meta_path* and *sys.path_hooks*).

その名前のついたモジュールがパッケージ内に含まれている場合、この関数を実行した副作用としてそのパッケージが import されます。

モジュール名が指定されない場合は全てのトップレベルの finder が生成されます。

バージョン 3.3 で変更: パッケージ内部の **PEP 302** エミュレーションに依存するのではなく直接的に *importlib* に基くように更新されました。

pkgutil.**iter_modules**(*path=None*, *prefix=''*)

path を指定すればそのすべてのサブモジュールに対して、*path* が `None` なら *sys.path* のすべてのトップレベルモジュールに対して、*ModuleInfo* を yield します。

path は `None` か、モジュールを検索する path のリストのどちらかでなければなりません。

prefix は出力の全てのモジュール名の頭に出力する文字列です。

注釈: これは `iter_modules()` メソッドを定義している *finder* に対してのみ動作します。このインターフェイスは非標準なので、モジュールは *importlib.machinery.FileFinder* と *zipimport.zipimporter* の実装も提供します。

バージョン 3.3 で変更: パッケージ内部の **PEP 302** エミュレーションに依存するのではなく直接的に *importlib* に基くように更新されました。

pkgutil.**walk_packages**(*path=None*, *prefix=''*, *onerror=None*)

path を指定すれば再帰的にその中のモジュールすべてに対して、*path* が `None` ならばアクセスできるすべてのモジュールに対して、*ModuleInfo* を yield します。

path は `None` か、モジュールを検索する path のリストのどちらかでなければなりません。

prefix は出力の全てのモジュール名の頭に出力する文字列です。

この関数は与えられた *path* 上の全ての **パッケージ** (全てのモジュール **ではない**) を、サブモジュールを検索するのに必要な `__path__` 属性にアクセスするために import します。

onerror は、パッケージを import しようとしたときに何かの例外が発生した場合に、1 つの引数 (import しようとしていたパッケージの名前) で呼び出される関数です。*onerror* 関数が提供されない場合、*ImportError* は補足され無視されます。それ以外の全ての例外は伝播し、検索を停止させます。

例:

```
# list all modules python can access
walk_packages()

# list all submodules of ctypes
walk_packages(ctypes.__path__, ctypes.__name__ + '.')
```

注釈: これは `iter_modules()` メソッドを定義している *finder* に対してのみ動作します。このインターフェイスは非標準なので、モジュールは *importlib.machinery.FileFinder* と *zipimport.zipimporter* の実装も提供します。

バージョン 3.3 で変更: パッケージ内部の **PEP 302** エミュレーションに依存するのではなく直接的に *importlib* に基くように更新されました。

pkgutil.**get_data**(*package*, *resource*)

パッケージからリソースを取得します。

この関数は *loader* *get_data* API のラッパーです。*package* 引数は標準的なモジュール形式 (`foo.bar`) のパッケージ名でなければなりません。*resource* 引数は `/` をパス区切りに使った相対ファイル名の形式です。親ディレクトリを `..` としたり、ルートからの (`/` で始まる) 名前を使うことはできません。

この関数が返すのは指定されたリソースの内容であるバイナリ文字列です。

ファイルシステム中に位置するパッケージで既にインポートされているものに対しては、次と大体同じです:

```
d = os.path.dirname(sys.modules[package].__file__)
data = open(os.path.join(d, resource), 'rb').read()
```

If the package cannot be located or loaded, or it uses a *loader* which does not support *get_data*, then `None` is returned. In particular, the *loader* for *namespace packages* does not support *get_data*.

pkgutil.**resolve_name**(*name*)

Resolve a name to an object.

This functionality is used in numerous places in the standard library (see bpo-12915) - and equivalent

functionality is also in widely used third-party packages such as setuptools, Django and Pyramid.

It is expected that *name* will be a string in one of the following formats, where W is shorthand for a valid Python identifier and dot stands for a literal period in these pseudo-regexes:

- `W(.W)*`
- `W(.W)*:(W(.W)*)?`

The first form is intended for backward compatibility only. It assumes that some part of the dotted name is a package, and the rest is an object somewhere within that package, possibly nested inside other objects. Because the place where the package stops and the object hierarchy starts can't be inferred by inspection, repeated attempts to import must be done with this form.

In the second form, the caller makes the division point clear through the provision of a single colon: the dotted name to the left of the colon is a package to be imported, and the dotted name to the right is the object hierarchy within that package. Only one import is needed in this form. If it ends with the colon, then a module object is returned.

The function will return an object (which might be a module), or raise one of the following exceptions:

ValueError -- if *name* isn't in a recognised format.

ImportError -- if an import failed when it shouldn't have.

AttributeError -- If a failure occurred when traversing the object hierarchy within the imported package to get to the desired object.

Added in version 3.9.

31.3 `modulefinder` --- スクリプト中で使用されているモジュールの検索

ソースコード: Lib/modulefinder.py

このモジュールでは、スクリプト中で import されているモジュールセットを調べるために使える *ModuleFinder* クラスを提供しています。`modulefinder.py` はまた、Python スクリプトのファイル名を引数に指定してスクリプトとして実行し、import されているモジュールのレポートを出力させることもできます。

`modulefinder.AddPackagePath`(*pkg_name*, *path*)

pkg_name という名前のパッケージの在り処が *path* であることを記録します。

`modulefinder.ReplacePackage`(*oldname*, *newname*)

実際にはパッケージ内で *oldname* という名前になっているモジュールを *newname* という名前で指定できるようにします。

class modulefinder.**ModuleFinder**(*path=None*, *debug=0*, *excludes=[]*, *replace_paths=[]*)

このクラスでは *run_script()* および *report()* メソッドを提供しています。これらのメソッドは何らかのスクリプト中で import されているモジュールの集合を調べます。*path* はモジュールを検索する先のディレクトリ名からなるリストです。*path* を指定しない場合、sys.path を使います。*debug* にはデバッグレベルを設定します; 値を大きくすると、実行している内容を表すデバッグメッセージを出力します。*excludes* は検索から除外するモジュール名です。*replace_paths* には、モジュールパス内で置き換えられるパスをタプル (oldpath, newpath) からなるリストで指定します。

report()

スクリプトで import しているモジュールと、そのパスからなるリストを列挙したレポートを標準出力に出力します。モジュールを見つけられなかったり、モジュールがないように見える場合にも報告します。

run_script(*pathname*)

pathname に指定したファイルの内容を解析します。ファイルには Python コードが入っていなければなりません。

modules

モジュール名をモジュールに結びつける辞書。*ModuleFinder* の使用例 を参照して下さい。

31.3.1 ModuleFinder の使用例

解析対象のスクリプトはこれ (bacon.py) です:

```
import re, itertools

try:
    import baconhameggs
except ImportError:
    pass

try:
    import guido.python.ham
except ImportError:
    pass
```

bacon.py のレポートを出力するスクリプトです:

```
from modulefinder import ModuleFinder

finder = ModuleFinder()
finder.run_script('bacon.py')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
print('Loaded modules:')
for name, mod in finder.modules.items():
    print('%s: ' % name, end='')
    print(','.join(list(mod.globalnames.keys())[:3]))

print('-'*50)
print('Modules not imported:')
print('\n'.join(finder.badmodules.keys()))
```

出力例です (アーキテクチャに依って違ってくるかもしれません):

```
Loaded modules:
_types:
copyreg:  _inverted_registry,_slotnames,__all__
re._compiler:  isstring,_sre,_optimize_unicode
_sre:
re._constants:  REPEAT_ONE,makedict,AT_END_LINE
sys:
re:  __module__,finditer,_expand
itertools:
__main__:  re,itertools,baconhameggs
re._parser:  _PATTERNENDERS,SRE_FLAG_UNICODE
array:
types:  __module__,IntType,TypeType
--------------------------------------------------
Modules not imported:
guido.python.ham
baconhameggs
```

31.4 runpy --- Python モジュールの位置特定と実行

ソースコード: Lib/runpy.py

---

runpy モジュールは Python のモジュールをインポートせずにその位置を特定したり実行したりするのに使われます。その主な目的はファイルシステムではなく Python のモジュール名前空間を使って位置を特定したスクリプトの実行を可能にする `-m` コマンドラインスイッチを実装することです。

これはサンドボックスモジュール **ではない** ことに注意してください。すべてのコードは現在のプロセスで実行され、あらゆる副作用 (たとえば他のモジュールのキャッシュされたインポート等) は関数から戻った後にそのまま残ります。

さらに、*runpy* 関数から戻った後で、実行されたコードによって定義された任意の関数およびクラスが正常に動作することは保証されません。この制限が受け入れられないユースケースでは、*importlib* がこのモジュールより適切な選択となるでしょう。

runpy モジュールは 2 つの関数を提供しています:

runpy.run_module(*mod_name*, *init_globals=None*, *run_name=None*, *alter_sys=False*)

Execute the code of the specified module and return the resulting module's globals dictionary. The module's code is first located using the standard import mechanism (refer to **PEP 302** for details) and then executed in a fresh module namespace.

The *mod_name* argument should be an absolute module name. If the module name refers to a package rather than a normal module, then that package is imported and the *__main__* submodule within that package is then executed and the resulting module globals dictionary returned.

The optional dictionary argument *init_globals* may be used to pre-populate the module's globals dictionary before the code is executed. *init_globals* will not be modified. If any of the special global variables below are defined in *init_globals*, those definitions are overridden by *run_module()*.

The special global variables `__name__`, `__spec__`, `__file__`, `__cached__`, `__loader__` and `__package__` are set in the globals dictionary before the module code is executed. (Note that this is a minimal set of variables - other variables may be set implicitly as an interpreter implementation detail.)

`__name__` は、オプション引数 *run_name* が *None* でない場合、指定されたモジュールがパッケージであれば `mod_name + '.__main__'` に、そうでなければ *mod_name* 引数の値がセットされます。

`__spec__` will be set appropriately for the *actually* imported module (that is, `__spec__.name` will always be *mod_name* or `mod_name + '.__main__'`, never *run_name*).

`__file__`, `__cached__`, `__loader__` and `__package__` are set as normal based on the module spec.

引数 *alter_sys* が与えられて *True* に評価されるならば、`sys.argv[0]` は `__file__` の値で更新され `sys.modules[__name__]` は実行されるモジュールの一時的モジュールオブジェクトで更新されます。`sys.argv[0]` と `sys.modules[__name__]` はどちらも関数が処理を戻す前にもとの値に復旧します。

Note that this manipulation of *sys* is not thread-safe. Other threads may see the partially initialised module, as well as the altered list of arguments. It is recommended that the `sys` module be left alone when invoking this function from threaded code.

参考:

コマンドラインから、`-m` オプションを与えることで同じ機能を実現出来ます。

バージョン 3.1 で変更: Added ability to execute packages by looking for a *__main__* submodule.

バージョン 3.2 で変更: `__cached__` グローバル変数が追加されました (**PEP 3147** を参照)。

バージョン 3.4 で変更: Updated to take advantage of the module spec feature added by **PEP 451**. This allows `__cached__` to be set correctly for modules run this way, as well as ensuring the real module name is always accessible as `__spec__.name`.

バージョン 3.12 で変更: The setting of `__cached__`, `__loader__`, and `__package__` are deprecated. See *ModuleSpec* for alternatives.

runpy.**run_path**(*path_name*, *init_globals=None*, *run_name=None*)

Execute the code at the named filesystem location and return the resulting module's globals dictionary. As with a script name supplied to the CPython command line, *file_path* may refer to a Python source file, a compiled bytecode file or a valid *sys.path* entry containing a *__main__* module (e.g. a zipfile containing a top-level `__main__.py` file).

For a simple script, the specified code is simply executed in a fresh module namespace. For a valid *sys.path* entry (typically a zipfile or directory), the entry is first added to the beginning of `sys.path`. The function then looks for and executes a *__main__* module using the updated path. Note that there is no special protection against invoking an existing `__main__` entry located elsewhere on `sys.path` if there is no such module at the specified location.

The optional dictionary argument *init_globals* may be used to pre-populate the module's globals dictionary before the code is executed. *init_globals* will not be modified. If any of the special global variables below are defined in *init_globals*, those definitions are overridden by *run_path()*.

The special global variables `__name__`, `__spec__`, `__file__`, `__cached__`, `__loader__` and `__package__` are set in the globals dictionary before the module code is executed. (Note that this is a minimal set of variables - other variables may be set implicitly as an interpreter implementation detail.)

`__name__` は、オプション引数 *run_name* が *None* でない場合、*run_name* に設定され、それ以外の場合は `'<run_path>'` に設定されます。

If *file_path* directly references a script file (whether as source or as precompiled byte code), then `__file__` will be set to *file_path*, and `__spec__`, `__cached__`, `__loader__` and `__package__` will all be set to *None*.

If *file_path* is a reference to a valid *sys.path* entry, then `__spec__` will be set appropriately for the imported *__main__* module (that is, `__spec__.name` will always be `__main__`). `__file__`, `__cached__`, `__loader__` and `__package__` will be set as normal based on the module spec.

A number of alterations are also made to the *sys* module. Firstly, *sys.path* may be altered as described above. `sys.argv[0]` is updated with the value of *file_path* and `sys.modules[__name__]` is updated with a temporary module object for the module being executed. All modifications to items in *sys* are reverted before the function returns.

Note that, unlike *run_module()*, the alterations made to *sys* are not optional in this function as these adjustments are essential to allowing the execution of *sys.path* entries. As the thread-safety limitations still apply, use of this function in threaded code should be either serialised with the import lock or delegated to a separate process.

参考:

コマンドラインから using-on-interface-options で同じ機能を使えます (`python path/to/script`)。

Added in version 3.2.

バージョン 3.4 で変更: Updated to take advantage of the module spec feature added by **PEP 451**. This allows `__cached__` to be set correctly in the case where `__main__` is imported from a valid *sys.path* entry rather than being executed directly.

バージョン 3.12 で変更: The setting of `__cached__`, `__loader__`, and `__package__` are deprecated.

参考:

PEP 338 - モジュールをスクリプトとして実行する
PEP written and implemented by Nick Coghlan.

PEP 366 - main モジュールの明示的な相対インポート
PEP written and implemented by Nick Coghlan.

PEP 451 -- インポートシステムのための ModuleSpec 型
PEP written and implemented by Eric Snow

using-on-general - CPython コマンドライン詳細

importlib.import_module() 関数

31.5 importlib --- import の実装

Added in version 3.1.

ソースコード: Lib/importlib/__init__.py

31.5.1 はじめに

importlib パッケージの目的は 3 つあります。

1 つ目は Python ソースコード中にある `import` 文の (そして、拡張として、*__import__()* 関数の) 実装を提供することです。このパッケージは `import` 文の、どの Python インタープリターでも動作する実装を提供します。また、Python 以外の言語で実装されたどの実装よりも把握しやすい実装を提供します。

2 つ目の目的は、このパッケージが公開している `import` を実装するための要素を利用して、(**インポーター** として知られる) インポートプロセスで動作するカスタムのオブジェクトを実装しやすくすることです。

Three, the package contains modules exposing additional functionality for managing aspects of Python packages:

- *importlib.metadata* presents access to metadata from third-party distributions.
- *importlib.resources* provides routines for accessing non-code ”resources” from Python packages.

参考:

import
: `import` 文の言語リファレンス。

Packages specification
: パッケージの元の仕様。幾つかの動作はこの仕様が書かれた頃から変更されています (例: *sys.modules* で `None` に基づくリダイレクト)。

__import__() **関数**
: `import` 文はこの関数のシンタックスシュガーです。

sys.path **モジュール検索パスの初期化**
: The initialization of *sys.path*.

PEP 235
: 大文字小文字を区別しないプラットフォームでのインポート

PEP 263
: Python のソースコードのエンコーディング

PEP 302
: 新しいインポートフック

PEP 328
: 複数行のインポートと、絶対/相対インポート

PEP 366
: main モジュールの明示的な相対インポート

PEP 420
: 暗黙的な名前空間パッケージ

PEP 451
: インポートシステムのための ModuleSpec 型

PEP 488
: PYO ファイルの撤廃

PEP 489
: 複数フェーズでの拡張モジュールの初期化

PEP 552 決

定論的 pyc

PEP 3120 デ

フォルトのソースエンコーディングとして UTF-8 を使用

PEP 3147

PYC リポジトリディレクトリ

31.5.2 関数

importlib.**__import__**(*name*, *globals=None*, *locals=None*, *fromlist=()*, *level=0*)

組み込みの *__import__()* 関数の実装です。

注釈: プログラムからモジュールをインポートする場合はこの関数の代わりに *import_module()* を使ってください。

---

importlib.**import_module**(*name*, *package=None*)

モジュールをインポートします。*name* 引数は、インポートするモジュールを絶対または相対表現 (例えば `pkg.mod` または `..mod`) で指定します。name が相対表現で与えられたら、*package* 引数を、パッケージ名を解決するためのアンカーとなるパッケージの名前に設定する必要があります (例えば `import_module('..mod', 'pkg.subpkg')` は `pkg.mod` をインポートします)。

import_module() 関数は *importlib.__import__()* を単純化するラッパーとして働きます。つまり、この関数のすべての意味は *importlib.__import__()* から受け継いでいます。これらの 2 つの関数の最も重要な違いは、*import_module()* が指定されたパッケージやモジュール (例えば `pkg.mod`) を返すのに対し、*__import__()* はトップレベルのパッケージやモジュール (例えば `pkg`) を返すことです。

もしモジュールを動的にインポートしていて、インタープリタの実行開始後にモジュールが作成された (例えば、Python ソースファイルを作成した) 場合、インポートシステムが新しいモジュールを見つけられるように、*invalidate_caches()* を呼ぶ必要があるでしょう。

バージョン 3.3 で変更: 親パッケージは自動的にインポートされます。

importlib.**invalidate_caches**()

sys.meta_path に保存されたファインダーの内部キャッシュを無効にします。ファインダーが `invalidate_caches()` を実装していれば、無効化を行うためにそれが呼び出されます。すべてのファインダーが新しいモジュールの存在に気づくことを保証しているプログラムの実行中に、モジュールが作成またはインストールされたなら、この関数が呼び出されるべきです。

Added in version 3.3.

バージョン 3.10 で変更: Namespace packages created/installed in a different *sys.path* location after the same namespace was already imported are noticed.

importlib.**reload**(*module*)

以前にインポートされた *module* をリロードします。引数はモジュールオブジェクトでなければならず、したがってそれ以前に必ずインポートに成功していなければなりません。この関数は、モジュールのソースファイルを外部エディタで編集していて Python インタープリタから離れることなく新しいバージョンを試したい際に便利です。戻り値はモジュールオブジェクトです。(もし再インポートが異なるオブジェクトを *sys.modules* に配置したら、元の *module* とは異なるかもしれません。)

reload() が実行された場合:

- Python モジュールのコードは再コンパイルされ、モジュールレベルのコードが再度実行されます。モジュールの辞書中にある何らかの名前に結び付けられたオブジェクトは、そのモジュールを最初にロードしたときの **ローダー** を再利用して新たに定義されます。拡張モジュールの `init` 関数が二度呼び出されることはありません。
- Python における他のオブジェクトと同様、以前のオブジェクトのメモリ領域は、参照カウントがゼロにならないかぎり再利用されません。
- モジュール名前空間内の名前は新しいオブジェクト (または更新されたオブジェクト) を指すよう更新されます。
- 以前のオブジェクトが (外部の他のモジュールなどからの) 参照を受けている場合、それらを新たなオブジェクトに再束縛し直すことはないので、必要なら自分で名前空間を更新しなければなりません。

いくつか補足説明があります:

モジュールが再ロードされた際、その辞書 (モジュールのグローバル変数を含みます) はそのまま残ります。名前の再定義を行うと、以前の定義を上書きするので、一般的には問題はありません。新たなバージョンのモジュールが古いバージョンで定義された名前を定義していない場合、古い定義がそのまま残ります。辞書がグローバルテーブルやオブジェクトのキャッシュを維持していれば、この機能をモジュールを有効性を引き出すために使うことができます --- つまり、`try` 文を使えば、必要に応じてテーブルがあるかどうかをテストし、その初期化を飛ばすことができます:

```
try:
    cache
except NameError:
    cache = {}
```

組み込みモジュールや動的にロードされるモジュールを再ロードすることは、一般的にそれほど便利ではありません。*sys*, *__main__*, *builtins* やその他重要なモジュールの再ロードはお勧め出来ません。多くの場合、拡張モジュールは 1 度以上初期化されるようには設計されておらず、再ロードされた場合には何らかの理由で失敗するかもしれません。

一方のモジュールが `from ... import ...` を使って、オブジェクトを他方のモジュールからインポートして

いるなら、他方のモジュールを *reload()* で呼び出しても、そのモジュールからインポートされたオブジェクトを再定義することはできません --- この問題を回避する一つの方法は、from 文を再度実行することで、もう一つの方法は from 文の代わりに import と限定的な名前 (*module.name*) を使うことです。

あるモジュールがクラスのインスタンスを生成している場合、そのクラスを定義しているモジュールの再ロードはそれらインスタンスのメソッド定義に影響しません --- それらは古いクラス定義を使い続けます。これは派生クラスの場合でも同じです。

Added in version 3.4.

バージョン 3.7 で変更: リロードされたモジュールの *ModuleSpec* が欠けていたときは *ModuleNotFoundError* が送出されます。

31.5.3 importlib.abc -- インポートに関連する抽象基底クラス

ソースコード: Lib/importlib/abc.py

---

importlib.abc モジュールは、import に使われるすべてのコア抽象基底クラス含みます。コア抽象基底クラスの実装を助けるために、コア抽象基底クラスのサブクラスもいくつか提供されています。

抽象基底クラス階層:

```
object
 +-- MetaPathFinder
 +-- PathEntryFinder
 +-- Loader
      +-- ResourceLoader --------+
      +-- InspectLoader          |
           +-- ExecutionLoader --+
                                 +-- FileLoader
                                 +-- SourceLoader
```

class importlib.abc.**MetaPathFinder**

meta path finder を表す抽象基底クラスです。

Added in version 3.3.

バージョン 3.10 で変更: No longer a subclass of Finder.

find_spec(*fullname*, *path*, *target=None*)

指定されたモジュールに対応する **スペック** を検索する抽象メソッド。もしこれがトップレベルのインポートなら、*path* は None です。そうでなければ、これはサブパッケージまたはモジュールのための検索で、*path* は親パッケージの __path__ の値です。スペックが見つからなければ None が返されます。target は、渡されてきたならモジュールオブジェクトです。これはファインダーがどのようなス

ペックを返せばよいか推測するために使用します。具体的な MetaPathFinders を実装するためには *importlib.util.spec_from_loader()* が便利かもしれません。

Added in version 3.4.

invalidate_caches()

このファインダーで使われている内部キャッシュがあれば無効にするオプションのメソッドです。*sys.meta_path* 上のすべてのファインダーのキャッシュを無効化する際、*importlib.invalidate_caches()* によって使われます。

バージョン 3.4 で変更: Returns None when called instead of *NotImplemented*.

class importlib.abc.**PathEntryFinder**

path entry finder を表す抽象基底クラスです。*MetaPathFinder* と似ているところがありますが、PathEntryFinder は *importlib.machinery.PathFinder* が提供するパスに基づく import サブシステムの中でのみ使うことが意図されています。

Added in version 3.3.

バージョン 3.10 で変更: No longer a subclass of Finder.

find_spec(*fullname*, *target=None*)

指定されたモジュールに対応する **スペック** を検索する抽象メソッド。ファインダーは、割り当てられている **パス・エントリー** 内のモジュールだけを検索します。スペックが見つからなければ None が返されます。target は、渡されてきたならモジュールオブジェクトです。これはファインダーがどのようなスペックを返せばよいか推測するために使用します。具体的な PathEntryFinders を実装するためには *importlib.util.spec_from_loader()* が便利かもしれません。

Added in version 3.4.

invalidate_caches()

このファインダーで使われている内部キャッシュがあれば無効にするオプションのメソッドです。キャッシュされたすべてのファインダーの無効化する際、*importlib.machinery.PathFinder.invalidate_caches()* によって使われます。

class importlib.abc.**Loader**

loader の抽象基底クラスです。ローダーの厳密な定義は **PEP 302** を参照してください。

リソースの読み出しをサポートさせたいローダーには、*importlib.resources.abc.ResourceReader* で指定されている get_resource_reader() メソッドを実装してください。

バージョン 3.7 で変更: オプションの get_resource_reader() メソッドが導入されました。

create_module(*spec*)

モジュールをインポートする際に使用されるモジュールオブジェクトを返すメソッド。このメソッドは

None を戻すことができ、その場合はデフォルトのモジュール作成のセマンティクスが適用されることを示します。

Added in version 3.4.

バージョン 3.6 で変更: *exec_module()* が定義されている場合は、このメソッドはオプションではなくなりました。

exec_module(*module*)

モジュールがインポートまたはリロードされる際に、そのモジュールをモジュール自身の名前空間の中で実行する抽象的なメソッド。*exec_module()* が呼ばれる時点で、モジュールはすでに初期設定されている必要があります。このメソッドが存在するときは、*create_module()* の定義が必須です。

Added in version 3.4.

バージョン 3.6 で変更: *create_module()* の定義が必須となりました。

load_module(*fullname*)

モジュールをロードするためのレガシーなメソッドです。モジュールがロードできなければ *ImportError* を送出し、ロードできればロードされたモジュールを返します。

If the requested module already exists in *sys.modules*, that module should be used and reloaded. Otherwise the loader should create a new module and insert it into *sys.modules* before any loading begins, to prevent recursion from the import. If the loader inserted a module and the load fails, it must be removed by the loader from *sys.modules*; modules already in *sys.modules* before the loader began execution should be left alone.

ローダーはモジュールにいくつかの属性を設定する必要があります。(なお、これらの属性には、モジュールがリロードされた際に変化するものがあります):

- **__name__**
  The module's fully qualified name. It is `'__main__'` for an executed module.
- **__file__**
  The location the *loader* used to load the module. For example, for modules loaded from a .py file this is the filename. It is not set on all modules (e.g. built-in modules).
- **__cached__**
  The filename of a compiled version of the module's code. It is not set on all modules (e.g. built-in modules).
- **__path__**
  The list of locations where the package's submodules will be found. Most of the time this is a single directory. The import system passes this attribute to `__import__()` and to finders in the same way as *sys.path* but just for the package. It is not set on non-package modules so it can be used as an indicator that the module is a package.

- `__package__`

  The fully qualified name of the package the module is in (or the empty string for a top-level module). If the module is a package then this is the same as `__name__`.

- `__loader__`

  The *loader* used to load the module.

exec_module() が利用可能な場合、後方互換な機能が提供されます。

バージョン 3.4 で変更: Raise *ImportError* when called instead of *NotImplementedError*. Functionality provided when *exec_module()* is available.

バージョン 3.4 で非推奨: モジュールをロードするための推奨される API は、*exec_module()* (および *create_module()*) です。ローダーは *load_module()* の代わりにそれを実装するべきです。*exec_module()* が実装されている場合、インポート機構は *load_module()* の他のすべての責任を肩代わりします。

class importlib.abc.ResourceLoader

loader の抽象基底クラスで、ストレージバックエンドから任意のリソースをロードするオプションの **PEP 302** プロトコルを実装します。

バージョン 3.7 で非推奨: This ABC is deprecated in favour of supporting resource loading through *importlib.resources.abc.ResourceReader*.

abstractmethod get_data(*path*)

path に割り当てられたデータのバイト列を返す抽象メソッドです。任意のデータを保管できるファイル的なストレージバックエンドをもつローダーは、この抽象メソッドを実装して、保管されたデータに直接アクセスさせるようにできます。*path* が見つからなければ *OSError* を送出する必要があります。*path* は、モジュールの `__file__` 属性を使って、またはパッケージの `__path__` の要素を使って、構成されることが期待されます。

バージョン 3.4 で変更: *NotImplementedError* の代わりに *OSError* を送出します。

class importlib.abc.InspectLoader

loader の抽象基底クラスで、ローダーがモジュールを検査するためのオプションの **PEP 302** プロトコルを実装します。

get_code(*fullname*)

モジュールの *code* オブジェクトを返すか、(例えば組み込みモジュールの場合に) モジュールがコードオブジェクトを持たなければ `None` を返します。要求されたモジュールをローダーが見つけられなかった場合は *ImportError* を送出します。

注釈: このメソッドにはデフォルト実装がありますが、とはいえパフォーマンスのために、可能なら

ばオーバライドしたほうが良いです。

バージョン 3.4 で変更: このメソッドはもはや抽象メソッドではなく、具象実装が提供されます。

abstractmethod get_source(*fullname*)

モジュールのソースを返す抽象メソッドです。これは認識されたすべての行セパレータを `'\n'` 文字に変換し、*universal newlines* を使ったテキスト文字列として返されます。利用できるソースがなければ (例えば組み込みモジュール)、`None` を返します。指定されたモジュールが見つからなければ、*ImportError* を送出します。

バージョン 3.4 で変更: *NotImplementedError* の代わりに *ImportError* を送出します。

is_package(*fullname*)

モジュールがパッケージであれば True を返し、そうでなければ False を返すオプションのメソッドです。**ローダー** がモジュールを見つけられなかったなら *ImportError* が送出されます。

バージョン 3.4 で変更: *NotImplementedError* の代わりに *ImportError* を送出します。

static source_to_code(*data*, *path='<string>'*)

Python のソースからコードオブジェクトを作ります。

data 引数は *compile()* 関数がサポートするもの (すなわち文字列かバイト) なら何でも構いません。*path* 引数はソースコードの元々の場所への ” パス” でなければなりませんが、抽象概念 (例えば zip ファイル内の場所) でも構いません。

結果のコードオブジェクトを使って、`exec(code, module.__dict__)` を呼ぶことでモジュール内でコードを実行できます。

Added in version 3.4.

バージョン 3.5 で変更: スタティックメソッドになりました。

exec_module(*module*)

Loader.exec_module() の実装です。

Added in version 3.4.

load_module(*fullname*)

Loader.load_module() の実装です。

バージョン 3.4 で非推奨: 代わりに *exec_module()* を使用してください。

class importlib.abc.**ExecutionLoader**

InspectLoader から継承された抽象基底クラスで、実装されていれば、モジュールをスクリプトとして実行する助けになります。この抽象基底クラスはオプションの **PEP 302** プロトコルを表します。

abstractmethod get_filename(*fullname*)

指定されたモジュールの `__file__` の値を返す抽象メソッドです。利用できるパスがなければ、*ImportError* が送出されます。

ソースコードが利用できるなら、そのモジュールのロードにバイトコードが使われたかにかかわらず、このメソッドはそのソースファイルへのパスを返す必要があります。

バージョン 3.4 で変更: *NotImplementedError* の代わりに *ImportError* を送出します。

class importlib.abc.**FileLoader**(*fullname*, *path*)

ResourceLoader と *ExecutionLoader* から継承された抽象基底クラスで、*ResourceLoader.get_data()* および *ExecutionLoader.get_filename()* の具象実装を提供します。

fullname 引数は、ローダーが解決しようとするモジュールの、完全に解決された名前です。*path* 引数は、モジュールのファイルへのパスです。

Added in version 3.3.

name

ローダーが扱えるモジュールの名前です。

path

モジュールのファイルへのパスです。

load_module(*fullname*)

親クラスの `load_module()` を呼び出します。

バージョン 3.4 で非推奨: 代わりに *Loader.exec_module()* を使用してください。

abstractmethod get_filename(*fullname*)

path を返します。

abstractmethod get_data(*path*)

path をバイナリファイルとして読み込み、そのバイト列を返します。

class importlib.abc.**SourceLoader**

ソース (オプションでバイトコード) ファイルのロードを実装する抽象基底クラスです。このクラスは、*ResourceLoader* と *ExecutionLoader* の両方を継承し、以下の実装が必要です:

- *ResourceLoader.get_data()*
- *ExecutionLoader.get_filename()*

  ソースファイルへのパスのみを返す必要があります。ソースなしのロードはサポートされていません。

このクラスでこれらの抽象メソッドを定義することで、バイトコードファイルを追加でサポートします。これらのメソッドを定義しなければ (またはそのモジュールが *NotImplementedError* を送出すれば)、このローダーはソースコードに対してのみ働きます。これらのメソッドを実装することで、ローダーはソースとバイトコードファイル **の組み合わせ** に対して働きます。バイトコードのみを与えた **ソースのない** ロードは認められません。バイトコードファイルは、Python コンパイラによる解析の工程をなくして速度を上げる最適化です。ですから、バイトコード特有の API は公開されていません。

path_stats(*path*)

指定されたパスについてのメタデータを含む *dict* を返す、オプションの抽象メソッドです。サポートされる辞書のキーは:

- `'mtime'` (必須): ソースコードの更新時刻を表す整数または浮動小数点数です。
- `'size'` (任意): バイト数で表したソースコードのサイズです。

未来の拡張のため、辞書内の他のキーは無視されます。パスが扱えなければ、*OSError* が送出されます。

Added in version 3.3.

バージョン 3.4 で変更: *NotImplementedError* の代わりに *OSError* を送出します。

path_mtime(*path*)

指定されたパスの更新時刻を返す、オプションの抽象メソッドです。

バージョン 3.3 で非推奨: このメソッドは廃止され、*path_stats()* が推奨されます。このモジュールを実装する必要はありませんが、互換性のため現在も利用できます。パスが扱えなければ、*OSError* が送出されます。

バージョン 3.4 で変更: *NotImplementedError* の代わりに *OSError* を送出します。

set_data(*path*, *data*)

ファイルパスに指定されたバイト列を書き込むオプションの抽象メソッドです。存在しない中間ディレクトリがあれば、自動で作成されます。

When writing to the path fails because the path is read-only (*errno.EACCES*/*PermissionError*), do not propagate the exception.

バージョン 3.4 で変更: 呼ばれたときに *NotImplementedError* を送出することは最早ありません。

get_code(*fullname*)

InspectLoader.get_code() の具象実装です。

exec_module(*module*)

Loader.exec_module() の具象実装です。

Added in version 3.4.

load_module(*fullname*)

Loader.load_module() の具象実装です。

バージョン 3.4 で非推奨: 代わりに *exec_module()* を使用してください。

get_source(*fullname*)

InspectLoader.get_source() の具象実装です。

is_package(*fullname*)

InspectLoader.is_package() の具象実装です。モジュールは、次の **両方** を満たすならパッケージであると決定されます。モジュールの (*ExecutionLoader.get_filename()* で与えられる) ファイルパスが、ファイル拡張子を除くと `__init__` という名のファイルであること。モジュール名自体が `__init__` で終わらないこと。

class importlib.abc.**ResourceReader**

TraversableResources **に取って代わられました**

resources の読み出し機能を提供する **抽象基底クラス** *(abstract base class, ABC)* です。

From the perspective of this ABC, a *resource* is a binary artifact that is shipped within a package. Typically this is something like a data file that lives next to the `__init__.py` file of the package. The purpose of this class is to help abstract out the accessing of such data files so that it does not matter if the package and its data file(s) are stored in a e.g. zip file versus on the file system.

For any of methods of this class, a *resource* argument is expected to be a *path-like object* which represents conceptually just a file name. This means that no subdirectory paths should be included in the *resource* argument. This is because the location of the package the reader is for, acts as the "directory". Hence the metaphor for directories and file names is packages and resources, respectively. This is also why instances of this class are expected to directly correlate to a specific package (instead of potentially representing multiple packages or a module).

Loaders that wish to support resource reading are expected to provide a method called `get_resource_reader(fullname)` which returns an object implementing this ABC's interface. If the module specified by fullname is not a package, this method should return *None*. An object compatible with this ABC should only be returned when the specified module is a package.

Added in version 3.7.

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: Use *importlib.resources.abc.TraversableResources* instead.

abstractmethod open_resource(*resource*)

Returns an opened, *file-like object* for binary reading of the *resource*.

リソースが見付からない場合は、*FileNotFoundError* が送出されます。

abstractmethod resource_path(*resource*)

resource へのファイルシステムパスを返します。

リソースの実体がファイルシステムに存在しない場合、*FileNotFoundError* が送出されます。

abstractmethod is_resource(*name*)

name という名前がリソースだと見なせるなら `True` を返します。*name* が存在しない場合は *FileNotFoundError* が送出されます。

abstractmethod contents()

Returns an *iterable* of strings over the contents of the package. Do note that it is not required that all names returned by the iterator be actual resources, e.g. it is acceptable to return names for which *is_resource()* would be false.

Allowing non-resource names to be returned is to allow for situations where how a package and its resources are stored are known a priori and the non-resource names would be useful. For instance, returning subdirectory names is allowed so that when it is known that the package and resources are stored on the file system then those subdirectory names can be used directly.

The abstract method returns an iterable of no items.

class importlib.abc.Traversable

An object with a subset of *pathlib.Path* methods suitable for traversing directories and opening files.

For a representation of the object on the file-system, use *importlib.resources.as_file()*.

Added in version 3.9.

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: Use *importlib.resources.abc.Traversable* instead.

name

Abstract. The base name of this object without any parent references.

abstractmethod iterdir()

Yield `Traversable` objects in `self`.

abstractmethod is_dir()

Return `True` if `self` is a directory.

abstractmethod is_file()

Return `True` if `self` is a file.

abstractmethod joinpath(*child*)

Return Traversable child in `self`.

abstractmethod __truediv__(*child*)

Return `Traversable` child in `self`.

abstractmethod open(*mode='r'*, **args*, ***kwargs*)

mode may be 'r' or 'rb' to open as text or binary. Return a handle suitable for reading (same as *pathlib.Path.open*).

When opening as text, accepts encoding parameters such as those accepted by *io.TextIOWrapper*.

read_bytes()

Read contents of `self` as bytes.

read_text(*encoding=None*)

Read contents of `self` as text.

class importlib.abc.**TraversableResources**

An abstract base class for resource readers capable of serving the *importlib.resources.files()* interface. Subclasses *importlib.resources.abc.ResourceReader* and provides concrete implementations of the *importlib.resources.abc.ResourceReader*'s abstract methods. Therefore, any loader supplying *importlib.abc.TraversableResources* also supplies ResourceReader.

Loaders that wish to support resource reading are expected to implement this interface.

Added in version 3.9.

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: Use *importlib.resources.abc.TraversableResources* instead.

abstractmethod files()

Returns a *importlib.resources.abc.Traversable* object for the loaded package.

31.5.4 importlib.machinery -- インポータおよびパスフック

ソースコード: Lib/importlib/machinery.py

このモジュールには、`import` がモジュールを検索してロードするのに役立つ様々なオブジェクトがあります。

importlib.machinery.**SOURCE_SUFFIXES**

認識されているソースモジュールのファイル接尾辞を表す文字列のリストです。

Added in version 3.3.

importlib.machinery.**DEBUG_BYTECODE_SUFFIXES**

最適化されていないバイトコードモジュールのファイル接尾辞を表す文字列のリストです。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で非推奨: 代わりに *BYTECODE_SUFFIXES* を使ってください。

importlib.machinery.**OPTIMIZED_BYTECODE_SUFFIXES**

最適化されたバイトコードモジュールのファイル接尾辞を表す文字列のリストです。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で非推奨: 代わりに *BYTECODE_SUFFIXES* を使ってください。

importlib.machinery.**BYTECODE_SUFFIXES**

認識されているバイトコードモジュールのファイル接尾辞を表す文字列のリストです (先頭のドットを含みます)。

Added in version 3.3.

バージョン 3.5 で変更: この値は `__debug__` に依存しなくなりました。

importlib.machinery.**EXTENSION_SUFFIXES**

認識されている最適化された拡張モジュールのファイル接尾辞を表す文字列のリストです。

Added in version 3.3.

importlib.machinery.**all_suffixes**()

標準のインポート機構によって認識されているすべてのファイル接尾辞を表す文字列の組み合わせられたリストを返します。これが役立つのは、あるファイルシステムパスがモジュールを参照する可能性があるかだけを知りたくて、そのモジュールの種類を詳しく知る必要はないコード (例えば *inspect.getmodulename()*) です。

Added in version 3.3.

class importlib.machinery.**BuiltinImporter**

組み込みモジュールの *importer* です。すべての既知のモジュールは *sys.builtin_module_names* に列挙されています。このクラスは *importlib.abc.MetaPathFinder* および *importlib.abc.InspectLoader* 抽象基底クラスを実装します。

インスタンス化の必要性を軽減するため、このクラスにはクラスメソッドだけが定義されています。

バージョン 3.5 で変更: **PEP 489** の一環として、ビルトインインポーターは `Loader.create_module()` と `Loader.exec_module()` を実装しています。

class importlib.machinery.**FrozenImporter**

フリーズされたモジュールの **インポーター** です。このクラスは *importlib.abc.MetaPathFinder* および *importlib.abc.InspectLoader* 抽象基底クラスを実装します。

インスタンス化の必要性を軽減するため、このクラスにはクラスメソッドだけが定義されています。

バージョン 3.4 で変更: Gained `create_module()` and `exec_module()` methods.

class importlib.machinery.**WindowsRegistryFinder**

Windows レジストリで宣言されたモジュールの *finder* です。このクラスは *importlib.abc.MetaPathFinder* 抽象基底クラスを実装します。

インスタンス化の必要性を軽減するため、このクラスにはクラスメソッドだけが定義されています。

Added in version 3.3.

バージョン 3.6 で非推奨: 代わりに *site* の設定を使ってください。Python の将来のバージョンでは、デフォルトでこのファインダーが使えなくなるかもしれません。

class importlib.machinery.**PathFinder**

sys.path およびパッケージの `__path__` 属性の *Finder* です。このクラスは *importlib.abc.MetaPathFinder* 抽象基底クラスを実装します。

インスタンス化の必要性を軽減するため、このクラスにはクラスメソッドだけが定義されています。

classmethod **find_spec**(*fullname*, *path=None*, *target=None*)

sys.path または定義されていれば *path* から、*fullname* で指定されたモジュールの **スペック** の検索を試みるクラスメソッドです。検索されるそれぞれのパスエントリに対して *sys.path_importer_cache* が検査されます。偽でないオブジェクトが見つかれば、それが目的のモジュールを検索するための **パスエントリ・ファインダー** として使われます。*sys.path_importer_cache* に目的のエントリが見つからなければ、パスエントリに対するファインダーが *sys.path_hooks* から検索され、見つかれば、それが *sys.path_importer_cache* に保管されるとともに、モジュールについて問い合わせられます。それでもファインダーが見つからなければ `None` が保管され、また返されます。

Added in version 3.4.

バージョン 3.5 で変更: もしカレントワーキングディレクトリ -- 空の文字列によって表されている -- がすでに有効でなければ、`None` が返されますが値は *sys.path_importer_cache* にキャッシュされません。

classmethod **invalidate_caches**()

Calls *importlib.abc.PathEntryFinder.invalidate_caches()* on all finders stored in *sys.path_importer_cache* that define the method. Otherwise entries in *sys.path_importer_cache* set to `None` are deleted.

バージョン 3.7 で変更: Entries of `None` in *sys.path_importer_cache* are deleted.

バージョン 3.4 で変更: '' (すなわち空の文字列) に対してはカレントワーキングディレクトリとともに *sys.path_hooks* のオブジェクトを呼び出します。

class importlib.machinery.**FileFinder**(*path*, **loader_details*)

ファイルシステムからの結果をキャッシュする *importlib.abc.PathEntryFinder* の具象実装です。

path 引数は検索を担当するファインダーのディレクトリです。

loader_details 引数は、可変個の 2 要素タプルで、それぞれがローダーとローダーが認識するファイル接尾辞のシーケンスとを含みます。ローダーは、呼び出し可能でモジュール名と見つかったファイルのパスとの 2 引数を受け付けることを期待されます。

ファインダーはモジュール検索のたびに stat を呼び出し、必要に応じてディレクトリの内容をキャッシュすることで、コードキャッシュが古くなっていないことを確かめます。キャッシュの古さはオペレーティングシステムのファイルシステムのステート情報の粒度に依存しますから、モジュールを検索し、新しいファイルを作成し、その後に新しいファイルが表すモジュールを検索する、という競合状態の可能性があります。この操作が stat の呼び出しの粒度に収まるほど速く起こると、モジュールの検索が失敗します。これを防ぐためには、モジュールを動的に作成する際に、必ず *importlib.invalidate_caches()* を呼び出してください。

Added in version 3.3.

path

ファインダーが検索されるパスです。

find_spec(*fullname*, *target=None*)

path 内で *fullname* を扱うスペックの探索を試みます。

Added in version 3.4.

invalidate_caches()

内部キャッシュを完全に消去します。

classmethod path_hook(**loader_details*)

A class method which returns a closure for use on *sys.path_hooks*. An instance of *FileFinder* is returned by the closure using the path argument given to the closure directly and *loader_details* indirectly.

クロージャへの引数が存在するディレクトリでなければ、*ImportError* が送出されます。

class importlib.machinery.**SourceFileLoader**(*fullname*, *path*)

importlib.abc.FileLoader を継承し、その他いくつかのメソッドの具象実装を提供する、*importlib.abc.SourceLoader* の具象実装です。

Added in version 3.3.

name

このローダーが扱うモジュールの名前です。

path

ソースファイルへのパスです。

is_package(*fullname*)

path がパッケージを表すとき True を返します。

path_stats(*path*)

importlib.abc.SourceLoader.path_stats() の具象実装です。

set_data(*path*, *data*)

importlib.abc.SourceLoader.set_data() の具象実装です。

load_module(*name=None*)

ロードするモジュールの名前指定がオプションの、*importlib.abc.Loader.load_module()* の具象実装です。

バージョン 3.6 で非推奨: 代わりに *importlib.abc.Loader.exec_module()* を使用してください。

class importlib.machinery.**SourcelessFileLoader**(*fullname*, *path*)

バイトコードファイル (すなわちソースコードファイルが存在しない) をインポートできる *importlib.abc.FileLoader* の具象実装です。

注意として、バイトコードを直接使う (つまりソースコードファイルがない) と、そのモジュールはすべての Python 実装では使用できないし、新しいバージョンの Python ではバイトコードフォーマットが変更されていたら使用できません。

Added in version 3.3.

name

ローダーが扱うモジュールの名前です。

path

バイトコードファイルへのパスです。

is_package(*fullname*)

そのモジュールがパッケージであるかを *path* に基づいて決定します。

get_code(*fullname*)

path から作成された *name* のコードオブジェクトを返します。

get_source(*fullname*)

このローダーが使われたとき、バイトコードファイルのソースがなければ None を返します。

load_module(*name=None*)

ロードするモジュールの名前指定がオプションの、*importlib.abc.Loader.load_module()* の具象実装です。

バージョン 3.6 で非推奨: 代わりに *importlib.abc.Loader.exec_module()* を使用してください。

class importlib.machinery.**ExtensionFileLoader**(*fullname*, *path*)

拡張モジュールのための *importlib.abc.ExecutionLoader* の具象実装です。

fullname 引数はローダーがサポートするモジュールの名前を指定します。*path* 引数は拡張モジュールのファイルへのパスです。

Note that, by default, importing an extension module will fail in subinterpreters if it doesn't implement multi-phase init (see **PEP 489**), even if it would otherwise import successfully.

Added in version 3.3.

バージョン 3.12 で変更: Multi-phase init is now required for use in subinterpreters.

name

ローダーがサポートするモジュールの名前です。

path

拡張モジュールへのパスです。

create_module(*spec*)

与えられたスペックから **PEP 489** に従ってモジュールオブジェクトを作成します。

Added in version 3.5.

exec_module(*module*)

与えられたモジュールオブジェクトを **PEP 489** に従って初期化します。

Added in version 3.5.

is_package(*fullname*)

EXTENSION_SUFFIXES に基づいて、ファイルパスがパッケージの `__init__` モジュールを指していれば `True` を返します。

get_code(*fullname*)

拡張モジュールにコードオブジェクトがなければ `None` を返します。

get_source(*fullname*)

拡張モジュールにソースコードがなければ `None` を返します。

get_filename(*fullname*)

path を返します。

Added in version 3.4.

class importlib.machinery.**NamespaceLoader**(*name*, *path*, *path_finder*)

A concrete implementation of *importlib.abc.InspectLoader* for namespace packages. This is an alias for a private class and is only made public for introspecting the `__loader__` attribute on namespace packages:

```
>>> from importlib.machinery import NamespaceLoader
>>> import my_namespace
>>> isinstance(my_namespace.__loader__, NamespaceLoader)
True
>>> import importlib.abc
>>> isinstance(my_namespace.__loader__, importlib.abc.Loader)
True
```

Added in version 3.11.

class importlib.machinery.**ModuleSpec**(*name*, *loader*, ***, *origin=None*, *loader_state=None*, *is_package=None*)

モジュールのインポートシステムに関する状態の仕様。これは通常はモジュールの `__spec__` 属性として公開されています。この後の解説では、モジュールオブジェクトから直接利用できる属性で、それぞれの仕様に対応しているものの名前が括弧書きで書かれています。例えば、`module.__spec__.origin == module.__file__` です。ただし、属性の **値** はたいていは同一ですが、2 つのオブジェクトどうしは同期されないため、異なっている可能性があることに注意してください。例えば、モジュールの `__file__` を実行時に更新できますが、モジュールの `__spec__.origin` に自動的には反映されませんし、逆もまた同様です。

Added in version 3.4.

name

(`__name__`)

モジュールの完全修飾名。*finder* は常にこの属性を空でない文字列に設定する必要があります。

loader

(`__loader__`)

The *loader* used to load the module. The *finder* should always set this attribute.

origin

(__file__)

The location the *loader* should use to load the module. For example, for modules loaded from a .py file this is the filename. The *finder* should always set this attribute to a meaningful value for the *loader* to use. In the uncommon case that there is not one (like for namespace packages), it should be set to None.

submodule_search_locations

(__path__)

The list of locations where the package's submodules will be found. Most of the time this is a single directory. The *finder* should set this attribute to a list, even an empty one, to indicate to the import system that the module is a package. It should be set to None for non-package modules. It is set automatically later to a special object for namespace packages.

loader_state

The *finder* may set this attribute to an object containing additional, module-specific data to use when loading the module. Otherwise it should be set to None.

cached

(__cached__)

The filename of a compiled version of the module's code. The *finder* should always set this attribute but it may be None for modules that do not need compiled code stored.

parent

(__package__)

(Read-only) The fully qualified name of the package the module is in (or the empty string for a top-level module). If the module is a package then this is the same as *name*.

has_location

True if the spec's *origin* refers to a loadable location,

False otherwise. This value impacts how *origin* is interpreted and how the module's __file__ is populated.

class importlib.machinery.**AppleFrameworkLoader**(*name*, *path*)

フレームワーク形式の拡張モジュールを読み込み事ができる、特殊な *importlib.machinery.ExtensionFileLoader* です。

iOS App Store との互換性のため、iOS アプリの **すべての** バイナリモジュールは、パッケージ化されたアプリの `Frameworks` フォルダーに保存された、適切なメタデータ付きのフレームワークにある動的ライブラリである必要があります。フレームワークごとにバイナリは一つだけで、Frameworks フォルダーの外に実行可能バイナリデータを設置することはできません。

To accommodate this requirement, when running on iOS, extension module binaries are *not* packaged as `.so` files on `sys.path`, but as individual standalone frameworks. To discover those frameworks, this loader is be registered against the `.fwork` file extension, with a `.fwork` file acting as a placeholder in the original location of the binary on `sys.path`. The `.fwork` file contains the path of the actual binary in the `Frameworks` folder, relative to the app bundle. To allow for resolving a framework-packaged binary back to the original location, the framework is expected to contain a `.origin` file that contains the location of the `.fwork` file, relative to the app bundle.

例えば、`from foo.bar import _whiz` をインポートする場合を考えてみましょう。`_whiz` がバイナリモジュール `sources/foo/bar/_whiz.abi3.so` で実装されており、`sources` のアプリケーションバンドルからの相対パスが `sys.path` に登録されています。このモジュールは `Frameworks/foo.bar._whiz.framework/foo.bar._whiz`（フレームワーク名はモジュールの完全なインポートパスから命名されています）として、`Info.plist` ファイルをバイナリをフレームワークとして識別する `.framework` ディレクトリ内に設置して配布しなければなりません。`foo.bar._whiz` モジュールは、元の場所で、`Frameworks/foo.bar._whiz/foo.bar._whiz` のパスを含む `sources/foo/bar/_whiz.abi3.fwork` マーカーファイルに記述されます。また、フレームワークは、`.fwork` へのパスを含む `Frameworks/foo.bar._whiz.framework/foo.bar._whiz.origin` も含まなければなりません。

When a module is loaded with this loader, the `__file__` for the module will report as the location of the `.fwork` file. This allows code to use the `__file__` of a module as an anchor for file system traversal. However, the spec origin will reference the location of the *actual* binary in the `.framework` folder.

The Xcode project building the app is responsible for converting any `.so` files from wherever they exist in the `PYTHONPATH` into frameworks in the `Frameworks` folder (including stripping extensions from the module file, the addition of framework metadata, and signing the resulting framework), and creating the `.fwork` and `.origin` files. This will usually be done with a build step in the Xcode project; see the iOS documentation for details on how to construct this build step.

Added in version 3.13.

利用可能な環境: iOS

name

ローダーがサポートするモジュールの名前です。

path

拡張モジュールの `.fwork` ファイルへのパス。

31.5.5 importlib.util -- インポータのためのユーティリティコード

ソースコード: Lib/importlib/util.py

このモジュールには、**インポーター** の構築を助ける様々なオブジェクトがあります。

importlib.util.MAGIC_NUMBER

バイトコードバージョン番号を表しているバイト列。バイトコードのロード／書き込みについてヘルプが必要なら *importlib.abc.SourceLoader* を参照してください。

Added in version 3.4.

importlib.util.cache_from_source(*path*, *debug_override=None*, *, *optimization=None*)

ソース *path* に関連付けられたバイトコンパイルされたファイルの **PEP 3147**/**PEP 488** パスを返します。例えば、*path* が /foo/bar/baz.py なら、Python 3.2 の場合返り値は /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc になります。cpython-32 という文字列は、現在のマジックタグから得られます (マジックタグについては get_tag() を参照; sys.implementation.cache_tag が未定義なら *NotImplementedError* が送出されます。)

optimization パラメータは、バイトコードファイルの最適化レベルを指定するために使われます。空文字列は最適化しないことを表します。したがって、*optimization* が '' のとき /foo/bar/baz.py に対して /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc というバイトコードパスが返ります。None にするとインタープリタの最適化レベルが使われます。それ以外では値の文字列表現が使われます。したがって、*optimization* が 2 のとき /foo/bar/baz.py に対して /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.opt-2.pyc というバイトコードパスが返ります。*optimization* の文字列表現は英数字だけが可能で、そうでなければ *ValueError* が上げられます。

debug_override パラメータは deprecated で、システムの __debug__ 値をオーバーライドするために使用できます。True 値は *optimization* を空文字列に設定するのと等価です。False 値は *optimization* を 1 に設定するのと同等です。もし *debug_override* と *optimization* のどちらも None 以外であれば *TypeError* が上げられます。

Added in version 3.4.

バージョン 3.5 で変更: *optimization* パラメータが追加され、*debug_override* パラメータは deprecated になりました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

importlib.util.source_from_cache(*path*)

PEP 3147 ファイル名への *path* が与えられると、関連するソースコードのファイルパスを返します。例えば、*path* が /foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc なら、返されるパスは /foo/bar/baz.py になります。*path* は存在する必要はありませんが、**PEP 3147** または **PEP 488** フォーマットに一致し

ない場合は *ValueError* が送出されます。sys.implementation.cache_tag が定義されていない場合、*NotImplementedError* が送出されます。

Added in version 3.4.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

importlib.util.**decode_source**(*source_bytes*)

与えられたソースコードを表すバイト列をデコードして、文字列としてそれを一般的な改行形式 (universal newlines) で返します (*importlib.abc.InspectLoader.get_source()* で要求されるように)。

Added in version 3.4.

importlib.util.**resolve_name**(*name*, *package*)

相対的なモジュール名を解決して絶対的なものにします。

name の先頭にドットがなければ、単に **name** が返されます。これにより、例えば importlib.util.resolve_name('sys', __spec__.parent) を使うときに **package** 変数が必要かどうかを確認する必要がなくなります。

name が相対的なモジュール名であるにもかかわらず **package** が偽値 (例えば None や空文字列) ならば、*ImportError* が送出されます。相対的な名前がそれを含むパッケージから抜け出る (例えば spam パッケージ内から ..bacon を要求する) 場合にも *ImportError* が送出されます。

Added in version 3.3.

バージョン 3.9 で変更: To improve consistency with import statements, raise *ImportError* instead of *ValueError* for invalid relative import attempts.

importlib.util.**find_spec**(*name*, *package=None*)

Find the *spec* for a module, optionally relative to the specified **package** name. If the module is in *sys.modules*, then sys.modules[name].__spec__ is returned (unless the spec would be None or is not set, in which case *ValueError* is raised). Otherwise a search using *sys.meta_path* is done. None is returned if no spec is found.

name がサブモジュールを示している (ドットを含む) 場合、親モジュールは自動的にインポートされます。

name と **package** は import_module() に対するものと同じように機能します。

Added in version 3.4.

バージョン 3.7 で変更: Raises *ModuleNotFoundError* instead of *AttributeError* if **package** is in fact not a package (i.e. lacks a __path__ attribute).

importlib.util.**module_from_spec**(*spec*)

spec と *spec.loader.create_module* に基づいて新しいモジュールを作ります。

spec.loader.create_module が None を返さない場合は、既に存在するどの属性もリセットされません。また、**spec** にアクセスしたり属性をモジュールに設定したりする際に *AttributeError* 例外が起きても例外は送出されません。

この関数は、新しいモジュールを作る方法として *types.ModuleType* よりも推奨されます。なぜなら、できるだけ多くのインポートコントロールされた属性をモジュールに設定するために **spec** が使用されるからです。

Added in version 3.5.

importlib.util.spec_from_loader(*name*, *loader*, ***, *origin=None*, *is_package=None*)

この関数は、スペックに不足している情報を埋めるために *ModuleSpec* のような利用可能な *loader* API を使います。

Added in version 3.4.

importlib.util.spec_from_file_location(*name*, *location*, ***, *loader=None*, *submodule_search_locations=None*)

ファイルへのパスにもとづいて *ModuleSpec* インスタンスを生成するためのファクトリー関数。不足している情報は、ローダー API を利用してスペックから得られる情報と、モジュールがファイルベースであるという暗黙的な情報によって埋められます。

Added in version 3.4.

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

importlib.util.source_hash(*source_bytes*)

Return the hash of *source_bytes* as bytes. A hash-based `.pyc` file embeds the *source_hash()* of the corresponding source file's contents in its header.

Added in version 3.7.

importlib.util._incompatible_extension_module_restrictions(***, *disable_check*)

A context manager that can temporarily skip the compatibility check for extension modules. By default the check is enabled and will fail when a single-phase init module is imported in a subinterpreter. It will also fail for a multi-phase init module that doesn't explicitly support a per-interpreter GIL, when imported in an interpreter with its own GIL.

Note that this function is meant to accommodate an unusual case; one which is likely to eventually go away. There's is a pretty good chance this is not what you were looking for.

You can get the same effect as this function by implementing the basic interface of multi-phase init (**PEP 489**) and lying about support for multiple interpreters (or per-interpreter GIL).

> **警告:** Using this function to disable the check can lead to unexpected behavior and even crashes. It should only be used during extension module development.

Added in version 3.12.

class importlib.util.**LazyLoader**(*loader*)

モジュールが属性アクセスできるようになるまで、モジュールのローダーの実行を遅延するクラス。

This class **only** works with loaders that define *exec_module()* as control over what module type is used for the module is required. For those same reasons, the loader's *create_module()* method must return `None` or a type for which its `__class__` attribute can be mutated along with not using *slots*. Finally, modules which substitute the object placed into *sys.modules* will not work as there is no way to properly replace the module references throughout the interpreter safely; *ValueError* is raised if such a substitution is detected.

注釈: 起動時間が重要なプロジェクトでは、もし決して使われないモジュールがあれば、このクラスを使ってモジュールをロードするコストを最小化できるかもしれません。スタートアップ時間が重要でないプロジェクトでは、遅延されたロードの際に発生して文脈の外で起こるエラーメッセージのため、このクラスの使用は **著しく** 推奨されません。

Added in version 3.5.

バージョン 3.6 で変更: Began calling *create_module()*, removing the compatibility warning for *importlib.machinery.BuiltinImporter* and *importlib.machinery.ExtensionFileLoader*.

classmethod **factory**(*loader*)

遅延ローダを生成する callable を返すクラスメソッド。これは、ローダーをインスタンスとしてではなくクラスとして渡すような状況において使われることを意図しています。

```
suffixes = importlib.machinery.SOURCE_SUFFIXES
loader = importlib.machinery.SourceFileLoader
lazy_loader = importlib.util.LazyLoader.factory(loader)
finder = importlib.machinery.FileFinder(path, (lazy_loader, suffixes))
```

31.5.6 使用例

プログラムからのインポート

プログラムからモジュールをインポートするには、*importlib.import_module()* を使ってください。

```
import importlib

itertools = importlib.import_module('itertools')
```

モジュールがインポートできるか確認する

インポートを実際に行わずに、あるモジュールがインポートできるかを知る必要がある場合は、*importlib.util.find_spec()* を使ってください。

Note that if `name` is a submodule (contains a dot), *importlib.util.find_spec()* will import the parent module.

```
import importlib.util
import sys

# For illustrative purposes.
name = 'itertools'

if name in sys.modules:
    print(f"{name!r} already in sys.modules")
elif (spec := importlib.util.find_spec(name)) is not None:
    # If you chose to perform the actual import ...
    module = importlib.util.module_from_spec(spec)
    sys.modules[name] = module
    spec.loader.exec_module(module)
    print(f"{name!r} has been imported")
else:
    print(f"can't find the {name!r} module")
```

ソースファイルから直接インポートする

To import a Python source file directly, use the following recipe:

```
import importlib.util
import sys

# For illustrative purposes.
import tokenize
file_path = tokenize.__file__
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
module_name = tokenize.__name__

spec = importlib.util.spec_from_file_location(module_name, file_path)
module = importlib.util.module_from_spec(spec)
sys.modules[module_name] = module
spec.loader.exec_module(module)
```

Implementing lazy imports

The example below shows how to implement lazy imports:

```
>>> import importlib.util
>>> import sys
>>> def lazy_import(name):
...     spec = importlib.util.find_spec(name)
...     loader = importlib.util.LazyLoader(spec.loader)
...     spec.loader = loader
...     module = importlib.util.module_from_spec(spec)
...     sys.modules[name] = module
...     loader.exec_module(module)
...     return module
...
>>> lazy_typing = lazy_import("typing")
>>> #lazy_typing is a real module object,
>>> #but it is not loaded in memory yet.
>>> lazy_typing.TYPE_CHECKING
False
```

インポーターのセットアップ

For deep customizations of import, you typically want to implement an *importer*. This means managing both the *finder* and *loader* side of things. For finders there are two flavours to choose from depending on your needs: a *meta path finder* or a *path entry finder*. The former is what you would put on *sys.meta_path* while the latter is what you create using a *path entry hook* on *sys.path_hooks* which works with *sys.path* entries to potentially create a finder. This example will show you how to register your own importers so that import will use them (for creating an importer for yourself, read the documentation for the appropriate classes defined within this package):

```
import importlib.machinery
import sys

# For illustrative purposes only.
SpamMetaPathFinder = importlib.machinery.PathFinder
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
SpamPathEntryFinder = importlib.machinery.FileFinder
loader_details = (importlib.machinery.SourceFileLoader,
                  importlib.machinery.SOURCE_SUFFIXES)

# Setting up a meta path finder.
# Make sure to put the finder in the proper location in the list in terms of
# priority.
sys.meta_path.append(SpamMetaPathFinder)

# Setting up a path entry finder.
# Make sure to put the path hook in the proper location in the list in terms
# of priority.
sys.path_hooks.append(SpamPathEntryFinder.path_hook(loader_details))
```

Approximating `importlib.import_module()`

Import itself is implemented in Python code, making it possible to expose most of the import machinery through importlib. The following helps illustrate the various APIs that importlib exposes by providing an approximate implementation of *importlib.import_module()*:

```
import importlib.util
import sys

def import_module(name, package=None):
    """An approximate implementation of import."""
    absolute_name = importlib.util.resolve_name(name, package)
    try:
        return sys.modules[absolute_name]
    except KeyError:
        pass

    path = None
    if '.' in absolute_name:
        parent_name, _, child_name = absolute_name.rpartition('.')
        parent_module = import_module(parent_name)
        path = parent_module.__spec__.submodule_search_locations
    for finder in sys.meta_path:
        spec = finder.find_spec(absolute_name, path)
        if spec is not None:
            break
    else:
        msg = f'No module named {absolute_name!r}'
        raise ModuleNotFoundError(msg, name=absolute_name)
    module = importlib.util.module_from_spec(spec)
    sys.modules[absolute_name] = module
    spec.loader.exec_module(module)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    if path is not None:
        setattr(parent_module, child_name, module)
    return module
```

31.6 importlib.resources -- パッケージリソースの読み取り、オープン、アクセス

ソースコード: Lib/importlib/resources/__init__.py

Added in version 3.7.

This module leverages Python's import system to provide access to *resources* within *packages*.

"Resources" are file-like resources associated with a module or package in Python. The resources may be contained directly in a package, within a subdirectory contained in that package, or adjacent to modules outside a package. Resources may be text or binary. As a result, Python module sources (.py) of a package and compilation artifacts (pycache) are technically de-facto resources of that package. In practice, however, resources are primarily those non-Python artifacts exposed specifically by the package author.

Resources can be opened or read in either binary or text mode.

リソースは大体ディレクトリの中のファイルに似ていますが、これは単なる例え話であることを頭に入れておくことが重要です。例えば、パッケージとそのリソースは *zipimport* を使って zip ファイルからインポートすることができます。

注釈: このモジュールは、pkg_resources Basic Resource Access に似た機能を、そのパッケージのパフォーマンスのオーバーヘッドを伴わずに提供します。これにより、パッケージに含まれるリソースの読み込みがより簡単になり、より安定した一貫した意味付けができるようになります。

このモジュールのスタンドアローンバックポートでは、importlib.resources の使用 と pkg_resources から importlib.resources への移行 についての詳細情報を提供しています。

Loaders でリソースの読み込みをサポートしたい場合は、*importlib.resources.abc.ResourceReader* で指定された `get_resource_reader(fullname)` メソッドを実装しなければいけません。

class importlib.resources.**Anchor**

Represents an anchor for resources, either a *module object* or a module name as a string. Defined as `Union[str, ModuleType]`.

importlib.resources.files(*anchor:* Anchor / None = *None*)

Returns a *Traversable* object representing the resource container (think directory) and its resources (think files). A Traversable may contain other containers (think subdirectories).

anchor is an optional *Anchor*. If the anchor is a package, resources are resolved from that package. If a module, resources are resolved adjacent to that module (in the same package or the package root). If the anchor is omitted, the caller's module is used.

Added in version 3.9.

バージョン 3.12 で変更: *package* parameter was renamed to *anchor*. *anchor* can now be a non-package module and if omitted will default to the caller's module. *package* is still accepted for compatibility but will raise a *DeprecationWarning*. Consider passing the anchor positionally or using `importlib_resources >= 5.10` for a compatible interface on older Pythons.

importlib.resources.as_file(*traversable*)

Given a *Traversable* object representing a file or directory, typically from *importlib.resources.files()*, return a context manager for use in a `with` statement. The context manager provides a *pathlib.Path* object.

Exiting the context manager cleans up any temporary file or directory created when the resource was extracted from e.g. a zip file.

Use `as_file` when the Traversable methods (`read_text`, etc) are insufficient and an actual file or directory on the file system is required.

Added in version 3.9.

バージョン 3.12 で変更: Added support for *traversable* representing a directory.

31.6.1 関数 API

A set of simplified, backwards-compatible helpers is available. These allow common operations in a single function call.

For all the following functions:

- *anchor* is an *Anchor*, as in *files()*. Unlike in `files`, it may not be omitted.
- *path_names* are components of a resource's path name, relative to the anchor. For example, to get the text of resource named `info.txt`, use:

```
importlib.resources.read_text(my_module, "info.txt")
```

Like *Traversable.joinpath*, The individual components should use forward slashes (/) as path separators. For example, the following are equivalent:

```
importlib.resources.read_binary(my_module, "pics/painting.png")
importlib.resources.read_binary(my_module, "pics", "painting.png")
```

For backward compatibility reasons, functions that read text require an explicit *encoding* argument if multiple *path_names* are given. For example, to get the text of `info/chapter1.txt`, use:

```
importlib.resources.read_text(my_module, "info", "chapter1.txt",
                              encoding='utf-8')
```

importlib.resources.open_binary(*anchor*, **path_names*)

Open the named resource for binary reading.

See *the introduction* for details on *anchor* and *path_names*.

This function returns a *BinaryIO* object, that is, a binary stream open for reading.

This function is roughly equivalent to:

```
files(anchor).joinpath(*path_names).open('rb')
```

バージョン 3.13 で変更: Multiple *path_names* are accepted.

importlib.resources.open_text(*anchor*, **path_names*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

Open the named resource for text reading. By default, the contents are read as strict UTF-8.

See *the introduction* for details on *anchor* and *path_names*. *encoding* and *errors* have the same meaning as in built-in *open()*.

For backward compatibility reasons, the *encoding* argument must be given explicitly if there are multiple *path_names*. This limitation is scheduled to be removed in Python 3.15.

This function returns a *TextIO* object, that is, a text stream open for reading.

This function is roughly equivalent to:

```
files(anchor).joinpath(*path_names).open('r', encoding=encoding)
```

バージョン 3.13 で変更: Multiple *path_names* are accepted. *encoding* and *errors* must be given as keyword arguments.

importlib.resources.read_binary(*anchor*, **path_names*)

Read and return the contents of the named resource as *bytes*.

See *the introduction* for details on *anchor* and *path_names*.

This function is roughly equivalent to:

```
files(anchor).joinpath(*path_names).read_bytes()
```

バージョン 3.13 で変更: Multiple *path_names* are accepted.

importlib.resources.read_text(*anchor*, **path_names*, *encoding='utf-8'*, *errors='strict'*)

Read and return the contents of the named resource as *str*. By default, the contents are read as strict UTF-8.

See *the introduction* for details on *anchor* and *path_names*. *encoding* and *errors* have the same meaning as in built-in *open()*.

For backward compatibility reasons, the *encoding* argument must be given explicitly if there are multiple *path_names*. This limitation is scheduled to be removed in Python 3.15.

This function is roughly equivalent to:

```
files(anchor).joinpath(*path_names).read_text(encoding=encoding)
```

バージョン 3.13 で変更: Multiple *path_names* are accepted. *encoding* and *errors* must be given as keyword arguments.

importlib.resources.path(*anchor*, **path_names*)

Provides the path to the *resource* as an actual file system path. This function returns a context manager for use in a `with` statement. The context manager provides a *pathlib.Path* object.

Exiting the context manager cleans up any temporary files created, e.g. when the resource needs to be extracted from a zip file.

For example, the *stat()* method requires an actual file system path; it can be used like this:

```
with importlib.resources.path(anchor, "resource.txt") as fspath:
    result = fspath.stat()
```

See *the introduction* for details on *anchor* and *path_names*.

This function is roughly equivalent to:

```
as_file(files(anchor).joinpath(*path_names))
```

バージョン 3.13 で変更: Multiple *path_names* are accepted. *encoding* and *errors* must be given as keyword arguments.

importlib.resources.is_resource(*anchor*, **path_names*)

Return `True` if the named resource exists, otherwise `False`. This function does not consider directories to be resources.

See *the introduction* for details on *anchor* and *path_names*.

This function is roughly equivalent to:

```
files(anchor).joinpath(*path_names).is_file()
```

バージョン 3.13 で変更: Multiple *path_names* are accepted.

importlib.resources.contents(*anchor*, **path_names*)

Return an iterable over the named items within the package or path. The iterable returns names of resources (e.g. files) and non-resources (e.g. directories) as *str*. The iterable does not recurse into subdirectories.

See *the introduction* for details on *anchor* and *path_names*.

This function is roughly equivalent to:

```
for resource in files(anchor).joinpath(*path_names).iterdir():
    yield resource.name
```

バージョン 3.11 で非推奨: Prefer `iterdir()` as above, which offers more control over the results and richer functionality.

31.7 importlib.resources.abc -- リソースの抽象基底クラス

ソースコード: Lib/importlib/resources/abc.py

Added in version 3.11.

class importlib.resources.abc.ResourceReader

TraversableResources **に取って代わられました**

resources の読み出し機能を提供する **抽象基底クラス** *(abstract base class, ABC)* です。

From the perspective of this ABC, a *resource* is a binary artifact that is shipped within a package. Typically this is something like a data file that lives next to the `__init__.py` file of the package. The purpose of this class is to help abstract out the accessing of such data files so that it does not matter if the package and its data file(s) are stored in a e.g. zip file versus on the file system.

For any of methods of this class, a *resource* argument is expected to be a *path-like object* which represents conceptually just a file name. This means that no subdirectory paths should be included in the *resource* argument. This is because the location of the package the reader is for, acts as the "directory". Hence the metaphor for directories and file names is packages and resources, respectively.

This is also why instances of this class are expected to directly correlate to a specific package (instead of potentially representing multiple packages or a module).

Loaders that wish to support resource reading are expected to provide a method called `get_resource_reader(fullname)` which returns an object implementing this ABC's interface. If the module specified by fullname is not a package, this method should return *None*. An object compatible with this ABC should only be returned when the specified module is a package.

バージョン 3.12 で非推奨、バージョン 3.14 で削除: Use *importlib.resources.abc.TraversableResources* instead.

abstractmethod open_resource(*resource*)

Returns an opened, *file-like object* for binary reading of the *resource*.

リソースが見付からない場合は、*FileNotFoundError* が送出されます。

abstractmethod resource_path(*resource*)

resource へのファイルシステムパスを返します。

リソースの実体がファイルシステムに存在しない場合、*FileNotFoundError* が送出されます。

abstractmethod is_resource(*name*)

name という名前がリソースだと見なせるなら `True` を返します。*name* が存在しない場合は *FileNotFoundError* が送出されます。

abstractmethod contents()

Returns an *iterable* of strings over the contents of the package. Do note that it is not required that all names returned by the iterator be actual resources, e.g. it is acceptable to return names for which *is_resource()* would be false.

Allowing non-resource names to be returned is to allow for situations where how a package and its resources are stored are known a priori and the non-resource names would be useful. For instance, returning subdirectory names is allowed so that when it is known that the package and resources are stored on the file system then those subdirectory names can be used directly.

The abstract method returns an iterable of no items.

class importlib.resources.abc.**Traversable**

An object with a subset of *pathlib.Path* methods suitable for traversing directories and opening files.

For a representation of the object on the file-system, use *importlib.resources.as_file()*.

name

Abstract. The base name of this object without any parent references.

abstractmethod iterdir()

Yield Traversable objects in self.

abstractmethod is_dir()

Return `True` if self is a directory.

abstractmethod is_file()

Return `True` if self is a file.

abstractmethod joinpath(*pathsegments***)**

Traverse directories according to *pathsegments* and return the result as `Traversable`.

Each *pathsegments* argument may contain multiple names separated by forward slashes (`/`, `posixpath.sep`). For example, the following are equivalent:

```
files.joinpath('subdir', 'subsuddir', 'file.txt')
files.joinpath('subdir/subsuddir/file.txt')
```

Note that some `Traversable` implementations might not be updated to the latest version of the protocol. For compatibility with such implementations, provide a single argument without path separators to each call to `joinpath`. For example:

```
files.joinpath('subdir').joinpath('subsubdir').joinpath('file.txt')
```

バージョン 3.11 で変更: `joinpath` accepts multiple *pathsegments*, and these segments may contain forward slashes as path separators. Previously, only a single *child* argument was accepted.

abstractmethod __truediv__(*child***)**

Return Traversable child in self. Equivalent to `joinpath(child)`.

abstractmethod open(*mode='r'***, *args, **kwargs)**

mode may be 'r' or 'rb' to open as text or binary. Return a handle suitable for reading (same as *pathlib.Path.open*).

When opening as text, accepts encoding parameters such as those accepted by *io.TextIOWrapper*.

read_bytes()

Read contents of self as bytes.

read_text(*encoding=None***)**

Read contents of self as text.

class importlib.resources.abc.TraversableResources

An abstract base class for resource readers capable of serving the *importlib.resources.files()* interface. Subclasses *ResourceReader* and provides concrete implementations of the

ResourceReader's abstract methods. Therefore, any loader supplying TraversableResources also supplies ResourceReader.

Loaders that wish to support resource reading are expected to implement this interface.

abstractmethod files()

Returns a *importlib.resources.abc.Traversable* object for the loaded package.

31.8 importlib.metadata -- パッケージメタデータへのアクセス

Added in version 3.8.

バージョン 3.10 で変更: importlib.metadata は暫定的なものではなくなりました。

ソースコード: Lib/importlib/metadata/__init__.py

importlib.metadata はインストールされた 配布パッケージ のエントリポイントやトップレベル名 (あれば、パッケージ やモジュール) のようなメタデータへのアクセスを提供するライブラリです。Python のインポートシステムをベースに構築されており、このライブラリは pkg_resources の entry point API と metadata API にある同様の機能を置き換えることを目的としています。*importlib.resources* と共に、このパッケージは古くて効率の悪い pkg_resources パッケージを使う必要性を無くすことができます。

importlib.metadata は、Python の site-packages ディレクトリに pip などのツールでインストールしたサードパーティの **配布パッケージ** に対して動作します。具体的には、dist-info や egg-info ディレクトリを持つ配布物や、コアとなるメタデータの仕様 で定義されたメタデータを検出できるようにします。

重要: これらは Python コード内でインポートできるトップレベルの **パッケージ** 名と **必ずしも** 同等であったり、1:1 で対応するものではありません。1 つの **配布パッケージ** は複数の **パッケージ** (および単一のモジュール) を含むことができ、1 つのトップレベルの **パッケージ** は、それが名前空間パッケージであれば複数の **配布パッケージ** にマップすることができます。これらのマッピングを得るには *packages_distributions()* を使用します。

デフォルトでは、配布物のメタデータはファイルシステム上、または *sys.path* の zip アーカイブに保存されます。拡張機構により、メタデータはほとんどどこにでも置くことができます。

参考:

https://importlib-metadata.readthedocs.io/

importlib_metadata のドキュメントは importlib.metadata のバックポートです。これには、このモジュールのクラスと関数の API リファレンス と、pkg_resources の既存のユーザーのための 移行ガイド があります。

31.8.1 概要

例えば、pip を使ってインストールした 配布パッケージ のバージョン文字列を取得したいとします。まず、仮想環境を作成し、そこに何かをインストールすることから始めましょう:

```
$ python -m venv example
$ source example/bin/activate
(example) $ python -m pip install wheel
```

以下のように実行することで、wheel のバージョン文字列を取得することができます:

```
(example) $ python
>>> from importlib.metadata import version
>>> version('wheel')
'0.32.3'
```

また、console_scripts や distutils.commands などのエントリポイントのプロパティ (通常は 'group' や 'name') で選択可能なエントリポイントの集合を取得することができます。各グループは **エントリポイント** オブジェクトの集合を含んでいます。

ディストリビューションのメタデータ を取得することができます。:

```
>>> list(metadata('wheel'))
['Metadata-Version', 'Name', 'Version', 'Summary', 'Home-page', 'Author', 'Author-email',
↪'Maintainer', 'Maintainer-email', 'License', 'Project-URL', 'Project-URL', 'Project-URL',
↪'Keywords', 'Platform', 'Classifier', 'Classifier', 'Classifier', 'Classifier', 'Classifier',
↪'Classifier', 'Classifier', 'Classifier', 'Classifier', 'Classifier', 'Classifier',
↪ 'Requires-Python', 'Provides-Extra', 'Requires-Dist', 'Requires-Dist']
```

また、**配布物のバージョン番号** を取得し、**構成ファイル** をリストアップし、配布物の **配布物の要件** のリストを取得することができます。

31.8.2 機能 API

本パッケージは、公開 API を通じて以下の機能を提供します。

エントリポイント

entry_points() 関数は、エントリポイントの集合を返します。各 EntryPoint は .name, .group, .value 属性と値を解決する .load() メソッドを持っています。また、.value 属性の構成要素を取得するための .module, .attr, .extras 属性が存在します。

すべてのエントリポイントに問い合わせる:

```
>>> eps = entry_points()
```

entry_points() 関数は、すべての EntryPoint オブジェクトを集めた EntryPoints オブジェクトを、便宜上 names と groups 属性を付けて返します。

```
>>> sorted(eps.groups)
['console_scripts', 'distutils.commands', 'distutils.setup_keywords', 'egg_info.writers',
↪'setuptools.installation']
```

EntryPoints には、特定のプロパティに一致するエントリポイントを選択するための select メソッドがあります。console_scripts グループ内のエントリポイントを選択する:

```
>>> scripts = eps.select(group='console_scripts')
```

Equivalently, since entry_points passes keyword arguments through to select:

```
>>> scripts = entry_points(group='console_scripts')
```

”wheel” という名前の特定のスクリプトを選択します。(wheel プロジェクトにあります):

```
>>> 'wheel' in scripts.names
True
>>> wheel = scripts['wheel']
```

同様に、選択時にそのエントリポイントを問い合わせます:

```
>>> (wheel,) = entry_points(group='console_scripts', name='wheel')
>>> (wheel,) = entry_points().select(group='console_scripts', name='wheel')
```

解決したエントリポイントを検証する:

```
>>> wheel
EntryPoint(name='wheel', value='wheel.cli:main', group='console_scripts')
>>> wheel.module
'wheel.cli'
>>> wheel.attr
'main'
>>> wheel.extras
[]
>>> main = wheel.load()
>>> main
<function main at 0x103528488>
```

group と name はパッケージの作者によって定義された任意の値で、通常クライアントは特定のグループのエントリポイントを解決したいと思うでしょう。エントリポイント、その他の定義、使用方法についての詳細は setuptools のドキュメント を参照してください。

バージョン 3.12 で変更: The "selectable" entry points were introduced in `importlib_metadata` 3.6 and Python 3.10. Prior to those changes, `entry_points` accepted no parameters and always returned a dictionary of entry points, keyed by group. With `importlib_metadata` 5.0 and Python 3.12, `entry_points` always returns an `EntryPoints` object. See backports.entry_points_selectable for compatibility options.

バージョン 3.13 で変更: `EntryPoint` objects no longer present a tuple-like interface (`__getitem__()`).

配布物メタデータ

すべての 配布パッケージ にはメタデータが含まれており、`metadata()` 関数を使って取得することができます:

```
>>> wheel_metadata = metadata('wheel')
```

返されたデータ構造である `PackageMetadata` のキーはメタデータのキーワードを表し、値は配布パッケージのメタデータから解析されずに返されます:

```
>>> wheel_metadata['Requires-Python']
'>=2.7, !=3.0.*, !=3.1.*, !=3.2.*, !=3.3.*'
```

`PackageMetadata` には `json` 属性があり、**PEP 566** に従ってすべてのメタデータを JSON 互換の形式で返します:

```
>>> wheel_metadata.json['requires_python']
'>=2.7, !=3.0.*, !=3.1.*, !=3.2.*, !=3.3.*'
```

注釈: `metadata()` が返すオブジェクトの実際の型は実装の詳細であり、PackageMetadata プロトコル が示すインターフェースを通じてのみアクセスすることができます。

バージョン 3.10 で変更: ペイロードを通して提示されるとき、`Description` がメタデータに含まれるようになりました。行の継続文字は削除されました。

`json` 属性が追加されました。

配布物バージョン

`version()` 関数は 配布パッケージ のバージョン番号を文字列で取得するもっとも簡単な方法です。:

```
>>> version('wheel')
'0.32.3'
```

配布物ファイル

また、配布パッケージに含まれるファイルのフルセットを取得することもできます。`files()` 関数は 配布パッケージ 名を受け取り、この配布パッケージにインストールされているすべてのファイルを返します。返される各ファイルオブジェクトは `PackagePath` で、*pathlib.PurePath* から派生したオブジェクトに、メタデータで示された `dist`, `size`, `hash` プロパティを追加しています。例えば:

```
>>> util = [p for p in files('wheel') if 'util.py' in str(p)][0]
>>> util
PackagePath('wheel/util.py')
>>> util.size
859
>>> util.dist
<importlib.metadata._hooks.PathDistribution object at 0x101e0cef0>
>>> util.hash
<FileHash mode: sha256 value: bYkw5oMccfazVCoYQwKkkemoVyMAFoR34mmKBx8R1NI>
```

ファイルを取得したら、その内容を読むこともできます:

```
>>> print(util.read_text())
import base64
import sys
...
def as_bytes(s):
    if isinstance(s, text_type):
        return s.encode('utf-8')
    return s
```

また、`locate` メソッドを使用すると、ファイルへの絶対パスを取得することができます:

```
>>> util.locate()
PosixPath('/home/gustav/example/lib/site-packages/wheel/util.py')
```

In the case where the metadata file listing files (RECORD or SOURCES.txt) is missing, `files()` will return `None`. The caller may wish to wrap calls to `files()` in always_iterable or otherwise guard against this condition if the target distribution is not known to have the metadata present.

配布物の要件

配布パッケージ に必要なすべての要件を取得するには、`requires()` 関数を使用します:

```
>>> requires('wheel')
["pytest (>=3.0.0) ; extra == 'test'", "pytest-cov ; extra == 'test'"]
```

Mapping import to distribution packages

インポート可能なトップレベルの Python モジュールまたは パッケージ を提供する 配布パッケージ 名 (名前空間パッケージの場合はその名前) を解決する便利なメソッドです:

```
>>> packages_distributions()
{'importlib_metadata': ['importlib-metadata'], 'yaml': ['PyYAML'], 'jaraco': ['jaraco.classes',
↪'jaraco.functools'], ...}
```

Some editable installs, do not supply top-level names, and thus this function is not reliable with such installs.

Added in version 3.10.

31.8.3 Distributions

上記の API は最も一般的で便利な使い方ですが、Distribution クラスからすべての情報を得ることができます。Distribution は Python 配布パッケージ のメタデータを表す抽象オブジェクトです。Distribution のインスタンスを取得することができます。

```
>>> from importlib.metadata import distribution
>>> dist = distribution('wheel')
```

したがって、バージョン情報を取得する別の方法として、Distribution インスタンスを使用します:

```
>>> dist.version
'0.32.3'
```

Distribution インスタンスには、あらゆる種類の追加メタデータが用意されています:

```
>>> dist.metadata['Requires-Python']
'>=2.7, !=3.0.*, !=3.1.*, !=3.2.*, !=3.3.*'
>>> dist.metadata['License']
'MIT'
```

For editable packages, an `origin` property may present **PEP 610** metadata:

```
>>> dist.origin.url
'file:///path/to/wheel-0.32.3.editable-py3-none-any.whl'
```

利用可能なメタデータのフルセットは、ここでは説明しません。詳細は コアとなるメタデータの仕様 を参照してください。

Added in version 3.13: The `.origin` property was added.

31.8.4 Distribution Discovery

デフォルトでは、このパッケージは組み込みで、ファイルシステムおよび zip ファイル 配布パッケージ のメタデータを発見するためのサポートを提供します。このメタデータ検索のデフォルトは sys.path ですが、その値をどのように解釈するかは、他のインポート機構が行う方法とは若干異なります。具体的には:

- importlib.metadata は sys.path の *bytes* オブジェクトを受け入れません。
- importlib.metadata は、インポート時には無視されますが、sys.path 上の *pathlib.Path* オブジェクトを優先的に使用します。

31.8.5 検索アルゴリズムの拡張

Because Distribution Package metadata is not available through *sys.path* searches, or package loaders directly, the metadata for a distribution is found through import system finders. To find a distribution package's metadata, importlib.metadata queries the list of *meta path finders* on *sys.meta_path*.

By default importlib.metadata installs a finder for distribution packages found on the file system. This finder doesn't actually find any *distributions*, but it can find their metadata.

抽象クラス *importlib.abc.MetaPathFinder* は Python の import システムによってファインダーに期待されるインターフェイスを定義しています。importlib.metadata はこのプロトコルを拡張し、*sys.meta_path* からファインダーにオプションの find_distributions を呼び出すことができるようにし、この拡張インターフェースを DistributionFinder 抽象基底クラスとして提示し、この抽象メソッドを定義しています:

```
@abc.abstractmethod
def find_distributions(context=DistributionFinder.Context()):
    """Return an iterable of all Distribution instances capable of
    loading the metadata for packages for the indicated ``context``.
    """
```

DistributionFinder.Context オブジェクトは、検索するパスと一致する名前を示す .path と .name のプロパティを提供し、その他の関連するコンテキストを提供することもできます。

つまり、ファイルシステム以外の場所にある配布パッケージのメタデータを見つけるには、Distribution をサブクラス化して抽象メソッドを実装します。そして、カスタムファインダーから find_distributions() メソッドで、派生した Distribution のインスタンスを返します。

使用例

Consider for example a custom finder that loads Python modules from a database:

```
class DatabaseImporter(importlib.abc.MetaPathFinder):
    def __init__(self, db):
        self.db = db

    def find_spec(self, fullname, target=None) -> ModuleSpec:
        return self.db.spec_from_name(fullname)

sys.meta_path.append(DatabaseImporter(connect_db(...)))
```

That importer now presumably provides importable modules from a database, but it provides no metadata or entry points. For this custom importer to provide metadata, it would also need to implement `DistributionFinder`:

```
from importlib.metadata import DistributionFinder

class DatabaseImporter(DistributionFinder):
    ...

    def find_distributions(self, context=DistributionFinder.Context()):
        query = dict(name=context.name) if context.name else {}
        for dist_record in self.db.query_distributions(query):
            yield DatabaseDistribution(dist_record)
```

In this way, `query_distributions` would return records for each distribution served by the database matching the query. For example, if `requests-1.0` is in the database, `find_distributions` would yield a `DatabaseDistribution` for `Context(name='requests')` or `Context(name=None)`.

For the sake of simplicity, this example ignores `context.path`. The `path` attribute defaults to `sys.path` and is the set of import paths to be considered in the search. A `DatabaseImporter` could potentially function without any concern for a search path. Assuming the importer does no partitioning, the "path" would be irrelevant. In order to illustrate the purpose of `path`, the example would need to illustrate a more complex `DatabaseImporter` whose behavior varied depending on `sys.path`/`PYTHONPATH`. In that case, the `find_distributions` should honor the `context.path` and only yield `Distributions` pertinent to that path.

`DatabaseDistribution`, then, would look something like:

```
class DatabaseDistribution(importlib.metadata.Distributon):
    def __init__(self, record):
        self.record = record

    def read_text(self, filename):
        """
        Read a file like "METADATA" for the current distribution.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        """
        if filename == "METADATA":
            return f"""Name: {self.record.name}
Version: {self.record.version}
"""
        if filename == "entry_points.txt":
            return "\n".join(
              f"""[{ep.group}]\n{ep.name}={ep.value}"""
              for ep in self.record.entry_points)

    def locate_file(self, path):
        raise RuntimeError("This distribution has no file system")
```

This basic implementation should provide metadata and entry points for packages served by the `DatabaseImporter`, assuming that the `record` supplies suitable `.name`, `.version`, and `.entry_points` attributes.

The `DatabaseDistribution` may also provide other metadata files, like `RECORD` (required for `Distribution.files`) or override the implementation of `Distribution.files`. See the source for more inspiration.

31.9 sys.path モジュール検索パスの初期化

モジュール検索パスは Python の開始時に初期化されます。このモジュール検索パスは、*sys.path* でアクセス可能です。

The first entry in the module search path is the directory that contains the input script, if there is one. Otherwise, the first entry is the current directory, which is the case when executing the interactive shell, a `-c` command, or `-m` module.

The `PYTHONPATH` environment variable is often used to add directories to the search path. If this environment variable is found then the contents are added to the module search path.

注釈: `PYTHONPATH` will affect all installed Python versions/environments. Be wary of setting this in your shell profile or global environment variables. The *site* module offers more nuanced techniques as mentioned below.

The next items added are the directories containing standard Python modules as well as any *extension module*s that these modules depend on. Extension modules are `.pyd` files on Windows and `.so` files on other platforms. The directory with the platform-independent Python modules is called `prefix`. The directory with the extension modules is called `exec_prefix`.

The `PYTHONHOME` environment variable may be used to set the `prefix` and `exec_prefix` locations. Otherwise

these directories are found by using the Python executable as a starting point and then looking for various 'landmark' files and directories. Note that any symbolic links are followed so the real Python executable location is used as the search starting point. The Python executable location is called `home`.

Once `home` is determined, the `prefix` directory is found by first looking for `python`*majorversionminorversion*`.zip` (`python311.zip`). On Windows the zip archive is searched for in `home` and on Unix the archive is expected to be in `lib`. Note that the expected zip archive location is added to the module search path even if the archive does not exist. If no archive was found, Python on Windows will continue the search for `prefix` by looking for `Lib\os.py`. Python on Unix will look for `lib/python`*majorversion.minorversion*`/os.py` (`lib/python3.11/os.py`). On Windows `prefix` and `exec_prefix` are the same, however on other platforms `lib/python`*majorversion.minorversion*`/lib-dynload` (`lib/python3.11/lib-dynload`) is searched for and used as an anchor for `exec_prefix`. On some platforms `lib` may be `lib64` or another value, see *sys.platlibdir* and `PYTHONPLATLIBDIR`.

Once found, `prefix` and `exec_prefix` are available at *sys.prefix* and *sys.exec_prefix* respectively.

Finally, the *site* module is processed and `site-packages` directories are added to the module search path. A common way to customize the search path is to create *sitecustomize* or *usercustomize* modules as described in the *site* module documentation.

注釈: Certain command line options may further affect path calculations. See `-E`, `-I`, `-s` and `-S` for further details.

31.9.1 仮想環境

If Python is run in a virtual environment (as described at tut-venv) then `prefix` and `exec_prefix` are specific to the virtual environment.

If a `pyvenv.cfg` file is found alongside the main executable, or in the directory one level above the executable, the following variations apply:

- If `home` is an absolute path and `PYTHONHOME` is not set, this path is used instead of the path to the main executable when deducing `prefix` and `exec_prefix`.

31.9.2 _pth files

To completely override *sys.path* create a `._pth` file with the same name as the shared library or executable (`python._pth` or `python311._pth`). The shared library path is always known on Windows, however it may not be available on other platforms. In the `._pth` file specify one line for each path to add to *sys.path*. The file based on the shared library name overrides the one based on the executable, which allows paths to be restricted for any program loading the runtime if desired.

ファイルが存在したときは、全てのレジストリと環境変数は無視され、隔離モードになり、そのファイルに `import site` と指定していない限りは *site* がインポートできなくなります。空行と `#` で始まる行は無視されます。それぞれのパスはファイルの場所を指す絶対パスあるいは相対パスです。`site` 以外のインポート文は許可されておらず、任意のコードも書けません。

`import site` を指定したときは、(アンダースコアが前に付かない) `.pth` ファイルは *site* モジュールにより通常通り処理されることに注意してください。

31.9.3 埋め込みの Python

Python が他のアプリケーションに埋め込まれている場合は、`Py_InitializeFromConfig()` と `PyConfig` 構造体が Python の初期化に使用可能です。パス固有の詳細は、init-path-config で説明されています。

参考:

- Windows の詳細についてのメモは、windows_finding_modules を参照。
- Unix の詳細は、using-on-unix を参照。

第

THIRTYTWO

PYTHON 言語サービス

Python には Python 言語を使って作業するときに役に立つモジュールがたくさん提供されています。これらのモジュールはトークンの切り出し、パース、構文解析、バイトコードのディスアセンブリおよびその他のさまざまな機能をサポートしています。

これらのモジュールには、次のものが含まれています:

32.1 ast --- 抽象構文木

ソースコード: Lib/ast.py

---

ast モジュールは、Python アプリケーションで Python の抽象構文木を処理しやすくするものです。抽象構文そのものは、Python のリリースごとに変化する可能性があります。このモジュールを使用すると、現在の文法をプログラム上で知る助けになるでしょう。

抽象構文木を作成するには、*ast.PyCF_ONLY_AST* を組み込み関数 *compile()* のフラグとして渡すか、あるいはこのモジュールで提供されているヘルパー関数 *parse()* を使います。その結果は、*ast.AST* を継承したクラスのオブジェクトのツリーとなります。抽象構文木は組み込み関数 *compile()* を使って Python コード・オブジェクトにコンパイルすることができます。

32.1.1 抽象文法 (Abstract Grammar)

抽象文法は、現在次のように定義されています:

```
-- ASDL's 4 builtin types are:
-- identifier, int, string, constant

module Python
{
    mod = Module(stmt* body, type_ignore* type_ignores)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      | Interactive(stmt* body)
      | Expression(expr body)
      | FunctionType(expr* argtypes, expr returns)

  stmt = FunctionDef(identifier name, arguments args,
                     stmt* body, expr* decorator_list, expr? returns,
                     string? type_comment, type_param* type_params)
       | AsyncFunctionDef(identifier name, arguments args,
                          stmt* body, expr* decorator_list, expr? returns,
                          string? type_comment, type_param* type_params)

       | ClassDef(identifier name,
          expr* bases,
          keyword* keywords,
          stmt* body,
          expr* decorator_list,
          type_param* type_params)
       | Return(expr? value)

       | Delete(expr* targets)
       | Assign(expr* targets, expr value, string? type_comment)
       | TypeAlias(expr name, type_param* type_params, expr value)
       | AugAssign(expr target, operator op, expr value)
       -- 'simple' indicates that we annotate simple name without parens
       | AnnAssign(expr target, expr annotation, expr? value, int simple)

       -- use 'orelse' because else is a keyword in target languages
       | For(expr target, expr iter, stmt* body, stmt* orelse, string? type_comment)
       | AsyncFor(expr target, expr iter, stmt* body, stmt* orelse, string? type_comment)
       | While(expr test, stmt* body, stmt* orelse)
       | If(expr test, stmt* body, stmt* orelse)
       | With(withitem* items, stmt* body, string? type_comment)
       | AsyncWith(withitem* items, stmt* body, string? type_comment)

       | Match(expr subject, match_case* cases)

       | Raise(expr? exc, expr? cause)
       | Try(stmt* body, excepthandler* handlers, stmt* orelse, stmt* finalbody)
       | TryStar(stmt* body, excepthandler* handlers, stmt* orelse, stmt* finalbody)
       | Assert(expr test, expr? msg)

       | Import(alias* names)
       | ImportFrom(identifier? module, alias* names, int? level)

       | Global(identifier* names)
       | Nonlocal(identifier* names)
       | Expr(expr value)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        | Pass | Break | Continue

        -- col_offset is the byte offset in the utf8 string the parser uses
        attributes (int lineno, int col_offset, int? end_lineno, int? end_col_offset)

        -- BoolOp() can use left & right?
    expr = BoolOp(boolop op, expr* values)
         | NamedExpr(expr target, expr value)
         | BinOp(expr left, operator op, expr right)
         | UnaryOp(unaryop op, expr operand)
         | Lambda(arguments args, expr body)
         | IfExp(expr test, expr body, expr orelse)
         | Dict(expr* keys, expr* values)
         | Set(expr* elts)
         | ListComp(expr elt, comprehension* generators)
         | SetComp(expr elt, comprehension* generators)
         | DictComp(expr key, expr value, comprehension* generators)
         | GeneratorExp(expr elt, comprehension* generators)
         -- the grammar constrains where yield expressions can occur
         | Await(expr value)
         | Yield(expr? value)
         | YieldFrom(expr value)
         -- need sequences for compare to distinguish between
         -- x < 4 < 3 and (x < 4) < 3
         | Compare(expr left, cmpop* ops, expr* comparators)
         | Call(expr func, expr* args, keyword* keywords)
         | FormattedValue(expr value, int conversion, expr? format_spec)
         | JoinedStr(expr* values)
         | Constant(constant value, string? kind)

         -- the following expression can appear in assignment context
         | Attribute(expr value, identifier attr, expr_context ctx)
         | Subscript(expr value, expr slice, expr_context ctx)
         | Starred(expr value, expr_context ctx)
         | Name(identifier id, expr_context ctx)
         | List(expr* elts, expr_context ctx)
         | Tuple(expr* elts, expr_context ctx)

         -- can appear only in Subscript
         | Slice(expr? lower, expr? upper, expr? step)

        -- col_offset is the byte offset in the utf8 string the parser uses
        attributes (int lineno, int col_offset, int? end_lineno, int? end_col_offset)

    expr_context = Load | Store | Del

    boolop = And | Or
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
operator = Add | Sub | Mult | MatMult | Div | Mod | Pow | LShift
             | RShift | BitOr | BitXor | BitAnd | FloorDiv

unaryop = Invert | Not | UAdd | USub

cmpop = Eq | NotEq | Lt | LtE | Gt | GtE | Is | IsNot | In | NotIn

comprehension = (expr target, expr iter, expr* ifs, int is_async)

excepthandler = ExceptHandler(expr? type, identifier? name, stmt* body)
                attributes (int lineno, int col_offset, int? end_lineno, int? end_col_offset)

arguments = (arg* posonlyargs, arg* args, arg? vararg, arg* kwonlyargs,
             expr* kw_defaults, arg? kwarg, expr* defaults)

arg = (identifier arg, expr? annotation, string? type_comment)
       attributes (int lineno, int col_offset, int? end_lineno, int? end_col_offset)

-- keyword arguments supplied to call (NULL identifier for **kwargs)
keyword = (identifier? arg, expr value)
           attributes (int lineno, int col_offset, int? end_lineno, int? end_col_offset)

-- import name with optional 'as' alias.
alias = (identifier name, identifier? asname)
         attributes (int lineno, int col_offset, int? end_lineno, int? end_col_offset)

withitem = (expr context_expr, expr? optional_vars)

match_case = (pattern pattern, expr? guard, stmt* body)

pattern = MatchValue(expr value)
        | MatchSingleton(constant value)
        | MatchSequence(pattern* patterns)
        | MatchMapping(expr* keys, pattern* patterns, identifier? rest)
        | MatchClass(expr cls, pattern* patterns, identifier* kwd_attrs, pattern* kwd_patterns)

        | MatchStar(identifier? name)
        -- The optional "rest" MatchMapping parameter handles capturing extra mapping keys

        | MatchAs(pattern? pattern, identifier? name)
        | MatchOr(pattern* patterns)

         attributes (int lineno, int col_offset, int end_lineno, int end_col_offset)

type_ignore = TypeIgnore(int lineno, string tag)
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    type_param = TypeVar(identifier name, expr? bound, expr? default_value)
               | ParamSpec(identifier name, expr? default_value)
               | TypeVarTuple(identifier name, expr? default_value)
              attributes (int lineno, int col_offset, int end_lineno, int end_col_offset)
}
```

32.1.2 Node クラス

class ast.AST

このクラスは全ての AST ノード・クラスの基底です。実際のノード・クラスは **先に** 示した `Parser/Python.asdl` ファイルから派生したものです。これらのクラスは `_ast` C モジュールで定義され、*ast* にもエクスポートし直されています。

抽象文法の左辺のシンボル一つずつにそれぞれ一つのクラスがあります (たとえば `ast.stmt` や `ast.expr`)。それに加えて、右辺のコンストラクタ一つずつにそれぞれ一つのクラスがあり、これらのクラスは左辺のツリーのクラスを継承しています。たとえば、*ast.BinOp* は `ast.expr` から継承しています。代替を伴った生成規則 (production rules with alternatives) (別名 "sums") の場合、左辺は抽象クラスとなり、特定のコンストラクタ・ノードのインスタンスのみが作成されます。

_fields

各具象クラスは属性 `_fields` を持っており、すべての子ノードの名前をそこに保持しています。

具象クラスのインスタンスは、各子ノードに対してそれぞれひとつの属性を持っています。この属性は、文法で定義された型となります。たとえば *ast.BinOp* のインスタンスは `left` という属性を持っており、その型は `ast.expr` です。

これらの属性が、文法上 (クエスチョンマークを用いて) オプションであるとマークされている場合は、その値が `None` となることもあります。属性が 0 個以上の複数の値をとりうる場合 (アスタリスクでマークされている場合) は、値は Python のリストで表されます。全ての属性は AST を *compile()* でコンパイルする際には存在しなければならず、そして妥当な値でなければなりません。

_field_types

The `_field_types` attribute on each concrete class is a dictionary mapping field names (as also listed in *_fields*) to their types.

```
>>> ast.TypeVar._field_types
{'name': <class 'str'>, 'bound': ast.expr | None, 'default_value': ast.expr | None}
```

Added in version 3.13.

lineno

col_offset

end_lineno

end_col_offset

ast.expr や ast.stmt のサブクラスのインスタンスは *lineno*, *col_offset*, *end_lineno*, および *end_col_offset* 属性を持ちます。*lineno* と *end_lineno* はソーステキストの範囲を最初と最後の行番号で表し (1 から数え始めるので、最初の行の行番号は 1 となります)、*col_offset* と *end_col_offset* はノードが生成した最初と最後のトークンの UTF-8 バイトオフセットです。UTF-8 オフセットはパーサが内部で使用するので記録されます。

コンパイラは終了位置を必要としないことに注意してください。このため終了位置は省略可能です。終了位置を示すオフセットは最後のシンボルの **後の位置** になります。例えば一行で書かれた式のソースコードのセグメントは source_line[node.col_offset : node.end_col_offset] により取得できます。

クラス ast.T のコンストラクタは引数を次のように解析します:

- 位置引数があるとすれば、T._fields にあるのと同じだけの個数が無ければなりません。これらの引数はそこにある名前を持った属性として割り当てられます。
- キーワード引数があるとすれば、それらはその名前の属性にその値を割り当てられます。

たとえば、*ast.UnaryOp* ノードを生成して属性を埋めるには、次のようにすることができます

```
node = ast.UnaryOp(ast.USub(), ast.Constant(5, lineno=0, col_offset=0),
                   lineno=0, col_offset=0)
```

If a field that is optional in the grammar is omitted from the constructor, it defaults to None. If a list field is omitted, it defaults to the empty list. If a field of type ast.expr_context is omitted, it defaults to *Load()*. If any other field is omitted, a *DeprecationWarning* is raised and the AST node will not have this field. In Python 3.15, this condition will raise an error.

バージョン 3.8 で変更: *ast.Constant* が全ての定数に使われるようになりました。

バージョン 3.9 で変更: 単純なインデックスはその値で表現され、幅を持つスライスはタプルで表現されます。

バージョン 3.8 で非推奨: Old classes ast.Num, ast.Str, ast.Bytes, ast.NameConstant and ast.Ellipsis are still available, but they will be removed in future Python releases. In the meantime, instantiating them will return an instance of a different class.

バージョン 3.9 で非推奨: Old classes ast.Index and ast.ExtSlice are still available, but they will be removed in future Python releases. In the meantime, instantiating them will return an instance of a different class.

バージョン 3.13 で非推奨、バージョン 3.15 で削除予定: Previous versions of Python allowed the creation of AST nodes that were missing required fields. Similarly, AST node constructors allowed arbitrary keyword arguments that were set as attributes of the AST node, even if they did not match any of the fields of the AST node. This behavior is deprecated and will be removed in Python 3.15.

注釈: ここに示されている特定のノードクラスについての記述は、素晴らしい Green Tree Snakes プロジェクトとそのすべての貢献者の成果物をもとにしています。

Root nodes

class ast.**Module**(*body*, *type_ignores*)

A Python module, as with file input. Node type generated by *ast.parse()* in the default `"exec"` *mode*.

body is a *list* of the module's **文** *(Statements)*.

type_ignores is a *list* of the module's type ignore comments; see *ast.parse()* for more details.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('x = 1'), indent=4))
Module(
    body=[
        Assign(
            targets=[
                Name(id='x', ctx=Store())],
            value=Constant(value=1))])
```

class ast.**Expression**(*body*)

A single Python expression input. Node type generated by *ast.parse()* when *mode* is `"eval"`.

body is a single node, one of the *expression types*.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('123', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Constant(value=123))
```

class ast.**Interactive**(*body*)

A single interactive input, like in tut-interac. Node type generated by *ast.parse()* when *mode* is `"single"`.

body is a *list* of *statement nodes*.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('x = 1; y = 2', mode='single'), indent=4))
Interactive(
    body=[
        Assign(
            targets=[
                Name(id='x', ctx=Store())],
            value=Constant(value=1)),
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        Assign(
            targets=[
                Name(id='y', ctx=Store())],
            value=Constant(value=2))])
```

class ast.FunctionType(*argtypes*, *returns*)

A representation of an old-style type comments for functions, as Python versions prior to 3.5 didn't support **PEP 484** annotations. Node type generated by *ast.parse()* when *mode* is `"func_type"`.

Such type comments would look like this:

```
def sum_two_number(a, b):
    # type: (int, int) -> int
    return a + b
```

argtypes is a *list* of *expression nodes*.

returns is a single *expression node*.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('(int, str) -> List[int]', mode='func_type'), indent=4))
FunctionType(
    argtypes=[
        Name(id='int', ctx=Load()),
        Name(id='str', ctx=Load())],
    returns=Subscript(
        value=Name(id='List', ctx=Load()),
        slice=Name(id='int', ctx=Load()),
        ctx=Load()))
```

Added in version 3.8.

リテラル

class ast.Constant(*value*)

定数です。`Constant` リテラルの `value` 属性は定数値を表す Python オブジェクトを保持します。定数として表現される値は数値、文字列、または `None` のような単純な型のほかに、全ての要素が定数であるイミュータブルなコンテナ型 (tuples および frozensets) も設定可能です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('123', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Constant(value=123))
```

class ast.FormattedValue(*value*, *conversion*, *format_spec*)

このノードは f-string における単一の書式指定置換フィールドを表現します。文字列が単一の置換フィー

ルドしか持たず、他に何も含まない場合は、ノードは単独で存在できます。そうでない場合は *JoinedStr* の一部としてあらわれます。

- `value` は式ツリーのノードのいずれか (リテラル、変数、関数呼び出しなど) です。
- `conversion` は整数です:
  - -1: 書式指定なし
  - 115: `!s` 文字列書式指定
  - 114: `!r` repr 書式指定
  - 97: `!a` ascii 書式指定
- `format_spec` は値の書式指定を表現する *JoinedStr* ノード、もしくは書式指定がない場合は `None` です。`conversion` と `format_spec` を同時に設定することができます。

class ast.**JoinedStr**(*values*)

FormattedValue ノードと *Constant* ノードの集まりからなる f-string です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('f"sin({a}) is {sin(a):.3}"', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=JoinedStr(
        values=[
            Constant(value='sin('),
            FormattedValue(
                value=Name(id='a', ctx=Load()),
                conversion=-1),
            Constant(value=') is '),
            FormattedValue(
                value=Call(
                    func=Name(id='sin', ctx=Load()),
                    args=[
                        Name(id='a', ctx=Load())]),
                conversion=-1,
                format_spec=JoinedStr(
                    values=[
                        Constant(value='.3')]))]))
```

class ast.**List**(*elts*, *ctx*)

class ast.**Tuple**(*elts*, *ctx*)

リストまたはタプルをあらわします。`elts` は内包する要素を表現するノードのリストを保持します。`ctx` はコンテナが代入のターゲットである場合 (たとえば `(x,y)=something` のような場合) は *Store* であり、そうでない場合は *Load* です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('[1, 2, 3]', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=List(
        elts=[
            Constant(value=1),
            Constant(value=2),
            Constant(value=3)],
        ctx=Load()))
>>> print(ast.dump(ast.parse('(1, 2, 3)', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Tuple(
        elts=[
            Constant(value=1),
            Constant(value=2),
            Constant(value=3)],
        ctx=Load()))
```

class ast.Set(*elts*)

集合 (set) をあらわします。elts は集合の各要素を表現するノードのリストを保持します。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('{1, 2, 3}', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Set(
        elts=[
            Constant(value=1),
            Constant(value=2),
            Constant(value=3)]))
```

class ast.Dict(*keys*, *values*)

辞書をあらわします。keys と values はそれぞれキーと値のノードのリスト を順序が一致した形で (それぞれ dictionary.keys() と dictionary.values() を呼び出したときに返される順序で) 保持します。

辞書リテラルを使って辞書を展開した場合、展開された式ツリーにおいて辞書は values リストに入り、keys の対応する位置には None が入ります。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('{"a":1, **d}', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Dict(
        keys=[
            Constant(value='a'),
            None],
        values=[
            Constant(value=1),
            Name(id='d', ctx=Load())]))
```

変数

class ast.Name(*id*, *ctx*)

変数名をあらわします。id は変数名を文字列で保持し、ctx は以下に示す型のいずれかです。

class ast.Load

class ast.Store

class ast.Del

変数の参照は変数の値をロードするか、新しい値を割り当てるか、または値を削除するために使うことができます。変数の参照はこれら 3 つの場合を区別するためのコンテキストによって与えられます。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('a'), indent=4))
Module(
    body=[
        Expr(
            value=Name(id='a', ctx=Load()))])

>>> print(ast.dump(ast.parse('a = 1'), indent=4))
Module(
    body=[
        Assign(
            targets=[
                Name(id='a', ctx=Store())],
            value=Constant(value=1))])

>>> print(ast.dump(ast.parse('del a'), indent=4))
Module(
    body=[
        Delete(
            targets=[
                Name(id='a', ctx=Del())])])
```

class ast.Starred(*value*, *ctx*)

*var 形式の変数の参照をあらわします。value は変数、典型的には *Name* ノード、を保持します。この型は *args を伴う関数呼び出しノード *Call* を構築する際に使用します。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('a, *b = it'), indent=4))
Module(
    body=[
        Assign(
            targets=[
                Tuple(
                    elts=[
                        Name(id='a', ctx=Store()),
                        Starred(
                            value=Name(id='b', ctx=Store()),
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                            ctx=Store())],
                    ctx=Store())],
            value=Name(id='it', ctx=Load()))])
```

式 (expression)

class ast.Expr(*value*)

関数呼び出しのような式がそれ自身で文となり、戻り値が使われないかまたは保存されないとき、その式はこのコンテナでラップされます。value はこの節で説明する他のノード、*Constant* ノード、*Name* ノード、*Lambda* ノード *Yield* ノードまたは *YieldFrom* ノードのいずれかを保持します。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('-a'), indent=4))
Module(
    body=[
        Expr(
            value=UnaryOp(
                op=USub(),
                operand=Name(id='a', ctx=Load()))))])
```

class ast.UnaryOp(*op*, *operand*)

単項演算をあらわします。op は演算子で、operand は任意の式ツリーのノードです。

class ast.UAdd

class ast.USub

class ast.Not

class ast.Invert

単項演算の演算子をあらわします。*Not* は論理否定キーワード not であり、*Invert* はビット反転演算子 ~ です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('not x', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=UnaryOp(
        op=Not(),
        operand=Name(id='x', ctx=Load())))
```

class ast.BinOp(*left*, *op*, *right*)

(加算や減算のような) 二項演算をあらわします。op は演算子、left と right は任意の式ツリーのノードです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('x + y', mode='eval'), indent=4))
Expression(
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    body=BinOp(
        left=Name(id='x', ctx=Load()),
        op=Add(),
        right=Name(id='y', ctx=Load())))
```

class ast.Add

class ast.Sub

class ast.Mult

class ast.Div

class ast.FloorDiv

class ast.Mod

class ast.Pow

class ast.LShift

class ast.RShift

class ast.BitOr

class ast.BitXor

class ast.BitAnd

class ast.MatMult

二項演算の演算子をあらわします。

class ast.BoolOp(*op*, *values*)

'or' や 'and' のような論理演算をあらわします。`op` は *Or* または *And* です。`values` は必要な値のリストです。`a or b or c` のように同じ演算子を使う連続した演算は、複数の値を持った単一のノードとして表現されます。

`not` は単項演算 *UnaryOp* のため、ここには含まれません。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('x or y', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=BoolOp(
        op=Or(),
        values=[
            Name(id='x', ctx=Load()),
            Name(id='y', ctx=Load())]))
```

class ast.And

class ast.Or

論理演算の演算子をあらわします。

class ast.Compare(*left*, *ops*, *comparators*)

2 つ以上の値の比較をあらわします。left 比較の中の最初の値、ops は演算子のリスト、comparators は 2 つ目以降の値のリストです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('1 <= a < 10', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Compare(
        left=Constant(value=1),
        ops=[
            LtE(),
            Lt()],
        comparators=[
            Name(id='a', ctx=Load()),
            Constant(value=10)]))
```

class ast.Eq

class ast.NotEq

class ast.Lt

class ast.LtE

class ast.Gt

class ast.GtE

class ast.Is

class ast.IsNot

class ast.In

class ast.NotIn

比較演算の演算子をあらわします。

class ast.Call(*func*, *args*, *keywords*)

関数呼び出しをあらわします。func は関数で、多くの場合 *Name* または *Attribute* のオブジェクトです。関数呼び出しの引数:

- args は位置引数のリストを保持します。
- keywords holds a list of *keyword* objects representing arguments passed by keyword.

The args and keywords arguments are optional and default to empty lists.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('func(a, b=c, *d, **e)', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Call(
        func=Name(id='func', ctx=Load()),
        args=[
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            Name(id='a', ctx=Load()),
            Starred(
                value=Name(id='d', ctx=Load()),
                ctx=Load())],
        keywords=[
            keyword(
                arg='b',
                value=Name(id='c', ctx=Load())),
            keyword(
                value=Name(id='e', ctx=Load()))]))
```

class ast.**keyword**(*arg*, *value*)

関数呼び出しまたはクラス定義のキーワード引数をあらわします。arg はパラメータ名をあらわす文字列、value は引数に渡す値をあらわすノードです。

class ast.**IfExp**(*test*, *body*, *orelse*)

a if b else c のような式をあらわします。各フィールドは単一のノードを保持します。以下の例では、3 つの式ノードはすべて *Name* ノードです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('a if b else c', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=IfExp(
        test=Name(id='b', ctx=Load()),
        body=Name(id='a', ctx=Load()),
        orelse=Name(id='c', ctx=Load())))
```

class ast.**Attribute**(*value*, *attr*, *ctx*)

たとえば d.keys のような属性へのアクセスです。value はノードで、典型的には *Name* です。attr は属性名を与える生の文字列で、ctx はその属性がどのように振る舞うかに応じて *Load*、*Store* または *Del* のいずれかです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('snake.colour', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Attribute(
        value=Name(id='snake', ctx=Load()),
        attr='colour',
        ctx=Load()))
```

class ast.**NamedExpr**(*target*, *value*)

代入式です。この AST ノードは代入式演算子（ウォルラス演算子、または「セイウチ演算子」としても知られています）によって生成されます。第一引数が複数のノードであってもよい *Assign* ノードと異なり、このノードの場合は target と value の両方が単一のノードでなければなりません。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('(x := 4)', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=NamedExpr(
        target=Name(id='x', ctx=Store()),
        value=Constant(value=4)))
```

Added in version 3.8.

配列要素の参照 (Subscripting)

class ast.**Subscript**(*value*, *slice*, *ctx*)

`l[1]` のような配列要素の参照をあらわします。`value` は参照元のオブジェクトです (通常シーケンス型またはマッピング型)。`slice` はインデックス、スライス、またはキーです。*Slice* を含む *Tuple* でもかまいません。`ctx` は要素の参照により実行されるアクションに応じて *Load*、*Store* または *Del* のいずれかです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('l[1:2, 3]', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Subscript(
        value=Name(id='l', ctx=Load()),
        slice=Tuple(
            elts=[
                Slice(
                    lower=Constant(value=1),
                    upper=Constant(value=2)),
                Constant(value=3)],
            ctx=Load()),
        ctx=Load()))
```

class ast.**Slice**(*lower*, *upper*, *step*)

基本的なスライス操作 (`lower:upper` や `lower:upper:step` の形式) をあらわします。*Subscript* の *slice* フィールドでの直接指定か、または *Tuple* の要素として指定する場合のみ利用可能です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('l[1:2]', mode='eval'), indent=4))
Expression(
    body=Subscript(
        value=Name(id='l', ctx=Load()),
        slice=Slice(
            lower=Constant(value=1),
            upper=Constant(value=2)),
        ctx=Load()))
```

内包表記 (Comprehension)

class ast.**ListComp**(*elt*, *generators*)

class ast.**SetComp**(*elt*, *generators*)

class ast.**GeneratorExp**(*elt*, *generators*)

class ast.**DictComp**(*key*, *value*, *generators*)

リストや集合の内包表記、ジェネレータ、および辞書の内包表記です。`elt` (または `key` と `value`) は各要素として評価される部品をあらわす単一のノードです。

`generators` は *comprehension* ノードのリストです。

```
>>> print(ast.dump(
...     ast.parse('[x for x in numbers]', mode='eval'),
...     indent=4,
... ))
Expression(
    body=ListComp(
        elt=Name(id='x', ctx=Load()),
        generators=[
            comprehension(
                target=Name(id='x', ctx=Store()),
                iter=Name(id='numbers', ctx=Load()),
                is_async=0)]))
>>> print(ast.dump(
...     ast.parse('{x: x**2 for x in numbers}', mode='eval'),
...     indent=4,
... ))
Expression(
    body=DictComp(
        key=Name(id='x', ctx=Load()),
        value=BinOp(
            left=Name(id='x', ctx=Load()),
            op=Pow(),
            right=Constant(value=2)),
        generators=[
            comprehension(
                target=Name(id='x', ctx=Store()),
                iter=Name(id='numbers', ctx=Load()),
                is_async=0)]))
>>> print(ast.dump(
...     ast.parse('{x for x in numbers}', mode='eval'),
...     indent=4,
... ))
Expression(
    body=SetComp(
        elt=Name(id='x', ctx=Load()),
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        generators=[
            comprehension(
                target=Name(id='x', ctx=Store()),
                iter=Name(id='numbers', ctx=Load()),
                is_async=0)]))
```

class ast.comprehension(*target*, *iter*, *ifs*, *is_async*)

内包表記におけるひとつの for 節をあらわします。target は各要素への参照です - 典型的には *Name* または *Tuple* ノードです。iter はイテレートする対象のオブジェクトです。ifs は条件節のリストです: 各 for 節は複数の ifs を持つことができます。

is_async は内包表記が非同期であることを示します (async for を for の代わりに使います)。値は整数です (0 または 1)。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('[ord(c) for line in file for c in line]', mode='eval'),
...                indent=4)) # Multiple comprehensions in one.
Expression(
    body=ListComp(
        elt=Call(
            func=Name(id='ord', ctx=Load()),
            args=[
                Name(id='c', ctx=Load())]),
        generators=[
            comprehension(
                target=Name(id='line', ctx=Store()),
                iter=Name(id='file', ctx=Load()),
                is_async=0),
            comprehension(
                target=Name(id='c', ctx=Store()),
                iter=Name(id='line', ctx=Load()),
                is_async=0)]))

>>> print(ast.dump(ast.parse('(n**2 for n in it if n>5 if n<10)', mode='eval'),
...                indent=4)) # generator comprehension
Expression(
    body=GeneratorExp(
        elt=BinOp(
            left=Name(id='n', ctx=Load()),
            op=Pow(),
            right=Constant(value=2)),
        generators=[
            comprehension(
                target=Name(id='n', ctx=Store()),
                iter=Name(id='it', ctx=Load()),
                ifs=[
                    Compare(
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                        left=Name(id='n', ctx=Load()),
                        ops=[
                            Gt()],
                        comparators=[
                            Constant(value=5)]),
                    Compare(
                        left=Name(id='n', ctx=Load()),
                        ops=[
                            Lt()],
                        comparators=[
                            Constant(value=10)])],
                is_async=0)]))

>>> print(ast.dump(ast.parse('[i async for i in soc]', mode='eval'),
...                indent=4)) # Async comprehension
Expression(
    body=ListComp(
        elt=Name(id='i', ctx=Load()),
        generators=[
            comprehension(
                target=Name(id='i', ctx=Store()),
                iter=Name(id='soc', ctx=Load()),
                is_async=1)]))
```

文 (Statements)

class ast.**Assign**(*targets*, *value*, *type_comment*)

代入です。targets はノードのリスト、value は単一のノードです。

targets の複数のノードは、それぞれに対して同じ値を代入することをあらわします。分割代入は targets 内に *Tuple* または *List* を置くことで表現されます。

type_comment

type_comment はコメントとして型アノテーションをあらわすオプション文字列です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('a = b = 1'), indent=4)) # Multiple assignment
Module(
    body=[
        Assign(
            targets=[
                Name(id='a', ctx=Store()),
                Name(id='b', ctx=Store())],
            value=Constant(value=1))])

>>> print(ast.dump(ast.parse('a,b = c'), indent=4)) # Unpacking
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Module(
    body=[
        Assign(
            targets=[
                Tuple(
                    elts=[
                        Name(id='a', ctx=Store()),
                        Name(id='b', ctx=Store())],
                    ctx=Store())],
            value=Name(id='c', ctx=Load()))])
```

class ast.**AnnAssign**(*target*, *annotation*, *value*, *simple*)

An assignment with a type annotation. `target` is a single node and can be a *Name*, a *Attribute* or a *Subscript*. `annotation` is the annotation, such as a *Constant* or *Name* node. `value` is a single optional node.

`simple` is always either 0 (indicating a "complex" target) or 1 (indicating a "simple" target). A "simple" target consists solely of a *Name* node that does not appear between parentheses; all other targets are considered complex. Only simple targets appear in the `__annotations__` dictionary of modules and classes.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('c: int'), indent=4))
Module(
    body=[
        AnnAssign(
            target=Name(id='c', ctx=Store()),
            annotation=Name(id='int', ctx=Load()),
            simple=1)])

>>> print(ast.dump(ast.parse('(a): int = 1'), indent=4)) # Annotation with parenthesis
Module(
    body=[
        AnnAssign(
            target=Name(id='a', ctx=Store()),
            annotation=Name(id='int', ctx=Load()),
            value=Constant(value=1),
            simple=0)])

>>> print(ast.dump(ast.parse('a.b: int'), indent=4)) # Attribute annotation
Module(
    body=[
        AnnAssign(
            target=Attribute(
                value=Name(id='a', ctx=Load()),
                attr='b',
                ctx=Store()),
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            annotation=Name(id='int', ctx=Load()),
            simple=0)])

>>> print(ast.dump(ast.parse('a[1]: int'), indent=4)) # Subscript annotation
Module(
    body=[
        AnnAssign(
            target=Subscript(
                value=Name(id='a', ctx=Load()),
                slice=Constant(value=1),
                ctx=Store()),
            annotation=Name(id='int', ctx=Load()),
            simple=0)])
```

class ast.**AugAssign**(*target*, *op*, *value*)

`a += 1` のような累積代入をあらわします。下記の例では、`target` は (*Store* コンテキストを伴う) `x` のための *Name* ノード、`op` は *Add* 演算子、そして `value` は定数 1 をあらわす *Constant* ノードです。

Assign と異なり、`target` 属性は class *Tuple* や *List* であってはいけません。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('x += 2'), indent=4))
Module(
    body=[
        AugAssign(
            target=Name(id='x', ctx=Store()),
            op=Add(),
            value=Constant(value=2))])
```

class ast.**Raise**(*exc*, *cause*)

`raise` 文をあらわします。`exc` は送出される例外オブジェクトで、通常は *Call* または *Name*、もしくは単独の `raise` では `None` を指定します。`cause` はオプションで、`raise x from y` の `y` にあたります。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('raise x from y'), indent=4))
Module(
    body=[
        Raise(
            exc=Name(id='x', ctx=Load()),
            cause=Name(id='y', ctx=Load()))])
```

class ast.**Assert**(*test*, *msg*)

アサーションです。`test` は *Compare* ノードなどのような条件を保持します。`msg` は失敗した時のメッセージを保持します。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('assert x,y'), indent=4))
Module(
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    body=[
        Assert(
            test=Name(id='x', ctx=Load()),
            msg=Name(id='y', ctx=Load()))])
```

class ast.**Delete**(*targets*)

del 文をあらわします。targets は *Name*, *Attribute*, *Subscript* などのノードのリストです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('del x,y,z'), indent=4))
Module(
    body=[
        Delete(
            targets=[
                Name(id='x', ctx=Del()),
                Name(id='y', ctx=Del()),
                Name(id='z', ctx=Del())])])
```

class ast.**Pass**

pass 文をあらわします。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('pass'), indent=4))
Module(
    body=[
        Pass()])
```

class ast.**TypeAlias**(*name*, *type_params*, *value*)

A *type alias* created through the type statement. name is the name of the alias, type_params is a list of *type parameters*, and value is the value of the type alias.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('type Alias = int'), indent=4))
Module(
    body=[
        TypeAlias(
            name=Name(id='Alias', ctx=Store()),
            value=Name(id='int', ctx=Load()))])
```

Added in version 3.12.

関数またはループの内部でのみ適用可能な他の文は、別のセクションで説明します。

インポート

class ast.Import(*names*)

インポート文です。names は *alias* ノードのリストです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('import x,y,z'), indent=4))
Module(
    body=[
        Import(
            names=[
                alias(name='x'),
                alias(name='y'),
                alias(name='z')])])
```

class ast.ImportFrom(*module*, *names*, *level*)

`from x import y` をあらわします。module は 'from' でインポートする先頭がドットでないモジュール名をあらわす文字列か、または `from . import foo` のような構文の場合は None を指定します。level は相対インポートのレベルを表す整数を保持します (0 は絶対インポートを意味します)。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('from y import x,y,z'), indent=4))
Module(
    body=[
        ImportFrom(
            module='y',
            names=[
                alias(name='x'),
                alias(name='y'),
                alias(name='z')],
            level=0)])
```

class ast.alias(*name*, *asname*)

いずれのパラメータも名前をあらわす生の文字列です。asname は標準の名前を使う場合は None を指定できます。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('from ..foo.bar import a as b, c'), indent=4))
Module(
    body=[
        ImportFrom(
            module='foo.bar',
            names=[
                alias(name='a', asname='b'),
                alias(name='c')],
            level=2)])
```

制御フロー

注釈: else 節のようなオプションの節が存在しない場合は、空のリストとして保存されます。

class ast.If(*test*, *body*, *orelse*)

if 文です。test は *Compare* ノードなどの単一のノードを保持します。body と orelse はそれぞれノードのリストを保持します。

elif 節は AST において固有の表現を持たず、先行する節をあらわすノードの orelse セクションに追加の *If* ノードとして現れます。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... if x:
...     ...
... elif y:
...     ...
... else:
...     ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        If(
            test=Name(id='x', ctx=Load()),
            body=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))],
            orelse=[
                If(
                    test=Name(id='y', ctx=Load()),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))],
                    orelse=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

class ast.For(*target*, *iter*, *body*, *orelse*, *type_comment*)

A for loop. target holds the variable(s) the loop assigns to, as a single *Name*, *Tuple*, *List*, *Attribute* or *Subscript* node. iter holds the item to be looped over, again as a single node. body and orelse contain lists of nodes to execute. Those in orelse are executed if the loop finishes normally, rather than via a break statement.

type_comment

type_comment はコメントとして型アノテーションをあらわすオプション文字列です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... for x in y:
...     ...
... else:
...     ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        For(
            target=Name(id='x', ctx=Store()),
            iter=Name(id='y', ctx=Load()),
            body=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))],
            orelse=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))])])
```

class ast.**While**(*test*, *body*, *orelse*)

while ループです。test は *Compare* のような条件をあらわすノードを保持します。

```
>> print(ast.dump(ast.parse("""
... while x:
...     ...
... else:
...     ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        While(
            test=Name(id='x', ctx=Load()),
            body=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))],
            orelse=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))])])
```

class ast.**Break**

class ast.**Continue**

break 文および continue 文です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""\
... for a in b:
...     if a > 5:
...         break
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     else:
...         continue
...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        For(
            target=Name(id='a', ctx=Store()),
            iter=Name(id='b', ctx=Load()),
            body=[
                If(
                    test=Compare(
                        left=Name(id='a', ctx=Load()),
                        ops=[
                            Gt()],
                        comparators=[
                            Constant(value=5)]),
                    body=[
                        Break()],
                    orelse=[
                        Continue()])])])
```

class ast.Try(*body*, *handlers*, *orelse*, *finalbody*)

try ブロックです。*ExceptHandler* ノードのリストである handlers を除き、全ての属性はそれぞれの節で実行するノードのリストです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... try:
...     ...
... except Exception:
...     ...
... except OtherException as e:
...     ...
... else:
...     ...
... finally:
...     ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Try(
            body=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))],
            handlers=[
                ExceptHandler(
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                    type=Name(id='Exception', ctx=Load()),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))]),
                ExceptHandler(
                    type=Name(id='OtherException', ctx=Load()),
                    name='e',
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])],
            orelse=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))],
            finalbody=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))])])
```

class ast.**TryStar**(*body*, *handlers*, *orelse*, *finalbody*)

`try` blocks which are followed by `except*` clauses. The attributes are the same as for *Try* but the *ExceptHandler* nodes in `handlers` are interpreted as `except*` blocks rather then `except`.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... try:
...     ...
... except* Exception:
...     ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        TryStar(
            body=[
                Expr(
                    value=Constant(value=Ellipsis))],
            handlers=[
                ExceptHandler(
                    type=Name(id='Exception', ctx=Load()),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.11.

class ast.**ExceptHandler**(*type*, *name*, *body*)

単一の `except` 節をあらわします。`type` はこの節にマッチする例外のタイプで、典型的には *Name* ノードです (`None` を指定すると全ての例外をキャッチする `except:` 節をあらわします)。`name` は例外オブジェクトを保持する変数の名前をあらわす生の文字列で、`as foo` を持たない節の場合は `None` を指定します。

body はノードのリストです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""\
... try:
...     a + 1
... except TypeError:
...     pass
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Try(
            body=[
                Expr(
                    value=BinOp(
                        left=Name(id='a', ctx=Load()),
                        op=Add(),
                        right=Constant(value=1)))],
            handlers=[
                ExceptHandler(
                    type=Name(id='TypeError', ctx=Load()),
                    body=[
                        Pass()])])])
```

class ast.**With**(*items*, *body*, *type_comment*)

with ブロックです。items は *withitem* ノードのリストで、コンテキストマネージャのリストをあらわします。また body はコンテキスト内にインデントされたブロックです。

type_comment

type_comment はコメントとして型アノテーションをあらわすオプション文字列です。

class ast.**withitem**(*context_expr*, *optional_vars*)

with ブロックにおける単一のコンテキストマネージャをあらわします。context_expr はコンテキストマネージャで、しばしば *Call* ノードが設定されます。optional_vars は as foo に相当する *Name*, *Tuple* または *List* のいずれかのノードか、または、この部分が不要な場合は None を設定します。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""\
... with a as b, c as d:
...    something(b, d)
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        With(
            items=[
                withitem(
                    context_expr=Name(id='a', ctx=Load()),
                    optional_vars=Name(id='b', ctx=Store())),
                withitem(
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                    context_expr=Name(id='c', ctx=Load()),
                    optional_vars=Name(id='d', ctx=Store()))],
            body=[
                Expr(
                    value=Call(
                        func=Name(id='something', ctx=Load()),
                        args=[
                            Name(id='b', ctx=Load()),
                            Name(id='d', ctx=Load())]))])
```

Pattern matching

class ast.**Match**(*subject*, *cases*)

A `match` statement. `subject` holds the subject of the match (the object that is being matched against the cases) and `cases` contains an iterable of *match_case* nodes with the different cases.

Added in version 3.10.

class ast.**match_case**(*pattern*, *guard*, *body*)

A single case pattern in a `match` statement. `pattern` contains the match pattern that the subject will be matched against. Note that the *AST* nodes produced for patterns differ from those produced for expressions, even when they share the same syntax.

The `guard` attribute contains an expression that will be evaluated if the pattern matches the subject.

`body` contains a list of nodes to execute if the pattern matches and the result of evaluating the guard expression is true.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case [x] if x>0:
...         ...
...     case tuple():
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchSequence(
                        patterns=[
                            MatchAs(name='x')]),
                    guard=Compare(
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                        left=Name(id='x', ctx=Load()),
                        ops=[
                            Gt()],
                        comparators=[
                            Constant(value=0)]),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))]),
                match_case(
                    pattern=MatchClass(
                        cls=Name(id='tuple', ctx=Load())),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

class ast.**MatchValue**(*value*)

A match literal or value pattern that compares by equality. `value` is an expression node. Permitted value nodes are restricted as described in the match statement documentation. This pattern succeeds if the match subject is equal to the evaluated value.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case "Relevant":
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchValue(
                        value=Constant(value='Relevant')),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

class ast.**MatchSingleton**(*value*)

A match literal pattern that compares by identity. `value` is the singleton to be compared against: `None`, `True`, or `False`. This pattern succeeds if the match subject is the given constant.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case None:
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchSingleton(value=None),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

class ast.**MatchSequence**(*patterns*)

A match sequence pattern. `patterns` contains the patterns to be matched against the subject elements if the subject is a sequence. Matches a variable length sequence if one of the subpatterns is a `MatchStar` node, otherwise matches a fixed length sequence.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case [1, 2]:
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchSequence(
                        patterns=[
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=1)),
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=2))]),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

class ast.**MatchStar**(*name*)

Matches the rest of the sequence in a variable length match sequence pattern. If `name` is not `None`, a list containing the remaining sequence elements is bound to that name if the overall sequence pattern is successful.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case [1, 2, *rest]:
...         ...
...     case [*_]:
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchSequence(
                        patterns=[
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=1)),
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=2)),
                            MatchStar(name='rest')]),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))]),
                match_case(
                    pattern=MatchSequence(
                        patterns=[
                            MatchStar()]),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

class ast.**MatchMapping**(*keys*, *patterns*, *rest*)

A match mapping pattern. `keys` is a sequence of expression nodes. `patterns` is a corresponding sequence of pattern nodes. `rest` is an optional name that can be specified to capture the remaining mapping elements. Permitted key expressions are restricted as described in the match statement documentation.

This pattern succeeds if the subject is a mapping, all evaluated key expressions are present in the mapping, and the value corresponding to each key matches the corresponding subpattern. If `rest` is not `None`, a dict containing the remaining mapping elements is bound to that name if the overall mapping pattern is successful.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case {1: _, 2: _}:
...         ...
...     case {**rest}:
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchMapping(
                        keys=[
                            Constant(value=1),
                            Constant(value=2)],
                        patterns=[
                            MatchAs(),
                            MatchAs()]),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))]),
                match_case(
                    pattern=MatchMapping(rest='rest'),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

class ast.**MatchClass**(*cls*, *patterns*, *kwd_attrs*, *kwd_patterns*)

A match class pattern. `cls` is an expression giving the nominal class to be matched. `patterns` is a sequence of pattern nodes to be matched against the class defined sequence of pattern matching attributes. `kwd_attrs` is a sequence of additional attributes to be matched (specified as keyword arguments in the class pattern), `kwd_patterns` are the corresponding patterns (specified as keyword values in the class pattern).

This pattern succeeds if the subject is an instance of the nominated class, all positional patterns match the corresponding class-defined attributes, and any specified keyword attributes match their corresponding pattern.

Note: classes may define a property that returns self in order to match a pattern node against the instance being matched. Several builtin types are also matched that way, as described in the match statement documentation.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case Point2D(0, 0):
...         ...
...     case Point3D(x=0, y=0, z=0):
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchClass(
                        cls=Name(id='Point2D', ctx=Load()),
                        patterns=[
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=0)),
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=0))]),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))]),
                match_case(
                    pattern=MatchClass(
                        cls=Name(id='Point3D', ctx=Load()),
                        kwd_attrs=[
                            'x',
                            'y',
                            'z'],
                        kwd_patterns=[
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=0)),
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=0)),
                            MatchValue(
                                value=Constant(value=0))]),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

class ast.MatchAs(*pattern*, *name*)

A match "as-pattern", capture pattern or wildcard pattern. `pattern` contains the match pattern that the subject will be matched against. If the pattern is `None`, the node represents a capture pattern (i.e a bare name) and will always succeed.

The `name` attribute contains the name that will be bound if the pattern is successful. If `name` is `None`, `pattern` must also be `None` and the node represents the wildcard pattern.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case [x] as y:
...         ...
...     case _:
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchAs(
                        pattern=MatchSequence(
                            patterns=[
                                MatchAs(name='x')]),
                        name='y'),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))]),
                match_case(
                    pattern=MatchAs(),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

class ast.**MatchOr**(*patterns*)

A match "or-pattern". An or-pattern matches each of its subpatterns in turn to the subject, until one succeeds. The or-pattern is then deemed to succeed. If none of the subpatterns succeed the or-pattern fails. The `patterns` attribute contains a list of match pattern nodes that will be matched against the subject.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""
... match x:
...     case [x] | (y):
...         ...
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        Match(
            subject=Name(id='x', ctx=Load()),
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            cases=[
                match_case(
                    pattern=MatchOr(
                        patterns=[
                            MatchSequence(
                                patterns=[
                                    MatchAs(name='x')]),
                            MatchAs(name='y')]),
                    body=[
                        Expr(
                            value=Constant(value=Ellipsis))])])])
```

Added in version 3.10.

Type parameters

Type parameters can exist on classes, functions, and type aliases.

class ast.**TypeVar**(*name*, *bound*, *default_value*)

A *typing.TypeVar*. *name* is the name of the type variable. *bound* is the bound or constraints, if any. If *bound* is a *Tuple*, it represents constraints; otherwise it represents the bound. *default_value* is the default value; if the TypeVar has no default, this attribute will be set to None.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("type Alias[T: int = bool] = list[T]"), indent=4))
Module(
    body=[
        TypeAlias(
            name=Name(id='Alias', ctx=Store()),
            type_params=[
                TypeVar(
                    name='T',
                    bound=Name(id='int', ctx=Load()),
                    default_value=Name(id='bool', ctx=Load()))],
            value=Subscript(
                value=Name(id='list', ctx=Load()),
                slice=Name(id='T', ctx=Load()),
                ctx=Load()))])
```

Added in version 3.12.

バージョン 3.13 で変更: Added the *default_value* parameter.

class ast.**ParamSpec**(*name*, *default_value*)

A *typing.ParamSpec*. *name* is the name of the parameter specification. *default_value* is the default value; if the ParamSpec has no default, this attribute will be set to None.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("type Alias[**P = (int, str)] = Callable[P, int]"), indent=4))
Module(
    body=[
        TypeAlias(
            name=Name(id='Alias', ctx=Store()),
            type_params=[
                ParamSpec(
                    name='P',
                    default_value=Tuple(
                        elts=[
                            Name(id='int', ctx=Load()),
                            Name(id='str', ctx=Load())],
                        ctx=Load()))],
            value=Subscript(
                value=Name(id='Callable', ctx=Load()),
                slice=Tuple(
                    elts=[
                        Name(id='P', ctx=Load()),
                        Name(id='int', ctx=Load())],
                    ctx=Load()),
                ctx=Load()))])
```

Added in version 3.12.

バージョン 3.13 で変更: Added the *default_value* parameter.

class ast.**TypeVarTuple**(*name*, *default_value*)

A *typing.TypeVarTuple*. *name* is the name of the type variable tuple. *default_value* is the default value; if the `TypeVarTuple` has no default, this attribute will be set to `None`.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("type Alias[*Ts = ()] = tuple[*Ts]"), indent=4))
Module(
    body=[
        TypeAlias(
            name=Name(id='Alias', ctx=Store()),
            type_params=[
                TypeVarTuple(
                    name='Ts',
                    default_value=Tuple(ctx=Load()))],
            value=Subscript(
                value=Name(id='tuple', ctx=Load()),
                slice=Tuple(
                    elts=[
                        Starred(
                            value=Name(id='Ts', ctx=Load()),
                            ctx=Load())],
                    ctx=Load()),
                ctx=Load()))])
```

Added in version 3.12.

バージョン 3.13 で変更: Added the *default_value* parameter.

関数およびクラス定義

class ast.**FunctionDef**(*name*, *args*, *body*, *decorator_list*, *returns*, *type_comment*, *type_params*)

関数定義です。

- `name` は関数名をあらわす生の文字列です。
- `args` は引数をあらわす *arguments* ノードです。
- `body` は関数の本体をあらわすノードのリストです。
- `decorator_list` は関数に適用されるデコレータのリストで、外側のデコレータがリストの先頭に保存されます (すなわち、リストの先頭にあるデコレータが最後に適用されます)。
- `returns` は戻り値に対する注釈です。
- `type_params` is a list of *type parameters*.

type_comment

`type_comment` はコメントとして型アノテーションをあらわすオプション文字列です。

バージョン 3.12 で変更: Added `type_params`.

class ast.**Lambda**(*args*, *body*)

`lambda` は式の中で使うことができる最小限の関数定義です。*FunctionDef* ノードと異なり、`body` は単一のノードとなります。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('lambda x,y: ...'), indent=4))
Module(
    body=[
        Expr(
            value=Lambda(
                args=arguments(
                    args=[
                        arg(arg='x'),
                        arg(arg='y')]),
                body=Constant(value=Ellipsis)))])
```

class ast.**arguments**(*posonlyargs*, *args*, *vararg*, *kwonlyargs*, *kw_defaults*, *kwarg*, *defaults*)

関数の引数

- `posonlyargs`, `args` および `kwonlyargs` はそれぞれ *arg* ノードのリストです。
- `vararg` と `kwarg` はそれぞれ単一の *arg* ノードで、`*args`, `**kwargs` パラメータに相当します。

- `kw_defaults` はキーワード専用引数に対するデフォルト値のリストです。値が `None` の場合、対応する引数は必須となります。
- `defaults` は位置引数として渡すことのできる引数に対するデフォルト値のリストです。デフォルト値の数 n が位置引数の数より少ない場合、それらは最後の n 個の引数に割り当てられます。

class ast.**arg**(*arg*, *annotation*, *type_comment*)

A single argument in a list. `arg` is a raw string of the argument name; `annotation` is its annotation, such as a *Name* node.

type_comment

`type_comment` はコメントとして型アノテーションをあらわすオプション文字列です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""\
... @decorator1
... @decorator2
... def f(a: 'annotation', b=1, c=2, *d, e, f=3, **g) -> 'return annotation':
...     pass
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        FunctionDef(
            name='f',
            args=arguments(
                args=[
                    arg(
                        arg='a',
                        annotation=Constant(value='annotation')),
                    arg(arg='b'),
                    arg(arg='c')],
                vararg=arg(arg='d'),
                kwonlyargs=[
                    arg(arg='e'),
                    arg(arg='f')],
                kw_defaults=[
                    None,
                    Constant(value=3)],
                kwarg=arg(arg='g'),
                defaults=[
                    Constant(value=1),
                    Constant(value=2)]),
            body=[
                Pass()],
            decorator_list=[
                Name(id='decorator1', ctx=Load()),
                Name(id='decorator2', ctx=Load())],
            returns=Constant(value='return annotation'))])
```

class ast.Return(*value*)

return 文です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('return 4'), indent=4))
Module(
    body=[
        Return(
            value=Constant(value=4))])
```

class ast.Yield(*value*)

class ast.YieldFrom(*value*)

yield または yield from 式をあらわします。これらは式なので、送り返される値が使われない場合は *Expr* ノードでラップされなければなりません。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('yield x'), indent=4))
Module(
    body=[
        Expr(
            value=Yield(
                value=Name(id='x', ctx=Load()))])

>>> print(ast.dump(ast.parse('yield from x'), indent=4))
Module(
    body=[
        Expr(
            value=YieldFrom(
                value=Name(id='x', ctx=Load()))])
```

class ast.Global(*names*)

class ast.Nonlocal(*names*)

global および nonlocal 文です。names は生の文字列のリストです。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse('global x,y,z'), indent=4))
Module(
    body=[
        Global(
            names=[
                'x',
                'y',
                'z'])])

>>> print(ast.dump(ast.parse('nonlocal x,y,z'), indent=4))
Module(
    body=[
        Nonlocal(
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            names=[
                'x',
                'y',
                'z'])])
```

class ast.ClassDef(*name*, *bases*, *keywords*, *body*, *decorator_list*, *type_params*)

クラス定義です。

- name はクラス名をあらわす生の文字列です。
- bases は明示的に指定された基底クラスをあらわすノードのリストです。
- keywords is a list of *keyword* nodes, principally for 'metaclass'. Other keywords will be passed to the metaclass, as per PEP-3115.
- body はクラス定義に含まれるコードをあらわすノードのリストです。
- decorator_list はノードのリストで、関数定義 *FunctionDef* の場合と同様に解釈されます。
- type_params is a list of *type parameters*.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""\
... @decorator1
... @decorator2
... class Foo(base1, base2, metaclass=meta):
...     pass
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        ClassDef(
            name='Foo',
            bases=[
                Name(id='base1', ctx=Load()),
                Name(id='base2', ctx=Load())],
            keywords=[
                keyword(
                    arg='metaclass',
                    value=Name(id='meta', ctx=Load()))],
            body=[
                Pass()],
            decorator_list=[
                Name(id='decorator1', ctx=Load()),
                Name(id='decorator2', ctx=Load())])])
```

バージョン 3.12 で変更: Added type_params.

async と await

class ast.**AsyncFunctionDef**(*name*, *args*, *body*, *decorator_list*, *returns*, *type_comment*, *type_params*)

async def 形式の関数定義です。通常の関数定義 *FunctionDef* と同じフィールドを持ちます。

バージョン 3.12 で変更: Added type_params.

class ast.**Await**(*value*)

await 式をあらわします。value は待ち受ける値です。*AsyncFunctionDef* の本体 (body) の中でのみ有効です。

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""\
... async def f():
...     await other_func()
... """), indent=4))
Module(
    body=[
        AsyncFunctionDef(
            name='f',
            args=arguments(),
            body=[
                Expr(
                    value=Await(
                        value=Call(
                            func=Name(id='other_func', ctx=Load())))])])
```

class ast.**AsyncFor**(*target*, *iter*, *body*, *orelse*, *type_comment*)

class ast.**AsyncWith**(*items*, *body*, *type_comment*)

async for ループと async with コンテキストマネージャです。それぞれ *For* および *With* と同じフィールドを持ちます。*AsyncFunctionDef* の本体 (body) の中でのみ有効です。

注釈: 文字列が *ast.parse()* によってパースされたとき、戻り値のツリーに含まれる演算子ノード (ast.operator, ast.unaryop, ast.cmpop, ast.boolop および ast.expr_context のサブクラス) はシングルトンです。したがっていずれかの演算子ノードを変更すると、その変更は他の全ての同じ値 (たとえば *ast.Add* ノードを変更した場合はその他全ての *ast.Add* ノード) に反映されます。

32.1.3 ast ヘルパー

ノード・クラスの他に、*ast* モジュールは以下のような抽象構文木をトラバースするためのユーティリティ関数やクラスも定義しています:

ast.parse(*source*, *filename='<unknown>'*, *mode='exec'*, ***, *type_comments=False*, *feature_version=None*, *optimize=-1*)

Parse the source into an AST node. Equivalent to `compile(source, filename, mode, flags=FLAGS_VALUE, optimize=optimize)`, where `FLAGS_VALUE` is `ast.PyCF_ONLY_AST` if `optimize <= 0` and `ast.PyCF_OPTIMIZED_AST` otherwise.

`type_comments=True` が与えられると、パーサは **PEP 484** および **PEP 526** で規定された型コメントをチェックし、返すように修正されます。これは *ast.PyCF_TYPE_COMMENTS* を追加したフラグを *compile()* に渡すことと等価です。パーサは不適切な場所に配置された型コメントに対してシンタックスエラーをレポートします。このフラグがない場合、型コメントは無視されて AST ノードの `type_comment` フィールドは常に `None` になります。さらに、`# type: ignore` コメントの位置は *Module* の `type_ignores` 属性として返されます (それ以外の場合は常に空のリストになります)。

さらに `mode` が `'func_type'` の場合、入力構文は、たとえば `(str, int) -> List[str]` のような **PEP 484** の ”シグネチャ型コメント (signature type comments)” に対応するように修正されます。

Setting `feature_version` to a tuple `(major, minor)` will result in a ”best-effort” attempt to parse using that Python version's grammar. For example, setting `feature_version=(3, 9)` will attempt to disallow parsing of `match` statements. Currently `major` must equal to `3`. The lowest supported version is `(3, 7)` (and this may increase in future Python versions); the highest is `sys.version_info[0:2]`. ”Best-effort” attempt means there is no guarantee that the parse (or success of the parse) is the same as when run on the Python version corresponding to `feature_version`.

If source contains a null character (`\0`), *ValueError* is raised.

> **警告:** Note that successfully parsing source code into an AST object doesn't guarantee that the source code provided is valid Python code that can be executed as the compilation step can raise further *SyntaxError* exceptions. For instance, the source `return 42` generates a valid AST node for a return statement, but it cannot be compiled alone (it needs to be inside a function node).
>
> In particular, *ast.parse()* won't do any scoping checks, which the compilation step does.

> **警告:** 十分に大きい文字列や複雑な文字列によって Python の抽象構文木コンパイラのスタックの深さの限界を越えることで、Python インタプリタをクラッシュさせることができます。

バージョン 3.8 で変更: `type_comments`、`mode='func_type'`、`feature_version` が追加されました。

バージョン 3.13 で変更: The minimum supported version for `feature_version` is now `(3, 7)`. The `optimize` argument was added.

`ast.unparse`(*ast_obj*)

ast.AST オブジェクトを逆に構文解析して、*ast.parse()* が元の *ast.AST* と等価なオブジェクトを生成できるような文字列を生成します。

> **警告:** 生成されたコード文字列は、生成元のコードである *ast.AST* オブジェクトと必ずしも等価であるとは限りません (定数タプルや frozenset などに対するコンパイラ最適化なしのコードです)。

> **警告:** 非常に複雑な式を逆構文解析すると *RecursionError* となることがあります。

Added in version 3.9.

`ast.literal_eval`(*node_or_string*)

Python のリテラルやコンテナ表現のみを含む式ノードまたは文字列を評価します。与えられる文字列またはノードは次の Python リテラル構造のみからなるものに限られます: 文字列、バイト列、数、タプル、リスト、辞書、集合、ブール値、`None`、`Ellipsis`。

この関数は Python の式を含んだ文字列を、値自身を解析することなしに評価するのに使えます。この関数は、例えば演算や添え字を含んだ任意の複雑な表現を評価するのには使えません。

This function had been documented as "safe" in the past without defining what that meant. That was misleading. This is specifically designed not to execute Python code, unlike the more general *eval()*. There is no namespace, no name lookups, or ability to call out. But it is not free from attack: A relatively small input can lead to memory exhaustion or to C stack exhaustion, crashing the process. There is also the possibility for excessive CPU consumption denial of service on some inputs. Calling it on untrusted data is thus not recommended.

> **警告:** Python の抽象構文木コンパイラのスタックの深さの限界を越えることで、Python インタプリタをクラッシュさせる可能性があります。
>
> It can raise *ValueError*, *TypeError*, *SyntaxError*, *MemoryError* and *RecursionError* depending on the malformed input.

バージョン 3.2 で変更: バイト列リテラルと集合リテラルが受け取れるようになりました。

バージョン 3.9 で変更: `'set()'` による空の集合の生成をサポートするようになりました。

バージョン 3.10 で変更: For string inputs, leading spaces and tabs are now stripped.

ast.get_docstring(*node*, *clean=True*)

与えられた *node* (これは *FunctionDef*, *AsyncFunctionDef*, *ClassDef*, *Module* のいずれかのノードでなければなりません) のドキュメント文字列を返します。もしドキュメント文字列が無ければ `None` を返します。*clean* が真ならば、ドキュメント文字列のインデントを *inspect.cleandoc()* を用いて一掃します。

バージョン 3.5 で変更: *AsyncFunctionDef* がサポートされました。

ast.get_source_segment(*source*, *node*, ***, *padded=False*)

Get source code segment of the *source* that generated *node*. If some location information (*lineno*, *end_lineno*, *col_offset*, or *end_col_offset*) is missing, return `None`.

padded が `True` の場合、複数行にわたる文の最初の行が元の位置に一致するように空白文字でパディングされます。

Added in version 3.8.

ast.fix_missing_locations(*node*)

When you compile a node tree with *compile()*, the compiler expects *lineno* and *col_offset* attributes for every node that supports them. This is rather tedious to fill in for generated nodes, so this helper adds these attributes recursively where not already set, by setting them to the values of the parent node. It works recursively starting at *node*.

ast.increment_lineno(*node*, *n=1*)

node で始まるツリー内の各ノードの行番号と終了行番号を *n* ずつ増やします。これはファイルの中で別の場所に ”コードを移動する” ときに便利です。

ast.copy_location(*new_node*, *old_node*)

Copy source location (*lineno*, *col_offset*, *end_lineno*, and *end_col_offset*) from *old_node* to *new_node* if possible, and return *new_node*.

ast.iter_fields(*node*)

node にある `node._fields` のそれぞれのフィールドを **(フィールド名, 値)** のタプルとして yield します。

ast.iter_child_nodes(*node*)

node の直接の子ノード全てを yield します。すなわち、yield されるのは、ノードであるような全てのフィールドおよびノードのリストであるようなフィールドの全てのアイテムです。

ast.walk(*node*)

node の全ての子孫ノード (*node* 自体を含む) を再帰的に yield します。順番は決められていません。この関数はノードをその場で変更するだけで文脈を気にしないような場合に便利です。

class ast.NodeVisitor

抽象構文木を渡り歩いてビジター関数を見つけたノードごとに呼び出すノード・ビジターの基底クラスです。この関数は *visit()* メソッドに送られる値を返してもかまいません。

このクラスはビジター・メソッドを付け加えたサブクラスを派生させることを意図しています。

visit(*node*)

ノードを訪れます。デフォルトの実装では `self.visit_`*classname* というメソッド (ここで *classname* はノードのクラス名です) を呼び出すか、そのメソッドがなければ *generic_visit()* を呼び出します。

generic_visit(*node*)

このビジターはノードの全ての子について *visit()* を呼び出します。

注意して欲しいのは、専用のビジター・メソッドを具えたノードの子ノードは、このビジターが *generic_visit()* を呼び出すかそれ自身で子ノードを訪れない限り訪れられないということです。

visit_Constant(*node*)

Handles all constant nodes.

トラバースの途中でノードを変化させたいならば *NodeVisitor* を使ってはいけません。そうした目的のために変更を許す特別なビジター (*NodeTransformer*) があります。

バージョン 3.8 で非推奨: Methods `visit_Num()`, `visit_Str()`, `visit_Bytes()`, `visit_NameConstant()` and `visit_Ellipsis()` are deprecated now and will not be called in future Python versions. Add the *visit_Constant()* method to handle all constant nodes.

class ast.NodeTransformer

NodeVisitor のサブクラスで抽象構文木を渡り歩きながらノードを変更することを許すものです。

NodeTransformer は抽象構文木 (AST) を渡り歩き、ビジター・メソッドの戻り値を使って古いノードを置き換えたり削除したりします。ビジター・メソッドの戻り値が `None` ならば、ノードはその場から取り去られ、そうでなければ戻り値で置き換えられます。置き換えない場合は戻り値が元のノードそのものであってもかまいません。

それでは例を示しましょう。Name (たとえば `foo`) を見つけるたび全て `data['foo']` に書き換える変換器 (transformer) です:

```
class RewriteName(NodeTransformer):

    def visit_Name(self, node):
        return Subscript(
            value=Name(id='data', ctx=Load()),
            slice=Constant(value=node.id),
            ctx=node.ctx
        )
```

Keep in mind that if the node you're operating on has child nodes you must either transform the child nodes yourself or call the *generic_visit()* method for the node first.

文のコレクションであるようなノード (全ての文のノードが当てはまります) に対して、このビジターは単独のノードではなくノードのリストを返すかもしれません。

If *NodeTransformer* introduces new nodes (that weren't part of original tree) without giving them location information (such as *lineno*), *fix_missing_locations()* should be called with the new sub-tree to recalculate the location information:

```
tree = ast.parse('foo', mode='eval')
new_tree = fix_missing_locations(RewriteName().visit(tree))
```

たいてい、変換器の使い方は次のようになります:

```
node = YourTransformer().visit(node)
```

ast.dump(*node*, *annotate_fields=True*, *include_attributes=False*, ***, *indent=None*, *show_empty=False*)

node 内のツリーのフォーマットされたダンプを返します。主な使い道はデバッグです。*annotate_fields* が true の場合 (デフォルト)、返される文字列はフィールドの名前と値を示します。*annotate_fields* が false の場合、あいまいさのないフィールド名を省略することにより、結果文字列はよりコンパクトになります。行番号や列オフセットのような属性はデフォルトではダンプされません。これが必要であれば、*include_attributes* を true にすると表示できます。

indent が非負の整数または文字列の場合、ツリーは指定されたインデントレベルで整形されて出力されます (pretty-printed)。インデントレベルがゼロ、負の数、または "" の場合は改行だけを挿入します。None (デフォルト値) は単一行での表記になります。正の整数を指定すると各インデントレベルでその数だけの空白でインデントされます。*indent* が文字列 ("\t" など) の場合、その文字列が各レベルのインデントに使われます。

If *show_empty* is False (the default), empty lists and fields that are None will be omitted from the output.

バージョン 3.9 で変更: *indent* オプションを追加しました。

バージョン 3.13 で変更: Added the *show_empty* option.

```
>>> print(ast.dump(ast.parse("""\
... async def f():
...     await other_func()
... """), indent=4, show_empty=True))
Module(
    body=[
        AsyncFunctionDef(
            name='f',
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
            args=arguments(
                posonlyargs=[],
                args=[],
                kwonlyargs=[],
                kw_defaults=[],
                defaults=[]),
            body=[
                Expr(
                    value=Await(
                        value=Call(
                            func=Name(id='other_func', ctx=Load()),
                            args=[],
                            keywords=[]))),
            decorator_list=[],
            type_params=[])],
    type_ignores=[])
```

32.1.4 コンパイラフラグ

以下のフラグはプログラムのコンパイルにおける効果を変更するために *compile()* に渡すことができます:

`ast.PyCF_ALLOW_TOP_LEVEL_AWAIT`

トップレベルの `await`, `async for`, `async with` および async 内包表記のサポートを有効化します。

Added in version 3.8.

`ast.PyCF_ONLY_AST`

コンパイルされたコードオブジェクトの代わりに抽象構文木を生成して返します。

`ast.PyCF_OPTIMIZED_AST`

The returned AST is optimized according to the *optimize* argument in *compile()* or *ast.parse()*.

Added in version 3.13.

`ast.PyCF_TYPE_COMMENTS`

PEP 484 および **PEP 526** 形式の型コメント (`# type: <type>`, `# type: ignore <stuff>`) のサポートを有効化します。

Added in version 3.8.

`ast.compare`(*a*, *b*, */*, ***, *compare_attributes=False*)

Recursively compares two ASTs.

compare_attributes affects whether AST attributes are considered in the comparison. If *compare_attributes* is `False` (default), then attributes are ignored. Otherwise they must all be equal. This option

is useful to check whether the ASTs are structurally equal but differ in whitespace or similar details. Attributes include line numbers and column offsets.

Added in version 3.14.

32.1.5 コマンドラインからの使用

Added in version 3.9.

ast モジュールはコマンドラインからスクリプトとして実行することができます。実行方法は単純です:

```
python -m ast [-m <mode>] [-a] [infile]
```

以下のオプションが使用できます:

-h, --help

ヘルプメッセージを表示して終了します。

-m <mode>

--mode <mode>

parse() 関数の *mode* 引数と同様、コンパイルするコードの種類を指定します。

--no-type-comments

型コメントをパースしません。

-a, --include-attributes

行番号や列オフセットなどの属性を含めます。

-i <indent>

--indent <indent>

AST におけるノードのインデント (空白の数) です。

`infile` を指定するとその内容が AST にパースされて標準出力に出力されます。そうでない場合は標準入力から入力を読み込みます。

参考:

外部ドキュメント Green Tree Snakes には Python AST についての詳細が書かれています。

ASTTokens は Python AST を、生成元のソースコードのトークン位置やテキストで注解します。これはソースコード変換を行うツールで有用です。

leoAst.py unifies the token-based and parse-tree-based views of python programs by inserting two-way links between tokens and ast nodes.

LibCST はコードを ast ツリーに似た構文木 (Concrete Syntax Tree) にパースし、かつ全ての書式設定の詳細を保持します。これは自動リファクタリングアプリケーション (codemod) やリンタを作成する際に有用です。

Parso is a Python parser that supports error recovery and round-trip parsing for different Python versions (in multiple Python versions). Parso is also able to list multiple syntax errors in your Python file.

32.2 symtable --- コンパイラーの記号表へのアクセス

ソースコード: Lib/symtable.py

記号表 (symbol table) は、コンパイラが AST からバイトコードを生成する直前に作られます。記号表はコード中の全ての識別子のスコープの算出に責任を持ちます。*symtable* はこうした記号表を調べるインターフェイスを提供します。

32.2.1 記号表の生成

symtable.symtable(*code*, *filename*, *compile_type*)

Python ソース *code* に対するトップレベルの *SymbolTable* を返します。*filename* はコードを収めてあるファイルの名前です。*compile_type* は *compile()* の *mode* 引数のようなものです。

32.2.2 記号表の検査

class symtable.SymbolTableType

An enumeration indicating the type of a *SymbolTable* object.

MODULE = "module"

Used for the symbol table of a module.

FUNCTION = "function"

Used for the symbol table of a function.

CLASS = "class"

Used for the symbol table of a class.

The following members refer to different flavors of annotation scopes.

ANNOTATION = "annotation"

Used for annotations if `from __future__ import annotations` is active.

TYPE_ALIAS = "type alias"

Used for the symbol table of `type` constructions.

TYPE_PARAMETERS = "type parameters"

Used for the symbol table of generic functions or generic classes.

TYPE_VARIABLE = "type variable"

Used for the symbol table of the bound, the constraint tuple or the default value of a single type variable in the formal sense, i.e., a TypeVar, a TypeVarTuple or a ParamSpec object (the latter two do not support a bound or a constraint tuple).

Added in version 3.13.

class symtable.SymbolTable

ブロックに対する名前空間の記号表。コンストラクタはパブリックではありません。

get_type()

Return the type of the symbol table. Possible values are members of the *SymbolTableType* enumeration.

バージョン 3.12 で変更: Added `'annotation'`, `'TypeVar bound'`, `'type alias'`, and `'type parameter'` as possible return values.

バージョン 3.13 で変更: Return values are members of the *SymbolTableType* enumeration.

The exact values of the returned string may change in the future, and thus, it is recommended to use *SymbolTableType* members instead of hard-coded strings.

get_id()

記号表の識別子を返します。

get_name()

Return the table's name. This is the name of the class if the table is for a class, the name of the function if the table is for a function, or `'top'` if the table is global (*get_type()* returns `'module'`). For type parameter scopes (which are used for generic classes, functions, and type aliases), it is the name of the underlying class, function, or type alias. For type alias scopes, it is the name of the type alias. For *TypeVar* bound scopes, it is the name of the `TypeVar`.

get_lineno()

この記号表に対応するブロックの一行目の行番号を返します。

is_optimized()

この記号表に含まれるローカル変数が最適化できるならば `True` を返します。

is_nested()

ブロックが入れ子のクラスまたは関数のとき True を返します。

has_children()

ブロックが入れ子の名前空間を含んでいるならば True を返します。入れ子の名前空間は *get_children()* で得られます。

get_identifiers()

Return a view object containing the names of symbols in the table. See the *documentation of view objects*.

lookup(*name*)

記号表から名前 *name* を見つけ出して *Symbol* インスタンスとして返します。

get_symbols()

記号表中の名前を表す *Symbol* インスタンスのリストを返します。

get_children()

入れ子になった記号表のリストを返します。

class symtable.**Function**

A namespace for a function or method. This class inherits from *SymbolTable*.

get_parameters()

この関数の引数名からなるタプルを返します。

get_locals()

この関数のローカル変数の名前からなるタプルを返します。

get_globals()

この関数のグローバル変数の名前からなるタプルを返します。

get_nonlocals()

この関数の非ローカル変数の名前からなるタプルを返します。

get_frees()

この関数の自由変数の名前からなるタプルを返します。

class symtable.**Class**

A namespace of a class. This class inherits from *SymbolTable*.

get_methods()

Return a tuple containing the names of method-like functions declared in the class.

Here, the term 'method' designates *any* function defined in the class body via `def` or `async def`.

Functions defined in a deeper scope (e.g., in an inner class) are not picked up by *get_methods()*.

例えば:

```
>>> import symtable
>>> st = symtable.symtable('''
... def outer(): pass
...
... class A:
...     def f():
...         def w(): pass
...
...     def g(self): pass
...
...     @classmethod
...     async def h(cls): pass
...
...     global outer
...     def outer(self): pass
... ''', 'test', 'exec')
>>> class_A = st.get_children()[2]
>>> class_A.get_methods()
('f', 'g', 'h')
```

Although `A().f()` raises *TypeError* at runtime, `A.f` is still considered as a method-like function.

class symtable.**Symbol**

SymbolTable のエントリーでソースの識別子に対応するものです。コンストラクタはパブリックではありません。

get_name()

記号の名前を返します。

is_referenced()

記号がそのブロックの中で使われていれば `True` を返します。

is_imported()

記号が import 文で作られたものならば `True` を返します。

is_parameter()

記号がパラメータならば `True` を返します。

is_type_parameter()

Return `True` if the symbol is a type parameter.

Added in version 3.14.

is_global()

記号がグローバルならば True を返します。

is_nonlocal()

記号が非ローカルならば True を返します。

is_declared_global()

記号が global 文によってグローバルであると宣言されているなら True を返します。

is_local()

記号がそのブロックに対してローカルならば True を返します。

is_annotated()

記号が注釈付きならば True を返します。

Added in version 3.6.

is_free()

記号がそのブロックの中で参照されていて、しかし代入は行われないならば True を返します。

is_free_class()

Return *True* if a class-scoped symbol is free from the perspective of a method.

Consider the following example:

```
def f():
    x = 1  # function-scoped
    class C:
        x = 2  # class-scoped
        def method(self):
            return x
```

In this example, the class-scoped symbol `x` is considered to be free from the perspective of `C.method`, thereby allowing the latter to return *1* at runtime and not *2*.

Added in version 3.14.

is_assigned()

記号がそのブロックの中で代入されているならば True を返します。

is_comp_iter()

Return True if the symbol is a comprehension iteration variable.

Added in version 3.14.

is_comp_cell()

Return `True` if the symbol is a cell in an inlined comprehension.

Added in version 3.14.

is_namespace()

名前の束縛が新たな名前空間を導入するならば `True` を返します。

名前が関数または class 文のターゲットとして使われるならば、真です。

例えば:

```
>>> table = symtable.symtable("def some_func(): pass", "string", "exec")
>>> table.lookup("some_func").is_namespace()
True
```

一つの名前が複数のオブジェクトに束縛されうることに注意しましょう。結果が `True` であったとしても、その名前は他のオブジェクトにも束縛されるかもしれず、それがたとえば整数やリストであれば、そこでは新たな名前空間は導入されません。

get_namespaces()

この名前に束縛された名前空間のリストを返します。

get_namespace()

この名前に束縛された名前空間を返します。この名前に束縛された名前空間が複数あるか一つもないなら *ValueError* が送出されます。

32.2.3 コマンドラインからの使用

Added in version 3.13.

The *symtable* module can be executed as a script from the command line.

```
python -m symtable [infile...]
```

Symbol tables are generated for the specified Python source files and dumped to stdout. If no input file is specified, the content is read from stdin.

32.3 token --- Python 解析木で使われる定数

ソースコード: Lib/token.py

このモジュールは解析木の葉ノード (終端記号) の数値を表す定数を提供します。言語の文法のコンテキストにおける名前の定義については、Python ディストリビューションのファイル file:*Grammar/Tokens* を参照してください。名前がマップする特定の数値は Python のバージョン間で変わります。

このモジュールは、数値コードから名前へのマッピングと、いくつかの関数も提供しています。関数は Python の C ヘッダファイルの定義を反映します。

token.tok_name

ディクショナリはこのモジュールで定義されている定数の数値を名前の文字列へマップし、より人が読みやすいように解析木を表現します。

token.ISTERMINAL(*x*)

終端トークンの値に対して True を返します。

token.ISNONTERMINAL(*x*)

非終端トークンの値に対して True を返します。

token.ISEOF(*x*)

x が入力の終わりを示すマーカーならば、True を返します。

token の定数一覧:

token.ENDMARKER

token.NAME

token.NUMBER

token.STRING

token.NEWLINE

token.INDENT

token.DEDENT

token.LPAR

Token value for "(".

token.RPAR

Token value for ")".

token.LSQB

Token value for "[".

token.RSQB

Token value for "]".

token.COLON

Token value for ":".

token.COMMA

Token value for ",".

token.SEMI

Token value for ";".

token.PLUS

Token value for "+".

token.MINUS

Token value for "-".

token.STAR

Token value for "*".

token.SLASH

Token value for "/".

token.VBAR

Token value for "|".

token.AMPER

Token value for "&".

token.LESS

Token value for "<".

token.GREATER

Token value for ">".

token.EQUAL

Token value for "=".

token.DOT

Token value for ".".

token.PERCENT

Token value for "%".

token.LBRACE

Token value for "{".

token.RBRACE

Token value for "}".

token.EQEQUAL

Token value for "==".

token.NOTEQUAL

Token value for "!=".

token.LESSEQUAL

Token value for "<=".

token.GREATEREQUAL

Token value for ">=".

token.TILDE

Token value for "~".

token.CIRCUMFLEX

Token value for "^".

token.LEFTSHIFT

Token value for "<<".

token.RIGHTSHIFT

Token value for ">>".

token.DOUBLESTAR

Token value for "**".

token.PLUSEQUAL

Token value for "+=".

token.MINEQUAL

Token value for "-=".

token.STAREQUAL

Token value for "*=".

token.SLASHEQUAL

Token value for "/=".

token.PERCENTEQUAL

Token value for "%=".

token.AMPEREQUAL

Token value for "&=".

token.VBAREQUAL

Token value for "|=".

token.CIRCUMFLEXEQUAL

Token value for "^=".

token.LEFTSHIFTEQUAL

Token value for "<<=".

token.RIGHTSHIFTEQUAL

Token value for ">>=".

token.DOUBLESTAREQUAL

Token value for "**=".

token.DOUBLESLASH

Token value for "//".

token.DOUBLESLASHEQUAL

Token value for "//=".

token.AT

Token value for "@".

token.ATEQUAL

Token value for "@=".

token.RARROW

Token value for "->".

token.ELLIPSIS

Token value for "...".

token.COLONEQUAL

Token value for ":=".

token.EXCLAMATION

Token value for "!".

token.OP

token.TYPE_IGNORE

token.TYPE_COMMENT

token.SOFT_KEYWORD

token.FSTRING_START

token.FSTRING_MIDDLE

token.FSTRING_END

token.COMMENT

token.NL

token.ERRORTOKEN

token.N_TOKENS

token.NT_OFFSET

以下のトークン値は、C のトークナイザでは利用されませんが、*tokenize* モジュールによって利用されます。

token.COMMENT

コメントであることを表すために使われるトークン値です。

token.NL

終わりではない改行を表すために使われるトークン値。*NEWLINE* トークンは Python コードの論理行の終わりを表します。NL トークンはコードの論理行が複数の物理行にわたって続いているときに作られます。

token.ENCODING

ソースの bytes をテキストにデコードするために使われるエンコーディングを示すトークン値。*tokenize.tokenize()* は常に最初に ENCODING トークンを返します。

token.TYPE_COMMENT

Token value indicating that a type comment was recognized. Such tokens are only produced when *ast.parse()* is invoked with type_comments=True.

バージョン 3.5 で変更: Added AWAIT and ASYNC tokens.

バージョン 3.7 で変更: *COMMENT* 、*NL*、*ENCODING* トークンが追加されました。

バージョン 3.7 で変更: Removed AWAIT and ASYNC tokens. ”async” and ”await” are now tokenized as *NAME* tokens.

バージョン 3.8 で変更: Added *TYPE_COMMENT*, *TYPE_IGNORE*, *COLONEQUAL*. Added AWAIT and ASYNC tokens back (they're needed to support parsing older Python versions for *ast.parse()* with feature_version set to 6 or lower).

バージョン 3.13 で変更: Removed AWAIT and ASYNC tokens again.

32.4 keyword --- Python キーワードのテスト

ソースコード: Lib/keyword.py

このモジュールでは、Python プログラムで文字列が キーワード や ソフトキーワード か否かをチェックする機能を提供します。

keyword.iskeyword(*s*)

s が Python の キーワード であれば True を返します。

keyword.kwlist

インタープリタで定義している全ての キーワード のシーケンス。特定の *__future__* 宣言がなければ有効ではないキーワードでもこのリストには含まれます。

keyword.issoftkeyword(*s*)

s が Python の ソフトキーワード であれば True を返します。

Added in version 3.9.

keyword.softkwlist

インタープリタで定義している全ての ソフトキーワード のシーケンス。特定の *__future__* 宣言がなければ有効ではないソフトキーワードでもこのリストには含まれます。

Added in version 3.9.

32.5 tokenize --- Python ソース用のトークナイザー

ソースコード: Lib/tokenize.py

---

tokenize モジュールでは、Python で実装された Python ソースコードの字句解析器を提供します。さらに、このモジュールの字句解析器はコメントもトークンとして返します。このため、このモジュールはスクリーン上で表示する際の色付け機能 (colorizers) を含む ” 清書出力器 (pretty-printer)” を実装する上で便利です。

トークン・ストリームの扱いをシンプルにするために、全ての operator と delimiter トークンおよび *Ellipsis* はジェネリックな *OP* トークンタイプとして返されます。正確な型は *tokenize.tokenize()* が返す *named tuple* の `exact_type` プロパティをチェックすれば解ります。

> **警告:** Note that the functions in this module are only designed to parse syntactically valid Python code (code that does not raise when parsed using *ast.parse()*). The behavior of the functions in this module is **undefined** when providing invalid Python code and it can change at any point.

32.5.1 入力のトークナイズ

第一のエントリポイントは **ジェネレータ** です:

tokenize.tokenize(*readline*)

tokenize() ジェネレータは一つの引数 *readline* を必要とします。この引数は呼び出し可能オブジェクトで、ファイルオブジェクトの *io.IOBase.readline()* メソッドと同じインタフェースを提供している必要があります。この関数は呼び出しのたびに入力の一行を bytes で返さなければなりません。

このジェネレータは次の 5 要素のタプルを返します; トークンタイプ; トークン文字列; ソース内でそのトークンがどの行、列で開始するかを示す int の `(srow, scol)` タプル; どの行、列で終了するかを示す int の `(erow, ecol)` タプル; トークンが見つかった行。(タプルの最後の要素にある) 行は **物理** 行です。この 5 要素のタプルは *named tuple* として返され、フィールド名は `type string start end line` になります。

返される *named tuple* は追加のプロパティ `exact_type` を持ちます。このプロパティは *OP* トークンに対して正確な演算子のタイプを持ちます。それ以外のトークンタイプについては、`exact_type` は `type` フィールドと同じ値を持ちます。

バージョン 3.1 で変更: named tuple のサポートを追加。

バージョン 3.3 で変更: `exact_type` のサポートを追加。

tokenize() は **PEP 263** にしたがって、ソースのエンコーディングを UTF-8 BOM か encoding cookie を見つけて決定します。

tokenize.**generate_tokens**(*readline*)

Tokenize a source reading unicode strings instead of bytes.

Like *tokenize()*, the *readline* argument is a callable returning a single line of input. However, *generate_tokens()* expects *readline* to return a str object rather than bytes.

The result is an iterator yielding named tuples, exactly like *tokenize()*. It does not yield an *ENCODING* token.

token モジュールの全ての定数は *tokenize* モジュールからも公開されています。

もう一つの関数がトークン化プロセスを逆転するために提供されています。これは、スクリプトを字句解析し、トークンのストリームに変更を加え、変更されたスクリプトを書き戻すようなツールを作成する際に便利です。

tokenize.**untokenize**(*iterable*)

トークンの列を Python ソースコードに変換します。*iterable* は少なくとも二つの要素、トークンタイプおよびトークン文字列、からなるシーケンスを返さなければいけません。その他のシーケンスの要素は無視されます。

再構築されたスクリプトは一つの文字列として返されます。得られる結果はもう一度字句解析すると入力と一致することが保証されるので、変換がロスレスでありラウンドトリップできることは間違いありません。この保証はトークン型およびトークン文字列に対してのものでトークン間のスペース (コラム位置) のようなものは変わることがあり得ます。

It returns bytes, encoded using the *ENCODING* token, which is the first token sequence output by *tokenize()*. If there is no encoding token in the input, it returns a str instead.

tokenize() はトークナイズしようとしているソースファイルのエンコーディングを検出する必要があります。これを行うために使っている関数が公開されています:

tokenize.**detect_encoding**(*readline*)

detect_encoding() 関数は Python のソースファイルをデコードするのに使うエンコーディングを検出するために使われます。*tokenize()* ジェネレータと同じ readline を引数として取ります。

readline を最大 2 回呼び出し、利用するエンコーディング (文字列として) と、読み込んだ行を (bytes からデコードされないままの状態で) 返します。

UTF-8 BOM か **PEP 263** で定義されている encoding cookie からエンコーディングを検出します。BOM と cookie の両方が存在し、一致していない場合、*SyntaxError* が送出されます。BOM が見つかった場合はエンコーディングとして `'utf-8-sig'` が返されます。

エンコーディングが指定されていない場合、デフォルトの `'utf-8'` が返されます。

Python のソースファイルを開くには *open()* を使ってください。これは *detect_encoding()* を利用してファイルエンコーディングを検出します。

tokenize.open(*filename*)

detect_encoding() を使って検出したエンコーディングを利用して、ファイルを読み出し専用モードで開きます。

Added in version 3.2.

exception tokenize.TokenError

docstring や複数行にわたることが許される式がファイル内のどこかで終わっていない場合に送出されます。例えば:

```
"""Beginning of
docstring
```

もしくは:

```
[1,
 2,
 3
```

32.5.2 コマンドラインからの使用

Added in version 3.3.

tokenize モジュールはコマンドラインからスクリプトとして実行することができます。次のようにシンプルに利用できます:

```
python -m tokenize [-e] [filename.py]
```

以下のオプションが使用できます:

-h, --help

このヘルプメッセージを出力して終了します

-e, --exact

exact type を使ってトークン名を表示します

filename.py が指定された場合、その内容がトークナイズされ stdout に出力されます。指定されなかった場合は stdin からトークナイズします。

32.5.3 使用例

スクリプト書き換えの例で、浮動小数点数リテラルを Decimal オブジェクトに変換します:

```
from tokenize import tokenize, untokenize, NUMBER, STRING, NAME, OP
from io import BytesIO

def decistmt(s):
    """Substitute Decimals for floats in a string of statements.

    >>> from decimal import Decimal
    >>> s = 'print(+21.3e-5*-.1234/81.7)'
    >>> decistmt(s)
    "print (+Decimal ('21.3e-5')*-Decimal ('.1234')/Decimal ('81.7'))"

    The format of the exponent is inherited from the platform C library.
    Known cases are "e-007" (Windows) and "e-07" (not Windows).  Since
    we're only showing 12 digits, and the 13th isn't close to 5, the
    rest of the output should be platform-independent.

    >>> exec(s)  #doctest: +ELLIPSIS
    -3.21716034272e-0...7

    Output from calculations with Decimal should be identical across all
    platforms.

    >>> exec(decistmt(s))
    -3.217160342717258261933904529E-7
    """
    result = []
    g = tokenize(BytesIO(s.encode('utf-8')).readline)  # tokenize the string
    for toknum, tokval, _, _, _ in g:
        if toknum == NUMBER and '.' in tokval:  # replace NUMBER tokens
            result.extend([
                (NAME, 'Decimal'),
                (OP, '('),
                (STRING, repr(tokval)),
                (OP, ')')
            ])
        else:
            result.append((toknum, tokval))
    return untokenize(result).decode('utf-8')
```

コマンドラインからトークナイズする例。次のスクリプトが:

```
def say_hello():
    print("Hello, World!")
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
say_hello()
```

トークナイズされて次のような出力になります。最初のカラムはトークンが現れた行／カラム、次のカラムはトークンの名前、最後のカラムは (あれば) トークンの値です

```
$ python -m tokenize hello.py
0,0-0,0:            ENCODING       'utf-8'
1,0-1,3:            NAME           'def'
1,4-1,13:           NAME           'say_hello'
1,13-1,14:          OP             '('
1,14-1,15:          OP             ')'
1,15-1,16:          OP             ':'
1,16-1,17:          NEWLINE        '\n'
2,0-2,4:            INDENT         '    '
2,4-2,9:            NAME           'print'
2,9-2,10:           OP             '('
2,10-2,25:          STRING         '"Hello, World!"'
2,25-2,26:          OP             ')'
2,26-2,27:          NEWLINE        '\n'
3,0-3,1:            NL             '\n'
4,0-4,0:            DEDENT         ''
4,0-4,9:            NAME           'say_hello'
4,9-4,10:           OP             '('
4,10-4,11:          OP             ')'
4,11-4,12:          NEWLINE        '\n'
5,0-5,0:            ENDMARKER      ''
```

トークンの exact_type 名は `-e` オプションで表示できます:

```
$ python -m tokenize -e hello.py
0,0-0,0:            ENCODING       'utf-8'
1,0-1,3:            NAME           'def'
1,4-1,13:           NAME           'say_hello'
1,13-1,14:          LPAR           '('
1,14-1,15:          RPAR           ')'
1,15-1,16:          COLON          ':'
1,16-1,17:          NEWLINE        '\n'
2,0-2,4:            INDENT         '    '
2,4-2,9:            NAME           'print'
2,9-2,10:           LPAR           '('
2,10-2,25:          STRING         '"Hello, World!"'
2,25-2,26:          RPAR           ')'
2,26-2,27:          NEWLINE        '\n'
3,0-3,1:            NL             '\n'
4,0-4,0:            DEDENT         ''
4,0-4,9:            NAME           'say_hello'
4,9-4,10:           LPAR           '('
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
4,10-4,11:          RPAR          ')'
4,11-4,12:          NEWLINE       '\n'
5,0-5,0:            ENDMARKER     ''
```

Example of tokenizing a file programmatically, reading unicode strings instead of bytes with *generate_tokens()*:

```
import tokenize

with tokenize.open('hello.py') as f:
    tokens = tokenize.generate_tokens(f.readline)
    for token in tokens:
        print(token)
```

Or reading bytes directly with *tokenize()*:

```
import tokenize

with open('hello.py', 'rb') as f:
    tokens = tokenize.tokenize(f.readline)
    for token in tokens:
        print(token)
```

32.6 tabnanny --- あいまいなインデントの検出

ソースコード: Lib/tabnanny.py

差し当たり、このモジュールはスクリプトとして呼び出すことを意図しています。しかし、IDE 上にインポートして下で説明する関数 *check()* を使うことができます。

注釈: このモジュールが提供する API を将来のリリースで変更する確率が高いです。このような変更は後方互換性がないかもしれません。

---

tabnanny.**check**(*file_or_dir*)

file_or_dir がディレクトリであってシンボリックリンクでないときに、*file_or_dir* という名前のディレクトリツリーを再帰的に下って行き、この通り道に沿ってすべての `.py` ファイルをチェックします。*file_or_dir* が通常の Python ソースファイルの場合には、問題のある空白をチェックします。診断メッセージは *print()* 関数を使って標準出力に書き込まれます。

tabnanny.**verbose**

冗長なメッセージをプリントするかどうかを示すフラグ。スクリプトとして呼び出された場合は、-v オプションによって増加します。

tabnanny.**filename_only**

問題のある空白を含むファイルのファイル名のみをプリントするかどうかを示すフラグ。スクリプトとして呼び出された場合は、-q オプションによって真に設定されます。

exception tabnanny.**NannyNag**

あいまいなインデントを検出した場合に *process_tokens()* が送出します。この例外は *check()* で捕捉され処理されます。

tabnanny.**process_tokens**(*tokens*)

この関数は、*tokenize* モジュールによって生成されたトークンを *check()* が処理するために使われます。

参考:

tokenize **モジュール**
Python ソースコードの字句解析器。

32.7 pyclbr --- Python モジュールブラウザーサポート

ソースコード: Lib/pyclbr.py

The *pyclbr* module provides limited information about the functions, classes, and methods defined in a Python-coded module. The information is sufficient to implement a module browser. The information is extracted from the Python source code rather than by importing the module, so this module is safe to use with untrusted code. This restriction makes it impossible to use this module with modules not implemented in Python, including all standard and optional extension modules.

pyclbr.**readmodule**(*module*, *path=None*)

Return a dictionary mapping module-level class names to class descriptors. If possible, descriptors for imported base classes are included. Parameter *module* is a string with the name of the module to read; it may be the name of a module within a package. If given, *path* is a sequence of directory paths prepended to `sys.path`, which is used to locate the module source code.

This function is the original interface and is only kept for back compatibility. It returns a filtered version of the following.

pyclbr.**readmodule_ex**(*module*, *path=None*)

Return a dictionary-based tree containing a function or class descriptors for each function and class defined in the module with a `def` or `class` statement. The returned dictionary maps module-level

function and class names to their descriptors. Nested objects are entered into the children dictionary of their parent. As with readmodule, *module* names the module to be read and *path* is prepended to sys.path. If the module being read is a package, the returned dictionary has a key `'__path__'` whose value is a list containing the package search path.

Added in version 3.7: Descriptors for nested definitions. They are accessed through the new children attribute. Each has a new parent attribute.

The descriptors returned by these functions are instances of Function and Class classes. Users are not expected to create instances of these classes.

32.7.1 Function オブジェクト

class pyclbr.**Function**

Class `Function` instances describe functions defined by def statements. They have the following attributes:

file

Name of the file in which the function is defined.

module

The name of the module defining the function described.

name

関数の名前です。

lineno

The line number in the file where the definition starts.

parent

For top-level functions, `None`. For nested functions, the parent.

Added in version 3.7.

children

A *dictionary* mapping names to descriptors for nested functions and classes.

Added in version 3.7.

is_async

`True` for functions that are defined with the `async` prefix, `False` otherwise.

Added in version 3.10.

32.7.2 クラスオブジェクト

class pyclbr.Class

Class `Class` instances describe classes defined by class statements. They have the same attributes as *Functions* and two more.

file

Name of the file in which the class is defined.

module

The name of the module defining the class described.

name

クラスの名前です。

lineno

The line number in the file where the definition starts.

parent

For top-level classes, `None`. For nested classes, the parent.

Added in version 3.7.

children

A dictionary mapping names to descriptors for nested functions and classes.

Added in version 3.7.

super

A list of `Class` objects which describe the immediate base classes of the class being described. Classes which are named as superclasses but which are not discoverable by *readmodule_ex()* are listed as a string with the class name instead of as `Class` objects.

methods

A *dictionary* mapping method names to line numbers. This can be derived from the newer *children* dictionary, but remains for back-compatibility.

32.8 py_compile --- Python ソースファイルをコンパイルする

ソースコード: Lib/py_compile.py

---

py_compile モジュールには、ソースファイルからバイトコードファイルを作る関数と、モジュールのソースファイルがスクリプトとして呼び出される時に使用される関数が定義されています。

頻繁に必要となるわけではありませんが、共有ライブラリとしてモジュールをインストールする場合や、特にソースコードのあるディレクトリにバイトコードのキャッシュファイルを書き込む権限がないユーザがいるときには、この関数は役に立ちます。

exception py_compile.PyCompileError

ファイルをコンパイル中にエラーが発生すると送出される例外。

py_compile.compile(*file*, *cfile=None*, *dfile=None*, *doraise=False*, *optimize=-1*, *invalidation_mode=PycInvalidationMode.TIMESTAMP*, *quiet=0*)

Compile a source file to byte-code and write out the byte-code cache file. The source code is loaded from the file named *file*. The byte-code is written to *cfile*, which defaults to the **PEP 3147**/**PEP 488** path, ending in `.pyc`. For example, if *file* is `/foo/bar/baz.py` *cfile* will default to `/foo/bar/__pycache__/baz.cpython-32.pyc` for Python 3.2. If *dfile* is specified, it is used instead of *file* as the name of the source file from which source lines are obtained for display in exception tracebacks. If *doraise* is true, a *PyCompileError* is raised when an error is encountered while compiling *file*. If *doraise* is false (the default), an error string is written to `sys.stderr`, but no exception is raised. This function returns the path to byte-compiled file, i.e. whatever *cfile* value was used.

The *doraise* and *quiet* arguments determine how errors are handled while compiling file. If *quiet* is 0 or 1, and *doraise* is false, the default behaviour is enabled: an error string is written to `sys.stderr`, and the function returns `None` instead of a path. If *doraise* is true, a *PyCompileError* is raised instead. However if *quiet* is 2, no message is written, and *doraise* has no effect.

(明示的に指定されたか計算された結果の) *cfile* のパスがシンボリックリンクだったり通常のファイルでなかったりした場合は、*FileExistsError* が送出されます。この動作は、それらのパスにバイトコンパイルされたファイルを書き込む権限がある場合、インポートのときにそのパスを通常のファイルに変えてしまうことを警告するためのものです。これはリネームを使ってバイトコンパイルされたファイルを配置するインポートで、同時にファイル書き込みをしてしまう問題を避けるための副作用です。

optimize は最適化レベルを制御するもので、組み込みの *compile()* 関数に渡されます。デフォルトは現在のインタープリタの最適化レベルを選ぶ `-1` です。

invalidation_mode should be a member of the *PycInvalidationMode* enum and controls how the generated bytecode cache is invalidated at runtime. The default is *PycInvalidationMode.CHECKED_HASH* if the `SOURCE_DATE_EPOCH` environment variable is set, otherwise the default is *PycInvalidationMode.TIMESTAMP*.

バージョン 3.2 で変更: **PEP 3147** に準拠し *cfile* のデフォルト値を変更しました。以前のデフォルトは *file* + `'c'` (最適化が有効な場合は `'o'`) でした。同時に *optimize* パラメータも追加されました。

バージョン 3.4 で変更: バイトコードをキャッシュするファイルへの書き込みに *importlib* を使うようにコードを変更しました。これにより、例えば権限や write-and-move セマンティクスなどの、ファイルの作成や書き込みの動作が *importlib* と一致するようになりました。*cfile* がシンボリックリンクであるか通常のファイルでない場合、*FileExistsError* を送出するという注意書きも追加されました。

バージョン 3.7 で変更: The *invalidation_mode* parameter was added as specified in **PEP 552**. If the `SOURCE_DATE_EPOCH` environment variable is set, *invalidation_mode* will be forced to *PycInvalidationMode.CHECKED_HASH*.

バージョン 3.7.2 で変更: The `SOURCE_DATE_EPOCH` environment variable no longer overrides the value of the *invalidation_mode* argument, and determines its default value instead.

バージョン 3.8 で変更: *quiet* パラメータが追加されました。

class py_compile.PycInvalidationMode

An enumeration of possible methods the interpreter can use to determine whether a bytecode file is up to date with a source file. The `.pyc` file indicates the desired invalidation mode in its header. See pyc-invalidation for more information on how Python invalidates `.pyc` files at runtime.

Added in version 3.7.

TIMESTAMP

The `.pyc` file includes the timestamp and size of the source file, which Python will compare against the metadata of the source file at runtime to determine if the `.pyc` file needs to be regenerated.

CHECKED_HASH

The `.pyc` file includes a hash of the source file content, which Python will compare against the source at runtime to determine if the `.pyc` file needs to be regenerated.

UNCHECKED_HASH

Like *CHECKED_HASH*, the `.pyc` file includes a hash of the source file content. However, Python will at runtime assume the `.pyc` file is up to date and not validate the `.pyc` against the source file at all.

This option is useful when the `.pycs` are kept up to date by some system external to Python like a build system.

32.8.1 コマンドラインインターフェイス

This module can be invoked as a script to compile several source files. The files named in *filenames* are compiled and the resulting bytecode is cached in the normal manner. This program does not search a directory structure to locate source files; it only compiles files named explicitly. The exit status is nonzero if one of the files could not be compiled.

<file> ... <fileN>

-

Positional arguments are files to compile. If **-** is the only parameter, the list of files is taken from standard input.

-q, --quiet

Suppress errors output.

バージョン 3.2 で変更: **-** のサポートが追加されました。

バージョン 3.10 で変更: *-q* のサポートが追加されました。

参考:

compileall **モジュール** デ
ィレクトリツリー内の Python ソースファイルを全てコンパイルするライブラリ。

32.9 compileall --- Python ライブラリをバイトコンパイルする

ソースコード: Lib/compileall.py

このモジュールは、Python ライブラリのインストールを助けるユーティリティ関数群を提供します。この関数群は、ディレクトリツリー内の Python ソースファイルをコンパイルします。このモジュールを使って、キャッシュされたバイトコードファイルをライブラリのインストール時に生成することで、ライブラリディレクトリに書き込み権限をもたないユーザでも、これらを利用できるようになります。

利用可能な環境: WASI 以外。

このモジュールは WebAssembly では動作しないか、利用不可です。詳しくは、*WebAssembly* **プラットフォーム** を見てください。

32.9.1 コマンドラインでの使用

このモジュールは、(`python -m compileall` を使って) Python ソースをコンパイルするスクリプトとして機能します。

`directory ...`

`file ...`

位置引数は、コンパイルするファイル群か、再帰的に横断されるディレクトリでソースファイル群を含むものです。引数が与えられなければ、`-l` *<directories from sys.path>* を渡したのと同じように動作します。

`-l`

サブディレクトリを再帰処理せず、指名または暗示されたディレクトリ群に含まれるソースコードファイル群だけをコンパイルします。

`-f`

タイムスタンプが最新であってもリビルドを強制します。

`-q`

コンパイルされたファイルのリストを出力しません。一つ渡された場合でもエラーメッセージは出力されます。二つ (`-qq`) の場合全ての出力は抑制されます。

`-d destdir`

コンパイルされるそれぞれのファイルへのパスの先頭に、ディレクトリを追加します。これはコンパイル時トレースバックに使われ、バイトコードファイルが実行される時点でソースファイルが存在しない場合に、トレースバックやその他のメッセージに使われるバイトコードファイルにもコンパイルされます。

`-s strip_prefix`

`-p prepend_prefix`

Remove (`-s`) or append (`-p`) the given prefix of paths recorded in the `.pyc` files. Cannot be combined with `-d`.

`-x regex`

regex を使って、コンパイル候補のそれぞれのファイルのフルパスを検索し、regex がマッチしたファイルを除外します。

`-i list`

ファイル `list` を読み込み、そのファイルのそれぞれの行を、コンパイルするファイルとディレクトリのリストに加えます。`list` が `-` なら、`stdin` の行を読み込みます。

`-b`

バイトコードファイルを、他のバージョンの Python によって生成されたバイトコードファイルを上書き

するかもしれない、レガシーな場所に生成します。デフォルトでは **PEP 3147** で決められた場所と名前を使い、複数のバージョンの Python が共存できるようにします。

`-r`

サブディレクトリの最大再起深度を制御します。このオプションが与えられた場合、`-l` オプションは無視されます。`python -m compileall <directory> -r 0` は `python -m compileall <directory> -l` と等価です。

`-j N`

Use *N* workers to compile the files within the given directory. If `0` is used, then the result of *os.process_cpu_count()* will be used.

`--invalidation-mode [timestamp|checked-hash|unchecked-hash]`

生成したバイトコードファイルを実行時に無効化する方法を制御します。`timestamp` を指定すると、生成した ".pyc" ファイルにソースファイルのタイムスタンプとサイズを埋め込みます。`checked-hash` と `unchecked-hash` を指定すると、ハッシュベースの pyc ファイルが生成されます。ハッシュベースの pyc ファイルは、ソースファイルにタイムスタンプではなくハッシュ値を埋め込みます。Python がバイトコードキャッシュファイルを実行時に検証する方法の詳細を知るには、pyc-invalidation を参照してください。デフォルト値は、`SOURCE_DATE_EPOCH` 環境変数が設定されていなければ `timestamp` で、`SOURCE_DATE_EPOCH` 環境変数が設定されていれば、`checked-hash` になります。

`-o level`

Compile with the given optimization level. May be used multiple times to compile for multiple levels at a time (for example, `compileall -o 1 -o 2`).

`-e dir`

Ignore symlinks pointing outside the given directory.

`--hardlink-dupes`

If two `.pyc` files with different optimization level have the same content, use hard links to consolidate duplicate files.

バージョン 3.2 で変更: `-i`, `-b`, `-h` オプションを追加。

バージョン 3.5 で変更: `-j`, `-r`, `-qq` オプションが追加されました。`-q` オプションが複数のレベルの値に変更されました。`-b` は常に拡張子 `.pyc` のバイトエンコーディングファイルを生成し、`.pyo` を作りません。

バージョン 3.7 で変更: `--invalidation-mode` オプションが追加されました。

バージョン 3.9 で変更: Added the `-s`, `-p`, `-e` and `--hardlink-dupes` options. Raised the default recursion limit from 10 to *sys.getrecursionlimit()*. Added the possibility to specify the `-o` option multiple times.

compile() 関数で利用される最適化レベルを制御するコマンドラインオプションはありません。Python インタプリタ自体のオプションを使ってください: `python -O -m compileall`.

Similarly, the *compile()* function respects the *sys.pycache_prefix* setting. The generated bytecode cache will only be useful if *compile()* is run with the same *sys.pycache_prefix* (if any) that will be used at runtime.

32.9.2 パブリックな関数

compileall.**compile_dir**(*dir*, *maxlevels=sys.getrecursionlimit()*, *ddir=None*, *force=False*, *rx=None*, *quiet=0*, *legacy=False*, *optimize=-1*, *workers=1*, *invalidation_mode=None*, ***, *stripdir=None*, *prependdir=None*, *limit_sl_dest=None*, *hardlink_dupes=False*)

dir という名前のディレクトリーツリーをたどり、途中で見つけた全ての `.py` をコンパイルします。全ファイルのコンパイルが成功した場合は真を、それ以外の場合は偽を返します。

maxlevels パラメータで最大再帰深度を制限します。デフォルトは `sys.getrecursionlimit()` です。

ddir が与えられた場合、コンパイルされるそれぞれのファイルへのパスの先頭に、そのディレクトリを追加します。これはコンパイル時トレースバックに使われ、バイトコードファイルが実行される時点でソースファイルが存在しない場合に、トレースバックやその他のメッセージに使われるバイトコードファイルにもコンパイルされます。

force が真の場合、タイムスタンプが最新のであってもモジュールは再コンパイルされます。

If *rx* is given, its `search` method is called on the complete path to each file considered for compilation, and if it returns a true value, the file is skipped. This can be used to exclude files matching a regular expression, given as a *re.Pattern* object.

quiet が `False` か `0` (デフォルト) の場合、ファイル名とその他の情報は標準出力に表示されます。`1` の場合エラーのみが表示されます。`2` の場合出力はすべて抑制されます。

legacy が真の時、バイトコードファイルは古い場所と名前に書かれ、他のバージョンの Python によって作られたバイトコードファイルを上書きする可能性があります。デフォルトは **PEP 3147** で決められた場所と名前を使い、複数のバージョンの Python のバイトコードファイルが共存できるようにします。

optimize specifies the optimization level for the compiler. It is passed to the built-in *compile()* function. Accepts also a sequence of optimization levels which lead to multiple compilations of one `.py` file in one call.

The argument *workers* specifies how many workers are used to compile files in parallel. The default is to not use multiple workers. If the platform can't use multiple workers and *workers* argument is given, then sequential compilation will be used as a fallback. If *workers* is 0, the number of cores in the system is used. If *workers* is lower than `0`, a *ValueError* will be raised.

invalidation_mode は、*py_compile.PycInvalidationMode* のメンバーでなければならず、生成された pyc ファイルを実行時に無効化する方法を制御します。

The *stripdir*, *prependdir* and *limit_sl_dest* arguments correspond to the `-s`, `-p` and `-e` options described above. They may be specified as `str` or *os.PathLike*.

If *hardlink_dupes* is true and two `.pyc` files with different optimization level have the same content, use hard links to consolidate duplicate files.

バージョン 3.2 で変更: *legacy* と *optimize* 引数が追加されました。

バージョン 3.5 で変更: `workers` パラメータが追加されました。

バージョン 3.5 で変更: *quiet* 引数が複数のレベルの値に変更されました。

バージョン 3.5 で変更: *optimize* の値に関わらず、*legacy* 引数は `.pyc` ファイルのみを書き出し、`.pyo` ファイルを書き出さないようになりました。

バージョン 3.6 で変更: *path-like object* を受け入れるようになりました。

バージョン 3.7 で変更: *invalidation_mode* 引数を追加しました。

バージョン 3.7.2 で変更: The *invalidation_mode* parameter's default value is updated to `None`.

バージョン 3.8 で変更: Setting *workers* to 0 now chooses the optimal number of cores.

バージョン 3.9 で変更: Added *stripdir*, *prependdir*, *limit_sl_dest* and *hardlink_dupes* arguments. Default value of *maxlevels* was changed from `10` to `sys.getrecursionlimit()`

`compileall.compile_file`(*fullname*, *ddir=None*, *force=False*, *rx=None*, *quiet=0*, *legacy=False*, *optimize=-1*, *invalidation_mode=None*, ***, *stripdir=None*, *prependdir=None*, *limit_sl_dest=None*, *hardlink_dupes=False*)

パス *fullname* のファイルをコンパイルします。コンパイルが成功すれば真を、そうでなければ偽を返します。

ddir が与えられた場合、コンパイルされるファイルのパスの先頭にそのディレクトリを追加します。これはコンパイル時トレースバックに使われ、バイトコードファイルが実行される時点でソースファイルが存在しない場合に、トレースバックやその他のメッセージに使われるバイトコードファイルにもコンパイルされます。

If *rx* is given, its `search` method is passed the full path name to the file being compiled, and if it returns a true value, the file is not compiled and `True` is returned. This can be used to exclude files matching a regular expression, given as a *re.Pattern* object.

quiet が `False` か `0` (デフォルト) の場合、ファイル名とその他の情報は標準出力に表示されます。`1` の場合エラーのみが表示されます。`2` の場合出力はすべて抑制されます。

legacy が真の時、バイトコードファイルは古い場所と名前に書かれ、他のバージョンの Python によって作られたバイトコードファイルを上書きする可能性があります。デフォルトは **PEP 3147** で決められた場所と名前を使い、複数のバージョンの Python のバイトコードファイルが共存できるようにします。

optimize specifies the optimization level for the compiler. It is passed to the built-in *compile()* function. Accepts also a sequence of optimization levels which lead to multiple compilations of one `.py` file in one call.

invalidation_mode は、*py_compile.PycInvalidationMode* のメンバーでなければならず、生成された pyc ファイルを実行時に無効化する方法を制御します。

The *stripdir*, *prependdir* and *limit_sl_dest* arguments correspond to the `-s`, `-p` and `-e` options described above. They may be specified as `str` or *os.PathLike*.

If *hardlink_dupes* is true and two `.pyc` files with different optimization level have the same content, use hard links to consolidate duplicate files.

Added in version 3.2.

バージョン 3.5 で変更: *quiet* 引数が複数のレベルの値に変更されました。

バージョン 3.5 で変更: *optimize* の値に関わらず、*legacy* 引数は `.pyc` ファイルのみを書き出し、`.pyo` ファイルを書き出さないようになりました。

バージョン 3.7 で変更: *invalidation_mode* 引数を追加しました。

バージョン 3.7.2 で変更: The *invalidation_mode* parameter's default value is updated to `None`.

バージョン 3.9 で変更: 引数 *stripdir* 、*prependdir* 、*limit_sl_dest* 、および *hardlink_dupes* を追加しました。

`compileall.compile_path`(*skip_curdir=True*, *maxlevels=0*, *force=False*, *quiet=0*, *legacy=False*, *optimize=-1*, *invalidation_mode=None*)

`sys.path` からたどって見つけたすべての `.py` ファイルをバイトコンパイルします。すべてのファイルを問題なくコンパイルできたときに真を、それ以外のときに偽を返します。

skip_curdir が真 (デフォルト) のとき、カレントディレクトリは走査から除外されます。それ以外のすべての引数は *compile_dir()* 関数に渡されます。その他の compile 関数群と異なり、`maxlevels` のデフォルトが `0` になっていることに注意してください。

バージョン 3.2 で変更: *legacy* と *optimize* 引数が追加されました。

バージョン 3.5 で変更: *quiet* 引数が複数のレベルの値に変更されました。

バージョン 3.5 で変更: *optimize* の値に関わらず、*legacy* 引数は `.pyc` ファイルのみを書き出し、`.pyo` ファイルを書き出さないようになりました。

バージョン 3.7 で変更: *invalidation_mode* 引数を追加しました。

バージョン 3.7.2 で変更: The *invalidation_mode* parameter's default value is updated to `None`.

`Lib/` ディレクトリ以下にある全ての `.py` ファイルを強制的に再コンパイルするには、以下のようにします:

```
import compileall

compileall.compile_dir('Lib/', force=True)

# Perform same compilation, excluding files in .svn directories.
import re
compileall.compile_dir('Lib/', rx=re.compile(r'[/\\][.]svn'), force=True)

# pathlib.Path objects can also be used.
import pathlib
compileall.compile_dir(pathlib.Path('Lib/'), force=True)
```

参考:

Module *py_compile* —
: つのソースファイルをバイトコンパイルします。

32.10 dis --- Python バイトコードの逆アセンブラー

ソースコード: Lib/dis.py

---

dis モジュールは CPython **バイトコード** を逆アセンブルすることでバイトコードの解析をサポートします。このモジュールが入力として受け取る CPython バイトコードはファイル `Include/opcode.h` に定義されており、コンパイラとインタプリタが使用しています。

CPython 実装の詳細: バイトコードは CPython インタプリタの実装詳細です。Python のバージョン間でバイトコードの追加や、削除、変更がないという保証はありません。このモジュールを使用することによって Python の異なる VM または異なるリリースの間で動作すると考えるべきではありません。

バージョン 3.6 で変更: 従来は使用されるバイト数は命令ごとに異なりましたが、このモジュールでは各々一つの命令につき 2 バイト使用することとなっています。

バージョン 3.10 で変更: The argument of jump, exception handling and loop instructions is now the instruction offset rather than the byte offset.

バージョン 3.11 で変更: Some instructions are accompanied by one or more inline cache entries, which take the form of *CACHE* instructions. These instructions are hidden by default, but can be shown by passing `show_caches=True` to any *dis* utility. Furthermore, the interpreter now adapts the bytecode to specialize it for different runtime conditions. The adaptive bytecode can be shown by passing `adaptive=True`.

バージョン 3.12 で変更: The argument of a jump is the offset of the target instruction relative to the instruction that appears immediately after the jump instruction's *CACHE* entries.

As a consequence, the presence of the *CACHE* instructions is transparent for forward jumps but needs to be taken into account when reasoning about backward jumps.

バージョン 3.13 で変更: The output shows logical labels rather than instruction offsets for jump targets and exception handlers. The `-O` command line option and the `show_offsets` argument were added.

Example: Given the function `myfunc()`:

```
def myfunc(alist):
    return len(alist)
```

the following command can be used to display the disassembly of `myfunc()`:

```
>>> dis.dis(myfunc)
  2           RESUME                   0

  3           LOAD_GLOBAL              1 (len + NULL)
              LOAD_FAST                0 (alist)
              CALL                     1
              RETURN_VALUE
```

(”2” は行番号です)。

32.10.1 コマンドライン・インターフェース

The *dis* module can be invoked as a script from the command line:

```
python -m dis [-h] [-C] [-O] [infile]
```

以下のオプションが使用できます:

-h, --help

使い方を表示して終了します。

-C, --show-caches

Show inline caches.

-O, --show-offsets

Show offsets of instructions.

If `infile` is specified, its disassembled code will be written to stdout. Otherwise, disassembly is performed on compiled source code received from stdin.

32.10.2 バイトコード解析

Added in version 3.4.

バイトコード解析の API を使うと、Python のコード片を *Bytecode* オブジェクトでラップでき、コンパイルされたコードの細かいところに簡単にアクセスできます。

class dis.Bytecode(*x*, ***, *first_line=None*, *current_offset=None*, *show_caches=False*, *adaptive=False*, *show_offsets=False*)

関数、ジェネレータ、非同期ジェネレータ、コルーチン、メソッド、ソースコード文字列、(*compile()* が返すような) コードオブジェクトに対応するバイトコードを解析します。

これは、下で並べられている関数の多くのものをまとめた便利なラッパーです。とりわけ目立つのは *get_instructions()* で、*Bytecode* インスタンスに対し反復処理をしながら、バイトコード命令を *Instruction* インスタンスとして返します。

first_line が `None` でない場合は、それを逆アセンブルしたコードのソースの最初の行に表示する行番号とします。そうでない場合は、ソースの行の情報 (もしあれば) を逆アセンブルされたコードオブジェクトから直接取得します。

current_offset が `None` でない場合は、逆アセンブルされたコードでのあるインストラクションのオフセット位置を示します。これを設定すると、*dis()* の出力において、指定された命令コード (opcode) に ” 現在の命令 (instruction)” を表す印が表示されます。

If *show_caches* is `True`, *dis()* will display inline cache entries used by the interpreter to specialize the bytecode.

If *adaptive* is `True`, *dis()* will display specialized bytecode that may be different from the original bytecode.

If *show_offsets* is `True`, *dis()* will include instruction offsets in the output.

classmethod from_traceback(*tb*, ***, *show_caches=False*)

与えられたトレースバックから *Bytecode* インスタンスを構築し、*current_offset* がその例外の原因となった命令となるよう設定します。

codeobj

コンパイルされたコードオブジェクト。

first_line

コードオブジェクトのソースの最初の行 (利用可能であれば)

dis()

バイトコード命令の整形された表示を返します (*dis.dis()* と同じ出力になりますが、複数行文字列として返されます)。

info()

code_info() のようなコードオブジェクトの詳細を含んだ整形された複数行文字列を返します。

バージョン 3.7 で変更: This can now handle coroutine and asynchronous generator objects.

バージョン 3.11 で変更: Added the *show_caches* and *adaptive* parameters.

例:

```
>>> bytecode = dis.Bytecode(myfunc)
>>> for instr in bytecode:
...     print(instr.opname)
...
RESUME
LOAD_GLOBAL
LOAD_FAST
CALL
RETURN_VALUE
```

32.10.3 解析関数

dis モジュールには、以下に挙げる入力を直接欲しい出力に変換する解析関数も定義してあります。1 つの命令だけが実行されている場合は、解析オブジェクトをいったん作るよりはこちらの方が便利です:

dis.code_info(*x*)

渡された関数、ジェネレータ、非同期ジェネレータ、コルーチン、メソッド、ソースコード文字列、コードオブジェクトに対する、詳細なコードオブジェクトの情報を、整形された複数行の文字列として返します。

この結果は実装に強く依存しており、Python VM や Python のバージョンによって異なることがあります。

Added in version 3.2.

バージョン 3.7 で変更: This can now handle coroutine and asynchronous generator objects.

dis.show_code(*x*, *, *file=None*)

渡された関数、メソッド、ソースコード文字列、コードオブジェクトに対する、詳細なコードオブジェクトの情報を、*file* (または *file* が指定されていなければ `sys.stdout`) に表示します。

これは、インタラクティブシェル上で使うことを想定した、`print(code_info(x), file=file)` の便利なショートカットです。

Added in version 3.2.

バージョン 3.4 で変更: *file* 引数が追加されました。

dis.dis(*x=None*, ***, *file=None*, *depth=None*, *show_caches=False*, *adaptive=False*)

Disassemble the *x* object. *x* can denote either a module, a class, a method, a function, a generator, an asynchronous generator, a coroutine, a code object, a string of source code or a byte sequence of raw bytecode. For a module, it disassembles all functions. For a class, it disassembles all methods (including class and static methods). For a code object or sequence of raw bytecode, it prints one line per bytecode instruction. It also recursively disassembles nested code objects. These can include generator expressions, nested functions, the bodies of nested classes, and the code objects used for annotation scopes. Strings are first compiled to code objects with the *compile()* built-in function before being disassembled. If no object is provided, this function disassembles the last traceback.

file 引数が渡された場合は、アセンブリをそこに書き込みます。そうでない場合は `sys.stdout` に出力します。

The maximal depth of recursion is limited by *depth* unless it is `None`. `depth=0` means no recursion.

If *show_caches* is `True`, this function will display inline cache entries used by the interpreter to specialize the bytecode.

If *adaptive* is `True`, this function will display specialized bytecode that may be different from the original bytecode.

バージョン 3.4 で変更: *file* 引数が追加されました。

バージョン 3.7 で変更: Implemented recursive disassembling and added *depth* parameter.

バージョン 3.7 で変更: This can now handle coroutine and asynchronous generator objects.

バージョン 3.11 で変更: Added the *show_caches* and *adaptive* parameters.

distb(tb=None, *, file=None, show_caches=False, adaptive=False,

show_offset=False)

トレースバックのスタックの先頭の関数を逆アセンブルします。None が渡された場合は最後のトレースバックを使います。例外を引き起こした命令が表示されます。

file 引数が渡された場合は、アセンブリをそこに書き込みます。そうでない場合は `sys.stdout` に出力します。

バージョン 3.4 で変更: *file* 引数が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: Added the *show_caches* and *adaptive* parameters.

バージョン 3.13 で変更: Added the *show_offsets* parameter.

dis.disassemble(*code*, *lasti=-1*, ***, *file=None*, *show_caches=False*, *adaptive=False*)

disco(code, lasti=-1, *, file=None, show_caches=False, adaptive=False,

show_offsets=False)

コードオブジェクトを逆アセンブルします。*lasti* が与えられた場合は、最後の命令を示します。出力は次のようなカラムに分割されます:

1. 各行の最初の命令に対する行番号。
2. 現在の命令。--> として示されます。
3. ラベル付けされた命令。>> とともに表示されます。
4. 命令のアドレス。
5. 命令コード名。
6. 命令パラメタ。
7. パラメタの解釈を括弧で囲んだもの。

パラメタの解釈は、ローカル変数とグローバル変数の名前、定数の値、分岐先、比較命令を認識します。

file 引数が渡された場合は、アセンブリをそこに書き込みます。そうでない場合は sys.stdout に出力します。

バージョン 3.4 で変更: *file* 引数が追加されました。

バージョン 3.11 で変更: Added the *show_caches* and *adaptive* parameters.

バージョン 3.13 で変更: Added the *show_offsets* parameter.

dis.get_instructions(*x*, ***, *first_line=None*, *show_caches=False*, *adaptive=False*)

渡された関数、メソッド、ソースコード文字列、コードオブジェクトにある命令のイテレータを返します。

イテレータは、与えられたコードの各命令の詳細情報を保持する名前付きタプル *Instruction* からなる列を生成します。

first_line が None でない場合は、それを逆アセンブルしたコードのソースの最初の行に表示する行番号とします。そうでない場合は、ソースの行の情報 (もしあれば) を逆アセンブルされたコードオブジェクトから直接取得します。

The *adaptive* parameter works as it does in *dis()*.

Added in version 3.4.

バージョン 3.11 で変更: Added the *show_caches* and *adaptive* parameters.

バージョン 3.13 で変更: The *show_caches* parameter is deprecated and has no effect. The iterator generates the *Instruction* instances with the *cache_info* field populated (regardless of the value of *show_caches*) and it no longer generates separate items for the cache entries.

dis.findlinestarts(*code*)

This generator function uses the `co_lines()` method of the code object *code* to find the offsets which are starts of lines in the source code. They are generated as `(offset, lineno)` pairs.

バージョン 3.6 で変更: Line numbers can be decreasing. Before, they were always increasing.

バージョン 3.10 で変更: The **PEP 626** `co_lines()` method is used instead of the `co_firstlineno` and `co_lnotab` attributes of the code object.

バージョン 3.13 で変更: Line numbers can be `None` for bytecode that does not map to source lines.

dis.findlabels(*code*)

Detect all offsets in the raw compiled bytecode string *code* which are jump targets, and return a list of these offsets.

dis.stack_effect(*opcode*, *oparg=None*, ***, *jump=None*)

opcode と引数 *oparg* がスタックに与える影響を計算します。

If the code has a jump target and *jump* is `True`, *stack_effect()* will return the stack effect of jumping. If *jump* is `False`, it will return the stack effect of not jumping. And if *jump* is `None` (default), it will return the maximal stack effect of both cases.

Added in version 3.4.

バージョン 3.8 で変更: Added *jump* parameter.

バージョン 3.13 で変更: If `oparg` is omitted (or `None`), the stack effect is now returned for `oparg=0`. Previously this was an error for opcodes that use their arg. It is also no longer an error to pass an integer `oparg` when the `opcode` does not use it; the `oparg` in this case is ignored.

32.10.4 Python バイトコード命令

get_instructions() 関数と *Bytecode* クラスはバイトコード命令の詳細を *Instruction* インスタンスの形で提供します:

class dis.Instruction

バイトコード命令の詳細

opcode

以下の命令コードの値と **命令コードコレクション** のバイトコードの値に対応する、命令の数値コードです。

opname

人間が読むための命令名

baseopcode

numeric code for the base operation if operation is specialized; otherwise equal to *opcode*

baseopname

human readable name for the base operation if operation is specialized; otherwise equal to *opname*

arg

(ある場合は) 命令の数値引数、無ければ None

oparg

alias for *arg*

argval

resolved arg value (if any), otherwise None

argrepr

human readable description of operation argument (if any), otherwise an empty string.

offset

バイトコード列の中での命令の開始位置

start_offset

start index of operation within bytecode sequence, including prefixed EXTENDED_ARG operations if present; otherwise equal to *offset*

cache_offset

start index of the cache entries following the operation

end_offset

end index of the cache entries following the operation

starts_line

True if this opcode starts a source line, otherwise False

line_number

source line number associated with this opcode (if any), otherwise None

is_jump_target

他のコードからここへジャンプする場合は True 、そうでない場合は False

jump_target

bytecode index of the jump target if this is a jump operation, otherwise None

positions

dis.Positions object holding the start and end locations that are covered by this instruction.

Added in version 3.4.

バージョン 3.11 で変更: Field `positions` is added.

バージョン 3.13 で変更: Changed field `starts_line`.

Added fields `start_offset`, `cache_offset`, `end_offset`, `baseopname`, `baseopcode`, `jump_target`, `oparg`, `line_number` and `cache_info`.

class dis.Positions

In case the information is not available, some fields might be `None`.

lineno

end_lineno

col_offset

end_col_offset

Added in version 3.11.

現在 Python コンパイラは次のバイトコード命令を生成します。

一般的な命令

In the following, We will refer to the interpreter stack as `STACK` and describe operations on it as if it was a Python list. The top of the stack corresponds to `STACK[-1]` in this language.

NOP

Do nothing code. Used as a placeholder by the bytecode optimizer, and to generate line tracing events.

POP_TOP

Removes the top-of-stack item:

```
STACK.pop()
```

END_FOR

Removes the top-of-stack item. Equivalent to `POP_TOP`. Used to clean up at the end of loops, hence the name.

Added in version 3.12.

END_SEND

Implements `del STACK[-2]`. Used to clean up when a generator exits.

Added in version 3.12.

COPY(*i*)

Push the i-th item to the top of the stack without removing it from its original location:

```
assert i > 0
STACK.append(STACK[-i])
```

Added in version 3.11.

SWAP(*i*)

Swap the top of the stack with the i-th element:

```
STACK[-i], STACK[-1] = STACK[-1], STACK[-i]
```

Added in version 3.11.

CACHE

Rather than being an actual instruction, this opcode is used to mark extra space for the interpreter to cache useful data directly in the bytecode itself. It is automatically hidden by all `dis` utilities, but can be viewed with `show_caches=True`.

Logically, this space is part of the preceding instruction. Many opcodes expect to be followed by an exact number of caches, and will instruct the interpreter to skip over them at runtime.

Populated caches can look like arbitrary instructions, so great care should be taken when reading or modifying raw, adaptive bytecode containing quickened data.

Added in version 3.11.

1 オペランド命令

1 オペランド命令はスタックの先頭を取り出して操作を適用し、結果をスタックへプッシュし戻します。

UNARY_NEGATIVE

Implements `STACK[-1] = -STACK[-1]`.

UNARY_NOT

Implements `STACK[-1] = not STACK[-1]`.

バージョン 3.13 で変更: This instruction now requires an exact *bool* operand.

UNARY_INVERT

Implements STACK[-1] = ~STACK[-1].

GET_ITER

Implements STACK[-1] = iter(STACK[-1]).

GET_YIELD_FROM_ITER

If STACK[-1] is a *generator iterator* or *coroutine* object it is left as is. Otherwise, implements STACK[-1] = iter(STACK[-1]).

Added in version 3.5.

TO_BOOL

Implements STACK[-1] = bool(STACK[-1]).

Added in version 3.13.

Binary and in-place operations

Binary operations remove the top two items from the stack (STACK[-1] and STACK[-2]). They perform the operation, then put the result back on the stack.

In-place operations are like binary operations, but the operation is done in-place when STACK[-2] supports it, and the resulting STACK[-1] may be (but does not have to be) the original STACK[-2].

BINARY_OP(*op*)

Implements the binary and in-place operators (depending on the value of *op*):

```
rhs = STACK.pop()
lhs = STACK.pop()
STACK.append(lhs op rhs)
```

Added in version 3.11.

BINARY_SUBSCR

Implements:

```
key = STACK.pop()
container = STACK.pop()
STACK.append(container[key])
```

STORE_SUBSCR

Implements:

```
key = STACK.pop()
container = STACK.pop()
value = STACK.pop()
container[key] = value
```

DELETE_SUBSCR

Implements:

```
key = STACK.pop()
container = STACK.pop()
del container[key]
```

BINARY_SLICE

Implements:

```
end = STACK.pop()
start = STACK.pop()
container = STACK.pop()
STACK.append(container[start:end])
```

Added in version 3.12.

STORE_SLICE

Implements:

```
end = STACK.pop()
start = STACK.pop()
container = STACK.pop()
values = STACK.pop()
container[start:end] = value
```

Added in version 3.12.

コルーチン命令コード

GET_AWAITABLE(*where*)

Implements `STACK[-1] = get_awaitable(STACK[-1])`, where `get_awaitable(o)` returns `o` if `o` is a coroutine object or a generator object with the *CO_ITERABLE_COROUTINE* flag, or resolves `o.__await__`.

If the `where` operand is nonzero, it indicates where the instruction occurs:

- 1: After a call to `__aenter__`
- 2: After a call to `__aexit__`

Added in version 3.5.

バージョン 3.11 で変更: Previously, this instruction did not have an oparg.

GET_AITER

Implements STACK[-1] = STACK[-1].__aiter__().

Added in version 3.5.

バージョン 3.7 で変更: Returning awaitable objects from __aiter__ is no longer supported.

GET_ANEXT

Implement STACK.append(get_awaitable(STACK[-1].__anext__())) to the stack. See GET_AWAITABLE for details about get_awaitable.

Added in version 3.5.

END_ASYNC_FOR

Terminates an async for loop. Handles an exception raised when awaiting a next item. The stack contains the async iterable in STACK[-2] and the raised exception in STACK[-1]. Both are popped. If the exception is not *StopAsyncIteration*, it is re-raised.

Added in version 3.8.

バージョン 3.11 で変更: Exception representation on the stack now consist of one, not three, items.

CLEANUP_THROW

Handles an exception raised during a throw() or close() call through the current frame. If STACK[-1] is an instance of *StopIteration*, pop three values from the stack and push its value member. Otherwise, re-raise STACK[-1].

Added in version 3.12.

その他の命令コード

SET_ADD(*i*)

Implements:

```
item = STACK.pop()
set.add(STACK[-i], item)
```

Used to implement set comprehensions.

LIST_APPEND(*i*)

Implements:

```
item = STACK.pop()
list.append(STACK[-i], item)
```

Used to implement list comprehensions.

MAP_ADD(*i*)

Implements:

```
value = STACK.pop()
key = STACK.pop()
dict.__setitem__(STACK[-i], key, value)
```

Used to implement dict comprehensions.

Added in version 3.1.

バージョン 3.8 で変更: Map value is `STACK[-1]` and map key is `STACK[-2]`. Before, those were reversed.

SET_ADD, *LIST_APPEND*, *MAP_ADD* は、追加した値または key/value ペアをスタックから取り除きますが、コンテナオブジェクトはループの次のイテレーションで利用できるようにスタックに残しておきます。

RETURN_VALUE

Returns with `STACK[-1]` to the caller of the function.

RETURN_CONST(*consti*)

Returns with `co_consts[consti]` to the caller of the function.

Added in version 3.12.

YIELD_VALUE

Yields `STACK.pop()` from a *generator*.

バージョン 3.11 で変更: oparg set to be the stack depth.

バージョン 3.12 で変更: oparg set to be the exception block depth, for efficient closing of generators.

バージョン 3.13 で変更: oparg is `1` if this instruction is part of a yield-from or await, and `0` otherwise.

SETUP_ANNOTATIONS

Checks whether `__annotations__` is defined in `locals()`, if not it is set up to an empty `dict`. This opcode is only emitted if a class or module body contains *variable annotations* statically.

Added in version 3.6.

POP_EXCEPT

Pops a value from the stack, which is used to restore the exception state.

バージョン 3.11 で変更: Exception representation on the stack now consist of one, not three, items.

RERAISE

Re-raises the exception currently on top of the stack. If oparg is non-zero, pops an additional value from the stack which is used to set `f_lasti` of the current frame.

Added in version 3.9.

バージョン 3.11 で変更: Exception representation on the stack now consist of one, not three, items.

PUSH_EXC_INFO

Pops a value from the stack. Pushes the current exception to the top of the stack. Pushes the value originally popped back to the stack. Used in exception handlers.

Added in version 3.11.

CHECK_EXC_MATCH

Performs exception matching for `except`. Tests whether the `STACK[-2]` is an exception matching `STACK[-1]`. Pops `STACK[-1]` and pushes the boolean result of the test.

Added in version 3.11.

CHECK_EG_MATCH

Performs exception matching for `except*`. Applies `split(STACK[-1])` on the exception group representing `STACK[-2]`.

In case of a match, pops two items from the stack and pushes the non-matching subgroup (`None` in case of full match) followed by the matching subgroup. When there is no match, pops one item (the match type) and pushes `None`.

Added in version 3.11.

WITH_EXCEPT_START

Calls the function in position 4 on the stack with arguments (type, val, tb) representing the exception at the top of the stack. Used to implement the call `context_manager.__exit__(*exc_info())` when an exception has occurred in a `with` statement.

Added in version 3.9.

バージョン 3.11 で変更: The `__exit__` function is in position 4 of the stack rather than 7. Exception representation on the stack now consist of one, not three, items.

LOAD_COMMON_CONSTANT

Pushes a common constant onto the stack. The interpreter contains a hardcoded list of constants supported by this instruction. Used by the `assert` statement to load *AssertionError*.

Added in version 3.14.

LOAD_BUILD_CLASS

Pushes builtins.__build_class__() onto the stack. It is later called to construct a class.

GET_LEN

Perform STACK.append(len(STACK[-1])).

Added in version 3.10.

MATCH_MAPPING

If STACK[-1] is an instance of *collections.abc.Mapping* (or, more technically: if it has the Py_TPFLAGS_MAPPING flag set in its tp_flags), push True onto the stack. Otherwise, push False.

Added in version 3.10.

MATCH_SEQUENCE

If STACK[-1] is an instance of *collections.abc.Sequence* and is *not* an instance of *str*/*bytes*/*bytearray* (or, more technically: if it has the Py_TPFLAGS_SEQUENCE flag set in its tp_flags), push True onto the stack. Otherwise, push False.

Added in version 3.10.

MATCH_KEYS

STACK[-1] is a tuple of mapping keys, and STACK[-2] is the match subject. If STACK[-2] contains all of the keys in STACK[-1], push a *tuple* containing the corresponding values. Otherwise, push None.

Added in version 3.10.

バージョン 3.11 で変更: Previously, this instruction also pushed a boolean value indicating success (True) or failure (False).

STORE_NAME(*namei*)

Implements name = STACK.pop(). *namei* is the index of *name* in the attribute co_names of the code object. The compiler tries to use *STORE_FAST* or *STORE_GLOBAL* if possible.

DELETE_NAME(*namei*)

Implements del name, where *namei* is the index into co_names attribute of the code object.

UNPACK_SEQUENCE(*count*)

Unpacks STACK[-1] into *count* individual values, which are put onto the stack right-to-left. Require there to be exactly *count* values.:

```
assert(len(STACK[-1]) == count)
STACK.extend(STACK.pop()[:-count-1:-1])
```

UNPACK_EX(*counts*)

Implements assignment with a starred target: Unpacks an iterable in STACK[-1] into individual values, where the total number of values can be smaller than the number of items in the iterable: one of the new values will be a list of all leftover items.

The number of values before and after the list value is limited to 255.

The number of values before the list value is encoded in the argument of the opcode. The number of values after the list if any is encoded using an EXTENDED_ARG. As a consequence, the argument can be seen as a two bytes values where the low byte of *counts* is the number of values before the list value, the high byte of *counts* the number of values after it.

The extracted values are put onto the stack right-to-left, i.e. `a, *b, c = d` will be stored after execution as `STACK.extend((a, b, c))`.

STORE_ATTR(*namei*)

Implements:

```
obj = STACK.pop()
value = STACK.pop()
obj.name = value
```

where *namei* is the index of name in co_names of the code object.

DELETE_ATTR(*namei*)

Implements:

```
obj = STACK.pop()
del obj.name
```

where *namei* is the index of name into co_names of the code object.

STORE_GLOBAL(*namei*)

STORE_NAME と同じように動作しますが、name をグローバルとして保存します。

DELETE_GLOBAL(*namei*)

DELETE_NAME と同じように動作しますが、グローバルの name を削除します。

LOAD_CONST(*consti*)

co_consts[consti] をスタックにプッシュします。

LOAD_NAME(*namei*)

Pushes the value associated with co_names[namei] onto the stack. The name is looked up within the locals, then the globals, then the builtins.

LOAD_LOCALS

Pushes a reference to the locals dictionary onto the stack. This is used to prepare namespace dictionaries for *LOAD_FROM_DICT_OR_DEREF* and *LOAD_FROM_DICT_OR_GLOBALS*.

Added in version 3.12.

LOAD_FROM_DICT_OR_GLOBALS(*i*)

Pops a mapping off the stack and looks up the value for `co_names[namei]`. If the name is not found there, looks it up in the globals and then the builtins, similar to *LOAD_GLOBAL*. This is used for loading global variables in annotation scopes within class bodies.

Added in version 3.12.

BUILD_TUPLE(*count*)

Creates a tuple consuming *count* items from the stack, and pushes the resulting tuple onto the stack.:

```
assert count > 0
STACK, values = STACK[:-count], STACK[-count:]
STACK.append(tuple(values))
```

BUILD_LIST(*count*)

BUILD_TUPLE と同じように動作しますが、この命令はリストを作り出します。

BUILD_SET(*count*)

BUILD_TUPLE と同じように動作しますが、この命令は set を作り出します。

BUILD_MAP(*count*)

Pushes a new dictionary object onto the stack. Pops `2 * count` items so that the dictionary holds *count* entries: `{..., STACK[-4]: STACK[-3], STACK[-2]: STACK[-1]}`.

バージョン 3.5 で変更: The dictionary is created from stack items instead of creating an empty dictionary pre-sized to hold *count* items.

BUILD_CONST_KEY_MAP(*count*)

The version of *BUILD_MAP* specialized for constant keys. Pops the top element on the stack which contains a tuple of keys, then starting from `STACK[-2]`, pops *count* values to form values in the built dictionary.

Added in version 3.6.

BUILD_STRING(*count*)

Concatenates *count* strings from the stack and pushes the resulting string onto the stack.

Added in version 3.6.

LIST_EXTEND(*i*)

Implements:

```
seq = STACK.pop()
list.extend(STACK[-i], seq)
```

Used to build lists.

Added in version 3.9.

SET_UPDATE(*i*)

Implements:

```
seq = STACK.pop()
set.update(STACK[-i], seq)
```

Used to build sets.

Added in version 3.9.

DICT_UPDATE(*i*)

Implements:

```
map = STACK.pop()
dict.update(STACK[-i], map)
```

Used to build dicts.

Added in version 3.9.

DICT_MERGE(*i*)

Like *DICT_UPDATE* but raises an exception for duplicate keys.

Added in version 3.9.

LOAD_ATTR(*namei*)

If the low bit of `namei` is not set, this replaces `STACK[-1]` with `getattr(STACK[-1], co_names[namei>>1])`.

If the low bit of `namei` is set, this will attempt to load a method named `co_names[namei>>1]` from the `STACK[-1]` object. `STACK[-1]` is popped. This bytecode distinguishes two cases: if `STACK[-1]` has a method with the correct name, the bytecode pushes the unbound method and `STACK[-1]`. `STACK[-1]` will be used as the first argument (`self`) by *CALL* or *CALL_KW* when calling the unbound method. Otherwise, `NULL` and the object returned by the attribute lookup are pushed.

バージョン 3.12 で変更: If the low bit of `namei` is set, then a `NULL` or `self` is pushed to the stack before the attribute or unbound method respectively.

LOAD_SUPER_ATTR(*namei*)

This opcode implements *super()*, both in its zero-argument and two-argument forms (e.g. `super().method()`, `super().attr` and `super(cls, self).method()`, `super(cls, self).attr`).

It pops three values from the stack (from top of stack down):

- `self`: the first argument to the current method
- `cls`: the class within which the current method was defined
- the global `super`

With respect to its argument, it works similarly to *LOAD_ATTR*, except that `namei` is shifted left by 2 bits instead of 1.

The low bit of `namei` signals to attempt a method load, as with *LOAD_ATTR*, which results in pushing `NULL` and the loaded method. When it is unset a single value is pushed to the stack.

The second-low bit of `namei`, if set, means that this was a two-argument call to *super()* (unset means zero-argument).

Added in version 3.12.

COMPARE_OP(*opname*)

Performs a Boolean operation. The operation name can be found in `cmp_op[opname >> 5]`. If the fifth-lowest bit of `opname` is set (`opname & 16`), the result should be coerced to `bool`.

バージョン 3.13 で変更: The fifth-lowest bit of the oparg now indicates a forced conversion to *bool*.

IS_OP(*invert*)

Performs `is` comparison, or `is not` if `invert` is 1.

Added in version 3.9.

CONTAINS_OP(*invert*)

Performs `in` comparison, or `not in` if `invert` is 1.

Added in version 3.9.

IMPORT_NAME(*namei*)

Imports the module `co_names[namei]`. `STACK[-1]` and `STACK[-2]` are popped and provide the *fromlist* and *level* arguments of *__import__()*. The module object is pushed onto the stack. The current namespace is not affected: for a proper import statement, a subsequent *STORE_FAST* instruction modifies the namespace.

IMPORT_FROM(*namei*)

Loads the attribute `co_names[namei]` from the module found in `STACK[-1]`. The resulting object is pushed onto the stack, to be subsequently stored by a *STORE_FAST* instruction.

JUMP_FORWARD(*delta*)

バイトコードカウンタを *delta* だけ増加させます。

JUMP_BACKWARD(*delta*)

Decrements bytecode counter by *delta*. Checks for interrupts.

Added in version 3.11.

JUMP_BACKWARD_NO_INTERRUPT(*delta*)

Decrements bytecode counter by *delta*. Does not check for interrupts.

Added in version 3.11.

POP_JUMP_IF_TRUE(*delta*)

If `STACK[-1]` is true, increments the bytecode counter by *delta*. `STACK[-1]` is popped.

バージョン 3.11 で変更: The oparg is now a relative delta rather than an absolute target. This opcode is a pseudo-instruction, replaced in final bytecode by the directed versions (forward/backward).

バージョン 3.12 で変更: This is no longer a pseudo-instruction.

バージョン 3.13 で変更: This instruction now requires an exact *bool* operand.

POP_JUMP_IF_FALSE(*delta*)

If `STACK[-1]` is false, increments the bytecode counter by *delta*. `STACK[-1]` is popped.

バージョン 3.11 で変更: The oparg is now a relative delta rather than an absolute target. This opcode is a pseudo-instruction, replaced in final bytecode by the directed versions (forward/backward).

バージョン 3.12 で変更: This is no longer a pseudo-instruction.

バージョン 3.13 で変更: This instruction now requires an exact *bool* operand.

POP_JUMP_IF_NOT_NONE(*delta*)

If `STACK[-1]` is not `None`, increments the bytecode counter by *delta*. `STACK[-1]` is popped.

This opcode is a pseudo-instruction, replaced in final bytecode by the directed versions (forward/backward).

Added in version 3.11.

バージョン 3.12 で変更: This is no longer a pseudo-instruction.

POP_JUMP_IF_NONE(*delta*)

If STACK[-1] is None, increments the bytecode counter by *delta*. STACK[-1] is popped.

This opcode is a pseudo-instruction, replaced in final bytecode by the directed versions (forward/backward).

Added in version 3.11.

バージョン 3.12 で変更: This is no longer a pseudo-instruction.

FOR_ITER(*delta*)

STACK[-1] is an *iterator*. Call its *__next__()* method. If this yields a new value, push it on the stack (leaving the iterator below it). If the iterator indicates it is exhausted then the byte code counter is incremented by *delta*.

バージョン 3.12 で変更: Up until 3.11 the iterator was popped when it was exhausted.

LOAD_GLOBAL(*namei*)

co_names[namei>>1] という名前のグローバルをスタック上にロードします。

バージョン 3.11 で変更: If the low bit of namei is set, then a NULL is pushed to the stack before the global variable.

LOAD_FAST(*var_num*)

ローカルな co_varnames[var_num] への参照をスタックにプッシュします。

バージョン 3.12 で変更: This opcode is now only used in situations where the local variable is guaranteed to be initialized. It cannot raise *UnboundLocalError*.

LOAD_FAST_CHECK(*var_num*)

Pushes a reference to the local co_varnames[var_num] onto the stack, raising an *UnboundLocalError* if the local variable has not been initialized.

Added in version 3.12.

LOAD_FAST_AND_CLEAR(*var_num*)

Pushes a reference to the local co_varnames[var_num] onto the stack (or pushes NULL onto the stack if the local variable has not been initialized) and sets co_varnames[var_num] to NULL.

Added in version 3.12.

STORE_FAST(*var_num*)

Stores STACK.pop() into the local co_varnames[var_num].

DELETE_FAST(*var_num*)

ローカルな co_varnames[var_num] を削除します。

MAKE_CELL(*i*)

Creates a new cell in slot `i`. If that slot is nonempty then that value is stored into the new cell.

Added in version 3.11.

LOAD_DEREF(*i*)

Loads the cell contained in slot `i` of the "fast locals" storage. Pushes a reference to the object the cell contains on the stack.

バージョン 3.11 で変更: `i` is no longer offset by the length of `co_varnames`.

LOAD_FROM_DICT_OR_DEREF(*i*)

Pops a mapping off the stack and looks up the name associated with slot `i` of the "fast locals" storage in this mapping. If the name is not found there, loads it from the cell contained in slot `i`, similar to *LOAD_DEREF*. This is used for loading free variables in class bodies (which previously used LOAD_CLASSDEREF) and in annotation scopes within class bodies.

Added in version 3.12.

STORE_DEREF(*i*)

Stores `STACK.pop()` into the cell contained in slot `i` of the "fast locals" storage.

バージョン 3.11 で変更: `i` is no longer offset by the length of `co_varnames`.

DELETE_DEREF(*i*)

Empties the cell contained in slot `i` of the "fast locals" storage. Used by the `del` statement.

Added in version 3.2.

バージョン 3.11 で変更: `i` is no longer offset by the length of `co_varnames`.

COPY_FREE_VARS(*n*)

Copies the `n` free variables from the closure into the frame. Removes the need for special code on the caller's side when calling closures.

Added in version 3.11.

RAISE_VARARGS(*argc*)

Raises an exception using one of the 3 forms of the `raise` statement, depending on the value of *argc*:

- 0: `raise` (re-raise previous exception)
- 1: `raise STACK[-1]` (raise exception instance or type at `STACK[-1]`)
- 2: `raise STACK[-2] from STACK[-1]` (raise exception instance or type at `STACK[-2]` with `__cause__` set to `STACK[-1]`)

CALL(*argc*)

Calls a callable object with the number of arguments specified by `argc`. On the stack are (in ascending order):

- The callable
- `self` or `NULL`
- The remaining positional arguments

`argc` is the total of the positional arguments, excluding `self`.

`CALL` pops all arguments and the callable object off the stack, calls the callable object with those arguments, and pushes the return value returned by the callable object.

Added in version 3.11.

バージョン 3.13 で変更: The callable now always appears at the same position on the stack.

バージョン 3.13 で変更: Calls with keyword arguments are now handled by *CALL_KW*.

CALL_KW(*argc*)

Calls a callable object with the number of arguments specified by `argc`, including one or more named arguments. On the stack are (in ascending order):

- The callable
- `self` or `NULL`
- The remaining positional arguments
- The named arguments
- A *tuple* of keyword argument names

`argc` is the total of the positional and named arguments, excluding `self`. The length of the tuple of keyword argument names is the number of named arguments.

`CALL_KW` pops all arguments, the keyword names, and the callable object off the stack, calls the callable object with those arguments, and pushes the return value returned by the callable object.

Added in version 3.13.

CALL_FUNCTION_EX(*flags*)

Calls a callable object with variable set of positional and keyword arguments. If the lowest bit of *flags* is set, the top of the stack contains a mapping object containing additional keyword arguments. Before the callable is called, the mapping object and iterable object are each "unpacked" and their contents passed in as keyword and positional arguments respectively. `CALL_FUNCTION_EX` pops all arguments

and the callable object off the stack, calls the callable object with those arguments, and pushes the return value returned by the callable object.

Added in version 3.6.

`PUSH_NULL`

Pushes a `NULL` to the stack. Used in the call sequence to match the `NULL` pushed by *LOAD_METHOD* for non-method calls.

Added in version 3.11.

`MAKE_FUNCTION`

Pushes a new function object on the stack built from the code object at `STACK[1]`.

バージョン 3.10 で変更: Flag value `0x04` is a tuple of strings instead of dictionary

バージョン 3.11 で変更: Qualified name at `STACK[-1]` was removed.

バージョン 3.13 で変更: Extra function attributes on the stack, signaled by oparg flags, were removed. They now use *SET_FUNCTION_ATTRIBUTE*.

`SET_FUNCTION_ATTRIBUTE`(*flag*)

Sets an attribute on a function object. Expects the function at `STACK[-1]` and the attribute value to set at `STACK[-2]`; consumes both and leaves the function at `STACK[-1]`. The flag determines which attribute to set:

- `0x01` a tuple of default values for positional-only and positional-or-keyword parameters in positional order
- `0x02` a dictionary of keyword-only parameters' default values
- `0x04` a tuple of strings containing parameters' annotations
- `0x08` a tuple containing cells for free variables, making a closure

Added in version 3.13.

`BUILD_SLICE`(*argc*)

Pushes a slice object on the stack. *argc* must be 2 or 3. If it is 2, implements:

```
end = STACK.pop()
start = STACK.pop()
STACK.append(slice(start, stop))
```

if it is 3, implements:

```
step = STACK.pop()
end = STACK.pop()
start = STACK.pop()
STACK.append(slice(start, end, step))
```

See the *slice()* built-in function for more information.

EXTENDED_ARG(*ext*)

Prefixes any opcode which has an argument too big to fit into the default one byte. *ext* holds an additional byte which act as higher bits in the argument. For each opcode, at most three prefixal EXTENDED_ARG are allowed, forming an argument from two-byte to four-byte.

CONVERT_VALUE(*oparg*)

Convert value to a string, depending on oparg:

```
value = STACK.pop()
result = func(value)
STACK.append(result)
```

- oparg == 1: call *str()* on *value*
- oparg == 2: call *repr()* on *value*
- oparg == 3: call *ascii()* on *value*

Used for implementing formatted literal strings (f-strings).

Added in version 3.13.

FORMAT_SIMPLE

Formats the value on top of stack:

```
value = STACK.pop()
result = value.__format__("")
STACK.append(result)
```

Used for implementing formatted literal strings (f-strings).

Added in version 3.13.

FORMAT_SPEC

Formats the given value with the given format spec:

```
spec = STACK.pop()
value = STACK.pop()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
result = value.__format__(spec)
STACK.append(result)
```

Used for implementing formatted literal strings (f-strings).

Added in version 3.13.

`MATCH_CLASS`(*count*)

`STACK[-1]` is a tuple of keyword attribute names, `STACK[-2]` is the class being matched against, and `STACK[-3]` is the match subject. *count* is the number of positional sub-patterns.

Pop `STACK[-1]`, `STACK[-2]`, and `STACK[-3]`. If `STACK[-3]` is an instance of `STACK[-2]` and has the positional and keyword attributes required by *count* and `STACK[-1]`, push a tuple of extracted attributes. Otherwise, push `None`.

Added in version 3.10.

バージョン 3.11 で変更: Previously, this instruction also pushed a boolean value indicating success (`True`) or failure (`False`).

`RESUME`(*context*)

A no-op. Performs internal tracing, debugging and optimization checks.

The `context` operand consists of two parts. The lowest two bits indicate where the `RESUME` occurs:

- `0` The start of a function, which is neither a generator, coroutine nor an async generator
- `1` After a `yield` expression
- `2` After a `yield from` expression
- `3` After an `await` expression

The next bit is `1` if the RESUME is at except-depth `1`, and `0` otherwise.

Added in version 3.11.

バージョン 3.13 で変更: The oparg value changed to include information about except-depth

`RETURN_GENERATOR`

Create a generator, coroutine, or async generator from the current frame. Used as first opcode of in code object for the above mentioned callables. Clear the current frame and return the newly created generator.

Added in version 3.11.

SEND(*delta*)

Equivalent to STACK[-1] = STACK[-2].send(STACK[-1]). Used in yield from and await statements.

If the call raises *StopIteration*, pop the top value from the stack, push the exception's value attribute, and increment the bytecode counter by *delta*.

Added in version 3.11.

HAVE_ARGUMENT

This is not really an opcode. It identifies the dividing line between opcodes in the range [0,255] which don't use their argument and those that do (< HAVE_ARGUMENT and >= HAVE_ARGUMENT, respectively).

If your application uses pseudo instructions or specialized instructions, use the *hasarg* collection instead.

バージョン 3.6 で変更: Now every instruction has an argument, but opcodes < HAVE_ARGUMENT ignore it. Before, only opcodes >= HAVE_ARGUMENT had an argument.

バージョン 3.12 で変更: Pseudo instructions were added to the *dis* module, and for them it is not true that comparison with HAVE_ARGUMENT indicates whether they use their arg.

バージョン 3.13 で非推奨: Use *hasarg* instead.

CALL_INTRINSIC_1

Calls an intrinsic function with one argument. Passes STACK[-1] as the argument and sets STACK[-1] to the result. Used to implement functionality that is not performance critical.

The operand determines which intrinsic function is called:

Operand	説明
INTRINSIC_1_INVAL	Not valid
INTRINSIC_PRINT	Prints the argument to standard out. Used in the REPL.
INTRINSIC_IMPORT_	Performs `import *` for the named module.
INTRINSIC_STOPITE	Extracts the return value from a `StopIteration` exception.
INTRINSIC_ASYNC_G	Wraps an aync generator value
INTRINSIC_UNARY_P	Performs the unary `+` operation
INTRINSIC_LIST_TO	Converts a list to a tuple
INTRINSIC_TYPEVAR	Creates a *typing.TypeVar*
INTRINSIC_PARAMSP	Creates a *typing.ParamSpec*
INTRINSIC_TYPEVAR	Creates a *typing.TypeVarTuple*
INTRINSIC_SUBSCRI	Returns *typing.Generic* subscripted with the argument
INTRINSIC_TYPEALI	Creates a *typing.TypeAliasType*; used in the `type` statement. The argument is a tuple of the type alias's name, type parameters, and value.

Added in version 3.12.

`CALL_INTRINSIC_2`

Calls an intrinsic function with two arguments. Used to implement functionality that is not performance critical:

```
arg2 = STACK.pop()
arg1 = STACK.pop()
result = intrinsic2(arg1, arg2)
STACK.append(result)
```

The operand determines which intrinsic function is called:

Operand	説明
INTRINSIC_2_INVALID	Not valid
INTRINSIC_PREP_RERAISE_STAR	Calculates the *ExceptionGroup* to raise from a `try-except*`.
INTRINSIC_TYPEVAR_WITH_BOUND	Creates a *typing.TypeVar* with a bound.
INTRINSIC_TYPEVAR_WITH_CONSTRAINT	Creates a *typing.TypeVar* with constraints.
INTRINSIC_SET_FUNCTION_TYPE_PARAM	Sets the `__type_params__` attribute of a function.

Added in version 3.12.

`LOAD_SPECIAL`

Performs special method lookup on `STACK[-1]`. If `type(STACK[-1]).__xxx__` is a method, leave

type(STACK[-1]).__xxx__; STACK[-1] on the stack. If type(STACK[-1]).__xxx__ is not a method, leave STACK[-1].__xxx__; NULL on the stack.

Added in version 3.14.

Pseudo-instructions

These opcodes do not appear in Python bytecode. They are used by the compiler but are replaced by real opcodes or removed before bytecode is generated.

SETUP_FINALLY(*target*)

Set up an exception handler for the following code block. If an exception occurs, the value stack level is restored to its current state and control is transferred to the exception handler at target.

SETUP_CLEANUP(*target*)

Like SETUP_FINALLY, but in case of an exception also pushes the last instruction (lasti) to the stack so that RERAISE can restore it. If an exception occurs, the value stack level and the last instruction on the frame are restored to their current state, and control is transferred to the exception handler at target.

SETUP_WITH(*target*)

Like SETUP_CLEANUP, but in case of an exception one more item is popped from the stack before control is transferred to the exception handler at target.

This variant is used in with and async with constructs, which push the return value of the context manager's __enter__() or __aenter__() to the stack.

POP_BLOCK

Marks the end of the code block associated with the last SETUP_FINALLY, SETUP_CLEANUP or SETUP_WITH.

JUMP

JUMP_NO_INTERRUPT

Undirected relative jump instructions which are replaced by their directed (forward/backward) counterparts by the assembler.

LOAD_CLOSURE(*i*)

Pushes a reference to the cell contained in slot i of the "fast locals" storage.

Note that LOAD_CLOSURE is replaced with LOAD_FAST in the assembler.

バージョン 3.13 で変更: This opcode is now a pseudo-instruction.

LOAD_METHOD

Optimized unbound method lookup. Emitted as a LOAD_ATTR opcode with a flag set in the arg.

32.10.5 命令コードコレクション

これらのコレクションは、自動でバイトコード命令を解析するために提供されています:

バージョン 3.12 で変更: The collections now contain pseudo instructions and instrumented instructions as well. These are opcodes with values `>= MIN_PSEUDO_OPCODE` and `>= MIN_INSTRUMENTED_OPCODE`.

dis.opname

命令コード名のリスト。バイトコードをインデックスに使って参照できます。

dis.opmap

命令コード名をバイトコードに対応づける辞書。

dis.cmp_op

すべての比較命令の名前のリスト。

dis.hasarg

Sequence of bytecodes that use their argument.

Added in version 3.12.

dis.hasconst

定数にアクセスするバイトコードのリスト。

dis.hasfree

Sequence of bytecodes that access a free variable. 'free' in this context refers to names in the current scope that are referenced by inner scopes or names in outer scopes that are referenced from this scope. It does *not* include references to global or builtin scopes.

dis.hasname

名前によって属性にアクセスするバイトコードのリスト。

dis.hasjump

Sequence of bytecodes that have a jump target. All jumps are relative.

Added in version 3.13.

dis.haslocal

ローカル変数にアクセスするバイトコードのリスト。

dis.hascompare

ブール命令のバイトコードのリスト。

dis.hasexc

Sequence of bytecodes that set an exception handler.

Added in version 3.12.

dis.hasjrel

相対ジャンプ先を持つバイトコードのリスト。

バージョン 3.13 で非推奨: All jumps are now relative. Use *hasjump*.

dis.hasjabs

絶対ジャンプ先を持つバイトコードのリスト。

バージョン 3.13 で非推奨: All jumps are now relative. This list is empty.

32.11 pickletools --- pickle 開発者用のツール群

ソースコード: Lib/pickletools.py

このモジュールには、*pickle* モジュールの詳細に関わる様々な定数や実装に関する長大なコメント、そして pickle 化されたデータを解析する上で有用な関数をいくつか定義しています。このモジュールの内容は *pickle* の実装に関わっている Python コア開発者にとって有用なものです; 普通の *pickle* 利用者にとっては、*pickletools* モジュールはおそらく関係ないものでしょう。

32.11.1 コマンドラインの使い方

Added in version 3.2.

コマンドラインから実行するとき、`python -m pickletools` は 1 つもしくは複数の pickle ファイルの内容を逆アセンブルします。pickle 形式の詳細ではなく pickle に保存された Python オブジェクトを見たい場合は、そのコマンドではなく `-m pickle` を使いたいと思うかもしれません。しかし、調べたい pickle ファイルが信頼できないソースから来たものであるとき、`-m pickletools` は pickle のバイトコードを実行しないので、より安全な選択肢です。

例えば、`x.pickle` ファイルに pickle 化されているタプル `(1, 2)` に対して実行すると次のようになります:

```
$ python -m pickle x.pickle
(1, 2)

$ python -m pickletools x.pickle
    0: \x80 PROTO      3
    2: K    BININT1    1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    4: K    BININT1    2
    6: \x86 TUPLE2
    7: q    BINPUT     0
    9: .    STOP
highest protocol among opcodes = 2
```

コマンドラインオプション

-a, --annotate

注釈として短い命令コードの説明を各行に表示します。

-o, --output=<file>

出力結果を書き込むファイル名。

-l, --indentlevel=<num>

新しい MARK レベルのインデントに使われる空白の数。

-m, --memo

複数のオブジェクトが逆アセンブルされたとき、逆アセンブリ間でメモを保持します。

-p, --preamble=<preamble>

複数の pickle ファイルが指定されたとき、各逆アセンブリの前に与えられたプリアンブルを表示します。

32.11.2 プログラミングインターフェース

pickletools.**dis**(*pickle*, *out=None*, *memo=None*, *indentlevel=4*, *annotate=0*)

pickle の抽象的な逆アセンブリを file-like オブジェクト *out* (デフォルトは `sys.stdout`) に出力します。*pickle* は文字列または file-like オブジェクトです。*memo* は Python の辞書で、pickle のメモとして使われます; これは、pickle 処理を行う 1 つのオブジェクトが、複数の pickle にわたって逆アセンブルを行うために使われます。ストリーム上の `MARK` 命令コードが示す後続のレベルは、*indentlevel* 個の空白でインデントされます。*annotate* に非ゼロの値が与えられた場合、出力される各命令コードは短い命令コードに注釈が付けられます。*annotate* の値は、注釈の先頭の位置のヒントとして使われます。

バージョン 3.2 で変更: *annotate* パラメーターを追加しました。

pickletools.**genops**(*pickle*)

pickle 内の全ての opcode を取り出す イテレータ を返します。このイテレータは `(opcode, arg, pos)` の三つ組みからなる配列を返します。*opcode* は `OpcodeInfo` クラスのインスタンスのクラスです。*arg* は *opcode* の引数としてデコードされた Python オブジェクトの値です。*pos* は *opcode* の場所を表す値です。*pickle* は文字列でもファイル類似オブジェクトでもかまいません。

pickletools.**optimize**(*picklestring*)

使われていない PUT 命令コードを除去した上で、その新しい pickle 文字列を返します。最適化された pickle は、長さがより短く、転送時間がより少なく、必要とするストレージ領域がより狭く、unpickle 化がより効率的になります。

第

THIRTYTHREE

MS WINDOWS 固有のサービス

この章では、MS Windows プラットフォーム上でのみ利用可能なモジュール群について記述します。

33.1 msvcrt --- MS VC++ ランタイムの有用なルーチン群

このモジュールの関数は、Windows プラットフォームの便利な機能のいくつかに対するアクセス機構を提供しています。高レベルモジュールのいくつかは、提供するサービスを Windows で実装するために、これらの関数を使っています。例えば、*getpass* モジュールは関数 *getpass()* を実装するためにこのモジュールの関数を使います。

ここに挙げた関数の詳細なドキュメントについては、プラットフォーム API ドキュメントで見つけることができます。

このモジュールは、通常版とワイド文字列版の両方のコンソール I/O API を実装しています。通常版の API は ASCII 文字列のためのもので、国際化アプリケーションでは利用が制限されます。可能な限りワイド文字列版 API を利用するべきです。

バージョン 3.3 で変更: このモジュールの操作で以前は *IOError* が送出されていたところで *OSError* が送出されるようになりました。

33.1.1 ファイル操作関連

msvcrt.locking(*fd*, *mode*, *nbytes*)

Lock part of a file based on file descriptor *fd* from the C runtime. Raises *OSError* on failure. The locked region of the file extends from the current file position for *nbytes* bytes, and may continue beyond the end of the file. *mode* must be one of the `LK_*` constants listed below. Multiple regions in a file may be locked at the same time, but may not overlap. Adjacent regions are not merged; they must be unlocked individually.

引数 `fd`, `mode`, `nbytes` を指定して 監査イベント `msvcrt.locking` を送出します。

msvcrt.LK_LOCK

msvcrt.LK_RLCK

Locks the specified bytes. If the bytes cannot be locked, the program immediately tries again after 1 second. If, after 10 attempts, the bytes cannot be locked, *OSError* is raised.

msvcrt.LK_NBLCK

msvcrt.LK_NBRLCK

指定されたバイト列にロックをかけます。指定領域がロックできなかった場合、*OSError* が送出されます。

msvcrt.LK_UNLCK

指定されたバイト列のロックを解除します。指定領域はあらかじめロックされていなければなりません。

msvcrt.setmode(*fd*, *flags*)

ファイル記述子 *fd* に対して、行末文字の変換モードを設定します。テキストモードに設定するには、*flags* を *os.O_TEXT* にします; バイナリモードにするには *os.O_BINARY* にします。

msvcrt.open_osfhandle(*handle*, *flags*)

Create a C runtime file descriptor from the file handle *handle*. The *flags* parameter should be a bitwise OR of *os.O_APPEND*, *os.O_RDONLY*, *os.O_TEXT* and *os.O_NOINHERIT*. The returned file descriptor may be used as a parameter to *os.fdopen()* to create a file object.

The file descriptor is inheritable by default. Pass *os.O_NOINHERIT* flag to make it non inheritable.

引数 handle, flags を指定して 監査イベント msvcrt.open_osfhandle を送出します。

msvcrt.get_osfhandle(*fd*)

Return the file handle for the file descriptor *fd*. Raises *OSError* if *fd* is not recognized.

引数 fd を指定して 監査イベント msvcrt.get_osfhandle を送出します。

33.1.2 コンソール I/O 関連

msvcrt.kbhit()

Returns a nonzero value if a keypress is waiting to be read. Otherwise, return 0.

msvcrt.getch()

Read a keypress and return the resulting character as a byte string. Nothing is echoed to the console. This call will block if a keypress is not already available, but will not wait for Enter to be pressed. If the pressed key was a special function key, this will return '\000' or '\xe0'; the next call will return the keycode. The Control-C keypress cannot be read with this function.

msvcrt.getwch()

getch() のワイド文字列版。Unicode の値を返します。

msvcrt.getche()

Similar to *getch()*, but the keypress will be echoed if it represents a printable character.

msvcrt.getwche()

getche() のワイド文字列版。Unicode の値を返します。

msvcrt.putch(*char*)

バイト文字列 *char* をバッファリングを行わないでコンソールに出力します。

msvcrt.putwch(*unicode_char*)

putch() のワイド文字列版。Unicode の値を引数に取ります。

msvcrt.ungetch(*char*)

バイト文字列 *char* をコンソールバッファに "押し戻し (push back)" ます; これにより、押し戻された文字は *getch()* や *getche()* で次に読み出される文字になります。

msvcrt.ungetwch(*unicode_char*)

ungetch() のワイド文字列版。Unicode の値を引数に取ります。

33.1.3 その多の関数

msvcrt.heapmin()

Force the `malloc()` heap to clean itself up and return unused blocks to the operating system. On failure, this raises *OSError*.

msvcrt.set_error_mode(*mode*)

Changes the location where the C runtime writes an error message for an error that might end the program. *mode* must be one of the `OUT_*` constants listed below or *REPORT_ERRMODE*. Returns the old setting or -1 if an error occurs. Only available in debug build of Python.

msvcrt.OUT_TO_DEFAULT

Error sink is determined by the app's type. Only available in debug build of Python.

msvcrt.OUT_TO_STDERR

Error sink is a standard error. Only available in debug build of Python.

msvcrt.OUT_TO_MSGBOX

Error sink is a message box. Only available in debug build of Python.

msvcrt.REPORT_ERRMODE

Report the current error mode value. Only available in debug build of Python.

msvcrt.CrtSetReportMode(*type*, *mode*)

Specifies the destination or destinations for a specific report type generated by `_CrtDbgReport()` in the MS VC++ runtime. *type* must be one of the `CRT_*` constants listed below. *mode* must be one of the `CRTDBG_*` constants listed below. Only available in debug build of Python.

msvcrt.CrtSetReportFile(*type*, *file*)

After you use *CrtSetReportMode()* to specify *CRTDBG_MODE_FILE*, you can specify the file handle to receive the message text. *type* must be one of the `CRT_*` constants listed below. *file* should be the file handle your want specified. Only available in debug build of Python.

msvcrt.CRT_WARN

Warnings, messages, and information that doesn't need immediate attention.

msvcrt.CRT_ERROR

Errors, unrecoverable problems, and issues that require immediate attention.

msvcrt.CRT_ASSERT

Assertion failures.

msvcrt.CRTDBG_MODE_DEBUG

Writes the message to the debugger's output window.

msvcrt.CRTDBG_MODE_FILE

Writes the message to a user-supplied file handle. *CrtSetReportFile()* should be called to define the specific file or stream to use as the destination.

msvcrt.CRTDBG_MODE_WNDW

Creates a message box to display the message along with the `Abort`, `Retry`, and `Ignore` buttons.

msvcrt.CRTDBG_REPORT_MODE

Returns current *mode* for the specified *type*.

msvcrt.CRT_ASSEMBLY_VERSION

The CRT Assembly version, from the `crtassem.h` header file.

msvcrt.VC_ASSEMBLY_PUBLICKEYTOKEN

The VC Assembly public key token, from the `crtassem.h` header file.

msvcrt.LIBRARIES_ASSEMBLY_NAME_PREFIX

The Libraries Assembly name prefix, from the `crtassem.h` header file.

33.2 winreg --- Windows レジストリへのアクセス

これらの関数は Windows レジストリ API を Python から使えるようにします。プログラマがレジストリハンドルを明示的にクローズするのを忘れた場合でも、確実にハンドルがクローズされるようにするために、レジストリハンドルとして整数値ではなく **ハンドルオブジェクト** が使われます。

バージョン 3.3 で変更: このモジュールのいくつかの関数は以前は *WindowsError* を送出していました。それは今では *OSError* の別名です。

33.2.1 関数

このモジュールでは以下の関数を提供します:

winreg.**CloseKey**(*hkey*)

以前開かれたレジストリキーを閉じます。*hkey* 引数は以前開かれたレジストリキーを指定します。

注釈: このメソッドを使って (または *hkey.Close()* によって) *hkey* が閉じられなかった場合、Python が *hkey* オブジェクトを破壊する際に閉じられます。

---

winreg.**ConnectRegistry**(*computer_name*, *key*)

他のコンピュータ上にある事前に定義されたレジストリハンドルとの接続を確立し、**ハンドルオブジェクト** を返します。

computer_name はリモートコンピュータの名前で、`r"\\computername"` の形式をとります。`None` の場合、ローカルのコンピュータが使われます。

key は、事前に定義された接続先のハンドルです。

戻り値は開かれたキーのハンドルです。関数が失敗した場合、*OSError* 例外が送出されます。

引数 `computer_name`, `key` を指定して **監査イベント** `winreg.ConnectRegistry` を送出します。

バージョン 3.3 で変更: **上記** を参照。

winreg.**CreateKey**(*key*, *sub_key*)

指定されたキーを生成するか開き、**ハンドルオブジェクト** を返します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

sub_key はこのメソッドが開く、または新規作成するキーの名前です。

key が事前に定義されたキーのうちの一つなら、*sub_key* は `None` でかまいません。その場合、この関数に渡されるキーハンドルと同じハンドルが返されます。

キーがすでに存在する場合、この関数はその既存のキーを開きます。

戻り値は開かれたキーのハンドルです。関数が失敗した場合、*OSError* 例外が送出されます。

引数 key, sub_key, access を指定して **監査イベント** winreg.CreateKey を送出します。

引数 key を指定して **監査イベント** winreg.OpenKey/result を送出します。

バージョン 3.3 で変更: **上記** を参照。

winreg.**CreateKeyEx**(*key*, *sub_key*, *reserved=0*, *access=KEY_WRITE*)

指定されたキーを生成するか開き、**ハンドルオブジェクト** を返します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

sub_key はこのメソッドが開く、または新規作成するキーの名前です。

reserved は予約された整数で、0 でなくてはなりません。デフォルト値は 0 です。

access は、key に対して想定されるセキュリティアクセスを示すアクセスマスクを指定する整数です。デフォルトは *KEY_WRITE* です。その他の利用可能な値については **アクセス権** を参照してください。

key が事前に定義されたキーのうちの一つなら、*sub_key* は None でかまいません。その場合、この関数に渡されるキーハンドルと同じハンドルが返されます。

キーがすでに存在する場合、この関数はその既存のキーを開きます。

戻り値は開かれたキーのハンドルです。関数が失敗した場合、*OSError* 例外が送出されます。

引数 key, sub_key, access を指定して **監査イベント** winreg.CreateKey を送出します。

引数 key を指定して **監査イベント** winreg.OpenKey/result を送出します。

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: **上記** を参照。

winreg.**DeleteKey**(*key*, *sub_key*)

指定されたキーを削除します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

sub_key は文字列で、*key* 引数によって指定されたキーのサブキーでなければなりません。この値は None であってはならず、キーはサブキーを持っていなくてもかまいません。

このメソッドはサブキーをもつキーを削除することはできません。

このメソッドの実行が成功すると、キー全体が、その値すべてを含めて削除されます。このメソッドが失敗した場合、*OSError* 例外が送出されます。

Raises an *auditing event* winreg.DeleteKey with arguments key, sub_key, access.

バージョン 3.3 で変更: 上記 を参照。

winreg.DeleteKeyEx(*key*, *sub_key*, *access=KEY_WOW64_64KEY*, *reserved=0*)

指定されたキーを削除します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

sub_key は *key* 引数によって指定された key の subkey でなければなりません。この値は None であってはなりません。また、key は subkey を持たないかもしれません。

reserved は予約された整数で、0 でなくてはなりません。デフォルト値は 0 です。

access は、key に対して想定されるセキュリティアクセスを示すアクセスマスクを指定する整数です。デフォルトは *KEY_WOW64_64KEY* です。32 bit Windows では、WOW64 定数は無視されます。その他の利用可能な値については アクセス権 を参照してください。

このメソッドはサブキーをもつキーを削除することはできません。

このメソッドの実行が成功すると、キー全体が、その値すべてを含めて削除されます。このメソッドが失敗した場合、*OSError* 例外が送出されます。

サポートされていない Windows バージョンでは、*NotImplementedError* 例外を発生させます。

Raises an *auditing event* winreg.DeleteKey with arguments key, sub_key, access.

Added in version 3.2.

バージョン 3.3 で変更: 上記 を参照。

winreg.DeleteValue(*key*, *value*)

レジストリキーから指定された名前つきの値を削除します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

value は削除したい値を指定するための文字列です。

引数 key, value を指定して 監査イベント winreg.DeleteValue を送出します。

winreg.EnumKey(*key*, *index*)

開かれているレジストリキーのサブキーを列挙し、文字列で返します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

index は整数値で、取得するキーのインデクスを指定します。

この関数は、呼び出されるたびに一つのサブキーの名前を取得します。この関数は通常、これ以上値がないことを示す *OSError* 例外が送出されるまで繰り返し呼び出されます。

引数 key, index を指定して 監査イベント winreg.EnumKey を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 上記 を参照。

winreg.**EnumValue**(*key*, *index*)

開かれているレジストリキーの値を列挙し、タプルで返します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

index は整数値で、取得する値のインデクスを指定します。

この関数は、呼び出されるたびに一つのサブキーの名前を取得します。この関数は通常、これ以上値がないことを示す *OSError* 例外が送出されるまで繰り返し呼び出されます。

結果は 3 要素のタプルになります:

インデックス	意味
0	値の名前を指定する文字列
1	値のデータを保持するためのオブジェクトで、その型は背後のレジストリ型に依存します
2	値のデータ型を指定する整数です (*SetValueEx()* のドキュメント内のテーブルを参照してください)

引数 key, index を指定して 監査イベント winreg.EnumValue を送出します。

バージョン 3.3 で変更: 上記 を参照。

winreg.**ExpandEnvironmentStrings**(*str*)

REG_EXPAND_SZ のように、環境変数プレースホルダ %NAME% を文字列で展開します:

```
>>> ExpandEnvironmentStrings('%windir%')
'C:\\Windows'
```

引数 str を指定して 監査イベント winreg.ExpandEnvironmentStrings を送出します。

winreg.**FlushKey**(*key*)

キーのすべての属性をレジストリに書き込みます。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

キーを変更するために *FlushKey()* を呼ぶ必要はありません。レジストリの変更は怠惰なフラッシュ機構 (lazy flusher) を使ってフラッシュされます。また、システムの遮断時にもディスクにフラッシュされます。*CloseKey()* と違って、*FlushKey()* メソッドはレジストリに全てのデータを書き終えたときにのみ返ります。アプリケーションは、レジストリへの変更を絶対に確実にディスク上に反映させる必要がある場合にのみ、*FlushKey()* を呼ぶべきです。

注釈: *FlushKey()* を呼び出す必要があるかどうか分からない場合、おそらくその必要はありません。

winreg.**LoadKey**(*key*, *sub_key*, *file_name*)

指定されたキーの下にサブキーを生成し、サブキーに指定されたファイルのレジストリ情報を記録します。

key は *ConnectRegistry()* が返したハンドルか、定数 *HKEY_USERS* と *HKEY_LOCAL_MACHINE* のどちらかです。

sub_key は記録先のサブキーを指定する文字列です。

file_name はレジストリデータを読み出すためのファイル名です。このファイルは *SaveKey()* 関数で生成されたファイルでなくてはなりません。ファイル割り当てテーブル (FAT) ファイルシステム下では、ファイル名は拡張子を持っていてはなりません。

A call to *LoadKey()* fails if the calling process does not have the `SE_RESTORE_PRIVILEGE` privilege. Note that privileges are different from permissions -- see the RegLoadKey documentation for more details.

key が *ConnectRegistry()* によって返されたハンドルの場合、*file_name* に指定されたパスはリモートコンピュータに対する相対パス名になります。

引数 `key`, `sub_key`, `file_name` を指定して **監査イベント** `winreg.LoadKey` を送出します。

winreg.**OpenKey**(*key*, *sub_key*, *reserved=0*, *access=KEY_READ*)

winreg.**OpenKeyEx**(*key*, *sub_key*, *reserved=0*, *access=KEY_READ*)

指定されたキーを開き、**ハンドルオブジェクト** を返します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

sub_key は開くサブキーを指定する文字列です。

reserved は予約された整数で、0 でなくてはなりません。デフォルト値は 0 です。

access は、key に対して想定されるセキュリティアクセスを示すアクセスマスクを指定する整数です。デフォルトは *KEY_READ* です。その他の利用可能な値については **アクセス権** を参照してください。

指定されたキーへの新しいハンドルが返されます。

この関数が失敗すると、*OSError* が送出されます。

引数 `key`, `sub_key`, `access` を指定して **監査イベント** `winreg.OpenKey` を送出します。

引数 `key` を指定して **監査イベント** `winreg.OpenKey/result` を送出します。

バージョン 3.2 で変更: 名前付き引数が使用できるようになりました。

バージョン 3.3 で変更: **上記** を参照。

winreg.**QueryInfoKey**(*key*)

キーに関する情報をタプルとして返します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

結果は 3 要素のタプルになります:

インデックス	意味
0	このキーが持つサブキーの数を表す整数。
1	このキーが持つ値の数を表す整数。
2	最後のキーの変更が (あれば) いつだったかを表す整数で、1601 年 1 月 1 日からの 100 ナノ秒単位で数えたもの。

引数 key を指定して 監査イベント winreg.QueryInfoKey を送出します。

winreg.**QueryValue**(*key*, *sub_key*)

キーに対する、名前付けられていない値を文字列で取得します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

sub_key は値が関連付けられているサブキーの名前を保持する文字列です。この引数が None または空文字列の場合、この関数は *key* で指定されたキーに対して *SetValue()* メソッドで設定された値を取得します。

レジストリ中の値は名前、型、およびデータから構成されています。このメソッドはあるキーのデータ中で、名前 NULL をもつ最初の値を取得します。しかし背後の API 呼び出しは型情報を返しません。なので、可能ならいつでも *QueryValueEx()* を使うべきです。

引数 key, sub_key, value_name を指定して 監査イベント winreg.QueryValue を送出します。

winreg.**QueryValueEx**(*key*, *value_name*)

開かれたレジストリキーに関連付けられている、指定した名前の値に対して、型およびデータを取得します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

value_name は要求する値を指定する文字列です。

結果は 2 つの要素からなるタプルです:

インデックス	意味
0	レジストリ要素の値。
1	この値のレジストリ型を表す整数。(*SetValueEx()* のドキュメント内のテーブルを参照してください。)

引数 key, sub_key, value_name を指定して **監査イベント** winreg.QueryValue を送出します。

winreg.SaveKey(*key*, *file_name*)

指定されたキーと、そのサブキー全てを指定したファイルに保存します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

file_name はレジストリデータを保存するファイルの名前です、このファイルはすでに存在していてはいけません。このファイル名が拡張子を含んでいる場合、*LoadKey()* メソッドは、FAT ファイルシステムを使うことができません。

If *key* represents a key on a remote computer, the path described by *file_name* is relative to the remote computer. The caller of this method must possess the **SeBackupPrivilege** security privilege. Note that privileges are different than permissions -- see the Conflicts Between User Rights and Permissions documentation for more details.

この関数は *security_attributes* を NULL にして API に渡します。

引数 key, file_name を指定して **監査イベント** winreg.SaveKey を送出します。

winreg.SetValue(*key*, *sub_key*, *type*, *value*)

値を指定したキーに関連付けます。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

sub_key は値が関連付けられているサブキーの名前を表す文字列です。

type はデータの型を指定する整数です。現状では、この値は *REG_SZ* でなければならず、これは文字列だけがサポートされていることを示します。他のデータ型をサポートするには *SetValueEx()* を使ってください。

value は新たな値を指定する文字列です。

sub_key 引数で指定されたキーが存在しなければ、SetValue 関数で生成されます。

値の長さは利用可能なメモリによって制限されます。(2048 バイト以上の) 長い値はファイルに保存して、そのファイル名を設定レジストリに保存するべきです。そうすればレジストリを効率的に動作させる役に立ちます。

key 引数に指定されたキーは *KEY_SET_VALUE* アクセスで開かれていなければなりません。

引数 key, sub_key, type, value を指定して **監査イベント** winreg.SetValue を送出します。

winreg.SetValueEx(*key*, *value_name*, *reserved*, *type*, *value*)

開かれたレジストリキーの値フィールドにデータを記録します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

value_name は値が関連付けられているサブキーの名前を表す文字列です。

reserved は何もしません - API には常にゼロが渡されます。

type はデータの型を指定する整数です。利用できる型については **値の型** を参照してください。

value は新たな値を指定する文字列です。

このメソッドではまた、指定されたキーに対して、さらに別の値や型情報を設定することができます。*key* 引数で指定されたキーは *KEY_SET_VALUE* アクセスで開かれていなければなりません。

キーを開くには、*CreateKey()* または *OpenKey()* メソッドを使ってください。

値の長さは利用可能なメモリによって制限されます。(2048 バイト以上の) 長い値はファイルに保存して、そのファイル名を設定レジストリに保存するべきです。そうすればレジストリを効率的に動作させる役に立ちます。

引数 key, sub_key, type, value を指定して **監査イベント** winreg.SetValue を送出します。

winreg.DisableReflectionKey(*key*)

64 ビット OS 上で動作している 32bit プロセスに対するレジストリリフレクションを無効にします。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

32bit OS 上では一般的に *NotImplementedError* 例外を発生させます。

key がリフレクションリストに無い場合は、この関数は成功しますが効果はありません。あるキーのリフレクションを無効にしても、そのキーのサブキーのリフレクションには全く影響しません。

引数 key を指定して **監査イベント** winreg.DisableReflectionKey を送出します。

winreg.EnableReflectionKey(*key*)

指定された、リフレクションが無効にされたキーのリフレクションを再び有効にします。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** **定数** のうちの一つです。

32bit OS 上では一般的に *NotImplementedError* 例外を発生させます。

あるキーのリフレクションを再開しても、その全てのサブキーには影響しません。

引数 key を指定して **監査イベント** winreg.EnableReflectionKey を送出します。

winreg.QueryReflectionKey(*key*)

指定されたキーのリフレクション状態を確認します。

key はすでに開かれたキーか、既定の *HKEY_** 定数 のうちの一つです。

リフレクションが無効になっている場合、True を返します。

32bit OS 上では一般的に *NotImplementedError* 例外を発生させます。

引数 key を指定して 監査イベント winreg.QueryReflectionKey を送出します。

33.2.2 定数

The following constants are defined for use in many *winreg* functions.

HKEY_* 定数

winreg.HKEY_CLASSES_ROOT

このキー以下のレジストリエントリは、ドキュメントのタイプ（またはクラス）や、それに関連付けられたプロパティを定義しています。シェルと COM アプリケーションがこの情報を利用します。

winreg.HKEY_CURRENT_USER

このキー以下のレジストリエントリは、現在のユーザーの設定を定義します。この設定には、環境変数、プログラムグループに関するデータ、カラー、プリンター、ネットワーク接続、アプリケーション設定などが含まれます。

winreg.HKEY_LOCAL_MACHINE

このキー以下のレジストリエントリは、コンピュータの物理的な状態を定義します。これには、バスタイプ、システムメモリ、インストールされているソフトウェアやハードウェアが含まれます。

winreg.HKEY_USERS

このキー以下のレジストリエントリは、ローカルコンピュータの新規ユーザーのためのデフォルト設定や、現在のユーザーの設定を定義しています。

winreg.HKEY_PERFORMANCE_DATA

このキー以下のレジストリエントリは、パフォーマンスデータへのアクセスを可能にしています。実際にはデータはレジストリには格納されていません。レジストリ関数がシステムにソースからデータを集めさせます。

winreg.HKEY_CURRENT_CONFIG

ローカルコンピュータシステムの現在のハードウェアプロファイルに関する情報を含みます。

winreg.HKEY_DYN_DATA

このキーは Windows の 98 以降のバージョンでは利用されていません。

アクセス権限

より詳しい情報については、Registry Key Security and Access を参照してください。

winreg.KEY_ALL_ACCESS

STANDARD_RIGHTS_REQUIRED (*KEY_QUERY_VALUE*, *KEY_SET_VALUE*, *KEY_CREATE_SUB_KEY*, *KEY_ENUMERATE_SUB_KEYS*, *KEY_NOTIFY*, *KEY_CREATE_LINK*) アクセス権限の組み合わせ。

winreg.KEY_WRITE

STANDARD_RIGHTS_WRITE (*KEY_SET_VALUE*, *KEY_CREATE_SUB_KEY*) アクセス権限の組み合わせ。

winreg.KEY_READ

STANDARD_RIGHTS_READ (*KEY_QUERY_VALUE*, *KEY_ENUMERATE_SUB_KEYS*, *KEY_NOTIFY*) アクセス権限の組み合わせ。

winreg.KEY_EXECUTE

KEY_READ と同じ。

winreg.KEY_QUERY_VALUE

レジストリキーの値を問い合わせるのに必要。

winreg.KEY_SET_VALUE

レジストリの値を作成、削除、設定するのに必要。

winreg.KEY_CREATE_SUB_KEY

レジストリキーのサブキーを作るのに必要。

winreg.KEY_ENUMERATE_SUB_KEYS

レジストリキーのサブキーを列挙するのに必要。

winreg.KEY_NOTIFY

レジストリキーやそのサブキーに対する変更通知を要求するのに必要。

winreg.KEY_CREATE_LINK

システムでの利用のために予約されている。

64-bit 特有のアクセス権

より詳しい情報については、Accessing an Alternate Registry View を参照してください。

`winreg.KEY_WOW64_64KEY`

64 bit Windows 上のアプリケーションが、64 bit のレジストリビュー上で操作する事を示します。32 bit Windows では、この定数は無視されます。

`winreg.KEY_WOW64_32KEY`

64 bit Windows 上のアプリケーションが、32 bit のレジストリビュー上で操作する事を示します。32 bit Windows では、この定数は無視されます。

値の型

より詳しい情報については、Registry Value Types を参照してください。

`winreg.REG_BINARY`

何らかの形式のバイナリデータ。

`winreg.REG_DWORD`

32 ビットの数。

`winreg.REG_DWORD_LITTLE_ENDIAN`

32 ビットのリトルエンディアン形式の数。*REG_DWORD* と等価。

`winreg.REG_DWORD_BIG_ENDIAN`

32 ビットのビッグエンディアン形式の数。

`winreg.REG_EXPAND_SZ`

環境変数を参照している、ヌル文字で終端された文字列。(`%PATH%`)。

`winreg.REG_LINK`

Unicode のシンボリックリンク。

`winreg.REG_MULTI_SZ`

ヌル文字で終端された文字列からなり、二つのヌル文字で終端されている配列。(Python はこの終端の処理を自動的に行います。)

`winreg.REG_NONE`

定義されていない値の形式。

`winreg.REG_QWORD`

64 ビットの数。

Added in version 3.6.

winreg.REG_QWORD_LITTLE_ENDIAN

64 ビットのリトルエンディアン形式の数。*REG_QWORD* と等価。

Added in version 3.6.

winreg.REG_RESOURCE_LIST

デバイスドライバリソースのリスト。

winreg.REG_FULL_RESOURCE_DESCRIPTOR

ハードウェアセッティング。

winreg.REG_RESOURCE_REQUIREMENTS_LIST

ハードウェアリソースリスト。

winreg.REG_SZ

ヌル文字で終端された文字列。

33.2.3 レジストリハンドルオブジェクト

このオブジェクトは Windows の HKEY オブジェクトをラップし、オブジェクトが破壊されたときに自動的にハンドルを閉じます。オブジェクトの *Close()* メソッドと *CloseKey()* 関数のどちらも、後始末がきちんと行われることを保証するために呼び出すことができます。

このモジュールのレジストリ関数は全て、これらのハンドルオブジェクトの一つを返します。

このモジュールのレジストリ関数でハンドルオブジェクトを受理するものは全て整数も受理しますが、ハンドルオブジェクトを利用することを推奨します。

Handle objects provide semantics for `__bool__()` -- thus

```
if handle:
    print("Yes")
```

は、ハンドルが現在有効な (閉じられたり切り離されたりしていない) 場合には `Yes` となります。

ハンドルオブジェクトは、比較の意味構成もサポートしています。このため、複数のハンドルオブジェクトが参照している下層の Windows ハンドル値が同じ場合、それらのハンドルオブジェクト同士の比較は真になります。

ハンドルオブジェクトは (例えば組み込みの *int()* 関数を使って) 整数に変換することができます。この場合、背後の Windows ハンドル値が返されます、また、*Detach()* メソッドを使って整数のハンドル値を返させると同時に、ハンドルオブジェクトから Windows ハンドルを切り離すこともできます。

PyHKEY.Close()

背後の Windows ハンドルを閉じます。

ハンドルがすでに閉じられていてもエラーは送出されません。

PyHKEY.Detach()

ハンドルオブジェクトから Windows ハンドルを切り離します。

切り離される以前にそのハンドルを保持していた整数オブジェクトが返されます。ハンドルがすでに切り離されていたり閉じられていたりした場合、ゼロが返されます。

この関数を呼び出した後、ハンドルは確実に無効化されますが、閉じられるわけではありません。背後の Win32 ハンドルがハンドルオブジェクトよりも長く維持される必要がある場合にはこの関数を呼び出すとよいでしょう。

Raises an *auditing event* winreg.PyHKEY.Detach with argument key.

PyHKEY.__enter__()

PyHKEY.__exit__(*exc_info*)

HKEY オブジェクトは __enter__(), __exit__() メソッドを実装していて、with 文のためのコンテキストプロトコルをサポートしています:

```
with OpenKey(HKEY_LOCAL_MACHINE, "foo") as key:
    ...  # work with key
```

このコードは、with ブロックから抜けるときに自動的に *key* を閉じます。

33.3 winsound --- Windows 用の音声再生インターフェース

winsound モジュールは Windows プラットフォーム上で提供されている基本的な音声再生機構へのアクセス手段を提供します。このモジュールではいくつかの関数と定数が定義されています。

winsound.Beep(*frequency*, *duration*)

PC のスピーカを鳴らします。引数 *frequency* は鳴らす音の周波数の指定で、単位は Hz です。値は 37 から 32,767 でなくてはなりません。引数 *duration* は音を何ミリ秒鳴らすかの指定です。システムがスピーカを鳴らすことができない場合、例外 *RuntimeError* が送出されます。

winsound.PlaySound(*sound*, *flags*)

プラットフォームの API から関数 PlaySound() を呼び出します。引数 *sound* はファイル名、システム音エイリアス、音声データの *bytes-like* **オブジェクト**、または None をとり得ます。*sound* の解釈は *flags* の値に依存します。この値は以下に述べる定数をビット単位 OR して組み合わせたものになります。*sound*

引数が None だった場合、現在再生中の Wave 形式サウンドの再生を停止します。システムのエラーが発生した場合、例外 *RuntimeError* が送出されます。

winsound.**MessageBeep**(*type=MB_OK*)

根底にある MessageBeep() 関数をプラットフォームの API から呼び出します。この関数は音声をレジストリの指定に従って再生します。*type* 引数はどの音声を再生するかを指定します; とり得る値は -1, MB_ICONASTERISK, MB_ICONEXCLAMATION, MB_ICONHAND, MB_ICONQUESTION, および MB_OK で、全て以下に記述されています。値 -1 は ” 単純なビープ音” を再生します; この値は他の場合で音声を再生することができなかった際の最終的な代替音です。システムがエラーを示したら、*RuntimeError* が送出されます。

winsound.**SND_FILENAME**

sound パラメタが WAV ファイル名であることを示します。*SND_ALIAS* と同時に使ってはいけません。

winsound.**SND_ALIAS**

引数 *sound* はレジストリにある音声データに関連付けられた名前であることを示します。指定した名前がレジストリ上にない場合、定数 *SND_NODEFAULT* が同時に指定されていない限り、システム標準の音声データが再生されます。標準の音声データが登録されていない場合、例外 *RuntimeError* が送出されます。*SND_FILENAME* と同時に使ってはいけません。

全ての Win32 システムは少なくとも以下の名前をサポートします; ほとんどのシステムでは他に多数あります:

PlaySound() name	対応するコントロールパネルでの音声名
'SystemAsterisk'	Asterisk
'SystemExclamation'	Exclamation
'SystemExit'	Exit Windows
'SystemHand'	Critical Stop
'SystemQuestion'	Question

例えば:

```
import winsound
# Play Windows exit sound.
winsound.PlaySound("SystemExit", winsound.SND_ALIAS)

# Probably play Windows default sound, if any is registered (because
# "*" probably isn't the registered name of any sound).
winsound.PlaySound("*", winsound.SND_ALIAS)
```

winsound.**SND_LOOP**

音声データを繰り返し再生します。システムがブロックしないようにするため、*SND_ASYNC* フラグを同時

に使わなくてはなりません。*SND_MEMORY* と同時に使うことはできません。

winsound.SND_MEMORY

PlaySound() の引数 *sound* が *bytes-like* **オブジェクト** の形式をとった WAV ファイルのメモリ上のイメージであることを示します。

注釈: このモジュールはメモリ上のイメージを非同期に再生する機能をサポートしていません。従って、このフラグと *SND_ASYNC* を組み合わせると例外 *RuntimeError* が送出されます。

---

winsound.SND_PURGE

指定した音声の全てのインスタンスについて再生処理を停止します。

注釈: このフラグは現代の Windows プラットフォームではサポートされていません。

---

winsound.SND_ASYNC

音声を非同期に再生するようにして、関数呼び出しを即座に返します。

winsound.SND_NODEFAULT

指定した音声が見つからなかった場合にシステム標準の音声を鳴らさないようにします。

winsound.SND_NOSTOP

現在鳴っている音声を中断させないようにします。

winsound.SND_NOWAIT

サウンドドライバがビジー状態にある場合、関数がすぐ返るようにします。

注釈: このフラグは現代の Windows プラットフォームではサポートされていません。

---

winsound.MB_ICONASTERISK

音声 SystemDefault を再生します。

winsound.MB_ICONEXCLAMATION

音声 SystemExclamation を再生します。

winsound.MB_ICONHAND

音声 SystemHand を再生します。

winsound.MB_ICONQUESTION

音声 SystemQuestion を再生します。

winsound.MB_OK

音声 SystemDefault を再生します。

第

THIRTYFOUR

UNIX 固有のサービス

本章に記述されたモジュールは、Unix オペレーティングシステム、あるいはそれから派生した多くのものに固有の機能のためのインターフェースを提供します。その概要を以下に述べます:

34.1 posix --- 最も一般的な POSIX システムコール群

このモジュールはオペレーティングシステムの機能のうち、C 言語標準および (Unix インターフェースをほんの少し隠蔽した) POSIX 標準で標準化されている機能に対するアクセス機構を提供します。

利用可能な環境: Unix。

このモジュールを直接インポートしてはいけません。その代わりに、このインターフェースの **ポータブル** 版である *os* モジュールをインポートしてください。Unix では、*os* モジュールは *posix* インターフェースのスーパーセットを提供しています。非 Unix オペレーティングシステムでは、*posix* モジュールは利用できませんが、その一部分は *os* インターフェースを通して常に利用可能です。一度 *os* をインポートし *posix* の代わりにそれを使えば、パフォーマンス上の代償は **ありません** 。加えて *os* は、os.environ の要素が変更されたときに *putenv()* を呼び出すなどの追加の機能も提供します。

エラーは例外として報告されます; よくある例外は型エラーです。一方、システムコールから報告されたエラーは以下に述べるように *OSError* を送出します。

34.1.1 ラージファイルのサポート

いくつかのオペレーティングシステム (AIX および Solaris が含まれます) は、int および long を 32 ビット値とする C プログラムモデルで 2GB を超えるサイズのファイルのサポートを提供しています。このサポートは典型的には関連するサイズとオフセットの組合せを 64-bit 値として定義することで実現しています。このようなファイルは時にラージファイル (*large files*) と呼ばれます。

Python では、off_t のサイズが long より大きく、かつ long long が少なくとも off_t と同じくらい大きなサイズであるとき、ラージファイルのサポートが有効になります。この場合、ファイルのサイズ、オフセットおよ

び Python の通常整数型の範囲を超えるような値の表現には Python の長整数型が使われます。このモードを有効にするのに、**configure** で Python のコンパイルに特定のコンパイルフラグを必要とするかもしれません。例えば、Solaris 2.6 および 2.7 では、以下のようにする必要があります:

```
CFLAGS="`getconf LFS_CFLAGS`" OPT="-g -O2 $CFLAGS" \
        ./configure
```

ラージファイル対応の Linux システムでは、以下のようにすれば良いでしょう:

```
CFLAGS='-D_LARGEFILE64_SOURCE -D_FILE_OFFSET_BITS=64' OPT="-g -O2 $CFLAGS" \
        ./configure
```

34.1.2 注目すべきモジュールの内容

os モジュールのドキュメントで説明されている多数の関数に加え、*posix* では以下のデータ項目を定義しています:

posix.environ

インタプリタが起動したときの環境を表す文字列辞書です。キーと値は Unix ではバイト列、Windows では文字列です。例えば、`environ[b'HOME']` (Windows では `environ['HOME']`) はホームディレクトリのパス名で、C の `getenv("HOME")` と同じ値です。

この辞書を編集しても、*execv()* 、*popen()* 、*system()* で渡された環境変数文字列には影響は与えません; 環境変数を変更したい場合は、environ を *execve()* に渡すか、変数への代入文と export 文を *system()* や *popen()* に渡すコマンド文字列に追加してください。

バージョン 3.2 で変更: Unix ではキーと値はバイト列になりました。

注釈: *os* モジュールでは、もう一つの *os.environ* 実装を提供しており、環境変数が変更された場合、その内容を更新するようになっています。environ を更新した場合、この辞書は古い内容を表していることになってしまうので、このことにも注意してください。*posix* モジュール版を直接アクセスするよりも、*os* モジュール版を使う方が推奨されています。

34.2 pwd --- パスワードデータベース

このモジュールは Unix のユーザアカウントとパスワードのデータベースへのアクセスを提供します。全ての Unix 系 OS で利用できます。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

パスワードデータベースの各エントリはタプルのようなオブジェクトで提供され、それぞれの属性は passwd 構造体のメンバに対応しています (下の属性欄については、<pwd.h> を見てください):

インデックス	属性	意味
0	pw_name	ログイン名
1	pw_passwd	暗号化されたパスワード (optional))
2	pw_uid	ユーザ ID(UID)
3	pw_gid	グループ ID(GID)
4	pw_gecos	実名またはコメント
5	pw_dir	ホームディレクトリ
6	pw_shell	シェル

UID と GID は整数で、それ以外は全て文字列です。検索したエントリが見つからないと *KeyError* が発生します。

注釈: 伝統的な Unix では、pw_passwd フィールドは DES 由来のアルゴリズムで暗号化されたパスワードが含まれています。しかし、近代的な UNIX 系 OS では **シャドウパスワード** とよばれる仕組みを利用しています。この場合には *pw_passwd* フィールドにはアスタリスク ('*') か、'x' という一文字だけが含まれており、暗号化されたパスワードは、一般には見えない /etc/shadow というファイルに入っています。*pw_passwd* フィールドに有用な値が入っているかはシステムに依存します。

このモジュールでは以下の内容を定義しています:

pwd.getpwuid(*uid*)

与えられた UID に対応するパスワードデータベースのエントリを返します。

pwd.getpwnam(*name*)

与えられたユーザ名に対応するパスワードデータベースのエントリを返します。

pwd.getpwall()

パスワードデータベースの全てのエントリを、任意の順番で並べたリストを返します。

参考:

grp **モジュール** こ
のモジュールに似た、グループデータベースへのアクセスを提供するモジュール。

34.3 grp --- グループデータベース

このモジュールでは Unix グループ (group) データベースへのアクセス機構を提供します。全ての Unix バージョンで利用可能です。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

このモジュールはグループデータベースのエントリをタプルに似たオブジェクトとして報告されます。このオブジェクトの属性は `group` 構造体の各メンバ (以下の属性フィールド、`<grp.h>` を参照) に対応します:

インデックス	属性	意味
0	gr_name	グループ名
1	gr_passwd	(暗号化された) グループパスワード; しばしば空文字列になります
2	gr_gid	数字のグループ ID
3	gr_mem	グループメンバの全てのユーザ名

gid は整数、名前およびパスワードは文字列、そしてメンバリストは文字列からなるリストです。(ほとんどのユーザは、パスワードデータベースで自分が入れられているグループのメンバとしてグループデータベース内では明示的に列挙されていないので注意してください。完全なメンバ情報を取得するには両方のデータベースを調べてください。また、`+` や `-` で始まる `gr_name` は YP/NIS 参照である可能性があり、*getgrnam()* や *getgrgid()* でアクセスできないかもしれないことにも注意してください。)

このモジュールでは以下の内容を定義しています:

`grp.getgrgid`(*id*)

与えられたグループ ID に対するグループデータベースエントリを返します。要求したエントリが見つからなかった場合、*KeyError* が送出されます。

バージョン 3.10 で変更: 浮動小数点数や文字列のような、整数でない引数には *TypeError* が送出されます。

`grp.getgrnam`(*name*)

与えられたグループ名に対するグループデータベースエントリを返します。要求したエントリが見つからなかった場合、*KeyError* が送出されます。

grp.getgrall()

全ての入手可能なグループエントリを返します。順番は決まっていません。

参考:

pwd **モジュール** こ

のモジュールと類似の、ユーザデータベースへのインターフェース。

34.4 termios --- POSIX スタイルの端末制御

このモジュールでは端末 I/O 制御のための POSIX 準拠の関数呼び出しインターフェースを提供します。これら呼び出しのための完全な記述については、Unix マニュアルページの *termios(3)* を参照してください。これは POSIX *termios* 形式の端末制御をサポートしていてインストール時に有効にした Unix のバージョンでのみ利用可能です。

利用可能な環境: Unix。

このモジュールの関数は全て、ファイル記述子 *fd* を最初の引数としてとります。この値は、sys.stdin.fileno() が返すような整数のファイル記述子でも、sys.stdin 自体のような *file object* でもかまいません。

このモジュールではまた、モジュールで提供されている関数を使う上で必要となる全ての定数を定義しています; これらの定数は C の対応する関数と同じ名前を持っています。これらの端末制御インターフェースを利用する上でのさらなる情報については、あなたのシステムのドキュメンテーションを参考にしてください。

このモジュールには、以下の関数が定義されています:

termios.tcgetattr(*fd*)

ファイル記述子 *fd* の端末属性を含むリストを返します。その形式は: [iflag, oflag, cflag, lflag, ispeed, ospeed, cc] です。*cc* は端末特殊文字のリストです (それぞれ長さ 1 の文字列です。ただしインデクス VMIN および VTIME の内容は、それらのフィールドが定義されていた場合整数の値となります)。端末設定フラグおよび端末速度の解釈、および配列 *cc* のインデクス検索は、*termios* で定義されているシンボル定数を使って行わなければなりません。

termios.tcsetattr(*fd*, *when*, *attributes*)

Set the tty attributes for file descriptor *fd* from the *attributes*, which is a list like the one returned by *tcgetattr()*. The *when* argument determines when the attributes are changed:

termios.TCSANOW

Change attributes immediately.

termios.TCSADRAIN

Change attributes after transmitting all queued output.

termios.TCSAFLUSH

Change attributes after transmitting all queued output and discarding all queued input.

termios.tcsendbreak(*fd*, *duration*)

ファイル記述子 *fd* にブレークを送信します。*duration* をゼロにすると、0.25〜0.5 秒間のブレークを送信します; *duration* の値がゼロでない場合、その意味はシステム依存です。

termios.tcdrain(*fd*)

ファイル記述子 *fd* に書き込まれた全ての出力が転送されるまで待ちます。

termios.tcflush(*fd*, *queue*)

ファイル記述子 *fd* にキューされたデータを無視します。どのキューかは *queue* セレクタで指定します: TCIFLUSH は入力キュー、TCOFLUSH は出力キュー、TCIOFLUSH は両方のキューです。

termios.tcflow(*fd*, *action*)

ファイル記述子 *fd* の入力または出力をサスペンドしたりレジュームしたりします。引数 *action* は出力をサスペンドする TCOOFF 、出力をレジュームする TCOON 、入力をサスペンドする TCIOFF 、入力をレジュームする TCION をとることができます。

termios.tcgetwinsize(*fd*)

Return a tuple `(ws_row, ws_col)` containing the tty window size for file descriptor *fd*. Requires termios.TIOCGWINSZ or termios.TIOCGSIZE.

Added in version 3.11.

termios.tcsetwinsize(*fd*, *winsize*)

Set the tty window size for file descriptor *fd* from *winsize*, which is a two-item tuple `(ws_row, ws_col)` like the one returned by *tcgetwinsize()*. Requires at least one of the pairs (termios.TIOCGWINSZ, termios.TIOCSWINSZ); (termios.TIOCGSIZE, termios.TIOCSSIZE) to be defined.

Added in version 3.11.

参考:

tty **モジュール** 一般的な端末制御操作のための便利な関数。

34.4.1 使用例

以下はエコーバックを切った状態でパスワード入力を促す関数です。ユーザの入力に関わらず以前の端末属性を正確に回復するために、二つの *tcgetattr()* と `try` ... `finally` 文によるテクニックが使われています:

```
def getpass(prompt="Password: "):
    import termios, sys
    fd = sys.stdin.fileno()
    old = termios.tcgetattr(fd)
    new = termios.tcgetattr(fd)
    new[3] = new[3] & ~termios.ECHO          # lflags
    try:
        termios.tcsetattr(fd, termios.TCSADRAIN, new)
        passwd = input(prompt)
    finally:
        termios.tcsetattr(fd, termios.TCSADRAIN, old)
    return passwd
```

34.5 `tty` --- 端末制御用の関数群

ソースコード: Lib/tty.py

---

tty モジュールは端末を cbreak および raw モードにするための関数を定義しています。

利用可能な環境: Unix。

このモジュールは *termios* モジュールを必要とするため、Unix でしか動作しません。

tty モジュールでは、以下の関数を定義しています:

`tty.cfmakeraw`(*mode*)

Convert the tty attribute list *mode*, which is a list like the one returned by *termios.tcgetattr()*, to that of a tty in raw mode.

Added in version 3.12.

`tty.cfmakecbreak`(*mode*)

Convert the tty attribute list *mode*, which is a list like the one returned by *termios.tcgetattr()*, to that of a tty in cbreak mode.

This clears the `ECHO` and `ICANON` local mode flags in *mode* as well as setting the minimum input to 1 byte with no delay.

Added in version 3.12.

バージョン 3.12.2 で変更: The ICRNL flag is no longer cleared. This matches Linux and macOS stty cbreak behavior and what *setcbreak()* historically did.

tty.setraw(*fd*, *when=termios.TCSAFLUSH*)

Change the mode of the file descriptor *fd* to raw. If *when* is omitted, it defaults to *termios.TCSAFLUSH*, and is passed to *termios.tcsetattr()*. The return value of *termios.tcgetattr()* is saved before setting *fd* to raw mode; this value is returned.

バージョン 3.12 で変更: The return value is now the original tty attributes, instead of None.

tty.setcbreak(*fd*, *when=termios.TCSAFLUSH*)

Change the mode of file descriptor *fd* to cbreak. If *when* is omitted, it defaults to *termios.TCSAFLUSH*, and is passed to *termios.tcsetattr()*. The return value of *termios.tcgetattr()* is saved before setting *fd* to cbreak mode; this value is returned.

This clears the ECHO and ICANON local mode flags as well as setting the minimum input to 1 byte with no delay.

バージョン 3.12 で変更: The return value is now the original tty attributes, instead of None.

バージョン 3.12.2 で変更: The ICRNL flag is no longer cleared. This restores the behavior of Python 3.11 and earlier as well as matching what Linux, macOS, & BSDs describe in their stty(1) man pages regarding cbreak mode.

参考:

モジュール *termios* 低

水準端末制御インターフェース。

34.6 pty --- 擬似端末ユーティリティ

ソースコード: Lib/pty.py

---

pty モジュールは擬似端末 (他のプロセスを実行してその制御をしている端末をプログラムで読み書きする) を制御する操作を定義しています。

利用可能な環境: Unix。

Pseudo-terminal handling is highly platform dependent. This code is mainly tested on Linux, FreeBSD, and macOS (it is supposed to work on other POSIX platforms but it's not been thoroughly tested).

pty モジュールでは以下の関数を定義しています:

pty.fork()

fork します。子プロセスの制御端末を擬似端末に接続します。返り値は (pid, fd) です。子プロセスは *pid* として 0、*fd* として *invalid* をそれぞれ受けとります。親プロセスは *pid* として子プロセスの PID、*fd* として子プロセスの制御端末 (子プロセスの標準入出力に接続されている) のファイル記述子を受けとります。

> **警告:** On macOS the use of this function is unsafe when mixed with using higher-level system APIs, and that includes using *urllib.request*.

pty.openpty()

新しい擬似端末のペアを開きます。利用できるなら *os.openpty()* を使い、利用できなければ一般的な Unix システム用のエミュレーションコードを使います。マスター、スレーブそれぞれのためのファイル記述子、(master, slave) のタプルを返します。

pty.spawn(*argv*[, *master_read*[, *stdin_read*]])

Spawn a process, and connect its controlling terminal with the current process's standard io. This is often used to baffle programs which insist on reading from the controlling terminal. It is expected that the process spawned behind the pty will eventually terminate, and when it does *spawn* will return.

A loop copies STDIN of the current process to the child and data received from the child to STDOUT of the current process. It is not signaled to the child if STDIN of the current process closes down.

The functions *master_read* and *stdin_read* are passed a file descriptor which they should read from, and they should always return a byte string. In order to force spawn to return before the child process exits an empty byte array should be returned to signal end of file.

The default implementation for both functions will read and return up to 1024 bytes each time the function is called. The *master_read* callback is passed the pseudoterminal's master file descriptor to read output from the child process, and *stdin_read* is passed file descriptor 0, to read from the parent process's standard input.

Returning an empty byte string from either callback is interpreted as an end-of-file (EOF) condition, and that callback will not be called after that. If *stdin_read* signals EOF the controlling terminal can no longer communicate with the parent process OR the child process. Unless the child process will quit without any input, *spawn* will then loop forever. If *master_read* signals EOF the same behavior results (on linux at least).

Return the exit status value from *os.waitpid()* on the child process.

os.waitstatus_to_exitcode() can be used to convert the exit status into an exit code.

引数 argv を指定して **監査イベント** pty.spawn を送出します。

バージョン 3.4 で変更: *spawn()* が *os.waitpid()* が返す子プロセスのステータス値を返すようになりました。

34.6.1 使用例

下記のプログラムは Unix コマンド *script(1)* のように動作します。疑似端末を使用して、端末セッションのすべての入出力を "typescript" に記録します。

```
import argparse
import os
import pty
import sys
import time

parser = argparse.ArgumentParser()
parser.add_argument('-a', dest='append', action='store_true')
parser.add_argument('-p', dest='use_python', action='store_true')
parser.add_argument('filename', nargs='?', default='typescript')
options = parser.parse_args()

shell = sys.executable if options.use_python else os.environ.get('SHELL', 'sh')
filename = options.filename
mode = 'ab' if options.append else 'wb'

with open(filename, mode) as script:
    def read(fd):
        data = os.read(fd, 1024)
        script.write(data)
        return data

    print('Script started, file is', filename)
    script.write(('Script started on %s\n' % time.asctime()).encode())

    pty.spawn(shell, read)

    script.write(('Script done on %s\n' % time.asctime()).encode())
    print('Script done, file is', filename)
```

34.7 fcntl --- fcntl および ioctl システムコール

This module performs file and I/O control on file descriptors. It is an interface to the `fcntl()` and `ioctl()` Unix routines. See the *fcntl(2)* and *ioctl(2)* Unix manual pages for full details.

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

このモジュール内の全ての関数はファイル記述子 *fd* を最初の引数に取ります。この値は `sys.stdin.fileno()` が返すような整数のファイル記述子でも、`sys.stdin` 自体のような、純粋にファイル記述子だけを返す *fileno()* メソッドを提供している *io.IOBase* オブジェクトでもかまいません。

バージョン 3.3 で変更: 以前は *IOError* を送出していたこのモジュールの操作が、*OSError* を送出するようになりました。

バージョン 3.8 で変更: The `fcntl` module now contains `F_ADD_SEALS`, `F_GET_SEALS`, and `F_SEAL_*` constants for sealing of *os.memfd_create()* file descriptors.

バージョン 3.9 で変更: On macOS, the `fcntl` module exposes the `F_GETPATH` constant, which obtains the path of a file from a file descriptor. On Linux(>=3.15), the `fcntl` module exposes the `F_OFD_GETLK`, `F_OFD_SETLK` and `F_OFD_SETLKW` constants, which are used when working with open file description locks.

バージョン 3.10 で変更: On Linux >= 2.6.11, the `fcntl` module exposes the `F_GETPIPE_SZ` and `F_SETPIPE_SZ` constants, which allow to check and modify a pipe's size respectively.

バージョン 3.11 で変更: On FreeBSD, the `fcntl` module exposes the `F_DUP2FD` and `F_DUP2FD_CLOEXEC` constants, which allow to duplicate a file descriptor, the latter setting `FD_CLOEXEC` flag in addition.

バージョン 3.12 で変更: On Linux >= 4.5, the *fcntl* module exposes the `FICLONE` and `FICLONERANGE` constants, which allow to share some data of one file with another file by reflinking on some filesystems (e.g., btrfs, OCFS2, and XFS). This behavior is commonly referred to as "copy-on-write".

バージョン 3.13 で変更: On Linux >= 2.6.32, the `fcntl` module exposes the `F_GETOWN_EX`, `F_SETOWN_EX`, `F_OWNER_TID`, `F_OWNER_PID`, `F_OWNER_PGRP` constants, which allow to direct I/O availability signals to a specific thread, process, or process group. On Linux >= 4.13, the `fcntl` module exposes the `F_GET_RW_HINT`, `F_SET_RW_HINT`, `F_GET_FILE_RW_HINT`, `F_SET_FILE_RW_HINT`, and `RWH_WRITE_LIFE_*` constants, which allow to inform the kernel about the relative expected lifetime of writes on a given inode or via a particular open file description. On Linux >= 5.1 and NetBSD, the `fcntl` module exposes the `F_SEAL_FUTURE_WRITE` constant for use with `F_ADD_SEALS` and `F_GET_SEALS` operations. On FreeBSD, the `fcntl` module exposes the `F_READAHEAD`, `F_ISUNIONSTACK`, and `F_KINFO` constants. On macOS and FreeBSD, the `fcntl` module exposes the `F_RDAHEAD` constant. On NetBSD and AIX, the `fcntl` module exposes the `F_CLOSEM` constant. On NetBSD, the `fcntl` module exposes the `F_MAXFD` constant. On macOS and NetBSD, the `fcntl` module exposes the `F_GETNOSIGPIPE` and `F_SETNOSIGPIPE` constant.

このモジュールには、以下の関数が定義されています:

fcntl.fcntl(*fd*, *cmd*, *arg=0*)

操作 *cmd* をファイル記述子 *fd* (または *fileno()* メソッドを提供しているファイルオブジェクト) に対して実行します。*cmd* として用いられる値はオペレーティングシステム依存で、*fcntl* モジュール内に関連する C ヘッダファイルと同じ名前が使われている定数の形で利用出来ます。引数 *arg* は整数値か *bytes* オブジェクトをとります。引数が整数値の場合、この関数の戻り値は C 言語の `fcntl()` を呼び出した際の整数の戻り値になります。引数が bytes の場合には、*struct.pack()* で作られるようなバイナリの構造体を表します。バイナリデータはバッファにコピーされ、そのアドレスが C 言語の `fcntl()` 呼び出しに渡されます。呼び出しが成功した後に戻される値はバッファの内容で、*bytes* オブジェクトに変換されています。返されるオブジェクトは *arg* 引数と同じ長さになります。この値は 1024 バイトに制限されています。オペレーティングシステムからバッファに返される情報の長さが 1024 バイトよりも大きい場合、大抵はセグメンテーション違反となるか、より不可思議なデータの破損を引き起こします。

If the `fcntl()` call fails, an *OSError* is raised.

引数 `fd`, `cmd`, `arg` を指定して **監査イベント** `fcntl.fcntl` を送出します。

fcntl.ioctl(*fd*, *request*, *arg=0*, *mutate_flag=True*)

この関数は *fcntl()* 関数と同じですが、引数の扱いがより複雑であるところが異なります。

パラメータ *request* は 32 ビットに収まる値に制限されます。*request* 引数として使うのに関係のある追加の定数は *termios* モジュールにあり、関連する C ヘッダファイルで使われているのと同じ名前が付けられています。

パラメタ *arg* は、整数、(*bytes* のような) 読み出し専用のバッファインターフェースをサポートするオブジェクト、(*bytearray* のような) 読み書きバッファインターフェースをサポートするオブジェクトのどれかです。

最後の型のオブジェクトを除き、動作は *fcntl()* 関数と同じです。

可変なバッファが渡された場合、動作は *mutate_flag* 引数の値で決定されます。

この値が偽の場合、バッファの可変性は無視され、読み出し専用バッファの場合と同じ動作になりますが、上で述べた 1024 バイトの制限は回避されます -- 従って、オペレーティングシステムが希望するバッファ長までであれば正しく動作します。

mutate_flag が真 (デフォルト) の場合、バッファは (実際には) 根底にある *ioctl()* システムコールに渡され、後者の戻り値が呼び出し側の Python に引き渡され、バッファの新たな内容は *ioctl()* の動作を反映します。この説明はやや単純化されています。というのは、与えられたバッファが 1024 バイト長よりも短い場合、バッファはまず 1024 バイト長の静的なバッファにコピーされてから *ioctl()* に渡され、その後引数で与えたバッファに戻しコピーされるからです。

If the `ioctl()` call fails, an *OSError* exception is raised.

以下に例を示します:

```
>>> import array, fcntl, struct, termios, os
>>> os.getpgrp()
13341
>>> struct.unpack('h', fcntl.ioctl(0, termios.TIOCGPGRP, "  "))[0]
13341
>>> buf = array.array('h', [0])
>>> fcntl.ioctl(0, termios.TIOCGPGRP, buf, 1)
0
>>> buf
array('h', [13341])
```

引数 `fd`, `request`, `arg` を指定して **監査イベント** `fcntl.ioctl` を送出します。

`fcntl.flock`(*fd*, *operation*)

ファイル記述子 *fd* (*`fileno()`* メソッドを提供しているファイルオブジェクトも含む) に対してロック操作 *operation* を実行します。詳細は Unix マニュアルの *`flock(2)`* を参照してください (システムによっては、この関数は `fcntl()` を使ってエミュレーションされています)。

If the `flock()` call fails, an *`OSError`* exception is raised.

引数 `fd`, `operation` を指定して **監査イベント** `fcntl.flock` を送出します。

`fcntl.lockf`(*fd*, *cmd*, *len=0*, *start=0*, *whence=0*)

本質的に *`fcntl()`* によるロッキングの呼び出しをラップしたものです。*fd* はロックまたはアンロックするファイルのファイル記述子 (*`fileno()`* メソッドを提供するファイルオブジェクトも受け付けられます) で、*cmd* は以下の値のうちいずれかになります:

`fcntl.LOCK_UN`

Release an existing lock.

`fcntl.LOCK_SH`

Acquire a shared lock.

`fcntl.LOCK_EX`

Acquire an exclusive lock.

`fcntl.LOCK_NB`

Bitwise OR with any of the other three `LOCK_*` constants to make the request non-blocking.

If `LOCK_NB` is used and the lock cannot be acquired, an *`OSError`* will be raised and the exception will have an *errno* attribute set to *`EACCES`* or *`EAGAIN`* (depending on the operating system; for portability, check for both values). On at least some systems, `LOCK_EX` can only be used if the file descriptor refers to a file opened for writing.

len はロックを行いたいバイト数、*start* はロック領域先頭の *whence* からの相対的なバイトオフセット、*whence* は *`io.IOBase.seek()`* と同じで、具体的には:

- 0 -- relative to the start of the file (*os.SEEK_SET*)
- 1 -- relative to the current buffer position (*os.SEEK_CUR*)
- 2 -- relative to the end of the file (*os.SEEK_END*)

start の標準の値は 0 で、ファイルの先頭から開始することを意味します。*len* の標準の値は 0 で、ファイルの終了までロックすることを表します。*whence* の標準の値も 0 です。

引数 `fd`, `cmd`, `len`, `start`, `whence` を指定して **監査イベント** `fcntl.lockf` を送出します。

以下に (全ての SVR4 互換システムでの) 例を示します:

```
import struct, fcntl, os

f = open(...)
rv = fcntl.fcntl(f, fcntl.F_SETFL, os.O_NDELAY)

lockdata = struct.pack('hhllhh', fcntl.F_WRLCK, 0, 0, 0, 0, 0)
rv = fcntl.fcntl(f, fcntl.F_SETLKW, lockdata)
```

最初の例では、戻り値 *rv* は整数値を保持しています; 二つ目の例では *bytes* オブジェクトを保持しています。*lockdata* 変数の構造体レイアウトはシステム依存です --- 従って *flock()* を呼ぶ方が良いでしょう。

参考:

os **モジュール** If the locking flags *O_SHLOCK* and *O_EXLOCK* are present in the *os* module (on BSD only), the *os.open()* function provides an alternative to the *lockf()* and *flock()* functions.

34.8 resource --- リソース使用情報

このモジュールでは、プログラムによって使用されているシステムリソースを計測したり制御するための基本的なメカニズムを提供します。

利用可能な環境: WASI 以外の Unix 。

特定のシステムリソースを指定したり、現在のプロセスやその子プロセスのリソース使用情報を要求するためにシンボル定数が使われます。

システムコールが失敗した場合 *OSError* を送出します。

exception resource.error

OSError の非推奨のエイリアスです。

バージョン 3.3 で変更: **PEP 3151** に基づき、このクラスは *OSError* のエイリアスになりました。

34.8.1 リソースの制限

リソースの使用は下に述べる *setrlimit()* 関数を使って制限することができます。各リソースは二つ組の制限値: ソフトリミット (soft limit) 、およびハードリミット (hard limit) 、で制御されます。ソフトリミットは現在の制限値で、時間とともにプロセスによって下げたり上げたりできます。ソフトリミットはハードリミットを超えることはできません。ハードリミットはソフトリミットよりも高い任意の値まで下げることができますが、上げることはできません。(スーパユーザの有効な UID を持つプロセスのみがハードリミットを上げることができます。)

制限をかけるべく指定できるリソースはシステムに依存します。指定できるリソースは *getrlimit(2)* マニュアルページで解説されています。以下に列挙するリソースは背後のオペレーティングシステムがサポートする場合にサポートされています; オペレーティングシステム側で値を調べたり制御したりできないリソースは、そのプラットフォーム向けのこのモジュール内では定義されていません。

resource.RLIM_INFINITY

無制限のリソースの上限を示すための定数です。

resource.getrlimit(*resource*)

resource の現在のソフトおよびハードリミットを表すタプル (`soft, hard`) を返します。無効なリソースが指定された場合には *ValueError* が、背後のシステムコールが予期せず失敗した場合には *error* が送出されます。

resource.setrlimit(*resource*, *limits*)

resource の新たな消費制限を設定します。*limits* 引数には、タプル (`soft, hard`) による二つの整数で、新たな制限を記述しなければなりません。*RLIM_INFINITY* を指定することで、無制限を要求することが出来ます。

無効なリソースが指定された場合、ソフトリミットの値がハードリミットの値を超えている場合、プロセスがハードリミットを引き上げようとした場合には *ValueError* が送出されます。リソースのハードリミットやシステムリミットが無制限でないのに *RLIM_INFINITY* を指定した場合も、*ValueError* になります。スーパーユーザの実効 UID を持ったプロセスは無制限を含めあらゆる妥当な制限値を要求出来ますが、システムが課している制限を超過した要求ではやはり *ValueError* となります。

`setrlimit` は背後のシステムコールが予期せず失敗した場合に、*error* を送出する場合があります。

VxWorks only supports setting *RLIMIT_NOFILE*.

引数 `src`, `dst`, ``limits`` を指定して **監査イベント** `resource.setrlimit` を送出します。

resource.prlimit(*pid*, *resource*[, *limits*])

1 つの関数の中で *setrlimit()* と *getrlimit()* を組み合わせ、任意のプロセスのリソースの制限値を取得したり設定したりします。*pid* が 0 の場合は、現在のプロセスに適用されます。*resource* および *limits* は、*limits* がオプションであることを除けば、*setrlimit()* と同じ意味です。

limits が与えられないときは、関数はプロセス *pid* の *resource* の制限値を返します。*limits* が与えられたときは、プロセスの *resource* の制限値が設定され、設定が変更される前のリソースの制限値が返されます。

pid が見付からないときは *ProcessLookupError* を、ユーザがプロセスの CAP_SYS_RESOURCE を持ってないときは *PermissionError* を送出します。

引数 pid, dst`, ``limits を指定して **監査イベント** resource.prlimit を送出します。

利用可能な環境: Linux >= 2.6.36 かつ glibc >= 2.13.

Added in version 3.4.

以下のシンボルは、後に述べる関数 *setrlimit()* および *getrlimit()* を使って消費量を制御することができるリソースを定義しています。これらのシンボルの値は、C プログラムで使われているシンボルと全く同じです。

getrlimit(2) の Unix マニュアルページには、指定可能なリソースが列挙されています。全てのシステムで同じシンボルが使われているわけではなく、また同じリソースを表すために同じ値が使われているとも限らないので注意してください。このモジュールはプラットフォーム間の相違を隠蔽しようとはしていません --- あるプラットフォームで定義されていないシンボルは、そのプラットフォーム向けの本モジュールでは利用することができません。

resource.RLIMIT_CORE

現在のプロセスが生成できるコアファイルの最大 (バイト) サイズです。プロセスの全体イメージを入れるためにこの値より大きなサイズのコアファイルが要求された結果、部分的なコアファイルが生成される可能性があります。

resource.RLIMIT_CPU

プロセッサが利用することができる最大プロセッサ時間 (秒) です。この制限を超えた場合、SIGXCPU シグナルがプロセスに送られます。(どのようにしてシグナルを捕捉したり、例えば開かれているファイルをディスクにフラッシュするといった有用な処理を行うかについての情報は、*signal* モジュールのドキュメントを参照してください)

resource.RLIMIT_FSIZE

プロセスが作成するファイルの最大サイズです。

resource.RLIMIT_DATA

プロセスのヒープの最大 (バイト) サイズです。

resource.RLIMIT_STACK

現在のプロセスのコールスタックの最大サイズ (バイト単位) です。これはマルチスレッドプロセスのメインスレッドのスタックのみに影響します。

resource.RLIMIT_RSS

プロセスが取りうる最大 RAM 常駐ページサイズ (resident set size) です。

resource.RLIMIT_NPROC

現在のプロセスが生成できるプロセスの上限です。

resource.RLIMIT_NOFILE

現在のプロセスが開けるファイル記述子の上限です。

resource.RLIMIT_OFILE

RLIMIT_NOFILE の BSD での名称です。

resource.RLIMIT_MEMLOCK

メモリ中でロックできる最大アドレス空間です。

resource.RLIMIT_VMEM

プロセスが占有できるマップメモリの最大領域です。

利用可能な環境: FreeBSD 11 以上。

resource.RLIMIT_AS

アドレス空間でプロセスが占有できる最大領域 (バイト単位) です。

resource.RLIMIT_MSGQUEUE

POSIX メッセージキューに割り当てることの出来るバイト数です。

利用可能な環境: Linux 2.6.8 以上。

Added in version 3.4.

resource.RLIMIT_NICE

プロセスの nice の上限です (20 - rlim_cur)。

利用可能な環境: Linux 2.6.12 以上。

Added in version 3.4.

resource.RLIMIT_RTPRIO

リアルタイム優先順位の上限です。

利用可能な環境: Linux 2.6.12 以上。

Added in version 3.4.

resource.RLIMIT_RTTIME

リアルタイムスケジューリングにおいて、プロセスがブロッキングシステムコールを行わずに使用できる CPU 時間の制限値（マイクロ秒単位)。

利用可能な環境: Linux 2.6.25 以上。

Added in version 3.4.

resource.RLIMIT_SIGPENDING

プロセスがキュー出来るシグナルの数です。

利用可能な環境: Linux 2.6.8 以上。

Added in version 3.4.

resource.RLIMIT_SBSIZE

このユーザが使用するソケットバッファの最大サイズ (バイト単位)。これは、このユーザが常に保持できるネットワークメモリの量、つまり mbuf の量を制限します。

利用可能な環境: FreeBSD。

Added in version 3.4.

resource.RLIMIT_SWAP

このユーザ ID のすべてのプロセスで予約または使用できるスワップスペースの最大サイズ (バイト単位)。この制限は vm.overcommit sysctl のビット 1 が設定されている場合のみ適用されます。この sysctl の完全な説明については tuning(7) を参照してください。

利用可能な環境: FreeBSD。

Added in version 3.4.

resource.RLIMIT_NPTS

このユーザ ID が作成する擬似端末の数の上限です。

利用可能な環境: FreeBSD。

Added in version 3.4.

resource.RLIMIT_KQUEUES

The maximum number of kqueues this user id is allowed to create.

利用可能な環境: FreeBSD 11 以上。

Added in version 3.10.

34.8.2 リソースの使用状態

以下の関数はリソース使用情報を取得するために使われます:

resource.getrusage(*who*)

This function returns an object that describes the resources consumed by either the current process or its children, as specified by the *who* parameter. The *who* parameter should be specified using one of the RUSAGE_* constants described below.

簡単な例:

```
from resource import *
import time

# a non CPU-bound task
time.sleep(3)
print(getrusage(RUSAGE_SELF))

# a CPU-bound task
for i in range(10 ** 8):
    _ = 1 + 1
print(getrusage(RUSAGE_SELF))
```

返される値の各フィールドはそれぞれ、個々のシステムリソースがどれくらい使用されているか、例えばユーザモードでの実行に費やされた時間やプロセスが主記憶からスワップアウトされた回数、を示しています。幾つかの値、例えばプロセスが使用しているメモリ量は、内部時計の最小単位に依存します。

以前のバージョンとの互換性のため、返される値は 16 要素からなるタプルとしてアクセスすることもできます。

戻り値のフィールド ru_utime および ru_stime は浮動小数点数で、それぞれユーザモードでの実行に費やされた時間、およびシステムモードでの実行に費やされた時間を表します。それ以外の値は整数です。これらの値に関する詳しい情報は *getrusage(2)* を調べてください。以下に簡単な概要を示します:

インデックス	フィールド	リソース
0	ru_utime	time in user mode (float seconds)
1	ru_stime	time in system mode (float seconds)
2	ru_maxrss	最大常駐ページサイズ
3	ru_ixrss	共有メモリサイズ
4	ru_idrss	非共有メモリサイズ
5	ru_isrss	非共有スタックサイズ
6	ru_minflt	I/O を必要としないページフォールト数
7	ru_majflt	I/O を必要とするページフォールト数
8	ru_nswap	スワップアウト回数
9	ru_inblock	ブロック入力操作数
10	ru_oublock	ブロック出力操作数
11	ru_msgsnd	送信メッセージ数
12	ru_msgrcv	受信メッセージ数
13	ru_nsignals	受信シグナル数
14	ru_nvcsw	自発的な実行コンテキスト切り替え数
15	ru_nivcsw	非自発的な実行コンテキスト切り替え数

この関数は無効な *who* 引数を指定した場合には *ValueError* を送出します。また、異常が発生した場合には *error* 例外が送出される可能性があります。

resource.**getpagesize**()

システムページ内のバイト数を返します。(ハードウェアページサイズと同じとは限りません。)

The following RUSAGE_* symbols are passed to the *getrusage()* function to specify which processes information should be provided for.

resource.**RUSAGE_SELF**

getrusage() に渡すと呼び出し中のプロセスが消費しているリソースを要求します。そのプロセスの全スレッドが使用するリソースの合計です。

resource.**RUSAGE_CHILDREN**

呼び出し元のプロセスの子プロセスが消費するリソースを要求するために、*getrusage()* に渡して終了させ、待機させることができます。

resource.**RUSAGE_BOTH**

getrusage() に渡すと現在のプロセスおよび子プロセスの両方が消費しているリソースを要求します。全てのシステムで利用可能なわけではありません。

resource.**RUSAGE_THREAD**

getrusage() に渡すと現在のスレッドが消費しているリソースを要求します。全てのシステムで利用可能

なわけではありません。

Added in version 3.2.

34.9 syslog --- Unix syslog ライブラリルーチン群

このモジュールでは Unix syslog ライブラリルーチン群へのインターフェースを提供します。syslog の便宜レベルに関する詳細な記述は Unix マニュアルページを参照してください。

利用可能な環境: WASI 及び iOS 以外の Unix 。

このモジュールはシステムの syslog ファミリのルーチンをラップしています。syslog サーバーと通信できる pure Python のライブラリが、*logging.handlers* モジュールの *SysLogHandler* にあります。

このモジュールには、以下の関数が定義されています:

syslog.**syslog**(*message*)

syslog.**syslog**(*priority*, *message*)

文字列 *message* をシステムログ機構に送信します。末尾の改行文字は必要に応じて追加されます。各メッセージは *facility* および *level* からなる優先度でタグ付けされます。オプションの *priority* 引数はメッセージの優先度を定義します。標準の値は *LOG_INFO* です。*priority* 中に、便宜レベルが (LOG_INFO | LOG_USER のように) 論理和を使ってコード化されていない場合、*openlog()* を呼び出した際の値が使われます。

syslog() が呼び出される前に *openlog()* が呼び出されなかった場合、*openlog()* が引数なしで呼び出されます。

引数 priority, message を指定して **監査イベント** syslog.syslog を送出します。

バージョン 3.2 で変更: In previous versions, *openlog()* would not be called automatically if it wasn't called prior to the call to *syslog()*, deferring to the syslog implementation to call openlog().

バージョン 3.12 で変更: This function is restricted in subinterpreters. (Only code that runs in multiple interpreters is affected and the restriction is not relevant for most users.) *openlog()* must be called in the main interpreter before *syslog()* may be used in a subinterpreter. Otherwise it will raise *RuntimeError*.

syslog.**openlog**(\[*ident*\[, *logoption*\[, *facility*\]\]\])

openlog() 関数を呼び出すことで以降の *syslog()* の呼び出しに対するログオプションを設定することができます。ログがまだ開かれていない状態で *syslog()* を呼び出すと *openlog()* が引数なしで呼び出されます。

オプションの *ident* キーワード引数は全てのメッセージの先頭に付く文字列で、デフォルトでは `sys.argv[0]` から前方のパス部分を取り除いたものです。オプションの *logoption* キーワード引数 (デフォルトは 0) はビットフィールドです。組み合わせられる値については下記を参照してください。オプションの *facility* キーワード引数 (デフォルトは *LOG_USER*) は明示的に facility が encode されていないメッセージに設定される facility です。

引数 `ident`, *logoptiona‘*, `facility` を指定して **監査イベント** `syslog.openlog` を送出します。

バージョン 3.2 で変更: In previous versions, keyword arguments were not allowed, and *ident* was required.

バージョン 3.12 で変更: This function is restricted in subinterpreters. (Only code that runs in multiple interpreters is affected and the restriction is not relevant for most users.) This may only be called in the main interpreter. It will raise *RuntimeError* if called in a subinterpreter.

`syslog.closelog()`

syslog モジュールの値をリセットし、システムライブラリの `closelog()` を呼び出します。

この関数を呼ぶと、モジュールが最初に import されたときと同じようにふるまいます。例えば、(*openlog()* を呼び出さないで) *syslog()* を最初に呼び出したときに、*openlog()* が呼び出され、*ident* やその他の *openlog()* の引数はデフォルト値にリセットされます。

引数無しで **監査イベント** `syslog.closelog` を送出します。

バージョン 3.12 で変更: This function is restricted in subinterpreters. (Only code that runs in multiple interpreters is affected and the restriction is not relevant for most users.) This may only be called in the main interpreter. It will raise *RuntimeError* if called in a subinterpreter.

`syslog.setlogmask(`*maskpri*`)`

優先度マスクを *maskpri* に設定し、以前のマスク値を返します。*maskpri* に設定されていない優先度レベルを持った *syslog()* の呼び出しは無視されます。標準では全ての優先度をログ出力します。関数 `LOG_MASK(pri)` は個々の優先度 *pri* に対する優先度マスクを計算します。関数 `LOG_UPTO(pri)` は優先度 *pri* までの全ての優先度を含むようなマスクを計算します。

引数 `maskpri` を指定して **監査イベント** `socket.setlogmask` を送出します。

このモジュールでは以下の定数を定義しています:

`syslog.LOG_EMERG`

`syslog.LOG_ALERT`

`syslog.LOG_CRIT`

`syslog.LOG_ERR`

`syslog.LOG_WARNING`

`syslog.LOG_NOTICE`

syslog.LOG_INFO

syslog.LOG_DEBUG

優先度 (高いものから低いもの) 。

syslog.LOG_AUTH

syslog.LOG_AUTHPRIV

syslog.LOG_CRON

syslog.LOG_DAEMON

syslog.LOG_FTP

syslog.LOG_INSTALL

syslog.LOG_KERN

syslog.LOG_LAUNCHD

syslog.LOG_LPR

syslog.LOG_MAIL

syslog.LOG_NETINFO

syslog.LOG_NEWS

syslog.LOG_RAS

syslog.LOG_REMOTEAUTH

syslog.LOG_SYSLOG

syslog.LOG_USER

syslog.LOG_UUCP

syslog.LOG_LOCAL0

syslog.LOG_LOCAL1

syslog.LOG_LOCAL2

syslog.LOG_LOCAL3

syslog.LOG_LOCAL4

syslog.LOG_LOCAL5

syslog.LOG_LOCAL6

syslog.LOG_LOCAL7

Facilities, depending on availability in <syslog.h> for *LOG_AUTHPRIV*, *LOG_FTP*, *LOG_NETINFO*, *LOG_REMOTEAUTH*, *LOG_INSTALL* and *LOG_RAS*.

バージョン 3.13 で変更: Added *LOG_FTP*, *LOG_NETINFO*, *LOG_REMOTEAUTH*, *LOG_INSTALL*, *LOG_RAS*, and *LOG_LAUNCHD*.

syslog.LOG_PID

syslog.LOG_CONS

syslog.LOG_NDELAY

syslog.LOG_ODELAY

syslog.LOG_NOWAIT

syslog.LOG_PERROR

Log options, depending on availability in <syslog.h> for *LOG_ODELAY*, *LOG_NOWAIT* and *LOG_PERROR*.

34.9.1 使用例

シンプルな例

1 つ目のシンプルな例:

```
import syslog

syslog.syslog('Processing started')
if error:
    syslog.syslog(syslog.LOG_ERR, 'Processing started')
```

いくつかのログオプションを設定する例。ログメッセージにプロセス ID を含み、メッセージをメールのログ用の facility にメッセージを書きます:

```
syslog.openlog(logoption=syslog.LOG_PID, facility=syslog.LOG_MAIL)
syslog.syslog('E-mail processing initiated...')
```

第

THIRTYFIVE

モジュールのコマンドラインインターフェース (CLI)

以下のモジュールにはコマンドラインインターフェースがあります。

- *ast*
- *asyncio*
- *base64*
- *calendar*
- *code*
- *compileall*
- *cProfile*: *profile* を参照
- *difflib*
- *dis*
- *doctest*
- encodings.rot_13
- *ensurepip*
- *filecmp*
- *fileinput*
- *ftplib*
- *gzip*
- *http.server*
- idlelib
- *inspect*

- *json.tool*
- *mimetypes*
- *pdb*
- *pickle*
- *pickletools*
- *platform*
- *poplib*
- *profile*
- *pstats*
- *py_compile*
- *pyclbr*
- *pydoc*
- *quopri*
- *random*
- *runpy*
- *site*
- *sqlite3*
- *sysconfig*
- *tabnanny*
- *tarfile*
- this
- *timeit*
- *tokenize*
- *trace*
- *turtledemo*
- *unittest*
- *uuid*

- *venv*
- *webbrowser*
- *zipapp*
- *zipfile*

Python コマンドラインインターフェース も参照してください。

第

THIRTYSIX

取って代わられたモジュール群

この章に記述されたモジュール群は非推奨またはソフト非推奨 (*soft deprecated*) で、後方互換性のためにのみ保存されています。これらは他のモジュール群に取って代わられました。

36.1 `getopt` --- C-style parser for command line options

ソースコード: Lib/getopt.py

バージョン 3.13 で非推奨: The *`getopt`* module is *soft deprecated* and will not be developed further; development will continue with the *`argparse`* module.

注釈: The *`getopt`* module is a parser for command line options whose API is designed to be familiar to users of the C `getopt()` function. Users who are unfamiliar with the C `getopt()` function or who would like to write less code and get better help and error messages should consider using the *`argparse`* module instead.

This module helps scripts to parse the command line arguments in `sys.argv`. It supports the same conventions as the Unix `getopt()` function (including the special meanings of arguments of the form '`-`' and '`--`'). Long options similar to those supported by GNU software may be used as well via an optional third argument.

このモジュールは 2 つの関数と 1 つの例外を提供しています:

`getopt.getopt`(*args*, *shortopts*, *longopts=[]*)

Parses command line options and parameter list. *args* is the argument list to be parsed, without the leading reference to the running program. Typically, this means `sys.argv[1:]`. *shortopts* is the string of option letters that the script wants to recognize, with options that require an argument followed by a colon (`':'`; i.e., the same format that Unix `getopt()` uses).

注釈: Unlike GNU `getopt()`, after a non-option argument, all further arguments are considered also non-options. This is similar to the way non-GNU Unix systems work.

longopts は長形式のオプションの名前を示す文字列のリストです。名前には、先頭の `'--'` は含めません。引数が必要な場合には名前の最後に等号 (`'='`) を入れます。オプション引数はサポートしていません。長形式のオプションだけを受けつけるためには、*shortopts* は空文字列である必要があります。長形式のオプションは、該当するオプションを一意に決定できる長さまで入力されていれば認識されます。たとえば、*longopts* が `['foo', 'frob']` の場合、`--fo` は `--foo` にマッチしますが、`--f` では一意に決定できないので、*GetoptError* が送出されます。

返り値は 2 つの要素から成っています: 最初は `(option, value)` のタプルのリスト、2 つ目はオプションリストを取り除いたあとに残ったプログラムの引数リストです (*args* の末尾部分のスライスになります)。それぞれの引数と値のタプルの最初の要素は、短形式の時はハイフン 1 つで始まる文字列 (例: `'-x'`)、長形式の時はハイフン 2 つで始まる文字列 (例: `'--long-option'`) となり、引数が 2 番目の要素になります。引数をとらない場合には空文字列が入ります。オプションは見つかった順に並んでいて、複数回同じオプションを指定できます。長形式と短形式のオプションは混在できます。

getopt.gnu_getopt(*args*, *shortopts*, *longopts=[]*)

この関数はデフォルトで GNU スタイルのスキャンモードを使う以外は *getopt()* と同じように動作します。つまり、オプションとオプションでない引数とを混在させることができます。*getopt()* 関数はオプションでない引数を見つけると解析を停止します。

If the first character of the option string is `'+'`, or if the environment variable `POSIXLY_CORRECT` is set, then option processing stops as soon as a non-option argument is encountered.

exception getopt.GetoptError

This is raised when an unrecognized option is found in the argument list or when an option requiring an argument is given none. The argument to the exception is a string indicating the cause of the error. For long options, an argument given to an option which does not require one will also cause this exception to be raised. The attributes `msg` and `opt` give the error message and related option; if there is no specific option to which the exception relates, `opt` is an empty string.

exception getopt.error

GetoptError へのエイリアスです。後方互換性のために残されています。

Unix スタイルのオプションを使った例です:

```
>>> import getopt
>>> args = '-a -b -cfoo -d bar a1 a2'.split()
>>> args
['-a', '-b', '-cfoo', '-d', 'bar', 'a1', 'a2']
>>> optlist, args = getopt.getopt(args, 'abc:d:')
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> optlist
[('-a', ''), ('-b', ''), ('-c', 'foo'), ('-d', 'bar')]
>>> args
['a1', 'a2']
```

長形式のオプションを使っても同様です:

```
>>> s = '--condition=foo --testing --output-file abc.def -x a1 a2'
>>> args = s.split()
>>> args
['--condition=foo', '--testing', '--output-file', 'abc.def', '-x', 'a1', 'a2']
>>> optlist, args = getopt.getopt(args, 'x', [
...     'condition=', 'output-file=', 'testing'])
>>> optlist
[('--condition', 'foo'), ('--testing', ''), ('--output-file', 'abc.def'), ('-x', '')]
>>> args
['a1', 'a2']
```

スクリプト中での典型的な使い方は以下のようになります:

```
import getopt, sys

def main():
    try:
        opts, args = getopt.getopt(sys.argv[1:], "ho:v", ["help", "output="])
    except getopt.GetoptError as err:
        # print help information and exit:
        print(err)  # will print something like "option -a not recognized"
        usage()
        sys.exit(2)
    output = None
    verbose = False
    for o, a in opts:
        if o == "-v":
            verbose = True
        elif o in ("-h", "--help"):
            usage()
            sys.exit()
        elif o in ("-o", "--output"):
            output = a
        else:
            assert False, "unhandled option"
    # ...

if __name__ == "__main__":
    main()
```

argparse モジュールを使えば、より良いヘルプメッセージとエラーメッセージを持った同じコマンドラインインターフェースをより少ないコードで実現できます:

```
import argparse

if __name__ == '__main__':
    parser = argparse.ArgumentParser()
    parser.add_argument('-o', '--output')
    parser.add_argument('-v', dest='verbose', action='store_true')
    args = parser.parse_args()
    # ... do something with args.output ...
    # ... do something with args.verbose ..
```

参考:

argparse **モジュール** 別のコマンドラインオプションと引数の解析ライブラリ。

36.2 optparse --- Parser for command line options

ソースコード: Lib/optparse.py

バージョン 3.2 で非推奨: The *optparse* module is *soft deprecated* and will not be developed further; development will continue with the *argparse* module.

---

optparse モジュールは、昔からある *getopt* よりも簡便で、柔軟性に富み、かつ強力なコマンドライン解析ライブラリです。*optparse* では、より宣言的なスタイルのコマンドライン解析手法、すなわち *OptionParser* のインスタンスを作成してオプションを追加してゆき、そのインスタンスでコマンドラインを解析するという手法をとっています。*optparse* を使うと、GNU/POSIX 構文でオプションを指定できるだけでなく、使用法やヘルプメッセージの生成も行えます。

optparse を使った簡単なスクリプトの例を以下に示します:

```
from optparse import OptionParser
...
parser = OptionParser()
parser.add_option("-f", "--file", dest="filename",
                  help="write report to FILE", metavar="FILE")
parser.add_option("-q", "--quiet",
                  action="store_false", dest="verbose", default=True,
                  help="don't print status messages to stdout")

(options, args) = parser.parse_args()
```

このようにわずかな行数のコードによって、スクリプトのユーザはコマンドライン上で例えば以下のような「よくある使い方」を実行できるようになります:

```
<yourscript> --file=outfile -q
```

As it parses the command line, *optparse* sets attributes of the `options` object returned by *parse_args()* based on user-supplied command-line values. When *parse_args()* returns from parsing this command line, `options.filename` will be `"outfile"` and `options.verbose` will be `False`. *optparse* supports both long and short options, allows short options to be merged together, and allows options to be associated with their arguments in a variety of ways. Thus, the following command lines are all equivalent to the above example:

```
<yourscript> -f outfile --quiet
<yourscript> --quiet --file outfile
<yourscript> -q -foutfile
<yourscript> -qfoutfile
```

さらに、ユーザが以下のいずれかを実行すると

```
<yourscript> -h
<yourscript> --help
```

optparse はスクリプトのオプションについて簡単にまとめた内容を出力します:

```
Usage: <yourscript> [options]

Options:
  -h, --help            show this help message and exit
  -f FILE, --file=FILE  write report to FILE
  -q, --quiet           don't print status messages to stdout
```

yourscript の中身は実行時に決まります (通常は `sys.argv[0]` になります)。

36.2.1 背景

optparse は、素直で慣習に則ったコマンドラインインターフェースを備えたプログラムの作成を援助する目的で設計されました。その結果、Unix で慣習的に使われているコマンドラインの構文や機能だけをサポートするに留まっています。こうした慣習に詳しくなければ、よく知っておくためにもこの節を読んでおきましょう。

用語集

引数 (argument) コ

マンドラインでユーザが入力するテキストの塊で、シェルが `execl` や `execv` に引き渡すものです。Python では、引数は `sys.argv[1:]` の要素となります。(`sys.argv[0]` は実行しようとしているプログラムの名前です。引数解析に関しては、この要素はあまり重要ではありません。) Unix シェルでは、「語 (word)」という用語も使います。

場合によっては `sys.argv[1:]` 以外の引数リストを代入する方が望ましいことがあるので、「引数」は「`sys.argv[1:]` または `sys.argv[1:]` の代替として提供される別のリストの要素」と読むべきでしょう。

オプション (option) 追

加的な情報を与えるための引数で、プログラムの実行に対する教示やカスタマイズを行います。オプションには多様な文法が存在します。伝統的な Unix における書法はハイフン ("-") の後ろに一文字が続くもので、例えば `-x` や `-F` です。また、伝統的な Unix における書法では、複数のオプションを一つの引数にまとめられます。例えば `-x -F` は `-xF` と等価です。GNU プロジェクトでは `--` の後ろにハイフンで区切りの語を指定する方法、例えば `--file` や `--dry-run` も提供しています。*optparse* は、これら二種類のオプション書法だけをサポートしています。

他に見られる他のオプション書法には以下のようなものがあります:

- ハイフンの後ろに数個の文字が続くもので、例えば `-pf` (このオプションは複数のオプションを一つにまとめたものとは **違います**)
- ハイフンの後ろに語が続くもので、例えば `-file` (これは技術的には上の書式と同じですが、通常同じプログラム上で一緒に使うことはありません)
- プラス記号の後ろに一文字、数個の文字、または語を続けたもので、例えば `+f`, `+rgb`
- スラッシュ記号の後ろに一文字、数個の文字、または語を続けたもので、例えば `/f`, `/file`

上記のオプション書法は *optparse* ではサポートしておらず、今後もサポートする予定はありません。これは故意によるものです: 最初の三つはどの環境の標準でもなく、最後の一つは Windows や特定のレガシーなプラットフォーム (VMS や MS-DOS など) を対象にしているときにしか意味をなさないからです。

オプション引数 (option argument) あ

るオプションの後ろに続く引数で、そのオプションに密接な関連をもち、オプションと同時に引数リストから取り出されます。*optparse* では、オプション引数は以下のように別々の引数にできます:

```
-f foo
--file foo
```

また、一つの引数中にも入れられます:

```
-ffoo
--file=foo
```

通常、オプションは引数をとることもとらないこともあります。あるオプションは引数をとることがなく、またあるオプションは常に引数をとります。多くの人々が「オプションのオプション引数」機能を欲しています。これは、あるオプションが引数が指定されている場合には引数をとり、そうでない場合には引数をもたないようにするという機能です。この機能は引数解析をあいまいにするため、議論の的となっています: 例えば、もし -a がオプション引数をとり、-b がまったく別のオプションだとしたら、-ab をどうやって解析すればいいのでしょうか？ こうした曖昧さが存在するため、*optparse* は今のところこの機能をサポートしていません。

位置引数 (positional argument)
: 他のオプションが解析される、すなわち他のオプションとその引数が解析されて引数リストから除去された後に引数リストに置かれているものです。

必須のオプション (required option)
: コマンドラインで与えなければならないオプションです;「必須のオプション (required option)」という語は、英語では矛盾した言葉です。*optparse* では必須オプションの実装を妨げてはいませんが、とりたてて実装上役立つこともしていません。

例えば、下記のような架空のコマンドラインを考えてみましょう:

```
prog -v --report report.txt foo bar
```

`-v` と `--report` はどちらもオプションです。`--report` オプションが引数をとるとすれば、`report.txt` はオプションの引数です。`foo` と `bar` は位置引数になります。

オプションとは何か

オプションはプログラムの実行を調整したり、カスタマイズしたりするための補助的な情報を与えるために使います。もっとはっきりいうと、オプションはあくまでもオプション (省略可能) であるということです。本来、プログラムはともかくもオプションなしでうまく実行できてしかるべきです。(Unix や GNU ツールセットのプログラムをランダムにピックアップしてみてください。オプションを全く指定しなくてもちゃんと動くでしょう？ 例外は `find`, `tar`, `dd` くらいです---これらの例外は、オプション文法が標準的でなく、インターフェースが混乱を招くと酷評されてきた変種のはみ出しものなのです)

多くの人が自分のプログラムに「必須のオプション」を持たせたいと考えます。しかしよく考えてください。必須なら、それは **オプション** *(省略可能)* **ではないのです！** プログラムを正しく動作させるのに絶対的に必要な情報があるとすれば、そこには位置引数を割り当てるべきなのです。

良くできたコマンドライン インターフェース設計として、ファイルのコピーに使われる `cp` ユーティリティのことを考えてみましょう。ファイルのコピーでは、コピー先を指定せずにファイルをコピーするのは無意味な操作ですし、少なくとも一つのコピー元が必要です。従って、`cp` は引数無しで実行すると失敗します。とはいえ、`cp` はオプションを全く必要としない柔軟で便利なコマンドライン文法を備えています:

```
cp SOURCE DEST
cp SOURCE ... DEST-DIR
```

まだあります。ほとんどの cp の実装では、ファイルモードや変更時刻を変えずにコピーする、シンボリックリンクの追跡を行わない、すでにあるファイルを上書きする前にユーザに尋ねる、など、ファイルをコピーする方法をいじるための一連のオプションを実装しています。しかし、こうしたオプションは、一つのファイルを別の場所にコピーする、または複数のファイルを別のディレクトリにコピーするという、cp の中心的な処理を乱すことはないのです。

位置引数とは何か

位置引数とは、プログラムを動作させる上で絶対的に必要な情報となる引数です。

よいユーザインターフェースとは、絶対に必要だとされるものが可能な限り少ないものです。プログラムを正しく動作させるために 17 個もの別個の情報が必要だとしたら、その **方法** はさして問題にはなりません ---ユーザはプログラムを正しく動作させられないうちに諦め、立ち去ってしまうからです。ユーザインターフェースがコマンドラインでも、設定ファイルでも、GUI やその他の何であっても同じです: 多くの要求をユーザに押し付ければ、ほとんどのユーザはただ音をあげてしまうだけなのです。

要するに、ユーザが絶対に提供しなければならない情報だけに制限する --- そして可能な限りよく練られたデフォルト設定を使うよう試みてください。もちろん、プログラムには適度な柔軟性を持たせたいとも望むはずですが、それこそがオプションの果たす役割です。繰り返しますが、設定ファイルのエントリであろうが、GUI でできた「環境設定」ダイアログ上のウィジェットであろうが、コマンドラインオプションであろうが関係ありません --- より多くのオプションを実装すればプログラムはより柔軟性を持ちますが、実装はより難解になるのです。高すぎる柔軟性はユーザを閉口させ、コードの維持をより難しくするのです。

36.2.2 チュートリアル

optparse はとても柔軟で強力でありながら、ほとんどの場合には簡単に利用できます。この節では、*optparse* ベースのプログラムで広く使われているコードパターンについて述べます。

まず、*OptionParser* クラスを import しておかなければなりません。次に、プログラムの冒頭で *OptionParser* インスタンスを生成しておきます:

```
from optparse import OptionParser
...
parser = OptionParser()
```

これでオプションを定義できるようになりました。基本的な構文は以下の通りです:

```
parser.add_option(opt_str, ...,
                  attr=value, ...)
```

各オプションには、-f や --file のような一つまたは複数のオプション文字列と、パーザがコマンドライン上のオプションを見つけた際に、何を準備し、何を行うべきかを *optparse* に教えるためのオプション属性 (option attribute) がいくつか入ります。

通常、各オプションには短いオプション文字列と長いオプション文字列があります。例えば:

```
parser.add_option("-f", "--file", ...)
```

オプション文字列は、(ゼロ文字の場合も含め) いくらでも短く、またいくらでも長くできます。ただしオプション文字列は少なくとも一つなければなりません。

OptionParser.add_option() に渡されたオプション文字列は、実際にはこの関数で定義したオプションに対するラベルになります。簡単のため、以後ではコマンドライン上で **オプションを見つける** という表現をしばしば使いますが、これは実際には *optparse* がコマンドライン上の **オプション文字列** を見つけ、対応づけされているオプションを探し出す、という処理に相当します。

オプションを全て定義したら、*optparse* にコマンドラインを解析するように指示します:

```
(options, args) = parser.parse_args()
```

(If you like, you can pass a custom argument list to *parse_args()*, but that's rarely necessary: by default it uses `sys.argv[1:]`.)

parse_args() returns two values:

- 全てのオプションに対する値の入ったオブジェクト options --- 例えば、--file が単一の文字列引数をとる場合、options.file はユーザが指定したファイル名になります。オプションを指定しなかった場合には None になります
- オプションの解析後に残った位置引数からなるリスト args

このチュートリアルの節では、最も重要な四つのオプション属性: *action*, *type*, *dest* (destination), *help* についてしか触れません。このうち最も重要なのは *action* です。

オプション・アクションを理解する

アクション (action) は *optparse* がコマンドライン上にあるオプションを見つけたときに何をすべきかを指示します。*optparse* には押し着せのアクションのセットがハードコードされています。新たなアクションの追加は上級者向けの話題であり、*optparse* **の拡張** で触れます。ほとんどのアクションは、値を何らかの変数に記憶するよう *optparse* に指示します --- 例えば、文字列をコマンドラインから取り出して、options の属性の中に入れる、といった具合にです。

オプション・アクションを指定しない場合、*optparse* のデフォルトの動作は store になります。

store アクション

もっとも良く使われるアクションは store です。このアクションは次の引数 (あるいは現在の引数の残りの部分) を取り出し、正しい型の値か確かめ、指定した保存先に保存するよう *optparse* に指示します。

例えば:

```
parser.add_option("-f", "--file",
                  action="store", type="string", dest="filename")
```

例えば、以下のように指定しておき、偽のコマンドラインを作成して *optparse* に解析させてみましょう:

```
args = ["-f", "foo.txt"]
(options, args) = parser.parse_args(args)
```

When *optparse* sees the option string `-f`, it consumes the next argument, `foo.txt`, and stores it in `options.filename`. So, after this call to *parse_args()*, `options.filename` is `"foo.txt"`.

オプションの型として、*optparse* は他にも int や float をサポートしています:

```
parser.add_option("-n", type="int", dest="num")
```

このオプションには長い形式のオプション文字列がないため、設定に問題がないということに注意してください。また、デフォルトのアクションは store なので、ここでは action を明示的に指定していません。

架空のコマンドラインをもう一つ解析してみましょう。今度は、オプション引数をオプションの右側にぴったりくっつけて一緒くたにします: `-n42` (一つの引数のみ) は `-n 42` (二つの引数からなる) と等価になるので

```
(options, args) = parser.parse_args(["-n42"])
print(options.num)
```

は 42 を出力します。

型を指定しない場合、*optparse* は引数を string であると仮定します。デフォルトのアクションが store であることも併せて考えると、最初の例はもっと短くなります:

```
parser.add_option("-f", "--file", dest="filename")
```

保存先 (destination) を指定しない場合、*optparse* はデフォルト値としてオプション文字列から気のきいた名前を設定します: 最初に指定した長い形式のオプション文字列が `--foo-bar` であれば、デフォルトの保存先は foo_bar になります。長い形式のオプション文字列がなければ、*optparse* は最初に指定した短い形式のオプション文字列を探します: 例えば、`-f` に対する保存先は f になります。

optparse にはビルトインの complex 型も含まれています。型の追加については *optparse* **の拡張** で触れています。

ブール値 (フラグ) オプションの処理

フラグオプション---特定のオプションに対して真または偽の値の値を設定するオプション--- はよく使われます。*optparse* では、二つのアクション、store_true および store_false をサポートしています。例えば、verbose というフラグを -v で有効にして、-q で無効にしたいとします:

```
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose")
parser.add_option("-q", action="store_false", dest="verbose")
```

ここでは二つのオプションに同じ保存先を指定していますが、全く問題ありません。(下記のように、デフォルト値の設定を少し注意深く行わなければならないだけです。)

-v をコマンドライン上に見つけると、*optparse* は options.verbose を True に設定します。-q を見つければ、options.verbose は False にセットされます。

その他のアクション

この他にも、*optparse* は以下のようなアクションをサポートしています:

"store_const"
: store a constant value, pre-set via *Option.const*

"append"
: オプションの引数を指定のリストに追加します

"count"
: 指定のカウンタを 1 増やします

"callback"
: 指定の関数を呼び出します

これらのアクションについては、**リファレンスガイド** 節および **オプション処理コールバック** 節で触れます。

デフォルト値

上記の例は全て、何らかのコマンドラインオプションが見つかった時に何らかの変数 (保存先: destination) に値を設定していました。では、該当するオプションが見つからなかった場合には何が起きるのでしょうか？ デフォルトは全く与えていないため、これらの値は全て None になります。たいていはこれで十分ですが、もっときちんと制御したい場合もあります。*optparse* では各保存先に対してデフォルト値を指定し、コマンドラインの解析前にデフォルト値が設定されるようにできます。

まず、verbose/quiet の例について考えてみましょう。*optparse* に対して、-q がない限り verbose を True に設定させたいなら、以下のようにします:

```
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose", default=True)
parser.add_option("-q", action="store_false", dest="verbose")
```

デフォルトの値は特定のオプションではなく **保存先** に対して適用されます。また、これら二つのオプションはたまたま同じ保存先を持っているにすぎないため、上のコードは下のコードと全く等価になります:

```
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose")
parser.add_option("-q", action="store_false", dest="verbose", default=True)
```

下のような場合を考えてみましょう:

```
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose", default=False)
parser.add_option("-q", action="store_false", dest="verbose", default=True)
```

やはり `verbose` のデフォルト値は `True` になります; 特定の目的変数に対するデフォルト値として有効なのは、最後に指定した値だからです。

A clearer way to specify default values is the `set_defaults()` method of OptionParser, which you can call at any time before calling *parse_args()*:

```
parser.set_defaults(verbose=True)
parser.add_option(...)
(options, args) = parser.parse_args()
```

前の例と同様、あるオプションの値の保存先に対するデフォルトの値は最後に指定した値になります。コードを読みやすくするため、デフォルト値を設定するときには両方のやり方を混ぜるのではなく、片方だけを使うようにしましょう。

ヘルプの生成

optparse にはヘルプと使い方の説明 (usage text) を生成する機能があり、ユーザに優しいコマンドライン インターフェースを作成する上で役立ちます。やらなければならないのは、各オプションに対する *help* の値と、必要ならプログラム全体の使用法を説明する短いメッセージを与えることだけです。ユーザフレンドリな (ドキュメント付きの) オプションを追加した *OptionParser* を以下に示します:

```
usage = "usage: %prog [options] arg1 arg2"
parser = OptionParser(usage=usage)
parser.add_option("-v", "--verbose",
                  action="store_true", dest="verbose", default=True,
                  help="make lots of noise [default]")
parser.add_option("-q", "--quiet",
                  action="store_false", dest="verbose",
                  help="be vewwy quiet (I'm hunting wabbits)")
parser.add_option("-f", "--filename",
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
                  metavar="FILE", help="write output to FILE")
parser.add_option("-m", "--mode",
                  default="intermediate",
                  help="interaction mode: novice, intermediate, "
                       "or expert [default: %default]")
```

optparse がコマンドライン上で -h や --help を見つけた場合や、parser.print_help() を呼び出した場合、この *OptionParser* は以下のようなメッセージを標準出力に出力します:

```
Usage: <yourscript> [options] arg1 arg2

Options:
  -h, --help            show this help message and exit
  -v, --verbose         make lots of noise [default]
  -q, --quiet           be vewwy quiet (I'm hunting wabbits)
  -f FILE, --filename=FILE
                        write output to FILE
  -m MODE, --mode=MODE  interaction mode: novice, intermediate, or
                        expert [default: intermediate]
```

(help オプションでヘルプを出力した場合、*optparse* は出力後にプログラムを終了します。)

optparse ができるだけうまくメッセージを生成するよう手助けするには、他にもまだまだやるべきことがあります:

- スクリプト自体の利用法を表すメッセージを定義します:

  ```
  usage = "usage: %prog [options] arg1 arg2"
  ```

  optparse は %prog を現在のプログラム名、すなわち os.path.basename(sys.argv[0]) と置き換えます。この文字列は詳細なオプションヘルプの前に展開され出力されます。

  usage の文字列を指定しない場合、*optparse* は型どおりとはいえ気の利いたデフォルト値、"Usage: %prog [options]" を使います。位置引数をとらないスクリプトの場合はこれで十分でしょう。

- 全てのオプションにヘルプ文字列を定義します。行の折り返しは気にしなくてかまいません ---*optparse* は行の折り返しに気を配り、見栄えのよいヘルプ出力を生成します。

- オプションが値をとるということは自動的に生成されるヘルプメッセージの中で分かります。例えば、”mode” option の場合にはこのようになります:

  ```
  -m MODE, --mode=MODE
  ```

  ここで ”MODE” はメタ変数 (meta-variable) と呼ばれます: メタ変数は、ユーザが -m/--mode に対して指定するはずの引数を表します。デフォルトでは、*optparse* は保存先の変数名を大文字だけにしたものをメタ変数に使います。これは時として期待通りの結果になりません --- 例えば、上の例の --filename オ

プションでは明示的に metavar="FILE" を設定しており、その結果自動生成されたオプション説明テキストは:

```
-f FILE, --filename=FILE
```

この機能の重要さは、単に表示スペースを節約するといった理由にとどまりません: 上の例では、手作業で書いたヘルプテキストの中でメタ変数として FILE を使っています。その結果、ユーザに対してやや堅苦しい表現の書法 -f FILE と、より平易に意味付けを説明した "write output to FILE" との間に対応があるというヒントを与えています。これは、エンドユーザにとってより明解で便利なヘルプテキストを作成する単純でありながら効果的な手法なのです。

- デフォルト値を持つオプションはヘルプ文字列に %default を含むことができます---*optparse* はそれをオプションのデフォルト値に *str()* を適用したもので置き換えます。オプションがデフォルト値を持たない (もしくはデフォルト値が None である) 場合、%default は none に展開されます。

オプションをグループ化する

たくさんのオプションを扱う場合、オプションをグループ分けするとヘルプ出力が見やすくなります。*OptionParser* は、複数のオプションをまとめたオプショングループを複数持つことができます。

オプションのグループは、*OptionGroup* を使って作成します:

class optparse.**OptionGroup**(*parser*, *title*, *description=None*)

ここでは:

- *parser* は、このグループが属する *OptionParser* のインスタンスです
- *title* はグループのタイトルです
- *description* はオプションで、グループの長い説明です

OptionGroup は (*OptionParser* のように) OptionContainer を継承していて、オプションをグループに追加するために add_option() メソッドを利用できます。

全てのオプションを定義したら、*OptionParser* の add_option_group() メソッドを使ってグループを定義済みのパーサーに追加します。

前のセクションで定義したパーサーに、続けて *OptionGroup* を追加します:

```
group = OptionGroup(parser, "Dangerous Options",
                    "Caution: use these options at your own risk.  "
                    "It is believed that some of them bite.")
group.add_option("-g", action="store_true", help="Group option.")
parser.add_option_group(group)
```

この結果のヘルプ出力は次のようになります:

```
Usage: <yourscript> [options] arg1 arg2

Options:
  -h, --help            show this help message and exit
  -v, --verbose         make lots of noise [default]
  -q, --quiet           be vewwy quiet (I'm hunting wabbits)
  -f FILE, --filename=FILE
                        write output to FILE
  -m MODE, --mode=MODE  interaction mode: novice, intermediate, or
                        expert [default: intermediate]

  Dangerous Options:
    Caution: use these options at your own risk.  It is believed that some
    of them bite.

    -g                  Group option.
```

さらにサンプルを拡張して、複数のグループを使うようにしてみます:

```
group = OptionGroup(parser, "Dangerous Options",
                    "Caution: use these options at your own risk.  "
                    "It is believed that some of them bite.")
group.add_option("-g", action="store_true", help="Group option.")
parser.add_option_group(group)

group = OptionGroup(parser, "Debug Options")
group.add_option("-d", "--debug", action="store_true",
                 help="Print debug information")
group.add_option("-s", "--sql", action="store_true",
                 help="Print all SQL statements executed")
group.add_option("-e", action="store_true", help="Print every action done")
parser.add_option_group(group)
```

出力結果は次のようになります:

```
Usage: <yourscript> [options] arg1 arg2

Options:
  -h, --help            show this help message and exit
  -v, --verbose         make lots of noise [default]
  -q, --quiet           be vewwy quiet (I'm hunting wabbits)
  -f FILE, --filename=FILE
                        write output to FILE
  -m MODE, --mode=MODE  interaction mode: novice, intermediate, or expert
                        [default: intermediate]

  Dangerous Options:
    Caution: use these options at your own risk.  It is believed that some
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
    of them bite.

    -g                  Group option.

  Debug Options:
    -d, --debug         Print debug information
    -s, --sql           Print all SQL statements executed
    -e                  Print every action done
```

もう 1 つの、特にオプショングループをプログラムから操作するときに利用できるメソッドがあります:

OptionParser.**get_option_group**(*opt_str*)

短いオプション文字列もしくは長いオプション文字列 *opt_str* (例。'-o' 、'--option') が属する *OptionGroup* を返します。そのような *OptionGroup* が無い場合は、None を返します。

バージョン番号の出力

optparse では、使用法メッセージと同様にプログラムのバージョン文字列を出力できます。*OptionParser* の version 引数に文字列を渡します:

```
parser = OptionParser(usage="%prog [-f] [-q]", version="%prog 1.0")
```

%prog は usage と同じような展開を受けます。その他にも version には何でも好きな内容を入れられます。version を指定した場合、*optparse* は自動的に --version オプションをパーザに渡します。コマンドライン中に --version が見つかると、*optparse* は version 文字列を展開して (%prog を置き換えて) 標準出力に出力し、プログラムを終了します。

例えば、/usr/bin/foo という名前のスクリプトなら:

```
$ /usr/bin/foo --version
foo 1.0
```

以下の 2 つのメソッドを、version 文字列を表示するために利用できます:

OptionParser.**print_version**(*file=None*)

現在のプログラムのバージョン (self.version) を *file* (デフォルト: stdout) へ表示します。*print_usage()* と同じく、self.version の中の全ての %prog が現在のプログラム名に置き換えられます。self.version が空文字列だだったり未定義だったときは何もしません。

OptionParser.**get_version**()

print_version() と同じですが、バージョン文字列を表示する代わりに返します。

optparse のエラー処理法

optparse を使う場合に気を付けなければならないエラーには、大きく分けてプログラマ側のエラーとユーザ側のエラーという二つの種類があります。プログラマ側のエラーの多くは、例えば不正なオプション文字列や定義されていないオプション属性の指定、あるいはオプション属性を指定し忘れるといった、誤った *OptionParser.add_option()*, 呼び出しによるものです。こうした誤りは通常通りに処理されます。すなわち、例外 (*optparse.OptionError* や *TypeError*) を送出して、プログラムをクラッシュさせます。

もっと重要なのはユーザ側のエラーの処理です。というのも、ユーザの操作エラーというものはコードの安定性に関係なく起こるからです。*optparse* は、誤ったオプション引数の指定 (整数を引数にとるオプション -n に対して -n 4x と指定してしまうなど) や、引数を指定し忘れた場合 (-n が何らかの引数をとるオプションであるのに、-n が引数の末尾に来ている場合) といった、ユーザによるエラーを自動的に検出します。また、アプリケーション側で定義されたエラー条件が起きた場合、OptionParser.error() を呼び出してエラーを通知できます:

```
(options, args) = parser.parse_args()
...
if options.a and options.b:
    parser.error("options -a and -b are mutually exclusive")
```

いずれの場合にも *optparse* はエラーを同じやり方で処理します。すなわち、プログラムの使用法メッセージとエラーメッセージを標準エラー出力に出力して、終了ステータス 2 でプログラムを終了させます。

上に挙げた最初の例、すなわち整数を引数にとるオプションにユーザが 4x を指定した場合を考えてみましょう:

```
$ /usr/bin/foo -n 4x
Usage: foo [options]

foo: error: option -n: invalid integer value: '4x'
```

値を全く指定しない場合には、以下のようになります:

```
$ /usr/bin/foo -n
Usage: foo [options]

foo: error: -n option requires an argument
```

optparse は、常にエラーを引き起こしたオプションについて説明の入ったエラーメッセージを生成するよう気を配ります; 従って、OptionParser.error() をアプリケーションコードから呼び出す場合にも、同じようなメッセージになるようにしてください。

optparse のデフォルトのエラー処理動作が気に入らないのなら、*OptionParser* をサブクラス化して、exit() かつ/または error() をオーバライドする必要があります。

全てをつなぎ合わせる

optparse を使ったスクリプトは、通常以下のようになります:

```
from optparse import OptionParser
...
def main():
    usage = "usage: %prog [options] arg"
    parser = OptionParser(usage)
    parser.add_option("-f", "--file", dest="filename",
                      help="read data from FILENAME")
    parser.add_option("-v", "--verbose",
                      action="store_true", dest="verbose")
    parser.add_option("-q", "--quiet",
                      action="store_false", dest="verbose")
    ...
    (options, args) = parser.parse_args()
    if len(args) != 1:
        parser.error("incorrect number of arguments")
    if options.verbose:
        print("reading %s..." % options.filename)
    ...

if __name__ == "__main__":
    main()
```

36.2.3 リファレンスガイド

parser を作る

optparse を使う最初の一歩は OptionParser インスタンスを作ることです。

class optparse.**OptionParser**(...)

OptionParser のコンストラクタの引数はどれも必須ではありませんが、いくつものキーワード引数がオプションとして使えます。これらはキーワード引数として渡さなければなりません。すなわち、引数が宣言されている順番に頼ってはいけません。

usage (**デフォルト**: "%prog [options]")

The usage summary to print when your program is run incorrectly or with a help option. When *optparse* prints the usage string, it expands `%prog` to `os.path.basename(sys.argv[0])` (or to `prog` if you passed that keyword argument). To suppress a usage message, pass the special value `optparse.SUPPRESS_USAGE`.

option_list (**デフォルト**: [])

パーザに追加する Option オブジェクトのリストです。`option_list` の中のオプションは `standard_option_list` (OptionParser のサブクラスでセットされる可能性のあるクラス属性) の後

に追加されますが、バージョンやヘルプのオプションよりは前になります。このオプションの使用は推奨されません。パーザを作成した後で、*add_option()* を使って追加してください。

option_class (**デフォルト**: optparse.Option)
: *add_option()* でパーザにオプションを追加するときに使用されるクラス。

version (**デフォルト**: None)
: ユーザがバージョンオプションを与えたときに表示されるバージョン文字列です。version に真の値を与えると、*optparse* は自動的に単独のオプション文字列 --version とともにバージョンオプションを追加します。部分文字列 %prog は usage と同様に展開されます。

conflict_handler (**デフォルト**: "error") オ
: プション文字列が衝突するようなオプションがパーザに追加されたときにどうするかを指定します。**オプション間の衝突** 節を参照して下さい。

description (**デフォルト**: None) プ
: ログラムの概要を表す一段落のテキストです。*optparse* はユーザがヘルプを要求したときにこの概要を現在のターミナルの幅に合わせて整形し直して表示します (usage の後、オプションリストの前に表示されます)。

formatter (**デフォルト**: **新しい** IndentedHelpFormatter) へ
: ルプテキストを表示する際に使われる optparse.HelpFormatter のインスタンスです。*optparse* はこの目的のためにすぐ使えるクラスを二つ提供しています。IndentedHelpFormatter と TitledHelpFormatter がそれです。

add_help_option (**デフォルト**: True) も
: し真ならば、*optparse* はパーザにヘルプオプションを (オプション文字列 -h と --help とともに) 追加します。

prog
: usage や version の中の %prog を展開するときに os.path.basename(sys.argv[0]) の代わりに使われる文字列です。

epilog (**デフォルト**: None) オ
: プションのヘルプの後に表示されるヘルプテキスト.

パーザへのオプション追加

パーザにオプションを加えていくにはいくつか方法があります。推奨するのは **チュートリアル** 節で示したような *OptionParser.add_option()* を使う方法です。add_option() は以下の二つのうちいずれかの方法で呼び出せます:

- (make_option() などが返す) *Option* インスタンスを渡します
- make_option() に (すなわち *Option* のコンストラクタに) 位置引数とキーワード引数の組み合わせを渡

して、*Option* インスタンスを生成させます

もう一つの方法は、あらかじめ作成しておいた *Option* インスタンスからなるリストを、以下のようにして *OptionParser* のコンストラクタに渡すというものです:

```
option_list = [
    make_option("-f", "--filename",
                action="store", type="string", dest="filename"),
    make_option("-q", "--quiet",
                action="store_false", dest="verbose"),
    ]
parser = OptionParser(option_list=option_list)
```

(make_option() は *Option* インスタンスを生成するファクトリ関数です; 現在のところ、この関数は *Option* のコンストラクタの別名にすぎません。*optparse* の将来のバージョンでは、*Option* を複数のクラスに分割し、make_option() は適切なクラスを選んでインスタンスを生成するようになる予定です。従って、*Option* を直接インスタンス化しないでください。)

オプションの定義

各々の *Option* インスタンス、は -f や --file といった同義のコマンドラインオプションからなる集合を表現しています。一つの *Option* には任意の数のオプションを短い形式でも長い形式でも指定できます。ただし、少なくとも一つは指定しなければなりません。

正しい方法で *Option* インスタンスを生成するには、*OptionParser* の add_option() を使います。

OptionParser.**add_option**(*option*)

OptionParser.**add_option**(**opt_str, attr=value, ...*)

短い形式のオプション文字列を一つだけ持つようなオプションを生成するには次のようにします:

```
parser.add_option("-f", attr=value, ...)
```

また、長い形式のオプション文字列を一つだけ持つようなオプションの定義は次のようになります:

```
parser.add_option("--foo", attr=value, ...)
```

キーワード引数は新しい *Option* オブジェクトの属性を定義します。オプションの属性のうちでもっとも重要なのは *action* です。この属性は、他のどの属性と関連があるか、そしてどの属性が必要かに大きく作用します。関係のないオプション属性を指定したり、必要な属性を指定し忘れたりすると、*optparse* は誤りを解説した *OptionError* 例外を送出します。

コマンドライン上にあるオプションが見つかったときの *optparse* の振舞いを決定しているのは **アクション** *(action)* です。*optparse* でハードコードされている標準的なアクションには以下のようなものがあります:

"store" オ
: プションの引数を保存します (デフォルトの動作です)

"store_const"
: store a constant value, pre-set via *Option.const*

"store_true"
: store True

"store_false"
: store False

"append" オ
: プションの引数を指定のリストに追加します

"append_const"
: append a constant value to a list, pre-set via *Option.const*

"count" 指
: 定のカウンタを 1 増やします

"callback" 指
: 定の関数を呼び出します

"help" 全
: てのオプションとそのドキュメントの入った使用法メッセージを出力します

(アクションを指定しない場合、デフォルトは "store" になります。このアクションでは、*type* および *dest* オプション属性を指定できます。**標準的なオプション・アクション** を参照してください。)

As you can see, most actions involve storing or updating a value somewhere. *optparse* always creates a special object for this, conventionally called options, which is an instance of *optparse.Values*.

class optparse.Values

An object holding parsed argument names and values as attributes. Normally created by calling when calling *OptionParser.parse_args()*, and can be overridden by a custom subclass passed to the *values* argument of *OptionParser.parse_args()* (as described in **引数を解析する**).

Option arguments (and various other values) are stored as attributes of this object, according to the *dest* (destination) option attribute.

例えばこれを呼び出した場合

```
parser.parse_args()
```

optparse はまず options オブジェクトを生成します:

```
options = Values()
```

パーザ中で以下のようなオプションが定義されていて

```
parser.add_option("-f", "--file", action="store", type="string", dest="filename")
```

パーズしたコマンドラインに以下のいずれかが入っていた場合:

```
-ffoo
-f foo
--file=foo
--file foo
```

optparse はこのオプションを見つけて、以下と同等の処理を行います

```
options.filename = "foo"
```

type および *dest* オプション属性は *action* と同じくらい重要ですが、**全ての** オプションで意味をなすのは *action* だけなのです。

オプション属性

class optparse.**Option**

A single command line argument, with various attributes passed by keyword to the constructor. Normally created with *OptionParser.add_option()* rather than directly, and can be overridden by a custom class via the *option_class* argument to *OptionParser*.

以下のオプション属性は *OptionParser.add_option()* へのキーワード引数として渡すことができます。特定のオプションに無関係なオプション属性を渡した場合、または必須のオプションを渡しそこなった場合、*optparse* は *OptionError* を送出します。

Option.action

(デフォルト: "store")

このオプションがコマンドラインにあった場合に *optparse* に何をさせるかを決めます。取りうるオプションについては **こちら** を参照してください。

Option.type

(デフォルト: "string")

このオプションに与えられる引数の型 (たとえば "string" や "int") です。取りうるオプションについては **こちら** を参照してください。

Option.**dest**

(デフォルト: オプション文字列を使う)

このオプションのアクションがある値をどこかに書いたり書き換えたりを意味する場合、これは *optparse* にその書く場所を教えます。詳しく言えば *dest* には *optparse* がコマンドラインを解析しながら組み立てる options オブジェクトの属性の名前を指定します。

Option.**default**

コマンドラインに指定がなかったときにこのオプションの対象に使われる値です。*OptionParser.set_defaults()* も参照してください。

Option.**nargs**

(デフォルト: 1)

このオプションがあったときに幾つの *type* 型の引数が消費されるべきかを指定します。1 より大きい場合、*optparse* は *dest* に値のタプルを格納します。

Option.**const**

定数を格納する動作のための、その定数です。

Option.**choices**

"choice" 型オプションに対してユーザが選べる選択肢となる文字列のリストです。

Option.**callback**

アクションが "callback" であるオプションに対し、このオプションがあったときに呼ばれる呼び出し可能オブジェクトです。呼び出し時に渡される引数の詳細については、**オプション処理コールバック** を参照してください。

Option.**callback_args**

Option.**callback_kwargs**

callback に渡される標準的な 4 つのコールバック引数の後ろに追加する、位置引数とキーワード引数。

Option.**help**

Help text to print for this option when listing all available options after the user supplies a *help* option (such as --help). If no help text is supplied, the option will be listed without help text. To hide this option, use the special value optparse.SUPPRESS_HELP.

Option.**metavar**

(デフォルト: オプション文字列を使う)

説明文を表示する際にオプションの引数の身代わりになるものです。例は **チュートリアル** 節を参照してください。

標準的なオプション・アクション

様々なオプション・アクションにはどれも互いに少しづつ異なった条件と作用があります。ほとんどのアクションに関連するオプション属性がいくつかあり、値を指定して *optparse* の挙動を操作できます。いくつかのアクションには必須の属性があり、必ず値を指定しなければなりません。

- "store" [関連: *type*, *dest*, *nargs*, *choices*]

  オプションの後には必ず引数が続きます。引数は *type* に従って値に変換されて *dest* に保存されます。*nargs* > 1 の場合、複数の引数をコマンドラインから取り出します。引数は全て *type* に従って変換され、*dest* にタプルとして保存されます。**標準のオプション型** 節を参照してください。

  choices を (文字列のリストかタプルで) 指定した場合、型のデフォルト値は "choice" になります。

  type を指定しない場合、デフォルトの値は "string" です。

  dest を指定しない場合、*optparse* は保存先を最初の長い形式のオプション文字列から導出します (例えば、--foo-bar は foo_bar になります)。長い形式のオプション文字列がない場合、*optparse* は最初の短い形式のオプションから保存先の変数名を導出します (-f は f になります)。

  以下はプログラム例です:

  ```
  parser.add_option("-f")
  parser.add_option("-p", type="float", nargs=3, dest="point")
  ```

  とすると、以下のようなコマンドライン

  ```
  -f foo.txt -p 1 -3.5 4 -fbar.txt
  ```

  を解析した場合、*optparse* は以下のように設定を行います

  ```
  options.f = "foo.txt"
  options.point = (1.0, -3.5, 4.0)
  options.f = "bar.txt"
  ```

- "store_const" [関連: *const*; 関連: *dest*]

  値 *const* を *dest* に保存します。

  以下はプログラム例です:

  ```
  parser.add_option("-q", "--quiet",
                    action="store_const", const=0, dest="verbose")
  parser.add_option("-v", "--verbose",
                    action="store_const", const=1, dest="verbose")
  parser.add_option("--noisy",
                    action="store_const", const=2, dest="verbose")
  ```

とします。--noisy が見つかると、*optparse* は

```
options.verbose = 2
```

- "store_true" [関連: *dest*]

  A special case of "store_const" that stores True to *dest*.

- "store_false" [関連: *dest*]

  Like "store_true", but stores False.

  以下はプログラム例です:

```
parser.add_option("--clobber", action="store_true", dest="clobber")
parser.add_option("--no-clobber", action="store_false", dest="clobber")
```

- "append" [関連: *type*, *dest*, *nargs*, *choices*]

  このオプションの後ろには必ず引数が続きます。引数は *dest* のリストに追加されます。*dest* のデフォルト値を指定しなかった場合、*optparse* がこのオプションを最初にみつけた時点で空のリストを自動的に生成します。*nargs* > 1 の場合、複数の引数をコマンドラインから取り出し、長さ *nargs* のタプルを生成して *dest* に追加します。

  type および *dest* のデフォルト値は "store" アクションと同じです。

  以下はプログラム例です:

```
parser.add_option("-t", "--tracks", action="append", type="int")
```

  -t3 がコマンドライン上で見つかると、*optparse* は:

```
options.tracks = []
options.tracks.append(int("3"))
```

  その後、--tracks=4 が見つかると以下を実行します:

```
options.tracks.append(int("4"))
```

  append アクションは、オプションの現在の値の append メソッドを呼び出します。これは、どのデフォルト値も append メソッドを持っていなければならないことを意味します。また、デフォルト値が空でない場合、オプションの解析結果は、そのデフォルトの要素の後ろにコマンドラインからの値が追加されたものになる、ということも意味します:

```
>>> parser.add_option("--files", action="append", default=['~/.mypkg/defaults'])
>>> opts, args = parser.parse_args(['--files', 'overrides.mypkg'])
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> opts.files
['~/.mypkg/defaults', 'overrides.mypkg']
```

- "append_const" [関連: *const*; 関連: *dest*]

  "store_const" と同様ですが、*const* の値は *dest* に追加 (append) されます。"append" の場合と同じように *dest* のデフォルトは None ですがこのオプションを最初にみつけた時点で空のリストを自動的に生成します。

- "count" [関連: *dest*]

  dest に保存されている整数値をインクリメントします。*dest* は (デフォルトの値を指定しない限り) 最初にインクリメントを行う前にゼロに設定されます。

  以下はプログラム例です:

  ```
  parser.add_option("-v", action="count", dest="verbosity")
  ```

  コマンドライン上で最初に -v が見つかると、*optparse* は:

  ```
  options.verbosity = 0
  options.verbosity += 1
  ```

  以後、-v が見つかるたびに

  ```
  options.verbosity += 1
  ```

- "callback" [必須: *callback*; 関連: *type*, *nargs*, *callback_args*, *callback_kwargs*]

  callback に指定された関数を次のように呼び出します

  ```
  func(option, opt_str, value, parser, *args, **kwargs)
  ```

  詳細は、**オプション処理コールバック** 節を参照してください。

- "help"

  現在のオプションパーザ内の全てのオプションに対する完全なヘルプメッセージを出力します。ヘルプメッセージは *OptionParser* のコンストラクタに渡した usage 文字列と、各オプションに渡した *help* 文字列から生成します。

  If no *help* string is supplied for an option, it will still be listed in the help message. To omit an option entirely, use the special value optparse.SUPPRESS_HELP.

  optparse は全ての *OptionParser* に自動的に *help* オプションを追加するので、通常自分で生成する必要はありません。

以下はプログラム例です:

```
from optparse import OptionParser, SUPPRESS_HELP

# usually, a help option is added automatically, but that can
# be suppressed using the add_help_option argument
parser = OptionParser(add_help_option=False)

parser.add_option("-h", "--help", action="help")
parser.add_option("-v", action="store_true", dest="verbose",
                  help="Be moderately verbose")
parser.add_option("--file", dest="filename",
                  help="Input file to read data from")
parser.add_option("--secret", help=SUPPRESS_HELP)
```

optparse がコマンドライン上に `-h` または `--help` を見つけると、以下のようなヘルプメッセージを標準出力に出力します (`sys.argv[0]` は `"foo.py"` だとします):

```
Usage: foo.py [options]

Options:
  -h, --help        Show this help message and exit
  -v                Be moderately verbose
  --file=FILENAME   Input file to read data from
```

ヘルプメッセージの出力後、*optparse* は `sys.exit(0)` でプロセスを終了します。

- `"version"`

  OptionParser に指定されているバージョン番号を標準出力に出力して終了します。バージョン番号は、実際には *OptionParser* の `print_version()` メソッドで書式化されてから出力されます。通常、*OptionParser* のコンストラクタに `version` 引数が指定されたときのみ関係のあるアクションです。*help* オプションと同様、*optparse* はこのオプションを必要に応じて自動的に追加するので、`version` オプションを作成することはほとんどないでしょう。

標準のオプション型

optparse には、`"string"`, `"int"`, `"choice"`, `"float"`, `"complex"` の 5 種類のビルトインのオプション型があります。新たなオプションの型を追加したければ、*optparse* **の拡張** 節を参照してください。

文字列オプションの引数はチェックや変換を一切受けません: コマンドライン上のテキストは保存先にそのまま保存されます (またはコールバックに渡されます)。

整数引数 (`"int"` 型) は次のように解析されます:

- 数が `0x` から始まるならば、16 進数として読み取られます

- 数が 0 から始まるならば、8 進数として読み取られます
- 数が 0b から始まるならば、2 進数として読み取られます
- それ以外の場合、数は 10 進数として読み取られます

変換は適切な底 (2, 8, 10, 16 のどれか) とともに *int()* を呼び出すことで行なわれます。この変換が失敗した場合 *optparse* の処理も失敗に終わりますが、より役に立つエラーメッセージを出力します。

"float" および "complex" のオプション引数は直接 *float()* や *complex()* で変換されます。エラーは同様の扱いです。

"choice" オプションは "string" オプションのサブタイプです。*choices* オプションの属性 (文字列からなるシーケンス) には、利用できるオプション引数のセットを指定します。optparse.check_choice() はユーザの指定したオプション引数とマスタリストを比較して、無効な文字列が指定された場合には *OptionValueError* を送出します。

引数を解析する

The whole point of creating and populating an OptionParser is to call its *parse_args()* method.

OptionParser.**parse_args**(*args=None*, *values=None*)

Parse the command-line options found in *args*.

The input parameters are

args
: 処理する引数のリスト (デフォルト: sys.argv[1:])

values
: an *Values* object to store option arguments in (default: a new instance of *Values*) -- if you give an existing object, the option defaults will not be initialized on it

and the return value is a pair (options, args) where

options
: the same object that was passed in as *values*, or the optparse.Values instance created by *optparse*

args
: 全てのオプションの処理が終わった後で残った位置引数

The most common usage is to supply neither keyword argument. If you supply values, it will be modified with repeated *setattr()* calls (roughly one for every option argument stored to an option destination) and returned by *parse_args()*.

If *parse_args()* encounters any errors in the argument list, it calls the OptionParser's `error()` method with an appropriate end-user error message. This ultimately terminates your process with an exit status of 2 (the traditional Unix exit status for command-line errors).

オプション解析器への問い合わせと操作

オプションパーザのデフォルトの振る舞いは、ある程度カスタマイズすることができます。また、オプションパーザの中を調べることもできます。*OptionParser* は幾つかのヘルパーメソッドを提供しています:

`OptionParser.disable_interspersed_args()`

オプションで無い最初の引数を見つけた時点でパースを止めるように設定します。例えば、`-a` と `-b` が両方とも引数を取らないシンプルなオプションだったとすると、*optparse* は通常次の構文を受け付け:

```
prog -a arg1 -b arg2
```

それを次と同じように扱います

```
prog -a -b arg1 arg2
```

この機能を無効にしたいときは、*disable_interspersed_args()* メソッドを呼び出してください。古典的な Unix システムのように、最初のオプションでない引数を見つけたときにオプションの解析を止めるようになります。

別のコマンドを実行するコマンドをプロセッサを作成する際、別のコマンドのオプションと自身のオプションが混ざるのを防ぐために利用することができます。例えば、各コマンドがそれぞれ異なるオプションのセットを持つ場合などに有効です。

`OptionParser.enable_interspersed_args()`

オプションで無い最初の引数を見つけてもパースを止めないように設定します。オプションとコマンド引数の順序が混ざっても良いようになります。これはデフォルトの動作です。

`OptionParser.get_option(`*opt_str*`)`

オプション文字列 *opt_str* に対する *Option* インスタンスを返します。該当するオプションがなければ `None` を返します。

`OptionParser.has_option(`*opt_str*`)`

OptionParser に (`-q` や `--verbose` のような) オプション *opt_str* がある場合、`True` を返します。

`OptionParser.remove_option(`*opt_str*`)`

OptionParser に *opt_str* に対応するオプションがある場合、そのオプションを削除します。該当するオプションに他のオプション文字列が指定されていた場合、それらのオプション文字列は全て無効になります。*opt_str* がこの *OptionParser* オブジェクトのどのオプションにも属さない場合、*ValueError* を送出します。

オプション間の衝突

注意が足りないと、衝突するオプションを定義してしまうことがあります:

```
parser.add_option("-n", "--dry-run", ...)
...
parser.add_option("-n", "--noisy", ...)
```

(とりわけ、*OptionParser* から標準的なオプションを備えた自前のサブクラスを定義してしまった場合にはよく起きます。)

ユーザがオプションを追加するたびに、*optparse* は既存のオプションとの衝突がないかチェックします。何らかの衝突が見付かると、現在設定されている衝突処理メカニズムを呼び出します。衝突処理メカニズムはコンストラクタ中で呼び出せます:

```
parser = OptionParser(..., conflict_handler=handler)
```

個別にも呼び出せます:

```
parser.set_conflict_handler(handler)
```

衝突時の処理をおこなうハンドラ (handler) には、以下のものが利用できます:

"error" (**デフォルト**) オプション間の衝突をプログラム上のエラーとみなし、*OptionConflictError* を送出します

"resolve" オプション間の衝突をインテリジェントに解決します (下記参照)

一例として、衝突をインテリジェントに解決する *OptionParser* を定義し、衝突を起こすようなオプションを追加してみましょう:

```
parser = OptionParser(conflict_handler="resolve")
parser.add_option("-n", "--dry-run", ..., help="do no harm")
parser.add_option("-n", "--noisy", ..., help="be noisy")
```

この時点で、*optparse* はすでに追加済のオプションがオプション文字列 `-n` を使っていることを検出します。`conflict_handler` が `"resolve"` なので、*optparse* は既に追加済のオプションリストの方から `-n` を除去して問題を解決します。従って、`-n` の除去されたオプションは `--dry-run` だけでしか有効にできなくなります。ユーザがヘルプ文字列を要求した場合、問題解決の結果を反映したメッセージが出力されます:

```
Options:
  --dry-run     do no harm
  ...
  -n, --noisy   be noisy
```

これまでに追加したオプション文字列を跡形もなく削り去り、ユーザがそのオプションをコマンドラインから起動する手段をなくせます。この場合、*optparse* はオプションを完全に除去してしまうので、こうしたオプションはヘルプテキストやその他のどこにも表示されなくなります。例えば、現在の *OptionParser* の場合、以下の操作:

```
parser.add_option("--dry-run", ..., help="new dry-run option")
```

を行った時点で、最初の `-n`/`--dry-run` オプションはもはやアクセスできなくなります。このため、*optparse* はオプションを消去してしまい、ヘルプテキストだけが残ります:

```
Options:
  ...
  -n, --noisy   be noisy
  --dry-run     new dry-run option
```

クリーンアップ

OptionParser インスタンスはいくつかの循環参照を抱えています。このことは Python のガーベジコレクタにとって問題になるわけではありませんが、使い終わった OptionParser に対して `destroy()` を呼び出すことでこの循環参照を意図的に断ち切るという方法を選ぶこともできます。この方法は特に長時間実行するアプリケーションで OptionParser から大きなオブジェクトグラフが到達可能になっているような場合に有用です。

その他のメソッド

OptionParser にはその他にも幾つかの公開されたメソッドがあります:

`OptionParser.set_usage`(*usage*)

Set the usage string according to the rules described above for the `usage` constructor keyword argument. Passing `None` sets the default usage string; use `optparse.SUPPRESS_USAGE` to suppress a usage message.

`OptionParser.print_usage`(*file=None*)

現在のプログラムの使用法メッセージ (`self.usage`) を *file* (デフォルト: stdout) に表示します。`self.usage` 内にある全ての `%prog` という文字列は現在のプログラム名に置換されます。`self.usage` が空もしくは未定義の時は何もしません。

`OptionParser.get_usage`()

print_usage() と同じですが、使用法メッセージを表示する代わりに文字列として返します。

`OptionParser.set_defaults`(*dest=value, ...*)

幾つかの保存先に対してデフォルト値をまとめてセットします。*set_defaults()* を使うのは複数のオプションにデフォルト値をセットする好ましいやり方です。複数のオプションが同じ保存先を共有することがあり得るからです。たとえば幾つかの "mode" オプションが全て同じ保存先をセットするものだったとす

ると、どのオプションもデフォルトをセットすることができ、しかし最後に指定したものだけが有効になります:

```
parser.add_option("--advanced", action="store_const",
                  dest="mode", const="advanced",
                  default="novice")    # overridden below
parser.add_option("--novice", action="store_const",
                  dest="mode", const="novice",
                  default="advanced")  # overrides above setting
```

こうした混乱を避けるために *set_defaults()* を使います:

```
parser.set_defaults(mode="advanced")
parser.add_option("--advanced", action="store_const",
                  dest="mode", const="advanced")
parser.add_option("--novice", action="store_const",
                  dest="mode", const="novice")
```

36.2.4 オプション処理コールバック

optparse の組み込みのアクションや型が望みにかなったものでない場合、二つの選択肢があります: 一つは *optparse* の拡張、もう一つは callback オプションの定義です。*optparse* の拡張は汎用性に富んでいますが、単純なケースに対していささか大げさでもあります。大体は簡単なコールバックで事足りるでしょう。

callback オプションの定義は二つのステップからなります:

- "callback" アクションを使ってオプション自体を定義する
- コールバックを書く。コールバックは少なくとも後で説明する 4 つの引数をとる関数 (またはメソッド) でなければなりません

callback オプションの定義

callback オプションを最も簡単に定義するには、*OptionParser.add_option()* メソッドを使います。*action* の他に指定しなければならない属性は callback すなわちコールバックする関数自体です:

```
parser.add_option("-c", action="callback", callback=my_callback)
```

callback は関数 (または呼び出し可能オブジェクト) なので、callback オプションを定義する時にはあらかじめ my_callback() を定義しておかなければなりません。この単純なケースでは、*optparse* は -c が何らかの引数をとるかどうか判別できず、通常は -c が引数を伴わないことを意味します --- 知りたいことはただ単に -c がコマンドライン上に現れたどうかだけです。とはいえ、場合によっては、自分のコールバック関数に任意の個数のコマンドライン引数を消費させたいこともあるでしょう。これがコールバック関数をトリッキーなものにしています; これについてはこの節の後の方で説明します。

optparse は常に四つの引数をコールバックに渡し、その他には *callback_args* および *callback_kwargs* で指定した追加引数しか渡しません。従って、最小のコールバック関数シグネチャは:

```
def my_callback(option, opt, value, parser):
```

コールバックの四つの引数については後で説明します。

callback オプションを定義する場合には、他にもいくつかオプション属性を指定できます:

type
: 他で使われているのと同じ意味です: `"store"` や `"append"` アクションの時と同じく、この属性は *optparse* に引数を一つ消費して *type* で指定した型に変換させます。*optparse* は変換後の値をどこかに保存する代わりにコールバック関数に渡します。

nargs
: これも他で使われているのと同じ意味です: このオプションが指定されていて、かつ `nargs` > 1 である場合、*optparse* は *nargs* 個の引数を消費します。このとき各引数は *type* 型に変換できなければなりません。変換後の値はタプルとしてコールバックに渡されます。

callback_args
: その他の位置引数からなるタプルで、コールバックに渡されます

callback_kwargs
: その他のキーワード引数からなる辞書で、コールバックに渡されます

コールバック関数はどのように呼び出されるか

コールバックは全て以下の形式で呼び出されます:

```
func(option, opt_str, value, parser, *args, **kwargs)
```

ここでは:

`option`
: コールバックを呼び出している *Option* のインスタンスです

`opt_str`
: は、コールバック呼び出しのきっかけとなったコマンドライン上のオプション文字列です。(長い形式のオプションに対する省略形が使われている場合、`opt_str` は完全な、正式な形のオプション文字列となります --- 例えば、ユーザが `--foobar` の短縮形として `--foo` をコマンドラインに入力した時には、`opt_str` は `"--foobar"` となります。)

`value`
: オプションの引数で、コマンドライン上に見つかったものです。*optparse* は、*type* が設定されている場合、単一の引数しかとりません。`value` の型はオプションの型として指定された型になります。このオプショ

ンに対する *type* が None である (引数なしの) 場合、value は None になります。*nargs* > 1 であれば、value は適切な型をもつ値のタプルになります。

parser 現

在のオプション解析の全てを駆動している *OptionParser* インスタンスです。この変数が有用なのは、この値を介してインスタンス属性としていくつかの興味深いデータにアクセスできるからです:

parser.largs

the current list of leftover arguments, ie. arguments that have been consumed but are neither options nor option arguments. Feel free to modify parser.largs, e.g. by adding more arguments to it. (This list will become args, the second return value of *parse_args()*.)

parser.rargs 現

在残っている引数、すなわち、opt_str および value があれば除き、それ以外の引数が残っているリストです。parser.rargs は自由に変更でき、例えばさらに引数を消費したりできます。

parser.values オ

プションの値がデフォルトで保存されるオブジェクト (optparse.OptionValues のインスタンス) です。この値を使うと、コールバック関数がオプションの値を記憶するために、他の *optparse* と同じ機構を使えるようにするため、グローバル変数や閉包 (closure) を台無しにしないので便利です。コマンドライン上にすでに現れているオプションの値にもアクセスできます。

args

callback_args オプション属性で与えられた任意の位置引数からなるタプルです。

kwargs

callback_kwargs オプション属性で与えられた任意のキーワード引数からなるタプルです。

コールバック中で例外を送出する

オプション自体か、あるいはその引数に問題がある場合、コールバック関数は *OptionValueError* を送出しなければなりません。*optparse* はこの例外をとらえてプログラムを終了させ、ユーザが指定しておいたエラーメッセージを標準エラー出力に出力します。エラーメッセージは明確、簡潔かつ正確で、どのオプションに誤りがあるかを示さなければなりません。さもなければ、ユーザは自分の操作のどこに問題があるかを解決するのに苦労することになります。

コールバックの例 1: ありふれたコールバック

引数をとらず、発見したオプションを単に記録するだけのコールバックオプションの例を以下に示します:

```
def record_foo_seen(option, opt_str, value, parser):
    parser.values.saw_foo = True

parser.add_option("--foo", action="callback", callback=record_foo_seen)
```

もちろん、"store_true" アクションを使っても実現できます。

コールバックの例 2: オプションの順番をチェックする

もう少し面白みのある例を示します: この例では、-b を発見して、その後で -a がコマンドライン中に現れた場合にはエラーになります。

```
def check_order(option, opt_str, value, parser):
    if parser.values.b:
        raise OptionValueError("can't use -a after -b")
    parser.values.a = 1
...
parser.add_option("-a", action="callback", callback=check_order)
parser.add_option("-b", action="store_true", dest="b")
```

コールバックの例 3: オプションの順番をチェックする (汎用的)

If you want to reuse this callback for several similar options (set a flag, but blow up if -b has already been seen), it needs a bit of work: the error message and the flag that it sets must be generalized.

```
def check_order(option, opt_str, value, parser):
    if parser.values.b:
        raise OptionValueError("can't use %s after -b" % opt_str)
    setattr(parser.values, option.dest, 1)
...
parser.add_option("-a", action="callback", callback=check_order, dest='a')
parser.add_option("-b", action="store_true", dest="b")
parser.add_option("-c", action="callback", callback=check_order, dest='c')
```

コールバックの例 4: 任意の条件をチェックする

もちろん、単に定義済みのオプションの値を調べるだけにとどまらず、コールバックには任意の条件を入れられます。例えば、満月でなければ呼び出してはならないオプションがあるとしましょう。やらなければならないことはこれだけです:

```
def check_moon(option, opt_str, value, parser):
    if is_moon_full():
        raise OptionValueError("%s option invalid when moon is full"
                               % opt_str)
    setattr(parser.values, option.dest, 1)
...
parser.add_option("--foo",
                  action="callback", callback=check_moon, dest="foo")
```

(`is_moon_full()` の定義は読者への課題としましょう。)

コールバックの例 5: 固定引数

決まった数の引数をとるようなコールパックオプションを定義するなら、問題はやや興味深くなってきます。引数をとるようコールバックに指定するのは、`"store"` や `"append"` オプションの定義に似ています。*type* を定義していれば、そのオプションは引数を受け取ったときに該当する型に変換できなければなりません。さらに *nargs* を指定すれば、オプションは *nargs* 個の引数を受け取ります。

標準の `"store"` アクションをエミュレートする例を以下に示します:

```
def store_value(option, opt_str, value, parser):
    setattr(parser.values, option.dest, value)
...
parser.add_option("--foo",
                  action="callback", callback=store_value,
                  type="int", nargs=3, dest="foo")
```

optparse は 3 個の引数を受け取り、それらを整数に変換するところまで面倒をみてくれます。ユーザは単にそれを保存するだけです。(他の処理もできます; いうまでもなく、この例にはコールバックは必要ありません)

コールバックの例 6: 可変個の引数

あるオプションに可変個の引数を持たせたいと考えているなら、問題はいささか手強くなってきます。この場合、*optparse* では該当する組み込みのオプション解析機能を提供していないので、自分でコールバックを書かなければなりません。さらに、*optparse* が普段処理している、伝統的な Unix コマンドライン解析における難題を自分で解決しなければなりません。とりわけ、コールバック関数では引数が裸の `--` や `-` の場合における慣習的な処理規則:

- either `--` or `-` can be option arguments

- 裸の -- (何らかのオプションの引数でない場合): コマンドライン処理を停止し、-- を無視します
- 裸の - (何らかのオプションの引数でない場合): コマンドライン処理を停止しますが、- は残します (parser.largs に追加します)

オプションが可変個の引数をとるようにさせたいなら、いくつかの巧妙で厄介な問題に配慮しなければなりません。どういう実装をとるかは、アプリケーションでどのようなトレードオフを考慮するかによります (このため、*optparse* では可変個の引数に関する問題を直接的に取り扱わないのです)。

とはいえ、可変個の引数をもつオプションに対するスタブ (stub、仲介インターフェース) を以下に示しておきます:

```
def vararg_callback(option, opt_str, value, parser):
    assert value is None
    value = []

    def floatable(str):
        try:
            float(str)
            return True
        except ValueError:
            return False

    for arg in parser.rargs:
        # stop on --foo like options
        if arg[:2] == "--" and len(arg) > 2:
            break
        # stop on -a, but not on -3 or -3.0
        if arg[:1] == "-" and len(arg) > 1 and not floatable(arg):
            break
        value.append(arg)

    del parser.rargs[:len(value)]
    setattr(parser.values, option.dest, value)

...
parser.add_option("-c", "--callback", dest="vararg_attr",
                  action="callback", callback=vararg_callback)
```

36.2.5 optparse の拡張

optparse がコマンドラインオプションをどのように解釈するかを決める二つの重要な要素はそれぞれのオプションのアクションと型なので、拡張の方向は新しいアクションと型を追加することになると思います。

新しい型の追加

新しい型を追加するためには、*optparse* の *Option* クラスのサブクラスを自身で定義する必要があります。このクラスには *optparse* における型を定義する一対の属性があります。それは *TYPES* と *TYPE_CHECKER* です。

Option.TYPES

TYPES は型名のタプルです。新しく作るサブクラスでは、タプル *TYPES* を単純に標準のものを利用して新しく定義すると良いでしょう。

Option.TYPE_CHECKER

TYPE_CHECKER は辞書で型名を型チェック関数に対応付けるものです。型チェック関数は以下のようなシグネチャを持ちます:

```
def check_mytype(option, opt, value)
```

ここで option は *Option* のインスタンスであり、opt はオプション文字列 (たとえば -f) で、value は望みの型としてチェックされ変換されるべくコマンドラインで与えられる文字列です。check_mytype() は想定されている型 mytype のオブジェクトを返さなければなりません。型チェック関数から返される値は *OptionParser.parse_args()* で返される OptionValues インスタンスに収められるか、またはコールバックに value パラメータとして渡されます。

型チェック関数は何か問題に遭遇したら *OptionValueError* を送出しなければなりません。*OptionValueError* は文字列一つを引数に取り、それはそのまま *OptionParser* の error() メソッドに渡され、そこでプログラム名と文字列 "error:" が前置されてプロセスが終了する前に stderr に出力されます。

馬鹿馬鹿しい例ですが、Python スタイルの複素数を解析する "complex" オプション型を作ってみせることにします。(*optparse* 1.3 が複素数のサポートを組み込んでしまったため以前にも増して馬鹿らしくなりましたが、気にしないでください。)

最初に必要な import 文を書きます:

```
from copy import copy
from optparse import Option, OptionValueError
```

まずは型チェック関数を定義しなければなりません。これは後で (これから定義する Option のサブクラスの *TYPE_CHECKER* クラス属性の中で) 参照されることになります:

```
def check_complex(option, opt, value):
    try:
        return complex(value)
    except ValueError:
        raise OptionValueError(
            "option %s: invalid complex value: %r" % (opt, value))
```

最後に Option のサブクラスです:

```
class MyOption (Option):
    TYPES = Option.TYPES + ("complex",)
    TYPE_CHECKER = copy(Option.TYPE_CHECKER)
    TYPE_CHECKER["complex"] = check_complex
```

(もしここで *Option.TYPE_CHECKER* に *copy()* を適用しなければ、*optparse* の Option クラスの *TYPE_CHECKER* 属性をいじってしまうことになります。Python の常として、良いマナーと常識以外にそうすることを止めるものはありません。)

これだけです! もう新しいオプション型を使うスクリプトを他の *optparse* に基づいたスクリプトとまるで同じように書くことができます。ただし、OptionParser に Option でなく MyOption を使うように指示しなければなければなりません:

```
parser = OptionParser(option_class=MyOption)
parser.add_option("-c", type="complex")
```

別のやり方として、オプションリストを構築して OptionParser に渡すという方法もあります。`add_option()` を上でやったように使わないならば、OptionParser にどのクラスを使うのか教える必要はありません:

```
option_list = [MyOption("-c", action="store", type="complex", dest="c")]
parser = OptionParser(option_list=option_list)
```

新しいアクションの追加

新しいアクションの追加はもう少しトリッキーです。というのも *optparse* が使っている二つのアクションの分類を理解する必要があるからです:

"store" アクション
: *optparse* が値を現在の OptionValues の属性に格納することになるアクションです。この種類のオプションは Option のコンストラクタに *dest* 属性を与えることが要求されます。

"typed" アクション
: コマンドラインから引数を受け取り、それがある型であることが期待されているアクションです。もう少しはっきり言えば、その型に変換される文字列を受け取るものです。この種類のオプションは Option のコンストラクタに *type* 属性を与えることが要求されます。

この分類には重複する部分があります。デフォルトの "store" アクションには "store", "store_const", "append", "count" などがありますが、デフォルトの "typed" オプションは "store", "append", "callback" の三つです。

アクションを追加する際に、以下の Option のクラス属性 (全て文字列のリストです) の中の少なくとも一つに付け加えることでそのアクションを分類する必要があります:

Option.ACTIONS

全てのアクションは ACTIONS にリストされていなければなりません。

Option.STORE_ACTIONS

"store" アクションはここにもリストされます。

Option.TYPED_ACTIONS

"typed" アクションはここにもリストされます。

Option.ALWAYS_TYPED_ACTIONS

型を取るアクション (つまりそのオプションが値を取る) はここにもリストされます。このことの唯一の効果は *optparse* が、型の指定が無くアクションが *ALWAYS_TYPED_ACTIONS* のリストにあるオプションに、デフォルト型 "string" を割り当てるということだけです。

実際に新しいアクションを実装するには、Option の take_action() メソッドをオーバライドしてそのアクションを認識する場合分けを追加しなければなりません。

例えば、"extend" アクションというのを追加してみましょう。このアクションは標準的な "append" アクションと似ていますが、コマンドラインから一つだけ値を読み取って既存のリストに追加するのではなく、複数の値をコンマ区切りの文字列として読み取ってそれらで既存のリストを拡張します。すなわち、もし --names が "string" 型の "extend" オプションだとすると、次のコマンドライン

```
--names=foo,bar --names blah --names ding,dong
```

の結果は次のリストになります

```
["foo", "bar", "blah", "ding", "dong"]
```

再び Option のサブクラスを定義します:

```
class MyOption(Option):

    ACTIONS = Option.ACTIONS + ("extend",)
    STORE_ACTIONS = Option.STORE_ACTIONS + ("extend",)
    TYPED_ACTIONS = Option.TYPED_ACTIONS + ("extend",)
    ALWAYS_TYPED_ACTIONS = Option.ALWAYS_TYPED_ACTIONS + ("extend",)

    def take_action(self, action, dest, opt, value, values, parser):
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
        if action == "extend":
            lvalue = value.split(",")
            values.ensure_value(dest, []).extend(lvalue)
        else:
            Option.take_action(
                self, action, dest, opt, value, values, parser)
```

注意すべきは次のようなところです:

- "extend" はコマンドラインの値を予期していると同時にその値をどこかに格納しますので、*STORE_ACTIONS* と *TYPED_ACTIONS* の両方に入ります。
- *optparse* が "extend" アクションに "string" 型を割り当てるように "extend" アクションは *ALWAYS_TYPED_ACTIONS* にも入れてあります。
- MyOption.take_action() にはこの新しいアクション一つの扱いだけを実装してあり、他の標準的な *optparse* のアクションについては Option.take_action() に制御を戻すようにしてあります。
- values は optparse_parser.Values クラスのインスタンスであり、非常に有用な ensure_value() メソッドを提供しています。ensure_value() は本質的に安全弁付きの *getattr()* です。次のように呼び出します

  ```
  values.ensure_value(attr, value)
  ```

  If the attr attribute of values doesn't exist or is None, then ensure_value() first sets it to value, and then returns value. This is very handy for actions like "extend", "append", and "count", all of which accumulate data in a variable and expect that variable to be of a certain type (a list for the first two, an integer for the latter). Using ensure_value() means that scripts using your action don't have to worry about setting a default value for the option destinations in question; they can just leave the default as None and ensure_value() will take care of getting it right when it's needed.

36.2.6 例外

exception optparse.OptionError

Raised if an *Option* instance is created with invalid or inconsistent arguments.

exception optparse.OptionConflictError

Raised if conflicting options are added to an *OptionParser*.

exception optparse.OptionValueError

Raised if an invalid option value is encountered on the command line.

exception optparse.**BadOptionError**

Raised if an invalid option is passed on the command line.

exception optparse.**AmbiguousOptionError**

Raised if an ambiguous option is passed on the command line.

第

THIRTYSEVEN

セキュリティで考慮すべき点

The following modules have specific security considerations:

- *base64*: *base64 security considerations* in **RFC 4648**
- *hashlib*: *all constructors take a "usedforsecurity" keyword-only argument disabling known insecure and blocked algorithms*
- *http.server* is not suitable for production use, only implementing basic security checks. See the *security considerations*.
- *logging*: *Logging configuration uses eval()*
- *multiprocessing*: *Connection.recv() uses pickle*
- *pickle*: *Restricting globals in pickle*
- *random* shouldn't be used for security purposes, use *secrets* instead
- *shelve*: *shelve is based on pickle and thus unsuitable for dealing with untrusted sources*
- *ssl*: *SSL/TLS security considerations*
- *subprocess*: *Subprocess security considerations*
- *tempfile*: *mktemp is deprecated due to vulnerability to race conditions*
- *xml*: *XML vulnerabilities*
- *zipfile*: *maliciously prepared .zip files can cause disk volume exhaustion*

The `-I` command line option can be used to run Python in isolated mode. When it cannot be used, the `-P` option or the `PYTHONSAFEPATH` environment variable can be used to not prepend a potentially unsafe path to *sys.path* such as the current directory, the script's directory or an empty string.

付録

A

用語集

>>> 対話型 (*interactive*) シェルにおけるデフォルトの Python プロンプトです。インタープリターで対話的に実行されるコード例でよく見られます。

... 次のものが考えられます:

- 対話型 (*interactive*) シェルにおいて、インデントされたコードブロック、対応する左右の区切り文字の組 (丸括弧、角括弧、波括弧、三重引用符) の内側、デコレーターの後に、コードを入力する際に表示されるデフォルトの Python プロンプトです。
- 組み込みの定数 *Ellipsis* 。

abstract base class
(抽象基底クラス) 抽象基底クラスは *duck-typing* を補完するもので、*hasattr()* などの別のテクニックでは不恰好であったり微妙に誤る (例えば magic methods の場合) 場合にインターフェースを定義する方法を提供します。ABC は仮想 (virtual) サブクラスを導入します。これは親クラスから継承しませんが、それでも *isinstance()* や *issubclass()* に認識されます; *abc* モジュールのドキュメントを参照してください。Python には、多くの組み込み ABC が同梱されています。その対象は、(*collections.abc* モジュールで) データ構造、(*numbers* モジュールで) 数、(*io* モジュールで) ストリーム、(*importlib.abc* モジュールで) インポートファインダ及びローダーです。*abc* モジュールを利用して独自の ABC を作成できます。

annotation
(アノテーション) 変数、クラス属性、関数のパラメータや返り値に関係するラベルです。慣例により *type hint* として使われています。

ローカル変数のアノテーションは実行時にはアクセスできませんが、グローバル変数、クラス属性、関数のアノテーションはそれぞれモジュール、クラス、関数の `__annotations__` 特殊属性に保持されています。

機能の説明がある *variable annotation*, *function annotation*, **PEP 484**, **PEP 526** を参照してください。また、アノテーションを利用するベストプラクティスとして annotations-howto も参照してください。

引数 (argument)

(実引数) 関数を呼び出す際に、**関数** (または **メソッド**) に渡す値です。実引数には 2 種類あります:

- **キーワード引数**: 関数呼び出しの際に引数の前に識別子がついたもの (例: `name=`) や、`**` に続けた辞書の中の値として渡された引数。例えば、次の *complex()* の呼び出しでは、`3` と `5` がキーワード引数です:

```
complex(real=3, imag=5)
complex(**{'real': 3, 'imag': 5})
```

- **位置引数**: キーワード引数以外の引数。位置引数は引数リストの先頭に書くことができ、また `*` に続けた *iterable* の要素として渡すことができます。例えば、次の例では `3` と `5` は両方共位置引数です:

```
complex(3, 5)
complex(*(3, 5))
```

実引数は関数の実体において名前付きのローカル変数に割り当てられます。割り当てを行う規則については calls を参照してください。シンタックスにおいて実引数を表すためにあらゆる式を使うことが出来ます。評価された値はローカル変数に割り当てられます。

仮引数 、FAQ の 実引数と仮引数の違いは何ですか? 、**PEP 362** を参照してください。

asynchronous context manager

(非同期コンテキストマネージャ) `__aenter__()` と `__aexit__()` メソッドを定義することで `async with` 文内の環境を管理するオブジェクトです。**PEP 492** で導入されました。

asynchronous generator

(非同期ジェネレータ) *asynchronous generator iterator* を返す関数です。`async def` で定義されたコルーチン関数に似ていますが、`yield` 式を持つ点で異なります。`yield` 式は `async for` ループで使用できる値の並びを生成するのに使用されます。

通常は非同期ジェネレータ関数を指しますが、文脈によっては **非同期ジェネレータイテレータ** を指す場合があります。意図された意味が明らかでない場合、明瞭化のために完全な単語を使用します。

非同期ジェネレータ関数には、`async for` 文や `async with` 文だけでなく `await` 式もあることがあります。

asynchronous generator iterator

(非同期ジェネレータイテレータ) *asynchronous generator* 関数で生成されるオブジェクトです。

これは *asynchronous iterator* で、`__anext__()` メソッドを使って呼ばれると awaitable オブジェクトを返します。この awaitable オブジェクトは、次の `yield` 式まで非同期ジェネレータ関数の本体を実行します。

各 `yield` では一時的に処理を中断し、その場の実行状態 (ローカル変数や保留中の try 文を含む) を記憶します。**非同期ジェネレータイテレータ** が `__anext__()` で返された他の awaitable で実際に再開する時

には、その中断箇所が選ばれます。**PEP 492** および **PEP 525** を参照してください。

asynchronous iterable
: (非同期イテラブル) `async for` 文の中で使用できるオブジェクトです。自身の `__aiter__()` メソッドから *asynchronous iterator* を返さなければなりません。**PEP 492** で導入されました。

asynchronous iterator
: (非同期イテレータ) `__aiter__()` と `__anext__()` メソッドを実装したオブジェクトです。`__anext__()` は *awaitable* オブジェクトを返さなければなりません。`async for` は *`StopAsyncIteration`* 例外を送出するまで、非同期イテレータの `__anext__()` メソッドが返す awaitable を解決します。**PEP 492** で導入されました。

属性
: (属性) オブジェクトに関連付けられ、ドット表記式によって名前で通常参照される値です。例えば、オブジェクト *o* が属性 *a* を持っているとき、その属性は *o.a* で参照されます。

  オブジェクトには、identifiers で定義される識別子ではない名前の属性を与えることができます。たとえば *`setattr()`* を使い、オブジェクトがそれを許可している場合に行えます。このような属性はドット表記式ではアクセスできず、代わりに *`getattr()`* を使って取る必要があります。

awaitable
: (待機可能) `await` 式で使用することが出来るオブジェクトです。*coroutine* か、`__await__()` メソッドがあるオブジェクトです。**PEP 492** を参照してください。

BDFL
: 慈悲深き終身独裁者 (Benevolent Dictator For Life) の略です。Python の作者、Guido van Rossum のことです。

binary file
: (バイナリファイル) *bytes-like* **オブジェクト** の読み込みおよび書き込みができる **ファイルオブジェクト** です。バイナリファイルの例は、バイナリモード (`'rb'`, `'wb'` or `'rb+'`) で開かれたファイル、*`sys.stdin.buffer`*、*`sys.stdout.buffer`*、*`io.BytesIO`* や *`gzip.GzipFile`* のインスタンスです。

  `str` オブジェクトの読み書きができるファイルオブジェクトについては、*text file* も参照してください。

borrowed reference
: In Python's C API, a borrowed reference is a reference to an object, where the code using the object does not own the reference. It becomes a dangling pointer if the object is destroyed. For example, a garbage collection can remove the last *strong reference* to the object and so destroy it.

  Calling `Py_INCREF()` on the *borrowed reference* is recommended to convert it to a *strong reference* in-place, except when the object cannot be destroyed before the last usage of the borrowed reference. The `Py_NewRef()` function can be used to create a new *strong reference*.

bytes-like object
: bufferobjects をサポートしていて、C 言語の意味で **連続した** バッファーを提供可能なオブジェクト。

bytes, *bytearray*, *array.array* や、多くの一般的な *memoryview* オブジェクトがこれに当たります。bytes-like オブジェクトは、データ圧縮、バイナリファイルへの保存、ソケットを経由した送信など、バイナリデータを要求するいろいろな操作に利用することができます。

幾つかの操作ではバイナリデータを変更する必要があります。その操作のドキュメントではよく ” 読み書き可能な bytes-like オブジェクト” に言及しています。変更可能なバッファーオブジェクトには、*bytearray* と *bytearray* の *memoryview* などが含まれます。また、他の幾つかの操作では不変なオブジェクト内のバイナリデータ (” 読み出し専用の bytes-like オブジェクト”) を必要します。それには *bytes* と *bytes* の *memoryview* オブジェクトが含まれます。

bytecode
: (バイトコード) Python のソースコードは、Python プログラムの CPython インタプリタの内部表現であるバイトコードへとコンパイルされます。バイトコードは `.pyc` ファイルにキャッシュされ、同じファイルが二度目に実行されるときはより高速になります (ソースコードからバイトコードへの再度のコンパイルは回避されます)。この ” 中間言語 (intermediate language)” は、各々のバイトコードに対応する機械語を実行する **仮想マシン** で動作するといえます。重要な注意として、バイトコードは異なる Python 仮想マシン間で動作することや、Python リリース間で安定であることは期待されていません。

  バイトコードの命令一覧は *dis* **モジュール** にあります。

callable
: A callable is an object that can be called, possibly with a set of arguments (see *argument*), with the following syntax:

```
callable(argument1, argument2, argumentN)
```

  A *function*, and by extension a *method*, is a callable. An instance of a class that implements the `__call__()` method is also a callable.

callback
: (コールバック) 将来のある時点で実行されるために引数として渡される関数

クラス
: (クラス) ユーザー定義オブジェクトを作成するためのテンプレートです。クラス定義は普通、そのクラスのインスタンス上の操作をするメソッドの定義を含みます。

class variable
: (クラス変数) クラス上に定義され、クラスレベルで (つまり、クラスのインスタンス上ではなしに) 変更されることを目的としている変数です。

complex number
: (複素数) よく知られている実数系を拡張したもので、すべての数は実部と虚部の和として表されます。虚数は虚数単位 (`-1` の平方根) に実数を掛けたもので、一般に数学では `i` と書かれ、工学では `j` と書かれます。Python は複素数に組み込みで対応し、後者の表記を取っています。虚部は末尾に `j` をつけて書きま

す。例えば 3+1j です。*math* モジュールの複素数版を利用するには、*cmath* を使います。複素数の使用はかなり高度な数学の機能です。必要性を感じなければ、ほぼ間違いなく無視してしまってよいでしょう。

context manager
: An object which controls the environment seen in a `with` statement by defining `__enter__()` and `__exit__()` methods. See **PEP 343**.

context variable
: (コンテキスト変数) コンテキストに依存して異なる値を持つ変数。これは、ある変数の値が各々の実行スレッドで異なり得るスレッドローカルストレージに似ています。しかしコンテキスト変数では、1 つの実行スレッドにいくつかのコンテキストがあり得、コンテキスト変数の主な用途は並列な非同期タスクの変数の追跡です。*contextvars* を参照してください。

contiguous
: (隣接、連続) バッファが厳密に *C*-**連続** または *Fortran* **連続** である場合に、そのバッファは連続しているとみなせます。ゼロ次元バッファは C 連続であり Fortran 連続です。一次元の配列では、その要素は必ずメモリ上で隣接するように配置され、添字がゼロから始まり増えていく順序で並びます。多次元の C-連続な配列では、メモリアドレス順に要素を巡る際には最後の添え字が最初に変わるのに対し、Fortran 連続な配列では最初の添え字が最初に動きます。

コルーチン
: (コルーチン) コルーチンはサブルーチンのより一般的な形式です。サブルーチンには決められた地点から入り、別の決められた地点から出ます。コルーチンには多くの様々な地点から入る、出る、再開することができます。コルーチンは `async def` 文で実装できます。**PEP 492** を参照してください。

coroutine function
: (コルーチン関数) *coroutine* オブジェクトを返す関数です。コルーチン関数は `async def` 文で実装され、`await`、`async for`、および `async with` キーワードを持つことが出来ます。これらは **PEP 492** で導入されました。

CPython
: python.org で配布されている、Python プログラミング言語の標準的な実装です。"CPython" という単語は、この実装を Jython や IronPython といった他の実装と区別する必要が有る場合に利用されます。

decorator
: (デコレータ) 別の関数を返す関数で、通常、`@wrapper` 構文で関数変換として適用されます。デコレータの一般的な利用例は、*classmethod()* と *staticmethod()* です。

  デコレータの文法はシンタックスシュガーです。次の 2 つの関数定義は意味的に同じものです:

```
def f(arg):
    ...
f = staticmethod(f)

@staticmethod
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
def f(arg):
    ...
```

同じ概念がクラスにも存在しますが、あまり使われません。デコレータについて詳しくは、関数定義 および クラス定義 のドキュメントを参照してください。

descriptor

Any object which defines the methods `__get__()`, `__set__()`, or `__delete__()`. When a class attribute is a descriptor, its special binding behavior is triggered upon attribute lookup. Normally, using *a.b* to get, set or delete an attribute looks up the object named *b* in the class dictionary for *a*, but if *b* is a descriptor, the respective descriptor method gets called. Understanding descriptors is a key to a deep understanding of Python because they are the basis for many features including functions, methods, properties, class methods, static methods, and reference to super classes.

デスクリプタのメソッドに関しての詳細は、descriptors や Descriptor How To Guide を参照してください。

dictionary

An associative array, where arbitrary keys are mapped to values. The keys can be any object with `__hash__()` and `__eq__()` methods. Called a hash in Perl.

dictionary comprehension

(辞書内包表記) iterable 内の全てあるいは一部の要素を処理して、その結果からなる辞書を返すコンパクトな書き方です。`results = {n: n ** 2 for n in range(10)}` とすると、キー `n` を値 `n ** 2` に対応付ける辞書を生成します。comprehensions を参照してください。

dictionary view

(辞書ビュー) *dict.keys()*、*dict.values()*、*dict.items()* が返すオブジェクトです。辞書の項目の動的なビューを提供します。すなわち、辞書が変更されるとビューはそれを反映します。辞書ビューを強制的に完全なリストにするには `list(dictview)` を使用してください。**辞書ビューオブジェクト** を参照してください。

docstring

A string literal which appears as the first expression in a class, function or module. While ignored when the suite is executed, it is recognized by the compiler and put into the `__doc__` attribute of the enclosing class, function or module. Since it is available via introspection, it is the canonical place for documentation of the object.

duck-typing

あるオブジェクトが正しいインターフェースを持っているかを決定するのにオブジェクトの型を見ないプログラミングスタイルです。代わりに、単純にオブジェクトのメソッドや属性が呼ばれたり使われたりします。(「アヒルのように見えて、アヒルのように鳴けば、それはアヒルである。」) インターフェースを型より重視することで、上手くデザインされたコードは、ポリモーフィックな代替を許して柔軟性を向上させま

す。ダックタイピングは *type()* や *isinstance()* による判定を避けます。(ただし、ダックタイピングを **抽象基底クラス** で補完することもできます。) その代わり、典型的に *hasattr()* 判定や *EAFP* プログラミングを利用します。

EAFP

「認可をとるより許しを請う方が容易 (easier to ask for forgiveness than permission、マーフィーの法則)」の略です。この Python で広く使われているコーディングスタイルでは、通常は有効なキーや属性が存在するものと仮定し、その仮定が誤っていた場合に例外を捕捉します。この簡潔で手早く書けるコーディングスタイルには、`try` 文および `except` 文がたくさんあるのが特徴です。このテクニックは、C のような言語でよく使われている *LBYL* スタイルと対照的なものです。

expression

(式) 何かの値と評価される、一まとまりの構文 (a piece of syntax) です。言い換えると、式とはリテラル、名前、属性アクセス、演算子や関数呼び出しなど、値を返す式の要素の積み重ねです。他の多くの言語と違い、Python では言語の全ての構成要素が式というわけではありません。`while` のように、式としては使えない **文** もあります。代入も式ではなく文です。

extension module

(拡張モジュール) C や C++ で書かれたモジュールで、Python の C API を利用して Python コアやユーザーコードとやりとりします。

f-string

`'f'` や `'F'` が先頭に付いた文字列リテラルは "f-string" と呼ばれ、これは フォーマット済み文字列リテラル の短縮形の名称です。**PEP 498** も参照してください。

file object

An object exposing a file-oriented API (with methods such as `read()` or `write()`) to an underlying resource. Depending on the way it was created, a file object can mediate access to a real on-disk file or to another type of storage or communication device (for example standard input/output, in-memory buffers, sockets, pipes, etc.). File objects are also called *file-like objects* or *streams*.

ファイルオブジェクトには実際には 3 種類あります: 生の **バイナリーファイル**、バッファされた **バイナリーファイル**、そして **テキストファイル** です。インターフェイスは *io* モジュールで定義されています。ファイルオブジェクトを作る標準的な方法は *open()* 関数を使うことです。

file-like object

file object と同義です。

filesystem encoding and error handler

Encoding and error handler used by Python to decode bytes from the operating system and encode Unicode to the operating system.

ファイルシステムのエンコーディングでは、すべてが 128 バイト以下に正常にデコードされることが保証されなくてはなりません。ファイルシステムのエンコーディングでこれが保証されなかった場合は、API 関数が *UnicodeError* を送出することがあります。

The *sys.getfilesystemencoding()* and *sys.getfilesystemencodeerrors()* functions can be used to get the filesystem encoding and error handler.

The *filesystem encoding and error handler* are configured at Python startup by the `PyConfig_Read()` function: see `filesystem_encoding` and `filesystem_errors` members of `PyConfig`.

See also the *locale encoding*.

finder

(ファインダ) インポートされているモジュールの *loader* の発見を試行するオブジェクトです。

There are two types of finder: *meta path finders* for use with *sys.meta_path*, and *path entry finders* for use with *sys.path_hooks*.

See importsystem and *importlib* for much more detail.

floor division

(切り捨て除算) 一番近い整数に切り捨てる数学的除算。切り捨て除算演算子は `//` です。例えば、`11 // 4` は `2` になり、それとは対称に浮動小数点数の真の除算では `2.75` が 返ってきます。`(-11) // 4` は `-2.75` を **小さい方に** 丸める (訳注: 負の無限大への丸めを行う) ので `-3` になることに注意してください。**PEP 238** を参照してください。

free threading

A threading model where multiple threads can run Python bytecode simultaneously within the same interpreter. This is in contrast to the *global interpreter lock* which allows only one thread to execute Python bytecode at a time. See **PEP 703**.

関数

(関数) 呼び出し側に値を返す一連の文のことです。関数には 0 以上の **実引数** を渡すことが出来ます。実体の実行時に引数を使用することが出来ます。**仮引数**、**メソッド**、function を参照してください。

function annotation

(関数アノテーション) 関数のパラメータや返り値の *annotation* です。

関数アノテーションは、通常は **型ヒント** のために使われます: 例えば、この関数は 2 つの *int* 型の引数を取ると期待され、また *int* 型の返り値を持つと期待されています。

```
def sum_two_numbers(a: int, b: int) -> int:
   return a + b
```

関数アノテーションの文法は function の節で解説されています。

機能の説明がある *variable annotation*, **PEP 484**, を参照してください。また、アノテーションを利用するベストプラクティスとして annotations-howto も参照してください。

__future__

`from __future__ import <feature>` という future 文 は、コンパイラーに将来の Python リリース

で標準となる構文や意味を使用して現在のモジュールをコンパイルするよう指示します。*__future__* モジュールでは、*feature* のとりうる値をドキュメント化しています。このモジュールをインポートし、その変数を評価することで、新機能が最初に言語に追加されたのはいつかや、いつデフォルトになるか (またはなったか) を見ることができます:

```
>>> import __future__
>>> __future__.division
_Feature((2, 2, 0, 'alpha', 2), (3, 0, 0, 'alpha', 0), 8192)
```

garbage collection

(ガベージコレクション) これ以降使われることのないメモリを解放する処理です。Python は、参照カウントと、循環参照を検出し破壊する循環ガベージコレクタを使ってガベージコレクションを行います。ガベージコレクタは *gc* モジュールを使って操作できます。

ジェネレータ

(ジェネレータ) *generator iterator* を返す関数です。通常の関数に似ていますが、`yield` 式を持つ点で異なります。`yield` 式は、for ループで使用できたり、*next()* 関数で値を 1 つずつ取り出したりできる、値の並びを生成するのに使用されます。

通常はジェネレータ関数を指しますが、文脈によっては **ジェネレータイテレータ** を指す場合があります。意図された意味が明らかでない場合、明瞭化のために完全な単語を使用します。

generator iterator

(ジェネレータイテレータ) *generator* 関数で生成されるオブジェクトです。

`yield` のたびに局所実行状態 (局所変数や未処理の try 文などを含む) を記憶して、処理は一時的に中断されます。**ジェネレータイテレータ** が再開されると、中断した位置を取得します (通常の関数が実行のたびに新しい状態から開始するのと対照的です)。

generator expression

An *expression* that returns an *iterator*. It looks like a normal expression followed by a `for` clause defining a loop variable, range, and an optional `if` clause. The combined expression generates values for an enclosing function:

```
>>> sum(i*i for i in range(10))         # sum of squares 0, 1, 4, ... 81
285
```

generic function

(ジェネリック関数) 異なる型に対し同じ操作をする関数群から構成される関数です。呼び出し時にどの実装を用いるかはディスパッチアルゴリズムにより決定されます。

single dispatch、*functools.singledispatch()* デコレータ、**PEP 443** を参照してください。

generic type

A *type* that can be parameterized; typically a container class such as *list* or *dict*. Used for *type hints*

and *annotations*.

For more details, see *generic alias types*, **PEP 483**, **PEP 484**, **PEP 585**, and the *typing* module.

GIL

global interpreter lock を参照してください。

global interpreter lock

(グローバルインタプリタロック) *CPython* インタプリタが利用している、一度に Python の **バイトコード** を実行するスレッドは一つだけであることを保証する仕組みです。これにより (*dict* などの重要な組み込み型を含む) オブジェクトモデルが同時アクセスに対して暗黙的に安全になるので、CPython の実装がシンプルになります。インタプリタ全体をロックすることで、マルチプロセッサマシンが生じる並列化のコストと引き換えに、インタプリタを簡単にマルチスレッド化できるようになります。

ただし、標準あるいは外部のいくつかの拡張モジュールは、圧縮やハッシュ計算などの計算の重い処理をするときに GIL を解除するように設計されています。また、I/O 処理をする場合 GIL は常に解除されます。

As of Python 3.13, the GIL can be disabled using the `--disable-gil` build configuration. After building Python with this option, code must be run with `-X gil 0` or after setting the `PYTHON_GIL=0` environment variable. This feature enables improved performance for multi-threaded applications and makes it easier to use multi-core CPUs efficiently. For more details, see **PEP 703**.

hash-based pyc

(ハッシュベース pyc ファイル) 正当性を判別するために、対応するソースファイルの最終更新時刻ではなくハッシュ値を使用するバイトコードのキャッシュファイルです。pyc-invalidation を参照してください。

hashable

An object is *hashable* if it has a hash value which never changes during its lifetime (it needs a `__hash__()` method), and can be compared to other objects (it needs an `__eq__()` method). Hashable objects which compare equal must have the same hash value.

ハッシュ可能なオブジェクトは辞書のキーや集合のメンバーとして使えます。辞書や集合のデータ構造は内部でハッシュ値を使っているからです。

Python のイミュータブルな組み込みオブジェクトは、ほとんどがハッシュ可能です。(リストや辞書のような) ミュータブルなコンテナはハッシュ不可能です。(タプルや frozenset のような) イミュータブルなコンテナは、要素がハッシュ可能であるときのみハッシュ可能です。ユーザー定義のクラスのインスタンスであるようなオブジェクトはデフォルトでハッシュ可能です。それらは全て (自身を除いて) 比較結果は非等価であり、ハッシュ値は *id()* より得られます。

IDLE

Python の統合開発環境 (Integrated DeveLopment Environment) 及び学習環境 (Learning Environment) です。*IDLE* は Python の標準的な配布に同梱されている基本的な機能のエディタとインタプリタ環境です。

永続オブジェクト (immortal) 永

続オブジェクトの場合、参照カウントが変更されることはなく、そのため割り当てが解除されることもありません。

Built-in strings and singletons are immortal objects. For example, *True* and *None* singletons are immortal.

詳細は PEP 683 – Immortal Objects, Using a Fixed Refcount を参照してください。

immutable

(イミュータブル) 固定の値を持ったオブジェクトです。イミュータブルなオブジェクトには、数値、文字列、およびタプルなどがあります。これらのオブジェクトは値を変えられません。別の値を記憶させる際には、新たなオブジェクトを作成しなければなりません。イミュータブルなオブジェクトは、固定のハッシュ値が必要となる状況で重要な役割を果たします。辞書のキーがその例です。

import path

path based finder が import するモジュールを検索する場所 (または *path entry*) のリスト。import 中、このリストは通常 *sys.path* から来ますが、サブパッケージの場合は親パッケージの `__path__` 属性からも来ます。

importing

あるモジュールの Python コードが別のモジュールの Python コードで使えるようにする処理です。

importer

モジュールを探してロードするオブジェクト。*finder* と *loader* のどちらでもあるオブジェクト。

interactive

Python has an interactive interpreter which means you can enter statements and expressions at the interpreter prompt, immediately execute them and see their results. Just launch `python` with no arguments (possibly by selecting it from your computer's main menu). It is a very powerful way to test out new ideas or inspect modules and packages (remember `help(x)`). For more on interactive mode, see tut-interac.

interpreted

Python はインタプリタ形式の言語であり、コンパイラ言語の対極に位置します。(バイトコードコンパイラがあるために、この区別は曖昧ですが。) ここでのインタプリタ言語とは、ソースコードのファイルを、まず実行可能形式にしてから実行させるといった操作なしに、直接実行できることを意味します。インタプリタ形式の言語は通常、コンパイラ形式の言語よりも開発／デバッグのサイクルは短いものの、プログラムの実行は一般に遅いです。**対話的** も参照してください。

interpreter shutdown

Python インタープリターはシャットダウンを要請された時に、モジュールやすべてのクリティカルな内部構造をなどの、すべての確保したリソースを段階的に開放する、特別なフェーズに入ります。このフェーズは **ガベージコレクタ** を複数回呼び出します。これによりユーザー定義のデストラクターや weakref コールバックが呼び出されることがあります。シャットダウンフェーズ中に実行されるコードは、それが依存するリソースがすでに機能しない (よくある例はライブラリーモジュールや warning 機構です) ために様々な

例外に直面します。

インタープリタがシャットダウンする主な理由は `__main__` モジュールや実行されていたスクリプトの実行が終了したことです。

iterable

An object capable of returning its members one at a time. Examples of iterables include all sequence types (such as *list*, *str*, and *tuple*) and some non-sequence types like *dict*, *file objects*, and objects of any classes you define with an *__iter__()* method or with a `__getitem__()` method that implements *sequence* semantics.

Iterables can be used in a `for` loop and in many other places where a sequence is needed (*zip()*, *map()*, ...). When an iterable object is passed as an argument to the built-in function *iter()*, it returns an iterator for the object. This iterator is good for one pass over the set of values. When using iterables, it is usually not necessary to call *iter()* or deal with iterator objects yourself. The `for` statement does that automatically for you, creating a temporary unnamed variable to hold the iterator for the duration of the loop. See also *iterator*, *sequence*, and *generator*.

iterator

データの流れを表現するオブジェクトです。イテレータの *__next__()* メソッドを繰り返し呼び出す (または組み込み関数 *next()* に渡す) と、流れの中の要素を一つずつ返します。データがなくなると、代わりに *StopIteration* 例外を送出します。その時点で、イテレータオブジェクトは尽きており、それ以降は `__next__()` を何度呼んでも *StopIteration* を送出します。イテレータは、そのイテレータオブジェクト自体を返す *__iter__()* メソッドを実装しなければならないので、イテレータは他の iterable を受理するほとんどの場所で利用できます。はっきりとした例外は複数の反復を行うようなコードです。(*list* のような) コンテナオブジェクトは、自身を *iter()* 関数にオブジェクトに渡したり `for` ループ内で使うたびに、新たな未使用のイテレータを生成します。これをイテレータで行おうとすると、前回のイテレーションで使用済みの同じイテレータオブジェクトを単純に返すため、空のコンテナのようになってしまします。

詳細な情報は **イテレータ型** にあります。

CPython 実装の詳細: CPython does not consistently apply the requirement that an iterator define *__iter__()*. And also please note that the free-threading CPython does not guarantee the thread-safety of iterator operations.

key function

(キー関数) キー関数、あるいは照合関数とは、ソートや順序比較のための値を返す呼び出し可能オブジェクト (callable) です。例えば、*locale.strxfrm()* をキー関数に使えば、ロケール依存のソートの慣習にのっとったソートキーを返します。

Python の多くのツールはキー関数を受け取り要素の並び順やグループ化を管理します。*min()*, *max()*, *sorted()*, *list.sort()*, *heapq.merge()*, *heapq.nsmallest()*, *heapq.nlargest()*, *itertools.groupby()* 等があります。

キー関数を作る方法はいくつかあります。例えば *str.lower()* メソッドを大文字小文字を区別しないソー

トを行うキー関数として使うことが出来ます。あるいは、`lambda r: (r[0], r[2])` のような `lambda` 式からキー関数を作ることができます。また、*operator.attrgetter()*, *operator.itemgetter()*, *operator.methodcaller()* の 3 つのキー関数コンストラクタがあります。キー関数の作り方と使い方の例は Sorting HOW TO を参照してください。

keyword argument
: **実引数** を参照してください。

lambda
: (ラムダ) 無名のインライン関数で、関数が呼び出されたときに評価される 1 つの **式** を含みます。ラムダ関数を作る構文は `lambda [parameters]: expression` です。

LBYL
: 「ころばぬ先の杖 (look before you leap)」の略です。このコーディングスタイルでは、呼び出しや検索を行う前に、明示的に前提条件 (pre-condition) 判定を行います。*EAFP* アプローチと対照的で、`if` 文がたくさん使われるのが特徴的です。

  マルチスレッド化された環境では、LBYL アプローチは ” 見る” 過程と ” 飛ぶ” 過程の競合状態を引き起こすリスクがあります。例えば、`if key in mapping: return mapping[key]` というコードは、判定の後、別のスレッドが探索の前に *mapping* から *key* を取り除くと失敗します。この問題は、ロックするか EAFP アプローチを使うことで解決できます。

list
: A built-in Python *sequence*. Despite its name it is more akin to an array in other languages than to a linked list since access to elements is $O(1)$.

list comprehension
: (リスト内包表記) シーケンス中の全てあるいは一部の要素を処理して、その結果からなるリストを返す、コンパクトな方法です。`result = ['{:#04x}'.format(x) for x in range(256) if x % 2 == 0]` とすると、0 から 255 までの偶数を 16 進数表記 (0x..) した文字列からなるリストを生成します。`if` 節はオプションです。`if` 節がない場合、`range(256)` の全ての要素が処理されます。

loader
: モジュールをロードするオブジェクト。`load_module()` という名前のメソッドを定義していなければなりません。ローダーは一般的に *finder* から返されます。詳細は **PEP 302** を、*abstract base class* については *importlib.abc.Loader* を参照してください。

ロケールエンコーディング
: On Unix, it is the encoding of the LC_CTYPE locale. It can be set with *locale.setlocale(locale.LC_CTYPE, new_locale)*.

  On Windows, it is the ANSI code page (ex: `"cp1252"`).

  On Android and VxWorks, Python uses `"utf-8"` as the locale encoding.

  locale.getencoding() can be used to get the locale encoding.

See also the *filesystem encoding and error handler*.

magic method

special method のくだけた同義語です。

mapping

(マッピング) 任意のキー探索をサポートしていて、*collections.abc.Mapping* か *collections.abc.MutableMapping* の **抽象基底クラス** で指定されたメソッドを実装しているコンテナオブジェクトです。例えば、*dict*, *collections.defaultdict*, *collections.OrderedDict*, *collections.Counter* などです。

meta path finder

sys.meta_path を検索して得られた *finder*. meta path finder は *path entry finder* と関係はありますが、別物です。

meta path finder が実装するメソッドについては *importlib.abc.MetaPathFinder* を参照してください。

metaclass

(メタクラス) クラスのクラスです。クラス定義は、クラス名、クラスの辞書と、基底クラスのリストを作ります。メタクラスは、それら 3 つを引数として受け取り、クラスを作る責任を負います。ほとんどのオブジェクト指向言語は (訳注:メタクラスの) デフォルトの実装を提供しています。Python が特別なのはカスタムのメタクラスを作成できる点です。ほとんどのユーザーに取って、メタクラスは全く必要のないものです。しかし、一部の場面では、メタクラスは強力でエレガントな方法を提供します。たとえば属性アクセスのログを取ったり、スレッドセーフ性を追加したり、オブジェクトの生成を追跡したり、シングルトンを実装するなど、多くの場面で利用されます。

詳細は metaclasses を参照してください。

メソッド

(メソッド) クラス本体の中で定義された関数。そのクラスのインスタンスの属性として呼び出された場合、メソッドはインスタンスオブジェクトを第一 **引数** として受け取ります (この第一引数は通常 `self` と呼ばれます)。**関数** と **ネストされたスコープ** も参照してください。

method resolution order

Method Resolution Order is the order in which base classes are searched for a member during lookup. See python_2.3_mro for details of the algorithm used by the Python interpreter since the 2.3 release.

module

(モジュール) Python コードの組織単位としてはたらくオブジェクトです。モジュールは任意の Python オブジェクトを含む名前空間を持ちます。モジュールは *importing* の処理によって Python に読み込まれます。

パッケージ を参照してください。

module spec モ

ジュールをロードするのに使われるインポート関連の情報を含む名前空間です。*importlib.machinery.ModuleSpec* のインスタンスです。

MRO

method resolution order を参照してください。

mutable

(ミュータブル) ミュータブルなオブジェクトは、*id()* を変えることなく値を変更できます。**イミュータブル**) も参照してください。

named tuple ”

名前付きタプル” という用語は、タプルを継承していて、インデックスが付く要素に対し属性を使ってのアクセスもできる任意の型やクラスに応用されています。その型やクラスは他の機能も持っていることもあります。

time.localtime() や *os.stat()* の返り値を含むいくつかの組み込み型は名前付きタプルです。他の例は *sys.float_info* です:

```
>>> sys.float_info[1]                   # indexed access
1024
>>> sys.float_info.max_exp              # named field access
1024
>>> isinstance(sys.float_info, tuple)   # kind of tuple
True
```

Some named tuples are built-in types (such as the above examples). Alternatively, a named tuple can be created from a regular class definition that inherits from *tuple* and that defines named fields. Such a class can be written by hand, or it can be created by inheriting *typing.NamedTuple*, or with the factory function *collections.namedtuple()*. The latter techniques also add some extra methods that may not be found in hand-written or built-in named tuples.

namespace

(名前空間) 変数が格納される場所です。名前空間は辞書として実装されます。名前空間にはオブジェクトの (メソッドの) 入れ子になったものだけでなく、局所的なもの、大域的なもの、そして組み込みのものがあります。名前空間は名前の衝突を防ぐことによってモジュール性をサポートする。例えば関数 *builtins.open* と *os.open()* は名前空間で区別されています。また、どのモジュールが関数を実装しているか明示することによって名前空間は可読性と保守性を支援します。例えば、*random.seed()* や *itertools.islice()* と書くと、それぞれモジュール *random* や *itertools* で実装されていることが明らかです。

namespace package

(名前空間パッケージ) サブパッケージのコンテナとしてのみ提供される **PEP 420** で定義された *package* です。名前空間パッケージは物理的な表現を持たないことができ、`__init__.py` ファイルを持たないため、*regular package* とは異なります。

module を参照してください。

nested scope
: (ネストされたスコープ) 外側で定義されている変数を参照する機能です。例えば、ある関数が別の関数の中で定義されている場合、内側の関数は外側の関数中の変数を参照できます。ネストされたスコープはデフォルトでは変数の参照だけができ、変数の代入はできないので注意してください。ローカル変数は、最も内側のスコープで変数を読み書きします。同様に、グローバル変数を使うとグローバル名前空間の値を読み書きします。`nonlocal` で外側の変数に書き込めます。

new-style class
: Old name for the flavor of classes now used for all class objects. In earlier Python versions, only new-style classes could use Python's newer, versatile features like `__slots__`, descriptors, properties, `__getattribute__()`, class methods, and static methods.

object
: (オブジェクト) 状態 (属性や値) と定義された振る舞い (メソッド) をもつ全てのデータ。もしくは、全ての **新スタイルクラス** の究極の基底クラスのこと。

optimized scope
: A scope where target local variable names are reliably known to the compiler when the code is compiled, allowing optimization of read and write access to these names. The local namespaces for functions, generators, coroutines, comprehensions, and generator expressions are optimized in this fashion. Note: most interpreter optimizations are applied to all scopes, only those relying on a known set of local and nonlocal variable names are restricted to optimized scopes.

package
: (パッケージ) サブモジュールや再帰的にサブパッケージを含むことの出来る *module* のことです。専門的には、パッケージは `__path__` 属性を持つ Python オブジェクトです。

  regular package と *namespace package* を参照してください。

parameter
: (仮引数) 名前付の実体で **関数** (や **メソッド**) の定義において関数が受ける **実引数** を指定します。仮引数には 5 種類あります:

  - **位置またはキーワード**: **位置** であるいは **キーワード引数** として渡すことができる引数を指定します。これはたとえば以下の *foo* や *bar* のように、デフォルトの仮引数の種類です:

    ```
    def func(foo, bar=None): ...
    ```

  - 位置専用: 位置によってのみ与えられる引数を指定します。位置専用の引数は 関数定義の引数のリストの中でそれらの後ろに `/` を含めることで定義できます。例えば下記の *posonly1* と *posonly2* は位置専用引数になります:

```
def func(posonly1, posonly2, /, positional_or_keyword): ...
```

- **キーワード専用**: キーワードによってのみ与えられる引数を指定します。キーワード専用の引数を定義できる場所は、例えば以下の *kw_only1* や *kw_only2* のように、関数定義の仮引数リストに含めた可変長位置引数または裸の * の後です:

```
def func(arg, *, kw_only1, kw_only2): ...
```

- **可変長位置**: (他の仮引数で既に受けられた任意の位置引数に加えて) 任意の個数の位置引数が与えられることを指定します。このような仮引数は、以下の *args* のように仮引数名の前に * をつけることで定義できます:

```
def func(*args, **kwargs): ...
```

- **可変長キーワード**: (他の仮引数で既に受けられた任意のキーワード引数に加えて) 任意の個数のキーワード引数が与えられることを指定します。このような仮引数は、上の例の *kwargs* のように仮引数名の前に ** をつけることで定義できます。

仮引数はオプションと必須の引数のどちらも指定でき、オプションの引数にはデフォルト値も指定できます。

仮引数 、FAQ の 実引数と仮引数の違いは何ですか? 、*inspect.Parameter* クラス、function セクション、**PEP 362** を参照してください。

path entry
: *path based finder* が import するモジュールを探す *import path* 上の 1 つの場所です。

path entry finder
: *sys.path_hooks* にある callable (つまり *path entry hook*) が返した *finder* です。与えられた *path entry* にあるモジュールを見つける方法を知っています。

  パスエントリーファインダが実装するメソッドについては *importlib.abc.PathEntryFinder* を参照してください。

path entry hook
: A callable on the *sys.path_hooks* list which returns a *path entry finder* if it knows how to find modules on a specific *path entry*.

path based finder
: デフォルトの *meta path finder* の 1 つは、モジュールの *import path* を検索します。

path-like object
: (path-like オブジェクト) ファイルシステムパスを表します。path-like オブジェクトは、パスを表す *str* オブジェクトや *bytes* オブジェクト、または *os.PathLike* プロトコルを実装したオブジェクトのどれかです。*os.PathLike* プロトコルをサポートしているオブジェクトは *os.fspath()* を呼び出すことで *str*

または *bytes* のファイルシステムパスに変換できます。*os.fsdecode()* と *os.fsencode()* はそれぞれ *str* あるいは *bytes* になるのを保証するのに使えます。**PEP 519** で導入されました。

PEP
: Python Enhancement Proposal。PEP は、Python コミュニティに対して情報を提供する、あるいは Python の新機能やその過程や環境について記述する設計文書です。PEP は、機能についての簡潔な技術的仕様と提案する機能の論拠 (理論) を伝えるべきです。

  PEP は、新機能の提案にかかる、コミュニティによる問題提起の集積と Python になされる設計決断の文書化のための最上位の機構となることを意図しています。PEP の著者にはコミュニティ内の合意形成を行うこと、反対意見を文書化することの責務があります。

  PEP 1 を参照してください。

portion
: **PEP 420** で定義されている、namespace package に属する、複数のファイルが (zip ファイルに格納されている場合もある) 1 つのディレクトリに格納されたもの。

位置引数 (positional argument)
: 引数 を参照してください。

provisional API
: (暫定 API) 標準ライブラリの後方互換性保証から計画的に除外されたものです。そのようなインターフェースへの大きな変更は、暫定であるとされている間は期待されていませんが、コア開発者によって必要とみなされれば、後方非互換な変更 (インターフェースの削除まで含まれる) が行われえます。このような変更はむやみに行われるものではありません -- これは API を組み込む前には見落とされていた重大な欠陥が露呈したときにのみ行われます。

  暫定 API についても、後方互換性のない変更は「最終手段」とみなされています。問題点が判明した場合でも後方互換な解決策を探すべきです。

  このプロセスにより、標準ライブラリは問題となるデザインエラーに長い間閉じ込められることなく、時代を超えて進化を続けられます。詳細は **PEP 411** を参照してください。

provisional package
: *provisional API* を参照してください。

Python 3000
: Python 3.x リリースラインのニックネームです。(Python 3 が遠い将来の話だった頃に作られた言葉です。) "Py3k" と略されることもあります。

Pythonic
: 他の言語で一般的な考え方で書かれたコードではなく、Python の特に一般的なイディオムに従った考え方やコード片。例えば、Python の一般的なイディオムでは `for` 文を使ってイテラブルのすべての要素に渡ってループします。他の多くの言語にはこの仕組みはないので、Python に慣れていない人は代わりに数値のカウンターを使うかもしれません:

```
for i in range(len(food)):
    print(food[i])
```

これに対し、きれいな Pythonic な方法は:

```
for piece in food:
    print(piece)
```

qualified name

(修飾名) モジュールのグローバルスコープから、そのモジュールで定義されたクラス、関数、メソッドへの、" パス" を表すドット名表記です。**PEP 3155** で定義されています。トップレベルの関数やクラスでは、修飾名はオブジェクトの名前と同じです:

```
>>> class C:
...     class D:
...         def meth(self):
...             pass
...
>>> C.__qualname__
'C'
>>> C.D.__qualname__
'C.D'
>>> C.D.meth.__qualname__
'C.D.meth'
```

モジュールへの参照で使われると、**完全修飾名** *(fully qualified name)* はすべての親パッケージを含む全体のドット名表記、例えば `email.mime.text` を意味します:

```
>>> import email.mime.text
>>> email.mime.text.__name__
'email.mime.text'
```

reference count

(参照カウント) あるオブジェクトに対する参照の数。参照カウントが 0 になったとき、そのオブジェクトは破棄されます。**永続** であり、参照カウントが決して変更されないために割り当てが解除されないオブジェクトもあります。参照カウントは通常は Python のコード上には現れませんが、*CPython* 実装の重要な要素です。プログラマーは、任意のオブジェクトの参照カウントを知るために *sys.getrefcount()* 関数を呼び出すことが出来ます。

regular package

伝統的な、`__init__.py` ファイルを含むディレクトリとしての *package*。

namespace package を参照してください。

REPL

"read – eval – print loop" の頭字語で、**:term:'対話型 <interactive>'__** インタープリターシェルの

別名。

__slots__
: クラス内での宣言で、インスタンス属性の領域をあらかじめ定義しておき、インスタンス辞書を排除することで、メモリを節約します。これはよく使われるテクニックですが、正しく扱うには少しトリッキーなので、稀なケース、例えばメモリが死活問題となるアプリケーションでインスタンスが大量に存在する、といったときを除き、使わないのがベストです。

sequence
: An *iterable* which supports efficient element access using integer indices via the `__getitem__()` special method and defines a `__len__()` method that returns the length of the sequence. Some built-in sequence types are *list*, *str*, *tuple*, and *bytes*. Note that *dict* also supports `__getitem__()` and `__len__()`, but is considered a mapping rather than a sequence because the lookups use arbitrary *immutable* keys rather than integers.

  The *collections.abc.Sequence* abstract base class defines a much richer interface that goes beyond just `__getitem__()` and `__len__()`, adding `count()`, `index()`, `__contains__()`, and `__reversed__()`. Types that implement this expanded interface can be registered explicitly using *register()*. For more documentation on sequence methods generally, see *Common Sequence Operations*.

set comprehension
: (集合内包表記) iterable 内の全てあるいは一部の要素を処理して、その結果からなる集合を返すコンパクトな書き方です。`results = {c for c in 'abracadabra' if c not in 'abc'}` とすると、`{'r', 'd'}` という文字列の辞書を生成します。comprehensions を参照してください。

single dispatch
: *generic function* の一種で実装は一つの引数の型により選択されます。

slice
: (スライス) 一般に **シーケンス** の一部を含むオブジェクト。スライスは、添字表記 `[]` で与えられた複数の数の間にコロンを書くことで作られます。例えば、`variable_name[1:3:5]` です。角括弧 (添字) 記号は *slice* オブジェクトを内部で利用しています。

soft deprecated
: A soft deprecation can be used when using an API which should no longer be used to write new code, but it remains safe to continue using it in existing code. The API remains documented and tested, but will not be developed further (no enhancement).

  The main difference between a "soft" and a (regular) "hard" deprecation is that the soft deprecation does not imply scheduling the removal of the deprecated API.

  Another difference is that a soft deprecation does not issue a warning.

  See PEP 387: Soft Deprecation.

special method
: (特殊メソッド) ある型に特定の操作、例えば加算をするために Python から暗黙に呼び出されるメソッド。この種類のメソッドは、メソッド名の最初と最後にアンダースコア 2 つがついています。特殊メソッドについては specialnames で解説されています。

statement
: (文) 文はスイート (コードの" ブロック") に不可欠な要素です。文は **式** かキーワードから構成されるもののどちらかです。後者には `if`、`while`、`for` があります。

static type checker
: An external tool that reads Python code and analyzes it, looking for issues such as incorrect types. See also *type hints* and the *`typing`* module.

strong reference
: In Python's C API, a strong reference is a reference to an object which is owned by the code holding the reference. The strong reference is taken by calling `Py_INCREF()` when the reference is created and released with `Py_DECREF()` when the reference is deleted.

  The `Py_NewRef()` function can be used to create a strong reference to an object. Usually, the `Py_DECREF()` function must be called on the strong reference before exiting the scope of the strong reference, to avoid leaking one reference.

  See also *borrowed reference*.

text encoding
: A string in Python is a sequence of Unicode code points (in range `U+0000--U+10FFFF`). To store or transfer a string, it needs to be serialized as a sequence of bytes.

  Serializing a string into a sequence of bytes is known as "encoding", and recreating the string from the sequence of bytes is known as "decoding".

  There are a variety of different text serialization *codecs*, which are collectively referred to as "text encodings".

text file
: (テキストファイル) *`str`* オブジェクトを読み書きできる *file object* です。しばしば、テキストファイルは実際にバイト指向のデータストリームにアクセスし、**テキストエンコーディング** を自動的に行います。テキストファイルの例は、*`sys.stdin`*, *`sys.stdout`*, *`io.StringIO`* インスタンスなどをテキストモード (`'r'` or `'w'`) で開いたファイルです。

  bytes-like **オブジェクト** を読み書きできるファイルオブジェクトについては、**バイナリファイル** も参照してください。

triple-quoted string
: (三重クォート文字列) 3 つの連続したクォート記号 (") かアポストロフィー (') で囲まれた文字列。通常の (一重) クォート文字列に比べて表現できる文字列に違いはありませんが、幾つかの理由で有用です。1 つか

2 つの連続したクォート記号をエスケープ無しに書くことができますし、行継続文字 (\) を使わなくても複数行にまたがることができるので、ドキュメンテーション文字列を書く時に特に便利です。

type
: (型) Python オブジェクトの型はオブジェクトがどのようなものかを決めます。あらゆるオブジェクトは型を持っています。オブジェクトの型は *__class__* 属性でアクセスしたり、`type(obj)` で取得したり出来ます。

type alias
: (型エイリアス) 型の別名で、型を識別子に代入して作成します。

  型エイリアスは **型ヒント** を単純化するのに有用です。例えば:

```
def remove_gray_shades(
        colors: list[tuple[int, int, int]]) -> list[tuple[int, int, int]]:
    pass
```

  これは次のようにより読みやすくできます:

```
Color = tuple[int, int, int]

def remove_gray_shades(colors: list[Color]) -> list[Color]:
    pass
```

  機能の説明がある *typing* と **PEP 484** を参照してください。

type hint
: (型ヒント) 変数、クラス属性、関数のパラメータや返り値の期待される型を指定する *annotation* です。

  Type hints are optional and are not enforced by Python but they are useful to *static type checkers*. They can also aid IDEs with code completion and refactoring.

  グローバル変数、クラス属性、関数で、ローカル変数でないものの型ヒントは *typing.get_type_hints()* で取得できます。

  機能の説明がある *typing* と **PEP 484** を参照してください。

universal newlines
: テキストストリームの解釈法の一つで、以下のすべてを行末と認識します: Unix の行末規定 `'\n'`、Windows の規定 `'\r\n'`、古い Macintosh の規定 `'\r'`。利用法について詳しくは、**PEP 278** と **PEP 3116** 、さらに *bytes.splitlines()* も参照してください。

variable annotation
: (変数アノテーション) 変数あるいはクラス属性の *annotation* 。

  変数あるいはクラス属性に注釈を付けたときは、代入部分は任意です:

```
class C:
    field: 'annotation'
```

変数アノテーションは通常は **型ヒント** のために使われます: 例えば、この変数は *int* の値を取ることを期待されています:

```
count: int = 0
```

変数アノテーションの構文については annassign 節で解説しています。

機能の説明がある *function annotation*, **PEP 484** , **PEP 526** を参照してください。また、アノテーションを利用するベストプラクティスとして annotations-howto も参照してください。

virtual environment
: (仮想環境) 協調的に切り離された実行環境です。これにより Python ユーザとアプリケーションは同じシステム上で動いている他の Python アプリケーションの挙動に干渉することなく Python パッケージのインストールと更新を行うことができます。

  venv を参照してください。

virtual machine
: (仮想マシン) 完全にソフトウェアにより定義されたコンピュータ。Python の仮想マシンは、バイトコードコンパイラが出力した **バイトコード** を実行します。

Zen of Python
: (Python の悟り) Python を理解し利用する上での導きとなる、Python の設計原則と哲学をリストにしたものです。対話プロンプトで "`import this`" とするとこのリストを読めます。

付録

B

このドキュメントについて

このドキュメントは、Python のドキュメントを主要な目的として作られた ドキュメントプロセッサの Sphinx を利用して、reStructuredText 形式のソースから生成されました。

ドキュメントとそのツール群の開発は、Python 自身と同様に完全にボランティアの努力です。もしあなたが貢献したいなら、どのようにすればよいかについて reporting-bugs ページをご覧下さい。新しいボランティアはいつでも歓迎です!（訳注: 日本語訳の問題については、GitHub 上の Issue Tracker で報告をお願いします。）

多大な感謝を:

- Fred L. Drake, Jr., オリジナルの Python ドキュメントツールセットの作成者で、ドキュメントの多くを書きました。
- Docutils プロジェクト reStructuredText と Docutils ツールセットを作成しました。
- Fredrik Lundh の Alternative Python Reference プロジェクトから Sphinx は多くのアイデアを得ました。

B.1 Python ドキュメント 貢献者

多くの方々が Python 言語、Python 標準ライブラリ、そして Python ドキュメンテーションに貢献してくれています。ソース配布物の Misc/ACKS に、それら貢献してくれた人々を部分的にではありますがリストアップしてあります。

Python コミュニティからの情報提供と貢献がなければこの素晴らしいドキュメンテーションは生まれませんでした -- ありがとう!

付録

C

歴史とライセンス

C.1 Python の歴史

Python は 1990 年代の始め、オランダにある Stichting Mathematisch Centrum (CWI, https://www.cwi.nl/ 参照) で Guido van Rossum によって ABC と呼ばれる言語の後継言語として生み出されました。その後多くの人々が Python に貢献していますが、Guido は今日でも Python 製作者の先頭に立っています。

1995 年、Guido は米国ヴァージニア州レストンにある Corporation for National Reserch Initiatives (CNRI, https://www.cnri.reston.va.us/ 参照) で Python の開発に携わり、いくつかのバージョンをリリースしました。

2000 年 3 月、Guido と Python のコア開発チームは BeOpen.com に移り、BeOpen PythonLabs チームを結成しました。同年 10 月、PythonLabs チームは Digital Creations (現在の Zope Corporation, https://www.zope.org/ 参照) に移りました。そして 2001 年、Python に関する知的財産を保有するための非営利組織 Python Software Foundation (PSF、https://www.python.org/psf/ 参照) を立ち上げました。このとき Zope Corporation は PSF の賛助会員になりました。

Python のリリースは全てオープンソース (オープンソースの定義は https://opensource.org/ を参照してください) です。歴史的にみて、ごく一部を除くほとんどの Python リリースは GPL 互換になっています; 各リリースについては下表にまとめてあります。

リリース	ベース	西暦年	権利	GPL 互換
0.9.0 - 1.2	n/a	1991-1995	CWI	yes
1.3 - 1.5.2	1.2	1995-1999	CNRI	yes
1.6	1.5.2	2000	CNRI	no
2.0	1.6	2000	BeOpen.com	no
1.6.1	1.6	2001	CNRI	no
2.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	no
2.0.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	yes
2.1.1	2.1+2.0.1	2001	PSF	yes
2.1.2	2.1.1	2002	PSF	yes
2.1.3	2.1.2	2002	PSF	yes
2.2 以降	2.1.1	2001-現在	PSF	yes

注釈: 「GPL 互換」という表現は、Python が GPL で配布されているという意味ではありません。Python のライセンスは全て、GPL と違い、変更したバージョンを配布する際に変更をオープンソースにしなくてもかまいません。GPL 互換のライセンスの下では、GPL でリリースされている他のソフトウェアと Python を組み合わせられますが、それ以外のライセンスではそうではありません。

Guido の指示の下、これらのリリースを可能にしてくださった多くのボランティアのみなさんに感謝します。

C.2 Terms and conditions for accessing or otherwise using Python

Python software and documentation are licensed under the *PSF License Agreement*.

Starting with Python 3.8.6, examples, recipes, and other code in the documentation are dual licensed under the PSF License Agreement and the *Zero-Clause BSD license*.

Some software incorporated into Python is under different licenses. The licenses are listed with code falling under that license. See *Licenses and Acknowledgements for Incorporated Software* for an incomplete list of these licenses.

C.2.1 PSF LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 3.14.0a0

1. This LICENSE AGREEMENT is between the Python Software Foundation ("PSF"), and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise using Python 3.14.0a0 software in source or binary form and its associated documentation.

2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, PSF hereby grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works, distribute, and otherwise use Python 3.14.0a0 alone or in any derivative version, provided, however, that PSF's License Agreement and PSF's notice of copyright, i.e., "Copyright © 2001-2024 Python Software Foundation; All Rights Reserved" are retained in Python 3.14.0a0 alone or in any derivative version prepared by Licensee.

3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or incorporates Python 3.14.0a0 or any part thereof, and wants to make the derivative work available to others as provided herein, then Licensee hereby agrees to include in any such work a brief summary of the changes made to Python 3.14.0a0.

4. PSF is making Python 3.14.0a0 available to Licensee on an "AS IS" basis. PSF MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY OF EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, PSF MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF PYTHON 3.14.0a0 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

5. PSF SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 3.14.0a0 FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 3.14.0a0, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.

6. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.

7. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency, partnership, or joint venture between PSF and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use PSF trademarks or trade name in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party.

8. By copying, installing or otherwise using Python 3.14.0a0, Licensee agrees
   to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

C.2.2 BEOPEN.COM LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 2.0

BEOPEN PYTHON OPEN SOURCE LICENSE AGREEMENT VERSION 1

```
1. This LICENSE AGREEMENT is between BeOpen.com ("BeOpen"), having an office at
   160 Saratoga Avenue, Santa Clara, CA 95051, and the Individual or Organization
   ("Licensee") accessing and otherwise using this software in source or binary
   form and its associated documentation ("the Software").

2. Subject to the terms and conditions of this BeOpen Python License Agreement,
   BeOpen hereby grants Licensee a non-exclusive, royalty-free, world-wide license
   to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative
   works, distribute, and otherwise use the Software alone or in any derivative
   version, provided, however, that the BeOpen Python License is retained in the
   Software, alone or in any derivative version prepared by Licensee.

3. BeOpen is making the Software available to Licensee on an "AS IS" basis.
   BEOPEN MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED.  BY WAY OF
   EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, BEOPEN MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR
   WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE
   USE OF THE SOFTWARE WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

4. BEOPEN SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF THE SOFTWARE FOR
   ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF USING,
   MODIFYING OR DISTRIBUTING THE SOFTWARE, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF
   ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.

5. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of
   its terms and conditions.

6. This License Agreement shall be governed by and interpreted in all respects
   by the law of the State of California, excluding conflict of law provisions.
   Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of
   agency, partnership, or joint venture between BeOpen and Licensee.  This License
   Agreement does not grant permission to use BeOpen trademarks or trade names in a
   trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any
   third party.  As an exception, the "BeOpen Python" logos available at
   http://www.pythonlabs.com/logos.html may be used according to the permissions
   granted on that web page.

7. By copying, installing or otherwise using the software, Licensee agrees to be
   bound by the terms and conditions of this License Agreement.
```

C.2.3 CNRI LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 1.6.1

```
1. This LICENSE AGREEMENT is between the Corporation for National Research
   Initiatives, having an office at 1895 Preston White Drive, Reston, VA 20191
   ("CNRI"), and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and
   otherwise using Python 1.6.1 software in source or binary form and its
   associated documentation.

2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, CNRI hereby
   grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce,
   analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works,
   distribute, and otherwise use Python 1.6.1 alone or in any derivative version,
   provided, however, that CNRI's License Agreement and CNRI's notice of copyright,
   i.e., "Copyright © 1995-2001 Corporation for National Research Initiatives; All
   Rights Reserved" are retained in Python 1.6.1 alone or in any derivative version
   prepared by Licensee.  Alternately, in lieu of CNRI's License Agreement,
   Licensee may substitute the following text (omitting the quotes): "Python 1.6.1
   is made available subject to the terms and conditions in CNRI's License
   Agreement.  This Agreement together with Python 1.6.1 may be located on the
   internet using the following unique, persistent identifier (known as a handle):
   1895.22/1013.  This Agreement may also be obtained from a proxy server on the
   internet using the following URL: http://hdl.handle.net/1895.22/1013."

3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or
   incorporates Python 1.6.1 or any part thereof, and wants to make the derivative
   work available to others as provided herein, then Licensee hereby agrees to
   include in any such work a brief summary of the changes made to Python 1.6.1.

4. CNRI is making Python 1.6.1 available to Licensee on an "AS IS" basis.  CNRI
   MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED.  BY WAY OF EXAMPLE,
   BUT NOT LIMITATION, CNRI MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY
   OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF
   PYTHON 1.6.1 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.

5. CNRI SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 1.6.1 FOR
   ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF
   MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 1.6.1, OR ANY DERIVATIVE
   THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.

6. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of
   its terms and conditions.

7. This License Agreement shall be governed by the federal intellectual property
   law of the United States, including without limitation the federal copyright
   law, and, to the extent such U.S. federal law does not apply, by the law of the
   Commonwealth of Virginia, excluding Virginia's conflict of law provisions.
   Notwithstanding the foregoing, with regard to derivative works based on Python
   1.6.1 that incorporate non-separable material that was previously distributed
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
   under the GNU General Public License (GPL), the law of the Commonwealth of
   Virginia shall govern this License Agreement only as to issues arising under or
   with respect to Paragraphs 4, 5, and 7 of this License Agreement.  Nothing in
   this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency,
   partnership, or joint venture between CNRI and Licensee.  This License Agreement
   does not grant permission to use CNRI trademarks or trade name in a trademark
   sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third
   party.

8. By clicking on the "ACCEPT" button where indicated, or by copying, installing
   or otherwise using Python 1.6.1, Licensee agrees to be bound by the terms and
   conditions of this License Agreement.
```

C.2.4 CWI LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 0.9.0 THROUGH 1.2

```
Copyright © 1991 - 1995, Stichting Mathematisch Centrum Amsterdam, The
Netherlands.  All rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its
documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that
the above copyright notice appear in all copies and that both that copyright
notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that
the name of Stichting Mathematisch Centrum or CWI not be used in advertising or
publicity pertaining to distribution of the software without specific, written
prior permission.

STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS
SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN NO
EVENT SHALL STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT
OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE,
DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS
ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS
SOFTWARE.
```

C.2.5 ZERO-CLAUSE BSD LICENSE FOR CODE IN THE PYTHON 3.14.0a0 DOCUMENTATION

```
Permission to use, copy, modify, and/or distribute this software for any
purpose with or without fee is hereby granted.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS" AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH
REGARD TO THIS SOFTWARE INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY
AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, DIRECT,
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
INDIRECT, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM
LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR
OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR
PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.
```

C.3 Licenses and Acknowledgements for Incorporated Software

This section is an incomplete, but growing list of licenses and acknowledgements for third-party software incorporated in the Python distribution.

C.3.1 Mersenne Twister

The `_random` C extension underlying the *random* module includes code based on a download from http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/MT2002/emt19937ar.html. The following are the verbatim comments from the original code:

```
A C-program for MT19937, with initialization improved 2002/1/26.
Coded by Takuji Nishimura and Makoto Matsumoto.

Before using, initialize the state by using init_genrand(seed)
or init_by_array(init_key, key_length).

Copyright (C) 1997 - 2002, Makoto Matsumoto and Takuji Nishimura,
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
    notice, this list of conditions and the following disclaimer.

 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
    notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
    documentation and/or other materials provided with the distribution.

 3. The names of its contributors may not be used to endorse or promote
    products derived from this software without specific prior written
    permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS
"AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT OWNER OR
CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL,
EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO,
PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR
PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF
LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING
NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS
SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.


Any feedback is very welcome.
http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/emt.html
email: m-mat @ math.sci.hiroshima-u.ac.jp (remove space)
```

C.3.2 ソケット

The *socket* module uses the functions, `getaddrinfo()`, and `getnameinfo()`, which are coded in separate source files from the WIDE Project, https://www.wide.ad.jp/.

```
Copyright (C) 1995, 1996, 1997, and 1998 WIDE Project.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. Neither the name of the project nor the names of its contributors
   may be used to endorse or promote products derived from this software
   without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE PROJECT AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE PROJECT OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

C.3.3 Asynchronous socket services

The `test.support.asynchat` and `test.support.asyncore` modules contain the following notice:

```
Copyright 1996 by Sam Rushing

                        All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and
its documentation for any purpose and without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appear in all
copies and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of Sam
Rushing not be used in advertising or publicity pertaining to
distribution of the software without specific, written prior
permission.

SAM RUSHING DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE,
INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN
NO EVENT SHALL SAM RUSHING BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR
CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS
OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT,
NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN
CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.4 Cookie management

The *`http.cookies`* module contains the following notice:

```
Copyright 2000 by Timothy O'Malley <timo@alum.mit.edu>

               All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify, and distribute this software
and its documentation for any purpose and without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appear in all
copies and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of
Timothy O'Malley  not be used in advertising or publicity
pertaining to distribution of the software without specific, written
prior permission.

Timothy O'Malley DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS
SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY
AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL Timothy O'Malley BE LIABLE FOR
ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS
ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR
PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.5 Execution tracing

The *trace* module contains the following notice:

```
portions copyright 2001, Autonomous Zones Industries, Inc., all rights...
err...  reserved and offered to the public under the terms of the
Python 2.2 license.
Author: Zooko O'Whielacronx
http://zooko.com/
mailto:zooko@zooko.com

Copyright 2000, Mojam Media, Inc., all rights reserved.
Author: Skip Montanaro

Copyright 1999, Bioreason, Inc., all rights reserved.
Author: Andrew Dalke

Copyright 1995-1997, Automatrix, Inc., all rights reserved.
Author: Skip Montanaro

Copyright 1991-1995, Stichting Mathematisch Centrum, all rights reserved.


Permission to use, copy, modify, and distribute this Python software and
its associated documentation for any purpose without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appears in all copies,
and that both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of neither Automatrix,
Bioreason or Mojam Media be used in advertising or publicity pertaining to
distribution of the software without specific, written prior permission.
```

C.3.6 UUencode and UUdecode functions

The uu codec contains the following notice:

```
Copyright 1994 by Lance Ellinghouse
Cathedral City, California Republic, United States of America.
                       All Rights Reserved
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its
documentation for any purpose and without fee is hereby granted,
provided that the above copyright notice appear in all copies and that
both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of Lance Ellinghouse
not be used in advertising or publicity pertaining to distribution
of the software without specific, written prior permission.
LANCE ELLINGHOUSE DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO
THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND
FITNESS, IN NO EVENT SHALL LANCE ELLINGHOUSE CENTRUM BE LIABLE
FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN
ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT
OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

Modified by Jack Jansen, CWI, July 1995:
- Use binascii module to do the actual line-by-line conversion
  between ascii and binary. This results in a 1000-fold speedup. The C
  version is still 5 times faster, though.
- Arguments more compliant with Python standard
```

C.3.7 XML Remote Procedure Calls

The *xmlrpc.client* module contains the following notice:

```
    The XML-RPC client interface is

Copyright (c) 1999-2002 by Secret Labs AB
Copyright (c) 1999-2002 by Fredrik Lundh

By obtaining, using, and/or copying this software and/or its
associated documentation, you agree that you have read, understood,
and will comply with the following terms and conditions:

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and
its associated documentation for any purpose and without fee is
hereby granted, provided that the above copyright notice appears in
all copies, and that both that copyright notice and this permission
notice appear in supporting documentation, and that the name of
Secret Labs AB or the author not be used in advertising or publicity
pertaining to distribution of the software without specific, written
prior permission.

SECRET LABS AB AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD
TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANT-
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
ABILITY AND FITNESS.  IN NO EVENT SHALL SECRET LABS AB OR THE AUTHOR
BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY
DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS
ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE
OF THIS SOFTWARE.
```

C.3.8 test_epoll

The `test.test_epoll` module contains the following notice:

```
Copyright (c) 2001-2006 Twisted Matrix Laboratories.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE
LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION
OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION
WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.9 Select kqueue

select モジュールは kqueue インターフェースについての次の告知を含んでいます:

```
Copyright (c) 2000 Doug White, 2006 James Knight, 2007 Christian Heimes
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

C.3.10 SipHash24

The file `Python/pyhash.c` contains Marek Majkowski' implementation of Dan Bernstein's SipHash24 algorithm. It contains the following note:

```
<MIT License>
Copyright (c) 2013  Marek Majkowski <marek@popcount.org>

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
in the Software without restriction, including without limitation the rights
to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in
all copies or substantial portions of the Software.
</MIT License>

Original location:
   https://github.com/majek/csiphash/

Solution inspired by code from:
   Samuel Neves (supercop/crypto_auth/siphash24/little)
   djb (supercop/crypto_auth/siphash24/little2)
   Jean-Philippe Aumasson (https://131002.net/siphash/siphash24.c)
```

C.3.11 strtod と dtoa

The file `Python/dtoa.c`, which supplies C functions dtoa and strtod for conversion of C doubles to and from strings, is derived from the file of the same name by David M. Gay, currently available from https://web.archive.org/web/20220517033456/http://www.netlib.org/fp/dtoa.c. The original file, as retrieved on March 16, 2009, contains the following copyright and licensing notice:

```
/****************************************************************
 *
 * The author of this software is David M. Gay.
 *
 * Copyright (c) 1991, 2000, 2001 by Lucent Technologies.
 *
 * Permission to use, copy, modify, and distribute this software for any
 * purpose without fee is hereby granted, provided that this entire notice
 * is included in all copies of any software which is or includes a copy
 * or modification of this software and in all copies of the supporting
 * documentation for such software.
 *
 * THIS SOFTWARE IS BEING PROVIDED "AS IS", WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED
 * WARRANTY.  IN PARTICULAR, NEITHER THE AUTHOR NOR LUCENT MAKES ANY
 * REPRESENTATION OR WARRANTY OF ANY KIND CONCERNING THE MERCHANTABILITY
 * OF THIS SOFTWARE OR ITS FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE.
 *
 ***************************************************************/
```

C.3.12 OpenSSL

The modules *hashlib*, *posix* and *ssl* use the OpenSSL library for added performance if made available by the operating system. Additionally, the Windows and macOS installers for Python may include a copy of the OpenSSL libraries, so we include a copy of the OpenSSL license here. For the OpenSSL 3.0 release, and later releases derived from that, the Apache License v2 applies:

```
                                 Apache License
                           Version 2.0, January 2004
                        https://www.apache.org/licenses/

TERMS AND CONDITIONS FOR USE, REPRODUCTION, AND DISTRIBUTION

1. Definitions.

   "License" shall mean the terms and conditions for use, reproduction,
   and distribution as defined by Sections 1 through 9 of this document.

   "Licensor" shall mean the copyright owner or entity authorized by
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
the copyright owner that is granting the License.

"Legal Entity" shall mean the union of the acting entity and all
other entities that control, are controlled by, or are under common
control with that entity. For the purposes of this definition,
"control" means (i) the power, direct or indirect, to cause the
direction or management of such entity, whether by contract or
otherwise, or (ii) ownership of fifty percent (50%) or more of the
outstanding shares, or (iii) beneficial ownership of such entity.

"You" (or "Your") shall mean an individual or Legal Entity
exercising permissions granted by this License.

"Source" form shall mean the preferred form for making modifications,
including but not limited to software source code, documentation
source, and configuration files.

"Object" form shall mean any form resulting from mechanical
transformation or translation of a Source form, including but
not limited to compiled object code, generated documentation,
and conversions to other media types.

"Work" shall mean the work of authorship, whether in Source or
Object form, made available under the License, as indicated by a
copyright notice that is included in or attached to the work
(an example is provided in the Appendix below).

"Derivative Works" shall mean any work, whether in Source or Object
form, that is based on (or derived from) the Work and for which the
editorial revisions, annotations, elaborations, or other modifications
represent, as a whole, an original work of authorship. For the purposes
of this License, Derivative Works shall not include works that remain
separable from, or merely link (or bind by name) to the interfaces of,
the Work and Derivative Works thereof.

"Contribution" shall mean any work of authorship, including
the original version of the Work and any modifications or additions
to that Work or Derivative Works thereof, that is intentionally
submitted to Licensor for inclusion in the Work by the copyright owner
or by an individual or Legal Entity authorized to submit on behalf of
the copyright owner. For the purposes of this definition, "submitted"
means any form of electronic, verbal, or written communication sent
to the Licensor or its representatives, including but not limited to
communication on electronic mailing lists, source code control systems,
and issue tracking systems that are managed by, or on behalf of, the
Licensor for the purpose of discussing and improving the Work, but
excluding communication that is conspicuously marked or otherwise
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
   designated in writing by the copyright owner as "Not a Contribution."

   "Contributor" shall mean Licensor and any individual or Legal Entity
   on behalf of whom a Contribution has been received by Licensor and
   subsequently incorporated within the Work.

2. Grant of Copyright License. Subject to the terms and conditions of
   this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual,
   worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable
   copyright license to reproduce, prepare Derivative Works of,
   publicly display, publicly perform, sublicense, and distribute the
   Work and such Derivative Works in Source or Object form.

3. Grant of Patent License. Subject to the terms and conditions of
   this License, each Contributor hereby grants to You a perpetual,
   worldwide, non-exclusive, no-charge, royalty-free, irrevocable
   (except as stated in this section) patent license to make, have made,
   use, offer to sell, sell, import, and otherwise transfer the Work,
   where such license applies only to those patent claims licensable
   by such Contributor that are necessarily infringed by their
   Contribution(s) alone or by combination of their Contribution(s)
   with the Work to which such Contribution(s) was submitted. If You
   institute patent litigation against any entity (including a
   cross-claim or counterclaim in a lawsuit) alleging that the Work
   or a Contribution incorporated within the Work constitutes direct
   or contributory patent infringement, then any patent licenses
   granted to You under this License for that Work shall terminate
   as of the date such litigation is filed.

4. Redistribution. You may reproduce and distribute copies of the
   Work or Derivative Works thereof in any medium, with or without
   modifications, and in Source or Object form, provided that You
   meet the following conditions:

   (a) You must give any other recipients of the Work or
       Derivative Works a copy of this License; and

   (b) You must cause any modified files to carry prominent notices
       stating that You changed the files; and

   (c) You must retain, in the Source form of any Derivative Works
       that You distribute, all copyright, patent, trademark, and
       attribution notices from the Source form of the Work,
       excluding those notices that do not pertain to any part of
       the Derivative Works; and

   (d) If the Work includes a "NOTICE" text file as part of its
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
      distribution, then any Derivative Works that You distribute must
      include a readable copy of the attribution notices contained
      within such NOTICE file, excluding those notices that do not
      pertain to any part of the Derivative Works, in at least one
      of the following places: within a NOTICE text file distributed
      as part of the Derivative Works; within the Source form or
      documentation, if provided along with the Derivative Works; or,
      within a display generated by the Derivative Works, if and
      wherever such third-party notices normally appear. The contents
      of the NOTICE file are for informational purposes only and
      do not modify the License. You may add Your own attribution
      notices within Derivative Works that You distribute, alongside
      or as an addendum to the NOTICE text from the Work, provided
      that such additional attribution notices cannot be construed
      as modifying the License.

   You may add Your own copyright statement to Your modifications and
   may provide additional or different license terms and conditions
   for use, reproduction, or distribution of Your modifications, or
   for any such Derivative Works as a whole, provided Your use,
   reproduction, and distribution of the Work otherwise complies with
   the conditions stated in this License.

5. Submission of Contributions. Unless You explicitly state otherwise,
   any Contribution intentionally submitted for inclusion in the Work
   by You to the Licensor shall be under the terms and conditions of
   this License, without any additional terms or conditions.
   Notwithstanding the above, nothing herein shall supersede or modify
   the terms of any separate license agreement you may have executed
   with Licensor regarding such Contributions.

6. Trademarks. This License does not grant permission to use the trade
   names, trademarks, service marks, or product names of the Licensor,
   except as required for reasonable and customary use in describing the
   origin of the Work and reproducing the content of the NOTICE file.

7. Disclaimer of Warranty. Unless required by applicable law or
   agreed to in writing, Licensor provides the Work (and each
   Contributor provides its Contributions) on an "AS IS" BASIS,
   WITHOUT WARRANTIES OR CONDITIONS OF ANY KIND, either express or
   implied, including, without limitation, any warranties or conditions
   of TITLE, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY, or FITNESS FOR A
   PARTICULAR PURPOSE. You are solely responsible for determining the
   appropriateness of using or redistributing the Work and assume any
   risks associated with Your exercise of permissions under this License.

8. Limitation of Liability. In no event and under no legal theory,
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
   whether in tort (including negligence), contract, or otherwise,
   unless required by applicable law (such as deliberate and grossly
   negligent acts) or agreed to in writing, shall any Contributor be
   liable to You for damages, including any direct, indirect, special,
   incidental, or consequential damages of any character arising as a
   result of this License or out of the use or inability to use the
   Work (including but not limited to damages for loss of goodwill,
   work stoppage, computer failure or malfunction, or any and all
   other commercial damages or losses), even if such Contributor
   has been advised of the possibility of such damages.

9. Accepting Warranty or Additional Liability. While redistributing
   the Work or Derivative Works thereof, You may choose to offer,
   and charge a fee for, acceptance of support, warranty, indemnity,
   or other liability obligations and/or rights consistent with this
   License. However, in accepting such obligations, You may act only
   on Your own behalf and on Your sole responsibility, not on behalf
   of any other Contributor, and only if You agree to indemnify,
   defend, and hold each Contributor harmless for any liability
   incurred by, or claims asserted against, such Contributor by reason
   of your accepting any such warranty or additional liability.

END OF TERMS AND CONDITIONS
```

C.3.13 expat

The *pyexpat* extension is built using an included copy of the expat sources unless the build is configured `--with-system-expat`:

```
Copyright (c) 1998, 1999, 2000 Thai Open Source Software Center Ltd
                               and Clark Cooper

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT.
IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY
CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT,
TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE
SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.14 libffi

The `_ctypes` C extension underlying the *ctypes* module is built using an included copy of the libffi sources unless the build is configured `--with-system-libffi`:

```
Copyright (c) 1996-2008  Red Hat, Inc and others.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
``Software''), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED ``AS IS'', WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT
HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY,
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER
DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.15 zlib

The *zlib* extension is built using an included copy of the zlib sources if the zlib version found on the system is too old to be used for the build:

```
Copyright (C) 1995-2011 Jean-loup Gailly and Mark Adler

This software is provided 'as-is', without any express or implied
warranty.  In no event will the authors be held liable for any damages
arising from the use of this software.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
Permission is granted to anyone to use this software for any purpose,
including commercial applications, and to alter it and redistribute it
freely, subject to the following restrictions:

1. The origin of this software must not be misrepresented; you must not
   claim that you wrote the original software. If you use this software
   in a product, an acknowledgment in the product documentation would be
   appreciated but is not required.

2. Altered source versions must be plainly marked as such, and must not be
   misrepresented as being the original software.

3. This notice may not be removed or altered from any source distribution.

Jean-loup Gailly        Mark Adler
jloup@gzip.org          madler@alumni.caltech.edu
```

C.3.16 cfuhash

The implementation of the hash table used by the *tracemalloc* で使用しているハッシュテーブルの実装は、cfuhash プロジェクトのものに基づきます:

```
Copyright (c) 2005 Don Owens
All rights reserved.

This code is released under the BSD license:

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

  * Redistributions of source code must retain the above copyright
    notice, this list of conditions and the following disclaimer.

  * Redistributions in binary form must reproduce the above
    copyright notice, this list of conditions and the following
    disclaimer in the documentation and/or other materials provided
    with the distribution.

  * Neither the name of the author nor the names of its
    contributors may be used to endorse or promote products derived
    from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
"AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS
FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE
COPYRIGHT OWNER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT,
INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES
(INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR
SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT,
STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE)
ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED
OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
```

C.3.17 libmpdec

The `_decimal` C extension underlying the *decimal* module is built using an included copy of the libmpdec library unless the build is configured `--with-system-libmpdec`:

```
Copyright (c) 2008-2020 Stefan Krah. All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.

2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND
ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
SUCH DAMAGE.
```

C.3.18 W3C C14N test suite

The C14N 2.0 test suite in the *test* package (Lib/test/xmltestdata/c14n-20/) was retrieved from the W3C website at https://www.w3.org/TR/xml-c14n2-testcases/ and is distributed under the 3-clause BSD license:

```
Copyright (c) 2013 W3C(R) (MIT, ERCIM, Keio, Beihang),
All Rights Reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

* Redistributions of works must retain the original copyright notice,
  this list of conditions and the following disclaimer.
* Redistributions in binary form must reproduce the original copyright
  notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
  documentation and/or other materials provided with the distribution.
* Neither the name of the W3C nor the names of its contributors may be
  used to endorse or promote products derived from this work without
  specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS
"AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR
A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT
OWNER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL,
SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT
LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE,
DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY
THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT
(INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE
OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
```

C.3.19 mimalloc

MIT License:

```
Copyright (c) 2018-2021 Microsoft Corporation, Daan Leijen

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy
of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal
in the Software without restriction, including without limitation the rights
to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell
copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is
furnished to do so, subject to the following conditions:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
The above copyright notice and this permission notice shall be included in all
copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR
IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY,
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE
AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER
LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE
SOFTWARE.
```

C.3.20 asyncio

Parts of the *asyncio* module are incorporated from uvloop 0.16, which is distributed under the MIT license:

```
Copyright (c) 2015-2021 MagicStack Inc.  http://magic.io

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be
included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE
LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION
OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION
WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.21 Global Unbounded Sequences (GUS)

The file `Python/qsbr.c` is adapted from FreeBSD's "Global Unbounded Sequences" safe memory reclamation scheme in subr_smr.c. The file is distributed under the 2-Clause BSD License:

```
Copyright (c) 2019,2020 Jeffrey Roberson <jeff@FreeBSD.org>

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:
1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice unmodified, this list of conditions, and the following
   disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR
IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES
OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED.
IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT,
INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT
NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE,
DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY
THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT
(INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF
THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
```

付録

D

COPYRIGHT

ライセンスおよび許諾に関する完全な情報は、**歴史とライセンス** を参照してください。

参考文献

[Frie09] Friedl, Jeffrey. Mastering Regular Expressions. 3rd ed., O'Reilly Media, 2009. 当書の第三版ではもはや Python についてまったく取り扱っていませんが、初版では良い正規表現を書くことを綿密に取り扱っていました。

[C99] ISO/IEC 9899:1999. "Programming languages -- C." この標準のパブリックドラフトが参照できます: https://www.open-std.org/jtc1/sc22/wg14/www/docs/n1256.pdf。

PYTHON モジュール索引

索引

アルファベット以外

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z