
Python Frequently Asked Questions

リリース 2.7.16

**Guido van Rossum
and the Python development team**

10 月 07, 2019

**Python Software Foundation
Email: docs@python.org**

目次

第 1 章	一般 Python FAQ	1
第 2 章	プログラミング FAQ	9
第 3 章	デザインと歴史 FAQ	47
第 4 章	ライブラリと拡張 FAQ	63
第 5 章	拡張と埋め込み FAQ	79
第 6 章	Windows 上の Python FAQ	89
第 7 章	グラフィックユーザインタフェース FAQ	95
第 8 章	”なぜ Python が私のコンピュータにインストールされているのですか？” FAQ	99
付録 A	用語集	101
付録 B	このドキュメントについて	113
付録 C	歴史とライセンス	115
付録 D	Copyright	133
索引		135

第 1 章

一般 Python FAQ

1.1 一般情報

1.1.1 Python とは何ですか？

Python は、インタプリタ形式の、対話的な、オブジェクト指向プログラミング言語です。この言語には、モジュール、例外、動的な型付け、超高水準の動的なデータ型、およびクラスが取り入れられています。Python は驚くべきパワーと非常に分かりやすい文法を持ち合わせています。そして、多くのシステムコールやライブラリへだけでなく、様々なウィンドウシステムへのインタフェースがあり、C や C++ で拡張することもできます。また、プログラム可能なインタフェースが必要なアプリケーションのための拡張言語としても利用できます。最後に、Python はポータブルです。多くの Unix パリアント、Mac、そして MS-DOS、Windows、Windows NT、OS/2 上の PC で動かすことができます。

さらに知りたければ、[tutorial-index](#) から始めましょう。他にも、[Beginner's Guide to Python](#) から、Python 学習のための入門用チュートリアルやリソースを参照できます。。

1.1.2 Python Software Foundation とは何ですか？

Python Software Foundation は、Python バージョン 2.1 以降の著作権を保持する独立の非営利組織です。PSF の任務は、Python プログラミング言語に関するオープンソース技術を進め、Python の使用を広めることです。PSF のホームページが <https://www.python.org/psf/> にあります。

PSF への寄付は米国で免税されています。Python を利用して役立ったと感じたら、[the PSF donation page](#) で貢献をお願いします。

1.1.3 Python を使うのに著作権の制限はありますか？

あなたが作成する Python に関するドキュメントのすべてに著作権を残し、それらの著作権を表示する限り、ソースコードをどのように扱ってもかまいません。この著作権規則を尊重する限り、商用に Python を利用しても、ソースあるいはバイナリ形式で (変更の有無にかかわらず) Python のコピーを販売しても、Python が何らかの形で組み込まれた製品を販売してかまいません。もちろん、Python のあらゆる商業用途についても同様です。

ライセンスのより詳しい説明と全文へのリンクは [the PSF license page](#) を参照してください。

Python のロゴは商標登録されていて、使用に許可が必要な場合があります。詳しい情報は [the Trademark Usage Policy](#) を参照してください。

1.1.4 Python が誕生したきっかけは何ですか？

Guido van Rossum による、すべてのきっかけの非常に簡潔な概要は以下のとおりです：

私は CWI の ABC グループでインタプリタ言語を実装する幅広い経験をしていて、そこで共に働くことで言語設計に関して大いに学びました。これが文のグループ化へのインデントの使用や超高水準のデータ型の包含など、(詳細は Python では全く異なりますが) Python の多くの特徴のもととなっています。

私は ABC 言語に対して多くの不満を持っていましたが、同時に特徴の多くが好きでもありました。ABC 言語 (やその実装) を拡張して私の不満を解消することは不可能でした (実際、拡張性の欠如は大きな問題だったのです)。私は Modula-2+ を使用することでいくらかの経験を積み、Modula-3 のデザイナーと話して Modula-3 のレポートを読みました。Modula-3 は例外処理に使う構文や語義、その他いくつかの Python の特徴の起源です。

私は CWI で Amoeba 分散オペレーティングシステムのグループで働いていました。Amoeba のシステムコールインタフェースには Bourne シェルからアクセスしにくかったので、C プログラムや Bourne シェルスクリプトを書くよりも良いシステム管理の方法が必要でした。Amoeba のエラー処理の経験から、プログラミング言語の機能としての例外の重要性を強く意識するようになりました。

ABC のような構文と Amoeba のようなシステムコールを合わせ持ったスクリプト言語が必要だろうと思いつきました。Amoeba 専用の言語を書くのは愚かであるだろうと気づき、一般に拡張できるような言語を求めることに決めました。

1989 年のクリスマス休暇の間、自由な時間がたくさんできたので、その言語を実際に作ってみることにしました。翌年の間、勤務時間以外はほとんどその開発に費やし、Python は Amoeba プロジェクトのなかで成果を重ね、同僚からのフィードバックは私の開発を大いに加速させてくれました。

1991 年 2 月、1 年間と少しの開発を経て、USENET に投稿することにしました。それは Misc/HISTORY ファイルに残っています。

1.1.5 Python は何をするのに向いていますか？

Python は、多岐にわたる問題に適用できる高水準な汎用プログラム言語です。

この言語は、文字列処理 (正規表現、Unicode、ファイル間の差分の計算)、インターネットプロトコル (HTTP、FTP、SMTP、XML-RPC、POP、IMAP、CGI プログラミング)、ソフトウェアエンジニアリング (Python コードのユニットテスト、ロギング、プロファイリング、解析)、オペレーティングシステムインタフェース (システムコール、ファイルシステム、TCP/IP ソケット) のような領域をカバーする大規模な標準ライブラリから成り立っています。何ができるかを知るには [library-index](#) の一覧を参照してください。また、様々なサードパーティの拡張も使えます。 [the Python Package Index](#) から興味のあるパッケージを探してみましょう。

1.1.6 Python のバージョン番号の仕組みはどうなっているのですか？

Python のバージョン番号は A.B.C や A.B のように付けられています。A はメジャーバージョン番号で、言語の本当に重要な変更の時のみ増やされます。B はマイナーバージョン番号で、そこまでは大きくない変更の時に増やされます。C はマイクロレベルで、バグフィックスリリースの度に増やされます。バグフィックスリリースに関する詳細は [PEP 6](#) を参照してください。

すべてのリリースがバグフィックスリリースであるというわけではありません。メジャーリリースへの準備段階では、一連の開発リリースが作られ、アルファ版、ベータ版、またはリリース候補と名付けられます。アルファ版はインタフェースが確定されないうちにリリースされる早期リリースで、2つのアルファリリース間でインタフェースが変わるかもしれません。ベータ版はもっと安定していて、現存のインタフェースは保存されますが新しいモジュールが追加されるかもしれません。リリース候補は固まったもので、致命的なバグを直すのでなければ変更されません。

アルファ、ベータ、リリース候補の各バージョンには接尾語が追加されます。N をなにか小さい番号として、アルファ版の接尾語は "aN"、ベータ版の接尾語は "bN"、リリース候補の接尾語は "cN" です。つまり、バージョン 2.0aN、バージョン 2.0bN、バージョン 2.0cN、バージョン 2.0 の順にリリースされることになります。

また、"2.2+" のように "+" 接尾語が付いたバージョン番号もあります。これは未発表のバージョンで、CPython 開発リポジトリから直接ビルドされています。実際、最後のマイナーリリースが行われた後、バージョンは "2.4a0" のように "a0" がつく次のマイナーバージョンになります。

`sys.version`, `sys.hexversion`, `sys.version_info` についてのドキュメントも参照してください。

1.1.7 Python のソースのコピーはどこで手に入りますか？

最新の Python ソースは [python.org \(https://www.python.org/downloads/\)](https://www.python.org/downloads/) からいつでも手に入れることができます。最新の開発版ソースは <https://github.python.org/cpython> にアクセスして手に入れることができます。

ソースは gzip された tar ファイルで配布され、完全な C のソース、Sphinx によりフォーマットされたドキュメント、Python ライブラリモジュール、サンプルプログラム、そしていくつかの役立つ配布自由なソフトウェアを含んでいます。このソースはほとんどの UNIX プラットフォームでそのままコンパイルして動かします。

ソースコードを手に入れてコンパイルすることの詳しい情報は [Getting Started section of the Python Developer's Guide](#) を参照してください。

1.1.8 Python のドキュメントはどこで手に入りますか？

Python の現行の安定バージョンの標準ドキュメントは <https://docs.python.org/3/> から利用できます。また、PDF、プレーンテキスト、ダウンロードできる HTML 版も <http://docss.python.org/3/download.html> から利用できます。

このドキュメントは reStructuredText で書かれ、[the Sphinx documentation tool](#) で構成されました。このドキュメントに使われた reStructuredText のソースは Python のソース配布に含まれます。

1.1.9 プログラミングをしたことがないのですが、Python のチュートリアルはありますか？

膨大な量の役に立つチュートリアルや書籍があります。標準のドキュメントには [tutorial-index](#) などがあります。

Python プログラム初心者のための情報のチュートリアルのリストは [the Beginner's Guide](#) を参照してください。

1.1.10 Python のためのニュースグループやメーリングリストはありますか？

ニュースグループ [comp.lang.python](#) やメーリングリスト [python-list](#) があります。ニュースグループとメーリングリストは互いに接続されていて、ニュースを購読すればメーリングリストに参加する必要はありません。[comp.lang.python](#) は一日に数百のポスティングを受ける高いトラフィックで、USENET 読者は多くの場合、このボリュームに 대응することができます。

新しいソフトウェアリリースとイベントの告知は [comp.lang.python.announce](#) で見つけられます。これは一日に 5 ポスティング程度を受ける低トラフィックの手頃なメーリングリストです。[the python-announce mailing list](#) から利用可能です。

その他のメーリングリストやニュースグループについての詳しい情報は <https://www.python.org/community/lists/> にあります。

1.1.11 Python のベータテスト版はどこで手に入りますか？

アルファ/ベータリリースは <https://www.python.org/downloads/> で手に入ります。リリースはすべて [comp.lang.python](#) や [comp.lang.python.announce](#) のニュースグループと Python ホームページ <https://www.python.org/> で告知され、RSS ニュースフィードが利用できます。

Git から開発版を手に入れることもできます。詳細は [The Python Developer's guide](#) を参照してください。

1.1.12 Python のバグ報告やパッチを上げるにはどうしたら良いですか？

バグの報告やパッチの投稿には、<https://bugs.python.org/> から Roundup installation を利用してください。

バグ報告には Roundup アカウントが必要です (こちらから関連する質問をさせて頂くため、またバグを解決したときにアップデート版を送るため)。以前バグ報告に SourceForge を使っていたことがあるなら、Roundup の [password reset procedure](#) から Roundup のパスワードを取得することができます。

Python 開発の工程について、詳しくは [the Python Developer's Guide](#) を参照してください。

1.1.13 Python について発行された記事を何か参照できますか？

Python に関するあなたの愛読書を引用するのが一番でしょう。

Python に関する一番初めの記事はとても古く、1991 年に書かれています。

Guido van Rossum and Jelke de Boer, "Interactively Testing Remote Servers Using the Python Programming Language", CWI Quarterly, Volume 4, Issue 4 (December 1991), Amsterdam, pp 283–303.

1.1.14 Python の本はありますか？

はい、たくさんあり、そのほとんどは現在も出版されています。リストは [python.org wiki https://wiki.python.org/moin/PythonBooks](https://wiki.python.org/moin/PythonBooks) にあります。

また、オンライン書店で "Python" で検索し、Monty Python をフィルタで除外してもいいです (または、"Python" と "言語" で検索してください)。

1.1.15 www.python.org は世界のどこにあるのですか？

Python プロジェクトのインフラは世界中にあり、Python インフラストラクチャチームによって管理されています。詳細は [こちら](#)。

1.1.16 なぜ Python という名前なのですか？

Python の開発が始まった頃、Guido van Rossum は 1970 年代に始まった BBC のコメディシリーズ "Monty Python's Flying Circus" の台本を読んでいた。Van Rossum は、短くて、ユニークで、少しミステリアスな名前が欲しかったので、この言語の名前を Python と呼ぶことにしたのです。

1.1.17 『空飛ぶモンティ・パイソン』を好きでなくてはいけませんか？

いいえ。でも、好きになってくれるといいな。：)

1.2 現実世界での Python

1.2.1 Python はどれくらい安定していますか？

とても安定しています。1991 年以来新しい安定リリースはおよそ 6 から 8 ヶ月毎に出されていて、このペースが続きます。現在、主要なリリースはたいてい約 18 ヶ月毎に出されています。

開発者が旧バージョンの "bugfix" リリースを公開するので、既存リリースの安定性は徐々に向上していきます。バグフィックスリリースは、バージョン番号の 3 番目の要素によって示され (例: 3.5.3、3.6.2)、安定性のために管理されています。バグフィックスリリースには既知の問題への修正だけが含まれ、一連のバグフィックスリリースで同じインタフェースが保たれることが保証されているのです。

最新の安定版リリースは常に [Python download page](#) にあります。Python には 2.x と 3.x という、製品に利用可能な 2 つのバージョンがあります。推奨のバージョンは 3.x で、これは広く利用されているライブラリのほ

とんどでサポートされています。2.x も依然として広く利用されていますが、**‘2020 年 1 月 1 日以降はメンテナンスされない予定です<<https://www.python.org/dev/peps/pep-0373/>>’**。

1.2.2 どれくらいの人 Python を使っていますか？

正確な人数を調べるのは難しいですが、おそらく数万人のユーザーがいるでしょう。

Python は自由にダウンロード可能なので、売上高がなく、多数のサイトから利用でき、多くの Linux ディストーションに同梱されているので、ダウンロード統計から全体の状況を知ることはできません。

comp.lang.python ニュースグループはとても活発ですが、すべての Python ユーザーが投稿するわけではなく、読みすらしない人もいます。

1.2.3 Python で行われた大きなプロジェクトはありますか？

Python を利用しているプロジェクトのリストは <https://python.org/about/success> を参照してください。past Python conferences から議事録を参照すると、多くの会社や組織の貢献がわかるでしょう。

注目されている Python のプロジェクトは the Mailman mailing list manager や the Zope application server などです。Red Hat をはじめとするいくつかの Linux ディストーションのインストーラやシステムアドミニストレーションソフトウェアは、一部や全部が Python で書かれています。内部で Python を利用している企業には、Google、Yahoo、Lucasfilm Ltd. などがあります。

1.2.4 将来 Python にどのような新しい開発が期待されますか？

Python Enhancement Proposals (PEP) <https://www.python.org/dev/peps/> を参照してください。PEP は Python に提案された新機能について書かれた設計書で、簡潔な技術仕様と原理が提供されています。”Python X.Y Release Schedule” (X.Y はまだリリースされていないバージョン) を探してください。

新しい開発については the [python-dev mailing list](#) で議論されています。

1.2.5 Python の互換性を無くすような提案をしてもいいのですか？

一般的には、してはいけません。世界中にすでに何百万行もの Python コードがあるので、既存のプログラムのどんなに僅かな部分でも無効にしてしまうような言語仕様の変更も認められてはなりません。コンパイルするプログラムが出来てさえ、すべてのドキュメントをアップデートしなければならないという問題があります。Python に関する多くの本が出版されているので、それらを一発で不適切にするようなことはしたくないです。

仕様を変えなければならないのなら、緩やかなアップグレード計画が組まれなくてはなりません。PEP 5 で、ユーザーの受ける分裂を最小限にしながら後方互換性のない変更を行うために従うべき手順について説明しています。

1.2.6 Python は初心者プログラマーに向いている言語ですか？

はい。

未だにプログラミング初学者にとって一般的なのは、Pascal、C、C++ のサブセット、Java など、手続き型の静的型付けの言語です。生徒にとっては、第一の言語として Python を学ぶのが役に立つでしょう。Python には非常に簡潔で一貫した構文と大きな標準ライブラリがあります。そして一番重要なことに、初心者プログラミングのコースで Python を学ぶことで、生徒は問題の分析やデータ型の設計など、重要なプログラミングスキルに集中することができるのです。Python なら、生徒はループや手続きなどの基本概念をすぐに取り入れられます。最初の課程でいきなりユーザ定義のオブジェクトを操ることさえできるでしょう。

プログラミングをしたことがない初心者にとって、静的型付け言語を使うのは不自然に思われます。習得すべき内容はより複雑になり、学習のペースが遅くなってしまいます。生徒は、コンピュータのように思考し、問題を分析し、一貫したインタフェースを設計して、データをカプセル化することを学ぶことになります。長期的に見れば静的型付け言語を学ぶことは重要ですが、それが最初のプログラミングの授業で学ぶべき最高の話題とは限りません。

Python の良いところは他にもたくさんあります。Python には、Java のように大きな標準ライブラリがあり、生徒が何かをする段階で非常に早くプログラミングプロジェクトに参加できるようになります。宿題は標準の四則演算機や平均を求めるプログラムに限定されません。標準ライブラリを使用することで、生徒はプログラミングの原理を学びながら現実的なアプリケーションに取り組む満足感を得ることができます。また、標準ライブラリの使用からコードの再利用を学ぶことができます。PyGame などのサードパーティモジュールもまた手が届く範囲を広げるのに役立ちます。

Python のインタラクティブインタプリタによって、プログラミングをしながら、言語機能を確認することができます。別のウィンドウでプログラムのソースに入っている間、ウィンドウでインタプリタを起動させたままにしておくことができます。リストのメソッドを思い出せないときは、例えばこのようにできます：

```
>>> L = []
>>> dir(L)
['__add__', '__class__', '__contains__', '__delattr__', '__delitem__',
 '__delslice__', '__doc__', '__eq__', '__format__', '__ge__',
 '__getattr__', '__getitem__', '__getslice__', '__gt__',
 '__hash__', '__iadd__', '__imul__', '__init__', '__iter__', '__le__',
 '__len__', '__lt__', '__mul__', '__ne__', '__new__', '__reduce__',
 '__reduce_ex__', '__repr__', '__reversed__', '__rmul__',
 '__setattr__', '__setitem__', '__setslice__', '__sizeof__', '__str__',
 '__subclasshook__', 'append', 'count', 'extend', 'index', 'insert',
 'pop', 'remove', 'reverse', 'sort']
>>> help(L.append)
Help on built-in function append:

append(...)
    L.append(object) -- append object to end

>>> L.append(1)
>>> L
[1]
```

インタプリタがあれば、プログラミングをしている間にドキュメントは生徒のそばを離れません。

Python のための良い IDE もあります。IDLE は Python で Tkinter を使って書かれたクロスプラットフォーム IDE です。PythonWin は Windows 専用の IDE です。Emacs には、ユーザにとって幸運なことに、素晴らしい Python モードがあります。これらすべてのプログラミング環境から、シンタックスハイライト、オートインデント、コーディング中のインタラクティブインタプリタへのアクセスが使えます。[the Python wiki](#) から Python 編集環境の一覧を参照してください。

Python の教育における利用についての議論がしたいなら、[the edu-sig mailing list](#) に参加するとよいでしょう。

1.3 Python のアップグレード

1.3.1 私のアプリケーションに使われている **bsddb185** モジュールは何が問題とされていますか？

Python2.3 から、配布時に古い bsddb モジュールの代わりに [PyBSDDB package](#) が含まれるようになりました。このモジュールは API レベルでは後方互換性を保っていますが、基本となる [Berkeley DB](#) ライブラリは新しいものが必要となります。古い bsddb モジュールで作られたファイルは新しいモジュールで直接開くことができません。

古いバージョンの Python と Python 2.3 の一部である 2 つのスクリプト (Tools/scripts ディレクトリの db2pickle.py と pickle2db.py) を使用して、古いデータベースファイルを新しいフォーマットにコンバートすることができます。古いバージョンの Python を使って、スクリプトを pickle に変換するために db2pickle.py スクリプトを起動してください。例えば:

```
python2.2 <pathto>/db2pickle.py database.db database.pck
```

データベースファイルを改名してください:

```
mv database.db olddatabase.db
```

そして、pickle ファイルを新しいフォーマットのデータベースに変換してください:

```
python <pathto>/pickle2db.py database.db database.pck
```

入力すべき正確なコマンドは、あなたのインストールの詳細によって変わります。これら 2 つのスクリプトの命令の詳細は、それぞれの最初にある doc string を確認してください。

第 2 章

プログラミング FAQ

2.1 一般的な質問

2.1.1 ブレークポイントやシングルステップ実行などを備えたソースコードレベルデバッガはありますか？

はい。

pdb モジュールは簡素にして十分な Python のコンソールモードデバッガです。これは Python の標準ライブラリに含まれているもので、ライブラリリファレンスマニュアルにドキュメントがあります。pdb のコードを手本にして自分用のデバッガを書くこともできます。

Python に同梱されている統合開発環境の IDLE は通常の Python の配布形態の一部 (普通は Tools/scripts/idle から利用可能) であり、グラフィカルなデバッガを含んでいます。

PythonWin は、pdb をベースとした GUI デバッガを含む Python IDE です。Pythonwin デバッガは、ブレークポイントの色付けや非 Pythonwin プログラムのデバッグなどのたくさんの素敵な機能を持っています。Pythonwin は [Python for Windows Extensions](https://www.activestate.com/activepython) プロジェクトの一部、あるいは ActivePython ディストリビューション (<https://www.activestate.com/activepython> を参照) の一部として利用可能です。

Boa Constructor は、wxWidgets を使った IDE と GUI ビルダーです。これは視覚フレームの作成と操作、オブジェクト検査、オブジェクトブラウザのような多くのビュー、継承構造、doc string から生成される html ドキュメント、高度なデバッガ、総合ヘルプ、Zope のサポートを提供します。

Eric は PyQt や Scintilla editing component をもとにした IDE です。

Pydb は標準のデバッガである pdb を人気のグラフィカルデバッガフロントエンドである DDD (Data Display Debugger) とともに使うために改変したものです。Pydb は <http://bashdb.sourceforge.net/pydb/> に、DDD は <https://www.gnu.org/software/ddd> にあります。

商業のグラフィカルデバッガ付き Python IDE もあります。例えば:

- Wing IDE (<https://wingware.com/>)
- Komodo IDE (<https://komodoide.com/>)
- PyCharm (<https://www.jetbrains.com/pycharm/>)

2.1.2 バグの発見や静的分析に役立つツールはありますか？

はい。

PyChecker は Python ソースコードのバグを発見しコードの複雑さとスタイルについて警告する静的解析ツールです。PyChecker は <http://pychecker.sourceforge.net/> から手に入ります。

Pylint も、モジュールがコーディング標準を満たすかを調べ、プラグインを書いてカスタム機能を加えられるようにするツールです。PyChecker が行うバグチェックに加え、Pylint は行の長さ、変数名が一貫しているか、宣言されたインタフェースが完全に実装されているか、などを確かめる追加の機能を提供します。<https://docs.pylint.org/> で Pylint の機能の一覧を見られます。

2.1.3 どうしたら Python スクリプトからスタンドアロンバイナリを作れますか？

ユーザがダウンロードや起動のために Python ディストリビューションをインストールしなくてもよいスタンドアロンプログラムのためだけなら、Python を C コードにコンパイルできる必要はありません。プログラムに対して必要なモジュールを選び、そのモジュールを Python バイナリに束縛して一つの実行可能ファイルにまとめる多くのツールがあります。

一つは freeze ツールで、Python ソースツリーに `Tools/freeze` として含まれています。これは Python バイトコードを C 配列に変換します。すべてのモジュールを標準 Python モジュールにリンクされる新しいプログラムに埋め込む C コンパイラです。

これはあなたのソースの (両方の形式の) `import` 文を再帰的にスキャンして、`import` されたモジュールを標準の Python パスと (組み込みモジュールのある) ソースディレクトリから探します。そして Python で書かれたモジュールのバイトコードを C コード (marshal モジュールでコードオブジェクトに変換できる配列) に変換し、実際にそのプログラム内で使われている組み込みモジュールだけが含まれたカスタムメイドの設定ファイルを作成します。そして生成された C コードをコンパイルして Python インタプリタの残りと同じようにリンクし、元のスクリプトと全く同じように動作する自己充足的なバイナリを形成します。

もちろん、凍結には C コンパイラが必要です。C コンパイラを必要としない選択肢もあります。その一つは、Thomas Heller の `py2exe` (Windows 専用) です

<http://www.py2exe.org/>

他には Anthony Tuininga の `cx_Freeze` があります。

2.1.4 Python プログラムのためのコーディングスタンダードやスタイルガイドはありますか？

はい。標準ライブラリモジュールに求められるコーディングスタイルは **PEP 8** として文書化されています。

2.1.5 プログラムが遅すぎます。どうしたら速くなりますか？

一般に、それは難しい質問です。Python コードを速くするためには、いろいろな手法があります。最終手段として一部を C で書き直す事も考えてください。

Python を自動的に C や x86 アセンブリ言語に変換できる場合もあります。この場合、速度を上げるためにコードを変更する必要はありません。

Pyrex は Python コードの少し変化した版を C 拡張にコンパイルでき、多様なプラットフォームで使えます。(訳注: Pyrex は **Cython** に取って代わられています。)

Psyco は Python コードを x86 アセンブリ言語に変換する実行時コンパイラです。これを使うことが出来れば、重要な関数を劇的にスピードアップできます。

あとは、Python コードからもう少し速度を搾り出すための様々な手法について議論することになります。コード中の特定の関数が処理が集中するホットスポットで、最適化が必要であると認められない限り、決していかなる最適化の手法も使わないでください。最適化はたいていコードを分かりづらくするので、分かりづらさのコスト (開発時間の延長とバグの可能性の増大) がそれに見合ったパフォーマンスの向上につながらないのであれば元が取れません。

[performance tips](#) に関するページが wiki にあります。

Guido van Rossum は <https://www.python.org/doc/essays/list2str> で最適化に関する逸話を詳述しています。

なお、関数や (特に) メソッドの呼び出しはかなり高価です。インスタンス変数を `get` や `set` したり他のメソッドを呼び出す程度の小さな関数がたくさんある純粋 OO インタフェースをデザインしているなら、インスタンス変数に直接アクセスするようなもっと直接的な方法も考えてみてください。また、どのプログラムが実行時間の大部分を占めているかを見つける標準モジュール `profile` も参照してください (ちょっと忍耐できればの話ですが - プロファイリングはそれ自体がプログラムを一桁ほど遅くしてしまいます)。

もちろん、他のプログラミングの経験から得られた多くの標準的な最適化の発見的手法は Python にもよく当てはまることが多いです。たとえば、出力装置に出力を送るときに、一度に少なく書くよりもむしろ多く書いたほうが、カーネルのシステムコールのオーバーヘッドを減らすことができ、速くなるでしょう。したがって、CGI スクリプトは ”一発” ですべて書き出すもののほうが小さなたくさんの出力に分けて書き出すものよりも速くなるでしょう。

また、必ず Python のコアな機能を適切に使ってください。例えば、スライシングなら、リストや他のシーケンスオブジェクトを、高度に最適化された C 実装で、インタプリタのメインループの一刻みで細切れにできます。こうして効果を得ることができる例は:

```
L2 = []
for i in range(3):
    L2.append(L1[i])
```

こう使えばずっと短く、ずっと速くできます:

```
L2 = list(L1[:3]) # "list" is redundant if L1 is a list.
```

関数指向組み込み関数 `map()` や `zip()` など一つのタスクを実行するためのループを加速するのに便利であることに注意してください。例えば、二つのリストの要素を組み合わせるためには:

```
>>> zip([1, 2, 3], [4, 5, 6])
[(1, 4), (2, 5), (3, 6)]
```

また、正弦を一度に計算するには:

```
>>> map(math.sin, (1, 2, 3, 4))
[0.841470984808, 0.909297426826, 0.14112000806, -0.756802495308]
```

このような場合には素早く演算が完了します。

その他の例には、文字列オブジェクトのメソッド `join()`、`split()` などが挙げられます。例えば `s1..s7` が大きな (10K+) 文字列の時、`"".join([s1,s2,s3,s4,s5,s6,s7])` は単純に `s1+s2+s3+s4+s5+s6+s7` とするよりもはるかに速くなるでしょう。なぜなら、`join()` はすべてのコピーを一括して行うのに対し、「足し算」が多くの副演算を行うからです。文字列を扱うには、文字列オブジェクトのメソッド `replace()`、`format()` を使ってください。正規表現を使うのは、決まった文字列のパターンを使わない時だけにしてください。旧式の `%` 演算 `string % tuple` と `string % dictionary` も使えます。

ソートには必ずビルトインオブジェクトの `list.sort()` を使ってください。また、[sorting mini-HOWTO](#) の少し高度な使い方の例を参照してください。`list.sort()` は、よほど極端な状況でない限り、他のソートの技術に勝ります。

「ループを関数やメソッドの中に入れ込む」というのも一般的な手法です。例えば、遅いプログラムがあって、Python の `ff()` 関数が何度も呼ばれていることがプロファイラで分かったとします。この `ff()`

```
def ff(x):
    ... # do something with x computing result...
    return result
```

がこのようなループで呼ばれる傾向がある気付いたとして:

```
list = map(ff, oldlist)
```

もしくは:

```
for x in sequence:
    value = ff(x)
    ... # do something with value...
```

`ff()` を書き換えて:

```
def ffseq(seq):
    resultseq = []
    for x in seq:
        ... # do something with x computing result...
        resultseq.append(result)
    return resultseq
```


また、上の二つの例を、`list = ffseq(oldlist)` と:

```
for value in ffseq(sequence):
    ... # do something with value...
```

のように書き換えることによって、関数を呼ぶためのオーバーヘッドを省けることが多いです。`ff(x)` を一回だけ呼ぶ場合、`ffseq([x])[0]` に直してしまうとちょっと不利になります。もちろん、このテクニックがいつでも適切であるわけではありませんし、解決のための他の方法もあります。

関数やメソッドの探索の結果をローカル変数に明示的に保存すると少しパフォーマンスが良くなります。次のようなループ:

```
for key in token:
    dict[key] = dict.get(key, 0) + 1
```

は、繰り返しのたびに `dict.get` を求めています。このメソッドが変わることがないのなら、少し速い実装は:

```
dict_get = dict.get # look up the method once
for key in token:
    dict[key] = dict_get(key, 0) + 1
```

デフォルト引数は、実行時でなく、コンパイル時に値を一回で決めてしまうのに使えます。これは、プログラムの実行中に変化しない関数やオブジェクト、例えば:

```
def degree_sin(deg):
    return math.sin(deg * math.pi / 180.0)
```

を、次のように置き換えるときにのみ行えます:

```
def degree_sin(deg, factor=math.pi/180.0, sin=math.sin):
    return sin(deg * factor)
```

この手法はデフォルト引数を変えられないことを前提に使うので、ユーザーが API で混乱するおそれがないときのみ使えます。

2.2 コア言語

2.2.1 なぜ変数に値があるのに `UnboundLocalError` が出るのですか？

もともと動いていたコードが、関数の本体のどこかに代入文を加えるという変更をしたら `UnboundLocalError` を出すのには驚くかもしれません。

このコード:

```
>>> x = 10
>>> def bar():
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
...     print x
>>> bar()
10
```

は動きますが、このコード:

```
>>> x = 10
>>> def foo():
...     print x
...     x += 1
```

は `UnboundLocalError` になります:

```
>>> foo()
Traceback (most recent call last):
...
UnboundLocalError: local variable 'x' referenced before assignment
```

これは、あるスコープの中で変数に代入を行うとき、その変数はそのスコープに対してローカルになり、外のスコープにある同じ名前の変数を隠すからです。foo の最後の文が `x` に新しい値を代入しているので、コンパイラはこれをローカル変数であると認識します。その結果、先の `print x` が初期化されていないローカル変数を表示しようとして結果はエラーとなります。

上の例では、グローバルであると宣言することで外のスコープにアクセスできます:

```
>>> x = 10
>>> def foobar():
...     global x
...     print x
...     x += 1
>>> foobar()
10
```

この明示的な宣言は (表面的には似ているクラスとインスタンス変数の例とは違って) あなたは実際は他のスコープの変数の値を変えようとしているのだ、ということを知らせるのに必要です:

```
>>> print x
11
```

2.2.2 Python のローカルとグローバル変数のルールは何ですか？

Python では、関数の中で参照のみされる変数は暗黙のうちにグローバルになります。関数の本体のどこかで値が変数に代入されたなら、それは明示的にグローバルであると宣言されない限り、ローカルであるとみなされます。

最初はちょっと驚くでしょうが、少し考えると納得できます。一方では、代入された変数に `global` を要求することで、意図しない副作用を防げます。他方では、グローバルな参照の度に `global` が要求されてしまう

と、`global` を使ってばかりになってしまいます。ビルトイン関数やインポートされたモジュールの内容を参照するたびにグローバル宣言をしなければならないのです。その乱雑さは副作用を特定するための `global` 宣言の便利さよりも重大です。

2.2.3 ループの中で異なる値で定義されたラムダ式が、同じ値を返すのはなぜですか？

`for` ループを使って、少しずつ異なるラムダを定義 (もしくは簡単な関数) するとします。例えば:

```
>>> squares = []
>>> for x in range(5):
...     squares.append(lambda: x**2)
```

これで `x**2` を計算する 5 つのラムダのリストが得られます。それら呼び出したとき、それぞれ 0、1、4、9、16 を返すと予想するかもしれませんが。しかし実際にやってみると、全て 16 が返ってくるのを目にしましょう:

```
>>> squares[2]()
16
>>> squares[4]()
16
```

これは、`x` がラムダにとってのローカル変数ではなく外側のスコープで定義されていて、ラムダが定義されたときでなく呼び出されたときにアクセスされるために起こります。ループが終わった時点では `x` は 4 であり、従って、全ての関数は `4**2` つまり 16 を返します。このことは `x` の値を変えてみることで検証でき、ラムダの返り値がどのように変わるのか観察できます:

```
>>> x = 8
>>> squares[2]()
64
```

これを避けるためには、グローバルの `x` の値に依存しないために、ラムダにとってのローカル変数に値を保存する必要があります:

```
>>> squares = []
>>> for x in range(5):
...     squares.append(lambda n=x: n**2)
```

ここで、`n=x` は新しいラムダにとってのローカル変数 `n` を作成し、ラムダが定義されるときに計算されるので、ループのその時点での `x` と同じ値を持っています。これは、1 つ目のラムダでは `n` の値は 0 になり、2 つ目では 1、3 つ目では 2 以下同様、となることを意味します。従って、それぞれのラムダは今や正しい値を返すようになりました:

```
>>> squares[2]()
4
>>> squares[4]()
16
```

この動作はラムダに特有なものではなく、通常の関数にも適用されることに注意してください。

2.2.4 グローバル変数をモジュール間で共有するにはどうしたらいいですか？

一つのプログラムのモジュール間で情報を共有する正準な方法は、特別なモジュール (しばしば `config` や `cfg` と呼ばれる) を作ることです。単に設定モジュールをアプリケーションのすべてのモジュールにインポートしてください。このモジュールはグローバルな名前として使えます。それぞれのモジュールのただ一つのインスタンスがあるので、設定モジュールオブジェクトに対するいかなる変更も全体に反映されます。例えば:

`config.py`:

```
x = 0    # Default value of the 'x' configuration setting
```

`mod.py`:

```
import config
config.x = 1
```

`main.py`:

```
import config
import mod
print config.x
```

なお、同じ理由から、モジュールを使うということは、シングルトンデザインパターンを実装することの基礎でもあります。

2.2.5 モジュールで `import` を使う際の「ベストプラクティス」は何ですか？

一般的に `from modulename import *` を使ってはいけません。そのようにするとインポータの名前空間は汚染され、`linter` が未定義の名前を発見することが難しくなります。

モジュールはファイルの先頭でインポートしてください。これによってコードが必要とする他のモジュールが明確になり、モジュール名がスコープに含まれるかどうか迷わなくなります。行に一つのインポートにすると、モジュールのインポートの追加と削除が容易になりますが、行に複数のインポートにすると画面の領域が少なく済みます。

次の手順でモジュールをインポートするのが、良いプラクティスになります:

1. 標準ライブラリモジュール – 例 `sys`、`os`、`getopt`、`re`
2. サードパーティのライブラリモジュール (Python の `site-packages` ディレクトリにあるもの) – 例 `mx.DateTime`、`ZODB`、`PIL.Image`、など
3. 自前で開発したモジュール

明示的な相対インポートだけを使ってください。 `package.sub.m1` モジュールのコードを書いていて、`package.sub.m2` をインポートしようとするときに `import m2` だけで済ませるのはやめてください。たとえそれが合法でも。代わりに `from package.sub import m2` または `from . import m2` と書いてください。

循環参照の問題を避けるために、インポートを関数やクラスに移すことが必要なときもあります。Gordon McMillan によれば:

循環参照は両方のモジュールが `import <module>` 形式のインポートを使っていれば大丈夫です。二つ目のモジュールが最初のモジュールから名前を確保しようとして (`from module import name`)、そのインポートがトップレベルにあると駄目です。最初のモジュールが二つ目のモジュールをインポートするのに忙しくて、最初のモジュールの名前が利用可能になっていないからです。

この状況では、二つ目のモジュールが一つの関数の中でのみ使われているならば、そのインポートは簡単に関数の中に移せます。インポートが呼ばれたとき、最初のモジュールは初期化を完了していて、二つ目のモジュールは自分のインポートをできます。

プラットフォーム依存のモジュールがあるときには、インポートをトップレベルの外に動かすことも必要です。この場合、ファイルの先頭ではすべてのモジュールをインポートすることさえできないかもしれません。この場合は、対応するプラットフォームに合わせたコードで正しいモジュールをインポートすることを選ぶと良いです。

循環参照の問題を避けたりモジュールの初期化にかかる時間を減らしたりしたいなら、単にインポートを関数定義の中などのローカルなスコープに移してください。この手法は多くのインポートがプログラムがどのように実行されるかに依存なくてよいときに特に有効です。ある関数の中でのみモジュールが使われるのなら、インポートをその関数の中に移すことを考えてもいいでしょう。なお、モジュールを読み込む最初の回はモジュールの初期化の時間のために高価になりえますが、複数回目にモジュールを読み込むのは事実上無料、辞書探索の数回のコストだけで済みます。モジュール名がスコープから外れてさえ、そのモジュールはおそらく `sys.modules` から利用できるでしょう。

2.2.6 なぜオブジェクト間でデフォルト値が共有されるのですか？

この種のバグがよく初心者プログラマに噛み付きます。この関数を考えてみてください:

```
def foo(mydict={}): # Danger: shared reference to one dict for all calls
    ... compute something ...
    mydict[key] = value
    return mydict
```

初めてこの関数を呼び出した時、`mydict` には一つの要素があります。二回目には、`foo()` が実行されるときに `mydict` には初めから一つの要素をすでに持っているため、`mydict` には二つの要素があります。

関数の呼び出しによって、デフォルトの値に対する新しいオブジェクトが作られるのだと予想しがちです。実はそうなりません。デフォルト値は、関数が定義されたときに一度だけ生成されます。この例の辞書のように、そのオブジェクトが変更されたとき、その後の関数の呼び出しは変更後のオブジェクトを参照します。

定義の時に、数、文字列、タプル、`None` など、イミュータブルなオブジェクトを使うと変更される危険がありません。辞書、リスト、クラスインスタンスなどのミュータブルなオブジェクトは混乱のもとです。

この性質から、ミュータブルなオブジェクトをデフォルト値として使わないプログラミング手法がよいです。代わりに、`None` をデフォルト値に使い、そのパラメタが `None` である時にだけ、関数の内部で新しいリスト/辞書/その他をつくるようにしてください。例えば、こう書かずに:

```
def foo(mydict={}):  
    ...
```

代わりに:

```
def foo(mydict=None):  
    if mydict is None:  
        mydict = {} # create a new dict for local namespace
```

この性質が便利なこともあります。時間のかかる計算を行う関数があるときに使われる一般的な技法は、関数が呼び出されるごとにパラメタと結果の値をキャッシュし、再び同じ値が要求されたらキャッシュされた値を返すというものです。これは”memoizing”と呼ばれ、このように実装されます:

```
# Callers will never provide a third parameter for this function.  
def expensive(arg1, arg2, _cache={}):  
    if (arg1, arg2) in _cache:  
        return _cache[(arg1, arg2)]  
  
    # Calculate the value  
    result = ... expensive computation ...  
    _cache[(arg1, arg2)] = result # Store result in the cache  
    return result
```

デフォルト値の代わりに、辞書を含むグローバル変数も使えます。これは好みの問題です。

2.2.7 オプションパラメータやキーワードパラメータを関数から関数へ渡すにはどうしたらいいですか？

関数のパラメータリストに引数を * と ** 指定子 (specifier) で集めてください。そうすれば、固定引数をタプルとして、キーワード引数を辞書として得られます。これで、他の関数を呼び出すときに * と ** を使ってそれらの引数を渡せます:

```
def f(x, *args, **kwargs):  
    ...  
    kwargs['width'] = '14.3c'  
    ...  
    g(x, *args, **kwargs)
```

あまりありませんが、Python の 2.0 以前のバージョンを考慮するときは、代わりに `apply()` を使ってください:

```
def f(x, *args, **kwargs):  
    ...  
    kwargs['width'] = '14.3c'  
    ...  
    apply(g, (x,)+args, kwargs)
```

2.2.8 実引数と仮引数の違いは何ですか？

仮引数 (*parameter*) は関数定義に表れる名前で定義されるのに対し、実引数 (*argument*) は関数を呼び出すときに実際に渡す値のことです。仮引数は関数が受け取るものの出来る実引数の型を定義します。例えば、以下のような関数定義があったとして:

```
def func(foo, bar=None, **kwargs):
    pass
```

`foo`、`bar`、`kwargs` は `func` の仮引数です。一方、`func` を呼び出すときには、例えば:

```
func(42, bar=314, extra=somevar)
```

42、314、`somevar` という値は実引数です。

2.2.9 なぜ list 'y' を変更すると list 'x' も変更されるのですか？

次のようなコードを書いたとします:

```
>>> x = []
>>> y = x
>>> y.append(10)
>>> y
[10]
>>> x
[10]
```

どうして `y` への要素の追加が `x` も変更してしまうのか疑問に思うかもしれません。

このような結果になる 2 つの要因があります:

- 1) 変数とは、単にオブジェクトを参照するための名前に過ぎません。 `y = x` とすることは、リストのコピーを作りません – それは `x` が参照するのと同じオブジェクトを参照する新しい変数 `y` を作ります。つまり、あるのは一つのオブジェクト (この場合リスト) だけであって、`x` と `y` の両方がそれを参照しているのです。
- 2) リストは *mutable* です。内容を変更出来る、ということです。

`append()` 呼び出しの後、ミュータブルオブジェクトの内容が `[]` から `[10]` に変わります。変数が同じオブジェクトを参照しているので、どちらの名前であっても変更された値 `[10]` にアクセスします。

代わりに `x` にイミュータブルを代入すると:

```
>>> x = 5 # ints are immutable
>>> y = x
>>> x = x + 1 # 5 can't be mutated, we are creating a new object here
>>> x
6
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> y
5
```

この場合ご覧の通り `x` と `y` はまったく同じではありませんね。これは整数が *immutable* だからで、`x = x + 1` は整数の 5 の値を変更しているわけではありません; 代わりに新しいオブジェクト (整数 6) を作って `x` に代入しています (つまり `x` が参照するオブジェクトが変わります)。この代入の後では私たちは 2 つのオブジェクト (整数の 6 と 5) を持っていて、2 つの変数はそれらを参照しています (`x` はいまや 6 を参照していますが `y` は 5 を参照したままです)。

ある演算 (たとえば `y.append(10)`, `y.sort()`) がオブジェクトを変更する一方で、外見上は似た演算 (たとえば `y = y + [10]`, `sorted(y)`) は新しいオブジェクトを作ります。Python では一般に (そして標準ライブラリの全てのケースで)、このような 2 つのタイプの演算にまつわる混乱を避けるために、オブジェクトを変更するメソッドは `None` を返します。ですからもしあなたが誤って `y` の複製の並び替えをするつもりで `y.sort()` と書いた場合に結果手にするのは `None` でしょうから、あなたのプログラムは簡単に診断出来るエラーを起こすでしょう。

しかしながら、同じ操作が型ごとに異なる振る舞いをする演算の種類が一つあります: 累算代入演算です。例えば `+=` はリストを変更しますが、タプルや整数は変更しません (`a_list += [1, 2, 3]` は `a_list.extend([1, 2, 3])` と同じ意味で、そして `a_list` を変更しますが、`some_tuple += (1, 2, 3)` と `some_int += 1` は新しいオブジェクトを作ります)。

言い換えると:

- ミュータブルなオブジェクト (`list`, `dict`, `set`, 等) を持っている場合、私たちはその内容を変更するある種の演算を使うことが出来、それを参照している全ての変数はその変化を見ることになるでしょう。
- イミュータブルなオブジェクト (`str`, `int`, `tuple`, 等) を持っている場合、それを参照している全ての変数は同じ値を参照しているでしょうが、持っている値を新しい値に変換する演算はいつでも新しいオブジェクトを返します。

2 つの変数が同じオブジェクトを参照しているかどうかを知りたいければ、`is` オペレータまたは組み込み関数 `id()` が使えます。

2.2.10 パラメータを出力する関数 (参照渡し) はどのように書きますか？

前提として、Python では引数は代入によって渡されます。代入はオブジェクトへの参照を作るだけなので、呼び出し元と呼び出し先にある引数名の間にエイリアスはありませし、参照渡しそれ自体はありません。望む効果を得るためには幾つかの方法があります。

- 1) 結果のタプルを返すことによって:

```
def func2(a, b):
    a = 'new-value'          # a and b are local names
    b = b + 1                # assigned to new objects
    return a, b              # return new values
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
x, y = 'old-value', 99
x, y = func2(x, y)
print x, y                # output: new-value 100
```

これはたいてい一番明確な方法です。

- 2) グローバル変数を使って。これはスレッドセーフでないので、推奨されません。
- 3) ミュータブルな (インプレースに変更可能な) オブジェクトを渡すことによって:

```
def func1(a):
    a[0] = 'new-value'      # 'a' references a mutable list
    a[1] = a[1] + 1         # changes a shared object

args = ['old-value', 99]
func1(args)
print args[0], args[1]    # output: new-value 100
```

- 4) 変更される辞書に渡すことによって:

```
def func3(args):
    args['a'] = 'new-value'  # args is a mutable dictionary
    args['b'] = args['b'] + 1 # change it in-place

args = {'a': 'old-value', 'b': 99}
func3(args)
print args['a'], args['b']
```

- 5) または、クラスインスタンスに値を同梱することによって:

```
class callByRef:
    def __init__(self, **args):
        for (key, value) in args.items():
            setattr(self, key, value)

def func4(args):
    args.a = 'new-value'      # args is a mutable callByRef
    args.b = args.b + 1       # change object in-place

args = callByRef(a='old-value', b=99)
func4(args)
print args.a, args.b
```

このような複雑なことをする理由はめったに無いでしょう。

一番の選択は、複数の結果を含むタプルを返すことです。

2.2.11 Python で高次関数はどのようにつくりますか？

二つの方法があります: ネストされたスコープを使う方法と、呼び出し可能オブジェクトを使う方法です。例えば、 $a \cdot x + b$ の値を計算する $f(x)$ 関数を返す `linear(a,b)` を定義したいとします。ネストされたスコープを使うと:

```
def linear(a, b):
    def result(x):
        return a * x + b
    return result
```

また、呼び出し可能オブジェクトを使うと:

```
class linear:

    def __init__(self, a, b):
        self.a, self.b = a, b

    def __call__(self, x):
        return self.a * x + self.b
```

どちらの場合でも、

```
taxes = linear(0.3, 2)
```

とすれば、`taxes(10e6) == 0.3 * 10e6 + 2` となるような呼び出し可能オブジェクトを得られます。

呼び出し可能オブジェクトを使う方法は、少し遅くなり、わずかにコードが長くなるという短所があります。ですが、継承を使ってコーラブル同士で記号を共有することもできます:

```
class exponential(linear):
    # __init__ inherited
    def __call__(self, x):
        return self.a * (x ** self.b)
```

オブジェクトはいくつかのメソッドに状態をカプセル化できます:

```
class counter:

    value = 0

    def set(self, x):
        self.value = x

    def up(self):
        self.value = self.value + 1

    def down(self):
        self.value = self.value - 1
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
count = counter()
inc, dec, reset = count.up, count.down, count.set
```

ここで、`inc()`、`dec()`、`reset()` は同じカウント変数を共有する関数のようにふるまいます。

2.2.12 Python のオブジェクトはどのようにコピーしますか？

一般的に、普通は `copy.copy()` や `copy.deepcopy()` を試してください。何でもコピーできるとは限りませんが、たいていはいはできます。

もっと簡単にコピーできるオブジェクトもあります。辞書には `copy()` メソッドがあります:

```
newdict = olddict.copy()
```

シーケンスはスライシングでコピーできます:

```
new_l = l[:]
```

2.2.13 オブジェクトのメソッドや属性はどのように見つけますか？

ユーザー定義クラスのインスタンス `x` で、`dir(x)` はインスタンス属性とそのクラスで定義されたメソッドや属性を含む名前のアルファベット順リストを返します。

2.2.14 コードはどのようにオブジェクトの名前を見つけるのですか？

概して、オブジェクトは本当は名前を持たないので、見つけることはできません。本質的には、代入とはいっても値に名前を束縛することです。`def` と `class` 文も同じですが、この場合は値はコーラブルです。以下のコードを考えてみましょう:

```
>>> class A:
...     pass
...
>>> B = A
>>> a = B()
>>> b = a
>>> print b
<__main__.A instance at 0x16D07CC>
>>> print a
<__main__.A instance at 0x16D07CC>
```

おそらく、このクラスには名前があります。このクラスは二つの名前に縛られて、名前 `B` を通して呼び出されますが、それでもクラス `A` のインスタンスとして報告されるのです。しかし、両方の名前が同じ値に束縛されている以上、このインスタンスの名前が `a` か `b` が決めることはできないのです。

概して、コードにとってある値の「名前を知っている」事は重要ではありません。あなたがわざと内省的なコードを書いているのでない限り、方針を変えた方がいいかもしれないということになるでしょう。

comp.lang.python で、Fredrik Lundh はこの問題の答えとして素晴らしい喩えをしてくれました:

玄関にいた猫の名前を知るのと同じ方法です: その猫 (オブジェクト) 自体はその名前を言うことができないし、それは実は問題ではありません – その猫が何と呼ばれているかを知る唯一の方法は、すべての隣人 (名前空間) にその猫 (オブジェクト) が何と呼ばれているかを聞くことです。

.....そして、その猫が沢山の名前で知られていたり、逆に全く名前が無かったりしても驚かないでください!

2.2.15 カンマ演算子はなぜ優先されるのですか？

カンマは Python では演算子ではありません。このセッションを考えてください:

```
>>> "a" in "b", "a"
(False, 'a')
```

カンマは演算子ではなく、式の分離子なので、上の式は次の式と同じように評価されます:

```
("a" in "b"), "a"
```

こうではありません:

```
"a" in ("b", "a")
```

他のさまざまな演算子 (=, += など) も同じです。これらは真の演算子ではありませんが、代入文の構文上のデリミタです。

2.2.16 C の "?:" 三項演算子と等価なものはありますか？

はい、この機能は Python 2.5 で追加されました。構文は以下のようになります:

```
[on_true] if [expression] else [on_false]

x, y = 50, 25

small = x if x < y else y
```

2.5 以前のバージョンについては、この答えは「いいえ」です。

2.2.17 Python で解し難いワンライナーを書くことはできますか？

はい。そういうものはたいてい、lambda の中に lambda がネストされています。Ulf Bartelt による下の3つの例を見てください:

```
# Primes < 1000
print filter(None, map(lambda y: y*reduce(lambda x, y: x*y!=0,
map(lambda x, y: y%x, range(2, int(pow(y, 0.5)+1))), 1), range(2, 1000)))

# First 10 Fibonacci numbers
print map(lambda x, f=lambda x, f: (f(x-1, f)+f(x-2, f)) if x>1 else 1: f(x, f),
range(10))

# Mandelbrot set
print (lambda Ru, Ro, Iu, Io, IM, Sx, Sy: reduce(lambda x, y: x+y, map(lambda y,
Iu=Iu, Io=Io, Ru=Ru, Ro=Ro, Sy=Sy, L=lambda yc, Iu=Iu, Io=Io, Ru=Ru, Ro=Ro, i=IM,
Sx=Sx, Sy=Sy: reduce(lambda x, y: x+y, map(lambda x, xc=Ru, yc=yc, Ru=Ru, Ro=Ro,
i=i, Sx=Sx, F=lambda xc, yc, x, y, k, f=lambda xc, yc, x, y, k, f: (k<=0) or (x*x+y*y
>=4.0) or 1+f(xc, yc, x*x-y*y+xc, 2.0*x*y+yc, k-1, f): f(xc, yc, x, y, k, f): chr(
64+F(Ru+x*(Ro-Ru)/Sx, yc, 0, 0, i)), range(Sx))) : L(Iu+y*(Io-Iu)/Sy), range(Sy
)))) (-2.1, 0.7, -1.2, 1.2, 30, 80, 24)
#      \___ ___/ \___ ___/ | | | lines on screen
#          V          V   | | | columns on screen
#          |          |   | | | maximum of "iterations"
#          |          |   | | | range on y axis
#          |          |   | | | range on x axis
```

よい子はまねしないでね！

2.3 数と文字列

2.3.1 十六進数や八進数を指定するにはどうしたらいいですか？

八進数を指定するには、八進数での値の先頭に 0 と "o" (小文字または大文字) を加えてください。たとえば、変数 "a" に八進数での "10" (十進数での "8") を代入するには、こう打ってください:

```
>>> a = 0o10
>>> a
8
```

十六進数も簡単です。ただ十六進数での値の先頭に 0 と "x" (小文字または大文字) を加えてください。十六進数は小文字でも大文字でも指定できます。たとえば、Python インタプリタで:

```
>>> a = 0xa5
>>> a
165
>>> b = 0XB2
>>> b
178
```

2.3.2 なぜ `-22 // 10` は `-3` を返すのですか？

`i % j` が `j` と同じ符号であってほしいことに基づいています。それに加えて以下のようにもしたいとすると:

```
i == (i // j) * j + (i % j)
```

整数除算は床を返すことになります。C にも C の一貫性があって、`i % j` が `i` と同じ符号を持つように `i // j` を丸めています。

`i % j` は、`j` が負の時には実際にはほとんど使いません。`j` が正なら、たくさん使います。その事実上すべての場合、`i % j` は `>= 0` となる方が便利です。時計が 10 時を指している時、その 200 時間前は何時でしょうか。 `-190 % 12 == 2` となるのが便利です。 `-190 % 12 == -10` は噛み付きかねないバグです。

注釈: Python 2 では、`__future__.division` が有効でなければ、`a / b` は `a // b` と同じ結果を返します。これは ”古典的な (classic)” 除算とも呼ばれます。

2.3.3 文字列を数に変換するにはどうしたらいいですか？

整数に変換するには、組み込みの `int()` 型コンストラクタを使ってください。例えば、`int('144') == 144` です。同様に、`float()` は浮動小数点に変換します。例えば、`float('144') == 144.0` です。

デフォルトでは、これらは数を十進数として解釈するので、`int('0o144')` や `int('0x144')` は `ValueError` を送出します。`int(string, base)` はオプションの第二引数をとって変換元の基数にします。つまり `int('0x144', 16) == 324` です。基数が 0 と指定された場合、その数は Python の基準によって解釈されます。先頭が `'0o'` なら八進数で、`'0x'` なら十六進数を表します。

文字列を数に変換するだけのために `eval()` を使わないでください。`eval()` は特に遅いですし、セキュリティ上のリスクもあります。求められない副作用を持つような Python の式を渡そうとする人がいるかも知れません。例えば、あなたのホームディレクトリを消去する `__import__('os').system("rm -rf $HOME")` を渡そうとする人がいるかも知れません。

`eval()` にも数を Python の式として解釈する機能があります。だから例えば、`eval('09')` は構文エラー起こします。Python は `'0'` で始まる数を八進数 (基数 8) とみなすからです。

2.3.4 数を文字列に変換するにはどうしたらいいですか？

To convert, e.g., the number 144 to the string '144', use the built-in type constructor `str()`. If you want a hexadecimal or octal representation, use the built-in functions `hex()` or `oct()`. For fancy formatting, see the `formatstrings` section, e.g. `"{:04d}".format(144)` yields `'0144'` and `"{: .3f}".format(1.0/3.0)` yields `'0.333'`. In Python 2, the division (`/`) operator returns the floor of the mathematical result of division if the arguments are ints or longs, but it returns a reasonable approximation of the division result if the arguments are floats or complex:

```
>>> print('{:.3f}'.format(1/3))
0.000
>>> print('{:.3f}'.format(1.0/3))
0.333
```

In Python 3, the default behaviour of the division operator (see [PEP 238](#)) has been changed but you can have the same behaviour in Python 2 if you import division from `__future__`:

```
>>> from __future__ import division
>>> print('{:.3f}'.format(1/3))
0.333
```

You may also use the `%` operator on strings. See the library reference manual for details.

2.3.5 文字列をインプレースに変更するにはどうしたらいいですか？

文字列はイミュータブルなので、変更することはできません。それができるオブジェクトを作るには、その文字列をリストに変換してみるか、`array` モジュールを使ってください:

```
>>> import io
>>> s = "Hello, world"
>>> a = list(s)
>>> print a
['H', 'e', 'l', 'l', 'o', ',', ' ', 'w', 'o', 'r', 'l', 'd']
>>> a[7:] = list("there!")
>>> ''.join(a)
'Hello, there!'

>>> import array
>>> a = array.array('c', s)
>>> print a
array('c', 'Hello, world')
>>> a[0] = 'y'; print a
array('c', 'yello, world')
>>> a.tostring()
'yello, world'
```

2.3.6 関数やメソッドを呼ぶのに文字列を使うにはどうしたらいいですか？

様々なテクニックがあります。

- 一番いいのは、文字列を関数に対応させる辞書を使うことです。このテクニックの一番の利点は、文字列が関数の名前と同じ必要がないことです。この方法は `case` 構造をエミュレートするための一番のテクニックでもあります:

```
def a():
    pass
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
def b():
    pass

dispatch = {'go': a, 'stop': b} # Note lack of parens for funcs

dispatch[get_input()]() # Note trailing parens to call function
```

- 組み込み関数の `getattr()` を使う方法:

```
import foo
getattr(foo, 'bar')()
```

なお、`getattr()` はクラス、クラスインスタンス、モジュールなど、どんなオブジェクトにも使えます。

これは標準ライブラリでも何箇所が使われています。このように:

```
class Foo:
    def do_foo(self):
        ...

    def do_bar(self):
        ...

f = getattr(foo_instance, 'do_' + opname)
f()
```

- `locals()` や `eval()` を使って関数名を決める方法:

```
def myFunc():
    print "hello"

fname = "myFunc"

f = locals()[fname]
f()

f = eval(fname)
f()
```

ノート: `eval()` の使用は遅いし危険です。もしあなたが文字列の内容を絶対に支配できなければ、任意の関数を実行されるようにする文字列を渡す人がいるかも知れません。

2.3.7 文字列から後端の改行を取り除く **Perl** の `chomp()` に相当するものはありますか？

Python 2.2 からは、`S.rstrip("\r\n")` を使って文字列 `S` の終端から他の空白文字を取り除くことなくすべての行末記号を取り除くことができます。文字列 `S` が複数行を表し、終端に空行があるとき、そのすべての空行も取り除かれます:


```
>>> lines = ("line 1 \r\n"
...          "\r\n"
...          "\r\n")
>>> lines.rstrip("\n\r")
'line 1 '
```

これは典型的に一度に一行ずつテキストを読みたい時にのみ使われるので、`S.rstrip()` をこの方法で使うとうまくいきます。

古いバージョンの Python では、部分的な代用品が二つあります：

- すべての終端の空白文字を取り除きたいなら、文字列オブジェクトの `rstrip()` メソッドを使ってください。これは改行記号一つだけでなく、すべての終端の空白文字を取り除きます。
- そうでなく、文字列 `S` に一行しか無いなら、`S.splitlines()[0]` を使ってください。

2.3.8 `scanf()` や `sscanf()` と同等なものはありますか？

そのようなものはありません。

簡単な入力解析で、多くの場合に一番簡単な方法は、文字列オブジェクトの `split()` メソッドで行を空白文字で区切られた単語に分け、十進数の文字列を `int()` や `float()` で数値に変換することです。 `split()` にはオプションの `"sep"` 変数があり、行に空白文字以外の区切りを使っているときに便利です。

もっと複雑な入力解析をしたいなら、C の `sscanf()` よりも正規表現の方が便利です、この処理に向いています。

2.3.9 `'UnicodeError: ASCII [decoding,encoding] error: ordinal not in range(128)'` とはどういう意味ですか？

このエラーは、あなたの Python インストールが 7-bit ASCII 文字列しか扱えないことを表します。この問題を扱うには二つの方法があります。

あなたのプログラムが、任意の文字セットエンコーディングのデータを扱わなければならないなら、一般に、アプリケーションが起動する環境によってデータのエンコーディングが特定されます。入力をそのエンコーディングを使って Unicode に変換する必要があります。例えば、email や web 入力を扱うプログラムは、概して文字セットエンコーディング情報を Content-Type ヘッダから見つけます。これに使うことで、入力データを Unicode に正しく変換できます。 `value` によって参照される文字列が UTF-8 でエンコードされているとすれば：

```
value = unicode(value, "utf-8")
```

は Unicode オブジェクトを返します。データが UTF-8 に正しく変換されないなら、上記の呼び出しは `UnicodeError` 例外を送出します。

非 ASCII データを持つ文字列を Unicode に変換すればいいだけなら、まず ASCII エンコーディングを仮定して変換し、失敗したら Unicode オブジェクトを生成すればいいです：

```
try:
    x = unicode(value, "ascii")
except UnicodeError:
    value = unicode(value, "utf-8")
else:
    # value was valid ASCII data
    pass
```

デフォルトのエンコーディングは、Python ライブラリの一部である `sitecustomize.py` と呼ばれるファイルで設定できます。しかし、Python 全体におけるデフォルトのエンコーディングを変えてしまうことは、サードパーティ拡張モジュールの失敗につながるのでお勧めできません。

なお、Windows には、“mbcs” として知られるエンコーディングがあり、これはあなたのロケールに依存するエンコーディングを使います。多くの場合、特に COM で作業をするとき、これが使うのに適したデフォルトのエンコーディングです。

2.4 シーケンス (タプル/リスト)

2.4.1 タプル、リスト間の変更はどのようにするのですか？

型コンストラクタ `tuple(seq)` はすべてのシーケンス (実際には、すべてのイテラブル) を同じ要素、同じ順序のタプルに変換します。

例えば、`tuple([1, 2, 3])` は `(1, 2, 3)` を与え、`tuple('abc')` は `('a', 'b', 'c')` を与えます。引数がタプルなら、コピーを作らずに引数のオブジェクトそのものを返すので、あるオブジェクトが既にタプルになっているか確信が持てないのなら、`tuple()` を呼ぶのが手軽です。

型コンストラクタ `list(seq)` はすべてのシーケンスあるいはイテラブルを同じ要素、同じ順序のリストに変換します。例えば、`list((1, 2, 3))` は `[1, 2, 3]` を与え、`list('abc')` は `['a', 'b', 'c']` を与えます。引数がリストなら、`seq[:]` と同様にコピーを作ります。

2.4.2 インデクスが負の場合はどうなりますか？

Python のシーケンスは正の数と負の数でインデクスされます。正の数では、0 が最初のインデクス、1 が 2 番目のインデクス、以下も同様です。負のインデクスでは、-1 が最後のインデクス、-2 が最後から 2 番目のインデクス、以下も同様です。`seq[-n]` は `seq[len(seq)-n]` と同じだと考えてください。

負のインデクスを使うと便利なことがあります。例えば、`s[:-1]` は文字列の最後以外のすべての文字を表すので、文字列の末尾の改行を取り除くときに便利です。

2.4.3 シーケンスを逆順にイテレートするにはどうしたらいいですか？

Python 2.4 で追加された `reversed()` を使ってください:

```
for x in reversed(sequence):
    ... # do something with x ...
```

これは元のシーケンスをいじるのではなく、逆順の新しいコピーを作ってイテレートさせます。

Python 2.3 では、拡張スライス構文を使います:

```
for x in sequence[::-1]:
    ... # do something with x ...
```

2.4.4 リストから重複を取り除くにはどうしますか？

Python Cookbook の長い議論に多くの方法があるので参照してください:

<https://code.activestate.com/recipes/52560/>

リストを並び替えて構わないのなら、ソートした上でリストの最初から最後までを調べ、次のように重複を削除してください:

```
if mylist:
    mylist.sort()
    last = mylist[-1]
    for i in range(len(mylist)-2, -1, -1):
        if last == mylist[i]:
            del mylist[i]
        else:
            last = mylist[i]
```

リストのすべての要素が辞書のキーとして使える (つまり、すべての要素が hashable) なら、おそらくこのほうが速いです:

```
d = {}
for x in mylist:
    d[x] = 1
mylist = list(d.keys())
```

Python 2.5 以上では、以下を代わりに使えます:

```
mylist = list(set(mylist))
```

リストを集合に変換するときに重複は取り除かれるので、それをリストに戻せばいいのです。

2.4.5 Python で配列を作るにはどうしますか？

リストを使ってください:

```
["this", 1, "is", "an", "array"]
```

リストの時間計算量は C や Pascal の配列と同じです。大きな違いは、Python のリストは多くの異なる型のオブジェクトを含めることです。

`array` モジュールにも固定された型を簡潔に表現する配列を作るためのメソッドがありますが、リストよりもインデクスが遅いです。また、Numeric 拡張その他でも、様々な特徴をもつ配列的な構造体が定義されています。

Lisp 方式の連結リストを得るのに、タプルを使ってコンセルをエミュレートできます:

```
lisp_list = ("like", ("this", ("example", None) ) )
```

ミュータブルな必要があるなら、タプルではなくリストを使いましょう。lisp の `car` にあたるものが `lisp_list[0]` で、`cdr` にあたるものが `lisp_list[1]` です。本当に必要だと確信できるとき以外はこれはしないでください。たいてい、これは Python のリストを使うよりも非常に遅いからです。

2.4.6 多次元のリストを作るにはどうしますか？

このようにして多次元の配列を作ろうとしてしまったことがあるでしょう:

```
>>> A = [[None] * 2] * 3
```

これを表示したときには問題なさそうに見えます:

```
>>> A
[[None, None], [None, None], [None, None]]
```

しかし値を代入すると、その値が複数の場所に現れてしまいます:

```
>>> A[0][0] = 5
>>> A
[[5, None], [5, None], [5, None]]
```

これは、`*` を使ったリストの複製がコピーを作らず、存在するオブジェクトへの参照を作るだけだからです。この `*3` は長さ 2 の同じリストへの参照を含むリストを作ります。一つの列に対する変更はすべての列に現れますが、これが望んだ結果であることはまずないでしょう。

おすすめの方法は、最初に望んだ長さのリストを作り、それから新しく作ったリストでそれぞれの要素を埋めていくことです:

```
A = [None] * 3
for i in range(3):
    A[i] = [None] * 2
```

これは長さ 2 の異なるリスト 3 つを含むリストを生成します。リスト内包表記も使えます:

```
w, h = 2, 3
A = [[None] * w for i in range(h)]
```

あるいは、行列データ型を提供している拡張を使用することもできます; NumPy が最もよく知られています。

2.4.7 オブジェクトのシーケンスにメソッドを適用するにはどうしますか？

リスト内包表記を使ってください:

```
result = [obj.method() for obj in mylist]
```

もっと一般化したければ、以下の関数を試してみてください:

```
def method_map(objects, method, arguments):
    """method_map([a,b], "meth", (1,2)) gives [a.meth(1,2), b.meth(1,2)]"""
    nobjects = len(objects)
    methods = map(getattr, objects, [method]*nobjects)
    return map(apply, methods, [arguments]*nobjects)
```

2.4.8 なぜ加算はされるのに `a_tuple[i] += 'item'` は例外を送出するのですか？

これは、拡張代入演算子は代入演算子だ、という事実と、Python での可変オブジェクトと不変オブジェクトの違いが組み合わさって起きるのです。

この議論は一般的に、可変オブジェクトを指すタプルの要素に、拡張代入演算子が適用されたときにも適用できますが、例として `list` と `+=` を使います。

次のように書いたとします:

```
>>> a_tuple = (1, 2)
>>> a_tuple[0] += 1
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

例外が送出された理由は明らかです: 1 が (1) を指すオブジェクト `a_tuple[0]` に加えられ、結果のオブジェクト 2 が生成されますが、計算結果 2 をタプルの第 0 要素に代入しようとしたときに、エラーが発生します。なぜならば、タプルの要素が何を指すかは変えられないからです。

このような裏事情の元、拡張代入文はだいたい次のようなことをしています:

```
>>> result = a_tuple[0] + 1
>>> a_tuple[0] = result
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

タプルは不変なので、例外を生み出しているのは操作の代入部分なのです。

次のように書いたとします:

```
>>> a_tuple = (['foo'], 'bar')
>>> a_tuple[0] += ['item']
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

この例外にはちょっと驚きますが、もっと驚くべきことは、エラーがあったとしても追記はきちんと動いている、という事実です:

```
>>> a_tuple[0]
['foo', 'item']
```

なぜこれが起きるかを調べるためには、次の2点を知っている必要があります。(a) オブジェクトに `__iadd__` 特殊メソッドが実装されている場合、拡張代入 `+=` が実行されるときにそれが呼び出され、その戻り値が代入文で使われます; (b) リストでは、`__iadd__` は `extend` の呼び出しと等価で、リストを返します。こんな理由で、リストでは `+=` は `list.extend` の”略記” だと言ったのでした:

```
>>> a_list = []
>>> a_list += [1]
>>> a_list
[1]
```

これは次のと等価です:

```
>>> result = a_list.__iadd__([1])
>>> a_list = result
```

`a_list` が指していたオブジェクトは更新され、更新されたオブジェクトへのポインタは再度 `a_list` に代入されます。代入しているのは、`a_list` が更新前まで指していた同じオブジェクトへのポインタなので、代入は最終的には何もしていないのですが、代入処理自体は起きています。

従って、今のタプルの例では、次のと同じことが起きています:

```
>>> result = a_tuple[0].__iadd__(['item'])
>>> a_tuple[0] = result
Traceback (most recent call last):
...
TypeError: 'tuple' object does not support item assignment
```

`__iadd__` は成功し、リストは拡張 (`extend`) されますが、`result` が `a_tuple[0]` が既に指しているオブジェクトと同じオブジェクトを指していたとしても、タプルは不変なので、その最後の代入はやはりエラーとなります。

2.5 辞書

2.5.1 一貫した順序でキーを表示する辞書はありますか？

できません。辞書はキーを予測できない順序で保存しているので、辞書の要素が表示される順序もまた予測できないのです。

ファイルに印字可能なバージョンを保存し、変更を加えてから他の印字された辞書と比較したい時に苛立たいかもしれません。この場合は、`pprint` モジュールで辞書を整形して表示してください。要素がキーでソートされて表されます。

もっと複雑な解決策は、`dict` のサブクラスとして `SortedDict` クラスを作り、それに予測可能な順序で自身を表示させることです。そのようなクラスの単純な実装の一つは:

```
class SortedDict(dict):
    def __repr__(self):
        keys = sorted(self.keys())
        result = ("{!r}: {!r}".format(k, self[k]) for k in keys)
        return "{{{}}}".format(", ".join(result))

    __str__ = __repr__
```

これは完璧な解法とは程遠いですが、多くの状況でうまく働くでしょう。最大の欠点は、辞書内のどれかの値がまた辞書であった場合に、それらの値はどんな特定の順序でも表示されないことです。

2.5.2 複雑なソートがしたいのですが、Python でシュワルツ変換はできますか？

Perl コミュニティの Randal Schwartz の作とされるこのテクニックは、それぞれの要素に「ソート値」を対応付けるある尺度によって、リストの要素をソートします。Python では、`sort()` 関数で `key` 引数を使ってください:

```
Isorted = L[:]
Isorted.sort(key=lambda s: int(s[10:15]))
```

2.5.3 リストを別のリストの値によってソートするにはどうしますか？

二つのリストを混ぜあわせてタプルのリストにしてから、必要な要素を選んでください:

```
>>> list1 = ["what", "I'm", "sorting", "by"]
>>> list2 = ["something", "else", "to", "sort"]
>>> pairs = zip(list1, list2)
>>> pairs
[('what', 'something'), ('I'm', 'else'), ('sorting', 'to'), ('by', 'sort')]
>>> pairs.sort()
>>> result = [ x[1] for x in pairs ]
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
>>> result
['else', 'sort', 'to', 'something']
```

最後の段階の別のやり方は:

```
>>> result = []
>>> for p in pairs: result.append(p[1])
```

このほうが読みやすいと、最後のリスト内包表記ではなくこれを使いたくなるかもしれません。しかし、これは長いリストではほぼ二倍の時間がかかります。なぜでしょうか。まず、`append()` 演算はメモリを割り当て直す必要があり、それを避けるために毎回ちょっと工夫していますが、それでも避けられないことがあるので、少し時間がかかるのです。二つ目に、`result.append` には属性探索が余計に必要で、三つ目に、これらすべての関数を呼ぶ必要があることで速度が落ちてしまいます。

2.6 オブジェクト

2.6.1 クラスとは何ですか？

クラスは、`class` 文の実行で生成される特殊なオブジェクトです。クラスオブジェクトはインスタンスオブジェクトを生成するためのテンプレートとして使われ、あるデータ型に特有のデータ (attribute/属性) とコード (メソッド) の両方を内蔵しています。

新しいクラスを一つ以上の他のクラス (新しいクラスの基底クラスと呼ばれます) に基づいて作ることもできます。この新しいクラスは、基底クラスから属性とメソッドを継承します。これにより、オブジェクトモデルを継承で連続的に洗練できます。メールボックスへの基本的なアクセサを提供する一般的な `Mailbox` クラスを作って、それからいろいろな特定のメールボックスの形式を扱う `MboxMailbox`、`MaildirMailbox`、`OutlookMailbox` のようなサブクラスを作れるのです。

2.6.2 メソッドとは何ですか？

メソッドは、オブジェクト `x` が持つ関数で、通常 `x.name(arguments...)` として呼び出されるものです。メソッドはクラス定義の中で関数として定義されます:

```
class C:
    def meth(self, arg):
        return arg * 2 + self.attribute
```

2.6.3 `self` とは何ですか？

`self` はメソッドの第一引数に慣習的につけられる名前にすぎません。`meth(self, a, b, c)` として定義されたメソッドは、その定義がなされたクラスのインスタンス `x` に対して `x.meth(a, b, c)` として呼び出されます。呼び出されたメソッドは、`meth(x, a, b, c)` が呼ばれたものと考えます。

なぜメソッドの定義や呼び出しにおいて 'self' を明示しなければならないのですか？ も参照してください。

2.6.4 あるオブジェクトが、与えられたクラスやそのサブクラスのインスタンスであるかを調べるにはどうしますか？

ビルトイン関数 `isinstance(obj, cls)` を使ってください。クラスのタプルを与えて `isinstance(obj, (class1, class2, ...))` のようにすれば、あるオブジェクトが任意の数のクラスのオブジェクトであるかを調べられますし、`isinstance(obj, str)` や `isinstance(obj, (int, long, float, complex))` のようにすれば、Python のビルトイン型のオブジェクトであるかも調べられます。

なお、大部分のプログラムでは、`isinstance()` をユーザー定義のクラスに何度も使うべきではありません。クラスを自分で開発するときに、適切なオブジェクト指向スタイルは、特定の振る舞いをカプセル化するクラスのメソッドを定義するものであって、オブジェクトのクラスを調べてそのクラスに応じて違うことをするものではありません。例えば、何かをする関数があったとして：

```
def search(obj):
    if isinstance(obj, Mailbox):
        ... # code to search a mailbox
    elif isinstance(obj, Document):
        ... # code to search a document
    elif ...
```

よりよいアプローチは、`search()` メソッドをすべてのクラスに定義して、それをただ呼び出すことです：

```
class Mailbox:
    def search(self):
        ... # code to search a mailbox

class Document:
    def search(self):
        ... # code to search a document

obj.search()
```

2.6.5 委譲とは何ですか？

委譲 (delegation) とは、オブジェクト指向のテクニック (デザインパターンとも呼ばれる) の一つです。オブジェクト `x` があって、そのメソッドのうちただ一つの振る舞いを変えたいとしましょう。新しいクラスを作成し、変えたいメソッドだけを新しく実装し、他のすべてのメソッドを `x` の対応するメソッドに委譲する新しいクラスを作れます。

Python プログラマは簡単に委譲を実装できます。例えば、以下のクラスは、ファイルのように振る舞いながらすべての文字を大文字に変換するクラスを実装します：

```
class UpperOut:

    def __init__(self, outfile):
        self._outfile = outfile

    def write(self, s):
        self._outfile.write(s.upper())

    def __getattr__(self, name):
        return getattr(self._outfile, name)
```

ここで UpperOut クラスは write() メソッドを定義しなおして、引数の文字列を大文字に変換してから基礎となる self._outfile.write() メソッドを呼び出すようにします。その他すべてのメソッドは基礎となる self._outfile オブジェクトに移譲されます。この委譲は __getattr__ メソッドを通してなされます。属性の制御の詳細は [言語リファレンス](#) を参照してください。

なお、一般的に委譲はトリッキーになりがちです。属性が設定される時には読み出される時と同様に、そのクラスに __setattr__() メソッドを定義する必要があり、それには細心の注意が必要です。__setattr__() の基本的な実装はおおよそ以下のようになります:

```
class X:
    ...
    def __setattr__(self, name, value):
        self.__dict__[name] = value
    ...
```

たいてい、__setattr__() 実装は self.__dict__ を変更して、無限再帰を起こすことなくローカルな状態を保存するようにしなければなりません。

2.6.6 基底クラスで定義されたメソッドを、そのクラスをオーバーライドした派生クラスから呼び出すにはどうしますか？

新スタイルのクラスを使っている場合は、組み込みの super() 関数を使ってください:

```
class Derived(Base):
    def meth(self):
        super(Derived, self).meth()
```

旧スタイルクラスを使っているなら: class Derived(Base): ... のようなクラス定義で、Base.meth(self, arguments...) とすれば、Base (または Base の基底クラス) で定義された meth() メソッドを呼び出せます。ここで、Base.meth は束縛されていないメソッドなので、self 引数を渡す必要があります。

2.6.7 基底クラスの名前を変えやすいコードを書くにはどうしますか？

基底クラスのエイリアス (alias) を定義し、先にそれに本当の基底クラスを代入しておいてから、クラス定義の中でそのエイリアスを使うといいかもしれません。そうすればエイリアスに代入する値を変えるだけで済みます。ちなみに、この手法は使用する基底クラスを動的に選びたいとき、例えば使えるリソースによって選びたいときなどにも便利です。例:

```
BaseAlias = <real base class>

class Derived(BaseAlias):
    def meth(self):
        BaseAlias.meth(self)
    ...
```

2.6.8 静的なクラスデータや静的なクラスメソッドを作るにはどうしますか？

(C++ や Java の意味で) 静的なデータも静的なメソッドも Python でサポートされています。

静的なデータを作るには、単純にクラス属性を定義してください。その属性に新しい値を代入するには、代入するクラス名を明示する必要があります:

```
class C:
    count = 0    # number of times C.__init__ called

    def __init__(self):
        C.count = C.count + 1

    def getcount(self):
        return C.count    # or return self.count
```

c そのものや c.__class__ から C にいたるパス探索経路上のクラスによってオーバーライドされない限り、c.count も isinstance(c, C) であるすべての c に対する C.count を参照します。

注意: C のメソッド内では、self.count = 42 のような代入は self 自身の辞書に "count" という名前の新しくて関係ないインスタンスを作ります。クラスの静的なデータの再束縛には、メソッド内であるか否かにかかわらず、いつもクラスを指定しなければなりません:

```
C.count = 314
```

Python 2.2 からは、静的メソッドが使えます:

```
class C:
    def static(arg1, arg2, arg3):
        # No 'self' parameter!
        ...
    static = staticmethod(static)
```

Python 2.4 のデコレータを使って、以下のようにも書けます:

```
class C:
    @staticmethod
    def static(arg1, arg2, arg3):
        # No 'self' parameter!
        ...
```

しかし、静的メソッドの効果を得るもっと簡単な方法は、単にモジュールレベル関数を使うことです:

```
def getcount():
    return C.count
```

モジュールあたりに一つのクラスを定義するように (あるいはクラス組織を厳密に関連させるように) コードが構成されているなら、これで必要なカプセル化ができます。

2.6.9 Python でコンストラクタ (やメソッド) をオーバーロードするにはどうしたらいいですか？

この質問の答えはすべてのメソッドについて言えることですが、この質問はだいたい以下の構造の文脈から出てきます。

C++ では、このように書けます

```
class C {
    C() { cout << "No arguments\n"; }
    C(int i) { cout << "Argument is " << i << "\n"; }
}
```

Python では、一つのコンストラクタでデフォルトの引数を使ってすべての場合に対応するように書かなければなりません。例えば:

```
class C:
    def __init__(self, i=None):
        if i is None:
            print "No arguments"
        else:
            print "Argument is", i
```

これで完全に等価とは言えませんが、実用上は十分に近いです。

長さが変えられる引数のリストを試すには、例えば

```
def __init__(self, *args):
    ...
```

これと同じやり方がすべてのメソッド定義で使えます。

2.6.10 `__spam` を使おうとしたら `SomeClassName__spam` からエラーがでました。

先頭にアンダースコアが二つ付いた変数名は、クラスのプライベートな変数を、“マングル化”という単純かつ効率のいい方法で定義します。`__spam` のような形式 (先頭に二つ以上、末尾にもしあっても一つのアンダースコアがある) のすべての識別子は、`classname` が先頭のアンダースコアをすべて削除した現在のクラス名とすれば、`_classname__spam` のように文字上で置換えられます。

これはプライベートであることを保証するものではありません。それでも外部のユーザが“`_classname__spam`”属性に直接アクセスできますし、プライベートな変数はオブジェクトの `__dict__` から見えます。多くの Python プログラマはわざわざプライベートな変数名を使おうとなど考えません。

2.6.11 クラスに `__del__` メソッドを定義しているのですが、オブジェクトを削除したときに呼ばれません。

いくつかの可能性があります。

`del` 文は必ずしも `__del__()` を呼び出すとは限りません – これは単純にオブジェクトの参照カウントを減らすもので、カウントがゼロになったときに `__del__()` が呼び出されます。

データ構造が循環リンク (子のそれぞれが親の参照を持ち、親のそれぞれが子のリストを持つツリーなど) を含む場合、その参照カウントは決して 0 にはなりません。時々、Python はこのようなサイクルを検出するアルゴリズムを実行しますが、データ構造への参照がなくなってからこのガベージコレクタが実行されるまでいくらか時間が掛かるかもしれないので、`__del__()` メソッドは不都合な予期できないタイミングで呼び出されるかもしれません。これは問題を再現しようとするときに不便です。さらに悪いことに、オブジェクトの `__del__()` メソッドが実行される順序は任意です。 `gc.collect()` を起動して収集を強制することができますが、オブジェクトが決して回収されないような本当に病的な場合もあります。

周期的なコレクタにかかわらず、オブジェクトに `close()` メソッドを明示的に定義し、使い終わったらいつでも呼び出せるようにするのはいいことです。そうすれば `close()` メソッドはサブオブジェクトへの参照をする属性を取り除いてくれます。 `__del__()` を直接呼び出さないでください – `__del__()` は `close()` を呼び出すでしょうし、`close()` なら同じオブジェクトに対して複数回呼ばれてもいいことが保証されているでしょう。

循環参照を避ける他の方法は、`weakref` モジュールを使って、参照カウントを増やすことなくオブジェクトを示すことです。例えばツリー構造は、親と (必要なら!) 兄弟に弱参照を使うべきです。

`except` 節で例外を捕まえた関数内でオブジェクトがローカル変数であったたなら、そのオブジェクトへの参照が関数のスタックフレーム内でスタックトレース内に含まれることで存在する可能性があります。通常、`sys.exc_clear()` を呼び出せば、最後に記録された例外を消去することで対処してくれます。

最後に、`__del__()` メソッドが例外を発生させた場合、警告のメッセージが `sys.stderr` に書きこまれます。

2.6.12 与えられたクラスのすべてのインスタンスのリストを得るにはどうしますか？

Python はクラス (やビルトイン型) のすべてのインスタンスをたどりません。クラスのコンストラクタにそれぞれのインスタンスへの弱参照のリストを作らせることですべてのインスタンスをたどらせられます。

2.6.13 なぜ `id()` の結果は一意でないように見えるのですか？

組み込みの `id()` は、オブジェクトが生きている間は一意であることが保証されている整数値を返します。CPython では、それはオブジェクトのメモリアドレスなので、オブジェクトがメモリから削除された後に、次に新しく生成されたオブジェクトはメモリの同じ場所にメモリ領域を確保されていることが、しばしば起きます。この現象を次の例で示しましょう:

```
>>> id(1000)
13901272
>>> id(2000)
13901272
```

2 つの同じ値を持つ `id` は `id()` の実行の前に作られてすぐさま削除された異なる整数オブジェクトによるものです。`id` を調べたいオブジェクトがまだ生きてることを保証したいなら、オブジェクトへの別の参照を作ってください:

```
>>> a = 1000; b = 2000
>>> id(a)
13901272
>>> id(b)
13891296
```

2.7 モジュール

2.7.1 `.pyc` ファイルを作るにはどうしますか？

モジュールが最初にインポートされる時 (またはソースが現在コンパイルされているファイルよりも新しいとき)、コンパイルされたコードを含む `.pyc` ファイルが `.py` ファイルと同じディレクトリに作られるでしょう。

`.pyc` ファイルが作られないとしたら、ディレクトリの権限の問題があるかもしれません。たとえばこれは、web サーバなどでテストするときのように、開発のときと違うユーザとして起動するときなどに起こりえます。モジュールをインポートしたときに Python がコンパイルされたモジュールをディレクトリに書き込むための条件 (権限、容量の空き、etc...) が揃っていれば、`.pyc` ファイルの生成は自動的に行われます。

トップレベルのスクリプトを実行することはインポートとは見做されず、`.pyc` は生成されません。例えば、トップレベルモジュール `abc.py` があって、他のモジュール `xyz.py` をインポートするようになっているとき、`abc` を起動すると、`xyz` のインポート時に `xyz.pyc` が生成されますが、`abc.py` はインポートされないため `abc.pyc` ファイルは生成されません。

abc.pyc が必要なら – つまり、インポートされないモジュールの .pyc ファイルを生成するためには – py_compile や compileall モジュールが利用できます。

py_compile モジュールは手動で任意のモジュールをコンパイルできます。やり方の一つは、このモジュールの compile() 関数をインタラクティブに実行することです:

```
>>> import py_compile
>>> py_compile.compile('foo.py')
```

このように実行すると、foo.py と同じ場所に .pyc が書き出されます (出力ファイルの位置は、オプション引数 cfile で上書きすることもできます)。

compileall モジュールを使えば自動的に一つや複数のディレクトリのすべてのファイルをコンパイルできます。シェルプロンプトから compileall.py を起動して、コンパイルしたいファイルを含むディレクトリのパスを指定してください:

```
python -m compileall .
```

2.7.2 現在のモジュール名を知るにはどうしますか？

モジュールは前もって定義されたグローバル変数 __name__ を検索することで自身の名前を決定できます。この値が '__main__' であるとき、そのプログラムはスクリプトとして実行されています。インポートされることによって使われる大抵のモジュールはコマンドラインインタフェースや自己テストも提供していて、__name__ をチェックしてからそのコードだけを実行します:

```
def main():
    print 'Running test...'
    ...

if __name__ == '__main__':
    main()
```

2.7.3 相互にインポートしあうモジュールを作るにはどうしたらいいですか？

以下のモジュールがあったとしましょう:

foo.py:

```
from bar import bar_var
foo_var = 1
```

bar.py:

```
from foo import foo_var
bar_var = 2
```

問題はインタプリタが以下の段階を実行することです:

- `main` が `foo` をインポートする
- `foo` の空のグローバルが生成される
- `foo` がコンパイルされ実行を始める
- `foo` が `bar` をインポートする
- `bar` の空のグローバルが生成される
- `bar` がコンパイルされ実行を始める
- `bar` が `foo` をインポートする (すでに `foo` という名前のモジュールがあるので no-op となる)
- `bar.foo_var = foo.foo_var`

この最後の段階は失敗します。Python が `foo` を解釈し終わっていないで、`foo` のグローバルなシンボルの辞書はまだ空ですから。

`import foo` を使って、グローバルコードの `foo.foo_var` にアクセスしようとしたときにも、これと同じことが起こります。

この問題には (少なくとも) 三つの解決策があります。

Guido van Rossum は `from <module> import ...` を全く使わないで、すべてのコードを関数の中に入れることを勧めています。グローバル変数とクラス変数の初期化は定数とビルトイン関数のみで行われるべきです。これでインポートされたすべてのモジュールは `<module>.<name>` として参照されることになります。

Jim Roskind はそれぞれのモジュールに対して以下の順に進めることを提案しています:

- エクスポート (インポートされた基底クラスを必要としないグローバル、関数、クラス)
- `import` 文
- アクティブなコード (インポートされた値によって初期化されるグローバルを含む)。

インポートが奇妙な場所に現れることから van Rossum はこの方法をそれほど好みませんが、これは有効です。

Matthias Urlichs は第一に再帰インポートが必要ないようにコードを構築しなすことを推奨しています。

これらの解決策はそれぞれ両立させることもできます。

2.7.4 `__import__('x.y.z')` は `<module 'x'>` を返しますが、`z` を得るためにはどうしますか？

`mod:importlib` に `import_module()` という便利な関数があるので、代わりにそちらを使用することを検討してください。

```
z = importlib.import_module('x.y.z')
```


2.7.5 インポートされたモジュールを編集してから再インポートしましたが、変化が現れません。なぜですか？

効率と一貫性上の理由から、Python はモジュールが最初にインポートされた時にのみモジュールファイルを読み込みます。そうしないと、たくさんのモジュールでできていて、それぞれが同じ基本モジュールをインポートしているようなプログラムでは、その基本モジュールの解析と再解析が繰り返されることになります。変更されたモジュールの再読込を強制するには、こうしてください:

```
import modname
reload(modname)
```

注意: この手法は 100% 安全とは言えません。とりわけ

```
from modname import some_objects
```

のような文を含むモジュールは、インポートされたオブジェクトの古いバージョンを使い続けます。そのモジュールにクラス定義が含まれていたら、存在するクラスインスタンスは新しいクラス定義を使うようにアップデートされません。これによって以下の矛盾した振舞いがなされます:

```
>>> import cls
>>> c = cls.C()                # Create an instance of C
>>> reload(cls)
<module 'cls' from 'cls.pyc'>
>>> isinstance(c, cls.C)      # isinstance is false?!?
False
```

この問題の本質は、クラスオブジェクトを印字することで明らかになります:

```
>>> c.__class__
<class cls.C at 0x7352a0>
>>> cls.C
<class cls.C at 0x4198d0>
```


第 3 章

デザインと歴史 FAQ

3.1 Python はなぜ文のグループ化にインデントを使うのですか？

Guido van Rossum の信じるところによれば、インデントによるグループ化は非常にエレガントで、平均的な Python プログラムを大いに読みやすくします。しばらくすればほとんどの人はこの特徴を気に入るようになります。

開始/終了の括弧がないので、構文解析器と人間の読者の間にグループ化の解釈の違いは起こりえません。時折、C のプログラマはこのようなコード片に出くわします：

```
if (x <= y)
    x++;
    y--;
z++;
```

この条件文が真の時のみ実行されるのは `x++` 文だけですが、このインデントでは誤解を招きます。経験を積んだ C プログラマでさえ、`y` が `x > y` の時にもデクリメントされるのはなぜか分からず長いこと立ち止まることがあるでしょう。

開始/終了の括弧がないので、Python はコーディングスタイルの対立が非常に起こりにくくなります。C では多様なカッコの置き方があります。一つのスタイルでのコードの読み書きに慣れてしまうと、他のスタイルを読む（あるいは書く必要がある）ときにむずむずするでしょう。

多くのコーディングスタイルは `begin/end` の括弧にそれぞれ一行を使います。これではプログラムは冗長になって画面を浪費し、プログラムの見通しが悪くなります。一つの関数は一画面（例えば 20 から 30 行）に収めるのが理想です。20 行の Python は 20 行の C よりもはるかに多くの作業ができます。これは `begin/end` の括弧がないからだけではありません – 宣言が不要なことや高レベルなデータ型もその理由です – が、インデントに基づく構文は確かに役に立っています。

3.2 なぜ単純な算術演算が奇妙な結果になるのですか？

次の質問を参照してください。

3.3 なぜ浮動小数点演算はこれほど不正確なのですか？

このような結果は、よく驚かれたり Python のバグであると考えられたりします:

```
>>> 1.2 - 1.0
0.19999999999999996
```

でもこれはバグではありません。これは Python ではなく、その基底にある C のプラットフォームによる浮動小数点数の扱い方の問題で、究極には数を固定長の桁に書き下す際に生じたものです。

浮動小数点数の内部表現では一定数の二進数で十進数を示します。二進数では正確に表せない十進数もあり、僅かな丸め誤差を生じます。

十進数演算では、 $1/3 = 0.3333333333\dots$ など、固定長の十進数では表せない数がたくさんあります。

基数が 2 のとき、 $1/2 = 0.1$ 、 $1/4 = 0.01$ 、 $1/8 = 0.001$ 、などになります。 $.2$ は $2/10$ と等しく、 $1/5$ と等しいので、二進数の分数で $0.001100110011001\dots$ になります。

浮動小数点数には 32 か 64 ビットの精度しかないので、ある桁で切り捨てられ、十進数表示で 0.2 ではなく 0.19999999999999996 となります。

浮動小数点数の `repr()` 関数はすべての浮動小数点数 `f` に対して `eval(repr(f)) == f` が真となるのに必要なだけの桁を表示します。`str()` 関数はそれより少ない桁を表示するので、より意図を汲んだ感覚的な数を得やすいです:

```
>>> 1.1 - 0.9
0.20000000000000007
>>> print 1.1 - 0.9
0.2
```

その結果、`==` による浮動小数点の演算結果の比較は間違いやすいです。僅かな不正確さだけで `==` が間違ふこともあります。その代わりに、二つの数間の差があるしきい値よりも小さいことを調べなくてはなりません:

```
epsilon = 0.000000000000001 # Tiny allowed error
expected_result = 0.4

if expected_result-epsilon <= computation() <= expected_result+epsilon:
    ...
```

詳しくは、Python チュートリアル [の floating point arithmetic の章](#)を参照してください。

3.4 なぜ Python の文字列はイミュータブルなのですか？

これにはいくつかの利点があります。

一つはパフォーマンスです。文字列がイミュータブルなら、生成時に領域を割り当てることができるので、必要な記憶域は固定されて、変更されません。これはタプルとリストを区別する理由の一つでもあります。

他の利点は、Python の文字列は数と同じくらい”基本的”なものと考えられることです。8 という値を他の何かに変える手段が無いように、文字列 ”eight” を他の何かに変える手段も無いのです。

3.5 なぜメソッドの定義や呼び出しにおいて 'self' を明示しなければならないのですか？

このアイデアは Modula-3 から取り入れられました。これは様々な理由からとても便利だと言えます。

まず、ローカル変数ではなく、メソッドやインスタンス属性を扱っていることがより明確になります。 `self.x` や `self.meth()` と書いてあれば、そのクラスの定義を憶えていなくても、それがインスタンス変数やメソッドであることは明らかなです。C++ では、(グローバルが減多になかったり、簡単に見分けがつかずなら) ローカル変数宣言がないことからある程度わかるでしょう。 – しかし Python にはローカル変数宣言がないので、クラス定義を調べて確かめなくてはなりません。C++ や Java のコーディングスタンダードに、インスタンス属性に `m_` 接頭辞をつけるものがあるので、この明示性はそれらの言語においても有用です。

第二に、特定のクラスからメソッドを明示的に参照または呼び出ししたい時に、特別な構文が必要なくなります。C++ では、派生クラスでオーバーライドされた基底クラスからメソッドを使うには、`::` 演算子を使わなければならない。 – Python では、`baseclass.methodname(self, <argument list>)` と書けます。これは特に、`__init__()` メソッドに便利です。派生クラスのメソッドが、基底クラスにある同じ名前のメソッドを拡張するために、基底クラスのメソッドをどうにかして呼び出したい時にも便利です。

最後に、インスタンス変数に対する、代入の構文の問題を解決できます。Python のローカル変数は、関数の中で (global が明示的に宣言されることなく) 値が代入された変数 (と定義されています!) です。なので、ある代入が意図するのが、ローカル変数へではなくインスタンス変数への代入であると、インタプリタが判断する手段が必要です。そしてそれは構文を見るだけで分かる方が (効率が) 良いのです。C++ ではその区別を宣言時に行いますが、Python では宣言がないので、この方法でしか区別できなかったら残念です。 `self.var` を明示すればうまく解決できます。同様に、インスタンス変数を使うのにも `self.var` と書かなければならないので、メソッドの中の `self` が付いていない名前への参照は、そのインスタンスのディレクトリを検索するまでもなくローカル変数とわかります。別の言い方をすれば、ローカル変数とインスタンス変数は二つの異なる名前空間に存在し、Python にどちらの名前空間を使うかを伝えなくてはならないのです。

3.6 式中で代入ができないのはなぜですか？

C や Perl に慣れた多くの人は、C のこの慣用句を使いたいと訴えます:

```
while (line = readline(f)) {
    // do something with line
}
```

Python ではこう書かなくてはなりません:

```
while True:
    line = f.readline()
    if not line:
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
break
... # do something with line
```

Python の式中での代入を許さない理由は、この構造によって起こる、他の言語ではありがちで見つけづらいバグです:

```
if (x = 0) {
    // error handling
}
else {
    // code that only works for nonzero x
}
```

このエラーは単純なタイプミスで、本当にやりたかったのは `x == 0` の比較ですが、`x = 0` と書いてしまい、変数 `x` に 0 を代入しています。

提案された代替案はたくさんあります。多くの案はタイプ数を少し節約しますが、勝手だったり意味不明だったりする構文や予約語を使い、言語変更の提案の簡潔さの基準を満たしていません。構造の説明をされていない人間の読者に、正しい意味を直感的に示す物であるべきです。

面白いことに、熟練した Python プログラマは `while True` イディオムを受け入れていて、式構造中の代入がなくてもそれほど苦労しないようです。Python にそれを強く求めるのは新人だけです。

以下の方法でもこれを綴ることができて、魅力的そうですが、堅牢さでは "while True" を使う方法に劣ることが多いです:

```
line = f.readline()
while line:
    ... # do something with line...
    line = f.readline()
```

この方法の問題は、次の行を取得する方法を変えなくなったとき (`sys.stdin.readline()` に変更したい時など) にプログラムの二箇所を変えなくてはならないことです – 二つ目の場所はループの最後に隠れています。

一番いいのはイテレータを使って、`for` 文でオブジェクトを通してループさせることです。例えば、ファイルオブジェクトはイテレータプロトコルをサポートしているので、単純にこう書けます:

```
for line in f:
    ... # do something with line...
```

3.7 Python にメソッドを使う機能 (`list.index()` 等) と関数を使う機能 (`len(list)` 等) があるのはなぜですか？

Guido いわく :

(a) 幾つかの演算では、接頭辞は接尾辞よりも単純に読みやすいからです。接頭辞（そして接中辞！）による演算は数学において長い歴史があり、そこでは課題に対する数学者の思考を視覚的に助けるような記法が好まれます。 $x*(a+b)$ を $x*a + x*b$ に書き換える容易さと、それと同じことを純粋なオブジェクト指向の記法で行う煩わしさを比較してみてください。

(b) `len(x)` というコードを読んだ時、私はそれが何かの長さを問うているのだなと知ることができます。これは私に 2 つの事を知らせています。一つは結果が整数であること、そして引数は何らかのコンテナであることです。対して、`x.len()` を目にした場合、私はその時点で `x` が何らかのコンテナであり、それが標準の `len()` を持っているクラスを継承しているか、インターフェースを実装していることを知っている必要があります。mapping を実装していないクラスが `get()` や `keys()` メソッドを持っていたり、file でない何かが `write()` メソッドを持っているような混乱を我々は時折見かけることがあります。

—<https://mail.python.org/pipermail/python-3000/2006-November/004643.html>

3.8 `join()` がリストやタブルのメソッドではなく文字列のメソッドなのはなぜですか？

文字列は Python 1.6 から他の標準型に大きく近づきました。それ以前は常に `string` モジュールの関数を使ってできていたことと同等の機能を持つメソッドがこの時に追加されました。その新しいメソッドの多くは広く受け入れられましたが、一部のプログラマに不快を感じさせていると思われるものがこれで：

```
"", ".join(['1', '2', '4', '8', '16'])
```

結果はこうなります：

```
"1, 2, 4, 8, 16"
```

この使い方には二つの議論があります。

一つ目は、「文字列リテラル (文字列定数) のメソッドを使うのは醜すぎる」というようなものです。確かにそうかも知れませんが、文字列リテラルは単なる固定された値に過ぎないというのが答えです。文字列に束縛された名前にメソッドが許されるなら、リテラルに使えないようにする論理的な理由はないでしょう。

二つ目の反対理由は、典型的には「私は実際、要素を文字列定数とともに結合させるよう、シーケンスに命じているのだ」というものです。残念ながら、そうではないのです。いくつかの理由から `split()` を文字列のメソッドとしておいた方がはるかに簡単です。これを見ると分かりやすいでしょう

```
"1, 2, 4, 8, 16".split(", ")
```

これは文字列リテラルに与えられた分離子 (デフォルトでは空白文字) によって区切られた部分文字列を返すように指示しています。このとき、Unicode 文字列は Unicode 文字列のリストを返し、ASCII 文字列は ASCII 文字列のリストを返すから、みんな幸せです。

`join()` は、セパレータ文字列に、文字列のシーケンスをイテレートして隣り合う要素の間に自身を挿入するように指示しているので、文字列のメソッドです。このメソッドは、独自に定義された新しいクラスを含め、シーケンスの規則を満たすいかなる引数にも使えます。

これは文字列メソッドなので、Unicode 文字列にも通常の ASCII 文字列にも使えます。join() がシーケンス型のモジュールだったとしたら、そのシーケンス型はどちらの型の文字列を返すか、セパレータの型によって決めなければなりません。

もしもこれらの論拠のどれにも納得出来ないなら、さしあたり string モジュールの join() 関数を使い続けてこのように書けるでしょう

```
string.join(['1', '2', '4', '8', '16'], ", ")
```

3.9 例外はどれくらい速いのですか？

try/except ブロックは例外が送出されなければ極端に効率的です。実際に例外を捕捉するのは高価です。Python 2.0 より前のバージョンでは、このイディオムを使うのが一般的でした:

```
try:
    value = mydict[key]
except KeyError:
    mydict[key] = getvalue(key)
    value = mydict[key]
```

これは、辞書がほとんどの場合にキーを持っていると予想できるときにのみ意味をなします。そうでなければ、このように書きます:

```
if key in mydict:
    value = mydict[key]
else:
    value = mydict[key] = getvalue(key)
```

注釈: Python 2.0 以降では、value = mydict.setdefault(key, getvalue(key)) のように書くことができます。

3.10 Python に switch や case 文がないのはなぜですか？

if... elif... elif... else の繰り返しで簡単に同じことができます。switch 文の構文に関する提案がいくつかありましたが、範囲判定をするべきか、あるいはどのようにするべきかについての合意は(まだ)得られていません。現在の状況の完全な詳細は [PEP 275](#) を参照してください。

非常に大きな数の選択肢から選ぶとき、値を呼び出す関数に対応づける辞書を作れます。例えば:

```
def function_1(...):
    ...

functions = {'a': function_1,
            'b': function_2,
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
'c': self.method_1, ...}

func = functions[value]
func()
```

オブジェクトのメソッドを呼び出すには、さらに単純に `getattr()` 組み込み関数で特定の名前のメソッドを検索できます:

```
def visit_a(self, ...):
    ...

def dispatch(self, value):
    method_name = 'visit_' + str(value)
    method = getattr(self, method_name)
    method()
```

メソッドの名前にこの例の `visit_` のような接頭辞を使うことを勧めます。このような接頭辞がないと、信頼できないソースから値が与えられたときに、オブジェクトの任意のメソッドを呼び出す攻撃をされる可能性があります。

3.11 OS 特有のスレッド実装に依らずにインタプリタでスレッドをエミュレートすることはできないのですか？

答 1: 残念なことに、インタプリタは Python のスタックフレームごとに少なくとも一つの C のスタックフレームを push します。同様に、拡張もほとんどランダムなときに Python にコールバックすることがあります。よって、完全なスレッド実装には C のスレッドサポートが必要です。

答 2: 幸運なことに、完全に再設計された C スタックを使わないインタプリタループを持つ、[Stackless Python](#) があります。

3.12 なぜラムダ式は文を含むことができないのですか？

Python のラムダ式が文を含むことができないのは、Python の文法的な枠組みが式の中にネストされた文を扱うことができないからです。しかし、Python では、これは深刻な問題ではありません。他の言語のラムダに機能が追加されているのとは違い、Python のラムダは単なる、関数を定義するのが面倒すぎる場合のための簡略な記法に過ぎないのです。

関数は既に Python の第一級オブジェクトで、ローカルスコープ内で宣言できます。従って、ローカルで定義された関数ではなくラムダを使う利点は、関数の名前を考える必要が無いことだけです – しかし、(ラムダ式が生み出すオブジェクトと厳密に同じ型の) 関数オブジェクトが代入される先はただのローカル変数です！

3.13 Python は C やその他の言語のように機械語にコンパイルできますか？

Cython は オプションのアノテーション付きの Python の修正版を C 拡張へ変換します。Nuitka は Python を C++ コードへ変換する将来有望な Python コンパイラで、完全な Python 言語をサポートすることを目的としています。Java へコンパイルするには、VOC を検討してください。

3.14 Python はメモリをどのように管理するのですか？

Python のメモリ管理の詳細は実装に依ります。Python の標準の C 実装は参照カウントを使って、アクセスできないオブジェクトを探します。また別のメカニズムも使って参照サイクルを集めます。これはサイクル検出アルゴリズムを定期的に行い、アクセスできないサイクルを探し、それに含まれるオブジェクトを削除します。gc モジュールの関数で、ガベージコレクションを実行し、デバッグ統計を取得し、コレクタのパラメータを変更できます。

Jython は Java ランタイムに頼るので、JVM のガベージコレクタが使われます。もしもあなたの Python のコードが参照カウントの実装の振る舞いに依存しているならば、この違いが微妙な移植問題を起こすことがあります。

ときどきオブジェクトは一時的にトレースバックに貼り付き、それゆえにあなたが期待するようには解放されません。トレースバックをクリアするにはこうします：

```
import sys
sys.exc_clear()
sys.exc_traceback = sys.last_traceback = None
```

トレースバックはエラー報告、デバッガの実装やその他関係することに使います。それらは、例外 (普通は最も最近の例外) のハンドリングで抽出されたプログラムの実行状態の一部を含んでいます。

循環性とトレースバックがなければ、Python プログラムはメモリを明示的に管理する必要はありません。

なぜ Python は伝統的なガベージコレクション体系を使わないのでしょうか？まず、それは C の標準的な機能ではないのでポータブルではありません。(Boehm GC を例に取りましょう。これには *most* 有名なプラットフォームのためのアセンブリコードが含まれますが、全てには対応していませんし、ほとんど transparent ですが、完全に transparent ではありません。Python を対応させるにはパッチが必要です。)

伝統的な GC は Python が他のアプリケーションに実装されるときにも問題となります。スタンドアロンの Python で動く限りでは、標準の malloc() と free() を GC ライブラリから提供されるものに置き換えても問題ありませんが、Python を実装したアプリケーションは Python のものではない独自の代替品を使おうとするかもしれません。現在のようにすることで、Python は malloc() と free() が適切に実装されている限りどんなものにも対応させられます。

Jython では、以下の (CPython では通る) コードはおそらく、メモリを使い切るより遥かに前にファイルディスクリプタを使い果たすでしょう：

```
for file in very_long_list_of_files:
    f = open(file)
    c = f.read(1)
```

現在の参照カウントとデストラクタのスキームを使えば、`f` への新しい代入ごとに前のファイルは閉じられます。GC を使うのでは、これは保証されません。どんな Python の実装にも適用できるコードを書くには、明示的にファイルを閉じるか、`with` 文を使いましょう。これは GC に関係なく働きます:

```
for file in very_long_list_of_files:
    with open(file) as f:
        c = f.read(1)
```

3.15 なぜ Python の終了時にすべてのメモリが解放されるわけではないのですか？

Python モジュールのグローバルな名前空間から参照されるオブジェクトは、Python の終了時にメモリの割り当てを解除されるとは限りません。これは、循環参照があるときに起こります。解放できない C ライブラリ (例えば、Purify のようなツールなどが当てはまります) によって割り当てられたいくらかのメモリも含まれます。しかし、Python は終了時にメモリをクリーンアップすることには積極的で、全ての単一のオブジェクトを破棄しようとしています。

再割り当て時に Python が特定のものを削除するように強制したいときは、`atexit` モジュールを使って削除を強制する関数を実行してください。

3.16 なぜタプルとリストという別のデータ型が用意されているのですか？

リストとタプルは、多くの点で似ていますが、一般には本質的に異なる方法で使われます。タプルは、Pascal のレコードや C の構造体と同様なものと考えられます。型が異なっても良い関連するデータの小さな集合で、グループとして演算されます。例えば、デカルト座標は 2 つや 3 つの数のタプルとして適切に表せます。

一方、リストは、もっと他の言語の配列に近いものです。全て同じ型の可変数のオブジェクトを持ち、それらが一つ一つ演算される傾向にあります。例えば、`os.listdir('.')` はカレントディレクトリ内にあるファイルの文字列表現のリストを返します。この出力を演算する関数は一般に、ディレクトリに一つや二つの別のファイルを加えても壊れません。

タプルはイミュータブルなので、一度タプルが生成されたら、そのどの要素も新しい値に置き換えられません。リストはミュータブルなので、リストの要素はいつでも変更できます。イミュータブルな要素だけが辞書のキーとして使えるので、リストではなくタプルだけがキーとして使えます。

3.17 CPython でリストはどのように実装されているのですか？

CPython のリストは実際に変数分の長さの配列で、Lisp スタイルの連結リストではありません。この実装は他のオブジェクトへの参照の連続した配列を使用していて、この配列へのポインタおよび配列長はリストの先頭

の構造体に保存されています。

これにより、リストのインデクシング `a[i]` は、リストの大きさやインデクスの値に依存しないコストで演算できます。

要素が追加または挿入されるとき、この参照の配列は大きさが変更されます。要素追加の繰り返しのパフォーマンスを上げるために、少し工夫されています。配列が大きくなるとき、次の何回かは実際に大きさを変更する必要がないように、いくつかの追加の領域が割り当てられます。

3.18 CPython で辞書はどのように実装されていますか？

CPython の辞書は大きさを変更できるハッシュテーブルとして実装されています。B 木と比べて、ほとんどの条件下で (特に一般的な演算である) 探索のパフォーマンスが良いですし、実装も単純です。

辞書は、`hash()` ビルトイン関数で、辞書に保存されているそれぞれのキーに対応するハッシュコードを計算して働きます。このハッシュコードはキーに大きく依存します。例えば、“Python” のハッシュ値は -539294296 ですが、ビットが一つ違うだけの文字列 “python” のハッシュ値は 1142331976 です。そしてこのハッシュコードは、内部配列での値が保存される位置を計算するために使われます。保存しているキーのハッシュ値が異なるとすれば、一定の時間 - コンピュータサイエンスの記法で言えば $O(1)$ - でキーを検索できることになります。また、キーのいかなる並び順も保たれていないことにもなり、配列を `.keys()` や `.items()` として横断すると、辞書の内容が任意の混乱した順序で出力されます。

3.19 なぜ辞書のキーはイミュータブルでなくてはならないのですか？

辞書のハッシュテーブルの実装は、キーを見つけるために、キー値から計算されたハッシュ値を使います。もしキーがミュータブルなオブジェクトだったら、その値は変えられ、それによりハッシュ値も変わってしまいます。しかし、キーオブジェクトを変更したのが何者であれ、値が辞書のキーとして使われていたと気付けないので、辞書の中のエントリを適切な場所に動かさせません。そして、同じオブジェクトを探そうとしても、ハッシュ値が違うため見つかりません。古い値を探そうとしても、そのハッシュバイナリから見つかるオブジェクトの値は異なるでしょうから、これも見つかりません。

リストでインデクシングされた辞書が必要なら、まず単純にリストをタプルに変換してください。関数 `tuple(L)` は、リスト `L` と同じエントリのタプルを生成します。タプルはイミュータブルなので、辞書のキーとして使えます。

いくつかの受け入れられなかった提案:

- アドレス (オブジェクト ID) のハッシュリスト。これは、同じ値の新しいリストを作っても見つからないので駄目です。例えば:

```
mydict = {[1, 2]: '12'}
print mydict[[1, 2]]
```

は、2 行目の `[1, 2]` の id が 1 行目のものと違うため、`KeyError` 例外を起こします。要するに、辞書のキーは `is` ではなく、`==` で比較されるべきです。

- リストをキーとして使うときにコピーを作る。リストはミュータブルなので、自分自身への参照を含むことができ、コードをコピーするときに無限ループにハマる可能性があるため、これは駄目です。
- リストをキーとして使うことを認めるが、ユーザにそれを変更させないように伝える。もしユーザが忘れたり、偶然にリストが変更されてしまったりしたら、追跡困難なバグの可能性を生じてしまいます。またこれは、`d.keys()` のすべての値は辞書のキーとして使えるという、辞書の重要な不変性も潰れてしまいます。
- リストが一旦辞書のキーとして使われたら、読み込み専用のマークを付ける。問題は、値を変えられるのはトップレベルオブジェクトだけではないことです。リストを含むタプルもキーとして使えます。全てを辞書のキーとして導入すると、そこから到達可能な全てのオブジェクトに読み込み専用のマークを付ける必要があります – そして再び、自己参照オブジェクトが無限ループを引き起こします。

必要ならばこれを回避する方法がありますが、自己責任のもとで行ってください。ミュータブルな構造を、`__eq__()` と `__hash__()` メソッドの両方を持つクラスインスタンスに含めることができます。その時、辞書 (またはハッシュに基づく別の構造体) に属するような全てのラッパーオブジェクトのハッシュ値が、そのオブジェクトが辞書 (その他の構造体) 中にある間固定され続けることを確実にしてください。

```
class ListWrapper:
    def __init__(self, the_list):
        self.the_list = the_list

    def __eq__(self, other):
        return self.the_list == other.the_list

    def __hash__(self):
        l = self.the_list
        result = 98767 - len(l)*555
        for i, el in enumerate(l):
            try:
                result = result + (hash(el) % 9999999) * 1001 + i
            except Exception:
                result = (result % 7777777) + i * 333
        return result
```

なお、リストのメンバーの中にハッシュ化できないものがある可能性や、算術オーバーフローの可能性から、ハッシュ計算は複雑になります。

さらに、そのオブジェクトが辞書に含まれるか否かにかかわらず、`o1 == o2` (すなわち `o1.__eq__(o2)` is True) ならばいつでも `hash(o1) == hash(o2)` (すなわち `o1.__hash__() == o2.__hash__()`) でなくてはなりません。その制限に適合できなければ、辞書やその他のハッシュに基づく構造体は間違いを起こします。

この ListWrapper の例では、異常を避けるため、ラッパオブジェクトが辞書内にある限りラップされたリストが変更されてはなりません。この条件と満たせなかった時の結果について知恵を絞る覚悟がない限り、これをしてはいけません。よく考えてください。

3.20 なぜ `list.sort()` はソートされたリストを返さないのですか？

パフォーマンスが問題となる状況では、ソートするためだけにリストのコピーを作るのは無駄が多いです。そこで、`list.sort()` はインプレースにリストをソートします。このことを忘れないため、この関数はソートされたリストを返しません。こうすることで、ソートされたコピーが必要で、ソートされていないものも残しておきたいときに、うっかり上書きしてしまうようなことがなくなります。

Python 2.4 で、新しい関数 `sorted()` が追加されました。この関数は、与えられたイテレータ可能から新しいリストを生成し、ソートして返します。例えば、辞書のキーをソートされた順序でイテレートする方法は:

```
for key in sorted(mydict):  
    ... # do whatever with mydict[key]...
```

3.21 Python ではどのようにインタフェース仕様を特定し適用するのですか？

C++ や Java のような言語が提供するような、モジュールに対するインタフェース仕様の特定は、モジュールのメソッドや関数の原型を表現します。インタフェースの特定がコンパイル時に適用されることが、大きなプログラムの構成に役立つと、広く感じられています。

Python 2.6 で、`abc` モジュールが追加され、抽象基底クラス (Abstract Base Classes/ABCs) を定義できるようになりました。これにより、`isinstance()` や `issubclass()` を使って、あるインスタンスやクラスが特定の ABC を実装するかを調べられるようになりました。`collections` モジュールによって、`Iterable`、`Container`、`MutableMapping` などの役立つ ABC が定義されています。

Python では、コンポーネントの適切なテスト規律によって、インタフェース仕様の多くの強みを活かします。サブクラス化による問題を見つけるために使えるツール `PyChecker` もあります。

モジュールのための適切なテストスイートは、回帰テストを提供し、モジュールのインタフェース仕様や用例集としても役立ちます。多くの Python モジュールは、簡単な「自己テスト」を提供するスクリプトとして実行できます。複雑な外部インタフェースを使うモジュールさえ、外部インタフェースの細かい「スタブ」エミュレーションで単独にテストできることが多いです。`doctest` や `unittest` モジュール、あるいはサードパーティのテストフレームワークで、モジュールのコードの全ての行に及ぶ徹底的なテストスイートを構成できます。

Python で大きくて複雑なアプリケーションを構築するとき、インタフェース仕様と同様に、適切なテスト規律も役立ちます。実際には、インタフェース仕様ではテストできないプログラムの属性もあるので、それ以上にもなりえます。例えば、`append()` メソッドは新しい要素をある内部リストの終わりに加えます。インタフェース仕様ではこの `append()` の実装が実際にこれを行うかをテストできませんが、テストスイートならこの機能を簡単に確かめられます。

テストスイートを書くことはとても役に立ちますし、テストのしやすさという視点でコードを設計することにもつながります。テスト指向開発は、人気を増しつつある技法で、実際のコードを書き始める前に、最初からテストスイートの部品を書くことを求めます。もちろん、Python で粗雑にテストケースを全く書かないこともできます。

3.22 なぜ goto が無いのですか？

関数の呼び出しをまたいで動作する "構造化された goto" をまかなうものとして例外を使えます。C、Fortran、その他の言語での "go" あるいは "goto" 構造の適切な用途は全て、例外で同じようなことをすれば便利であると、広く感じられています。例えば:

```
class label: pass # declare a label

try:
    ...
    if condition: raise label() # goto label
    ...
except label: # where to goto
    pass
...
```

例外ではループ内へ跳ぶことはできませんが、どちらにしてもそれは goto の乱用と見なされるものです。使うのは控えてください。

3.23 なぜ raw 文字列 (r-strings) はバックスラッシュで終わってはいけな いのですか？

正確には、奇数個のバックスラッシュで終わってはいけません。終わりの対になっていないバックスラッシュは、閉じ引用文字をエスケープし、終っていない文字列を残してしまいます。

raw 文字列は、独自にバックスラッシュの処理をしようとするプロセッサ (主に正規表現エンジン) への入力を生成しやすいように設計されたものです。このようなプロセッサは、終端の対になっていないバックスラッシュを結局エラーとみなすので、raw 文字列はそれを認めません。その代わりに、バックスラッシュでエスケープすることで、引用文字を文字列として渡すことができます。r-string が意図された目的に使われるときに、この規則が役に立つのです。

Windows のパス名を構築するときには、Windows のシステムコールは普通のスラッシュも受け付けることを覚えておいてください:

```
f = open("/mydir/file.txt") # works fine!
```

DOS コマンドのパス名を構築するときには、例えばこの中のどれかを試してください:

```
dir = r"\this\is\my\dos\dir" "\\
dir = r"\this\is\my\dos\dir\ "[:-1]
dir = "\\this\\is\\my\\dos\\dir\\"
```

3.24 属性の代入に ”with” 文が使えないのはなぜですか？

Python には、ブロックの実行を包む ’with’ 文があり、ブロックに入るときとブロックから出るときに、コードを呼び出します。以下のような構造を持つ言語があります：

```
with obj:
    a = 1                # equivalent to obj.a = 1
    total = total + 1    # obj.total = obj.total + 1
```

Python では、このような構造は曖昧になるでしょう。

Object Pascal、Delphi、C++ のような他の言語では、静的な型を使うので、曖昧な方法でも、どのメンバに代入されているのかが分かります。これが静的型付けの要点です – コンパイラはいつでも コンパイル時にすべての変数のスコープを知るので。

Python は動的な型を使います。実行時にどの属性が参照されるか事前に分かりません。動作中にメンバ属性が追加あるいは除去されるかもしれません。これでは、単純に読むだけではどのアトリビュートが参照されているか分かりません。ローカルなのか、グローバルなのか、メンバ属性なのか？

例えば、以下の不完全なコード片を考えましょう：

```
def foo(a):
    with a:
        print x
```

このコード片では、”a” は ”x” というメンバ属性を持っていると仮定されています。しかし、Python ではインタプリタにはこの仮定を伝えられる仕組みはありません。 ”a” が、例えば整数だったら、どうなってしまおうでしょうか。 ”x” という名前のグローバル変数があったら、それが with ブロックの中で使われるのでしょうか。この通り、Python の動的な特質から、このような選択はとても難しい物になっています。

しかし、”with” やそれに類する言語の機能の一番の利点（コード量の削減）は、Python では代入により簡単に手に入れられます：

```
function(args).mydict[index][index].a = 21
function(args).mydict[index][index].b = 42
function(args).mydict[index][index].c = 63
```

こう書いてください：

```
ref = function(args).mydict[index][index]
ref.a = 21
ref.b = 42
ref.c = 63
```

Python では実行時に名前束縛が解決され、後者はその解決が一度で済むため、これには実行速度をあげる副作用もあります。

3.25 if/while/def/class 文にコロンが必要なのはなぜですか？

主に可読性を高めるため (実験的な ABC 言語の結果の一つ) に、コロンが必要です:

```
if a == b
    print a
```

と:

```
if a == b:
    print a
```

を考えると、後者のほうが少し読みやすいでしょう。さらに言えば、この FAQ の解答例は次のようになります。これは、英語の標準的な用法です。

他の小さな理由は、コロンによってエディタがシンタックスハイライトをしやすくなることです。プログラムテキストの手の込んだ解析をしなくても、コロンを探せばいつインデントを増やすべきかを決められます。

3.26 なぜ Python ではリストやタプルの最後にカンマがあっても良いのですか？

Python では、リスト、タプル、辞書の最後の要素の後端にカンマをつけても良いことになっています:

```
[1, 2, 3,]
('a', 'b', 'c',)
d = {
    "A": [1, 5],
    "B": [6, 7], # last trailing comma is optional but good style
}
```

これを許すのには、いくつかの理由があります。

リストやタプルや辞書のリテラルが複数行に渡っているときに、前の行にカンマを追加するのを覚えておく必要が無いため、要素を追加するのが楽になります。また、文法エラーを起こすことなく、行の並べ替えを行うことができます。

間違えてカンマを落としてしまうと、診断しづらいエラーにつながります。例えば:

```
x = [
    "fee",
    "fie",
    "foo",
    "fum"
]
```

このリストには 4 つの要素があるように見えますが、実際には 3 つしかありません。"fee"、"fiefoo"、"fum" です。いつもカンマを付けるようにすれば、この種のエラーが避けられます。

後端にカンマをつけても良いことにすれば、プログラムによるコード生成も簡単になります。

第 4 章

ライブラリと拡張 FAQ

4.1 ライブラリー一般の質問

4.1.1 作業 X を行うためのモジュールやアプリケーションを探すにはどうしますか？

ライブラリリファレンス から関係がありそうな標準ライブラリモジュールがあるかどうか調べてください。(標準ライブラリに何があるかが分かるようになると、この段階をスキップすることができます。)

サードパーティのパッケージについては、[Python Package Index](#) を探したり、[Google](#) その他の Web サーチエンジンを試してください。”Python” に加えて一つか二つのキーワードで興味のある話題を検索すれば、たいい役に立つものが見つかるでしょう。

4.1.2 `math.py` (`socket.py`, `regex.py`, etc.) のソースファイルはどこにありますか？

モジュールのソースファイルが見付けられない場合は、それは C、C++ かもしれない別のコンパイル言語で実装された、ビルトインもしくは動的に読み込まれるモジュールかもしれません。この場合、ソースは手に入らないかもしれませんが、`mathmodule.c` のようなものが (Python の読み込みパスに無い) C ソースディレクトリのどこかにあるかもしれません。

Python のモジュールには、(少なくとも) 3 種類あります:

- 1) Python で書かれたモジュール (`.py`)。
- 2) C で書かれ、動的にロードされるモジュール (`.dll`, `.pyd`, `.so`, `.sl`, etc)。
- 3) C で書かれ、インタプリタにリンクされているモジュール。このリストを得るには、こうタイプしてください:

```
import sys
print sys.builtin_module_names
```

4.1.3 Python のスクリプトを Unix で実行可能にするにはどうしますか？

二つの条件があります: スクリプトファイルのモードが実行可能で、最初の行が `#!` で始まり Python インタプリタのパスが続いていなければなりません。

前者は、`chmod +x scriptfile`、場合によっては `chmod 755 scriptfile` を実行すればできます。

後者は、いくつかの方法でできます。最も直接的な方法はこのように

```
#!/usr/local/bin/python
```

のようにファイルの一番最初の行に、プラットフォーム上の Python がインストールされているパスを書くことです。

スクリプトを Python インタプリタの場所に依存させたくない場合は、`env` プログラムが使えます。Python インタプリタがユーザの `PATH` のディレクトリにあることを前提とすれば、ほとんど全ての Unix 系 OS では次の書き方をサポートしています:

```
#!/usr/bin/env python
```

CGI スクリプトでこれやってはいけません。CGI スクリプトの `PATH` 変数はたいてい最小限のものになっているので、実際のインタプリタの絶対パスを使う必要があります。

ときおり、ユーザ環境に余裕が無く `/usr/bin/env` プログラムが失敗することがあります; もしくは、`env` プログラム自体が無いことがあります。そのような場合は、次の (Alex Rezinsky による) ハックが試せます:

```
#!/bin/sh
"""
exec python $0 ${1+"$@"}
"""
```

これには、スクリプトの `__doc__` 文字列を定義するというちょっとした欠点があります。しかし、これを付け足せば直せます:

```
__doc__ = """...Whatever..."""
```

4.1.4 Python には `curses/termcap` パッケージはありますか？

Unix 系では、標準の Python ソース配布には、`Modules` サブディレクトリに `curses` モジュールが同梱されていますが、デフォルトではコンパイルされていません (なお、Windows ディストリビューションでは使えません – Windows 用の `curses` モジュールはありません)

`curses` モジュールは基本的な `curses` の機能や、色付きの表示、別の文字集合サポート、パッド、マウスサポートなどの `ncurses` や `SV curses` の多くの機能をサポートしています。このことは、モジュールが BSD `curses` だけしか持っていない OS とは互換性がないことを意味しますが、現在メンテナンスされている OS でそういう類のものは無さそうです。

Windows では: `the consolelib module` を使ってください。

4.1.5 Python には C の `onexit()` に相当するものはありますか？

`atexit` モジュールは、C の `onexit()` と同じような関数登録を提供します。

4.1.6 シグナルハンドラが動かないのですがなぜですか？

最もありがちな問題は、シグナルハンドラが間違った引数リストで宣言されていることです。これは次のように呼び出されます

```
handler(signum, frame)
```

だから、これは二つの引数で宣言されるべきです:

```
def handler(signum, frame):
    ...
```

4.2 よくある作業

4.2.1 Python のプログラムやコンポーネントをテストするにはどうしますか？

Python には二つのテストフレームワークがついています。`doctest` モジュールは、モジュールの `docstring` から使用例を見つけてそれらを実行し、出力を `docstring` によって与えられた望まれる出力と比較します。

`unittest` モジュールは、Java や Smalltalk のテストフレームワークを模した装飾されたテストフレームワークです。

テスト作業を簡単にするために、プログラムにおいてモジュール性の良い設計を使うべきです。プログラムでは、ほぼ全ての処理を関数やクラスのメソッドで包むべきです – こうすることで、プログラムが速くなるという驚くような愉快的効果がときおり得られることがあります (というのも、ローカル変数へのアクセスはグローバルなアクセスよりも速いからです)。さらに言うと、テストを行うのがより難しくなってしまうため、プログラムは可変なグローバル変数に依存するのを避けるべきです。

プログラムの "global main logic" は

```
if __name__ == "__main__":
    main_logic()
```

のように `main` モジュールの最後に出来る限りシンプルなものを書くのが良いでしょう。

プログラムが整理され、関数やクラスの動作が追しやすい状態になったら、その動作を試すテスト関数を書くべきです。一連のテストを自動化するテストスイートは、それぞれのモジュールに関連付けることができます。これは手間が掛かりそうに思えますが、Python は簡素で融通が効くので、驚くほど簡単です。"製品コード (production code)" と並行でテスト関数を書くことで、バグや設計の不備でさえも早い段階で簡単に見付かるようになるので、コーディング作業をより心地良く楽しいものにできます。

プログラムのメインモジュールとして設計されたのではない”補助モジュール”には、モジュールの自己テストを含めるといいでしょう。

```
if __name__ == "__main__":
    self_test()
```

複雑な外部インタフェースと作用し合うプログラムでさえ、外部インタフェースが使えない時でも、Python で実装された”fake”インタフェースを使ってテストできます。

4.2.2 Python のドキュメント文字列からドキュメントを生成するにはどうしますか？

pydoc モジュールで Python ソースコード内のドキュメント文字列から HTML を生成できます。純粋に docstring から API ドキュメントを生成するには、他に [epydoc](#) という選択肢もあります。 [Sphinx](#) も docstring の内容を含めることができます。

4.2.3 一度に一つの押鍵を取得するにはどうしますか？

Unix 系では、いくつかの方法があります。curses を使えば簡単ですが、curses はかなり大きいモジュールなので習得するのが難しいです。ここに curses を使わない解決策を挙げます：

```
import termios, fcntl, sys, os
fd = sys.stdin.fileno()

oldterm = termios.tcgetattr(fd)
newattr = termios.tcgetattr(fd)
newattr[3] = newattr[3] & ~termios.ICANON & ~termios.ECHO
termios.tcsetattr(fd, termios.TCSANOW, newattr)

oldflags = fcntl.fcntl(fd, fcntl.F_GETFL)
fcntl.fcntl(fd, fcntl.F_SETFL, oldflags | os.O_NONBLOCK)

try:
    while 1:
        try:
            c = sys.stdin.read(1)
            print "Got character", repr(c)
        except IOError: pass
finally:
    termios.tcsetattr(fd, termios.TCSAFLUSH, oldterm)
    fcntl.fcntl(fd, fcntl.F_SETFL, oldflags)
```

これを動かすためには、termios と fcntl モジュールが必要です。また、多分他でも動きますが、Linux でしかこれを試していません。このコードでは、文字は一文字ずつ読みこまれ、印字されます。

termios.tcsetattr() は stdin の反響を止め、標準モードを使えなくします。fcntl.fcntl() は、stdin のファイルディスクリプタフラグを取得し、それらをノンブロッキングモードに変えるのに使われます。stdin が空の時に読み込むのは IOError になるので、このエラーは補足され、無視されます。

4.3 スレッド

4.3.1 スレッドを使ったプログラムを書くにはどうしますか？

`thread` モジュールではなく、必ず `threading` モジュールを使ってください。`threading` モジュールは、`thread` モジュールで提供される低レベルな基本要素の、便利な抽象化を構成します。

Aahz は、役立つスレッディングのチュートリアルから成るスライドを揃えています。 <http://www.pythoncraft.com/OSCON2001/> を参照してください。

4.3.2 スレッドが一つも実行されていないようです。なぜですか？

メインスレッドが終了するとともに、全てのスレッドは終了されます。メインスレッドは速く働きすぎるので、スレッドには何をする時間も与えられません。

簡単な解決策は、プログラムの終わりに、スレッドが完了するのに十分な時間のスリープを加えることです：

```
import threading, time

def thread_task(name, n):
    for i in range(n): print name, i

for i in range(10):
    T = threading.Thread(target=thread_task, args=(str(i), i))
    T.start()

time.sleep(10) # <-----! 
```

しかし、実際は (ほとんどのプラットフォームでは) スレッドは並行して実行されるのではなく、一つずつ実行されるのです！なぜなら、OS のスレッドスケジューラは、前のスレッドがブロックされるまで新しいスレッドを開始しないからです。

簡単に直すには、関数の実行の最初にちょっとスリープを加えることです：

```
def thread_task(name, n):
    time.sleep(0.001) # <-----!
    for i in range(n): print name, i

for i in range(10):
    T = threading.Thread(target=thread_task, args=(str(i), i))
    T.start()

time.sleep(10)
```

`time.sleep()` による遅延をどれくらいとれば十分かを考えるより、セマフォ構造を使ったほうがいいです。一つのやり方は、`Queue` モジュールでキューオブジェクトを作り、それぞれのスレッドが終了するごとにキューにトークンを加えさせ、メインスレッドにスレッドがあるのと同じ数のトークンをキューから読み込ませるようにすることです。

4.3.3 たくさんのワーカースレッドに作業を割り振るにはどうしますか？

Queue モジュールで、作業のリストを含むキューを作ってください。Queue クラスはオブジェクトのリストを保持し、`.put(obj)` で要素を加え、`.get()` で要素を返すことができます。ロッキングを引き受けるクラスは、全ての作業がちょうど一回ずつ行われることを確実にしなければなりません。

ここにちょっとした例があります：

```
import threading, Queue, time

# The worker thread gets jobs off the queue.  When the queue is empty, it
# assumes there will be no more work and exits.
# (Realistically workers will run until terminated.)
def worker():
    print 'Running worker'
    time.sleep(0.1)
    while True:
        try:
            arg = q.get(block=False)
        except Queue.Empty:
            print 'Worker', threading.currentThread(),
            print 'queue empty'
            break
        else:
            print 'Worker', threading.currentThread(),
            print 'running with argument', arg
            time.sleep(0.5)

# Create queue
q = Queue.Queue()

# Start a pool of 5 workers
for i in range(5):
    t = threading.Thread(target=worker, name='worker %i' % (i+1))
    t.start()

# Begin adding work to the queue
for i in range(50):
    q.put(i)

# Give threads time to run
print 'Main thread sleeping'
time.sleep(5)
```

実行時には、以下のように出力されます：

```
Running worker
Running worker
Running worker
Running worker
Running worker
Main thread sleeping
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```

Worker <Thread(worker 1, started)> running with argument 0
Worker <Thread(worker 2, started)> running with argument 1
Worker <Thread(worker 3, started)> running with argument 2
Worker <Thread(worker 4, started)> running with argument 3
Worker <Thread(worker 5, started)> running with argument 4
Worker <Thread(worker 1, started)> running with argument 5
...

```

詳細はモジュールのドキュメントを参照してください。Queue クラスで多機能なインタフェースを使えます。

4.3.4 グローバルな値のどんな種類の変更がスレッドセーフになるのですか？

グローバルインタプリタロック (*GIL*) が内部で使われ、Python VM で一度に一つだけのスレッドが実行されることが保証されています。一般に、Python ではスレッド間の切り替えをバイトコード命令の間でのみ行います。切り替えの周期は、`sys.setcheckinterval()` で設定できます。したがって、それぞれのバイトコード命令、そしてそれぞれの命令が届く全ての C 実装コードは、Python プログラムの観点からは、アトミックです。

このことから、理論上は、正確な勘定のためには PVM バイトコードの実装を理解する必要があります。実際上は、組み込みデータ型 (整数、リスト、辞書、等) の、変数を共有する”アトミックそうな”演算は、実際にアトミックです。

例えば、以下の演算は全てアトミックです (L、L1、L2 はリスト、D、D1、D2 は辞書、x、y はオブジェクト、i、j は整数です):

```

L.append(x)
L1.extend(L2)
x = L[i]
x = L.pop()
L1[i:j] = L2
L.sort()
x = y
x.field = y
D[x] = y
D1.update(D2)
D.keys()

```

これらは、アトミックではありません:

```

i = i+1
L.append(L[-1])
L[i] = L[j]
D[x] = D[x] + 1

```

他のオブジェクトを置き換えるような演算は、そのオブジェクトの参照カウントがゼロになったときに `__del__()` メソッドを呼び出すことがあり、これが影響を及ぼすかもしれません。これは特に、辞書やリストの大規模な更新に当てはまります。疑わしければ、`mutex` を使ってください！

4.3.5 グローバルインタプリタロック (Global Interpreter Lock) を取り除くことはできないのですか？

マルチスレッド Python プログラムは事実上一つの CPU しか使えず、(ほとんど) 全ての Python コードがグローバルインタプリタロック (GIL) が保持されている間しか作動しなくなるということで、GIL は、Python をハイエンドなマルチプロセッササーバマシン上に配備する上で邪魔であると見なされがちです。

Python 1.5 の時代に、Greg Stein は GIL をきめ細かいロッキングで置き換える総合パッチ ("free threading" パッチ) セットを実装しました。残念ながら、(ロックがとても効率的な) Windows でさえ、標準的な Python コードが、GIL を使ったインタプリタの 2 倍くらい遅くなりました。Linux では、pthread ロックが効率的でないで、パフォーマンスの損失が更に酷いです。

その後、GIL を取り除くという案はたまに出てきますが、だれも予期される減速に対処する方法を見つけられず、スレッドを使わないユーザはコードが半分の速度でしか動作しないのでは幸せではありません。Greg の free threading パッチは、以降の Python バージョンには更新されていません。

これは、Python をマルチ CPU マシンで使いこなせないことを意味しません！作業を複数の スレッドではなく、複数の プロセッサ に分けることを考えればいいのです。C 拡張をうまく使うことも役に立ちます。C 拡張を使ってに時間のかかる作業を行わせれば、その実行のスレッドが C のコードにある間その拡張は GIL を解放でき、他のスレッドに作業させることができます。

GIL を本当にグローバルにするより、インタプリタ状態ごとのロックにするべきという提案もあります。そして、インタプリタはオブジェクトを共有するべきではないということです。残念ながら、どちらも実現しないでしょう。多くのオブジェクトの実装は現在、グローバル状態を持っているので、実現はたいへんな大仕事になりそうです。例えば、小さな整数と短い文字列はキャッシュされます。このキャッシュはインタプリタ状態に動かされなくてはなりません。他のオブジェクト型は自身の自由変数リストを持っています。これらの自由変数リストはインタプリタ状態に動かされなくてはなりません。等々。

それどころか、その作業が終わる時が来るかもわかりません。なぜなら、サードパーティ拡張にも問題があるからです。サードパーティ拡張が書かれるペースは、インタプリタ状態にすべてのグローバル状態を格納するように変換できるペースよりも速いことでしょう。

そして最後に、一旦複数のインタプリタを状態を全く共有しないようにしたとして、それぞれのインタプリタを独立したプロセス上で動かしてなにが得られるというのでしょうか？

4.4 入力と出力

4.4.1 ファイルを削除するにはどうしますか？ (その他、ファイルに関する質問...)

`os.remove(filename)` または `os.unlink(filename)` を使ってください。ドキュメントは、`os` モジュールを参照してください。この二つの関数は同じものです。`unlink()` は単に、この関数の Unix システムコールの名称です。

ディレクトリを削除するには、`os.rmdir()` を使ってください。作成には `os.mkdir()` を使ってください。`os.makedirs(path)` は `path` の中間のディレクトリの、存在しないものを作成します。`os.removedirs(path)` は中間のディレクトリが空である限り、それらを削除します。ディレクトリツリー全

体とその中身全てを削除したいなら、`shutil.rmtree()` を使ってください。

ファイルの名前を変更するには、`os.rename(old_path, new_path)` を使ってください。

ファイルを切り詰めるには、`f = open(filename, "r+")` でファイルを開いてから、`f.truncate(offset)` を使ってください。`offset` はデフォルトでは現在のシーク位置です。`os.open()` で開かれたファイルのために、`os.ftruncate(fd, offset)` もあります。`fd` はファイルディスクリプタ (小さな整数) です。

`shutil` モジュールにも、`copyfile()`、`copytree()`、`rmtree()` 等、ファイルに作用する関数がいっつか含まれます。

4.4.2 ファイルをコピーするにはどうしますか？

`shutil` モジュールには `copyfile()` 関数があります。なお、MacOS 9 ではリソースフォークやファイナダー情報をコピーしません。

4.4.3 バイナリデータを読み書きするにはどうしますか？

複雑なバイナリデータ形式の読み書きには、`struct` モジュールを使うのが一番です。これでバイナリデータ (通常は数) を含む文字列を取って、Python オブジェクトに変換することができますし、その逆もできます。

例えば、以下のコードはファイルから 2 バイトの整数 2 個と 4 バイトの整数 1 個をビッグエンディアンフォーマットで読み込みます：

```
import struct

f = open(filename, "rb")  # Open in binary mode for portability
s = f.read(8)
x, y, z = struct.unpack(">hhl", s)
```

フォーマット中の '`>`' はデータを強制的にビッグエンディアンにします。ファイルから、文字 '`h`' は一つの"整数"(2 バイト)を読み込み、文字 '`l`' は一つの"long 整数"を読み込みます。

より規則的なデータ (例えば、整数や浮動小数点数の中身の型が揃ったリスト) に対しては、`array` モジュールを使うこともできます。

4.4.4 `os.popen()` によって作られたパイプで `os.read()` が使われていないようです。なぜですか？

`os.read()` は、開かれたファイルを表す小さな整数、ファイルディスクリプタを引数に取る、低レベルの関数です。`os.popen()` は、組み込みの `open()` 関数の返り値と同じ型の、高レベルなファイルオブジェクトを作成します。従って、`os.popen()` によって作成されたパイプ `p` から `n` バイト分だけ読み取るには、`p.read(n)` を使う必要があります。

4.4.5 パイプを入力と出力の両方に接続してサブプロセスを動かすにはどうしますか？

popen2 モジュールを使ってください。例えば:

```
import popen2
fromchild, tochild = popen2.popen2("command")
tochild.write("input\n")
tochild.flush()
output = fromchild.readline()
```

警告: 一般的に、これをするのは賢くありません。子があなたからの入力のを待ってブロックされている間、プロセスが子からの入力を待ってブロックされているというようなデッドロックを引き起こしやすいからです。これは、親が子がそれよりも多くのテキストを出力することを期待することにより、あるいはデータが書きだされずに標準入出力バッファがスタックにあることにより起こります。Python の親はもちろん子に送るデータを出力を読み込む前に明示的に書きだすことができますが、子が素朴な C プログラムであると、それが対話的なものであってさえ、書き出しが通常自動的なものであるがゆえ、明示的に出力を書き出さないように書かれていることがあります。

なお、デッドロックは popen3() を使って標準出力や標準エラー出力を読み込むときにも起こりえます。これらのどちらかが内部バッファにとって大きすぎる (バッファサイズを増やしても役に立ちません) とき、もう片方を先に read() すると、同じくデッドロックが起こります。

popen2 におけるバグの注釈: プログラムが wait() や waitpid() を呼び出さないかぎり、終了されていない子プロセスは取り除かれることがなく、いずれ popen2 を呼び出すときに、子プロセス数の制限のために失敗することがあります。os.waitpid() を os.WNOHANG オプションをつけて呼び出すことで、これを防げます。このような呼び出しをする場所は、popen2 を再び呼び出す前がいいです。

多くの場合、本当にやるべきことは、コマンドを通して少しのデータを実行し、結果を戻させることです。データの量がとても多いのでない限り、最も簡単な方法は、それを一時ファイルに書きこみ、一時ファイルと入力としてコマンドを実行することです。標準モジュール tempfile は、一意の一時ファイル名を生成する mktemp() 関数をエクスポートします:

```
import tempfile
import os

class Popen3:
    """
    This is a deadlock-safe version of popen that returns
    an object with errorlevel, out (a string) and err (a string).
    (capturestderr may not work under windows.)
    Example: print Popen3('grep spam', '\n\nhere spam\n\n').out
    """
    def __init__(self, command, input=None, capturestderr=None):
        outfile=tempfile.mktemp()
        command="( %s ) > %s" % (command, outfile)
        if input:
            infile=tempfile.mktemp()
            open(infile, "w").write(input)
            command=command+" <"+infile
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```

if capturestderr:
    errfile=tempfile.mktemp()
    command=command+" 2>" +errfile
self.errorlevel=os.system(command) >> 8
self.out=open(outfile, "r").read()
os.remove(outfile)
if input:
    os.remove(infile)
if capturestderr:
    self.err=open(errfile, "r").read()
    os.remove(errfile)

```

Note that many interactive programs (e.g. vi) don't work well with pipes substituted for standard input and output. You will have to use pseudo ttys ("ptys") instead of pipes. Or you can use a Python interface to Don Libes' "expect" library. A Python extension that interfaces to expect is called "expy" and available from <http://expectpy.sourceforge.net>. A pure Python solution that works like expect is [pexpect](#).

4.4.6 シリアル (RS232) ポートにアクセスするにはどうしますか？

Win32、POSIX (Linux、BSD、など)、Jython では:

<http://pyserial.sourceforge.net>

Unix では、Mitch Chapman による Usenet の投稿を参照してください:

<https://groups.google.com/groups?selm=34A04430.CF9@ohioee.com>

4.4.7 sys.stdout (stdin, stderr) を閉じようとしても実際に閉じられないのはなぜですか？

Python のファイルオブジェクトは、(ここで説明する中では) 低レベルな C ファイルディスクリプタの上にある、中レベルな抽象のレイヤである C ストリームのそのまた上にある、高レベルな抽象のレイヤです。

組み込みの `open` 関数によって生成されたほとんどのファイルオブジェクトでは、`f.close()` は Python ファイルオブジェクトが Python の視点からは閉じられているものとする印をつけ、その下にある C ファイルディスクリプタを閉じるように手配します。これは、`f` がガベージとなったときにも、`f` のデストラクタで自動的に起こります。

しかし、`stdin`、`stdout`、`stderr` は C で特別な立場が与えられていることから、Python でも同様に特別に扱われます。`sys.stdout.close()` を実行すると、Python レベルのファイルオブジェクトには閉じられているものとする印がつけられますが、C ファイルディスクリプタは閉じられません。

下にある C ファイルディスクリプタのうち、この三つのどれかを閉じるには、まず本当に閉じる必要があることを確かめるべきです (例えば、拡張モジュールの I/O を混乱させてしまうかもしれません)。本当に必要ならば、`os.close` を使ってください:

```
os.close(0)    # close C's stdin stream
os.close(1)    # close C's stdout stream
os.close(2)    # close C's stderr stream
```

4.5 ネットワーク/インターネットプログラミング

4.5.1 Python の WWW ツールには何がありますか？

ライブラリリファレンスマニュアルの `internet` と `netdata` という章を参照してください。Python には、サーバーサイドとクライアントサイドの web システムを構築するのに便利な多くのモジュールがあります。

利用可能なフレームワークの概要は Paul Boddie によって、<https://wiki.python.org/moin/WebProgramming> でメンテナンスされています。

Cameron Laird は、<http://phaseit.net/claird/comp.lang.python/web.python> で Python のウェブ技術に関する便利なページ群を整備しています。

4.5.2 CGI フォームの発信 (METHOD=POST) を模倣するにはどうしますか？

フォームを POST した結果のウェブページを取得したいです。簡単に取得するためのコードはあるでしょうか？

あります。これは `urllib.request` を利用した簡単な例です:

```
#!/usr/local/bin/python

import httplib, sys, time

# build the query string
qs = "First=Josephine&MI=Q&Last=Public"

# connect and send the server a path
httpobj = httplib.HTTP('www.some-server.out-there', 80)
httpobj.putrequest('POST', '/cgi-bin/some-cgi-script')
# now generate the rest of the HTTP headers...
httpobj.putheader('Accept', '*/*')
httpobj.putheader('Connection', 'Keep-Alive')
httpobj.putheader('Content-type', 'application/x-www-form-urlencoded')
httpobj.putheader('Content-length', '%d' % len(qs))
httpobj.endheaders()
httpobj.send(qs)
# find out what the server said in response...
reply, msg, hdrs = httpobj.getreply()
if reply != 200:
    sys.stdout.write(httpobj.getfile().read())
```

なお、一般にパーセントエンコードされた POST 演算では、クエリ文字列は必ず `urllib.urlencode()` で

引用されなくてはなりません。例えば name Guy Steele, Jr. を送信するには:

```
>>> import urllib
>>> urllib.urlencode({'name': 'Guy Steele, Jr.'})
'name=Guy+Steele%2C+Jr.'
```

4.5.3 どのモジュールが HTML の生成の役に立ちますか？

Web Programming についての wiki のページ から役に立つリンクが見付けられます。

4.5.4 Python のスクリプトからメールを送るにはどうしますか？

標準ライブラリモジュール `smtplib` を使ってください。

以下に示すのが、これを使ったごく単純な対話型のメール送信器です。このメソッドは SMTP リスナをサポートするホストならどこでも作動します。

```
import sys, smtplib

fromaddr = raw_input("From: ")
toaddrs = raw_input("To: ").split(',')
print "Enter message, end with ^D:"
msg = ''
while True:
    line = sys.stdin.readline()
    if not line:
        break
    msg += line

# The actual mail send
server = smtplib.SMTP('localhost')
server.sendmail(fromaddr, toaddrs, msg)
server.quit()
```

Unix 限定の代わりの選択肢は `sendmail` を使うことです。sendmail プログラムの場所はシステムによって様々です; あるときは `/usr/lib/sendmail` だったり、あるときは `/usr/sbin/sendmail` だったり。sendmail のマニュアルページが助けになるでしょう。サンプルコードはこうになります:

```
import os

SENDMAIL = "/usr/sbin/sendmail" # sendmail location
p = os.popen("%s -t -i" % SENDMAIL, "w")
p.write("To: receiver@example.com\n")
p.write("Subject: test\n")
p.write("\n") # blank line separating headers from body
p.write("Some text\n")
p.write("some more text\n")
sts = p.close()
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
if sts != 0:
    print "Sendmail exit status", sts
```

4.5.5 ソケットの `connect()` メソッドでブロッキングされなくするにはどうしますか？

主に `select` モジュールがソケットの非同期の I/O を扱うのに使われます。

TCP 接続がブロッキングされないようにするために、ソケットをノンブロッキングモードに設定することが出来ます。そして `connect()` したときに、即座に接続できるか、エラー番号を `.errno` として含む例外を受け取るかのどちらかになります。`errno.EINPROGRESS` は、接続が進行中であるが、まだ完了していないということを示します。異なる OS では異なる値が返されるので、あなたのシステムで何が返されるかを確かめておく必要があります。

`connect_ex()` メソッドを使えば例外を生成しなくて済みます。これは単に `errno` の値を返すでしょう。ポーリングのためには、後でまた `connect_ex()` を呼び出すことができます - 0 または `errno.EISCONN` は接続されたことを表します - または、選択するソケットにこれを渡して書き込み可能か調べることができます。

4.6 データベース

4.6.1 Python にはデータベースパッケージへのインタフェースはありますか？

はい。

DBM や GDBM のような、ディスクに基づくハッシュへのインタフェースも標準の Python に含まれています。ディスクに基づく軽量なリレーショナルデータベースを提供する `sqlite3` モジュールもあります。

ほとんどの相対データベースがサポートされています。詳細は [DatabaseProgramming wiki page](#) を参照してください。

4.6.2 Python で永続的なオブジェクトを実装するにはどうしますか？

`pickle` ライブラリモジュールで、ごく一般的な方法でこれを解決できます (開かれたファイル、ソケット、ウィンドウのようなものを保管することはできませんが)。`shelve` ライブラリモジュールは `pickle` と `(g)dbm` を使い、任意の Python オブジェクトを含む永続的なマッピングを生成します。パフォーマンスを良くするために、`cPickle` モジュールを使うこともできます。

もっと不器用な方法は、`pickle` の妹分である `marshal` を使うことです。`marshal` モジュールは、再帰的でない標準の Python 型を、ファイルや文字列にとっても高速に保存したり、元に戻したりする方法を提供します。`marshal` では、インスタンスの保存や共有される参照の適切な処理などの派手なことはできませんが、極端に速く動作します。例えば、半メガバイトのデータに 3 分の 1 秒も掛からないでしょう。これは多くの場合、`pickle/shelve` で `gdbm` を使うというような、複雑な一般の方法に勝ります。

4.6.3 なぜ cPickle はこんなに遅いのですか？

pickle モジュールは後方互換性のために、ちょっと古くて遅いフォーマットをデフォルトで使います。ですが速いほかのプロトコルバージョンを指定出来ます:

```
largeString = 'z' * (100 * 1024)
myPickle = cPickle.dumps(largeString, protocol=1)
```

4.6.4 bsddb (or anydbm) データベースが開かれたままプログラムがクラッシュすると、だめになってしまいます。なぜですか？

bsddb モジュール (やしばしば anydbm モジュール。優先的に bsddb を使うでしょうから) で書き込みのために開かれたデータベースは、データベースの `.close()` メソッドで明示的に閉じられなければなりません。その基礎にあるライブラリは、ディスク上の形式に変換されて書き込まれるべきデータベースの中身を、キャッシュします。

新しい bsddb データベースを初期化したけれどプログラムのクラッシュ時まで何も書き込まれていないとき、長さ 0 のファイルで終わることになり、次にそのファイルが開かれたときに例外に出くわすでしょう。

4.6.5 Berkeley DB ファイルを開こうとしましたが、bsddb が bsddb.error: (22, 'Invalid argument') を生じます。助けてください！データを復元するにはどうしたら良いですか？

慌てないでください！あなたのデータはおそらく無事です。このエラーの一番ありがちな原因は、新しいバージョンの Berkeley DB ライブラリから古い Berkeley DB ファイルを開こうとすることです。

多くの Linux システムで、今では 3 種類全てのバージョンの Berkeley DB が利用できます。バージョン 1 から新しいバージョンに移行するには、`db_dump185` でデータベースのプレーンテキスト版をダンプしてください。バージョン 2 からバージョン 3 に移行するには、`db_2dump` でデータベースのプレーンテキスト版を生成してください。そのどちらの場合でも、`db_load` でコンピュータにインストールされている最新バージョンの新しいネイティブデータベースを生成してください。バージョン 3 の Berkeley DB がインストールされているなら、`db2_load` でネイティブのバージョン 2 のデータベースを生成できるでしょう。

Berkeley DB バージョン 1 のハッシュファイルコードにはデータを破壊する既知のバグがありますから、使うのをやめるべきです。

4.7 数学と数

4.7.1 Python でランダムな数を生成するにはどうしますか？

標準モジュールの `random` がランダムな数の生成器を実装しています。使い方は単純です:

```
import random
random.random()
```

これは区間 $[0, 1)$ 内のランダムな浮動小数点数を返します。

このモジュールにはその他多くの特化した生成器もあります。例えば:

- `randrange(a, b)` は区間 $[a, b)$ から整数を選びます。
- `uniform(a, b)` は区間 $[a, b)$ から浮動小数点数を選びます。
- `normalvariate(mean, sdev)` は正規 (ガウス) 分布をサンプリングします。

シーケンスに直接作用する高水準な関数もあります。例えば:

- `choice(S)` は与えられたシーケンスからランダムな要素を選びます。
- `shuffle(L)` はリストをインプレースにシャッフルします。すなわち、ランダムに並び替えます。

`Random` クラスのインスタンスを生成して、複数の独立なランダムな数の生成器をつくることもできます。

第 5 章

拡張と埋め込み FAQ

5.1 C で独自の関数を作ることができますか？

はい。関数、変数、例外、そして新しいタイプまで含んだビルトインモジュールを C で作れます。これはドキュメント [extending-index](#) で説明されています。

ほとんどの中級から上級の Python 本もこの話題を扱っています。

5.2 C++ で独自の関数を作ることができますか？

はい。C++ 内にある C 互換機能を使ってできます。 `extern "C" { ... }` で Python のインクルードファイルを囲み、 `extern "C"` を Python インタプリタから呼ぶ各関数の前に置いてください。グローバルや静的な C++ オブジェクトの構造体を持つものは良くないでしょう。

5.3 C を書くのは大変です。他の方法はありませんか？

独自の C 拡張を書くための別のやり方は、目的によっていくつかあります。

速度が必要ななら、 [Psyco](#) は Python バイトコードから x86 アセンブリコードを生成します。Psyco でコードの最も時間制約が厳しい関数群をコンパイルすれば、x-86 互換のプロセッサ上で動かす限り、わずかな手間で見著しい改善ができます。

[Cython](#) とその親戚 [Pyrex](#) は、わずかに修正された Python を受け取り、対応する C コードを生成します。Pyrex を使えば Python の C API を習得することなしに拡張を書けます。

今のところ Python 拡張が存在しないような C や C++ ライブラリへのインターフェイスが必要な場合、[SWIG](#) のようなツールで、そのライブラリのデータ型のラッピングを図れます。[SIP](#)、[CXX](#)、[Boost](#)、[Weave](#) でも C++ ライブラリをラッピングできます。

5.4 C から任意の Python 文を実行するにはどうしますか？

これを行う最高水準の関数は `PyRun_SimpleString()` で、一つの文字列引数を取り、モジュール `__main__` のコンテキストでそれを実行し、成功なら 0、例外 (`SyntaxError` を含む) が発生したら -1 を返します。更に制御したければ、`PyRun_String()` を使ってください。ソースは `Python/pythonrun.c` の `'PyRun_SimpleString()` を参照してください。

5.5 C から任意の Python 式を評価するにはどうしますか？

先の質問の `PyRun_String()` を、スタートシンボル `Py_eval_input` を渡して呼び出してください。これは式を解析し、評価してその値を返します。

5.6 Python オブジェクトから C の値を取り出すにはどうしますか？

オブジェクトの型に依ります。タプルなら、`PyTuple_Size()` が長さを返し、`PyTuple_GetItem()` が指定されたインデックスの要素を返します。リストにも同様の関数 `PyList_Size()` と `PyList_GetItem()` があります。

文字列なら、`PyString_Size()` が長さを、`PyString_AsString()` がその値へのポインタを返します。なお、Python の文字列には null バイトが含まれている可能性があるので、C の `strlen()` は使うべきではありません。

オブジェクトの型を検査するには、まず最初にそれが `NULL` でないことを確かめた上で、`PyString_Check()`、`PyTuple_Check()`、`PyList_Check()` などを使います。

Python オブジェクトへの高レベルな API には、いわゆる 'abstract' インタフェースが提供するものもあります。機能の詳細は `Include/abstract.h` を読んでください。これで、`PySequence_Length()` や `PySequence_GetItem()` などの呼び出しであらゆるタイプの Python シーケンスのインタフェースができますし、その他多くの役立つプロトコルもできます。

5.7 Py_BuildValue() で任意長のタプルを作るにはどうしますか？

できません。代わりに `t = PyTuple_New(n)` を使い、`PyTuple_SetItem(t, i, o)` でオブジェクトを埋めてください – なお、これは `o` のリファレンスカウントを "食う" ので、`Py_INCREF()` しなければなりません。リストにも同様の関数 `PyList_New(n)` と `PyList_SetItem(l, i, o)` があります。なお、タプルは Python コードに渡される前に 必ず すべての値が設定されていなければなりません – `PyTuple_New(n)` は各要素を初期化して `NULL` にしますが、これは Python の適切な値ではありません。

5.8 C からオブジェクトのメソッドを呼び出すにはどうしますか？

`PyObject_CallMethod()` 関数でオブジェクトの任意のメソッドを呼び出せます。パラメタは、オブジェクト、呼び出すメソッドの名前、`Py_BuildValue()` で使われるようなフォーマット文字列、そして引数

です:

```
PyObject *
PyObject_CallMethod(PyObject *object, char *method_name,
                    char *arg_format, ...);
```

これはメソッドを持つかどうかオブジェクトにも有効で、組み込みかユーザ定義かは関係ありません。返り値に対して `Py_DECREF()` する必要があることもあります。

例えば、あるファイルオブジェクトの `"seek"` メソッドを `10, 0` を引数として呼ぶとき (ファイルオブジェクトのポインタを `"f"` とします):

```
res = PyObject_CallMethod(f, "seek", "(ii)", 10, 0);
if (res == NULL) {
    ... an exception occurred ...
}
else {
    Py_DECREF(res);
}
```

なお、`PyObject_CallObject()` の引数リストには 常に タプルが必要です。関数を引数なしで呼び出すには、フォーマットに `"()`" を渡し、関数を一つの引数で呼び出すには、関数を括弧でくくって例えば `"(i)"` としてください。

5.9 PyErr_Print() (その他 `stdout/stderr` に印字するもの) からの出力を受け取るにはどうしますか？

Python コード内で、`write()` メソッドをサポートするオブジェクトを定義してください。そのオブジェクトを `sys.stdout` と `sys.stderr` に代入してください。`print_error` を呼び出すか、単に標準のトレースバック機構を作動させてください。そうすれば、出力は `write()` が送る任意の所に行きます。

最も簡単な方法は、標準ライブラリの `StringIO` クラスを使うことです。

サンプルコードと出力の受け取り例:

```
>>> class StdoutCatcher:
...     def __init__(self):
...         self.data = ''
...     def write(self, stuff):
...         self.data = self.data + stuff
...
>>> import sys
>>> sys.stdout = StdoutCatcher()
>>> print 'foo'
>>> print 'hello world!'
>>> sys.stderr.write(sys.stdout.data)
foo
hello world!
```

5.10 C から Python で書かれたモジュールにアクセスするにはどうしますか？

以下のようにモジュールオブジェクトへのポインタを得られます:

```
module = PyImport_ImportModule("<modulename>");
```

そのモジュールがまだインポートされていない(つまり、まだ `sys.modules` に現れていない) なら、これはモジュールを初期化します。そうでなければ、単純に `sys.modules["<modulename>"]` の値を返します。なお、これはモジュールをいかなる名前空間にも代入しません。これはモジュールが初期化されて `sys.modules` に保管されていることを保証するだけです。

これで、モジュールの属性(つまり、モジュールで定義された任意の名前)に以下のようにアクセスできるようになります:

```
attr = PyObject_GetAttrString(module, "<attrname>");
```

`PyObject_SetAttrString()` を呼んでモジュールの変数に代入することもできます。

5.11 Python から C++ ヘインタフェースするにはどうしますか？

やりたいことに応じて、いろいろな方法があります。手動でやるなら、“拡張と埋め込み”ドキュメントを読むことから始めてください。なお、Python ランタイムシステムにとっては、C と C++ はあまり変わりません。だから、C 構造体(ポインタ)型に基づいて新しい Python の型を構築する方針は C++ オブジェクトに対しても有効です。

C++ ライブラリに関しては、C を書くのは大変です。他の方法はありませんか？を参照してください。

5.12 セットアップファイルでモジュールを追加しようとしたらメイクに失敗しました。なぜですか？

セットアップは改行で終わらなければならないくて、改行がないと、ビルド工程は失敗します。(これを直すには、ある種の醜いシェルスクリプトハックが必要ですが、このバグは小さいものですから努力に見合う価値はないでしょう。)

5.13 拡張をデバッグするにはどうしますか？

動的にロードされた拡張に GDB を使うとき、拡張がロードされるまでブレークポイントを設定してはいけません。

`.gdbinit` ファイルに(または対話的に)、このコマンドを加えてください:

```
br _PyImport_LoadDynamicModule
```

そして、GDB を起動するときに:

```
$ gdb /local/bin/python
gdb) run myscript.py
gdb) continue # repeat until your extension is loaded
gdb) finish   # so that your extension is loaded
gdb) br myfunction.c:50
gdb) continue
```

5.14 Linux システムで Python モジュールをコンパイルしたいのですが、見つからないファイルがあります。なぜですか？

Python の多くのパッケージバージョンには、Python 拡張をコンパイルするのに必要な様々なファイルを含む `/usr/lib/python2.x/config/` ディレクトリが含まれていません。

Red Hat では、Python RPM をインストールして必要なファイルを得てください。

Debian では、`apt-get install python-dev` を実行してください。

5.15 "SystemError: _PyImport_FixupExtension: module yourmodule not loaded" とはどういう意味ですか？

これは、"yourmodule" という名前の拡張モジュールが生成されたけれど、モジュールの `init` 関数とその名前が初期化しないという意味です。

全てのモジュールの `init` 関数には次のような行があるでしょう:

```
module = Py_InitModule("yourmodule", yourmodule_functions);
```

この関数に渡された文字列が拡張モジュールと同じ名前でない場合、`SystemError` 例外が発生します。

5.16 "不完全 (incomplete) な入力" を "不適切 (invalid) な入力" から区別するにはどうしますか？

Python インタラクティブインタプリタでは、入力が不完全なとき (例えば、`"if` 文の始まりをタイプした時や、カッコや三重文字列引用符を閉じていない時など) には継続プロンプトを与えられますが、入力が不適切であるときには即座に構文エラーメッセージが与えられます。このようなふるまいを模倣したいことがあります。

Python では構文解析器のふるまいに十分に近い `codeop` モジュールが使えます。例えば IDLE がこれを使っています。

これを C で行う最も簡単な方法は、`PyRun_InteractiveLoop()` を (必要ならば別のスレッドで) 呼び出し、Python インタプリタにあなたの入力を扱わせることです。独自の入力関数を指定するのに `PyOS_ReadlineFunctionPointer()` を設定することもできます。詳しいヒントは、`Modules/readline.c` や `Parser/myreadline.c` を参照してください。

しかし、組み込みの Python インタプリタを他のアプリケーションと同じスレッドで実行することが必要で、`PyRun_InteractiveLoop()` でユーザの入力を待っている間止められないこともあります。このような場合の解決策の一つは、`PyParser_ParseString()` を呼んで `e.error` と `E_EOF` が等しいこと、つまり入力が不完全であることを確かめることです。これは、Alex Farber のコードを参考にした、未テストのサンプルコード片です:

```
#include <Python.h>
#include <node.h>
#include <errcode.h>
#include <grammar.h>
#include <parsetok.h>
#include <compile.h>

int testcomplete(char *code)
/* code should end in \n */
/* return -1 for error, 0 for incomplete, 1 for complete */
{
    node *n;
    perrdetail e;

    n = PyParser_ParseString(code, &_amp;PyParser_Grammar,
                             Py_file_input, &e);

    if (n == NULL) {
        if (e.error == E_EOF)
            return 0;
        return -1;
    }

    PyNode_Free(n);
    return 1;
}
```

別の解決策は、受け取られた文字列を `Py_CompileString()` でコンパイルすることを試みることです。エラー無くコンパイルされたら、返されたコードオブジェクトを `PyEval_EvalCode()` を呼んで実行することを試みてください。そうでなければ、入力を後のために保存してください。コンパイルが失敗したなら、それがエラーなのか入力の続きが求められているだけなのか調べてください。そのためには、例外タプルからメッセージ文字列を展開し、それを文字列 "unexpected EOF while parsing" と比較します。ここに GNU readline library を使った完全な例があります (`readline()` を読んでいる間は `SIGINT` を無視したいかもしれません):

```
#include <stdio.h>
#include <readline.h>

#include <Python.h>
#include <object.h>
#include <compile.h>
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```

#include <eval.h>

int main (int argc, char* argv[])
{
    int i, j, done = 0;                                /* lengths of line, code */
    char ps1[] = ">>> ";
    char ps2[] = "... ";
    char *prompt = ps1;
    char *msg, *line, *code = NULL;
    PyObject *src, *glb, *loc;
    PyObject *exc, *val, *trb, *obj, *dum;

    Py_Initialize ();
    loc = PyDict_New ();
    glb = PyDict_New ();
    PyDict_SetItemString (glb, "__builtins__", PyEval_GetBuiltins ());

    while (!done)
    {
        line = readline (prompt);

        if (NULL == line)                                /* Ctrl-D pressed */
        {
            done = 1;
        }
        else
        {
            i = strlen (line);

            if (i > 0)
                add_history (line);                        /* save non-empty lines */

            if (NULL == code)                            /* nothing in code yet */
                j = 0;
            else
                j = strlen (code);

            code = realloc (code, i + j + 2);
            if (NULL == code)                            /* out of memory */
                exit (1);

            if (0 == j)                                /* code was empty, so */
                code[0] = '\0';                          /* keep strcat happy */

            strcat (code, line, i);                      /* append line to code */
            code[i + j] = '\n';                          /* append '\n' to code */
            code[i + j + 1] = '\0';

            src = Py_CompileString (code, "<stdin>", Py_single_input);

            if (NULL != src)                            /* compiled just fine - */

```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```

{
    if (ps1 == prompt ||                                /* ">>> " or */
        '\n' == code[i + j - 1])                        /* "... " and double '\n' */
    {                                                    /* so execute it */
        dum = PyEval_EvalCode ((PyCodeObject *)src, glb, loc);
        Py_XDECREF (dum);
        Py_XDECREF (src);
        free (code);
        code = NULL;
        if (PyErr_Occurred ())
            PyErr_Print ();
        prompt = ps1;
    }
}                                                    /* syntax error or E_EOF? */
else if (PyErr_ExceptionMatches (PyExc_SyntaxError))
{
    PyErr_Fetch (&exc, &val, &trb);                /* clears exception! */

    if (PyArg_ParseTuple (val, "sO", &msg, &obj) &&
        !strcmp (msg, "unexpected EOF while parsing")) /* E_EOF */
    {
        Py_XDECREF (exc);
        Py_XDECREF (val);
        Py_XDECREF (trb);
        prompt = ps2;
    }
    else                                                    /* some other syntax error */
    {
        PyErr_Restore (exc, val, trb);
        PyErr_Print ();
        free (code);
        code = NULL;
        prompt = ps1;
    }
}
else                                                    /* some non-syntax error */
{
    PyErr_Print ();
    free (code);
    code = NULL;
    prompt = ps1;
}

free (line);
}
}

Py_XDECREF (glb);
Py_XDECREF (loc);
Py_Finalize();
exit(0);
}

```

5.17 未定義の g++ シンボル `__builtin_new` や `__pure_virtual` を見つけるにはどうしますか？

g++ モジュールを動的にロードするには、Python を再コンパイルし、それを g++ で再リンク (Python Modules Makefile 内の LINKCC を変更) し、拡張を g++ でリンク (例えば `g++ -shared -o mymodule.so mymodule.o`) しなければなりません。

5.18 メソッドのいくつかは C で、その他は Python で実装されたオブジェクトクラスを (継承などで) 作ることができますか？

はい、`int`、`list`、`dict` などのビルトインクラスから継承できます。

The Boost Python Library (BPL, <http://www.boost.org/libs/python/doc/index.html>) を使えば、これを C++ からできます。(すなわち、BPL を使って C++ で書かれた拡張クラスを継承できます)。

5.19 モジュール X をインポートした時に "undefined symbol: PyUnicodeUCS2*" と言われるのはなぜですか？

あなたは Unicode 文字に 4 バイト表現を使う Python のバージョンを使っていますが、インポートされた C 拡張モジュールに Unicode 文字に (デフォルトの) 2 バイト表現を使う Python でコンパイルされたものがあります。

未定義のシンボルの名前が `PyUnicodeUCS4` で始まるのなら、逆の問題です: Python は 2 バイト Unicode 文字でビルトされていて、拡張モジュールは 4 バイト Unicode 文字の Python でコンパイルされています。

これはあらかじめビルドされた拡張パッケージを使っているときに起こりやすいです。とりわけ、RedHat Linux 7.x は 4 バイトユニコードでコンパイルされた "python2" バイナリを提供しました。これは拡張が `PyUnicode_*()` 関数のどれかを使っているとリンクの失敗を起こすだけです。拡張が Unicode に関連する `Py_BuildValue()` (等) へのフォーマット指定や `PyArg_ParseTuple()` へのパラメタ指定を何かしら含んでいても問題になります。

Python インタプリタが使っている Unicode 文字のサイズは、`sys.maxunicode` の値を調べることで確かめられます:

```
>>> import sys
>>> if sys.maxunicode > 65535:
...     print 'UCS4 build'
... else:
...     print 'UCS2 build'
```

この問題を解決する唯一の方法は、Unicode 文字に同じサイズを使ってビルドされた Python バイナリでコンパイルされた拡張モジュールを使うことです。

第 6 章

Windows 上の Python FAQ

6.1 Python プログラムを Windows で動かすにはどうしますか？

これは必ずしも単純な質問ではありません。Windows コマンドラインからプログラムを実行するのに慣れてしまっている場合は、全て明らかなことに思えるでしょう; そうでない場合は、もう少し手引きが必要でしょう。

ある種の統合開発環境を使っているのであれば、最終的には ”DOS ウィンドウ” や ”コマンドプロンプト” などと色々に呼ばれているものに、Windows コマンドをタイプすることになるでしょう。通常そういうウィンドウはスタートメニューから起動します; Windows 7 では、スタート → すべてのプログラム → アクセサリ → コマンドプロンプト とメニューを選択します。通常は次のように見える Windows の ”コマンド プロンプト” が現れるので、ウィンドウが起動したのが分かるはずです:

```
C:\>
```

この文字は異なっていたり、続きがあったりするので、コンピュータの設定や、あなたが最近何をしたかに依って、このようになっていることもあるでしょう:

```
D:\YourName\Projects\Python>
```

このようなウィンドウさえ開けば、Python プログラムを動かす手順は順調に進みます。

Python スクリプトは Python インタプリタ と呼ばれる別のプログラムで処理されなければならないということ、理解する必要があります。インタプリタはスクリプトを読み込み、バイトコードにコンパイルし、バイトコードを実行しプログラムを走らせます。では、インタプリタが Python スクリプトを取り扱うためには、どんな用意をするのでしょうか?

まず最初に、コマンドウィンドウに ”python” という単語がインタプリタを起動する指示であると認識させる必要があります。コマンドウィンドウを開いたら、python というコマンドを入力し、リターンキーを叩いてください。:

```
C:\Users\YourName> python
```

次のような出力が見えるでしょう:

```
Python 2.7.3 (default, Apr 10 2012, 22:71:26) [MSC v.1500 32 bit (Intel)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>>
```

インタプリタの”対話モード”が始まりました。これで Python の文や式を対話的に入力して、待っている間に実行や評価させることができます。これが Python の最強の機能のひとつです。いくつかの式を選んで入力し、結果を見て確かめてみましょう:

```
>>> print "Hello"
Hello
>>> "Hello" * 3
'HelloHelloHello'
```

多くの人が対話モードを便利で高度なプログラム可能計算機として使っています。対話式 Python セッションを終わらせたいなら、Ctrl キーを押しながら Z を入力し、”Enter” キーを打って Windows コマンドプロンプトに戻ってください。

スタート → すべてのプログラム → Python 2.7 → Python (command line) という項目がスタートメニューにあるのに気付くかもしれません。これを起動すると、新しいウィンドウに >>> というプロンプトが見られるでしょう。そうなった場合、Ctrl-Z を入力するとウィンドウは閉じます; Windows は 1 つの ”python” コマンドをウィンドウで実行していて、インタプリタを終了させたときに、それを閉じます。

python コマンドで、インタプリタプロンプト >>> ではなく次のようなメッセージ:

```
'python' is not recognized as an internal or external command, operable program or
batch file.
```

もしくは:

```
Bad command or filename
```

が現れたなら、コンピュータが Python インタプリタの場所を認識しているか確かめなければなりません。そのためには、Windows がプログラムを探すディレクトリのリストである PATH という設定を変更しなければなりません。

コマンドウィンドウが始まるごとに Python がインストールされたディレクトリが PATH に加えられるように設定するといいいでしょう。あなたが Python をインストールしたのが結構最近なら、コマンド

```
dir C:\py*
```

で、多分どこにインストールされたかがわかります。一般的な場所は C:\Python27 などです。このコマンドで見つからなかった場合、ディスク全体から検索しなければならないでしょう ... Tools → Find か、Search ボタンを利用して、”python.exe” を検索します。Python が C:\Python27 (この文書を書いている時点のデフォルトです) にインストールされていたとして、次のコマンドで

```
c:\Python27\python
```

上にあるようにインタプリタが起動することを確認する必要があります。(”Ctrl-Z” と ”Enter” でイン

タブリタから抜けることも忘れないで下さい。) Python がインストールされたディレクトリを確認したら、python コマンドだけで Python を起動できるようにシステム・パスにそのディレクトリを追加しておくといでしょう。CPython 2.7 からはインストーラーのオプションでパスの追加ができるようになりました。

環境変数についてのさらなる情報は 補足: 環境変数の設定 に書かれています。

6.2 Python スクリプトを実行可能にするにはどうしますか？

Windows では、標準の Python インストーラはすでに .py 拡張子のあるファイル型 (Python.File) に関連付け、そのファイル型にインタプリタを実行するオープンコマンド (D:\Program Files\Python\python.exe "%1" %*) を与えます。コマンドプロンプトから 'foo.py' としてスクリプトを実行可能にするにはこれで十分です。スクリプトを拡張子なしで 'foo' とだけタイプして実行したいのなら、PATHEXT 環境変数に .py を加えてください。

6.3 Python の起動に時間がかかることがあるのはなぜですか？

通常 Python は Windows でとても早く起動しますが、ときどき Python が急にスタートアップに時間がかかるようになったというバグレポートがあります。更に複雑なことに、Python は同様に設定された他の Windows システムではきちんと動くのです。

この問題はそのマシンのウイルス対策ソフトウェアの設定ミスによって起こされることがあります。ウイルススキャナの中には、ファイルシステムからの全ての読み込みを監視するように設定した場合に、二桁のスタートアップオーバーヘッドを引き起すことが知られているものがあります。あなたのシステムのウイルススキャンソフトウェアの設定を確かめて、本当に同様に設定されていることを確実にしてください。

6.4 どうすれば Python スクリプトを EXE に出来ますか？

Python コードからコンソールと GUI の実行可能形式を作るための distutils 拡張が <http://www.py2exe.org/> にあります。

6.5 *.pyd ファイルは DLL と同じですか？

はい、.pyd ファイルは dll と同じようなものですが、少し違いがあります。foo.pyd という名前の DLL があったとしたら、それには関数 `initfoo()` が含まれていなければなりません。そうすれば Python で `"import foo"` を書いて、Python は foo.pyd (や foo.py, foo.pyc) を探して、あれば、`initfoo()` を呼び出して初期化しようとします。Windows が DLL の存在を必要とするのと違い、.exe ファイルを foo.lib にリンクするわけではありません。

なお、foo.pyd を検索するパスは PYTHONPATH であり、Windows が foo.dll を検索するパスと同じではありません。また、プログラムを dll にリンクしたときはプログラムの実行に dll が必要ですが、foo.pyd は実行には必要はありません。もちろん、`import foo` したいなら foo.pyd は必要です。DLL では、リンクはソース

コード内で `__declspec(dllexport)` によって宣言されます。`.pyd` では、リンクは使える関数のリストで定義されます。

6.6 Python を Windows アプリケーションに埋め込むにはどうしたらいいですか？

Python インタプリタを Windows app に埋め込む方法は、次のように要約できます：

1. あなたの `.exe` 内に直接 Python を取り込んでビルドしないで下さい。Windows では、それ自身が DLL になっているようなモジュールのインポートを処理するために、Python は DLL でなければなりません。(これは最初の鍵で、ドキュメントされていない事実です。)代わりに、`pythonNN.dll` とリンクしてください；普通はそれは `C:\Windows\System` にインストールされています。`NN` は Python バージョンで Python 2.7 であれば "27" のような数字です。

Python には、load-time に、または run-time にリンクできます。load-time なリンクは、`pythonNN.lib` に対してリンクするもので、run-time なリンクは `pythonNN.dll` に対してリンクするものです。(一般的な注意: `pythonNN.lib` は `pythonNN.dll` に対するいわゆる "インポートライブラリ" です。これは単にリンクに対するシンボルを定義します。)

run-time なリンクは、リンクの選択を大いに単純化します。全ては実行時に行われます。コードは Windows の `LoadLibraryEx()` ルーチンで `pythonNN.dll` をロードしなければなりません。コードはまた、Windows の `GetProcAddress()` ルーチンで得られるポインタで、`pythonNN.dll` (すなわち、Python の C API) のルーチンとデータへアクセスしていなければなりません。マクロによって、このポインタを Python の C API のルーチンを呼び出す任意の C コードに通して使えます。

Borland note: まず `pythonNN.lib` を `Coff2Omf.exe` で OMF フォーマットに変換してください。

2. SWIG を使えば、app のデータとメソッドを Python で使えるようにする Python "拡張モジュール" を簡単に作れます。SWIG は雑用を殆どやってくれるでしょう。結果として、`.exe` ファイルの中にリンクする C コードができます (!)。DLL を作らなくてもよく、リンクも簡潔になります。
3. SWIG は拡張の名前に依る名前の `init` 関数 (C 関数) を作ります。例えば、モジュールの名前が `leo` なら、`init` 関数の名前は `initleo()` になります。SWIG shadow クラスを使ったほうがよく、そうすると `init` 関数の名前は `initleoc()` になります。これは shadow クラスが使うほとんど隠れた helper クラスを初期化します。

ステップ 2 の C コードを `.exe` ファイルにリンクできるのは、初期化関数の呼び出しと Python へのモジュールのインポートが同等だからです！(ドキュメント化されていない重大な事実の二つ目です)

4. 要するに、以下のコードを使って Python インタプリタを拡張モジュール込みで初期化することができます。

```
#include "python.h"
...
Py_Initialize(); // Initialize Python.
initmyAppc(); // Initialize (import) the helper class.
PyRun_SimpleString("import myApp"); // Import the shadow class.
```


5. Python の C API には、pythonNN.dll をビルドするのに使われたコンパイラ MSVC 以外のコンパイラを使うと現れる二つの問題があります。

問題 1: コンパイラによって struct FILE に対する概念が異なるため、FILE * 引数を取るいわゆる ”超高水準” 関数は、多コンパイラ環境で動きません。実装の観点から、これらは超_低_水準関数になっています。

問題 2: SWIG は void 関数へのラッパを生成するときに以下のコードを生成します:

```
Py_INCREF(Py_None);
_resultobj = Py_None;
return _resultobj;
```

ああ、Py_none は pythonNN.dll 内の _Py_NoneStruct という複雑なデータ構造に展開するマクロです。また、このコードは他コンパイラ環境では失敗します。このコードを次のように置き換えてください:

```
return Py_BuildValue("");
```

これで、SWIG をまだ仕事に使えない (私は SWIG の完全な初心者です) 私でも、SWIG の %typemap コマンドを使って自動的に変更できるようになります。

6. Python シェルスクリプトを使って Windows app 内から Python インタプリタウィンドウを掲示するのはいい方法ではありません。そのように表示されるウィンドウは app のウィンドウシステムとは関係ありません。むしろ ”ネイティブな” インタプリタウィンドウを (wxPythonWindow を使ったりして) 作るべきです。そのウィンドウを Python インタプリタにつなぐのは簡単です。Python の i/o は読み書きをサポートする_どんな_オブジェクトにもリダイレクトできるので、read() と write() メソッドを含む (拡張モジュールで定義された) Python オブジェクトさえあればいいのです。

6.7 エディタが Python ソースにタブを勝手に挿入しないようにするにはどうしますか？

この FAQ ではタブを使うことを勧めません。Python スタイルガイド [PEP 8](#) では、配布される Python コードにはスペース 4 つを使うことを推奨しています。これは Emacs の python-mode のデフォルトでも同じです。

いかなるエディタでも、タブとスペースを混ぜるのは良くないです。MSVC も全く同じ立場であり、スペースを使うようにする設定が簡単にできます。Tools → Options → Tabs を選択し、ファイルタイプの ”デフォルト” の ”タブ幅” と ”インデント幅” に 4 を設定して、 ”スペースを挿入する” のラジオボタンを選択してください。

If you suspect mixed tabs and spaces are causing problems in leading whitespace, run Python with the `-t` switch or run the `tabnanny` module to check a directory tree in batch mode.

6.8 ブロックすることなく押鍵を検出するにはどうしますか？

msvcrt モジュールを使ってください。これは標準の Windows 専用拡張モジュールです。これはキーボードが打たれているかを調べる関数 `kbhit()` と、反響することなく一文字を得る `getch()` を定義します。

6.9 `os.kill()` を Windows で模倣するにはどうしますか？

Python 2.7 および 3.2 以前では、プロセスを終了するために、`ctypes` が使えます：

```
import ctypes

def kill(pid):
    """kill function for Win32"""
    kernel32 = ctypes.windll.kernel32
    handle = kernel32.OpenProcess(1, 0, pid)
    return (0 != kernel32.TerminateProcess(handle, 0))
```

2.7 および 3.2 では、上の関数と同様な `os.kill()` が実装されていて、追加の機能として、`Ctrl+C` や `Ctrl+Break` をそれらのシグナルを扱うように設計されたコンソールのサブプロセスに送ることができます。

6.10 ダウンロードされたドキュメントを Windows 上で展開するにはどうしますか？

たまに、web ブラウザで Windows マシンにドキュメントパッケージをダウンロードするとき、その保存されたファイルの拡張子が `.EXE` になっていることがあります。これは間違いです。本来の拡張子は `.TGZ` です。

単純に、ダウンロードしたファイルを名付け直して拡張子を `.TGZ` にしてください。そうすれば WinZip で扱えます。(手元の WinZip でできなかつたら、<https://www.winzip.com> から新しいのをもらいましょう)

第 7 章

グラフィックユーザインタフェース FAQ

7.1 Python のプラットフォーム非依存の GUI ツールキットには何がありますか？

目的のプラットフォーム (群) が何かによって、いくつかあります。この中にはまだ Python 3 に移植されていないものもあります。少なくとも *Tkinter* と *Qt* は Python 3 互換であることを確認しています。

7.1.1 Tkinter

Python の標準的なビルドには、tkinter という Tcl/Tk ウィジェットセットのオブジェクト指向インタフェースが含まれています。これは最も簡単にインストールして使えるでしょう。ソースへのポインタなど、Tk に関する詳しい情報は、Tcl/Tk のホームページ <https://www.tcl.tk> を参照してください。Tcl/Tk は、Mac OS X、Windows、Unix のプラットフォームにおいて完全にポータブルです。

7.1.2 wxWidgets

wxWidgets (<https://www.wxwidgets.org>) は、C++ で書かれたフリーでポータブルな GUI クラスライブラリで、各プラットフォームのネイティブなルックアンドフィールを提供します。現在、Windows、Mac OS X、GTK、X11 はすべて安定した対象です。言語バインディングは Python、Perl、Ruby などの言語で利用できます。

wxPython (<http://www.wxpython.org>) が wxWidgets の Python バインディングです。これはたいてい公式の wxWidgets より少し遅れますが、他の言語バインディングでは利用できない機能も pure Python 拡張経由でいくつか提供しています。wxPython ユーザと開発者の活発なコミュニティがあります。

wxWidgets も wxPython も、フリーなオープンソースソフトウェアであり、寛大なライセンスでフリーウェアやシェアウェアと同様に商業利用も許可されています。

7.1.3 Qt

Qt ツールキットへのバインディング (*PyQt* または *PySide*) や KDE へのバインディング (*PyKDE4*) があります。PyQt は現在 PySide よりも発達していますが、プロプライエタリなアプリケーションを書くには

Riverbank Computing から PyQt ライセンスを購入しなければなりません。PySide は全てのアプリケーションに対してフリーです。

Qt 4.5 以降は LGPL ライセンスでライセンスされています。また、商用ライセンスも The Qt Company から利用できます。

7.1.4 Gtk+

Gtk+ toolkit 用の PyGtk バインディングが James Henstridge によって実装されています。<<http://www.pygtk.org>> を参照してください。

7.1.5 FLTK

簡潔かつ強力で成熟したクロスプラットフォームウィンドウシステム the FLTK toolkit の Python バインディングが the PyFLTK project から利用できます。

7.1.6 OpenGL

OpenGL のバインディングは、PyOpenGL を参照してください。

7.2 Python のプラットフォーム固有の GUI ツールキットには何がありますか？

PyObjc Objective-C bridge をインストールすることによって、Python プログラマは MacOS X の Cocoa ライブラリを使うことができます。

Mark Hammond による *Pythonwin* には Microsoft Foundation Class のインタフェースと Python プログラミング環境が含まれています。これは MFC クラスを用いて主に Python で書かれています。

7.3 Tkinter の質問

7.3.1 Tkinter アプリケーションを凍結するにはどうしますか？

Freeze はスタンドアロンアプリケーションを生成するツールです。Tkinter アプリケーションを凍結するとき、それは Tcl と Tk ライブラリを必要とするので、真のスタンドアロンにはなりません。

一つの解決策は、アプリケーションに Tcl と Tk ライブラリを同梱し、環境変数 TCL_LIBRARY と TK_LIBRARY でランタイムに指定することです。

真にスタンドアロンなアプリケーションにするためには、ライブラリを成す Tcl スクリプトもアプリケーションに統合されていなければなりません。それをサポートするツールの一つは SAM (stand-alone modules) で、Tix ディストリビューション (<http://tix.sourceforge.net/>) の一部です。

SAM を有効にするように Tix をビルドして、Python の `Modules/tkappinit.c` 内部の `TclSamInit()` 等への適切なコールを実行し、`libtclsam` と `libtkSAM` にリンクしてください (Tix ライブラリを含んでも良いです)。

7.3.2 I/O を待つ間に扱われる Tk イベントを作れますか？

Windows 以外のプラットフォームについては、はい、スレッドさえ必要ありません！ ただし、I/O コードを少し再構成しなければなりません。Tk には Xt の `XtAddInput()` コールと同等なものがあるので、ファイルディスクリプタ上で I/O が可能なときに Tk メインループから呼ばれるコールバック関数を登録できます。[tkinter-file-handlers](#) を参照してください。

7.3.3 Tkinter で働くキーバインディングが得られません。なぜですか？

`bind()` メソッドでイベントに結び付けられたイベントハンドラが、適切なキーが押されたときにさえハンドルされないという苦情がよく聞かれます。

最も一般的な原因は、バインディングが適用されるウィジェットが "キーボードフォーカス" を持たないことです。Tk ドキュメントでフォーカスコマンドを確認してください。通常はウィジェットの中をクリックすることでキーボードフォーカスを与えられます (ただしラベルには与えられません。[takefocus](#) オプションを参照してください)。

第 8 章

”なぜ Python が私のコンピュータにインストールされているのですか？” FAQ

8.1 Python とは何ですか？

Python はプログラミング言語の一つです。Python は様々なアプリケーションに使われています。Python は習得しやすいので、一部の高校や大学で入門用のプログラミング言語として使われています。一方で、Google、NASA、Lucasfilm Ltd. のような組織でプロフェッショナルなソフトウェア開発者にも使われています。

Python についてもっと詳しく知りたいなら、[Beginner's Guide to Python](#) から始めましょう。

8.2 なぜ Python が私のマシンにインストールされているのですか？

インストールした覚えがないのに Python があなたのシステムにインストールされているとしたら、その理由にはいくつかの可能性があります。

- もしかしたら、コンピュータの他のユーザがプログラミングを学ぶためにインストールしたのかもしれませんが。誰がそのマシンを使っていて Python をインストールしたか知る必要があります。
- マシンにインストールされているサードパーティのアプリケーションが、Python で書かれていて Python のインストールを含んでいるかもしれません。家庭用のコンピュータでは、そのようなアプリケーションで一番有名なものは、1000 種類以上のゲームやパリエーションを含むソリティアゲーム、PySol です。
- Windows マシンにも Python がインストールされたものがあります。この執筆時点で Hewlett-Packard や Compaq が Python を組み込んでいることを確認しています。HP/Compaq の管理ツールの中には、Python で書かれたものもあるようです。
- Mac OS X を動かすすべての Apple コンピュータには、Python がインストールされています。標準インストールに Python が含まれているのです。

8.3 Python を削除してもいいですか？

Python をどこから手に入れたかによります。

誰かが Python を意図してダウンロードしたのであれば、何の問題もなく削除することができます。Windows では、コントロールパネルのプログラムの追加と削除を使ってください。

Python がサードパーティのアプリケーションによってインストールされたなら、同様に削除できますが、そのアプリケーションは動作しなくなります。Python のディレクトリを削除するのではなく、そのアプリケーションのアンインストーラーを使うべきです。

Python がオペレーティングシステムに含まれて来たなら、削除はお勧めできません。削除してしまうと、Python で書かれたプログラムは全く動かなくなり、その中には重要なものが含まれているかもしれません。その場合、修復にはシステム全体の再インストールが必要になるでしょう。

付録 A

用語集

>>> インタラクティブシェルにおけるデフォルトの Python プロンプトです。インタプリタでインタラクティブに実行されるコード例でよく出てきます。

... インタラクティブシェルにおいて、インデントされたコードブロック、対応する左右の区切り文字の組 (丸括弧 `()`、角括弧 `[]`、波括弧 `{}`、三重引用符) の内側、デコレーターの後に、コードを入力する際に表示されるデフォルトの Python プロンプトです。

2to3 Python 2.x のコードを Python 3.x のコードに変換するツールです。ソースコードを解析してその解析木を巡回 (traverse) することで検知できる、非互換性の大部分を処理します。

2to3 は標準ライブラリの `lib2to3` として利用できます。単体のツールとしての使えるスクリプトが `Tools/scripts/2to3` として提供されています。2to3-reference を参照してください。

abstract base class (抽象基底クラス) `abstract-base-classes` は *duck-typing* を補完するもので、`hasattr()` などの別のテクニックでは不恰好になる場合に インタフェースを定義する方法を提供します。Python は沢山のビルトイン ABCs を、(`collections` モジュールで) データ構造、(`numbers` モジュールで) 数値型、(`io` モジュールで) ストリーム型で提供しています。`abc` モジュールを利用して独自の ABC を作成することもできます。

argument 関数を呼び出す際に、*function* (または *method*) に渡す値です。引数には 2 種類あります。

- キーワード引数: 関数呼び出しの際に引数の前に識別子がついたもの (例: `name=`) や、`**` に続けた辞書の中の値として渡された引数。例えば、次の `complex()` の呼び出しでは、`3` と `5` がキーワード引数です:

```
complex(real=3, imag=5)
complex(**{'real': 3, 'imag': 5})
```

- 位置引数: キーワード引数以外の引数。位置引数は引数リストの先頭に書くことができ、また `*` に続けた *iterable* の要素として渡すことができます。例えば、次の例では `3` と `5` は両方共位置引数です:

```
complex(3, 5)
complex(*(3, 5))
```

実引数は関数の実体において名前付きのローカル変数に割り当てられます。割り当てを行う規則については `calls` を参照してください。シンタックスにおいて実引数を表すためにあらゆる式を使うことが出来ます。評価された値はローカル変数に割り当てられます。

仮引数、FAQ の [実引数と仮引数の違いは何ですか?](#) を参照してください。

`attribute` (属性) オブジェクトに関連付けられ、ドット表記式によって名前で参照される値です。例えば、オブジェクト `o` が属性 `a` を持っているとき、その属性は `o.a` で参照されます。

`BDFL` 慈悲深き終身独裁者 (Benevolent Dictator For Life) の略です。Python の作者、[Guido van Rossum](#) のことです。

`bytes-like object` (バイト様オブジェクト) `str`、`bytearray` や `memoryview` といった `buffer protocol` をサポートするオブジェクトです。バイト様オブジェクトは圧縮、バイナリーデータの保存、ソケット経由の送信等の様々な操作に用いることが出来ます。操作によってはバイナリーデータはミューテャブルでなくてはなりませんが、その場合全てのバイト様オブジェクトを用いることが出来るわけではありません。

`bytecode` (バイトコード) Python のソースコードはバイトコードへとコンパイルされます。バイトコードは Python プログラムの CPython インタプリタ内部での表現です。バイトコードはまた、`.pyc` や `.pyo` ファイルにキャッシュされ、同じファイルの実行が二度目にはより高速になります (ソースコードからバイトコードへの再度のコンパイルは回避されます)。このバイトコードは、各々のバイトコードに対応するサブルーチン呼び出すような "仮想機械 (*virtual machine*)" で動作する "中間言語 (*intermediate language*)" といえます。重要な注意として、バイトコードは異なる Python 仮想マシン間で動作することは期待されていませんし、Python リリース間で安定でもありません。

バイトコードの命令一覧は `dis` モジュールにあります。

`class` (クラス) ユーザー定義オブジェクトを作成するためのテンプレートです。クラス定義は普通、そのクラスのインスタンス上の操作をするメソッドの定義を含みます。

`classic class` (旧スタイルクラス) `object` を継承していないクラス全てを指します。新スタイルクラス (*new-style class*) も参照してください。旧スタイルクラスは Python 3 で削除されます。

`coercion` (型強制) 同じ型の 2 つの引数を要する演算の最中に、ある型のインスタンスを別の型に暗黙のうちに変換することです。例えば、`int(3.15)` は浮動小数点数を整数の 3 にします。しかし、`3+4.5` の場合、各引数は型が異なっていて (一つは整数、一つは浮動小数点数)、加算をする前に同じ型に変換しなければいけません。そうでないと、`TypeError` 例外が投げられます。2 つの被演算子間の型強制は組み込み関数の `coerce` を使って行えます。従って、`3+4.5` は `operator.add(*coerce(3, 4.5))` を呼び出すことに等しく、`operator.add(3.0, 4.5)` という結果になります。型強制を行わない場合、たとえ互換性のある型であっても、すべての引数はプログラマーが、単に `3+4.5` とするのではなく、`float(3)+4.5` というように、同じ型に正規化しなければいけません。

`complex number` (複素数) よく知られている実数系を拡張したもので、すべての数は実部と虚部の和として表されます。虚数は虚数単位 (-1 の平方根) に実数を掛けたもので、一般に数学では i と書かれ、工学では j と書かれます。Python は複素数に組み込みで対応し、後者の表記を取っています。虚部は末尾に `j` をつけて書きます。例えば `3+1j` です。 `math` モジュールの複素数版を利用するには、`cmath` を使います。複素数の使用はかなり高度な数学の機能です。必要性を感じなければ、ほぼ間違いなく無視してしまってよいでしょう。

context manager (コンテキストマネージャ) `with` 文で扱われる、`__enter__()` と `__exit__()` メソッドを定義することで環境を制御するオブジェクトです。PEP 343 を参照してください。

CPython python.org で配布されている、Python プログラミング言語の標準的な実装です。”CPython” という単語は、この実装を Jython や IronPython といった他の実装と区別する必要がある場合に利用されます。

decorator (デコレータ) 別の関数を返す関数で、通常、`@wrapper` 構文で関数変換として適用されます。デコレータの一般的な利用例は、`classmethod()` と `staticmethod()` です。

デコレータの文法はシンタックスシュガーです。次の 2 つの関数定義は意味的に同じものです:

```
def f(...):
    ...
f = staticmethod(f)

@staticmethod
def f(...):
    ...
```

同じ概念がクラスにも存在しますが、あまり使われません。デコレータについて詳しくは、関数定義およびクラス定義のドキュメントを参照してください。

descriptor (デスクリプタ) メソッド `__get__()`, `__set__()`, あるいは `__delete__()` が定義されている新スタイル (*new-style*) のオブジェクトです。あるクラス属性がデスクリプタである場合、その属性を参照するときに、そのデスクリプタに束縛されている特別な動作を呼び出します。通常、`get`, `set`, `delete` のために `a.b` と書くと、`a` のクラス辞書内でオブジェクト `b` を検索しますが、`b` がデスクリプタの場合にはデスクリプタで定義されたメソッドを呼び出します。デスクリプタの理解は、Python を深く理解する上で鍵となります。というのは、デスクリプタこそが、関数、メソッド、プロパティ、クラスメソッド、静的メソッド、そしてスーパクラスの参照といった多くの機能の基盤だからです。

デスクリプタのメソッドに関して詳しくは、`descriptors` を参照してください。

dictionary (辞書) 任意のキーを値に対応付ける連想配列です。`__hash__()` メソッドと `__eq__()` メソッドを実装した任意のオブジェクトをキーにできます。Perl ではハッシュ (`hash`) と呼ばれています。

dictionary view (ビュー) `dict.viewkeys()`, `dict.viewvalues()`, `dict.viewitems()` が返すオブジェクトを辞書ビュー (dictionary view) と呼びます。これらは辞書のエントリに対する動的なビューで、つまり辞書の変更されるとビューはそれら変更を反映します。辞書ビューを完全なリストにするには `list(dictview)` としてください。`dict-views` を参照してください。

docstring クラス、関数、モジュールの最初の式である文字列リテラルです。そのスイートの実行時には無視されますが、コンパイラによって識別され、そのクラス、関数、モジュールの `__doc__` 属性として保存されます。イントロスペクションできる (訳注: 属性として参照できる) ので、オブジェクトのドキュメントを書く標準的な場所です。

duck-typing あるオブジェクトが正しいインタフェースを持っているかを決定するのにオブジェクトの型を見ないプログラミングスタイルです。代わりに、単純にオブジェクトのメソッドや属性が呼ばれたり使われたりします。(「アヒルのように見えて、アヒルのように鳴けば、それはアヒルである。’) インタフェースを型より重視することで、上手くデザインされたコードは、ポリモーフィックな代替を許し

て柔軟性を向上させます。ダックタイピングは `type()` や `isinstance()` による判定を避けます。(ただし、ダックタイピングを **抽象基底クラス** で補完することもできます。) その代わり、典型的に `hasattr()` 判定や **EAFP** プログラミングを利用します。

EAFP 「認可をとるより許しを請う方が容易 (easier to ask for forgiveness than permission、マーフィーの法則)」の略です。この Python で広く使われているコーディングスタイルでは、通常は有効なキーや属性が存在するものと仮定し、その仮定が誤っていた場合に例外を捕捉します。この簡潔で手早く書けるコーディングスタイルには、`try` 文および `except` 文がたくさんあるのが特徴です。このテクニックは、C のような言語でよく使われている **LBYL** スタイルと対照的なものです。

expression (式) 何かの値に評価される、一つづきの構文 (a piece of syntax). 言い換えると、リテラル、名前、属性アクセス、演算子や関数呼び出しといった、値を返す式の要素の組み合わせ。他の多くの言語と違い、Python は言語の全ての構成要素が式というわけではありません。 `print` や `if` のように、式にはならない、文 (*statement*) もあります。代入も式ではなく文です。

extension module (拡張モジュール) C や C++ で書かれたモジュールで、Python の C API を利用して Python コアやユーザーコードとやりとりします。

file object (ファイルオブジェクト) 下位のリソースへのファイル志向 API (`read()` や `write()` メソッドを持つもの) を公開しているオブジェクトです。ファイルオブジェクトは、作成された手段によって、実際のディスク上のファイルや、その他のタイプのストレージや通信デバイス (例えば、標準入出力、インメモリバッファ、ソケット、パイプ、等) へのアクセスを媒介できます。ファイルオブジェクトは *file-like objects* や *streams* とも呼ばれます。

ファイルオブジェクトには 3 つの種類があります: 生のバイナリーファイル、バッファされたバイナリーファイル、そしてテキストファイルです。これらのインターフェースは `io` モジュール内で定義されています。ファイルオブジェクトを作成する標準的な方法は `open()` 関数を利用することです。

file-like object *file object* と同義です。

finder モジュールの *loader* を探すオブジェクト。 `findmodule()` という名前のメソッドを実装していなければなりません。詳細については **PEP 302** を参照してください。

floor division 一番近い小さい整数に丸める数学除算。floor division 演算子は `//` です。例えば、 `11 // 4` は 2 になり、 `float` の true division の結果 `2.75` と異なります。 `(-11) // 4` は `-2.75` を小さい方に丸めるので `-3` になることに注意してください。 **PEP 238** を参照してください。

関数 (関数) 呼び出し側に値を返す一連の文のことです。関数には 0 以上の **実引数** を渡すことが出来ます。実体の実行時に引数を使用することが出来ます。 **仮引数**、**メソッド**、`function` を参照してください。

__future__ 互換性のない新たな機能を現在のインタプリタで有効にするためにプログラマが利用できる擬似モジュールです。例えば、式 `11/4` は現状では 2 になります。この式を実行しているモジュールで

```
from __future__ import division
```

を行って 真の除算操作 (*true division*) を有効にすると、式 `11/4` は `2.75` になります。実際に `__future__` モジュールを `import` してその変数を評価すれば、新たな機能が初めて追加されたのがいつで、いつデフォルトの機能になる予定かわかります。

```
>>> import __future__
>>> __future__.division
_Feature((2, 2, 0, 'alpha', 2), (3, 0, 0, 'alpha', 0), 8192)
```

garbage collection (ガベージコレクション) それ以上使われなくなったメモリを解放する処理です。Python は、参照カウントと、循環参照を見つけて破壊する循環ガベージコレクタと、を使ってガベージコレクションを行います。

generator A function which returns an iterator. It looks like a normal function except that it contains `yield` statements for producing a series of values usable in a for-loop or that can be retrieved one at a time with the `next()` function. Each `yield` temporarily suspends processing, remembering the location execution state (including local variables and pending try-statements). When the generator resumes, it picks up where it left off (in contrast to functions which start fresh on every invocation).

generator expression (ジェネレータ式) イテレータを返す式です。普通の式に、ループ変数を定義する `for` 式、範囲、そして省略可能な `if` 式がつづいているように見えます。こうして構成された式は、外側の関数に向けて値を生成します:

```
>>> sum(i*i for i in range(10))           # sum of squares 0, 1, 4, ... 81
285
```

GIL *global interpreter lock* を参照してください。

global interpreter lock (グローバルインタプリタロック) *CPython* インタプリタが利用している、一度に Python のバイトコード (*bytecode*) 実行するスレッドは一つだけであることを保証する仕組みです。これにより (`dict` などの重要な組み込み型を含む) などのオブジェクトモデルが同時アクセスに対して暗黙的に安全になるので、*CPython* の実装がシンプルになります。インタプリタ全体をロックすることで、マルチプロセッサマシンが生じる並列化のコストに対して、楽にインタプリタをマルチスレッド化できます。

ただし、標準あるいは外部のいくつかの拡張モジュールは、圧縮やハッシュ計算などの計算の重い処理をするときに GIL を解放するように設計されています。また、I/O 処理をするときも GIL は常に解放されます。

過去に”自由なマルチスレッド化”したインタプリタ (供用されるデータを細かい粒度でロックする) が開発されましたが、一般的なシングルスプロセッサの場合のパフォーマンスが悪かったので成功しませんでした。このパフォーマンスの問題を克服しようとする、実装がより複雑になり保守コストが増加すると考えられています。

hashable (ハッシュ可能) ハッシュ可能なオブジェクトとは、生存期間中変わらないハッシュ値を持ち (`__hash__()` メソッドが必要)、他のオブジェクトと比較ができる (`__eq__()` か `__cmp__()` メソッドが必要) オブジェクトです。同値なハッシュ可能オブジェクトは必ず同じハッシュ値を持つ必要があります。

ハッシュ可能なオブジェクトは辞書のキーや集合のメンバーとして使えます。辞書や集合のデータ構造は内部でハッシュ値を使っているからです。

Python のイミュータブルな組み込みオブジェクトはハッシュ可能ですが、ミュータブルなコンテ

ナ (例えばリストや辞書) はハッシュ不可能です。ユーザー定義のクラスのインスタンスであるようなオブジェクトはデフォルトでハッシュ可能です。それらは全て非等価を比較し (自身を除いて)、ハッシュ値は `id()` より得られます。

IDLE Python の統合開発環境 (Integrated DeveLopment Environment) です。IDLE は Python の標準的な配布に同梱されている基本的な機能のエディタとインタプリタ環境です。

immutable (イミュータブル) 固定の値を持ったオブジェクトです。イミュータブルなオブジェクトには、数値、文字列、おびタプルなどがあります。これらのオブジェクトは値を変えられません。別の値を記憶させる際には、新たなオブジェクトを作成しなければなりません。イミュータブルなオブジェクトは、固定のハッシュ値が必要となる状況で重要な役割を果たします。辞書のキーがその例です。

integer division (整数除算) 剰余を考慮しない数学的除算です。例えば、式 $11/4$ は現状では 2.75 ではなく 2 になります。これは切り捨て除算 (*floor division*) とも呼ばれます。二つの整数間で除算を行うと、結果は (端数切捨て関数が適用されて) 常に整数になります。しかし、被演算子の一方が (`float` のような) 別の数値型の場合、演算の結果は共通の型に型強制されます (型強制 (*coercion*) 参照)。例えば、浮動小数点数で整数を除算すると結果は浮動小数点になり、場合によっては端数部分を伴います。// 演算子を / の代わりに使うと、整数除算を強制できます。 `__future__` も参照してください。

importing あるモジュールの Python コードが別のモジュールの Python コードで使えるようにする処理です。

importer モジュールを探してロードするオブジェクト。 `finder` と `loader` のどちらでもあるオブジェクト。

interactive (対話的) Python には対話的インタプリタがあり、文や式をインタプリタのプロンプトに入力すると即座に実行されて結果を見ることができます。 `python` と何も引数を与えずに実行してください。(コンピュータのメインメニューから Python の対話的インタプリタを起動できるかもしれません。) 対話的インタプリタは、新しいアイデアを試してみたり、モジュールやパッケージの中を覗いてみる (`help(x)` を覚えておいてください) のに非常に便利なツールです。

interpreted Python はインタプリタ形式の言語であり、コンパイラ言語の対極に位置します。(バイトコードコンパイラがあるために、この区別は曖昧ですが。) ここでのインタプリタ言語とは、ソースコードのファイルを、まず実行可能形式にしてから実行させるといった操作なしに、直接実行できることを意味します。インタプリタ形式の言語は通常、コンパイラ形式の言語よりも開発 / デバッグのサイクルは短いものの、プログラムの実行は一般に遅いです。対話的 (*interactive*) も参照してください。

iterable (反復可能オブジェクト) 要素を一つずつ返せるオブジェクトです。反復可能オブジェクトの例には、 (`list`, `str`, `tuple` といった) 全てのシーケンス型や、 `dict` や `file` といった幾つかの非シーケンス型、あるいは `__iter__()` か `__getitem__()` メソッドを実装したクラスのインスタンスが含まれます。反復可能オブジェクトは `for` ループ内やその他多くのシーケンス (訳注: ここでのシーケンスとは、シーケンス型ではなくただの列という意味) が必要となる状況 (`zip()`, `map()`, ...) で利用できます。反復可能オブジェクトを組み込み関数 `iter()` の引数として渡すと、オブジェクトに対するイテレータを返します。このイテレータは一連の値を引き渡す際に便利です。反復可能オブジェクトを使う際には、通常 `iter()` を呼んだり、イテレータオブジェクトを自分で扱う必要はありません。 `for` 文ではこの操作を自動的に扱い、無名の変数を作成してループの間イテレータを記憶します。イテレータ (*iterator*) シーケンス (*sequence*), およびジェネレータ (*generator*) も参照してください。

iterator (イテレータ) データの流れを表現するオブジェクトです。イテレータの `next()` メソッドを繰り返して呼び出すと、流れの中の要素の一つずつ返します。データがなくなると、代わりに `StopIteration`

例外を送出します。その時点で、イテレータオブジェクトは尽きており、それ以降は `next()` を何度呼んでも `StopIteration` を送じます。イテレータは、そのイテレータオブジェクト自体を返す `__iter__()` メソッドを実装しなければならないので、イテレータは他の `iterable` を受理するほとんどの場所で利用できます。はっきりとした例外は複数の反復を行うようなコードです。(list のような) コンテナオブジェクトは、自身を `iter()` 関数にオブジェクトに渡したり `for` ループ内で使うたびに、新たな未使用のイテレータを生成します。これをイテレータで行おうとすると、前回のイテレーションで使用済みの同じイテレータオブジェクトを単純に返すため、空のコンテナのようになってしまいます。

詳細な情報は `typeiter` にあります。

key function (キー関数) キー関数、あるいは照合関数とは、ソートや順序比較のための値を返す呼び出し可能オブジェクト (callable) です。例えば、`locale.strxfrm()` をキー関数に使用すれば、ロケール依存のソートの慣習にのっとったソートキーを返します。

Python には、キー関数を受け付けて要素がどのように順序付けられたりグループ化されたりするかを制御するような、いくつかのツールがあります。例えば、`min()`, `max()`, `sorted()`, `list.sort()`, `heapq.nsmallest()`, `heapq.nlargest()`, `itertools.groupby()` です。

キー関数を作る方法はいくつかあります。例えば、`str.lower()` メソッドをキー関数として使って大文字小文字を区別しないソートができます。他には、`lambda` 式を使って `lambda r: (r[0], r[2])` のようなアドホックなキー関数を作ることができます。また、`operator` モジュールは `attrgetter()`, `itemgetter()`, `methodcaller()` というキー関数コンストラクタを提供しています。キー関数の作り方、使い方に関する例は、[Sorting HOW TO](#) を参照してください。

keyword argument [実引数](#) を参照してください。

lambda (ラムダ) 無名のインライン関数で、関数が呼び出されたときに評価される 1 つの式 (*expression*) を含みます。ラムダ関数を作る構文は `lambda [parameters]: expression` です。

LBYL 「ころばぬ先の杖 (look before you leap)」の略です。このコーディングスタイルでは、呼び出しや検索を行う前に、明示的に前提条件 (pre-condition) 判定を行います。[EAFP](#) アプローチと対照的で、`if` 文がたくさん使われるのが特徴的です。

マルチスレッド化された環境では、LBYL アプローチは「見る」過程と「飛ぶ」過程の競合状態を引き起こすリスクがあります。例えば、`if key in mapping: return mapping[key]` というコードは、判定の後、別のスレッドが探索の前に `mapping` から `key` を取り除くと失敗します。この問題は、ロックするか EAFP アプローチを使うことで解決できます。

list (リスト) Python の組み込みのシーケンス (*sequence*) です。リストという名前ですが、リンクリストではなく、他の言語で言う配列 (array) と同種のもので、要素へのアクセスは $O(1)$ です。

list comprehension (リスト内包表記) シーケンス内の全てあるいは一部の要素を処理して、その結果からなるリストを返す、コンパクトな書き方です。`result = ["0x%02x" % x for x in range(256) if x % 2 == 0]` とすると、0 から 255 までの偶数を 16 進数表記 (0x..) した文字列からなるリストを生成します。`if` 節はオプションです。`if` 節がない場合、`range(256)` の全ての要素が処理されます。

loader モジュールをロードするオブジェクト。`load_module()` という名前のメソッドを定義していなけ

ればなりません。詳細は [PEP 302](#) を参照してください。

magic method [special method](#) のくだけた同義語です。

mapping (マップ、マッピング) 任意のキーに対する検索をサポートしていて、`Mapping` が `MutableMapping` の抽象基底クラスを実装しているコンテナオブジェクト。例えば、`dict`, `collections.defaultdict`, `collections.OrderedDict`, `collections.Counter` はマップ型です。

metaclass (メタクラス) クラスのクラスです。クラス定義は、クラス名、クラスの辞書と、基底クラスのリストを作ります。メタクラスは、それら 3 つを引数として受け取り、クラスを作る責任を負います。ほとんどのオブジェクト指向言語は (訳注:メタクラスの) デフォルトの実装を提供しています。Python が特別なのはカスタムのメタクラスを作成できる点です。ほとんどのユーザーにとって、メタクラスは全く必要のないものです。しかし、一部の場面では、メタクラスは強力でエレガントな方法を提供します。たとえば属性アクセスのログを取ったり、スレッドセーフ性を追加したり、オブジェクトの生成を追跡したり、シングルトンを実装するなど、多くの場面で利用されます。

詳細は [metaclasses](#) を参照してください。

method (メソッド) クラス本体の中で定義された関数。そのクラスのインスタンスの属性として呼び出された場合、メソッドはインスタンスオブジェクトを第一引数 (*argument*) として受け取ります (この第一引数は通常 `self` と呼ばれます)。関数 と [ネストされたスコープ](#) も参照してください。

method resolution order (メソッド解決順序) 探索中に基底クラスが構成要素を検索される順番です。2.3 以降の Python インタープリタが使用するアルゴリズムの詳細については [The Python 2.3 Method Resolution Order](#) を参照してください。

モジュール (モジュール) Python コードの組織単位としてはたらくオブジェクトです。モジュールは任意の Python オブジェクトを含む名前空間を持ちます。モジュールは [importing](#) の処理によって Python に読み込まれます。

[パッケージ](#) を参照してください。

MRO [method resolution order](#) を参照してください。

mutable (ミュータブル) ミュータブルなオブジェクトは、`id()` を変えることなく値を変更できます。イミュータブル (*immutable*) も参照してください。

named tuple (名前付きタプル) タプルに似ていて、インデックス指定できる要素に名前付き属性でもアクセス出来るクラスです (例えば、`time.localtime()` はタプルに似たオブジェクトを返し、その `year` には `t[0]` のようなインデックスによるアクセスと、`t.tm_year` のような名前付き要素としてのアクセスが可能です)。

名前付きタプルには、`time.struct_time` のような組み込み型もありますし、通常のクラス定義によって作成することもできます。名前付きタプルを `collections.namedtuple()` ファクトリ関数で作成することもできます。最後の方法で作った名前付きタプルには自動的に、`Employee(name='jones', title='programmer')` のような自己ドキュメント表現 (self-documenting representation) などの機能が付いてきます。

namespace (名前空間) 変数を記憶している場所です。名前空間は辞書を用いて実装されています。名前

空間には、ローカル、グローバル、組み込み名前空間、そして(メソッド内の)オブジェクトのネストされた名前空間があります。例えば、関数 `_builtin_.open()` と `os.open()` は名前空間で区別されます。名前空間はまた、ある関数をどのモジュールが実装しているかをはっきりさせることで、可読性やメンテナンス性に寄与します。例えば、`random.seed()`、`itertools.izip()` と書くことで、これらの関数がそれぞれ `random` モジュールや `itertools` モジュールで実装されていることがはっきりします。

nested scope (ネストされたスコープ) 外側で定義されている変数を参照する機能。具体的に言えば、ある関数が別の関数の中で定義されている場合、内側の関数は外側の関数中の変数を参照できます。ネストされたスコープからは変数の参照だけができ、外側の変数を変更できないことに注意してください。それは常に最も内側のスコープに対する書き込みになります。対照的に、ローカル変数は最も内側のスコープ内の読み書き両方します。同様に、グローバル変数を使うとグローバル名前空間の値を読み書きします。

new-style class (新スタイルクラス) `object` から継承したクラス全てを指します。これには `list` や `dict` のような全ての組み込み型が含まれます。`__slots__()`、デスクリプタ、プロパティ、`__getattr__()` といった、Python の新しい機能を使えるのは新スタイルクラスだけです。

より詳しい情報は `newstyle` を参照してください。

object (オブジェクト) 状態(属性や値)と定義された振る舞い(メソッド)をもつ全てのデータ。もしくは、全ての新スタイルクラス (*new-style class*) の究極の基底クラスのこと。

package (パッケージ) サブモジュールや再帰的にサブパッケージを含むことの出来る *module* のことです。専門的には、パッケージは `__path__` 属性を持つ Python オブジェクトです。

parameter (仮引数) 名前付の実体で `term:関数<function>` (や `term:メソッド<method>`) の定義において関数が受ける **実引数** を明示します。仮引数には 4 種類あります:

- 位置またはキーワード: **位置** または **キーワード引数** として渡すことができる引数を指定します。これはたとえば以下の `foo` や `bar` のように、デフォルトの仮引数の種類です:

```
def func(foo, bar=None): ...
```

- 位置専用: 位置によってのみ与えられる引数を指定します。Python に位置専用仮引数を定義する文法はありません。しかし、組み込み関数には位置専用仮引数を持つもの (例: `abs()`) があります。
- 可変長位置: (他の仮引数で既に受けられた任意の位置引数に加えて) 任意の個数の位置引数が与えられることを指定します。このような仮引数は、以下の `args` のように仮引数名の前に `*` をつけることで定義できます:

```
def func(*args, **kwargs): ...
```

- 可変長キーワード: (他の仮引数で既に受けられた任意のキーワード引数に加えて) 任意の個数のキーワード引数が与えられることを指定します。このような仮引数は、上の例の `kwargs` のように仮引数名の前に `**` をつけることで定義できます。

仮引数はオプションと必須の引数のどちらも指定でき、オプションの引数にはデフォルト値も指定できます。

argument、FAQ の [実引数と仮引数の違いは何ですか?](#)、[function](#) を参照してください。

PEP Python Enhancement Proposal. PEP は、Python コミュニティに対して情報を提供する、あるいは Python の新機能やその過程や環境について記述する設計文書です。PEP は、機能についての簡潔な技術的仕様と提案する機能の論拠 (理論) を伝えるべきです。

PEP は、新機能の提案にかかる、コミュニティによる問題提起の集積と Python になされる設計決断の文書化のための最上位の機構となることを意図しています。PEP の著者にはコミュニティ内の合意形成を行うこと、反対意見を文書化することの責務があります。

PEP 1 を参照してください。

位置引数 [実引数](#) を参照してください。

Python 3000 Python 3.x リリースラインのニックネームです。(Python 3 が遠い将来の話だった頃に作られた言葉です。) ”Py3k” と略されることもあります。

Pythonic 他の言語で一般的な考え方で書かれたコードではなく、Python の特に一般的なイディオムに従った考え方やコード片。例えば、Python の一般的なイディオムでは `for` 文を使ってイテラブルのすべての要素に渡ってループします。他の多くの言語にはこの仕組みはないので、Python に慣れていない人は代わりに数値のカウンターを使うかもしれません:

```
for i in range(len(food)):  
    print food[i]
```

これに対し、きれいな Pythonic な方法は:

```
for piece in food:  
    print piece
```

reference count (参照カウント) あるオブジェクトに対する参照の数。参照カウントが 0 になったとき、そのオブジェクトは破棄されます。参照カウントは通常は Python のコード上には現れませんが、[CPython](#) 実装の重要な要素です。`sys` モジュールは、プログラマーが任意のオブジェクトの参照カウントを知るための `getrefcount()` 関数を提供しています。

__slots__ 新スタイルクラス ([new-style class](#)) 内で、インスタンス属性の記憶に必要な領域をあらかじめ定義しておき、それとひきかえにインスタンス辞書を排除してメモリの節約を行うための宣言です。これはよく使われるテクニックですが、正しく動作させるのには少々手際を要するので、例えばメモリが死活問題となるようなアプリケーション内にインスタンスが大量に存在するといった稀なケースを除き、使わないのがベストです。

sequence (シーケンス) 特殊メソッド `__getitem__()` で整数インデックスによる効率的な要素へのアクセスをサポートし、`len()` で長さを返すような反復可能オブジェクト ([iterable](#)) です。組み込みシーケンス型には、`list`, `str`, `tuple`, `unicode` などがあります。`dict` は `__getitem__()` と `__len__()` もサポートしますが、検索の際に任意の変更不能 ([immutable](#)) なキーを使うため、シーケンスではなくマップ (mapping) とみなされているので注意してください。

slice (スライス) 多くの場合、シーケンス ([sequence](#)) の一部を含むオブジェクト。スライスは、添字記号 `[]` で数字の間にコロンを書いたときに作られます。例えば、`variable_name[1:3:5]` です。添字記

号は `slice` オブジェクトを内部で利用しています。(もしくは、古いバージョンの、`__getslice__()` と `__setslice__()` を利用します。)

special method (特殊メソッド) ある型に特定の操作、例えば加算をするために Python から暗黙に呼び出されるメソッド。この種類のメソッドは、メソッド名の最初と最後にアンダースコア 2 つがついていません。特殊メソッドについては `specialnames` で解説されています。

statement (文) 文はスイート(コードの”ブロック”)に不可欠な要素です。文は `式` かキーワードから構成されるもののどちらかです。後者には `if`、`while`、`for` があります。

struct sequence A tuple with named elements. Struct sequences expose an interface similar to *named tuple* in that elements can be accessed either by index or as an attribute. However, they do not have any of the named tuple methods like `_make()` or `_asdict()`. Examples of struct sequences include `sys.float_info` and the return value of `os.stat()`.

triple-quoted string (三重クォート文字列) 3 つの連続したクォート記号 (") かアポストロフィー (') で囲まれた文字列。通常の (一重) クォート文字列に比べて表現できる文字列に違いはありませんが、幾つかの理由で有用です。1 つか 2 つの連続したクォート記号をエスケープ無しに書くことができますし、行継続文字 (\) を使わなくても複数行にまたがることのできるため、ドキュメンテーション文字列を書く時に特に便利です。

型 (型) Python オブジェクトの型はオブジェクトがどのようなものかを決めます。あらゆるオブジェクトは型を持っています。オブジェクトの型は `__class__` 属性でアクセスしたり、`type(obj)` で取得したり出来ます。

universal newlines テキストストリームの解釈法の一つで、以下のすべてを行末と認識します: Unix の行末規定 `'\n'`、Windows の規定 `'\r\n'`、古い Macintosh の規定 `'\r'`。利用法について詳しくは、[PEP 278](#) と [PEP 3116](#)、さらに `str.splitlines()` も参照してください。

virtual environment (仮想環境) 協調的に切り離された実行環境です。これにより Python ユーザとアプリケーションは同じシステム上で動いている他の Python アプリケーションの挙動に干渉することなく Python パッケージのインストールと更新を行うことができます。

virtual machine (仮想マシン) 完全にソフトウェアにより定義されたコンピュータ。Python の仮想マシンは、バイトコードコンパイラが出力したバイトコード (*bytecode*) を実行します。

Zen of Python (Python の悟り) Python を理解し利用する上での導きとなる、Python の設計原則と哲学をリストにしたものです。対話プロンプトで `import this` とするとこのリストを読めます。

付録 B

このドキュメントについて

このドキュメントは、Python のドキュメントを主要な目的として作られた ドキュメントプロセッサの [Sphinx](#) を利用して、[reStructuredText](#) 形式のソースから生成されました。

ドキュメントとそのツールセットの開発は、Python 自身と同様に完全にボランティアの努力です。もしあなたが貢献したいなら、どのようにすればよいかについて [reporting-bugs](#) ページをご覧ください。新しいボランティアはいつでも歓迎です!

多大な感謝を:

- Fred L. Drake, Jr., オリジナルの Python ドキュメントツールセットの作成者で、ドキュメントの多くを書きました。
- [Docutils](#) プロジェクト. [reStructuredText](#) と [docutils](#) ツールセットを作成しました。
- Fredrik Lundh の [Alternative Python Reference](#) プロジェクトから Sphinx は多くのアイデアを得ました。

B.1 Python ドキュメント 貢献者

多くの方々が Python 言語、Python 標準ライブラリ、そして Python ドキュメンテーションに貢献してくれています。ソース配布物の [Misc/ACKS](#) に、それら貢献してくれた人々を部分的にはありますがリストアップしてあります。

Python コミュニティからの情報提供と貢献がなければこの素晴らしいドキュメンテーションは生まれませんでした – ありがとう!

付録 C

歴史とライセンス

C.1 Python の歴史

Python は 1990 年代の始め、オランダにある Stichting Mathematisch Centrum (CWI, <https://www.cwi.nl/> 参照) で Guido van Rossum によって ABC と呼ばれる言語の後継言語として生み出されました。その後多くの人々が Python に貢献していますが、Guido は今日でも Python 製作者の先頭に立っています。

1995 年、Guido は米国ヴァージニア州レストンにある Corporation for National Research Initiatives (CNRI, <https://www.cnri.reston.va.us/> 参照) で Python の開発に携わり、いくつかのバージョンをリリースしました。

2000 年 3 月、Guido と Python のコア開発チームは BeOpen.com に移り、BeOpen PythonLabs チームを結成しました。同年 10 月、PythonLabs チームは Digital Creations (現在の Zope Corporation, <http://www.zope.com/> 参照) に移りました。そして 2001 年、Python に関する知的財産を保有するための非営利組織 Python Software Foundation (PSF, <https://www.python.org/psf/> 参照) を立ち上げました。このとき Zope Corporation は PSF の賛助会員になりました。

Python のリリースは全てオープンソース (オープンソースの定義は <https://opensource.org/> を参照してください) です。歴史的にみて、ごく一部を除くほとんどの Python リリースは GPL 互換になっています; 各リリースについては下表にまとめてあります。

リリース	ベース	西暦年	権利	GPL 互換
0.9.0 - 1.2	n/a	1991-1995	CWI	yes
1.3 - 1.5.2	1.2	1995-1999	CNRI	yes
1.6	1.5.2	2000	CNRI	no
2.0	1.6	2000	BeOpen.com	no
1.6.1	1.6	2001	CNRI	no
2.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	no
2.0.1	2.0+1.6.1	2001	PSF	yes
2.1.1	2.1+2.0.1	2001	PSF	yes
2.1.2	2.1.1	2002	PSF	yes
2.1.3	2.1.2	2002	PSF	yes
2.2 以降	2.1.1	2001-現在	PSF	yes

注釈: 「GPL 互換」という表現は、Python が GPL で配布されているという意味ではありません。Python のライセンスは全て、GPL と違い、変更したバージョンを配布する際に変更をオープンソースにしなくてもかまいません。GPL 互換のライセンスの下では、GPL でリリースされている他のソフトウェアと Python を組み合わせられますが、それ以外のライセンスではそうではありません。

Guido の指示の下、これらのリリースを可能にくださった多くのボランティアのみなさんに感謝します。

C.2 Terms and conditions for accessing or otherwise using Python

C.2.1 PSF LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 2.7.16

1. This LICENSE AGREEMENT is between the Python Software Foundation,
→ ("PSF"), and
the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise,
→ using Python
2.7.16 software in source or binary form and its associated,
→ documentation.
2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, PSF,
→ hereby
grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to,
→ reproduce,
analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative,
→ works,
distribute, and otherwise use Python 2.7.16 alone or in any derivative
version, provided, however, that PSF's License Agreement and PSF's,
→ notice of
copyright, i.e., "Copyright ^c2^a9 2001-2019 Python Software,
→ Foundation; All Rights
Reserved" are retained in Python 2.7.16 alone or in any derivative,
→ version
prepared by Licensee.
3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or
incorporates Python 2.7.16 or any part thereof, and wants to make the
derivative work available to others as provided herein, then Licensee,
→ hereby
agrees to include in any such work a brief summary of the changes made,
→ to Python
2.7.16.

4. PSF is making Python 2.7.16 available to Licensee on an "AS IS" basis.
PSF MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY
→OF
EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, PSF MAKES NO AND DISCLAIMS ANY
→REPRESENTATION OR
WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR
→THAT THE
USE OF PYTHON 2.7.16 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.
5. PSF SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 2.7.16
FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A
→RESULT OF
MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 2.7.16, OR ANY
→DERIVATIVE
THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.
6. This License Agreement will automatically terminate upon a material
→breach of
its terms and conditions.
7. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any
→relationship
of agency, partnership, or joint venture between PSF and Licensee.
→This License
Agreement does not grant permission to use PSF trademarks or trade name
→in a
trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee,
or any
third party.
8. By copying, installing or otherwise using Python 2.7.16, Licensee agrees
to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

C.2.2 BEOPEN.COM LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 2.0

BEOPEN PYTHON OPEN SOURCE LICENSE AGREEMENT VERSION 1

1. This LICENSE AGREEMENT is between BeOpen.com ("BeOpen"), having an office at 160 Saratoga Avenue, Santa Clara, CA 95051, and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise using this software in source or binary form and its associated documentation ("the Software").

2. Subject to the terms and conditions of this BeOpen Python License Agreement, BeOpen hereby grants Licensee a non-exclusive, royalty-free, world-wide license

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

- to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works, distribute, and otherwise use the Software alone or in any derivative version, provided, however, that the BeOpen Python License is retained in the Software, alone or in any derivative version prepared by Licensee.
3. BeOpen is making the Software available to Licensee on an "AS IS" basis. BEOPEN MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY OF EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, BEOPEN MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF THE SOFTWARE WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.
 4. BEOPEN SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF THE SOFTWARE FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF USING, MODIFYING OR DISTRIBUTING THE SOFTWARE, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.
 5. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.
 6. This License Agreement shall be governed by and interpreted in all respects by the law of the State of California, excluding conflict of law provisions. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency, partnership, or joint venture between BeOpen and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use BeOpen trademarks or trade names in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party. As an exception, the "BeOpen Python" logos available at <http://www.pythonlabs.com/logos.html> may be used according to the permissions granted on that web page.
 7. By copying, installing or otherwise using the software, Licensee agrees to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

C.2.3 CNRI LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 1.6.1

1. This LICENSE AGREEMENT is between the Corporation for National Research Initiatives, having an office at 1895 Preston White Drive, Reston, VA 20191 ("CNRI"), and the Individual or Organization ("Licensee") accessing and otherwise using Python 1.6.1 software in source or binary form and its associated documentation.
2. Subject to the terms and conditions of this License Agreement, CNRI hereby grants Licensee a nonexclusive, royalty-free, world-wide license to reproduce, analyze, test, perform and/or display publicly, prepare derivative works, distribute, and otherwise use Python 1.6.1 alone or in any derivative version, provided, however, that CNRI's License Agreement and CNRI's notice of copyright, i.e., "Copyright © 1995-2001 Corporation for National Research Initiatives; All Rights Reserved" are retained in Python 1.6.1 alone or in any derivative version prepared by Licensee. Alternately, in lieu of CNRI's License Agreement,

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

Licensee may substitute the following text (omitting the quotes): "Python 1.6.1 is made available subject to the terms and conditions in CNRI's License Agreement. This Agreement together with Python 1.6.1 may be located on the Internet using the following unique, persistent identifier (known as a handle): 1895.22/1013. This Agreement may also be obtained from a proxy server on the Internet using the following URL: <http://hdl.handle.net/1895.22/1013>."

3. In the event Licensee prepares a derivative work that is based on or incorporates Python 1.6.1 or any part thereof, and wants to make the derivative work available to others as provided herein, then Licensee hereby agrees to include in any such work a brief summary of the changes made to Python 1.6.1.
4. CNRI is making Python 1.6.1 available to Licensee on an "AS IS" basis. CNRI MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED. BY WAY OF EXAMPLE, BUT NOT LIMITATION, CNRI MAKES NO AND DISCLAIMS ANY REPRESENTATION OR WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE OR THAT THE USE OF PYTHON 1.6.1 WILL NOT INFRINGE ANY THIRD PARTY RIGHTS.
5. CNRI SHALL NOT BE LIABLE TO LICENSEE OR ANY OTHER USERS OF PYTHON 1.6.1 FOR ANY INCIDENTAL, SPECIAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR LOSS AS A RESULT OF MODIFYING, DISTRIBUTING, OR OTHERWISE USING PYTHON 1.6.1, OR ANY DERIVATIVE THEREOF, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY THEREOF.
6. This License Agreement will automatically terminate upon a material breach of its terms and conditions.
7. This License Agreement shall be governed by the federal intellectual property law of the United States, including without limitation the federal copyright law, and, to the extent such U.S. federal law does not apply, by the law of the Commonwealth of Virginia, excluding Virginia's conflict of law provisions. Notwithstanding the foregoing, with regard to derivative works based on Python 1.6.1 that incorporate non-separable material that was previously distributed under the GNU General Public License (GPL), the law of the Commonwealth of Virginia shall govern this License Agreement only as to issues arising under or with respect to Paragraphs 4, 5, and 7 of this License Agreement. Nothing in this License Agreement shall be deemed to create any relationship of agency, partnership, or joint venture between CNRI and Licensee. This License Agreement does not grant permission to use CNRI trademarks or trade name in a trademark sense to endorse or promote products or services of Licensee, or any third party.
8. By clicking on the "ACCEPT" button where indicated, or by copying, installing or otherwise using Python 1.6.1, Licensee agrees to be bound by the terms and conditions of this License Agreement.

C.2.4 CWI LICENSE AGREEMENT FOR PYTHON 0.9.0 THROUGH 1.2

Copyright 1991 - 1995, Stichting Mathematisch Centrum Amsterdam, The Netherlands. All rights reserved.

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both that copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that the name of Stichting Mathematisch Centrum or CWI not be used in advertising or publicity pertaining to distribution of the software without specific, written prior permission.

STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL STICHTING MATHEMATISCH CENTRUM BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

C.3 取り入れられているソフトウェアのライセンスと謝辞

この節では、Python 配布物に取り入れられているサードパーティソフトウェアのライセンスと謝辞の、不完全だが成長し続けるリストを記述します。

C.3.1 メルセンヌツイスター (Mersenne Twister)

`random` モジュールは、<http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/MT2002/emt19937ar.html> からダウンロードしたコードに基づいたコードベースを含んでいます。オリジナルのコードのコメントをそのまま次に示します:

```
A C-program for MT19937, with initialization improved 2002/1/26.
Coded by Takuji Nishimura and Makoto Matsumoto.

Before using, initialize the state by using init_genrand(seed)
or init_by_array(init_key, key_length).

Copyright (C) 1997 - 2002, Makoto Matsumoto and Takuji Nishimura,
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without
modification, are permitted provided that the following conditions
are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer.

2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
   notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
   documentation and/or other materials provided with the distribution.
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

3. The names of its contributors may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE COPYRIGHT HOLDERS AND CONTRIBUTORS "AS IS" AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE COPYRIGHT OWNER OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

Any feedback is very welcome.

<http://www.math.sci.hiroshima-u.ac.jp/~m-mat/MT/emt.html>

email: m-mat @ math.sci.hiroshima-u.ac.jp (remove space)

C.3.2 ソケット

socket モジュールは、WIDE プロジェクト <http://www.wide.ad.jp/> の別々のソースファイルにコーディングされていた `getaddrinfo()` 関数と `getnameinfo()` 関数を使っています:

Copyright (C) 1995, 1996, 1997, and 1998 WIDE Project.

All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. Neither the name of the project nor the names of its contributors may be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE PROJECT AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE PROJECT OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT  
LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY  
OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF  
SUCH DAMAGE.
```

C.3.3 浮動小数点数例外の制御

fpectl モジュールのソースコードは次の告知を含んでいます:

```
-----  
/                               Copyright (c) 1996.                               \  
|                               The Regents of the University of California.          \  
|                               All rights reserved.                                \  
|                                                                                   \  
| Permission to use, copy, modify, and distribute this software for                \  
| any purpose without fee is hereby granted, provided that this en-               \  
| tire notice is included in all copies of any software which is or               \  
| includes a copy or modification of this software and in all                     \  
| copies of the supporting documentation for such software.                        \  
|                                                                                   \  
| This work was produced at the University of California, Lawrence                  \  
| Livermore National Laboratory under contract no. W-7405-ENG-48                   \  
| between the U.S. Department of Energy and The Regents of the                   \  
| University of California for the operation of UC LLNL.                           \  
|                                                                                   \  
|                               DISCLAIMER                                              \  
|                                                                                   \  
| This software was prepared as an account of work sponsored by an                 \  
| agency of the United States Government. Neither the United States                \  
| Government nor the University of California nor any of their em-                 \  
| ployees, makes any warranty, express or implied, or assumes any                 \  
| liability or responsibility for the accuracy, completeness, or                   \  
| usefulness of any information, apparatus, product, or process                    \  
| disclosed, or represents that its use would not infringe                        \  
| privately-owned rights. Reference herein to any specific commer-                 \  
| cial products, process, or service by trade name, trademark,                     \  
| manufacturer, or otherwise, does not necessarily constitute or                  \  
| imply its endorsement, recommendation, or favoring by the United                \  
| States Government or the University of California. The views and                 \  
| opinions of authors expressed herein do not necessarily state or                 \  
| reflect those of the United States Government or the University                  \  
| of California, and shall not be used for advertising or product                 \  
| endorsement purposes.                                                            \  
-----
```

C.3.4 MD5 メッセージダイジェストアルゴリズム

md5 モジュールのソースコードは次の告知を含んでいます:

Copyright (C) 1999, 2002 Aladdin Enterprises. All rights reserved.

This software is provided 'as-is', without any express or implied warranty. In no event will the authors be held liable for any damages arising from the use of this software.

Permission is granted to anyone to use this software for any purpose, including commercial applications, and to alter it and redistribute it freely, subject to the following restrictions:

1. The origin of this software must not be misrepresented; you must not claim that you wrote the original software. If you use this software in a product, an acknowledgment in the product documentation would be appreciated but is not required.
2. Altered source versions must be plainly marked as such, and must not be misrepresented as being the original software.
3. This notice may not be removed or altered from any source distribution.

L. Peter Deutsch
ghost@aladdin.com

Independent implementation of MD5 (RFC 1321).

This code implements the MD5 Algorithm defined in RFC 1321, whose text is available at

<http://www.ietf.org/rfc/rfc1321.txt>

The code is derived from the text of the RFC, including the test suite (section A.5) but excluding the rest of Appendix A. It does not include any code or documentation that is identified in the RFC as being copyrighted.

The original and principal author of md5.h is L. Peter Deutsch <ghost@aladdin.com>. Other authors are noted in the change history that follows (in reverse chronological order):

2002-04-13 lpd Removed support for non-ANSI compilers; removed references to Ghostscript; clarified derivation from RFC 1321; now handles byte order either statically or dynamically.
1999-11-04 lpd Edited comments slightly for automatic TOC extraction.
1999-10-18 lpd Fixed typo in header comment (ansi2knr rather than md5); added conditionalization for C++ compilation from Martin Purschke <purschke@bnl.gov>.
1999-05-03 lpd Original version.

C.3.5 非同期ソケットサービス

asynchat モジュールと asyncore モジュールは次の告知を含んでいます:

Copyright 1996 by Sam Rushing

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both that copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that the name of Sam Rushing not be used in advertising or publicity pertaining to distribution of the software without specific, written prior permission.

SAM RUSHING DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL SAM RUSHING BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

C.3.6 Cookie の管理

Cookie モジュールは次の告知を含んでいます:

Copyright 2000 by Timothy O'Malley <timo@alum.mit.edu>

All Rights Reserved

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appear in all copies and that both that copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that the name of Timothy O'Malley not be used in advertising or publicity pertaining to distribution of the software without specific, written prior permission.

Timothy O'Malley DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS, IN NO EVENT SHALL Timothy O'Malley BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

C.3.7 実行の追跡

trace モジュールは次の告知を含んでいます:

portions copyright 2001, Autonomous Zones Industries, Inc., all rights...
err... reserved and offered to the public under the terms of the
Python 2.2 license.

Author: Zooko O'Whielacronx
<http://zooko.com/>
<mailto:zooko@zooko.com>

Copyright 2000, Mojam Media, Inc., all rights reserved.
Author: Skip Montanaro

Copyright 1999, Bioreason, Inc., all rights reserved.
Author: Andrew Dalke

Copyright 1995-1997, Automatrix, Inc., all rights reserved.
Author: Skip Montanaro

Copyright 1991-1995, Stichting Mathematisch Centrum, all rights reserved.

Permission to use, copy, modify, and distribute this Python software and
its associated documentation for any purpose without fee is hereby
granted, provided that the above copyright notice appears in all copies,
and that both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of neither Automatrix,
Bioreason or Mojam Media be used in advertising or publicity pertaining to
distribution of the software without specific, written prior permission.

C.3.8 UUencode 関数と UUdecode 関数

uu モジュールは次の告知を含んでいます:

Copyright 1994 by Lance Ellinghouse
Cathedral City, California Republic, United States of America.
All Rights Reserved
Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its
documentation for any purpose and without fee is hereby granted,
provided that the above copyright notice appear in all copies and that
both that copyright notice and this permission notice appear in
supporting documentation, and that the name of Lance Ellinghouse
not be used in advertising or publicity pertaining to distribution
of the software without specific, written prior permission.
LANCE ELLINGHOUSE DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO
THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND
FITNESS, IN NO EVENT SHALL LANCE ELLINGHOUSE CENTRUM BE LIABLE
FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES
WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN
ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT
OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.
Modified by Jack Jansen, CWI, July 1995:

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

- Use `binascii` module to do the actual line-by-line conversion between `ascii` and `binary`. This results in a 1000-fold speedup. The C version is still 5 times faster, though.
- Arguments more compliant with Python standard

C.3.9 XML リモートプロシージャコール

`xmlrpclib` モジュールは次の告知を含んでいます:

The XML-RPC client interface is

Copyright (c) 1999-2002 by Secret Labs AB

Copyright (c) 1999-2002 by Fredrik Lundh

By obtaining, using, and/or copying this software and/or its associated documentation, you agree that you have read, understood, and will comply with the following terms and conditions:

Permission to use, copy, modify, and distribute this software and its associated documentation for any purpose and without fee is hereby granted, provided that the above copyright notice appears in all copies, and that both that copyright notice and this permission notice appear in supporting documentation, and that the name of Secret Labs AB or the author not be used in advertising or publicity pertaining to distribution of the software without specific, written prior permission.

SECRET LABS AB AND THE AUTHOR DISCLAIMS ALL WARRANTIES WITH REGARD TO THIS SOFTWARE, INCLUDING ALL IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS. IN NO EVENT SHALL SECRET LABS AB OR THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY SPECIAL, INDIRECT OR CONSEQUENTIAL DAMAGES OR ANY DAMAGES WHATSOEVER RESULTING FROM LOSS OF USE, DATA OR PROFITS, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, NEGLIGENCE OR OTHER TORTIOUS ACTION, ARISING OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE USE OR PERFORMANCE OF THIS SOFTWARE.

C.3.10 `test_epoll`

`test_epoll` は次の告知を含んでいます:

Copyright (c) 2001-2006 Twisted Matrix Laboratories.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

C.3.11 Select kqueue

select は kqueue インターフェースについての次の告知を含んでいます:

Copyright (c) 2000 Doug White, 2006 James Knight, 2007 Christian Heimes
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR AND CONTRIBUTORS ``AS IS'' AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.

C.3.12 strtod と dtoa

The file `Python/dtoa.c`, which supplies C functions `dtoa` and `strtod` for conversion of C doubles to and from strings, is derived from the file of the same name by David M. Gay, currently available from <http://www.netlib.org/fp/>. The original file, as retrieved on March 16, 2009, contains the following copyright and licensing notice:

```
/*****
 *
 * The author of this software is David M. Gay.
 *
 * Copyright (c) 1991, 2000, 2001 by Lucent Technologies.
 *
 * Permission to use, copy, modify, and distribute this software for any
 * purpose without fee is hereby granted, provided that this entire notice
 * is included in all copies of any software which is or includes a copy
 * or modification of this software and in all copies of the supporting
 * documentation for such software.
 *
 * THIS SOFTWARE IS BEING PROVIDED "AS IS", WITHOUT ANY EXPRESS OR IMPLIED
 * WARRANTY. IN PARTICULAR, NEITHER THE AUTHOR NOR LUCENT MAKES ANY
 * REPRESENTATION OR WARRANTY OF ANY KIND CONCERNING THE MERCHANTABILITY
 * OF THIS SOFTWARE OR ITS FITNESS FOR ANY PARTICULAR PURPOSE.
 *
 *****/
```

C.3.13 OpenSSL

The modules `hashlib`, `posix`, `ssl`, `crypt` use the OpenSSL library for added performance if made available by the operating system. Additionally, the Windows and Mac OS X installers for Python may include a copy of the OpenSSL libraries, so we include a copy of the OpenSSL license here:

```
LICENSE ISSUES
=====
```

The OpenSSL toolkit stays under a dual license, i.e. both the conditions of the OpenSSL License and the original SSLeay license apply to the toolkit. See below for the actual license texts. Actually both licenses are BSD-style Open Source licenses. In case of any license issues related to OpenSSL please contact openssl-core@openssl.org.

```
OpenSSL License
-----
```

```
/* =====
 * Copyright (c) 1998-2008 The OpenSSL Project. All rights reserved.
 *
 * Redistribution and use in source and binary forms, with or without
 * modification, are permitted provided that the following conditions
 * are met:
 *
 * 1. Redistributions of source code must retain the above copyright
 * notice, this list of conditions and the following disclaimer.
 *
 * 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
 * notice, this list of conditions and the following disclaimer in
 * the documentation and/or other materials provided with the
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```

*   distribution.
*
*   3. All advertising materials mentioning features or use of this
*       software must display the following acknowledgment:
*       "This product includes software developed by the OpenSSL Project
*       for use in the OpenSSL Toolkit. (http://www.openssl.org/)"
*
*   4. The names "OpenSSL Toolkit" and "OpenSSL Project" must not be used to
*       endorse or promote products derived from this software without
*       prior written permission. For written permission, please contact
*       openssl-core@openssl.org.
*
*   5. Products derived from this software may not be called "OpenSSL"
*       nor may "OpenSSL" appear in their names without prior written
*       permission of the OpenSSL Project.
*
*   6. Redistributions of any form whatsoever must retain the following
*       acknowledgment:
*       "This product includes software developed by the OpenSSL Project
*       for use in the OpenSSL Toolkit (http://www.openssl.org/)"
*
*   THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE OpenSSL PROJECT ``AS IS'' AND ANY
*   EXPRESSED OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
*   IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR
*   PURPOSE ARE DISCLAIMED.  IN NO EVENT SHALL THE OpenSSL PROJECT OR
*   ITS CONTRIBUTORS BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL,
*   SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT
*   NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES;
*   LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
*   HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT,
*   STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE)
*   ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED
*   OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE.
*   =====
*
*   This product includes cryptographic software written by Eric Young
*   (eay@cryptsoft.com).  This product includes software written by Tim
*   Hudson (tjh@cryptsoft.com).
*
*/

```

Original SSLeay License

```

/* Copyright (C) 1995-1998 Eric Young (eay@cryptsoft.com)
* All rights reserved.
*
* This package is an SSL implementation written
* by Eric Young (eay@cryptsoft.com).
* The implementation was written so as to conform with Netscapes SSL.
*

```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
* This library is free for commercial and non-commercial use as long as
* the following conditions are aheared to. The following conditions
* apply to all code found in this distribution, be it the RC4, RSA,
* lhash, DES, etc., code; not just the SSL code. The SSL documentation
* included with this distribution is covered by the same copyright terms
* except that the holder is Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com).
*
* Copyright remains Eric Young's, and as such any Copyright notices in
* the code are not to be removed.
* If this package is used in a product, Eric Young should be given attribution
* as the author of the parts of the library used.
* This can be in the form of a textual message at program startup or
* in documentation (online or textual) provided with the package.
*
* Redistribution and use in source and binary forms, with or without
* modification, are permitted provided that the following conditions
* are met:
* 1. Redistributions of source code must retain the copyright
*    notice, this list of conditions and the following disclaimer.
* 2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright
*    notice, this list of conditions and the following disclaimer in the
*    documentation and/or other materials provided with the distribution.
* 3. All advertising materials mentioning features or use of this software
*    must display the following acknowledgement:
*    "This product includes cryptographic software written by
*      Eric Young (eay@cryptsoft.com)"
*    The word 'cryptographic' can be left out if the rouines from the library
*    being used are not cryptographic related :-).
* 4. If you include any Windows specific code (or a derivative thereof) from
*    the apps directory (application code) you must include an acknowledgement:
*    "This product includes software written by Tim Hudson (tjh@cryptsoft.com)"
*
* THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY ERIC YOUNG ``AS IS'' AND
* ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE
* IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE
* ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR OR CONTRIBUTORS BE LIABLE
* FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL
* DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS
* OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION)
* HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT
* LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY
* OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF
* SUCH DAMAGE.
*
* The licence and distribution terms for any publically available version or
* derivative of this code cannot be changed. i.e. this code cannot simply be
* copied and put under another distribution licence
* [including the GNU Public Licence.]
*/
```

C.3.14 expat

The pyexpat extension is built using an included copy of the expat sources unless the build is configured `--with-system-expat`:

```
Copyright (c) 1998, 1999, 2000 Thai Open Source Software Center Ltd
and Clark Cooper

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
"Software"), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT.
IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY
CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT,
TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE
SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.15 libffi

The `_ctypes` extension is built using an included copy of the libffi sources unless the build is configured `--with-system-libffi`:

```
Copyright (c) 1996-2008 Red Hat, Inc and others.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining
a copy of this software and associated documentation files (the
`Software'), to deal in the Software without restriction, including
without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish,
distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to
permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to
the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included
in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED ``AS IS'', WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND,
EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF
MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND
NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT
HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY,
```

(次のページに続く)

(前のページからの続き)

```
WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM,  
OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER  
DEALINGS IN THE SOFTWARE.
```

C.3.16 zlib

The `zlib` extension is built using an included copy of the `zlib` sources if the `zlib` version found on the system is too old to be used for the build:

```
Copyright (C) 1995-2010 Jean-loup Gailly and Mark Adler
```

```
This software is provided 'as-is', without any express or implied  
warranty. In no event will the authors be held liable for any damages  
arising from the use of this software.
```

```
Permission is granted to anyone to use this software for any purpose,  
including commercial applications, and to alter it and redistribute it  
freely, subject to the following restrictions:
```

1. The origin of this software must not be misrepresented; you must not claim that you wrote the original software. If you use this software in a product, an acknowledgment in the product documentation would be appreciated but is not required.
2. Altered source versions must be plainly marked as such, and must not be misrepresented as being the original software.
3. This notice may not be removed or altered from any source distribution.

```
Jean-loup Gailly  
jloup@gzip.org
```

```
Mark Adler  
madler@alumni.caltech.edu
```


付録 D

Copyright

Python and this documentation is:

Copyright 2001-2019 Python Software Foundation. All rights reserved.

Copyright 2000 BeOpen.com. All rights reserved.

Copyright 1995-2000 Corporation for National Research Initiatives. All rights reserved.

Copyright 1991-1995 Stichting Mathematisch Centrum. All rights reserved.

ライセンスおよび許諾に関する完全な情報は、[歴史とライセンス](#) を参照してください。

索引

..., **101**
 __future__, **104**
 __slots__, **110**
 >>>, **101**
 2to3, **101**

abstract base class, **101**
 argument, **101**
 argument
 difference from parameter, **18**
 attribute, **102**

BDFL, **102**
 bytecode, **102**
 bytes-like object, **102**

class, **102**
 classic class, **102**
 coercion, **102**
 complex number, **102**
 context manager, **103**
 CPython, **103**

decorator, **103**
 descriptor, **103**
 dictionary, **103**
 dictionary view, **103**
 docstring, **103**
 duck-typing, **103**

EAFP, **104**
 expression, **104**
 extension module, **104**

file object, **104**
 file-like object, **104**
 finder, **104**
 floor division, **104**

garbage collection, **105**
 generator, **105**
 generator, **105**
 generator expression, **105**
 generator expression, **105**
 GIL, **105**
 global interpreter lock, **105**

hashable, **105**

IDLE, **106**
 immutable, **106**
 importer, **106**
 importing, **106**
 integer division, **106**
 interactive, **106**
 interpreted, **106**
 iterable, **106**
 iterator, **106**

key function, **107**
 keyword argument, **107**

lambda, **107**
 LBYL, **107**
 list, **107**
 list comprehension, **107**
 loader, **107**

magic
 method, **108**
 magic method, **108**
 mapping, **108**
 metaclass, **108**
 method, **108**
 method
 magic, **108**
 special, **111**
 method resolution order, **108**
 MRO, **108**
 mutable, **108**

named tuple, **108**
 namespace, **108**
 nested scope, **109**
 new-style class, **109**

object, **109**

package, **109**
 parameter, **109**
 parameter
 difference from argument, **18**
 PATH, **64**
 PEP, **110**
 Python 3000, **110**
 Python Enhancement Proposals
 PEP 1, **110**
 PEP 238, **27, 104**
 PEP 275, **52**
 PEP 278, **111**
 PEP 302, **104, 108**
 PEP 3116, **111**
 PEP 343, **103**
 PEP 5, **6**
 PEP 6, **3**
 PEP 8, **10, 93**
 Pythonic, **110**

reference count, **110**

sequence, **110**
 slice, **110**
 special
 method, **111**
 special method, **111**
 statement, **111**
 struct sequence, **111**

TCL_LIBRARY, **96**
 TK_LIBRARY, **96**
 triple-quoted string, **111**

universal newlines, **111**

virtual environment, [111](#)
virtual machine, [111](#)

Zen of Python, [111](#)

モジュール, [108](#)

位置引数, [110](#)

環境変数

 PATH, [64](#)

 TCL_LIBRARY, [96](#)

 TK_LIBRARY, [96](#)

関数, [104](#)

型, [111](#)