第 4 章の代わりのテキスト

名古屋高校　情報科

2021 年度

第 4 章　問題の解決と処理手順の自動化

第 4 章 第 1 節はじめに

コンピュータはプログラムを実行することによって作業をしている。それはパソコンだけでなく，iPad のようなタブレットや携帯電話やゲーム機，あるいは自動販売機やデジタル時計でも同様である。我々が普段何気なく使っている機器の多くにコンピュータが搭載されていて，それらを扱うということは，プログラムを実行する（あるいは実行中のプログラムを操作する）ことにほかならない。

この単元では，自分でプログラムを作ってみる。そのことを通じて，身の回りのコンピュータやプログラムがどのように動いているのか，考えを巡らせてみてほしい。

4.1.1　アルゴリズム

アルゴリズムとは，問題を解決するための具体的な手順を記述したものである。たとえば数学の問題を解く手順，理科の実験の手順，駅で切符を買って電車に乗る手順なども一種のアルゴリズムといえる。

アルゴリズムを頭の中だけで考えるのは間違えやすいし，他人に伝えることも出来ない。そこでアルゴリズムを記述する方法として，この授業では**フローチャート**を用いる。

4.1.2　PyPEN

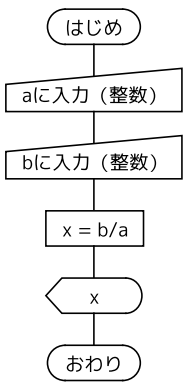
アルゴリズムはプログラムではないから，そのままではコンピュータで実行できない。そこで**プログラミング言語**を用いて，アルゴリズムを元にプログラムを作らなくてはいけない。世の中にはたくさんのプログラミング言語があるが，この授業では大学入学共通テストの「情報関係基礎」で用いられている DNCL という言語を，Python 風にアレンジした PyPEN を用いる。

ブラウザを起動して，授業用サイトか https://www.nagoya-gakuin.ed.jp から「PyPEN」を選んで，始めよう。ぜひともブックマークしておいてほしい。

第 4 章 第 2 節PyPEN の使い方

まず手始めに，一次方程式 $ax = b$ を解くプログラムを作成する。右にフローチャートとプログラムを示した。作業を進めることで PyPEN の使い方を覚えることが目的なので，あえて少し問題のあるプログラムになっているが，気づいたとしてもとりあえず我慢してほしい。

なお，今後できるだけプログラムとフローチャートを併記するが，どちらを見てももう片方が思い浮かぶように，両方を理解するようにしてほしい。



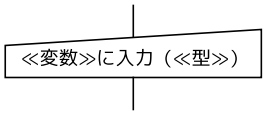

```
a に整数を入力する
b に整数を入力する
x=b/a
表示する (x)
```

4.2.1 変数

PyPEN に限らず多くのプログラミング言語では，値を覚えておくための**変数**が使える。変数の名前は，英字で始まる英数文字列（半角文字）でなくてはいけない。また，大文字と小文字は区別される。

4.2.2 入力

a，b の値は，ユーザがキーボードから**入力**することにしよう。入力はフローチャートでは右のような記号で表され，PyPEN では次のような構文になる（《型》は「整数」「実数」「文字列」「真偽」のどれか）。




```
《変数》に《型》を入力する
```

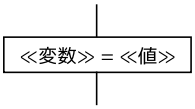
下にある入力支援ボタンの「入力（整数）」を押してみよう。するとプログラム入力欄に「《変数》に整数を入力する」と表示されるので，「《変数》」のところをクリックして a と書き換えよう。

b の入力も同様に入力すればいいのだが，これはフローチャートの画面でやってみよう。まず「コード→フローチャート」ボタンを押すと，既に入力した a の入力に相当するフローチャートが右側に表示される。その下の縦棒のところで右クリックするとメニューが表示されるので，「入力」を選ぶとフローチャートに入力の記号が挿入される。今度はその記号を右クリックして出てくるメニューから「編集」を選ぶと，編集画面が表示されるので変数名などを書き換える。

このように入力支援ボタンを使ってプログラムを入力することもできれば，フローチャートでプログラムを生成することもできるので，好きな方を選んで使ってくれればいい。ただし，フローチャートを編集したときは即座にプログラムに反映されるが，プログラムを編集したときは「コード→フローチャート」ボタンを押さないとフローチャートに反映されないことに気をつけてほしい。

4.2.3 代入

変数に値を覚えさせることを**代入**という。$x = \frac{b}{a}$ だから，この計算結果を x に代入しよう。代入はフローチャートでは右のような記号で表され，PyPEN では次のような構文になる。




```
《変数》=《値》
```

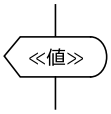
入力支援ボタンでもいいし，フローチャートでもいいのでこれを追加しよう。ただし，$\frac{b}{a}$ は b/a と記述する。

□入力と代入　入力と代入はどちらも変数に値を覚えさせることではあるのだが，まったく違う動作であることに注意してほしい。

入力　ユーザが入力した値を変数に覚えさせる
代入　コンピュータが計算した値を変数に覚えさせる

4.2.4 出力

計算した x の値を**出力**すれば目的は達成される。出力はフローチャートでは右のような記号で表され，PyPEN では次のような構文になる。もう説明しなくても何をしたらいいかわかるだろう。さっそくやってみよう。




```
表示する（《値》）
```

4.2.5 実行

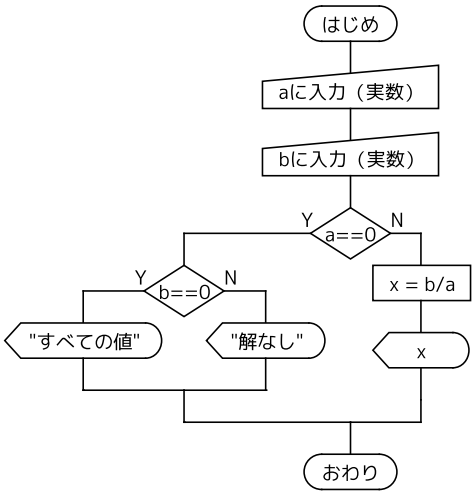
プログラム入力欄の上にある「実行」ボタンを押すとプログラムが実行できる。さっそく実行して，$3x = 6$ や $4x = 13$ などが解けることを確認しよう。実行するとすぐ入力待ちの状態になるので，$ax = b$ の a の値を入力して Enter を押す。また入力待ちになるので，今度は b を入力して Enter を押す。そうすると x の値が表示されるはずだ。

4.2.6 デバッグ

さて，これでプログラムが完成したわけだが，これで完璧だろうか。たとえば $3.5x = 7$ や $0x = 2$ を解こうとすると，どちらもエラーになってしまう。このようなプログラムの誤りを**バグ**といい，バグを取り除いて正しいプログラムにすることを**デバッグ**という。デバッグした結果，できあがったプログラム，フローチャートは以下のようになる。「 サンプル 1 」に入っているので，呼び出して実際に実行してみよう。現時点では意味は詳しくわからなくてもいいが…フローチャートとプログラムを比較して，どこがどう対応しているかくらいは見てほしい。

サンプル 1

```
a に実数を入力する
b に実数を入力する
もし a==0 ならば：
    もし b==0 ならば：
        表示する ("すべての値")
    そうでなければ：
        表示する ("解なし")
そうでなければ：
    x=b/a
    表示する (x)
```



4.2.7 自動採点

プログラムを作ったら，必ず自分で実行して正しい動作をするかを確かめてもらいたい。しかし問題の読み間違いや思い違いをしていたら，間違ったものを正しいと誤解してしまうこともある。そこでこのテキストのいくつかの演習については，自動採点できる仕組みを用意した。左上にある「問題選択」で「Q1:一次方程式」を選ぶと問題が表示され，「採点」ボタンを押すといくつかの入力に対して正しい出力が得られるかを採点してくれる。

4.2.8 課題提出の方法

課題を提出するときは，プログラムをコピーして貼り付ける。プログラムの画面をクリックしてから全文選択（Ctrl+A），コピーして（Ctrl+C）貼り付ければいい（Ctrl+V）。右クリックメニューでのコピーは使えないので，これらのキーを覚えること。

4.2.9 Python での実行

PyPEN で作ったプログラムは，Python のプログラムに変換できる[1)]。 「コード→ Python」ボタンを押すと，出力欄に Python に変換されたコードが表示される（出力欄を横に広げると読める）。Google Colaboratory のサイト https://colab.research.google.com/ を開いてノートブックを新規作成し，その「コード」の枠に Python のコードを貼り付けて実行ボタンを押せばいい。

1) グラフィック命令を含むものはできないが。

4.3.1 値

PyPEN で使える値には次の 4 種類の型がある。

整数 整数が保存できる。
実数 実数が保存できる…ということだが，小数が扱えると考えればいい。
文字列 文字列が保存できる。プログラム中では文字列は""か「」で囲む。
真偽 条件の真偽が保存できる。`True`（真）または `False`（偽）のどちらかの値をとる。

4.3.2 演算子

計算の記号（演算子）は次のものが使える。

`+`	和
`-`	差
`*`	積
`/`	余りを出さない割り算の商（結果は実数になる）
`//`	余りを出す割り算の商（商の整数部分）
`%`	余りを出す割り算の余り

サンプル 2

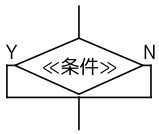
```
表示する(14/3)
表示する(14//3)
表示する(14%3)
表示する(1/3*3)
表示する(1//3*3)
表示する(1*3//3)
```

基本的に左から順に計算すること，+や-よりも*，/，//，%が優先されること，カッコがあればそれが最優先であることなどは算数や数学と同じである[2)]。/と//の使い分けは Python と同じになっている。右上のプログラムで確認してみよう（「 サンプル 2 」を参照）。

□課題：偶数奇数の判定 ここでは課題の作成・提出に必要な手順を述べる。次のプログラムを作ろう：
整数を 1 つ入力し，それが偶数なら"even"，奇数なら"odd"と表示する。
プログラムの作成は次の手順で行なう。

変数 どのような変数が必要か
アルゴリズム どのような順番で処理をしたらいいか
プログラム作成 考えたアルゴリズムの通りにプログラムを作る
動作確認 実行して，正しい結果が得られるかどうか確認する（うまくいかなかったら戻って考える）

このプログラムでは偶数のときと奇数のときで別の動作を行なうことになるので，その方法について説明する。このような処理は**選択**と呼ばれるもので，フローチャートでは右のような記号で表され，PyPEN では下のような構文になる。このプログラムでは入力支援ボタンの「もし～そうでなければ」ボタンを用いるのが良い。なお，行末の「：」や，そこで改行したときの行頭の空白は大事なので消してはいけない。



「もし」ボタン

```
もし《条件》ならば：
    《命令》
```

「もし～そうでなければ」ボタン

```
もし《条件》ならば：
    《命令》
そうでなければ：
    《命令》
```

《条件》は `a==0` や `a>0` のように，等式や不等式で表す（詳細は後の授業で説明するが，「等しい」は==，「等しくない」は!=で表すことに気をつける）。数学だと n が偶数だといえば「$n = 2k$（k は整数）」と考えるが，それは使えない。そこで n を 2 でわったときの余り `n%2` を用いる。

2) 数学ではカッコの外のカッコは中カッコを使ったりするが，ほとんどのプログラミング言語ではカッコはすべて ( ) である。

完成したら「問題選択」の「Q2:偶数・奇数」で答え合わせをして，うまく出来ていたらプログラムをコピーして提出しなさい。プログラム入力欄で Ctrl+A を押して全文選択して，コピー（Ctrl+C）する。提出画面で貼り付け（Ctrl+V）すれば，本文にプログラムが挿入されるので，これを送信すればいい。

□2022 年 1 月の曜日　2022 年の 1 月は土曜日から始まる。日付の数字を入力したら，1 月のその日が何曜日であるかを答えるプログラムを作ろう。ただし，結果は日曜日を 0，月曜日を 1，…，土曜日を 6 で表すことにする。

曜日は 7 日周期なので，7 で割った余りを考えればいい。しかしそのまま日付の数字を 7 で割ったのではうまくいかない。たとえば 1 日が土曜日だから 1 を入力したら土曜日を表す 6 が出力されるように，2 日が日曜日だから 2 を入力したら 0 が表示されるようにしたいわけだが，だったら日付の数字に何を足してから7で割ったらいい？

□課題：Zeller の公式　特定の月の曜日だけがわかるというだけでは大して面白くもない。せっかくだから任意の日の曜日が分かるようなものを作ろう。そこで，曜日を計算する方法としてもっともよく知られている Zeller（ツェラー）の公式を紹介する。これで曜日の計算をするプログラムを作って提出するのが今回の課題だ。なお，このプログラムは後の授業で，文字列での表示ができるようにバージョンアップするので，完成したらダウンロードして残しておくこと。

西暦 y 年 m 月 d 日の曜日は次のように計算できる。ただし 1 月，2 月は前の年の 13 月，14 月として計算する（つまり $m < 3$ のときは y を 1 減らして m を 12 増やす）。y の上 2 桁を j，下 2 桁を k とし（つまり `y//100` が `j`，`y%100` が `k`），

$$h = d + \left\lfloor \frac{13m+8}{5} \right\rfloor + k + \left\lfloor \frac{k}{4} \right\rfloor + \left\lfloor \frac{j}{4} \right\rfloor + 5j$$

とするとき，h を 7 で割ったときの余りが 0,1,⋯,6 であれば，その日は日曜，月曜，…，土曜である。ただし $\lfloor x \rfloor$ は x の小数部分を切り捨てた値である[3)]。つまり割り算の商の整数部分を使いたいのだから「`//`」で割り算すればいい。

また，掛け算記号は省略できないことにも注意してほしい。たとえば $13m + 8$ は `13m+8` でなく `13*m+8` と表すし，$5j$ も `5*j` と表す[4)]。

完成したら，いくつかの日付を入力して，正しい曜日が出力できることを確認してから提出しなさい。たとえば次の日付で答え合わせしてみるといい。また，「問題選択」の「Q3:曜日の計算」でも確認できる。

2022 年 1 月 1 日	土曜 (6)	2024 年 1 月 1 日	月曜 (1)
2022 年 3 月 1 日	火曜 (2)	2024 年 3 月 1 日	金曜 (5)
2022 年 12 月 31 日	土曜 (6)	1966 年 12 月 20 日	火曜 (2)

これなら自分の生まれた日が何曜日であるかもわかるだろう（正しいかどうか，何らかの方法で確認してみよう）。完成したら保存しておこう。手順は次の通り：

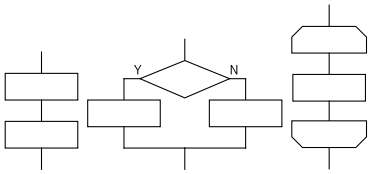
1.「Save」ボタン右の欄にファイル名にしたい文字列を入力する
2.「Save」ボタンを押す

たとえば「曜日」と入力したら，「**曜日**`.PyPEN`」という名前のファイルがダウンロードされる。何回か後の授業で，これを「Load」のボタンでアップロードすることになる。

3) 床関数という。数学では $[x]$ という表記で習い，「ガウスの記号」と呼ぶ。
4) たとえば `ab` は 1 つの変数と解釈されるので，`a*b` とは別物である。

第 4 章 第 4 節構造化プログラミング

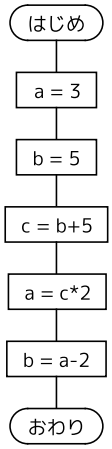
世の中にある複雑なプログラムのアルゴリズムは当然複雑なものであるが，実は「順次」「選択」「繰り返し」の組み合わせで作られているものが多い。実際 PyPEN では，この 3 つの構造で構成されたプログラムしか作ることはできないが，アルゴリズムを表現するにはそれで十分なのである。では，この 3 つの構造を順に見ていこう。



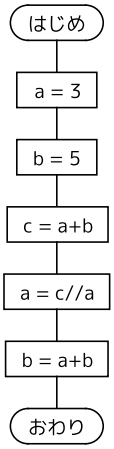
4.4.1 順次

順次というのは，上から順番に処理を実行していくだけである。それは一見簡単なことのように思われる。しかし，たとえば変数に値を代入するという単純な処理でも，順番を入れ替えてしまうと望み通りの結果は得られない。

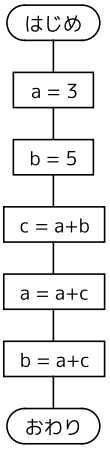
□問題 1 次の各アルゴリズムが終了したときの，各変数の値を答えよ。終わったら「サンプル 3」～「サンプル 6」で確認しなさい。



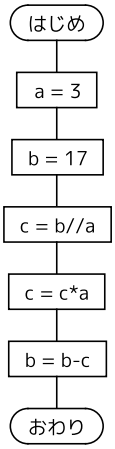
問 1(サンプル 3)



問 2(サンプル 4)



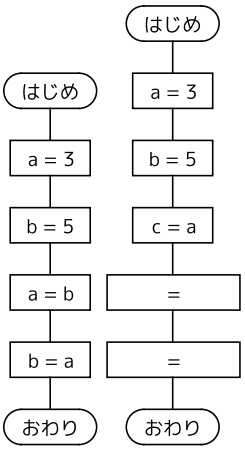
問 3(サンプル 5)



問 4(サンプル 6)

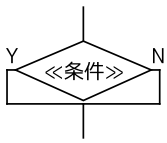
□問題 2 右図の左側は a と b の値を入れ替えようとしたものだが，失敗している（うまくいかないことを「 サンプル 7 」で確認しなさい）。実は変数の値の入れ替えをするには，もう一つ変数を用意しなくてはいけない。a と b の値の入れ替えが成功するように，右側の空欄を埋めなさい（「 サンプル 8 」を完成させなさい）。

なお，これは変数の値を入れ替えるときの常套手段である。そのまま丸暗記するようなものではないが「もう一つ変数を用意する」ということだけは覚えておいてほしい。



4.4.2 選択

選択は，ある条件が満たされるときとそうでないときで別の処理を行なうというものである。すでに偶数・奇数のプログラムで使ったが，あらためてここでまとめておくことにする。



もし《条件》ならば：
　　《命令》

もし《条件》ならば：
　　《命令》
そうでなければ：
　　《命令》

条件は，2 つの値を比較して，等しいとか，等しくないとか，どちらが大きいとかいうように Yes/No で判断できるものである。比較するために用いられる演算子は次のとおりである：

==	等しい
!=	等しくない（≠ の意味）
>	大なり
<	小なり
>=	大なりイコール（≧ の意味）
<=	小なりイコール（≦ の意味）

「ならば:」「そうでなければ:」の末尾にあるコロンや，その次の行頭の空白（「インデント」という）は必要であるし，複数の命令を書く場合には空白の数を揃えなくてはいけない。「Tab」のキーで空白 4 つが挿入され，「Backspace」で左側の空白 4 つを削除するようになっているので，適宜利用すること。

□例題:数あてゲーム　1 桁の乱数（1〜9）を発生させ，ユーザが入力した数値がそれと一致したら"Hit"，違っていたら"Boo"と表示するプログラムを作りなさい（確認のために乱数の値と自分が入力した値も表示すると良い）。

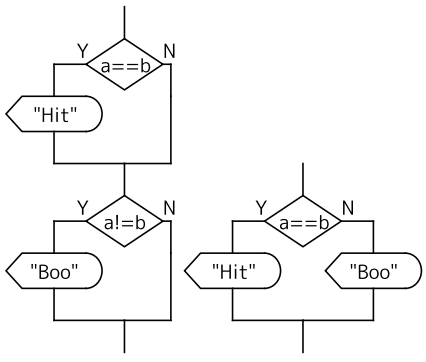
乱数とはランダムに数を発生させる仕組みであり，ゲームや占いには欠かせない（もちろん遊びでない目的にも使われる）。PyPEN では `random(n)`（`n` は自然数）で 0 以上 `n` 以下の（整数の）乱数が得られる。たとえばこのプログラムを何度も実行して，0〜10 の値が表示されることを確認してほしい。

0〜10 の乱数

表示する (`random(10)`)

では，1 から 9 の乱数を作るにはどうしたらいいだろう。`random(9)` では 0〜9 になってしまうから…。

◇注意　このプログラムを作る場合，右図の左側のアルゴリズムでも正しく動作はするが，こういう作り方は良くない。判定が 2 回になってしまって効率が悪いし，もし当たりの条件を変えることになったら 2 箇所を修正しなくてはいけないからだ。うっかり片方だけ直してしまうと，見つけにくいバグを作ってしまうことになる（直すのは人間だから，こういうミスはよく起きる）。だから右側のようにするのが良い（入力支援ボタンの「もし」ではなく「もし〜そうでなければ」を使う）。



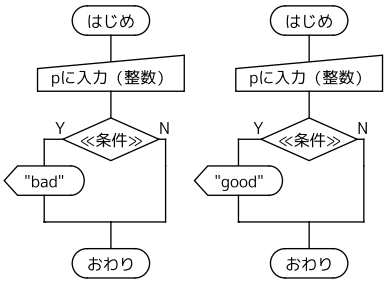
□課題:数あてゲーム（発展）　上の数あてゲームを，違っていたときにユーザが入力した数値が乱数の値よりも大きければ"big"，小さければ"small"と表示するように改造しなさい。

□複雑な条件　条件を複数組み合わせることもできる。その場合には，たとえば「`a>3 or b>3`」のように「`and`」や「`or`」を用いる[5]。

たとえば二次不等式の解は数学では $x < 1, 3 < x$ と書くが，プログラミングではコンマをそのような意味で使うことはできないので「`x<1 or 3<x`」と表す。同様に $1 < x < 3$ も「`1<x and x<3`」となる。同じことだが $x = 1, 3$ を「`x==1,3`」や「`x==1 or 3`」と書いてはいけない。正しいのは「`x==1 or x==3`」である。

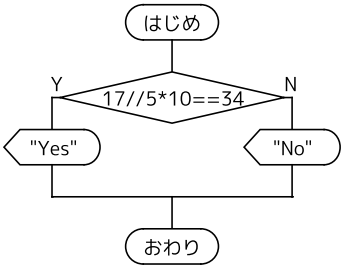
◇注意　ただし PyPEN では「`a<b<c==d`」のような条件を「`a<b and b<c and c==d`」のように解釈するので，$1 < x < 3$ を「`1<x<3`」と書くこともできる。これは Python の文法を真似たものであるが，このような書き方が許されるプログラミング言語は少ないので注意してほしい[6]。

□例題:点数入力　テストの点数は 0 点以上 100 点以下である。この条件に合わない（0 より小さいか，100 より大きい）数値が入力されたときには"bad"と表示するプログラムを作る。どのような条件にすればよいか（「問題選択」「Q4:点数入力」で答え合わせしなさい）。

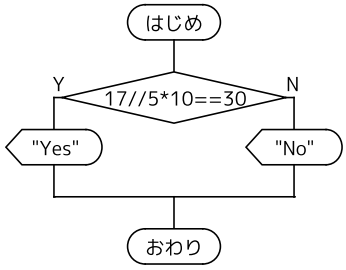


□例題:点数入力（続）　今度は正しい数値が入力されたときに"good"と表示するようにしたい。どのような条件にすればよいか（「問題選択」「Q5:点数入力（続）」で答え合わせしなさい）。

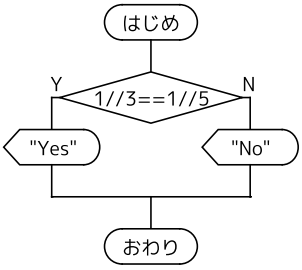
□問題 3　次のアルゴリズムで"Yes"と"No"どちらが表示されるか考えなさい。その後で「 サンプル 9 」に条件式を書きこんで確かめなさい。



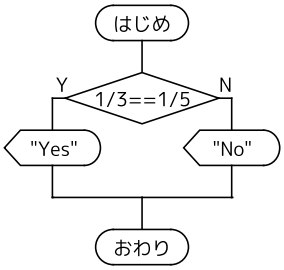
問 1



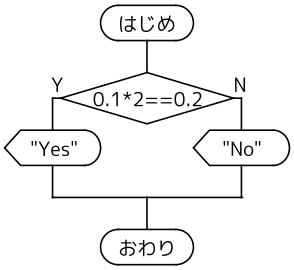
問 2



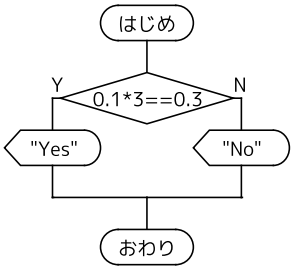
問 3



問 4



問 5



問 6

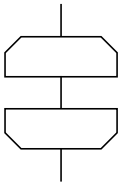
◇問 5，問 6 について　十進法の 0.1 は有限小数だが二進法だと無限小数になる，コンピュータ内部の計算では無限の計算は不可能で，有限の適当な桁数で打ち切ってしまう。そのため最後の桁には誤差が含まれて，このような結果になってしまった。問 5 と問 6 のどちらが"Yes"かなどということはどうでもいいので，次のことを覚えておいてほしい。

- 実数（小数）の計算には誤差が含まれる。だから一致するかどうかの判断を実数（小数）でするのは要注意。
- 整数なら，一致するかどうかの判断は正確にできる。

5）否定を表す「`not`」もあるのだが，この授業では扱わない。たとえば「`not a==0`」なら「`a!=0`」，「`not a>3`」なら「`a<=3`」のように書けるからだ。

6）たとえば PHP ではエラーになる。C ではエラーにならないが，数学の $1 < x < 3$ とは別の解釈をするのでさらに厄介である。

4.4.3 繰り返し



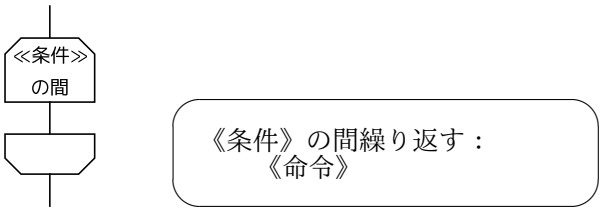
「繰り返し」はある条件が満たされるまで（あるいは満たしている間）同じ処理を繰り返すというものである。フローチャートでは図のような記号で表し，上端か下端に繰り返しの終了または継続に関する条件を書く。本当は JIS で決まっている正式な書き方があるのだが，この授業では（規格の上では不正確ではあるが）直観的にわかりやすいと思われる表記を用いる。

繰り返しに関しては内容が多いので，節を改めて説明する。

第 4 章 第 5 節繰り返し

4.5.1 ～の間繰り返す

次の構文で繰り返しが表現できる。見ての通り，上端に来たときに繰り返しを続ける（繰り返しの中にある命令を実行する）か，終了するかを決めるというものだ。



◇注意 次の 2 つの例題は，入力する整数を記憶する変数のほかに，繰り返しのための変数（1 から順に数えるもの）が 1 つ必要になる。こういったことは課題の文章には表れないので，自分で判断して追加しなくてはいけない。

□例題：カウントアップ 整数を 1 つ入力し，1 からその整数までカウントアップするプログラムを作りなさい（「問題選択」「Q6:カウントアップ」で確認する）。

□例題：約数 整数を 1 つ入力し，その整数の約数を小さい順にすべて表示するプログラムを作りなさい（「問題選択」「Q7:約数」で確認する）。

□課題：ユークリッドの互除法 2 つの整数の最大公約数を求めるときに，ユークリッドの互除法という方法が用いられる。その手順は次の通りだ。

1. a，b をその 2 数とする。
2. b が 0 でない間，以下の (a)～(c) を繰り返す
   (a) c に a % b を代入する。
   (b) a に b を代入する。
   (c) b に c を代入する。
3. a が最大公約数である。

これを用いて，整数を 2 つ入力し，その最大公約数を表示するプログラムを作って提出しなさい（「問題選択」「Q8:最大公約数」で確認する）。

なお，最初は簡単な値（35 と 21 とか）で正しい答えが出ることを確認すること。うまくいったら 839835391 と 527215277 の最大公約数を求めてみなさい（7 桁の数になる）。

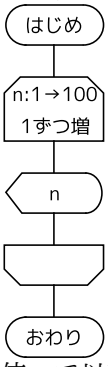
◇大事な余談 一つ前の例題で作った「約数をすべて求めるプログラム」を使えば公約数を求めることもできるが，このような大きい数だとすごく時間がかかる。実際，素因数分解は「時間がかかる」処理であり，2 学期に扱った RSA 暗号は「時間がかかる」からまともな時間では解けないと考えられている。だからもし画期的に速い素因数分解のアルゴリズムが開発されたら，RSA 暗号は役に立たなくなるだろう。

4.5.2 カウントアップ，カウントダウン

1 から 100 までの整数を小さい順に表示するプログラムは次のようになる。

```
n = 1
n <= 100 の間繰り返す：
    表示する(n)
    n = n+1
```

しかし，ある範囲の数を順に扱うケースはよくあるので，PyPEN ではこれを簡単に記述する方法が与えられている。それが次のフローチャート[7]とプログラムだ。入力支援ボタンでは「増やしながら」「減らしながら」となっている。




```
n を 1 から 100 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    表示する(n)
```

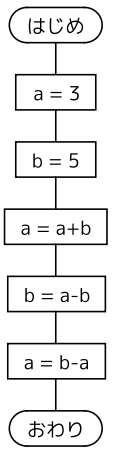
では，これを使って以下の例題や課題をやってみよう。

□例題:2 桁の奇数　2 桁の奇数を小さい順に表示するプログラムを作りなさい（「問題選択」「Q9:2 桁の奇数」で確認する）。

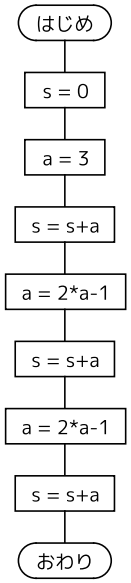
□例題:カウントアップ　整数を 1 つ入力し，1 から入力した整数までカウントアップするプログラムを「増やしながら」を使って作りなさい。なお，ここでも変数は 2 つ用意する。入力した整数（つまりカウントアップのゴール）を表すものと，カウントアップしていく数を表すものを別に扱うためだ（次の課題でも同様）。

□課題:約数　整数を 1 つ入力し，その整数の約数を小さい順にすべて表示するプログラムを作って提出しなさい。前は「〜の間繰り返す」を使ってこれを作ったが，今回は「増やしながら」を使って作ること。

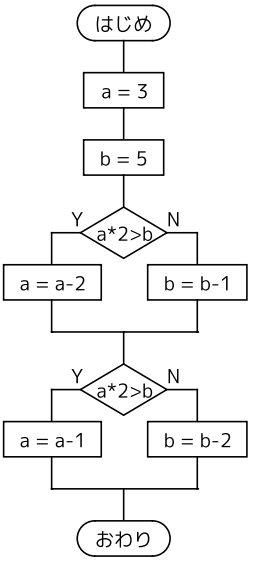
□問題 4　次の各アルゴリズムが完了した後，各変数の値はいくつになっているか。



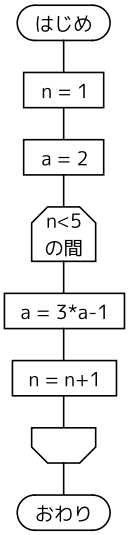
(a) a，b の値



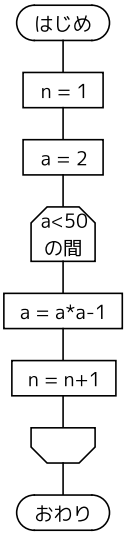
(b) a，s の値



(c) a，b の値



(d) a，n の値



(e) a，n の値

正解は (a) $a = -5$，$b = 3$ (b) $a = 9$，$s = 17$ (c) $a = 1$，$b = 3$ (d) $a = 122$，$n = 5$ (e) $a = 63$，$n = 4$

7) この表記も正式なものではないが，直感的にわかりやすいのでこの授業ではこれを用いる。

第 4 章 第 6 節文法まとめ

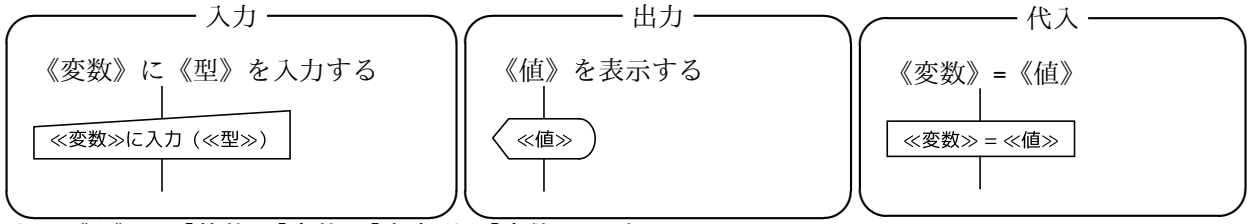
PyPEN の文法のうち，この授業で必要となるものをまとめておく。なお，期末テストのときにはこの文法説明は資料として問題と一緒に与えるので，語句を丸暗記する必要はない。

◇**値の型**　値には，整数，実数，文字列，真偽の型がある。文字列は""か「」で囲む。

◇**計算**　+，-，*，/，//，%が使える。*は掛け算，/は余りを出さない割り算の商（結果は実数になる），//は余りを出す割り算の商（商の整数部分）を表し，%は余りを出す割り算の余りを表す。

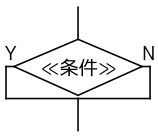
◇**条件**　==，!=，>，<，>=，<=によって二つの値を比較する（!=は $\neq$，>=は $\geqq$，<=は $\leqq$ をそれぞれ表す）。条件と条件を 'and' や 'or' で組み合わせたり，'not' を前置して否定することもできる。

◇**入力・出力・代入**　出力するときに，複数の値や文字列を 'と' でつなぐことができる（例："x は" と x を表示する）。また，コンマ区切りで複数の値を出力することもできる。



入力の《型》は「整数」「実数」「文字列」「真偽」のどれかである。

◇**選択**　条件が満たされるときと，そうでないときで行う処理を変える。



もし《条件式》ならば：
　《処理》

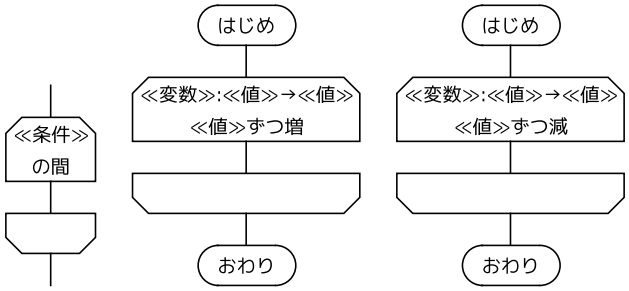
もし《条件式》ならば：
　《処理》
そうでなければ：
　《処理》

◇**繰り返し**　一定の条件のもとで同じ処理を繰り返す。

《条件式》の間繰り返す：
　《処理》

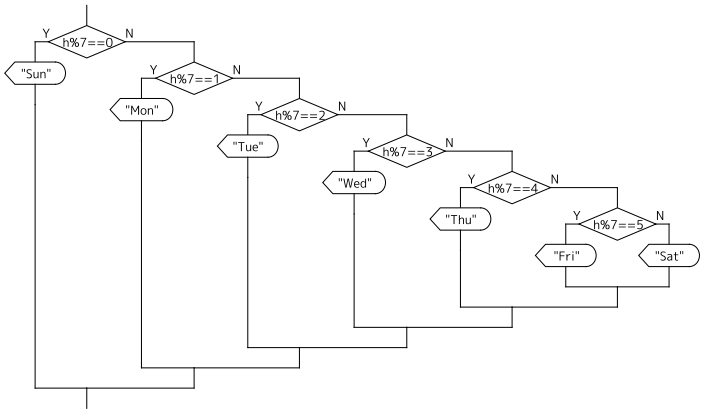
《変数》を《値》から《値》まで《値》ずつ増やしながら繰り返す：
　《処理》

《変数》を《値》から《値》まで《値》ずつ減らしながら繰り返す：
　《処理》



4.7.1 配列

前に，Zeller の公式を使って，日付を入力すると曜日を 0〜6 の数字で表示するプログラムを作った。これを「Sun」「Mon」…「Sat」と表示したい。次のようなアルゴリズムでもできるが，決してスマートな方法とはいえない。



一応動くが…

```
h = …
もし h%7==0 ならば：
    表示する("Sun")
そうでなければ：
    もし h%7==1 ならば：
        表示する("Mon")
    そうでなければ：
        もし h%7==2 ならば：
            表示する("Tue")
        そうでなければ：
            もし h%7==3 ならば：
                表示する("Wed")
            そうでなければ：
                もし h%7==4 ならば：
                    表示する("Thu")
                そうでなければ：
                    もし h%7==5 ならば：
                        表示する("Fri")
                    そうでなければ：
                        表示する("Sat")
```

PyPEN では番号付きの変数である**配列**を使うことができる（番号は 0 から始まる）。これを使うことによって，プログラムがすっきりすることがよくある。たとえばこの曜日のプログラムであれば，

```
a = ["Sun","Mon","Tue","Wed","Thu","Fri","Sat"]
（中略）
表示する(a[h%7])
```

とすればよい。ここでは a[0],a[1],…に順に"Sun","Mon",…を代入している。
たとえば，40 人のクラスで点数入力をするなら次のようにすればいい[8]。合計点などの計算も，配列を使うととても楽だ（これは次の項で扱う）。

```
a=[0]*40
k を 0 から 39 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    a[k] に整数を入力する
```

□例題：おみくじ　乱数を用いて「大吉」「吉」「小吉」「凶」「大凶」のどれかがでるようなおみくじのプログラムを作りなさい。余裕があれば，出るメッセージの種類を増やしてみなさい。

4.7.2 モデル化とシミュレーション

サイコロはそれぞれの目が $\frac{1}{6}$ の確率で出る。だったら 60 回サイコロを振れば，それぞれの目が 10 回ずつ出るだろうか。60 回くらいなら実際に試してみてもいいのだが，後で 600 回，6000 回ならどうなるかということについても実験してみたい。そうなると手作業で数えるのは大変だ。そこで，サイコロの実物を使うのでなく，プログラムでその状況を作り出して実験してみるとしよう。このように，実物を使うことが困難であるようなときに，代用品で同じような状況を作って試してみることを**シミュレーション**[9]という。
シミュレーションは必ずしもコンピュータを使うものばかりではない。部屋の模様替えをするときに，家具

8） [0]*40 というのは，0 を 40 回繰り返した要素を持つ配列を表す。
9） 「シュミレーション」という間違いは非常に恥ずかしいのでしないように。

の配置を適当な縮尺の方眼紙の上で考えるのもシミュレーションだし，車や飛行機の開発現場で部品の模型を風洞に入れて空気の流れを計測するのもそうだ。また，物を使うものばかりではなく，計算で行なうものもある（これについてはコンピュータが活躍する場面も多い）。その意味では数学の文章題や理科の計算問題は，実はシミュレーションの一種でもある。

シミュレーションを行なうためには，問題となる状況から必要な要素を抽出して**モデル化**を行なう。この場合だと「サイコロは 6 つの目が等確率で出る」「前に出た目は次に出る目に影響を及ぼさない」「回数を重ねても各目の確率は変化しない」などといったことになるだろう。

□課題：サイコロのシミュレーション　サイコロを 60 回振って各目が何回ずつ出るかを調べるプログラムを作りなさい。プログラムを簡単にするために，サイコロは 0〜5 の目が出るものとする。

アルゴリズムは次のようになるだろう。2. では繰り返し用の変数が 1 つ必要になることに注意しよう。60 回繰り返すためには「c を 1 から 60 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：」というようにすればいい。

1. a[0]〜a[5] の値をすべて 0 にする。具体的には「a=[0,0,0,0,0,0]」とすればいい。
2. 次の (a)(b) を 60 回繰り返す。
   (a) 0〜5 の乱数を b に代入する。
   (b) a[b] の値を 1 増やす。
3. a[0]〜a[5] の値を順に表示する（あるいは「**表示する** (a)」でまとめて表示する）。

第 4 章 第 8 節集計

データの集計をするプログラムをいろいろ作ってみよう。集計というからにはたくさんの数値を扱いたいのだが，それを毎回入力するのも，代入をたくさん繰り返すのも面倒だ。そこで，ここでは決まった値を先に代入しておくことにしよう。この節では集計をするプログラムを「 サンプル 10 」の続きとして作っていく。

サンプル 10

```
a = [59, 34, 24, 99, 38, 1, 29, 89, 81, 6]
```

4.8.1　合計の計算

a[0]〜a[9] の合計を求めるプログラムを考える。もちろん

```
表示する (a[0]+a[1]+a[2]+a[3]+a[4]+a[5]+a[6]+a[7]+a[8]+a[9])
```

とすれば一応できるが，これだとデータが 10 個でないときにはプログラムを書きなおさなくてはいけないから，こんなやり方では話にならない。繰り返しを使って合計を求めるのが適切なやり方だ。ここでは合計を s で表すことにする。まず s の値を 0 にし，順次 a[0],a[1],…,a[9] を加算していく。これをそのまま書くと

```
s = 0
s = s + a[0]
s = s + a[1]
（中略）
s = s + a[9]
```

となるが，これをそのまま入力するのではなく，繰り返しを使おう。s = s + a[k] を，k を 0〜9 の値にして行なえばいい。つまり「k を 0 から 9 まで 1 ずつ増やしながら『s = s + a[k]』を繰り返す」わけだ[10)]。また最後に結果の表示を追加しよう（この節の後の処理でも同じ）。

10)　数学だと $\sum_{k=0}^{9} a_k$ のような式になる。

4.8.2 最大値，最小値

a[0]〜a[9] の最大値を求める方法を考えよう。ここでは最大値を m としよう。アルゴリズムは次のようになる。

1. m の初期値を適切に定める。
2. 次の (a) を，k を 0〜9 の値にして行なう。
   (a) m<a[k] なら m = a[k]。

やはり「k を 0〜9 の値にして…」というのが繰り返しだ。最小値は (a) の不等号を逆向きにすればいい。ところで，1. で定める初期値はどのようにするといいだろうか。

4.8.3 ソート

値を順番に並べることを**ソート**という。a[0]〜a[9] を小さい順に並べるプログラムを作ってみよう。なお，小さい順を「**昇順**」，大きい順を「**降順**」という。アルゴリズムの基本的な考えは次のようになる。

1. a[0]〜a[9] の最小値が a[0] になるように値を入れ替える。
2. a[1]〜a[9] の最小値が a[1] になるように値を入れ替える。
3. a[2]〜a[9] の最小値が a[2] になるように値を入れ替える。
   （略）
9. a[8]〜a[9] の最小値が a[8] になるように値を入れ替える。

これをもう少し詳しくいうと次のようになるだろう。

1. a[1]〜a[9] の中で a[0] よりも小さいものがあれば，それと a[0] を入れ替える。
2. a[2]〜a[9] の中で a[1] よりも小さいものがあれば，それと a[1] を入れ替える。
3. a[3]〜a[9] の中で a[2] よりも小さいものがあれば，それと a[2] を入れ替える。
   （略）
9. a[9]〜a[9] の中で a[8] よりも小さいものがあれば，それと a[8] を入れ替える。

これを繰り返しを使って言うと次のようになる。

b を 0 から 8 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    a[b+1]〜a[9] の中で a[b] よりも小さいものがあれば，それと a[b] を入れ替える

この「a[b+1]〜a[9] の中で…入れ替える」をさらに言い換えると次のようになる。

c を b+1 から 9 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    もし a[c]<a[b] ならば，a[b] と a[c] を入れ替える

では，実際にこれをプログラムにしてみよう。なお，変数の入れ替えにはもう一つ変数を用意する必要があることを，ずっと前に学習した（6 ページの問題）。

4.9.1 グラフィックの基本

PyPEN にはグラフィックの命令があるので，それを使ってみよう。プログラム入力欄で右クリックして出てくるメニューの「各種処理」から「描画領域開く」を選んで，幅と高さを指定すると，実行したときにここで指定したサイズの描画用ウィンドウが開かれる。その他の描画用命令もすべて「各種処理」にあるので自由に探してみてほしい。座標は左上が $(0,0)$ で，x 軸が右，y 軸が下に伸びていると考えればいい。
次のプログラムでは縦の直線が色を微妙に変えつつ引かれることで，緑から青へのグラデーションになる。

サンプル 11

```
描画領域開く (255,255)
x を 0 から 255 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    線色設定 (0,255-x,x)
    線描画 (x,0,x,255)
```

次のプログラムでは，自由な位置に自由な大きさの円を 100 個描く。「線色設定」を使えば色を変えるなどの発展も考えられるだろう。その場合は，色の赤，青，緑の数字はそれぞれ 0〜255 の範囲にすること。

サンプル 12

```
描画領域開く (200,200)
i を 1 から 100 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    x = random(200)
    y = random(200)
    r = random(50)
    円描画 (x,y,r)
```

これを応用して，いろいろな模様を描いてみよう。画像を右クリックすれば画像をファイルに保存できる。

4.9.2 サンプルプログラム

次のプログラムは同心円の色を徐々に変えてグラデーションを表現してみたものである。

サンプル 13

```
描画領域開く (200,200)
i を 100 から 1 まで 1 ずつ減らしながら繰り返す：
    線色設定 (2*i,0,200-2*i)
    円描画 (100,100,i)
```

次のプログラムは直線だけをたくさん描画しているのだが，曲線が現れる。

サンプル 14

```
描画領域開く (200,200)
i を 1 から 200 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    線色設定 (0,i,200-i)
    線描画 (i,0,0,200-i)
```

1==1 は常に成り立つので「1==1 の間」は無限ループになる。「リセット」のボタンを押すと止まる。

サンプル 15

```
描画領域開く (200, 200)
1==1 の間繰り返す：
    i を 1 から 100 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
        x = random(200)
        y = random(200)
        w = random(50)+1
        h = random(30)+1
        矩形描画 (x, y, w, h)
    描画領域全消去 ()
```

ボールが壁や床ではねかえる様子を表現してみるとこんな感じだろうか（はねかえりの処理はかなりいい加減である）。なお，t の範囲を広げる場合は，左端でのはねかえりも考慮する必要がある。

サンプル 16

```
描画領域開く(200,200)
vx=1.0
vy=5.0
x=0.0
y=200.0
t を 0 から 400 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    円塗描画(x,y,1)
    x=x+vx
    y=y-vy
    もし x>=200 and vx>0 ならば：
        vx=-0.8*vx
    もし y>=200 and vy<0 ならば：
        vy=-0.8*vy
    vy=vy-0.1
```

次のプログラムは配列 a に代入した値を棒グラフで表す。length(a) は配列 a の要素の個数を表す。最初 max に 0 でなく 1 を代入しているのは，a の値が全部 0 であってもエラーにならないようにするためである。

サンプル 17

```
h = 400
w = 400
a = [100,240,220,150,180]
l = length(a)
max = 1
i を 0 から l-1 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    もし a[i]>max ならば：
        max = a[i]
描画領域開く(w,h)
x = w*0.1
y = h*0.9
w = w*0.8
h = h*0.8
wb = w/l
線描画(x,y,x+w,y)
線描画(x,y,x,y-h)
文字サイズ設定(16)
i を 0 から l-1 まで 1 ずつ増やしながら繰り返す：
    塗色設定(0,255,0)
    hb = a[i]*h/max
    矩形塗描画(x+wb*0.1,y-hb,wb*0.8,hb)
    塗色設定(0,0,0)
    文字描画(a[i],x+wb*0.1,y-hb-2)
    文字描画(i+1+"番目",x+wb*0.1,y+16)
    x = x+wb
```

□ **最後の課題**　自分で考えたグラフィックのプログラムを 1 つ提出しなさい。

最後に

この授業では PyPEN という見慣れないプログラミング環境で勉強したが，グラフィックの部分以外はほとんどそのまま Python に書き直すことができる。「もし～ならば：」は if ～:，「～の間繰り返す」は while ～:，そんな風に，基本的な構文はほとんど同じになるように作ったつもりだ。Python は最近人工知能などの分野で脚光を浴びている言語なので，将来使うことになる人も多いだろう。
C などの言語でも，Python や PyPEN でインデントされている部分が{ }で囲まれるだけの違いと思えばそんなに大差はない。この授業の内容がそういった本格的な言語への足がかりになれば幸いである。