

第3章 コンピュータとプログラミング

(3) 「コンピュータとプログラミング」で学ぶこと

- コンピュータや外部装置の仕組みや特徴, コンピュータでの情報の内部表現と計算に関する限界について
- アルゴリズムを表現する手段, プログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークを活用する方法
- 社会や自然などにおける事象をモデル化する方法, シミュレーションを通してモデルを評価し改善する方法

(3)「コンピュータとプログラミング」で学ぶこと

- 要するに

- ◆ コンピュータの構造と論理演算
- ◆ 計算誤差が生じる原因
- ◆ センサやアクチュエータとの接続
- ◆ プログラムの基本要素
- ◆ 応用プログラムを書くための道具
- ◆ 探索や並べ替えの手順
- ◆ プログラムによるシミュレーション

学習11, 12, 13

学習ⅠⅠ コンピュータの仕組み

コンピュータの仕組み

- (1)構成要素
- (2)論理演算
- (3)論理演算を用いた二進数の足し算
- (4)四則演算の考え方

計算誤差について

- (1)誤差の考え方
- (2)プログラミングで誤差を体験する

コンピュータの仕組み

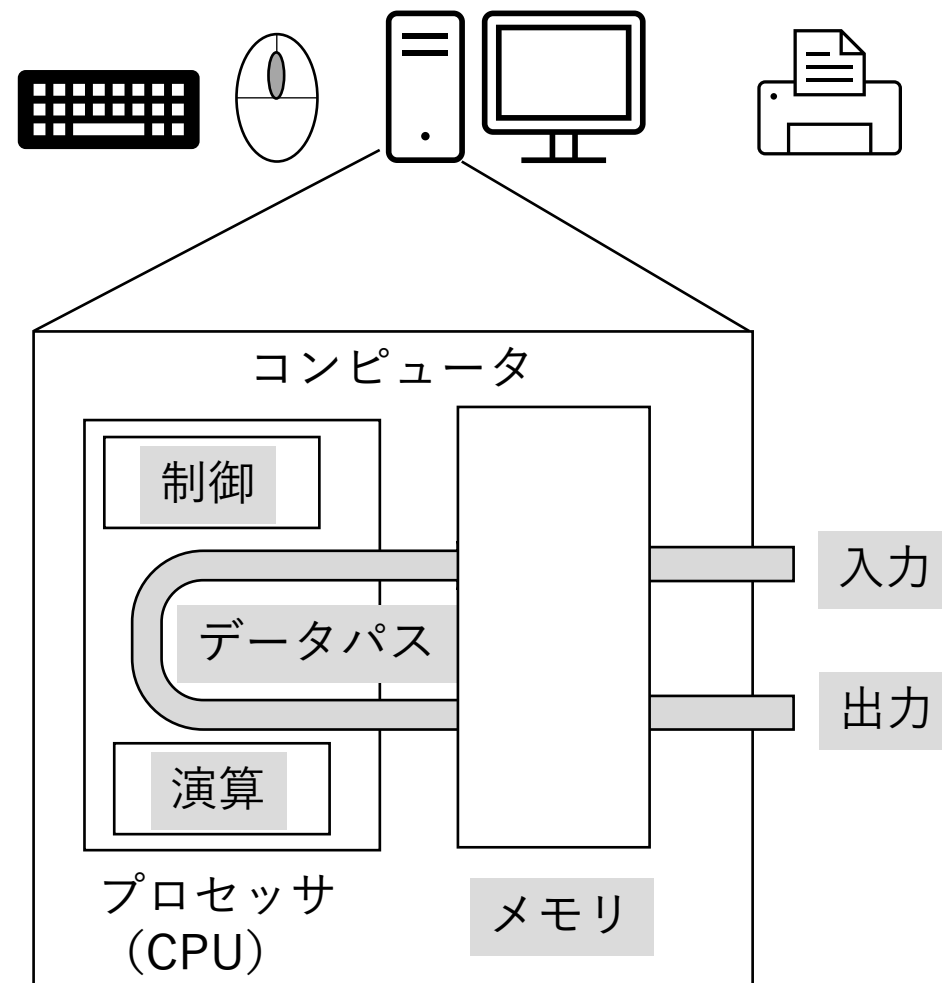
• 構成要素

◆ 物理的な構成要素

- 入力装置: キーボード、マウス
- 処理装置: パソコン本体
- 出力装置: ディスプレイ、プリンタ

◆ 論理的な構成要素

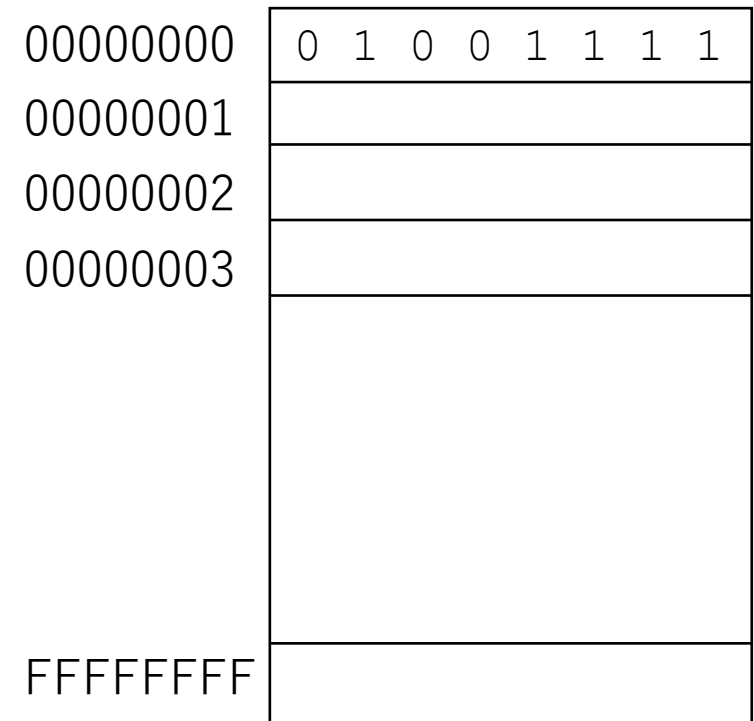
- 入力装置、出力装置
- 制御装置 + 演算装置 = CPU
 - ✓ 記憶装置から命令やデータを取り出して処理を行う
- 記憶装置
 - ✓ 内部記憶はメモリ
 - ✓ 外部記憶はハードディスクやSSD



コンピュータの仕組み

- メモリ

- ◆ 命令やデータが2進数で格納されている
- ◆ 1 byte(=8bit)単位でアドレスが振られている
- ◆ アドレスは一般に16進数で表記される
 - 32bitOSなら16進数8桁、64bitOSなら(最大)16桁

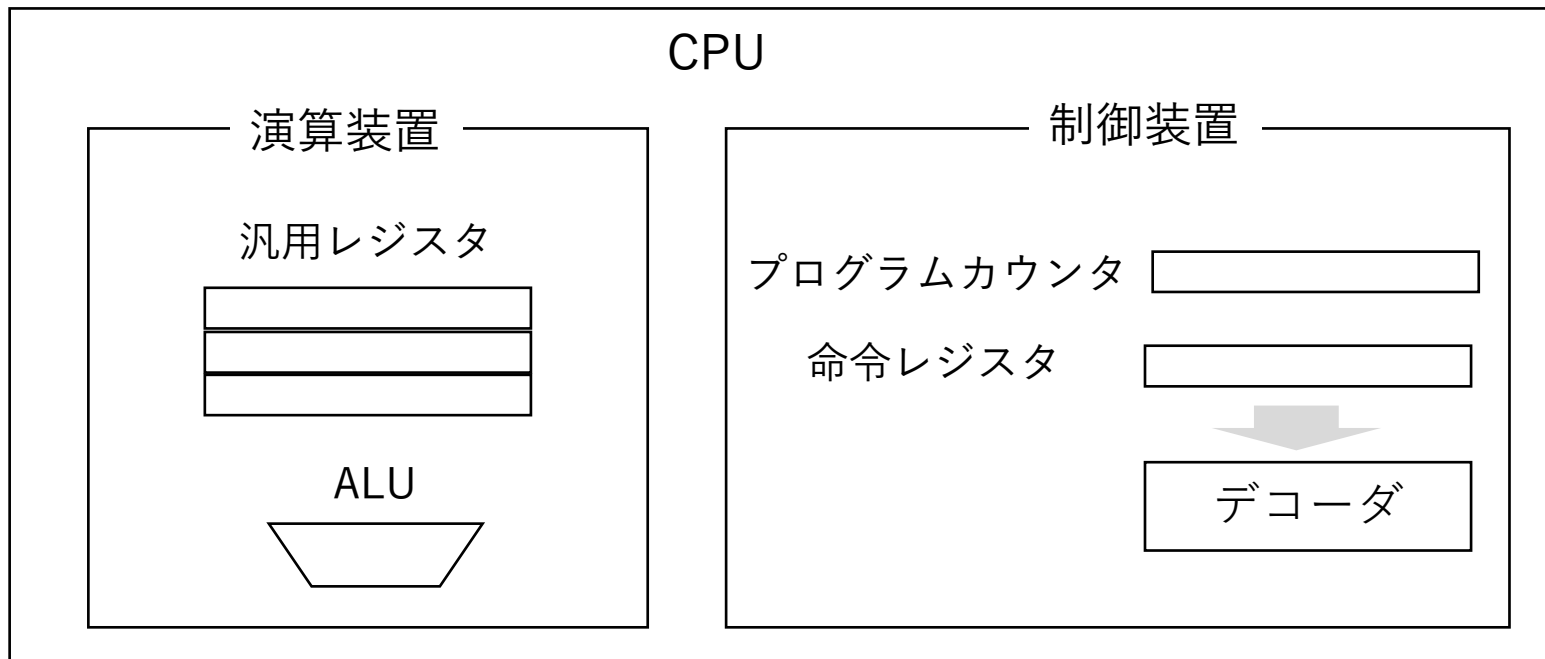


32bitOSのメモリ

コンピュータの仕組み

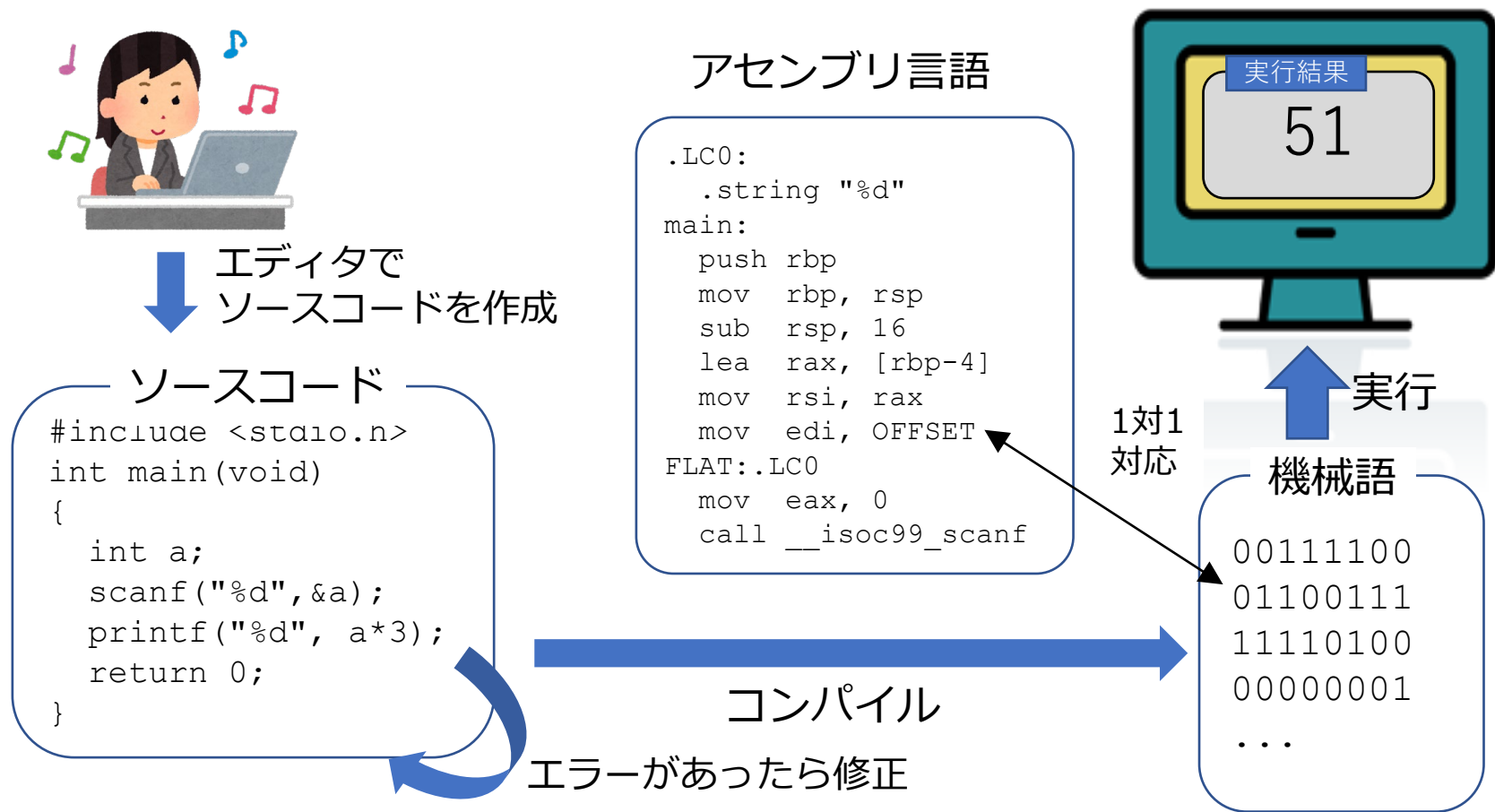
- CPU

- ◆ 制御: 各構成要素の動作を指定する信号を送る
- ◆ 演算: レジスタに蓄えられた値に対して算術演算や論理演算を行う



コンピュータの仕組み

- プログラムの実行（コンパイル型言語の場合）



コンピュータの仕組み

- 論理演算

- ◆ 2進数1桁の0と1を要素とする演算で0を「偽」、1を「真」と考える
- ◆ 演算にはAND(かつ)、OR(または)、NOT(否定)がある

x	y	$x \& y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

論理積(AND)

x	y	$x y$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

論理和(OR)

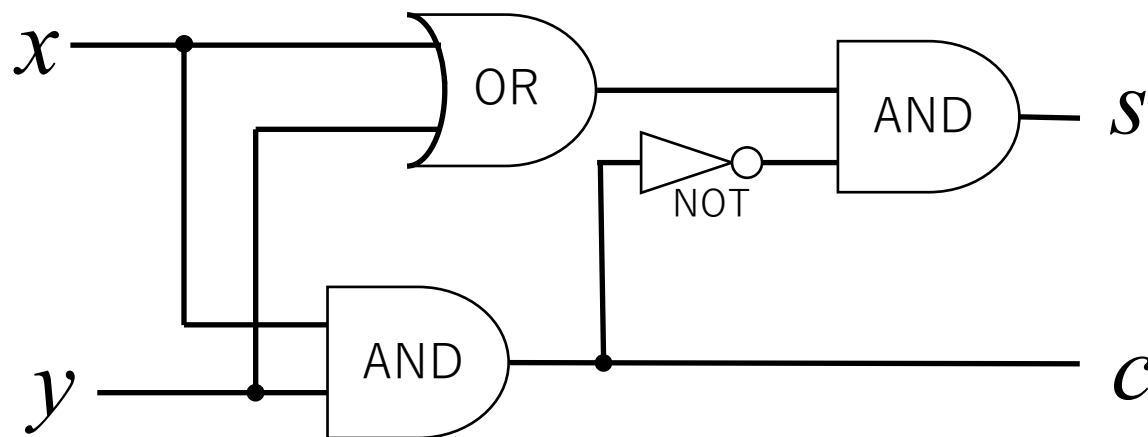
x	$!x$
0	1
1	0

否定(NOT)

コンピュータの仕組み

- 論理演算を用いた2進数の足し算
 - ◆ AND, OR, NOTの組み合わせで任意の論理演算が実現できる
 - ◆ 2進数1桁の足し算は、2つの2進数 x , y のすべての組み合わせについて、桁上り c と1桁目の値 s を求めればよい
 - $c = x \text{ AND } y$, $s = (x \text{ OR } y) \text{ AND NOT}(x \text{ AND } y)$

x	y	c	s
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0



コンピュータの仕組み

- 四則演算の考え方

- ◆ 引き算

- 補数を使って負の数を表現し、足し算で実現
 - 例) $5 - 3$ の計算は $5 + (-3)$ として行う

- ◆ 掛け算

- 2進数の表現を左に1桁ずらして(左シフト) 1桁目に0を補うと、2倍することになることと、足し算を組み合わせで実現

- ◆ 割り算

- 2進数の表現を右に1桁ずらして(右シフト) 1番上の桁に0を補うと、2で割ることになることと、引き算を組み合わせで実現

計算誤差について

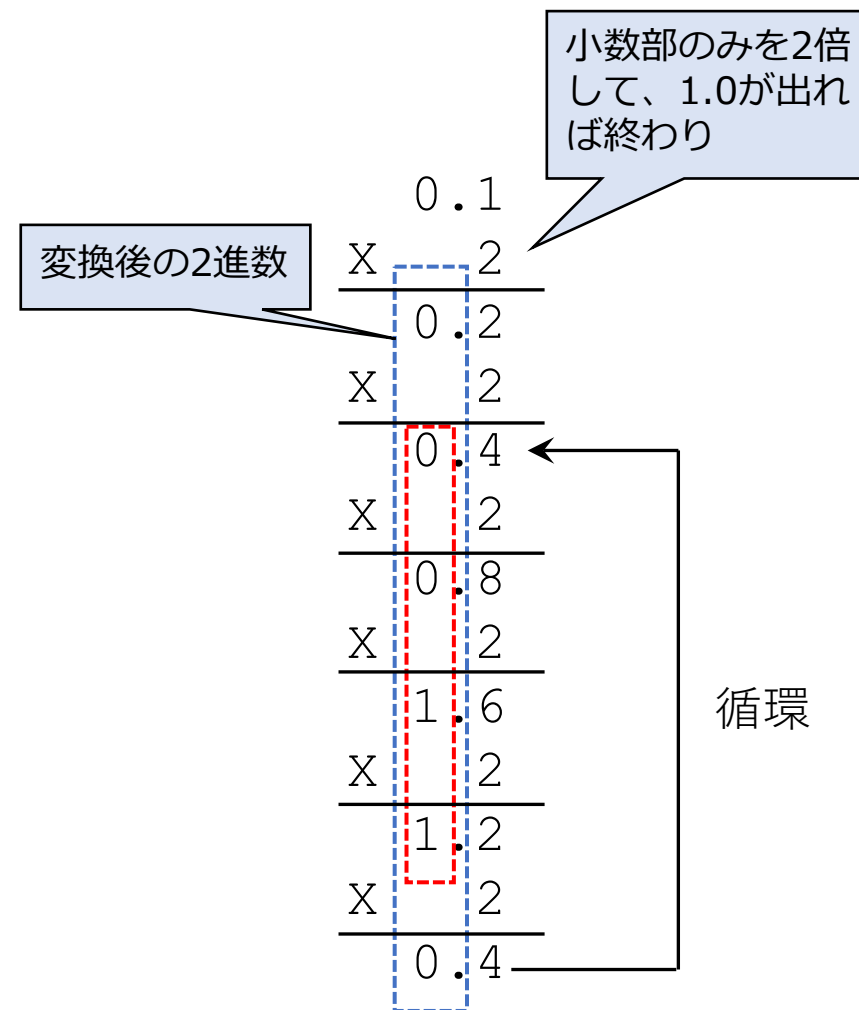
- 誤差の考え方
 - ◆ 扱いたい数の桁数よりも、コンピュータ内部の変数で用意する桁数が少なければ、計算誤差が生じる原因となる
 - ◆ オーバフローだけではなくアンダーフローにも気をつける
- プログラミングで誤差を体験する
 - ◆ コンピュータでは数値は小数点を含まない「整数」、または小数点を含む「浮動小数点数」のどちらかで扱われる
 - ◆ 浮動小数点数はfloat型とよばれ、使用しているプログラミング言語で表現できる最大値や、計算誤差が生じる場合などをコードで確認することができる

計算誤差について

- 10進2進変換の際に生じる誤差
 - コンピュータの内部では2進数で数を表現するので、通常用いる10進数から2進数へ変換する必要がある
 - 循環小数になるような場合は正確な変換ができていない
 - 例)

10進数	2進数
------	-----

 $0.1 \rightarrow 0.0001100110011\dots$
繰り返し
 - 例) Excelで $+3.8-3.7$ と入力し、表示する桁数を増やす



10進小数から2進小数への変換

学習12 外部装置との接続

- (1) コンピュータによる計測・制御
- (2) センサとアクチュエータ
- (3) センサの値の取得とアクチュエータの制御の方法
- (4) 中学校技術・家庭科技術分野との接続
- (5) センサの値をもとにLED を制御するプログラム

コンピュータによる計測・制御のしくみ

- コンピュータによる計測・制御
 - ◆ センサなどの装置を使って自然現象などの量を測ることを計測という
 - ◆ ある目的の状態にするためにアクチュエータなどの装置を操作することを制御という
 - ◆ コンピュータの中では一連の情報がプログラムによって処理されており, 順次, 分岐, 反復という処理手順の組み合わせによって実現されている

センサとアクチュエータ

- センサ
 - ◆ 自然現象の情報を人間や装置などが扱いやすい信号に置き換える装置
 - ◆ 例) 温度, 照度, 加速度, 距離
- アクチュエータ
 - ◆ コンピュータが制御した情報を物理的に伝える装置
 - ◆ 例) DC モータ (連続して回転)、サーボモータ (角度を調整)
- センサの値の取得とアクチュエータの制御の方法
 - ◆ 一般的にはセンサやアクチュエータが扱える生のデータと、人が理解しやすい物理量との変換を内部で行う必要がある
 - ◆ 教育用プログラミング言語ではこれらが不要なものもある

センサの値をもとにLED を制御するプログラム

- micro:bit
 - ◆ 加速度センサを搭載したワンボードマイコンであり、処理した結果をLEDで表示することができる
- プログラム例
 - ◆ 順次
 - LED で○を1秒間点灯したあと消灯する
 - ◆ 分岐
 - 加速度センサを用いて、右に傾いていればR、そうでなければ - を表示する
 - ◆ 反復
 - 0 から9 までの数字を順に表示する

学習13 基本的プログラム

- (1) アルゴリズムとプログラミング
- (2) 制御構造
- (3) 流れ図 (フローチャート)
- (4) 制御構造のプログラム例

アルゴリズムとプログラミング

- アルゴリズム
 - ◆ 問題を解決するための方法や手順
 - ◆ 流れ図などを用いて図式化できる
- プログラム
 - ◆ アルゴリズムをコンピュータが実行できる形式であらわしたもの

制御構造

- 制御構造の構成要素

- ◆ どのようなアルゴリズムでも、処理の流れは、順次、分岐、反復の3つの構造の組み合わせで構成されている

- ◆ 順次

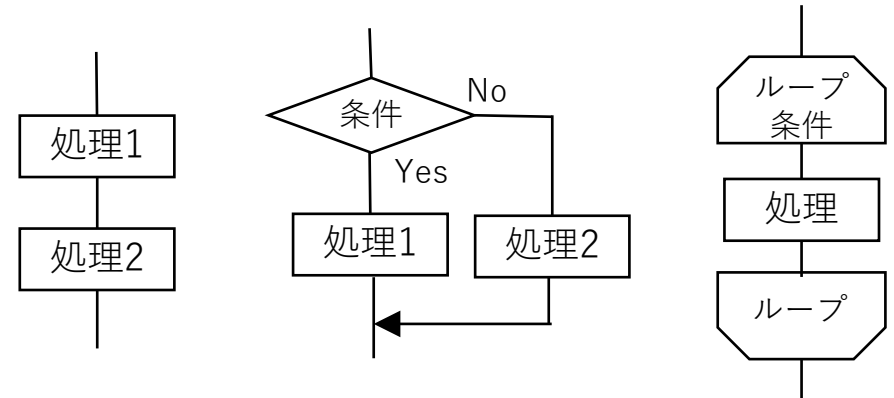
- 1つ1つの処理を順番に行う

- ◆ 分岐

- ある条件に応じて異なる処理を実行する

- ◆ 反復

- ある条件が満たされている間はその処理を繰り返し実行する



制御構造のプログラム例

- 順次の例
 - ◆ 3つのprint関数を順に実行し、文字列を表示する
- 分岐の例
 - ◆ 変数に値を設定し、その値に基づいて異なる文字列を表示する
- 反復の例
 - ◆ 変数に特定の値を指定回数足し込んで、その都度値を表示する
- 分岐と反復を組み合わせた例
 - ◆ 変数に特定の値を指定回数足し込んで、奇数回目のみ値を表示する

コーディング環境

- Jupyter notebook
 - ◆ ブラウザで実行可能
 - ◆ セルにはコードまたはメモ（Markdown形式）を記述できる
 - ◆ コードはセル単位で実行できる
 - ◆ コードとメモはまとめてファイルとして保存可能

コーディング環境

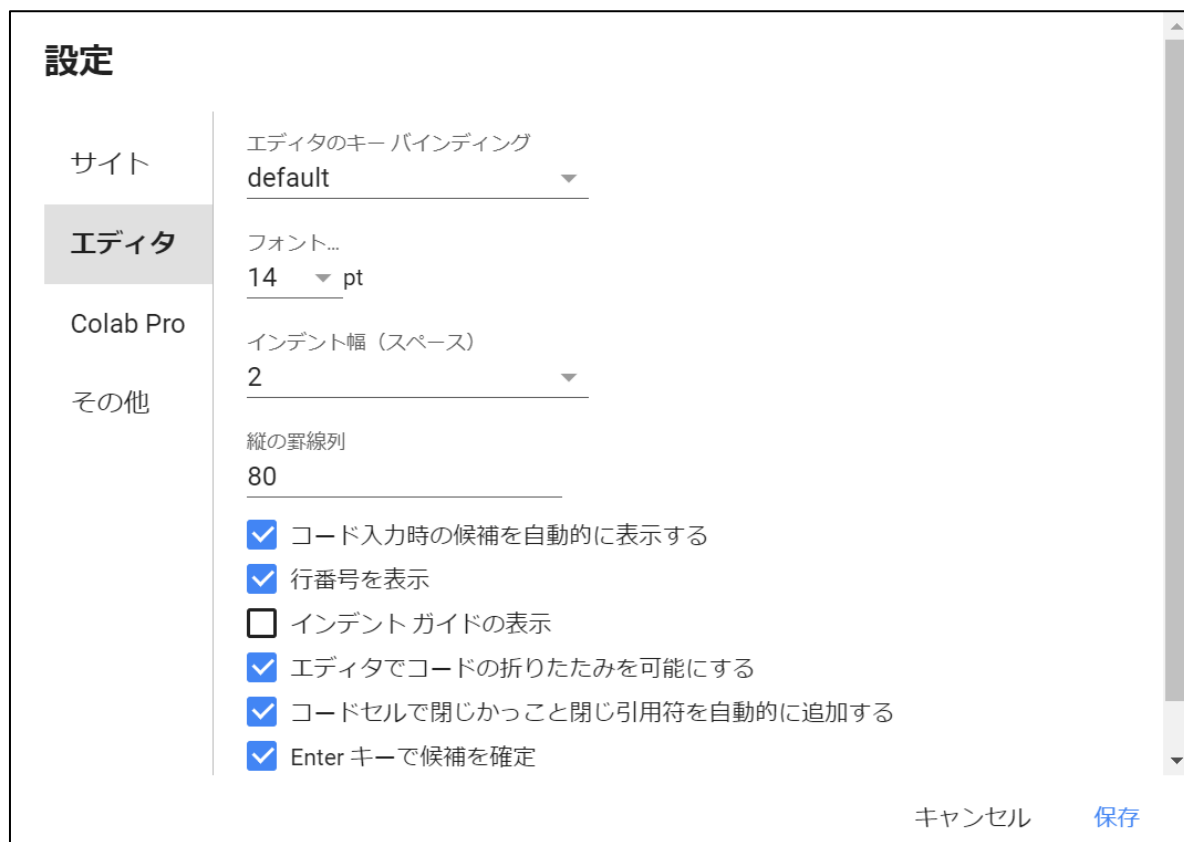
- Google Colaboratory

- ◆ Jupyter notebook の環境をオンラインで提供
- ◆ 基本的に無料だが、Google アカウントが必要
- ◆ 新しいnotebookを作る方法 <https://colab.research.google.com/#create=true>



コーディング環境

- Google Colaboratoryのカスタマイズ
 - ◆ 「ツール」→「設定」→「エディタ」



参考文献・資料

- 京大 プログラミング演習 Python 2021
 - ◆ <http://hdl.handle.net/2433/265459>
- 荒木：フリーソフトでつくる音声認識システム（第2版）サポートページ
 - ◆ <https://github.com/MasahiroAraki/SpeechRecognition/tree/master/Python>
の pyintro1～4

大学入試センター サンプル問題『情報』第2問

- 比例代表選挙の議席配分

情報処理学会試作問題 第5問

- 暗号解読