

ロボカップジュニア サッカーロボット作成講習会

第二回 ソフトウェア編1

講習会の進め方

- 第一回 ロボット作成
- 第二回 ソフトウェア入門編
 - ロボットを動かす
- 第三回 ソフトウェア基礎編
 - 外界の情報をもとにロボットの動きを変える
- 第四回 ソフトウェア応用/試合編
 - 試合に勝つ工夫をプログラムする

ロボカップの目的

- 目標
 - FIFAサッカールールに従い2050年までにワールドカップチャンピオンチームに11台のヒューマノイドロボットで勝利する
- 目的
 - この過程で開発される多くの技術が様々な分野に応用されることにより、より豊かな社会が実現されることを期待する

ロボカップジュニアの目的

- 最終目標に向けた次世代研究者の育成
- ロボカップを通じたものづくり教育
 - 次のことを期待
 - 科学知識の習得
 - 科学的、論理的な考え方を身につける
 - 自ら工夫し挑戦する
 - だれとでも(大人・外国人)会話できる

本講習会の目的

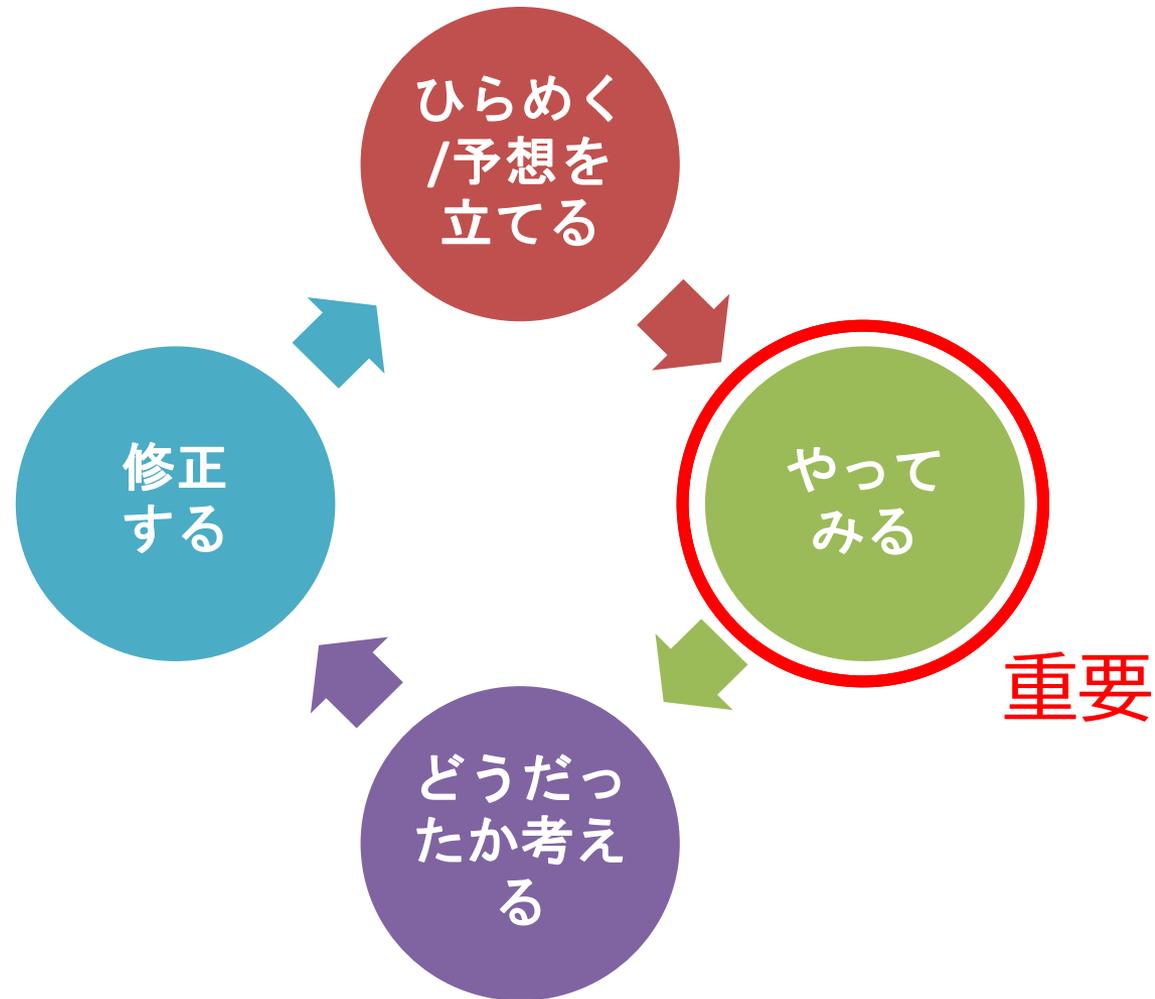
ロボカップジュニアの大会に出場するために

1. ロボットの基本的なしくみを理解する
2. ロボットを思いどおりに動かせるようにプログラミング
3. ロボットの改造
4. ルールと戦略(どう戦えばいいか)を理解

学習のポイント1

- メモする
 - 目的、目標
 - やること、やったこと(計画)
 - 観察したこと(事実)
 - ひらめいたこと、思いついたこと(思い)
 - 聞いたことなど 何でも

学習のポイント2



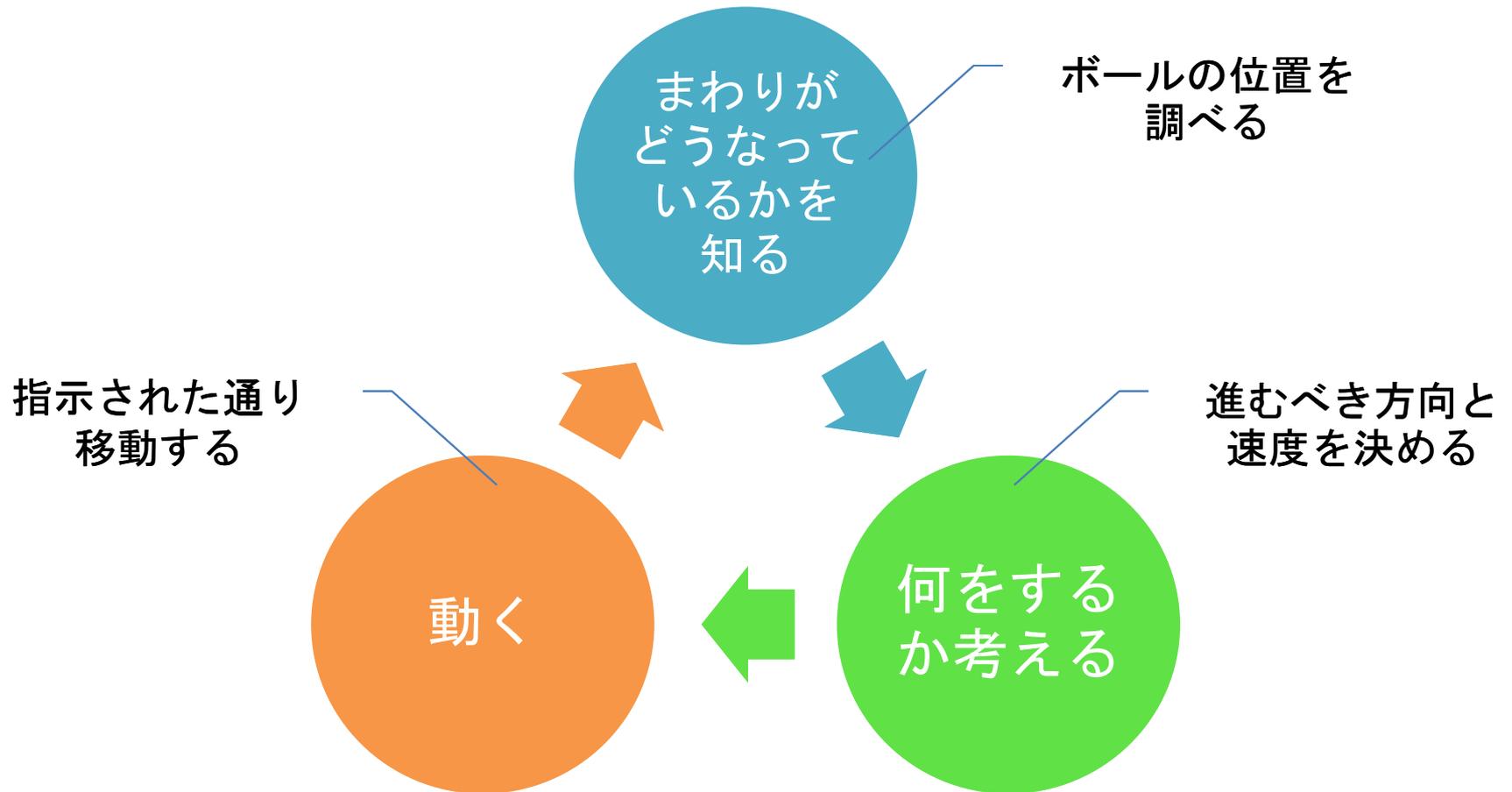
サッカーロボットのしくみ

ロボットとは？

- 人間に類似した形態をもち、自動的に作業を行う機械装置
- 感じる、判断する、動くの三つがそなわっている人工物※
- 環境に溶け込み人の役に立つもの(見えないロボット)
 - 例:エアコン、洗濯機、テレビ、車

※出典 東嶋和子著『ロボット教室』光文社

自律行動



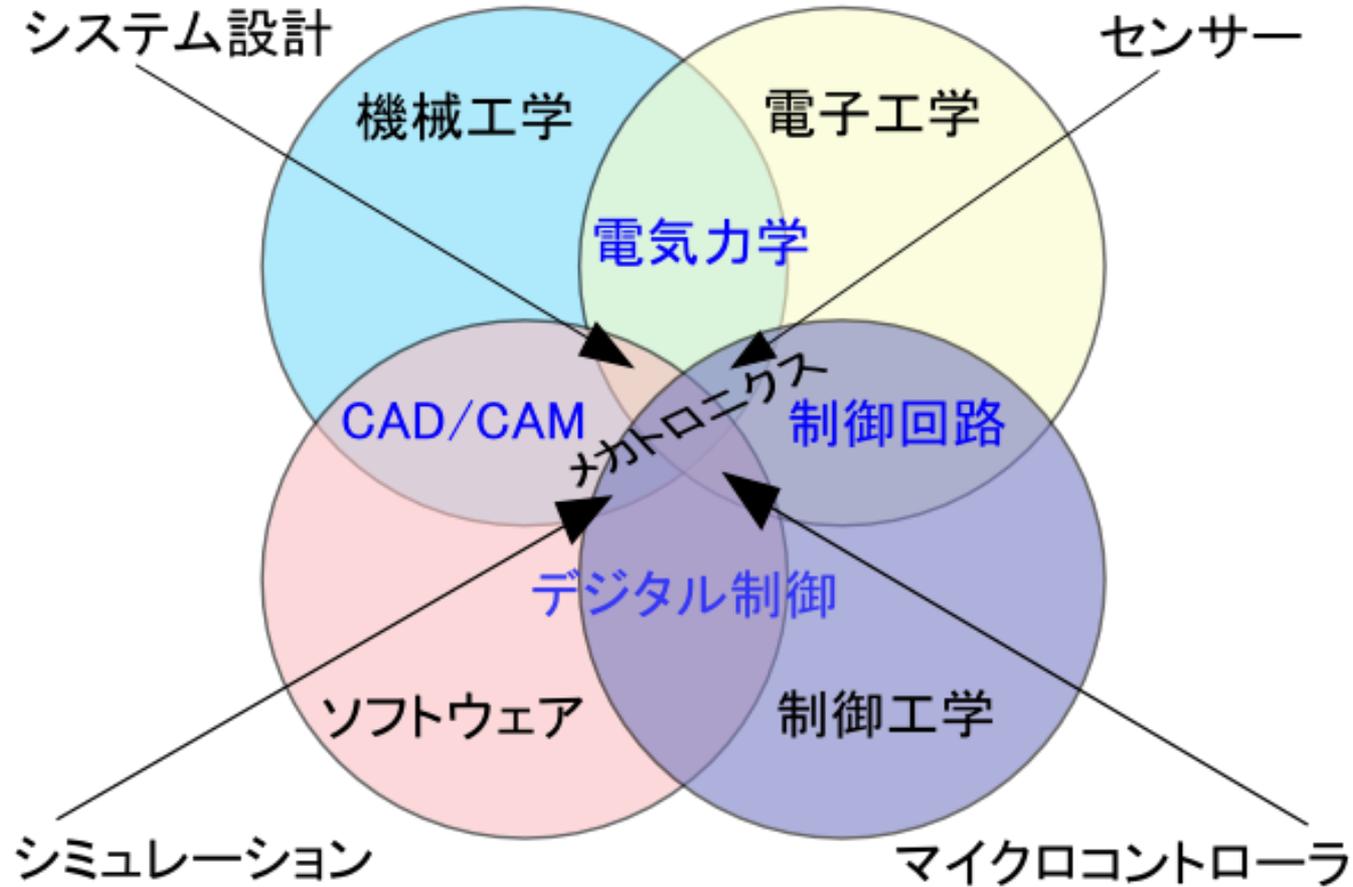
ロボットに自律行動をさせるには？

- 課題を解くための手順を考える
 - ⇒ アルゴリズム

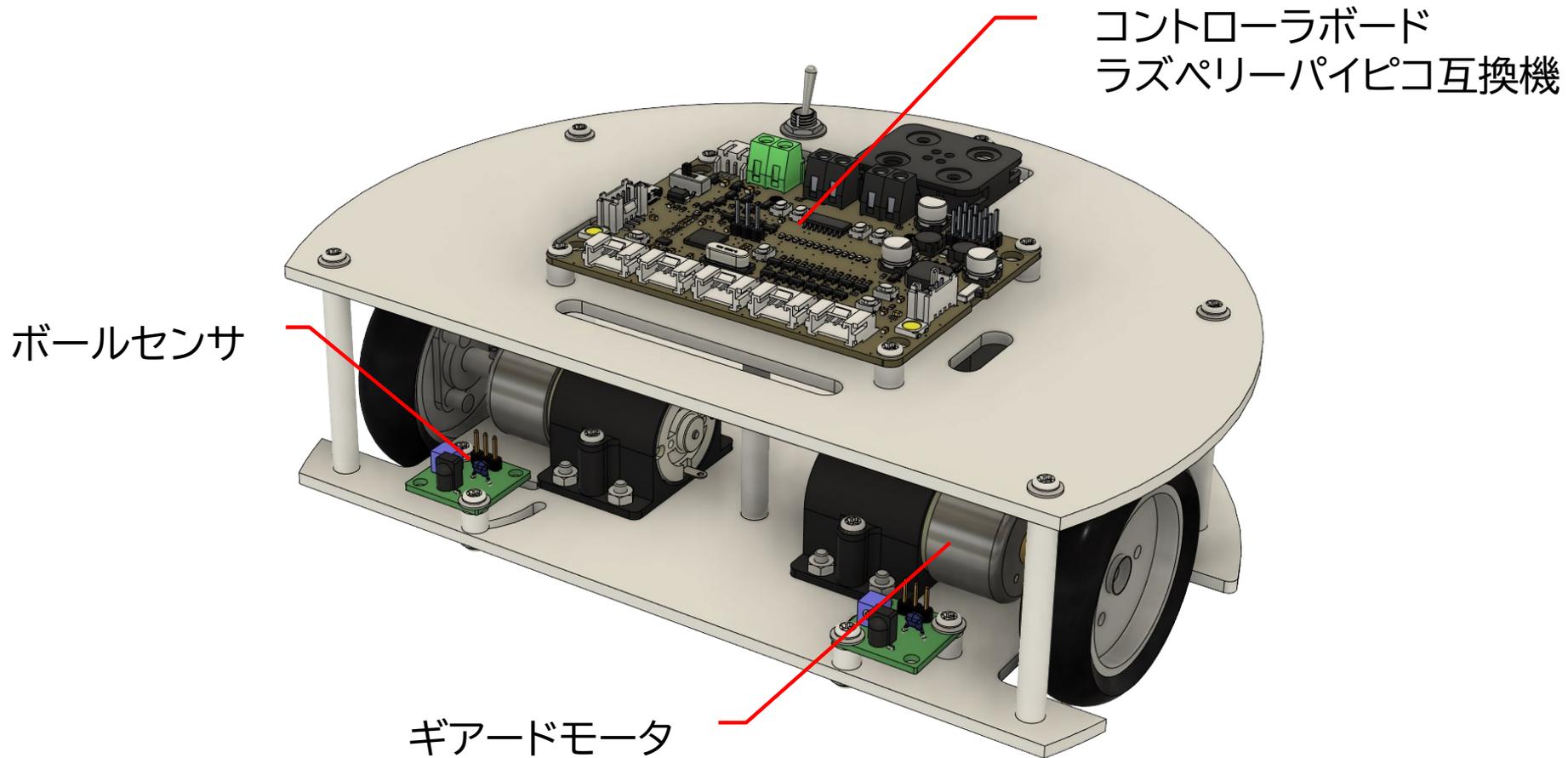
- 手順をロボットにわかる言葉に書きかえる
 - ⇒ プログラミング

ロボット工学

Wikipediaより



ORJAロボ



Arduino(アルドウィーノ)

イタリア生まれの教育用マイコンとプログラミング環境

- デザイン科の学生向けに作られたのでプログラムしやすい
- ハードウェア/ソフトウェアとも作り方が誰でもタダで勉強できるようになっている
 - 知りたいことがインターネットで見つかる
 - たくさんの増設ボードが販売されている



Raspberry Pi (ラズベリーパイ)

Raspberry Pi 財団によって、教育で利用されることを想定して制作されたシングルボードコンピュータ
OSが載る本格的なコンピュータ

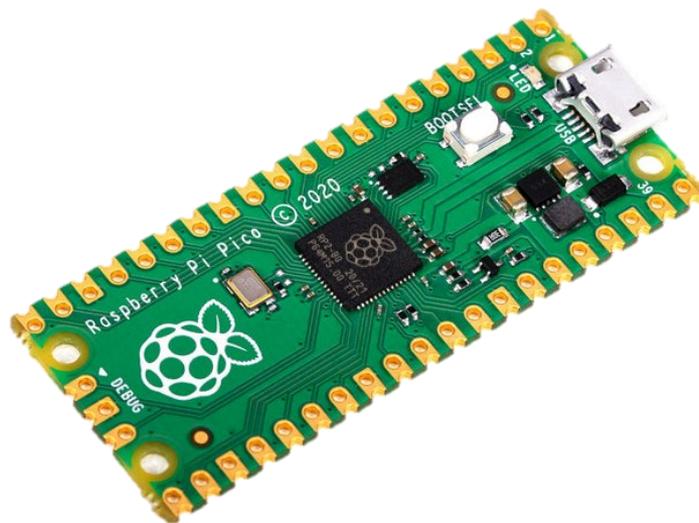


Raspberry Pi Pico(ピコ)

Raspberry Pi財団が独自に開発したマイコン(RP2040)
を搭載した開発基板

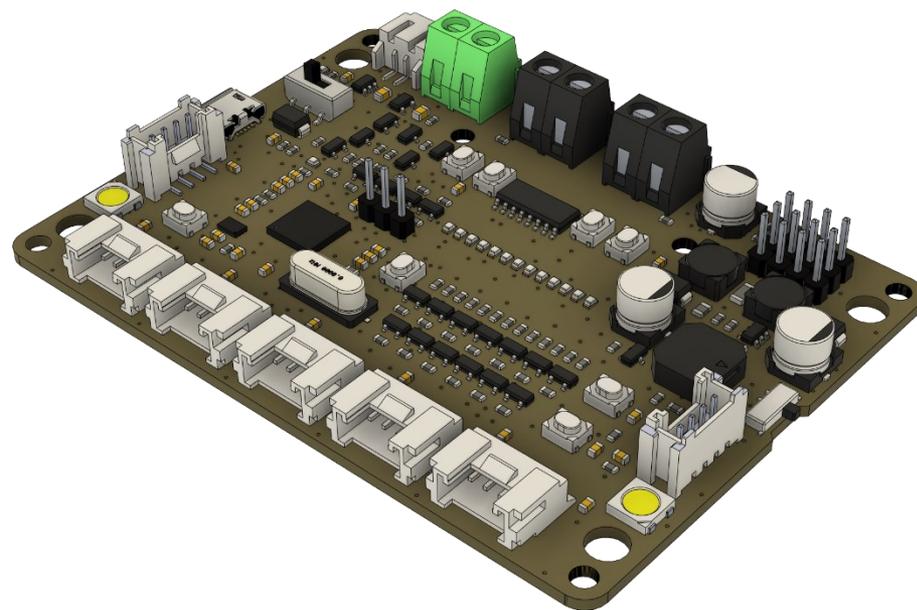
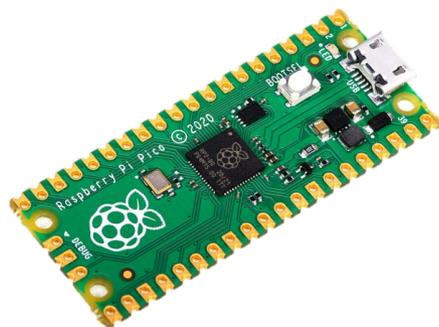
C / C++ / MicroPythonでプログラム開発ができる

Raspberry Piとは違いOSはない

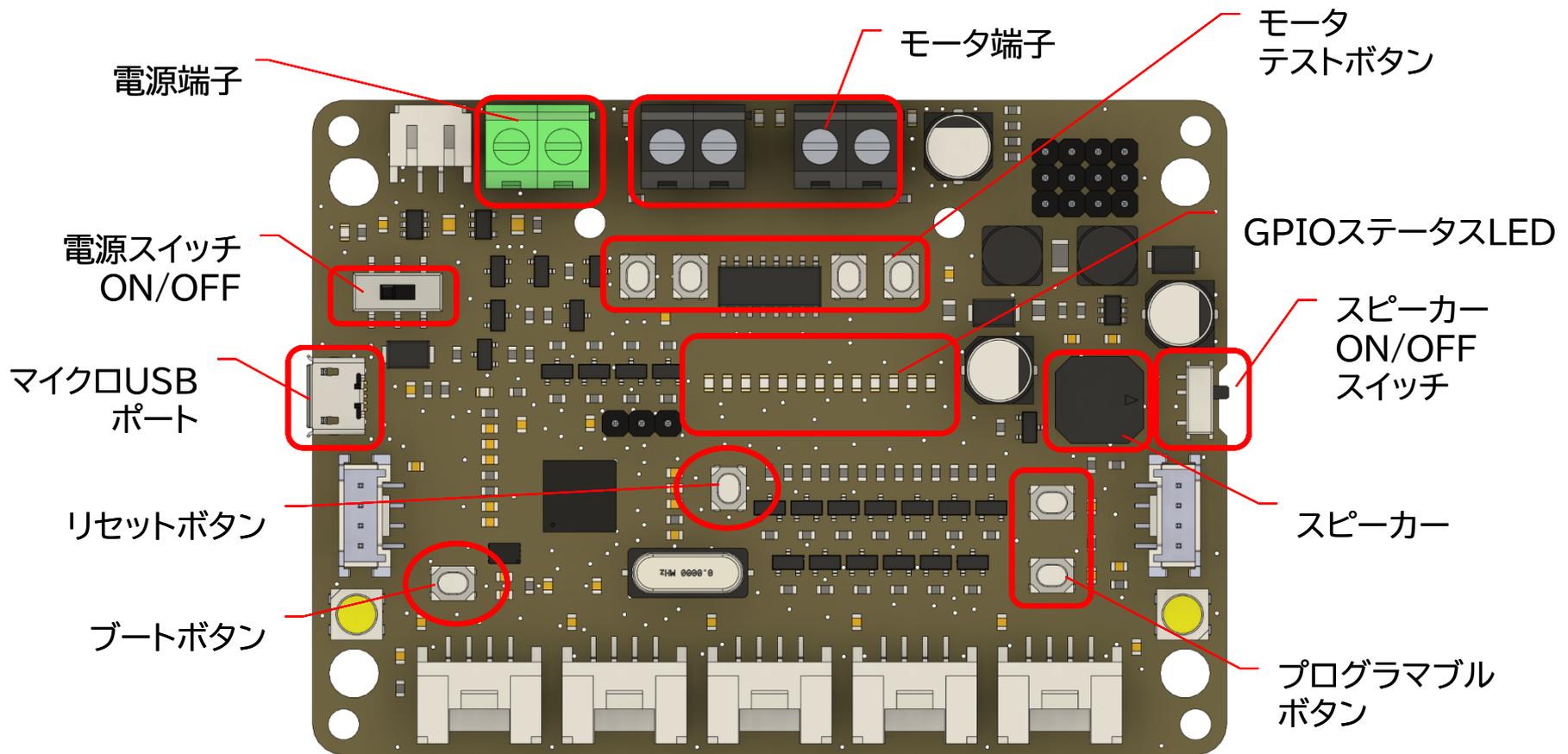


コントローラボードMaker Pi RP2040

- Raspberry Pi Pico ^{ごかんき} 互換機
 - Picoから追加されている機能
 - モータドライブ回路(2個)
 - ボタン(2個)
 - GROVE接続ポート(7個)
 - スピーカー
 - フルカラーLED(2個)
 - 入出カインジケータLED



準備 LEDとボタン



アルゴリズム

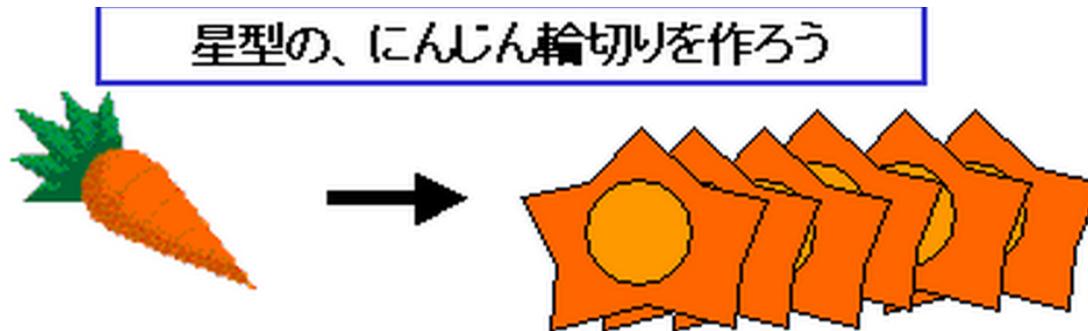
アルゴリズムとは？

- コンピュータで計算を行うときの「計算方法」
- 何か物事をやるときの「やり方」

- 「やり方」を工夫して、よりよいやり方を見つけていきます

国立情報学研究所のホームページ
http://research.nii.ac.jp/~uno/algo_3.htm

より良いアルゴリズムとは



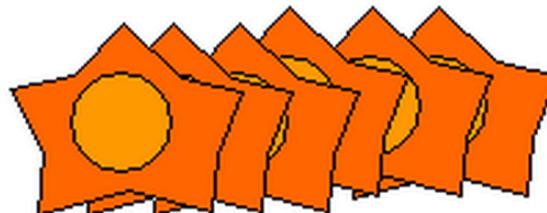
星形にんじんを30枚作るには、
何回包丁を使う？

国立情報学研究所のホームページ
http://research.nii.ac.jp/~uno/algo_3.htm

より良いアルゴリズムとは

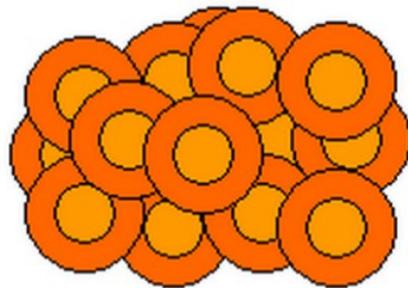
星型の、にんじん輪切りを作ろう

30枚作るには?



輪切り：
31回包丁をいれる

星型切り：
1枚ずつ10回包丁をいれる

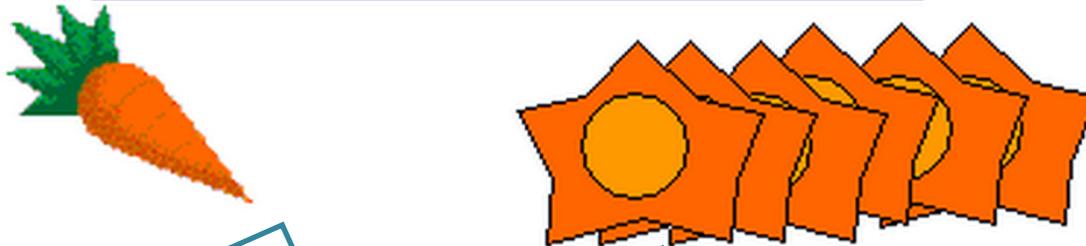


合計 **331**回 包丁をいれる(31回+10回×30枚)

より良いアルゴリズムとは

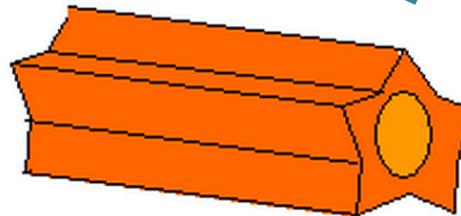
星型の、にんじん輪切りを作ろう

30枚作るには?



星型切り:
10回包丁をいれる

輪切り:
31回包丁をいれる



合計**41**回 包丁をいれる(10回 + 31回)

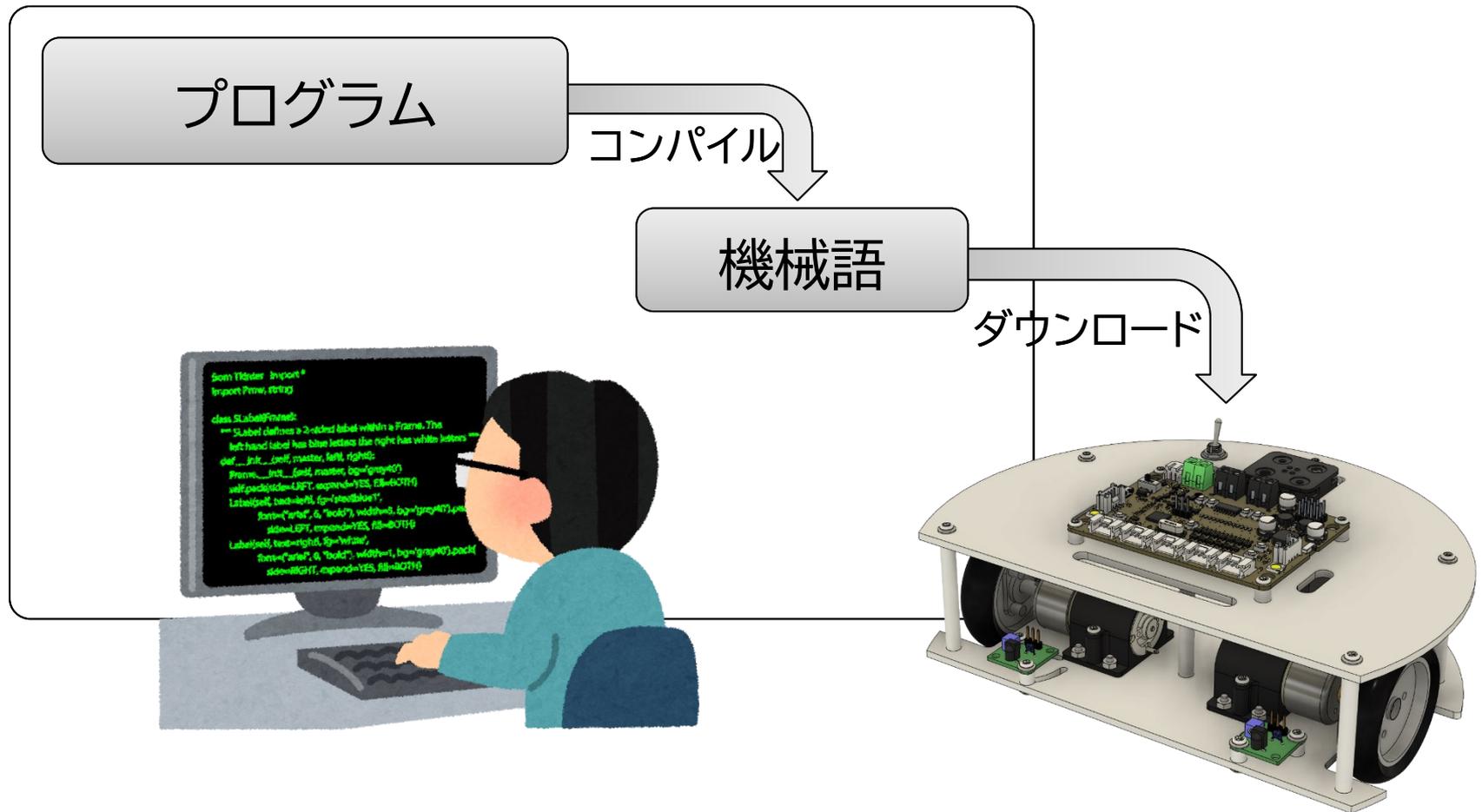
方法1(331回)に比べ、**290回少ない**

ロボットへのプログラムの入れ方

プログラム実行までの流れ

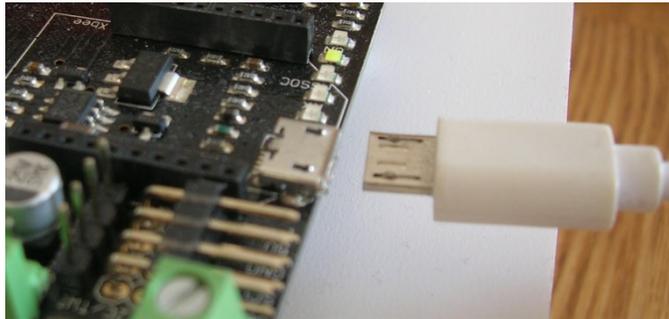
1. パソコン上でプログラムを作成
 - 人がわかる言葉・図形で表現
2. コンパイル・リンク
 - ロボットがわかる言葉に変換
 - あらかじめ用意されているプログラムと合体
3. ロボットへダウンロード(アップロード)
 - パソコンからロボットへプログラムを送る
4. ロボット上でプログラムを動かす

プログラム実行までの流れ

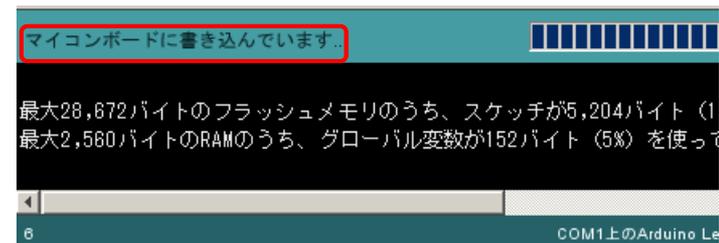


プログラムをロボットに入れる

ロボットとパソコンをつなぐ



[Arduinoにアップロード] ボタンを押す



プログラミング

LED点滅 (Lチカ)

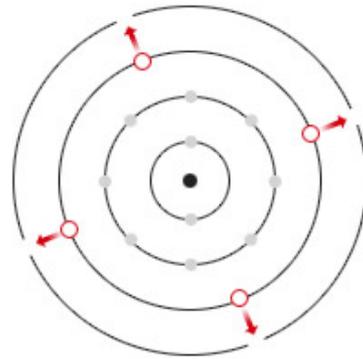
LED

- LED(Light Emitting Diode):発光ダイオード

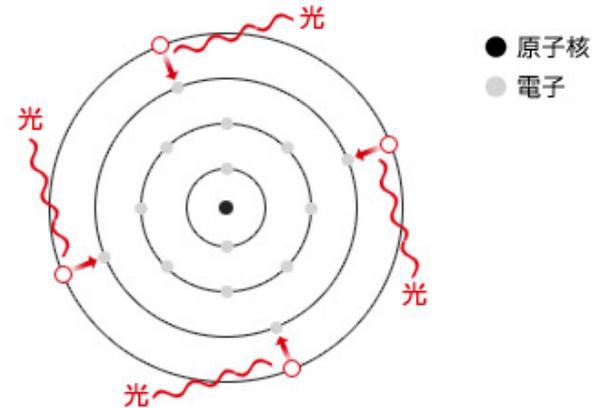


LEDの原理

• 励起発光



外部からエネルギーを与えると、電子は軌道を飛び出し、高エネルギー状態になる。

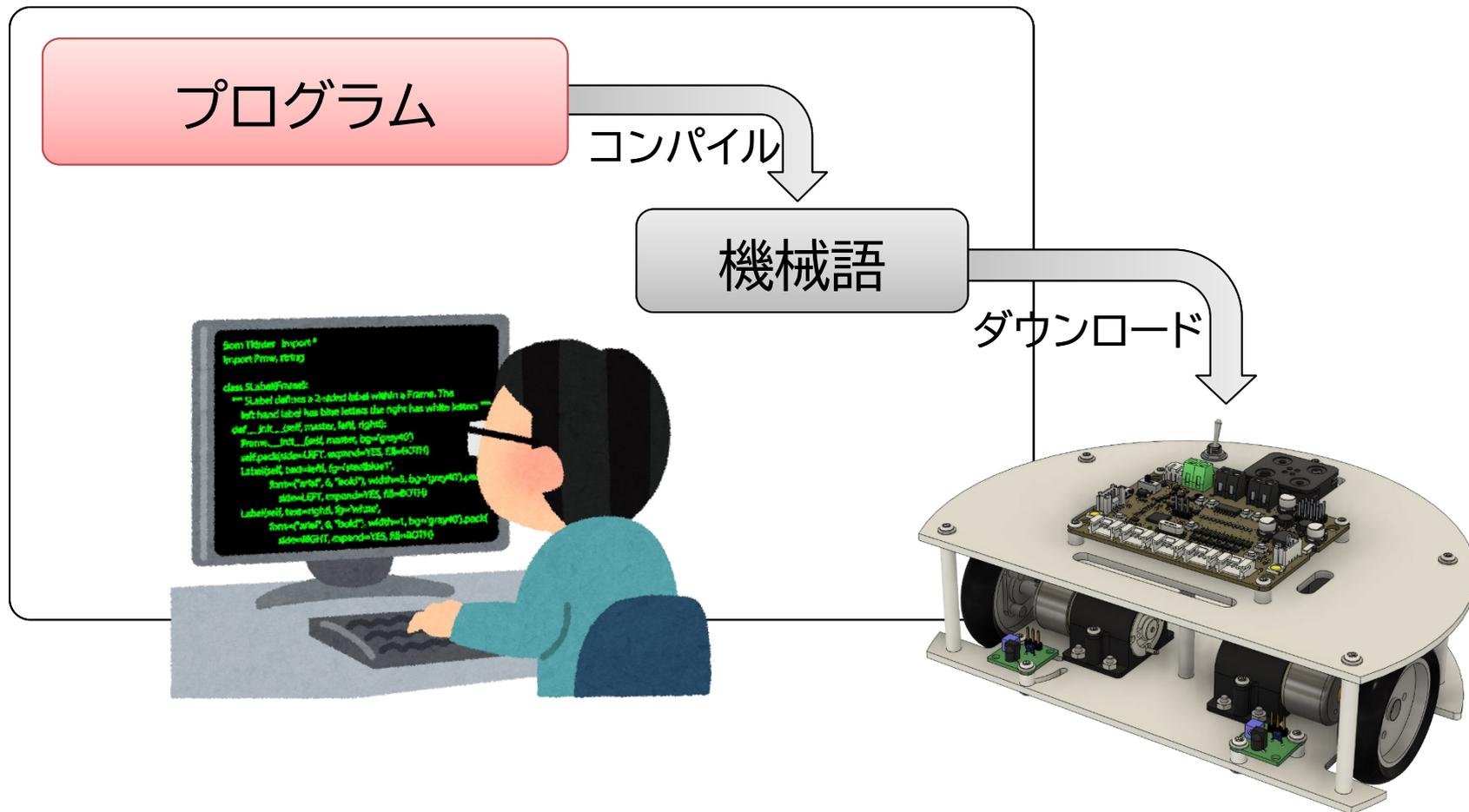


電子が元の軌道に戻るとき、過剰なエネルギーが光として放出される。

• エネルギー変換効率

- | | |
|----------|--------|
| - ろうそく | ~0.04% |
| - 白熱電球 | ~5% |
| - 蛍光灯 | ~15% |
| - 高電圧放電管 | ~25% |
| - LED照明 | ~40% |
| - 蛍 | ~40% |

プログラムを作ってみよう



LEDを1秒明るくするアルゴリズム

- 動きを細かく分解する



GPIOポート:汎用入出力ポート(General Purpose Input/Output)
ソフトウェアで自由に入出力を制御できる ポート(端子)
CPUから端子に信号を出力したり、
端子に入力された信号をCPUに取り込んだりする
ArduBlockでは“D数字”/”A数字”で表している



LEDを点灯するプログラム

- LEDを1秒間点灯するプログラム



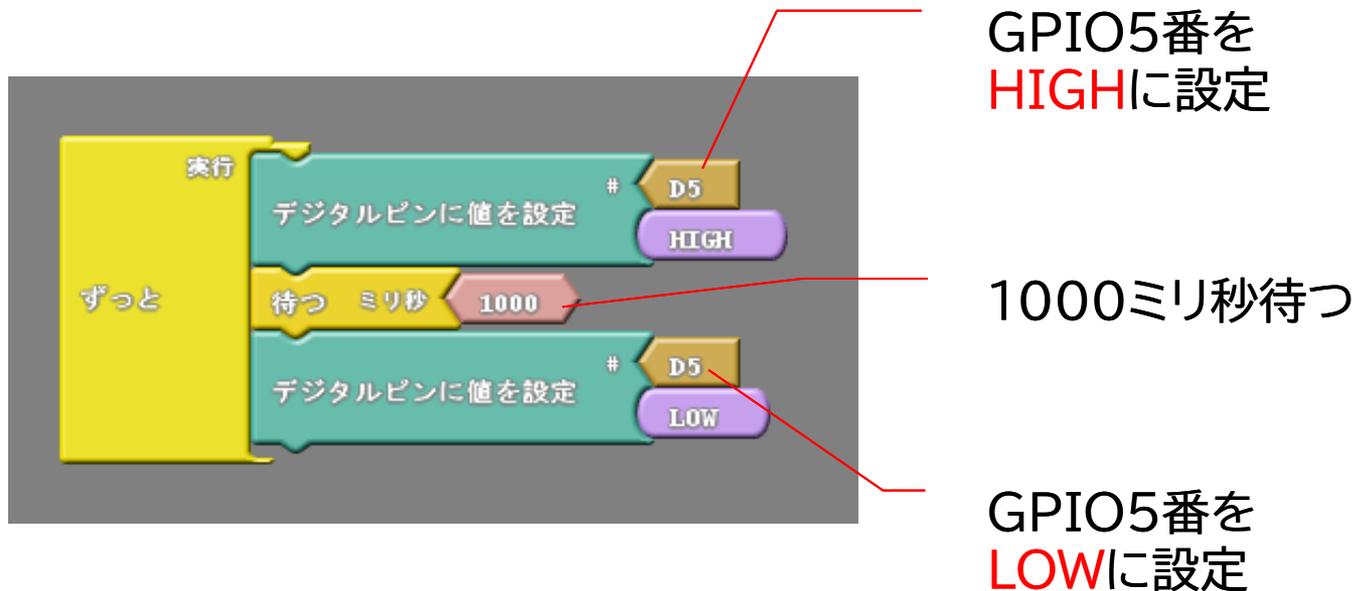
LEDを点灯するプログラム

LEDを一秒間点灯するプログラム



プログラムは上から順番にひとつずつ実行される

プログラム解説



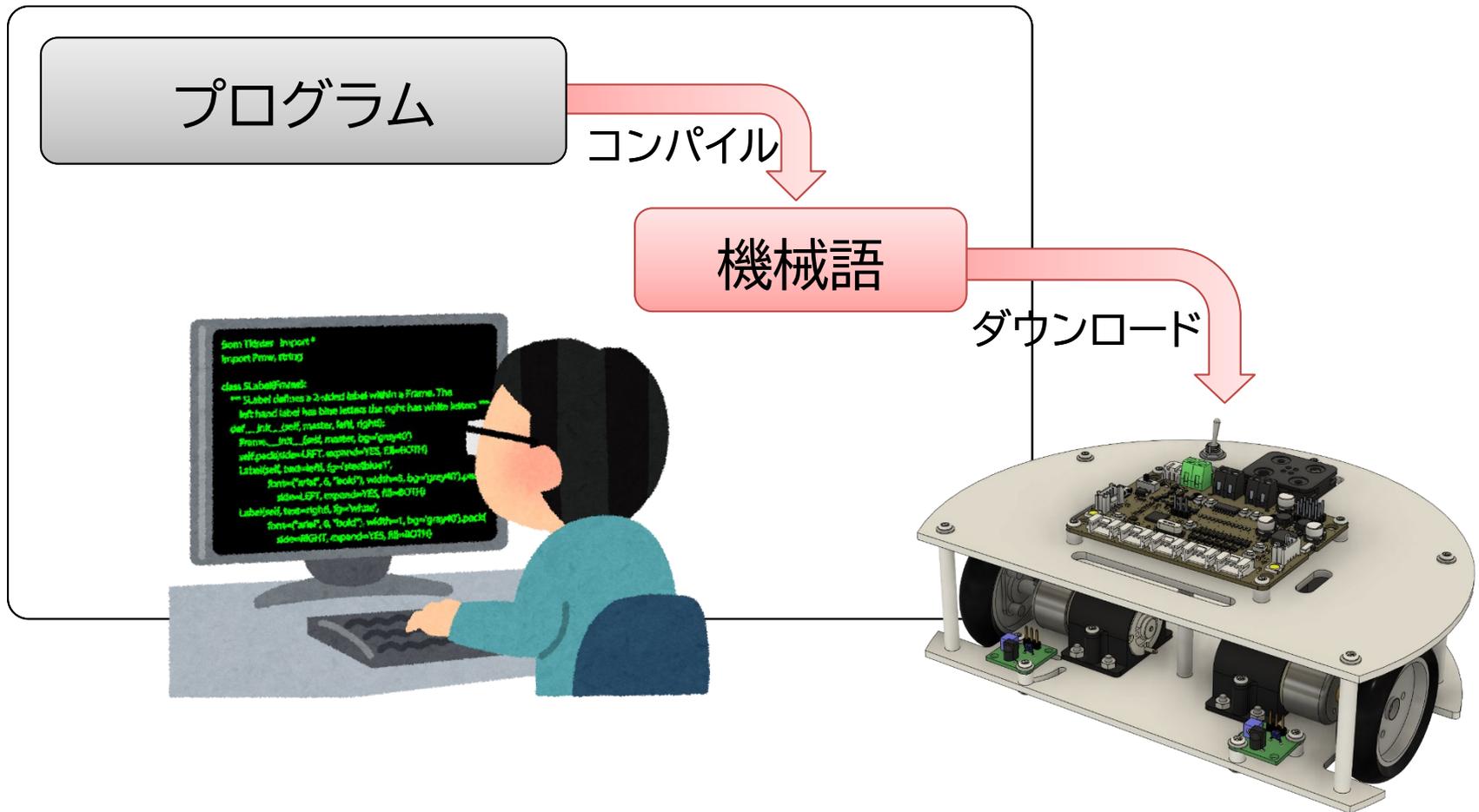
『デジタル回路』は“0ボルト”と“最大電圧”の2つの電圧値だけを扱う
0ボルトを**LOW**、回路に流れる最大の電圧(MakerPi RP2040は3.3ボルト)を
HIGHと呼ぶ

単位の接頭辞について

- セント
 - cm(センチメートル)
 - 100分の1
- ミリ
 - mm(ミリメートル)
 - mg(ミリグラム)
 - 1000分の1(1/1000)
- マイクロ
 - μm (マイクロメートル)
 - μg (マイクログラム)
 - $\mu\text{秒}$ (マイクロ秒)
 - 100万分の1(1/1000000)
- %(パーセント)
 - パーとは割ることを意味している
 - セントで割る
→百で割る
- ‰(パーミル)
 - 千で割る

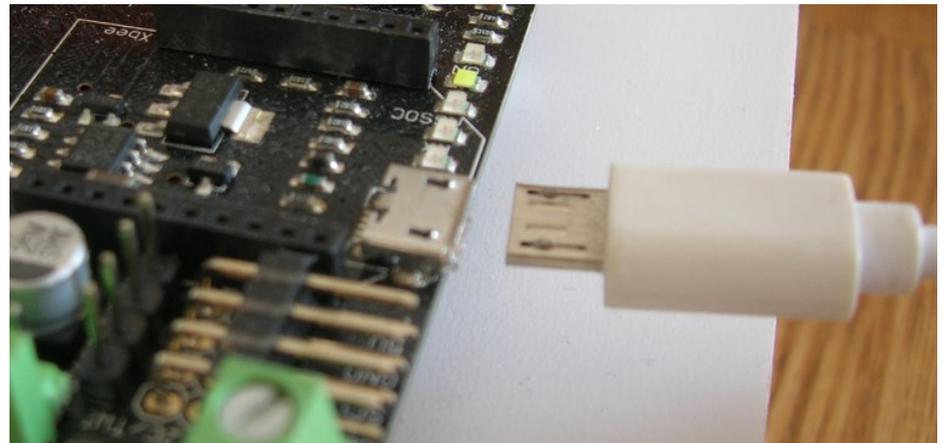


コンパイル・ダウンロード



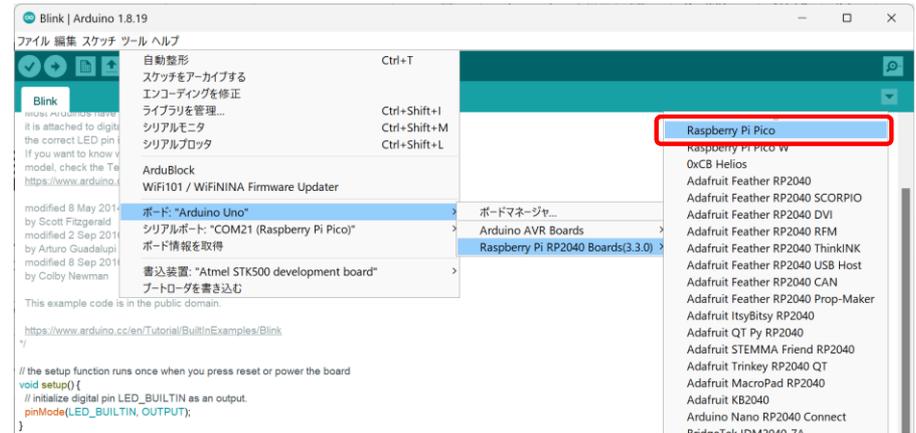
ロボットにプログラムを書込む準備1

- ロボットとパソコンをUSBケーブルで接続してください
 - ケーブルをつなぐ前に車輪が浮いていることを必ず確認してください
 - ロボットが急に動き出し机から落ちることがあります

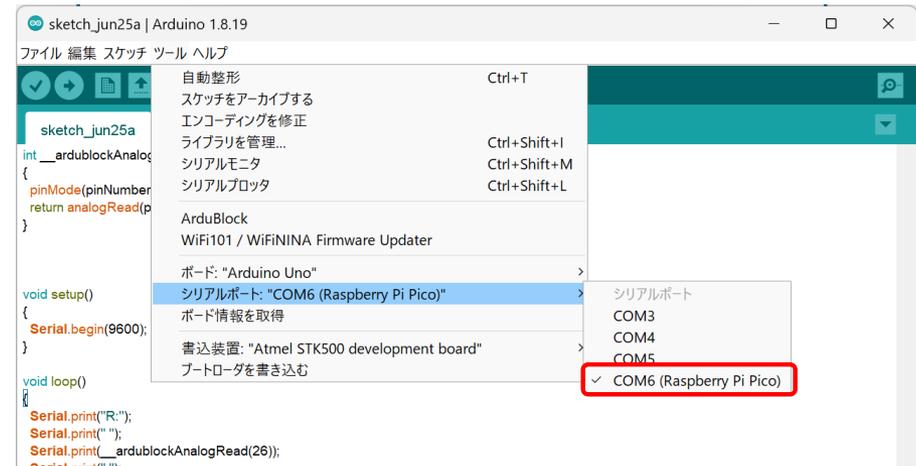


ロボットにプログラムを書込む準備2

ArduinoIDEのメニュー[ツール]-[ボード]から“Raspberry Pi Pico”が選ばれていることを確認します



Arduinoメニューの[ツール]-[シリアルポート]から“COMx (Raspberry Pi Pico)”が選ばれていることを確認します



ロボットにプログラムを書込む

[Arduinoにアップロード]ボタンを押します



「ボードへの書き込みが完了しました。」と表示されたら、正しくロボットにプログラムが入っています

ボードへの書き込みが完了しました。

最大28,672バイトのフラッシュメモリのうち、スケッチ
最大2,560バイトのRAMのうち、グローバル変数が14

動作確認

自分の思ったとおりの動きをしましたか？

デバッグ

自分の思いとは違う動きをした場合はプログラムを修正する→これを「**デバッグ**」という

Arduinoはプログラムを繰り返し実行する



LEDを点滅するプログラム

- LEDを1秒ごとに、つけたり消したりするプログラム

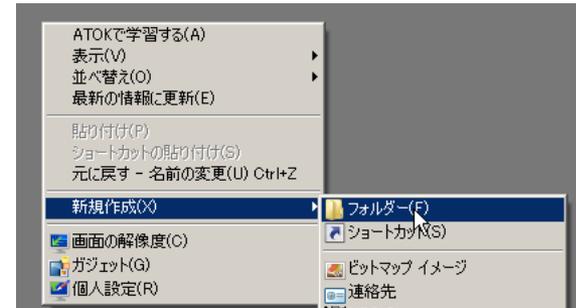


プログラムの管理について

プログラムの管理

- 最初にプログラムの置いておく場所を決める
 - ここではデスクトップに”robot” というフォルダを作ることとします(名前は好きな名前でもOK)

- デスクトップ上でマウスを右クリックし
[新規作成]-[フォルダー]を選択



- フォルダが出来たら名前を「robot」に変えます



プログラムの保存1

- 最初にプログラムの保管する場所をするとき

ウィンドウタイトルが「ArduBlock untitled *」
(プログラムに名前が付けられていない)

[保存]ボタンを押す

robot
フォルダを表示

名前をつけて[保存]
ボタンを押す

保存が完了するとウィンドウタイトルが変わります

プログラムの保存2

- 保存しているプログラムを修正し保存をするとき
 - プログラムの保存後、内容を少しでも修正すると、ウィンドウタイトルの末尾に”*”マークが表示される



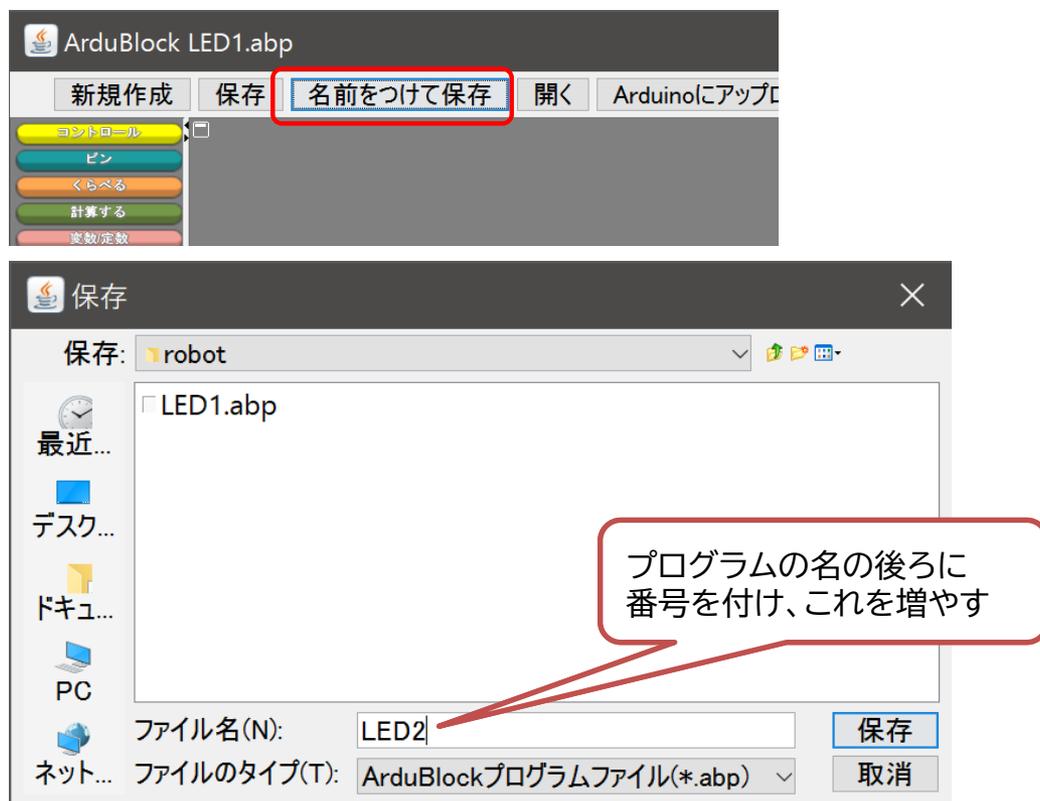
- ある程度プログラムを修正したら、念のためプログラムを保管する



[保存]ボタンを押すと、
上書きで内容が保存される

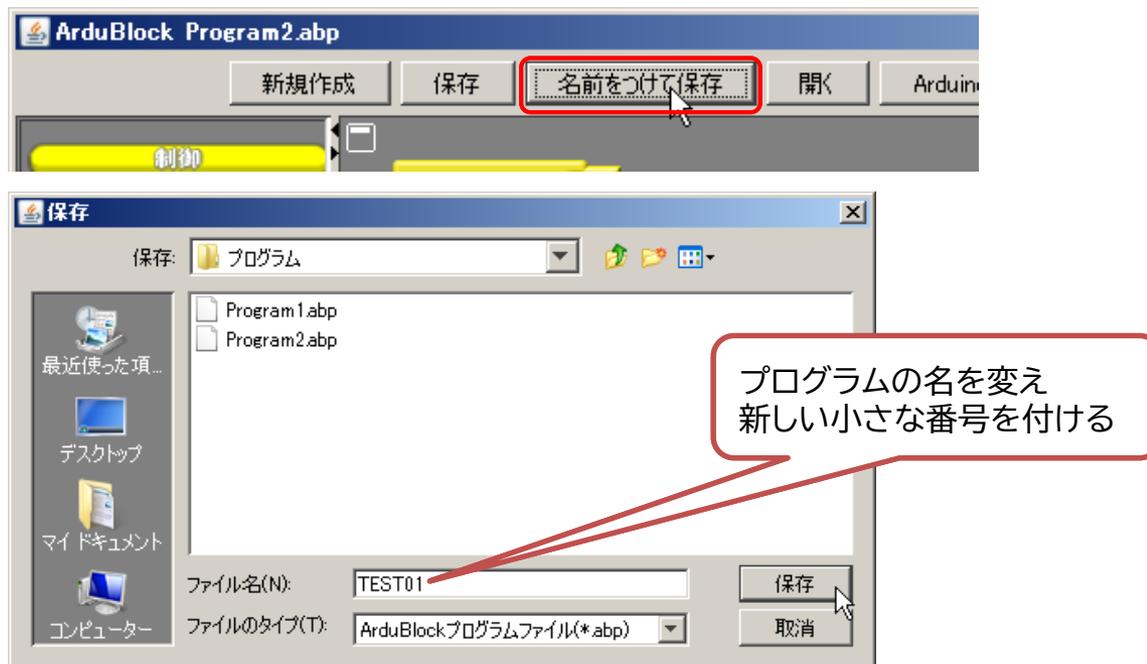
プログラムの保存3

- しっかりと改造できたプログラムが完成したとき
 - プログラムに新しい番号を付け上書き保存する



プログラムの保存4

- 今あるプログラムから、
大きな改造をしようと思ったとき
 - 最初にプログラムに新しい名前を付け上書き保存する



プログラミングしてみよう

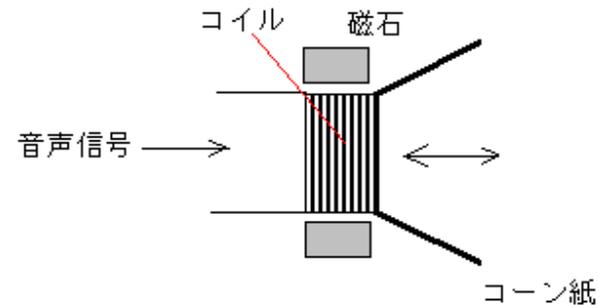
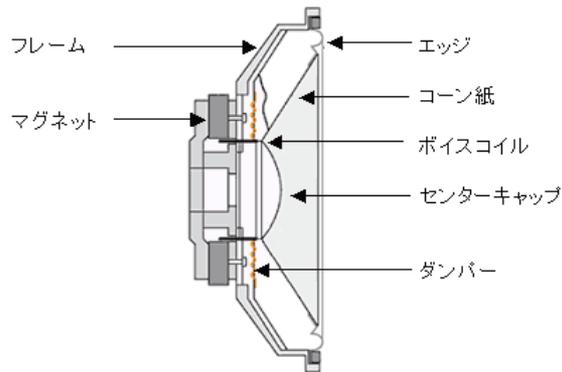
音を鳴らす

スピーカ

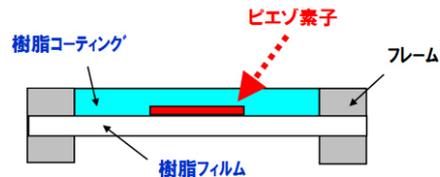


スピーカとは

- 電気エネルギーを空気の振動に変える
 - 磁石とコイルを利用した物

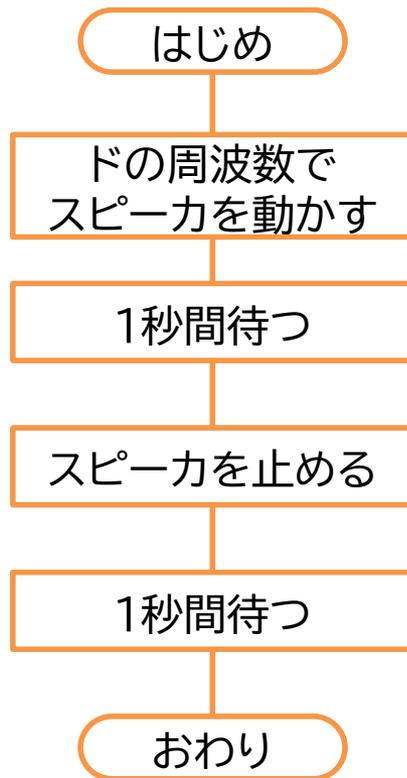


- 圧電素子を利用した物



ラの音を一秒間隔で鳴らす

- 動きを細かく分析、分解する



音階	周波数(Hz)
ド	130.815
レ	146.835
ミ	164.82
ファ	174.62
ソ	196
ラ	220
シ	246.94
ド	261.63
レ	293.67
ミ	329.63
ファ	349.23
ソ	392
ラ	440
シ	493.88
ド	523.23
レ	587.34
ミ	659.25
ファ	698.45
ソ	783.98
ラ	879.99
シ	987.75
ド	1046.5



最近は
聞かない

正午の時報を鳴らす

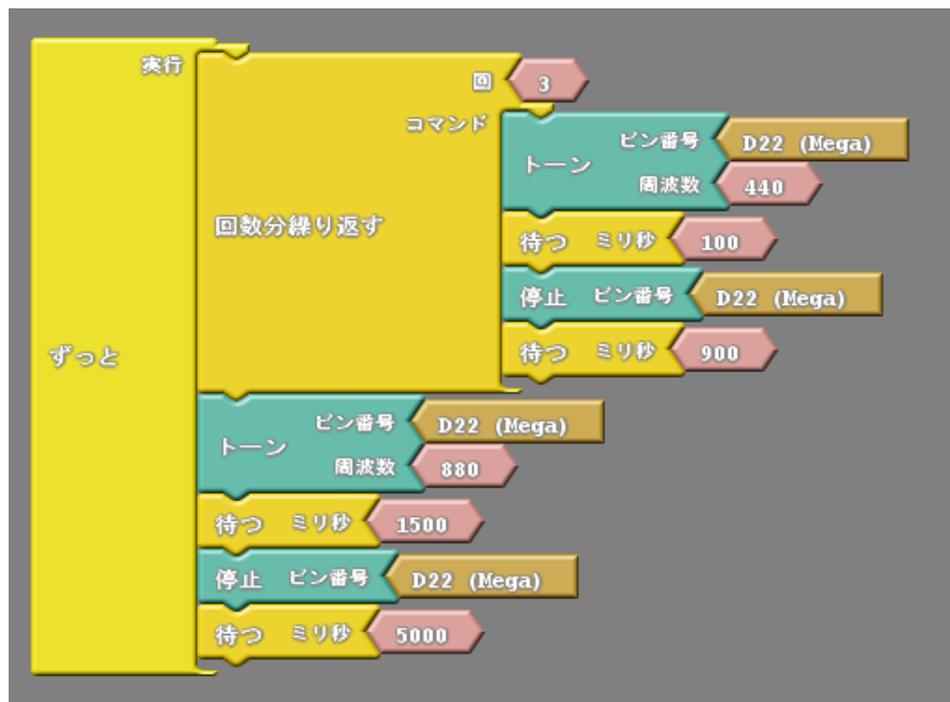
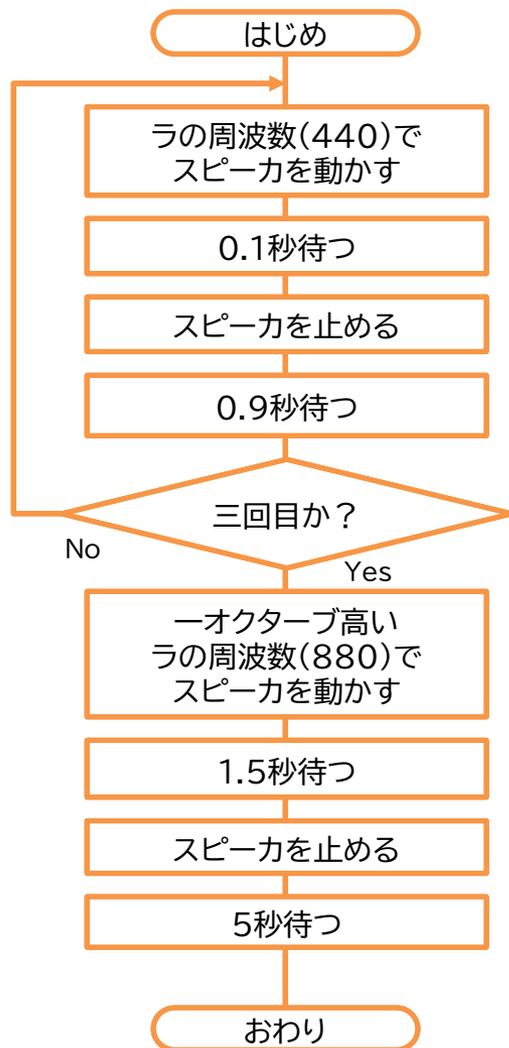
正午の時報

440Hzのラの音を0.1秒
0.9秒無音
440Hzのラの音を0.1秒
0.9秒無音
440Hzのラの音を0.1秒
0.9秒無音
880Hzのラの音を1.5秒
無音

音階	周波数 (Hz)	音階	周波数 (Hz)
ド	261.63	ド	523.23
レ	293.67	レ	587.34
ミ	329.63	ミ	659.25
ファ	349.23	ファ	698.45
ソ	392	ソ	783.98
ラ	440	ラ	879.99
シ	493.88	シ	987.75
ド	523.23	ド	1046.5

正午の時報を鳴らす

音階	周波数(Hz)
ド	130.815
レ	146.835
ミ	164.82
ファ	174.62
ソ	196
ラ	220
シ	246.94
ド	261.63
レ	293.67
ミ	329.63
ファ	349.23
ソ	392
ラ	440
シ	493.88
ド	523.23
レ	587.34
ミ	659.25
ファ	698.45
ソ	783.98
ラ	879.99
シ	987.75
ド	1046.5

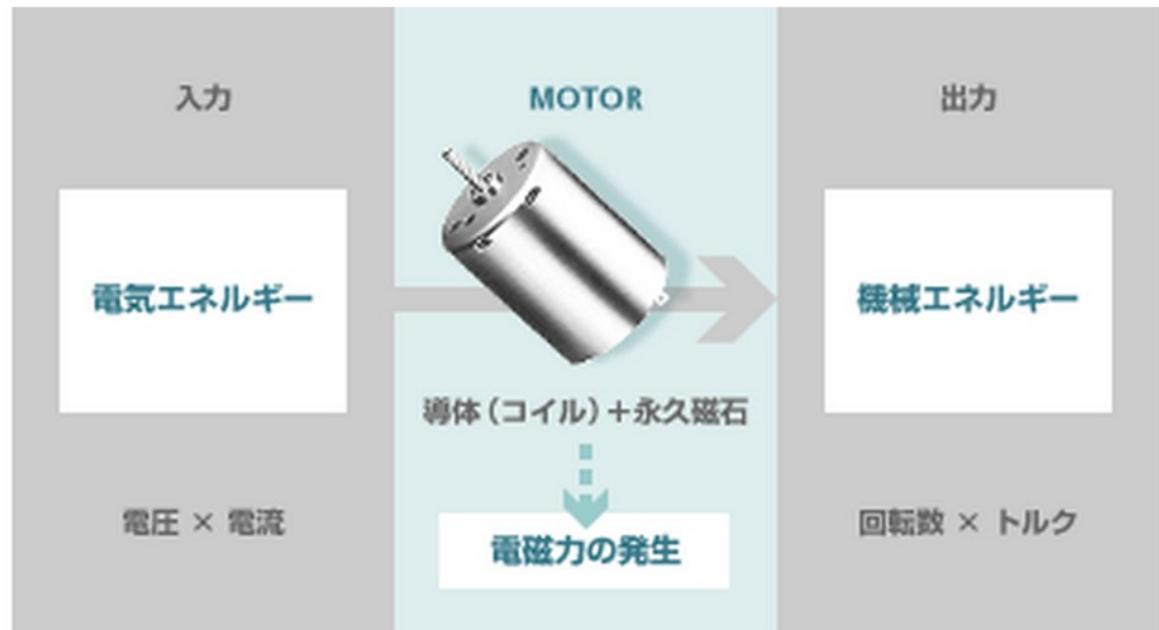


プログラミング

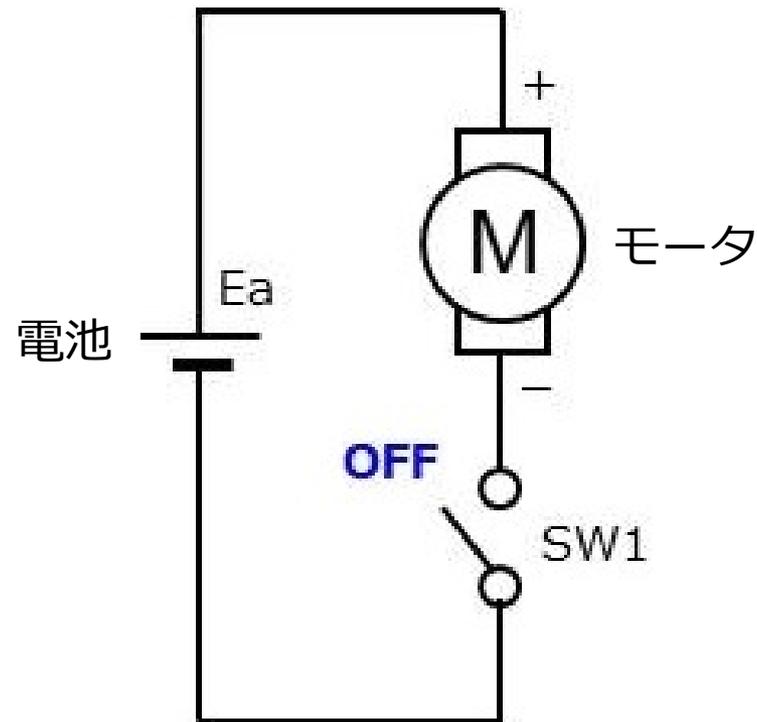
ロボットを走らせる

モータ

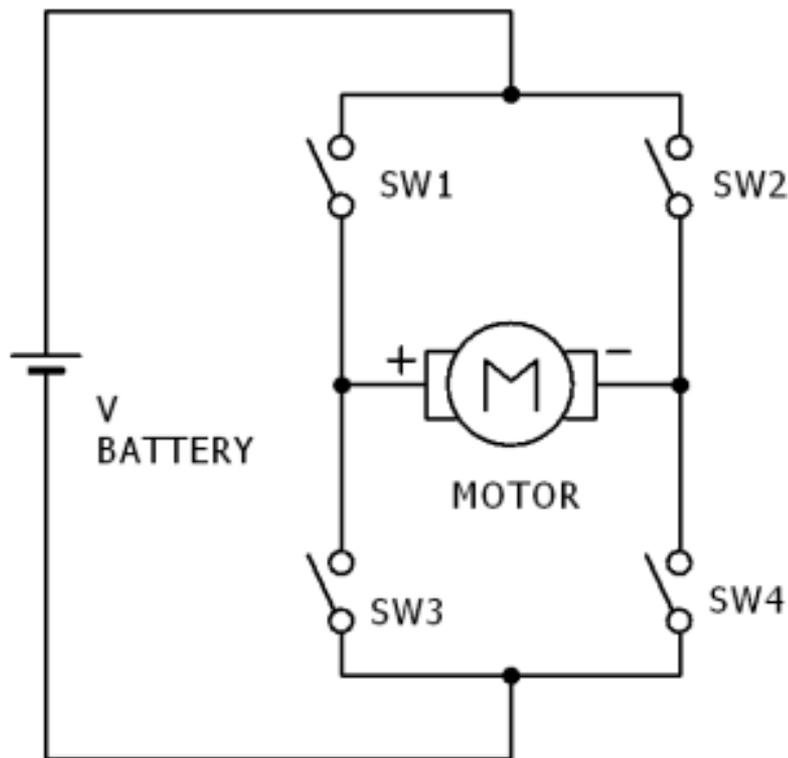
「モータ」とは、
電気エネルギーを
機械エネルギーに
変換する装置です。



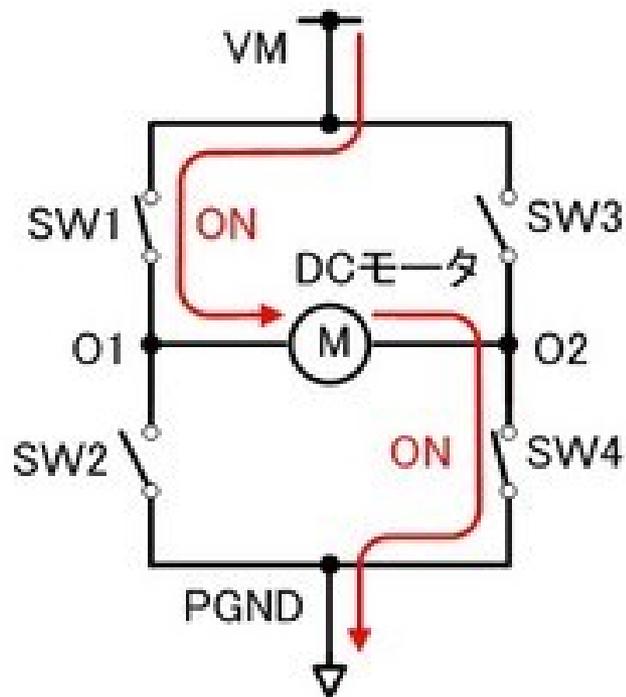
モータの回転を制御するには



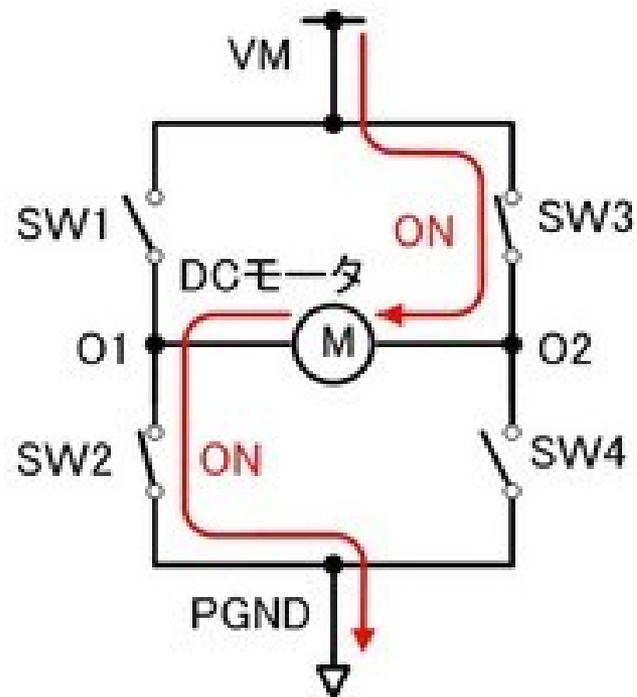
モータの回転を制御するには



モータの回転を制御するには



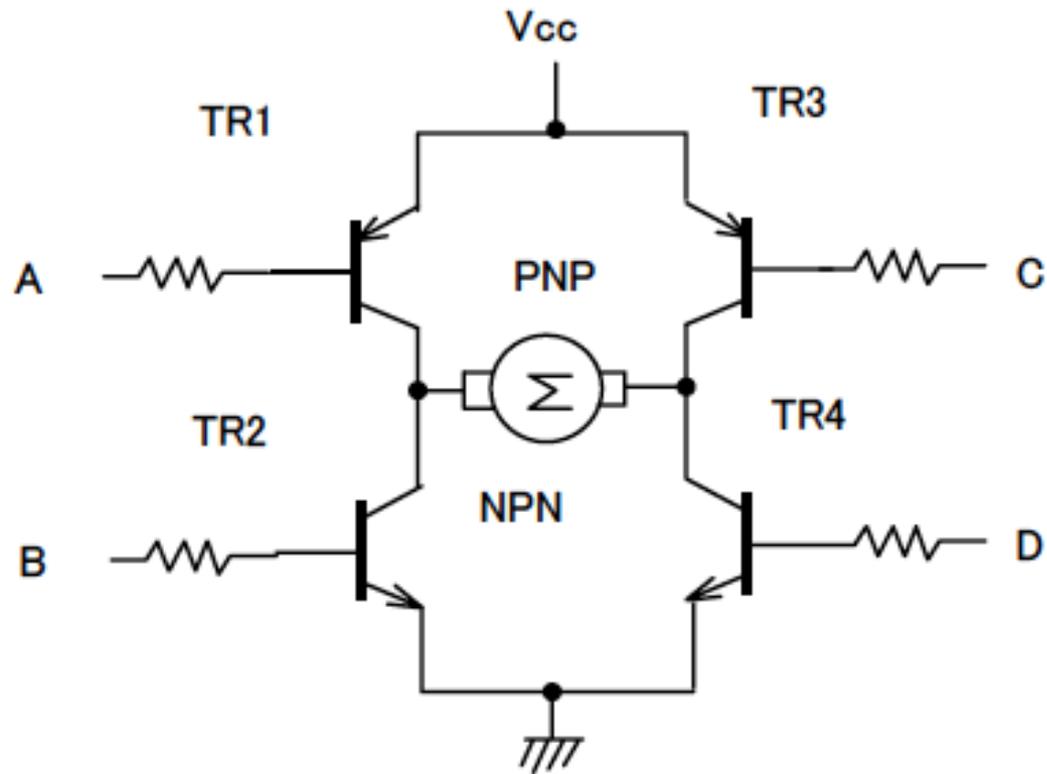
(a) 正転モード



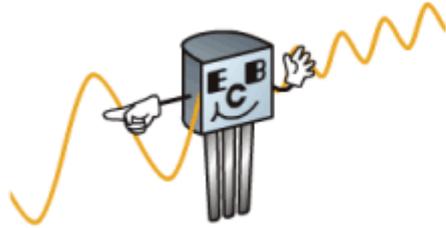
(b) 逆転モード

Hブリッジ

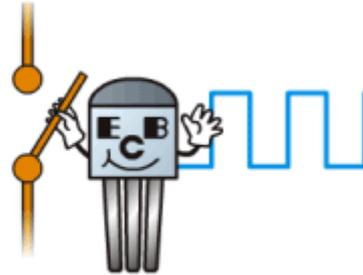
- モータの回転方向を制御する



トランジスタとは



小さな信号を何倍にも大きくする



信号によって電気を流したり、
止めたりする

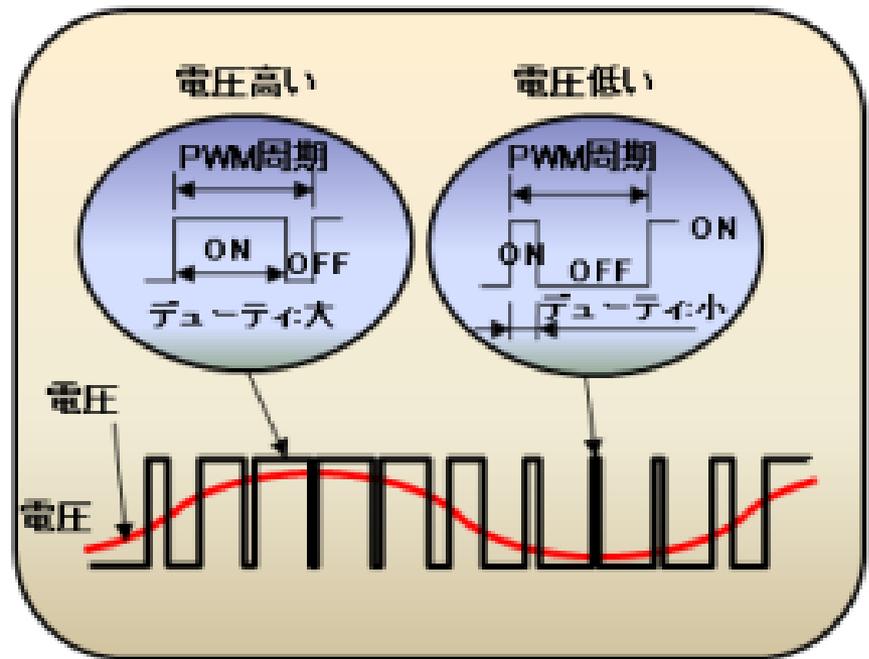
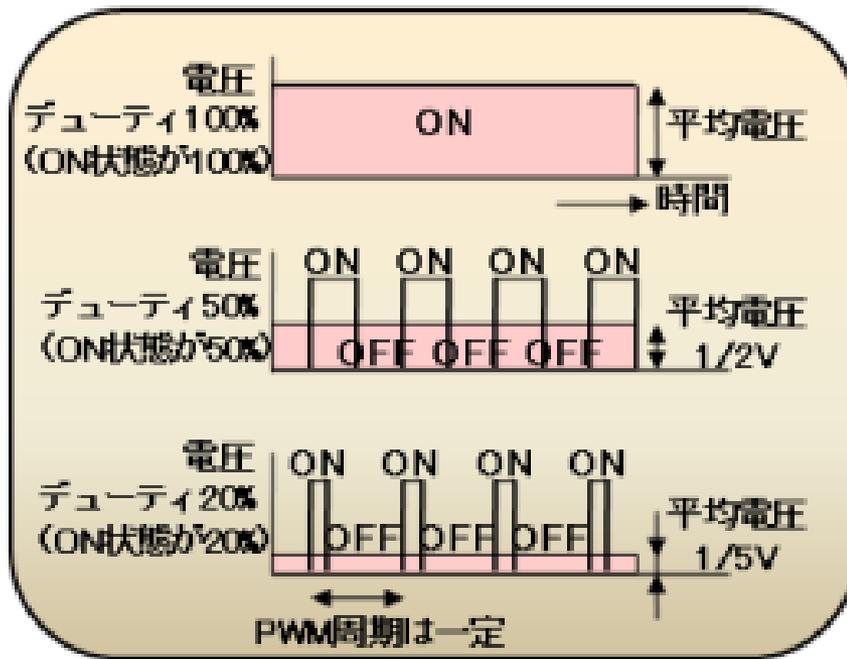
※「20世紀最大の発明」といわれている



IC(集積回路)には無数の
トランジスタが入っています

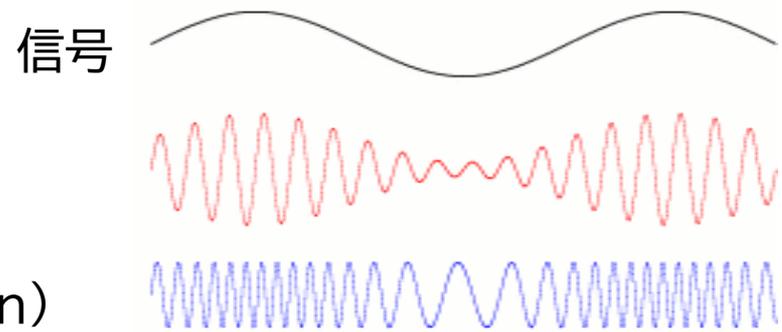
PWM

Pulse Width Modulation

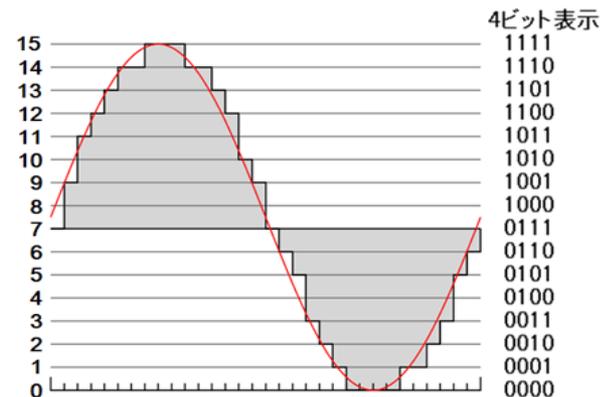


変調/復調

- 信号を外部に送るために、変換することを「変調」、元の信号に戻すことを「復調」と呼ぶ
いろいろな方式がある

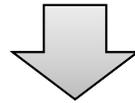


- 振幅変調(amplitude modulation)
- 周波数変調(frequency modulation)
- パルスコード符号変調
(pulse-code modulation)



モータドライバ

モータを強く駆動するための電子回路
コントローラの出力行では
電力が足りずモータを強力に駆動できない

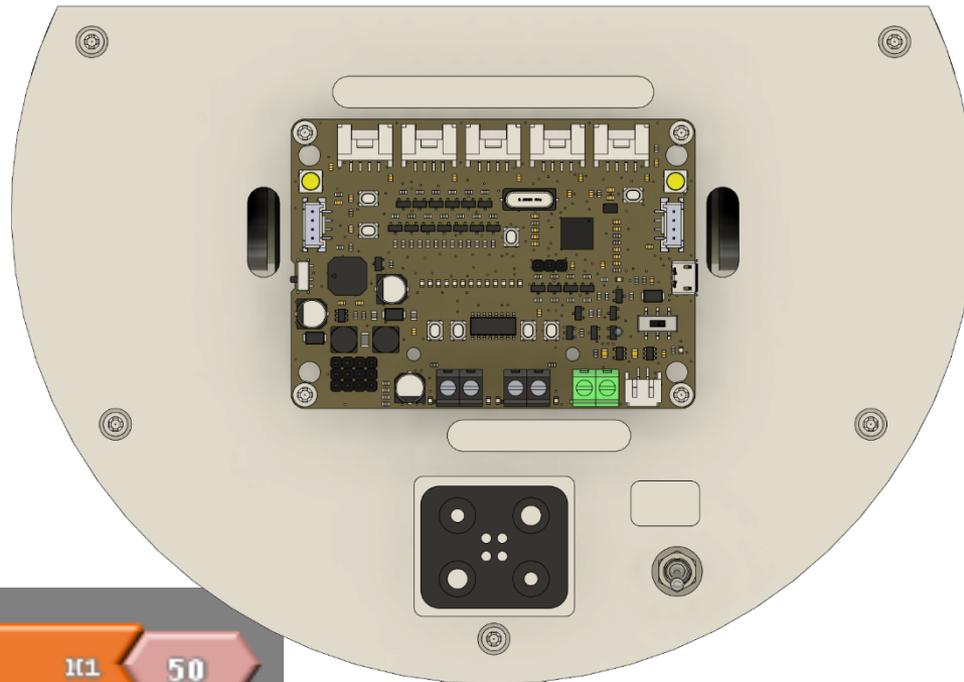


モータドライバを用意する必要あり



ORJAロボ

左モーター
(M1)



右モーター
(M2)



前進させてみよう

- 1秒間前進して3秒止まるアルゴリズム例

