

# 電子機械設計・製作I ～エレクトロ概要解説～

---

大沼 巧

# 目次

---



- 標準機のエレキ全体構成
- 各部の仕様
  - 制御系ボード仕様
  - 通信・端子仕様
  - 駆動系仕様
  - センサ系仕様
- その他

# 標準機のエレキ全体構成



## 制御系

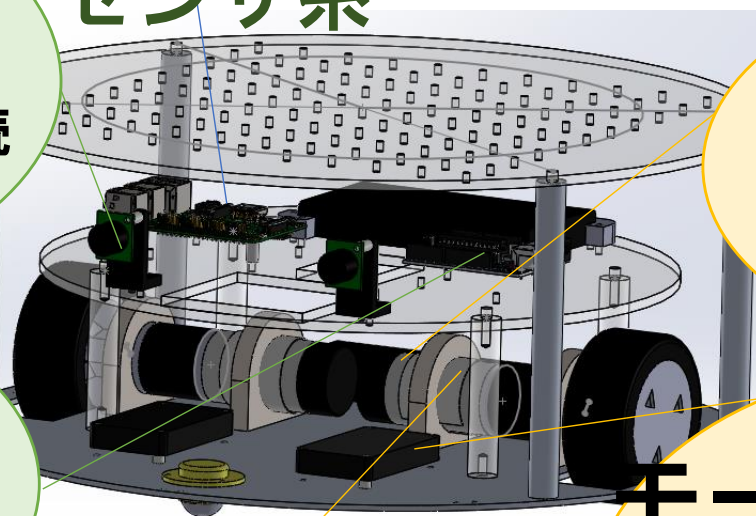
### CPUボード

Raspberry Pi 3/Model B  
64bit,1.2GHz  
Wi-Fi, Bluetooth内蔵

### センサ

USS:16cm~6m,I2C接続  
Camera: HD,30fps,USB接続  
タッチセンサ

## センサ系



### IO拡張ボード

Arduino UNO  
DIO:14pin  
AIN:6pin

## 駆動系

### モータ

エンコーダ内蔵  
ギアードDCモータ

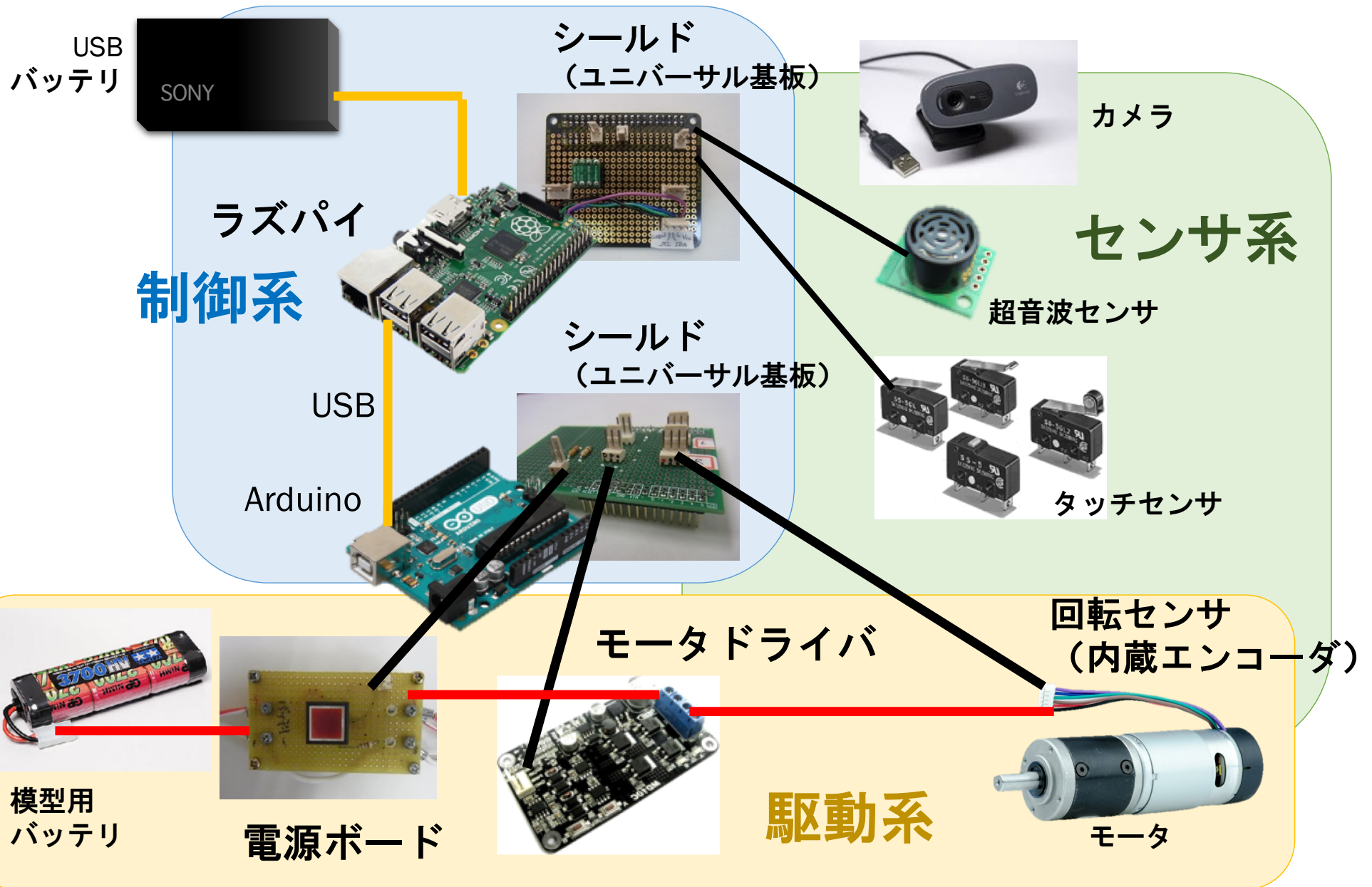
### モータドライバ

最大20kHz, PWM出力  
入力電圧5V-25V  
最大30A/10s  
連続定格13A

### バッテリー

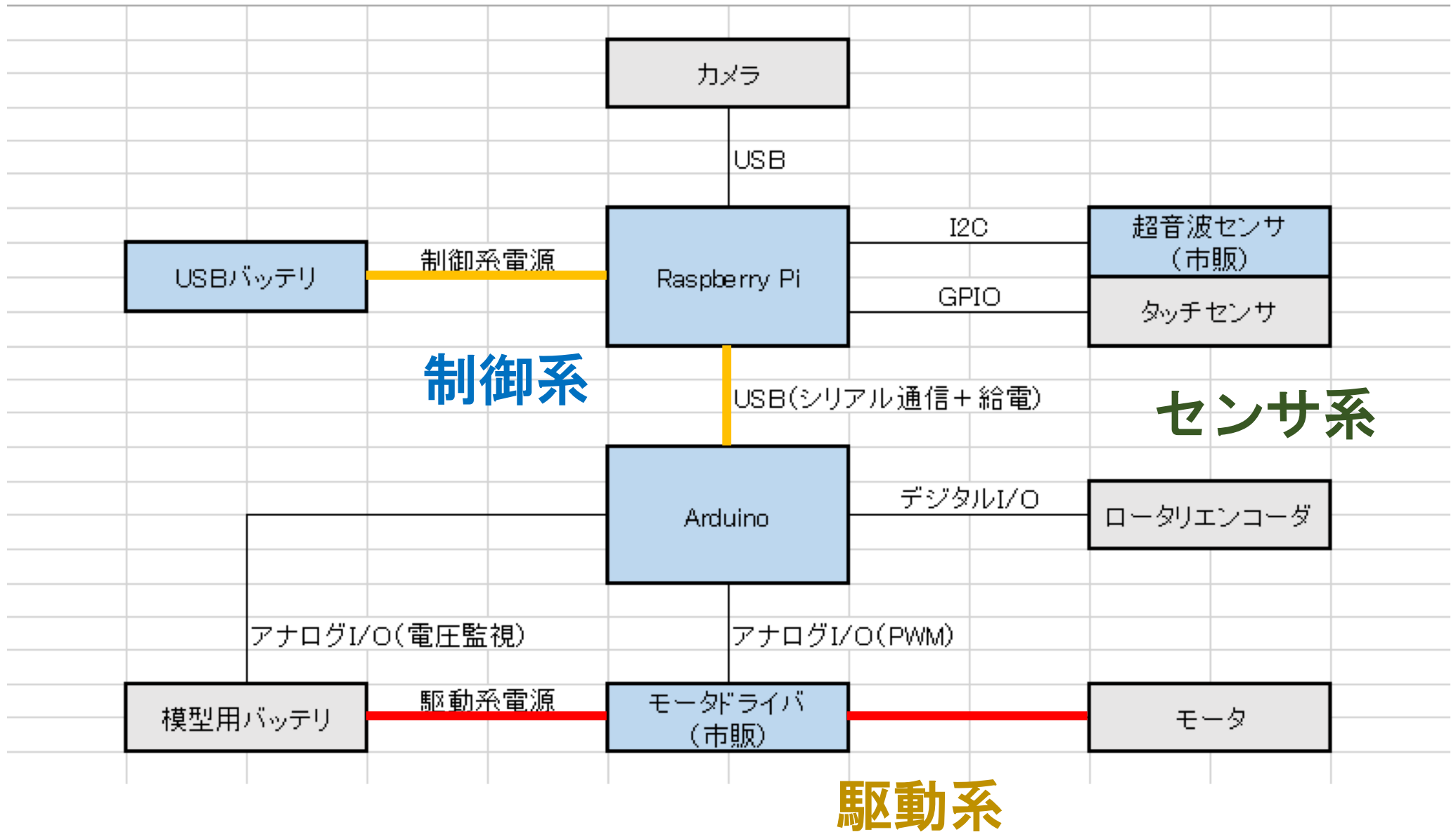
制御電源：最大5V/3.6A出力10Ah  
主回路電源：NiMH 7.2V 3Ah

# 標準機のボード接続





# 標準機の配線図



# 制御系ボード仕様

1. Raspberry Pi
2. Arduino
3. 電源ボード
4. モータ制御ボード
5. 超音波センサボード

# 1. Raspberry Pi (ラズパイ)



- ARMプロセッサを搭載したシングルボードコンピュータ
- 教育向けの廉価なコンピュータ
- 少し高性能なマイコン
- Linuxを搭載し，GUIを使えて，USBやWifi等の通信環境を標準装備し，日常的な用途にも使える

Raspberry Pi 3 Model B.

CPU: ARM Cortex-A53 (1.2GHz) 4 core

GPU: Broadcom VideoCore IV

Mem: 1GB

USB: 4ポート

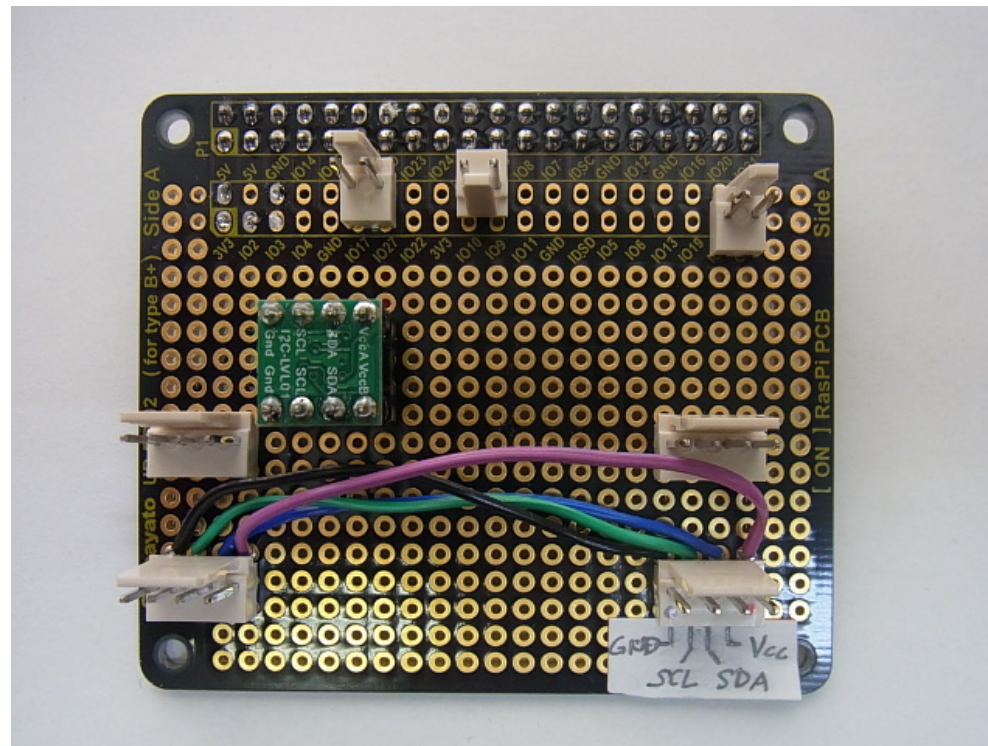
LAN: 1ポート (100Mbps)



# Raspberry Pi シールド



- ラズパイ-センサの接続用基板
- 標準
  - 超音波センサ：I2C接続
  - タッチセンサ：2ピン
- 拡張
  - I2C接続のセンサが増やせる



# 2. Arduino (アルドゥイーノ)



- 入出力ポートを備えた基板の上にAVRマイコンを搭載したシステムと，CライクなArduino言語とその総合開発環境を提供する
- 教育向けのマイコン
- 開発しやすいマイコン
- PICのようにプログラムを書き込んで動作させる

Arduino Uno

マイコン：Atmel ATmega328P

動作周波数：16MHz

動作電圧：5V

Digital IO：14

PWM IO：6

Analog IO：6

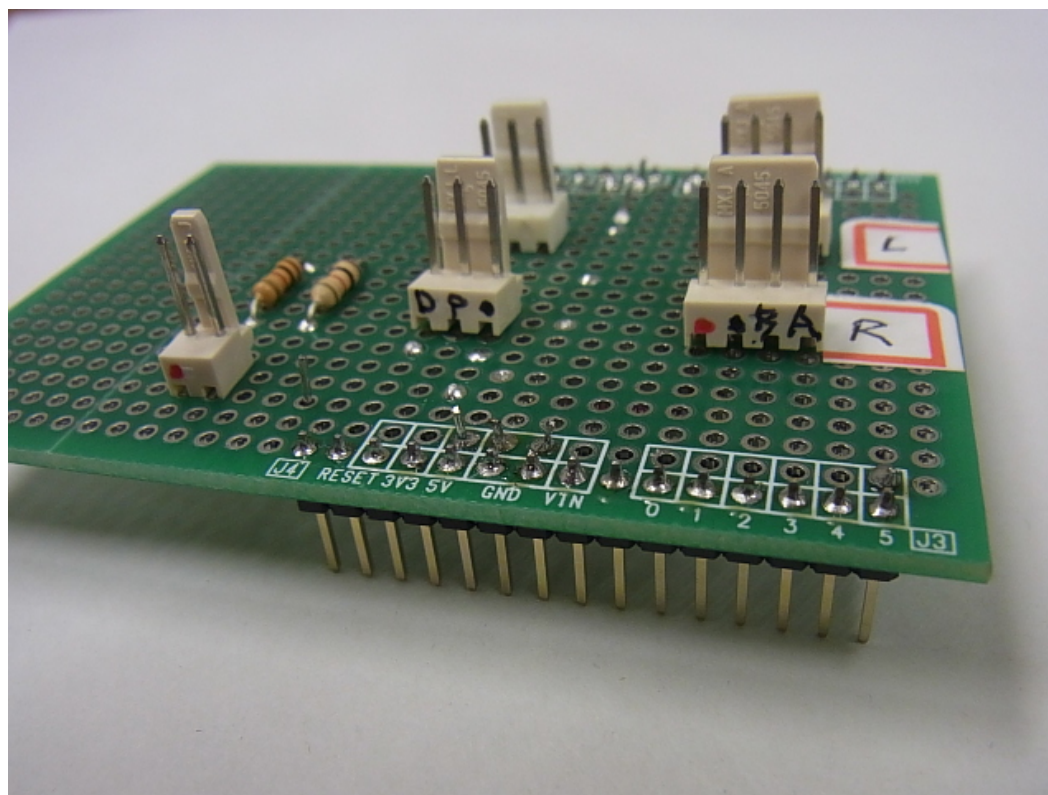
USB: 1



# Arduino シールド



- Arduino - モータドライバ接続用の基板
- モータドライバへの制御命令ポート (4ピン)
- エンコーダ読み取りポート (3ピン)
- バッテリ電圧測定ポート (2ピン)

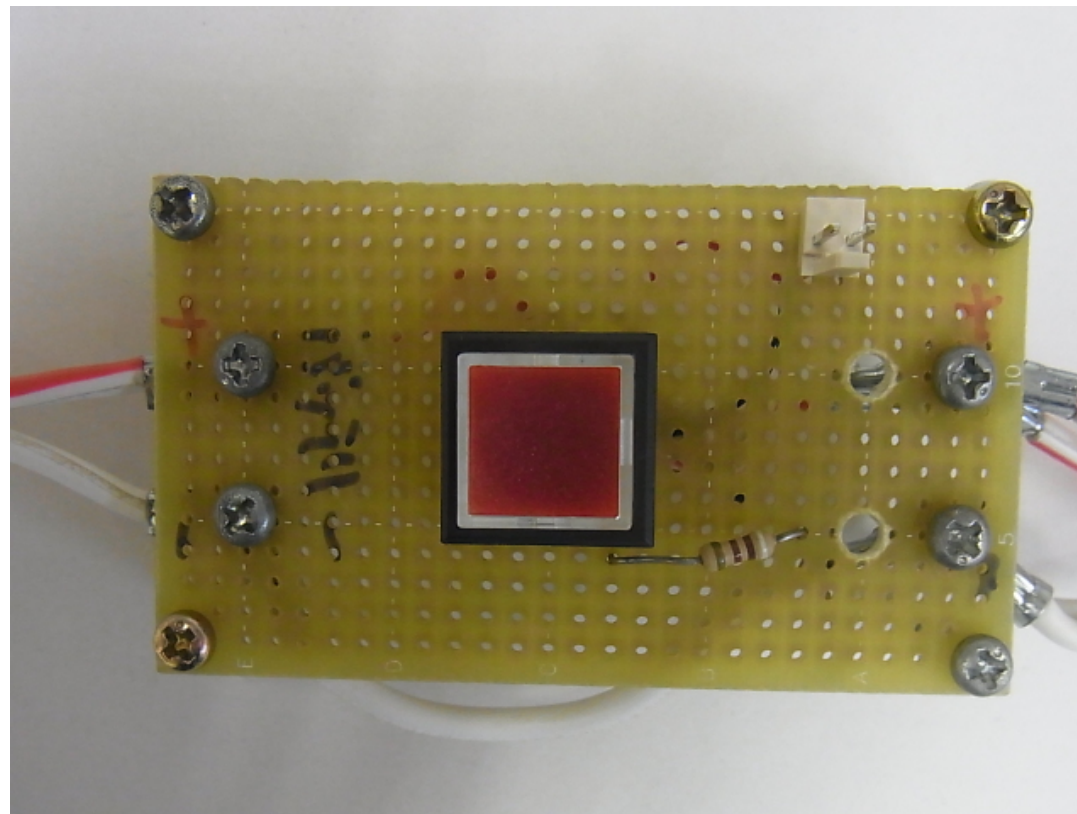




# 3. 電源ボード



- 駆動系の電源（7.2Vバッテリー）用スイッチ  
※ 制御系は5VのUSBモバイルバッテリー
- ユニバーサル基板上に作成

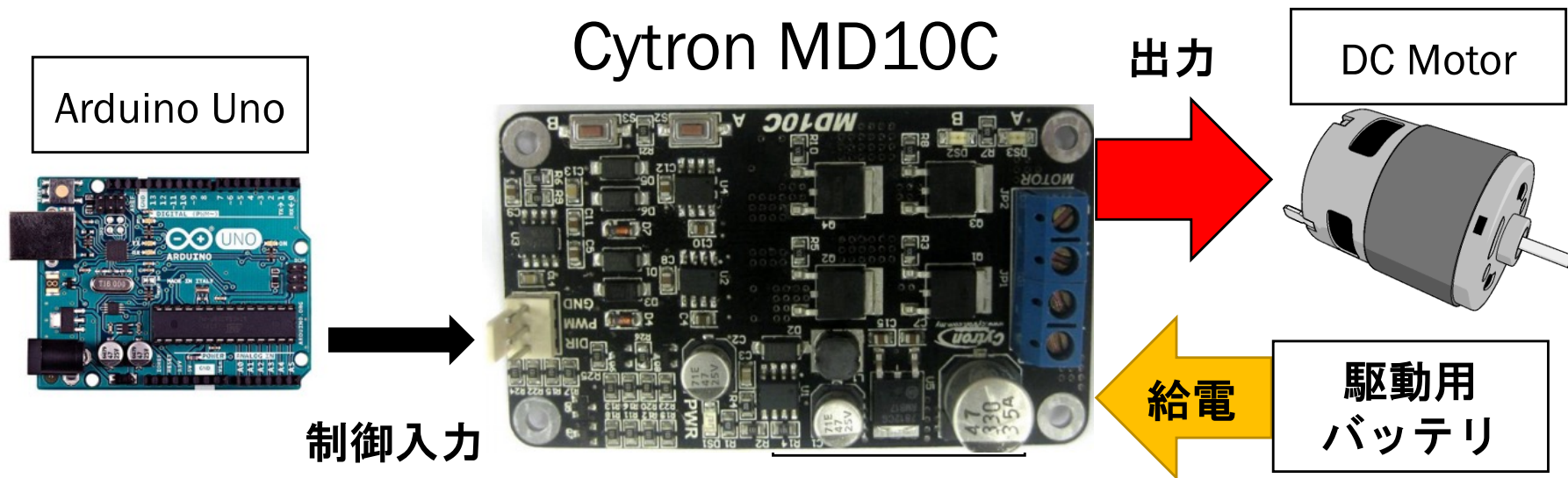




# 4. モーター制御ボード



- PWM制御用のHブリッジ回路を備える
- Arduinoの制御信号からモータ駆動用の大電流に変換



No.	Pin Name	役割
1	GND	グラウンド
2	PWM	回転数制御用 PWM入力
3	DIR	回転方向

- 最大電流：13[A]（連続）
- ピーク電流：30[A]（10秒）
- 電圧範囲：5～25[V]
- 20[kHz]までのPWM出力に対応

# 5. 超音波センサボード



- 超音波による距離測定
- I2C通信を使用することで、SDA, SCL, Vcc, GNDの4ピンで複数のセンサとの通信が可能
- Raspberry PiのI2C通信は3.3Vで動作するが、SRF02は5V動作であるため**3.3V-5VのI2Cレベル変換器が必要**

SRF02

メーカー：Devantech

通信仕様：I2C, シリアル

測定距離：**16cmから6m**まで

電源：5V, 定格電流4mA

周波数：40kHz

接続可能数：1つのI2Cバス上に16個まで

単位：μs, cm, インチ



# 通信・端子仕様

1. I2C通信
2. GPIO端子

# 1. I2C通信



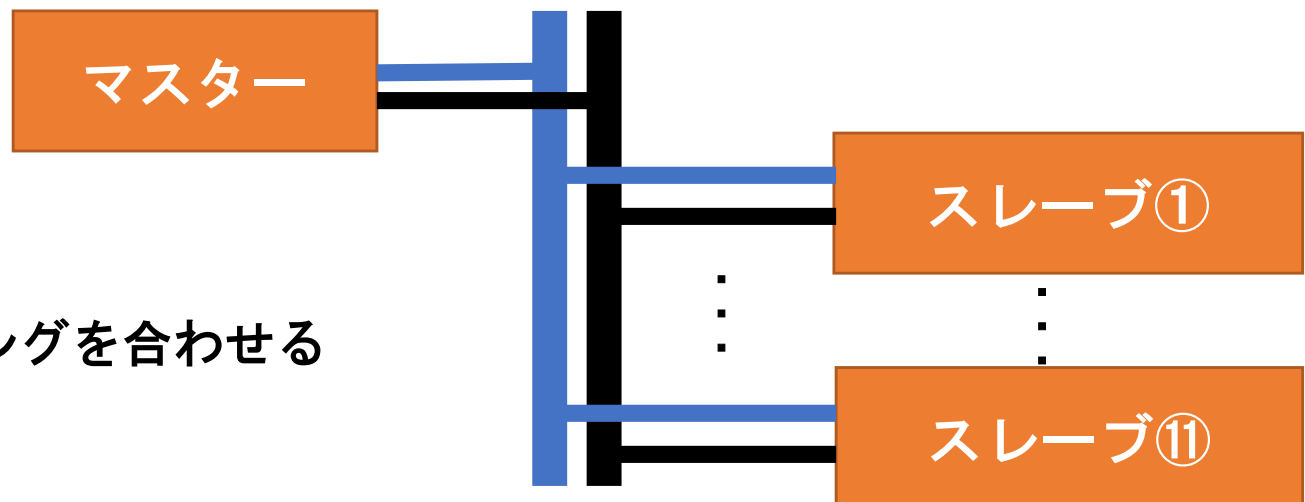
## I2C (Inter Integrated Circuit)

- フィリップス社が提唱しているシリアル通信インターフェイス
- バス接続で1対多の通信ができる
- マスター1個に対して、複数のスレーブが接続できる
- マスターは番号を使って通信相手を識別する（選ぶ）
- スレーブは番号が割当てられ、それを常に保持している

### I2C信号線

SCL : クロック  
送受信のタイミングを合わせる

SDA : データ入出力



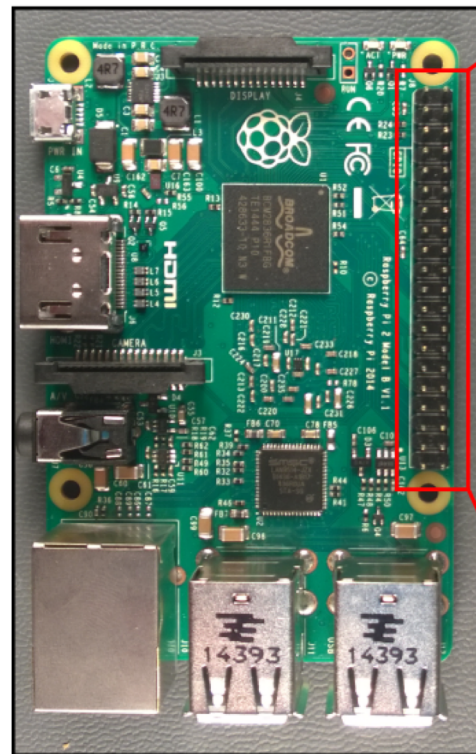
# 2. GPIO端子



## GPIO (General Purpose Input/Output)

ソフトウェアで機能割当てが可能な汎用入出力端子の総称

- デジタルIO
- 通信規格(I2C等)が使えるIOピンなど



Alternate Function					Alternate Function
	3.3V PWR	1		2	5V PWR
I2C1 SDA	GPIO 2	3		4	5V PWR
I2C1 SCL	GPIO 3	5		6	GND
	GPIO 4	7		8	UART0 TX
	GND	9		10	UART0 RX
	GPIO 17	11		12	GPIO 18
	GPIO 27	13		14	GND
	GPIO 22	15		16	GPIO 23
	3.3V PWR	17		18	GPIO 24
SPI0 MOSI	GPIO 10	19		20	GND
SPI0 MISO	GPIO 9	21		22	GPIO 25
SPI0 SCLK	GPIO 11	23		24	GPIO 8
	GND	25		26	GPIO 7
	Reserved	27		28	Reserved
	GPIO 5	29		30	GND
	GPIO 6	31		32	GPIO 12
	GPIO 13	33		34	GND
SPI1 MISO	GPIO 19	35		36	GPIO 16
	GPIO 26	37		38	GPIO 20
	GND	39		40	GPIO 21

# 駆動系

1. モータ仕様
2. Hブリッジ回路によるPWM制御

# 1. モーター仕様



- DCモータ
- 遊星ギヤボックスと磁気式エンコーダを内蔵

KS5N-IG36P-XXX-E  
メーカー：朱雀技研  
定格電圧：12[V]  
定格トルク：23.5mNm  
定格負荷電流：2[A]  
無負荷電流：400[mA]  
定格出力：12.5[W]  
最大電流：9[A]

ギヤ  
減速比：1/4～1/721

エンコーダ  
使用センサ：ホール素子  
分解能：13PPR

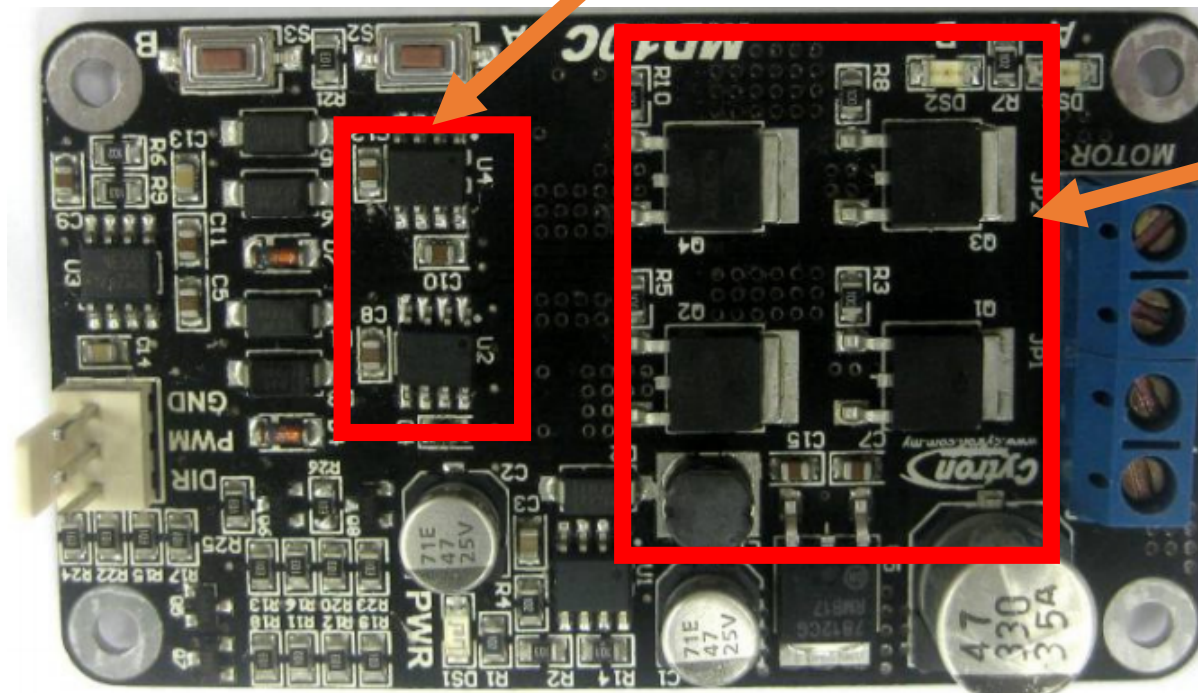




## 2. HブリッジによるPWM制御



ブリッジドライバ



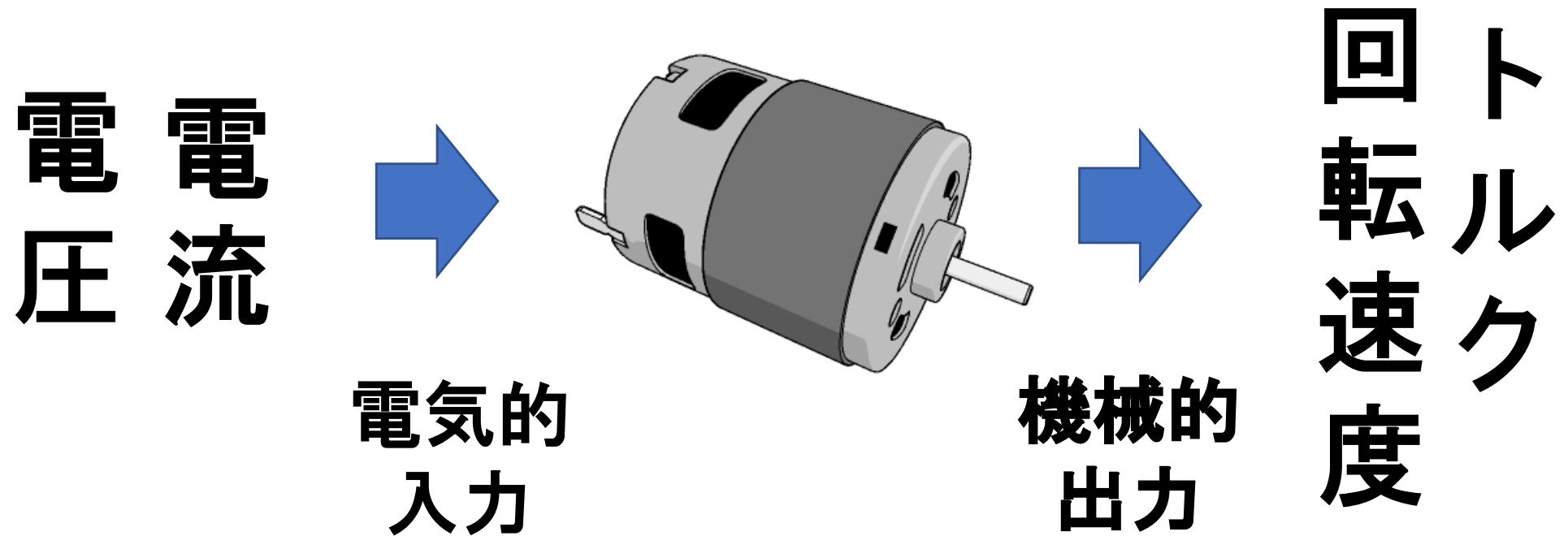
Hブリッジ回路

モータ制御ボード

## 2. HブリッジによるPWM制御



目的：DCモータの正転逆転・回転速度を制御

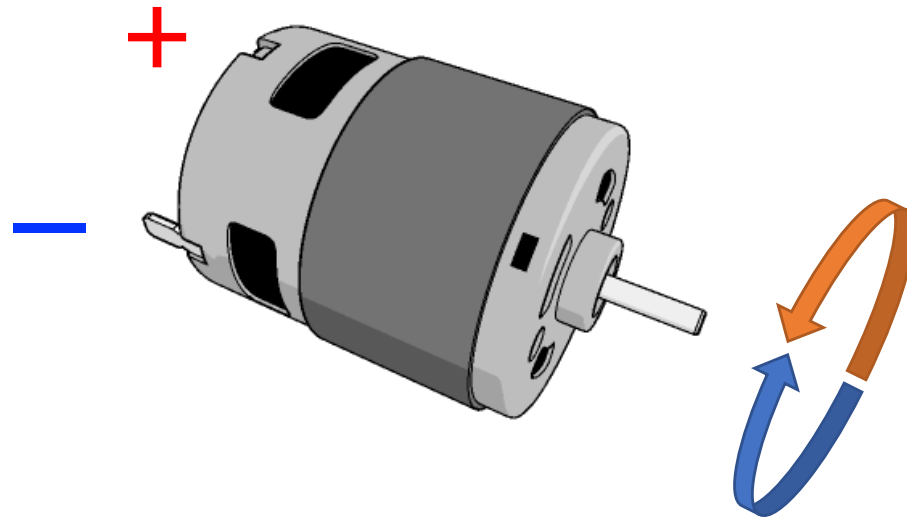


## 2. HブリッジによるPWM制御



電圧の大きさを変える → トルクの大きさが変わる

電圧の向きを変える → トルクの符号が変わる



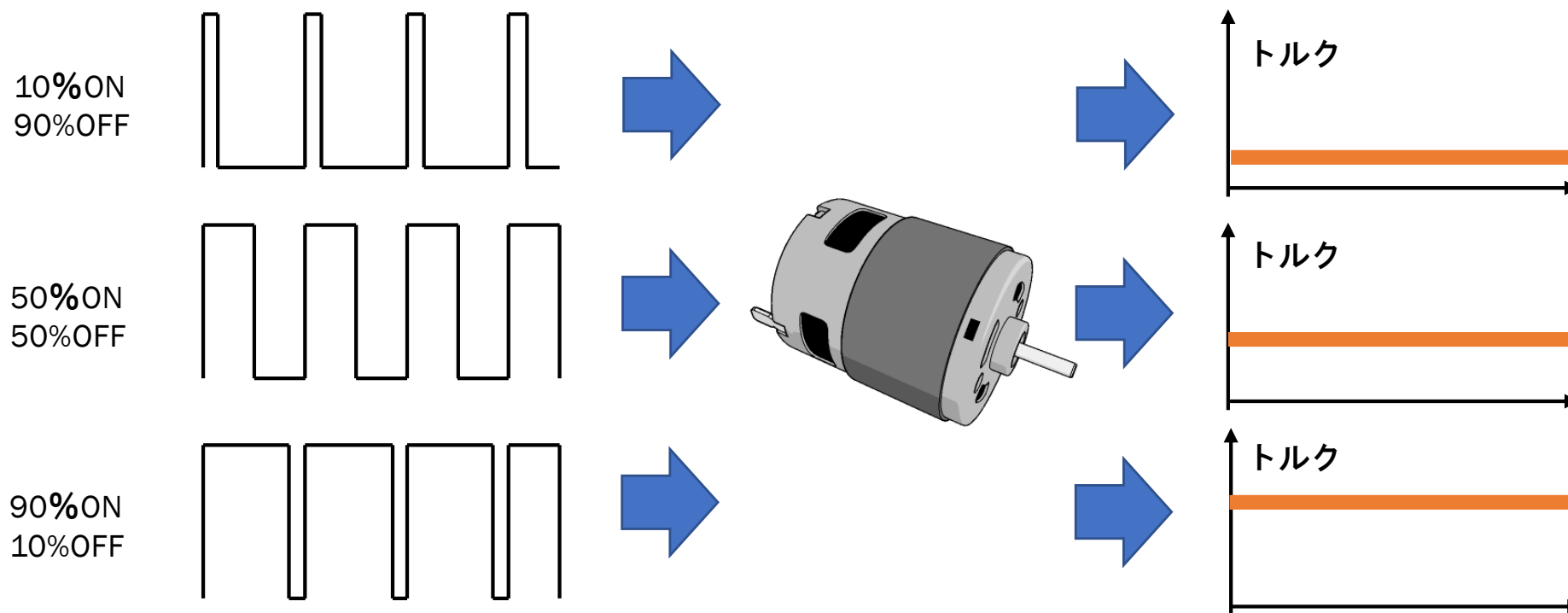


# PWMによる回転速度制御

(Pulse Width Modulation : パルス幅変調)

## 電圧の大きさを変えるには？

高速スイッチングによりON/OFF時間（パルス幅）を変え平均電圧を調整



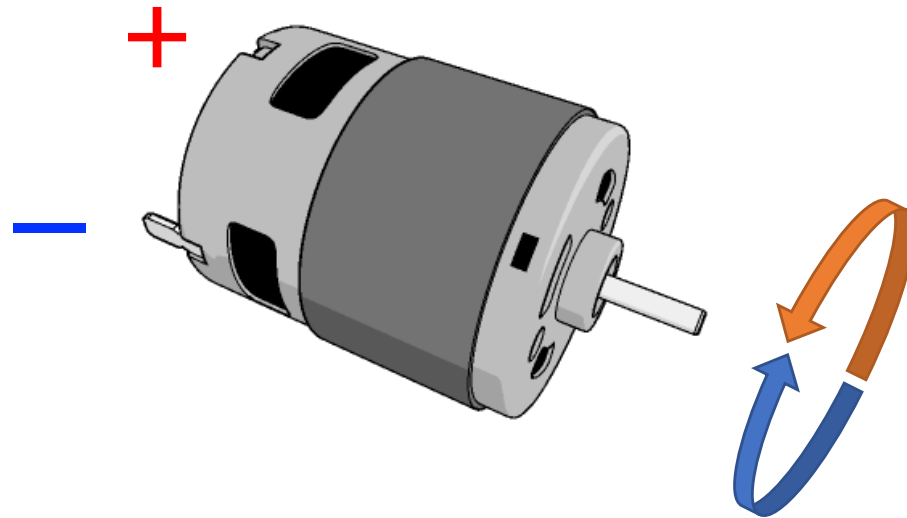
ArduinoでPWM信号を出力しモータドライバで増幅

## 2. HブリッジによるPWM制御



電圧の大きさを変える → トルクの大きさが変わる

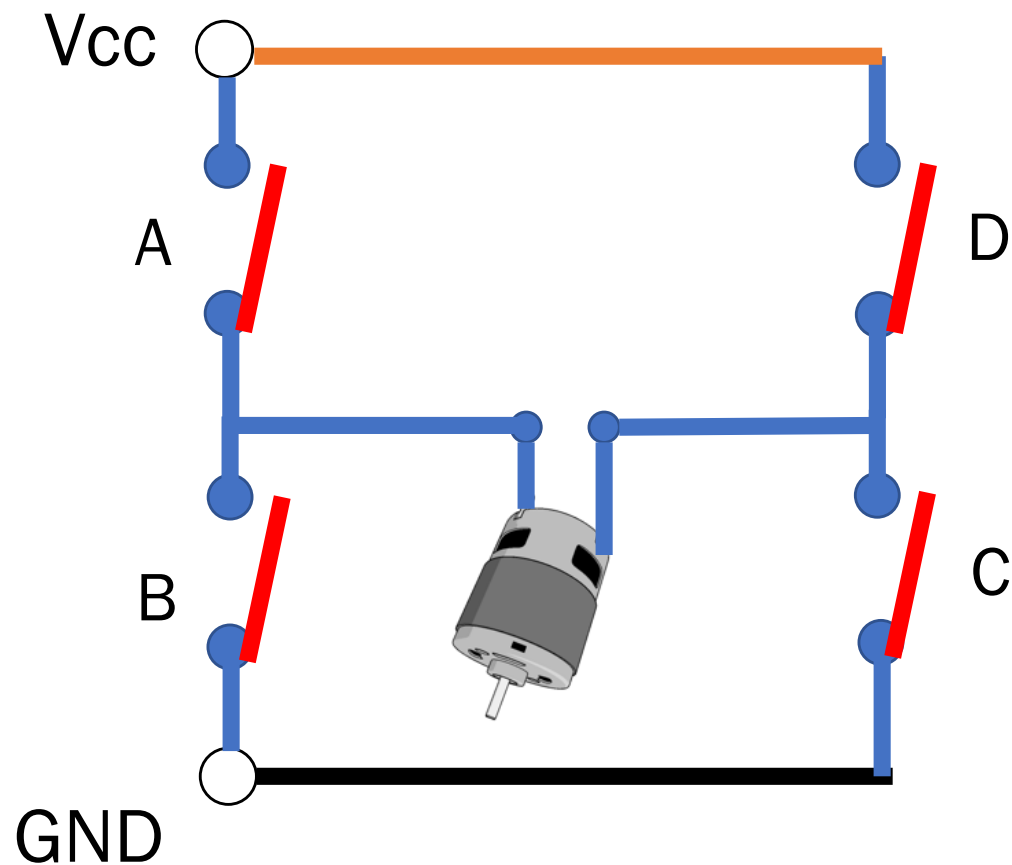
電圧の向きを変える → トルクの符号が変わる





# DCモーター制御ボード：Hブリッジ

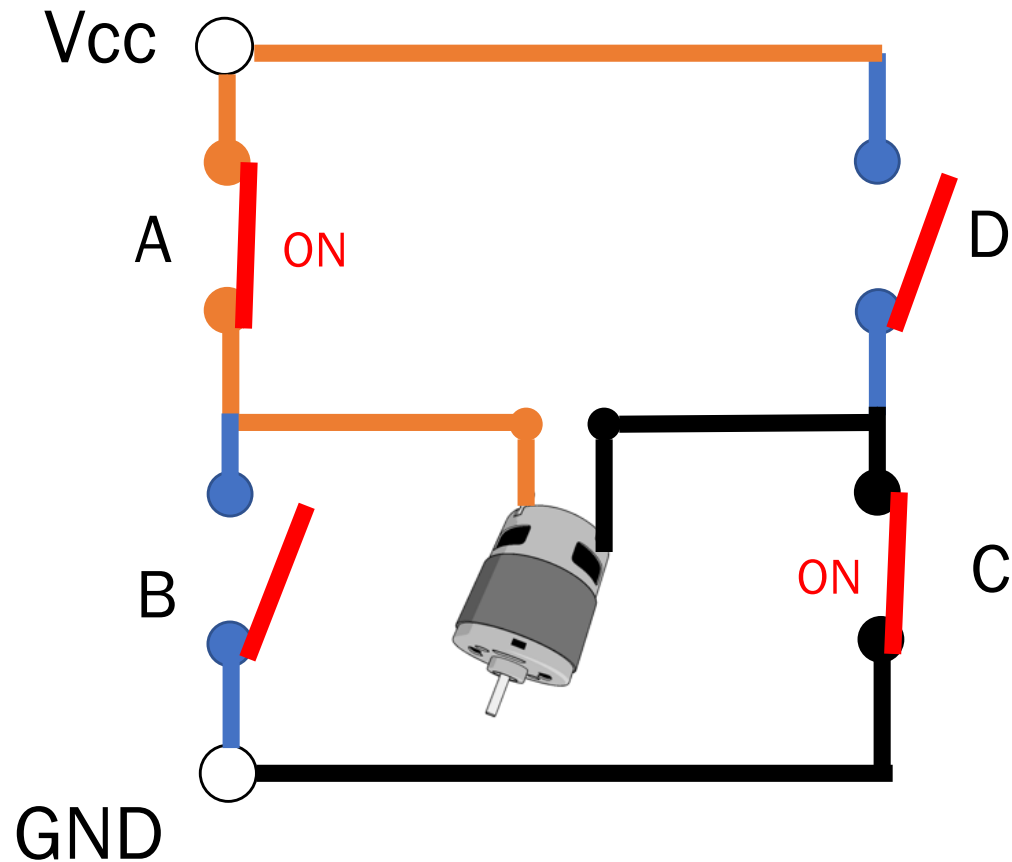
切替スイッチだけで電圧の向きを変えるには？





# DCモーター制御ボード：Hブリッジ

切替スイッチだけで電圧の向きを変えるには？

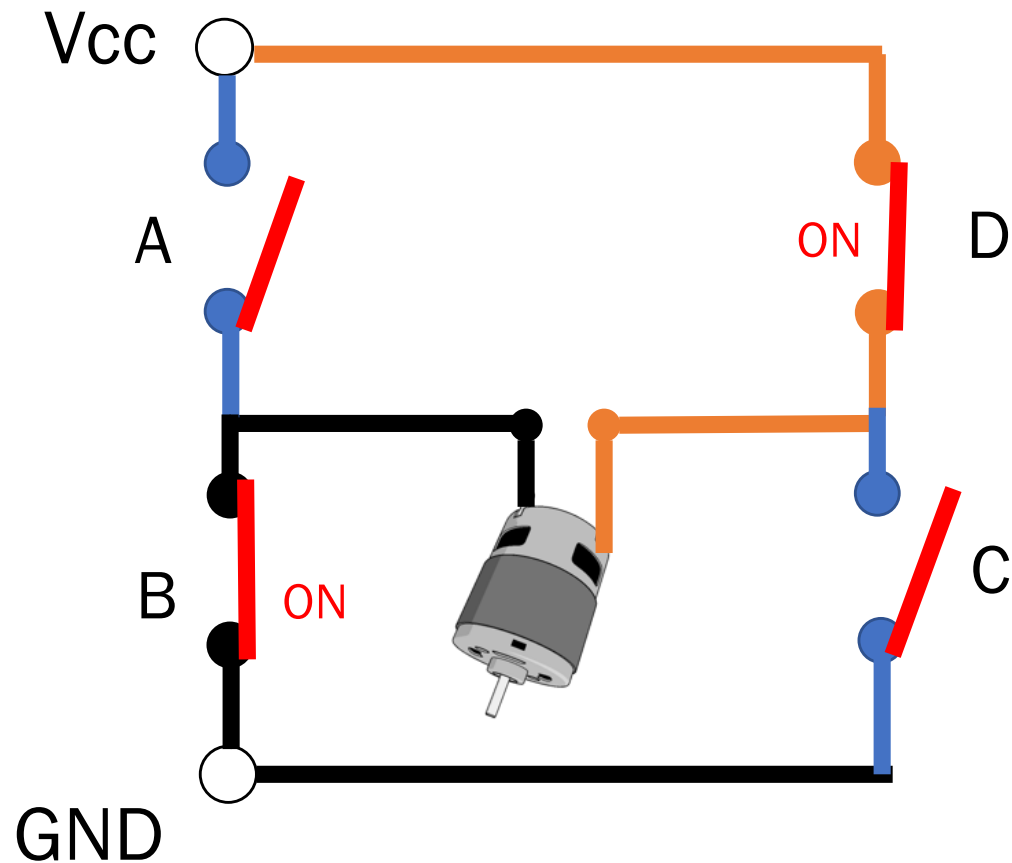






# DCモーター制御ボード：Hブリッジ

切替スイッチだけで電圧の向きを変えるには？

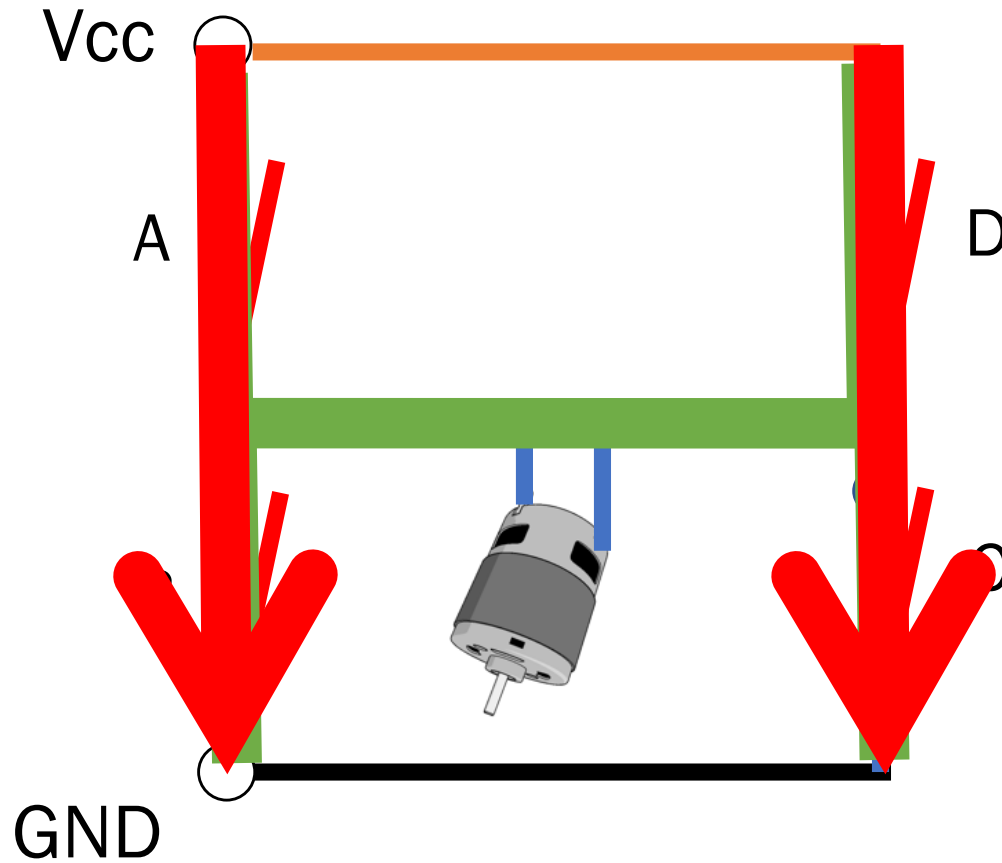




# DCモーター制御ボード：Hブリッジ

短絡は危険！  
スイッチABがON  
もしくはDCがON

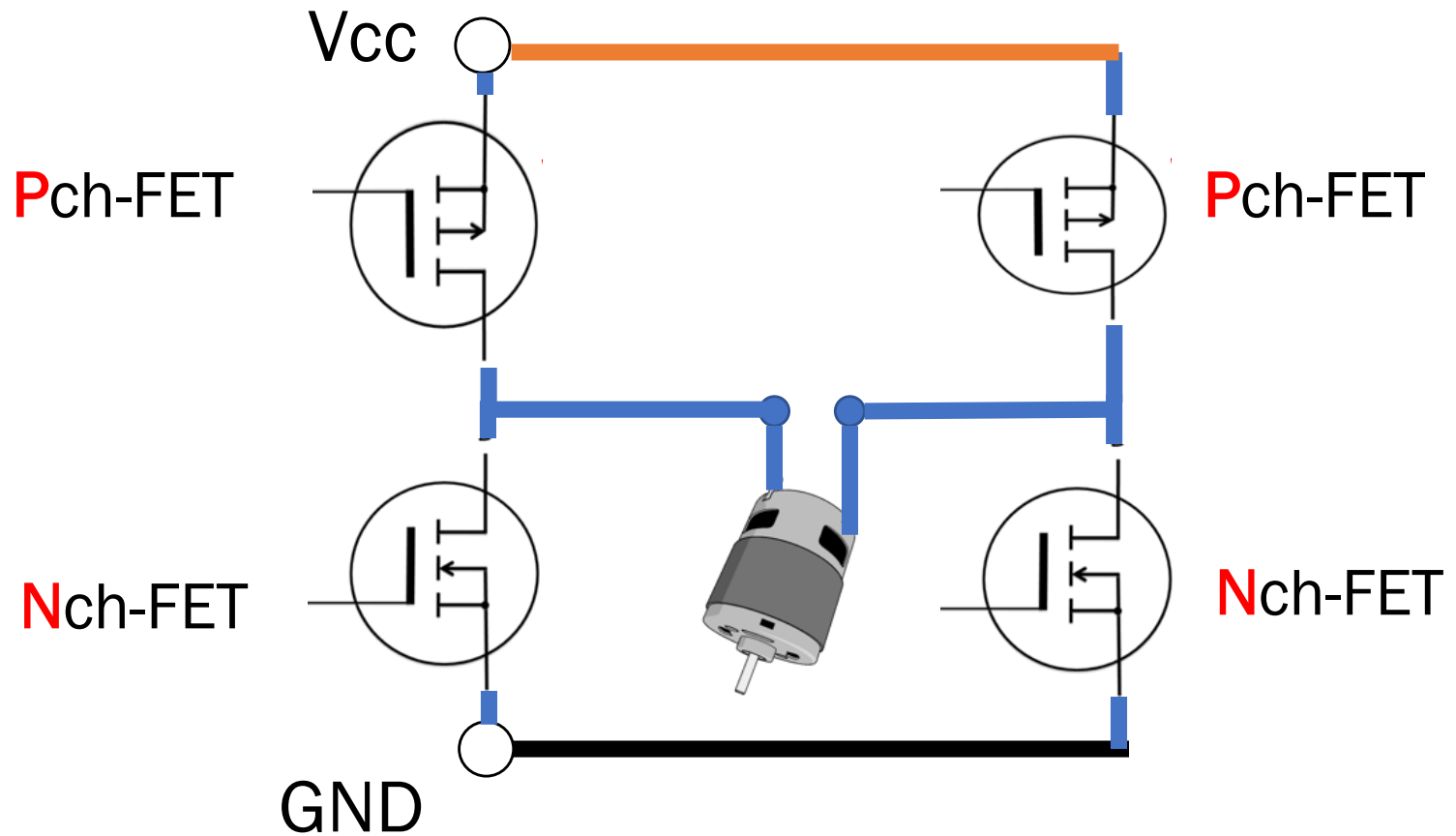
回路が燃える！



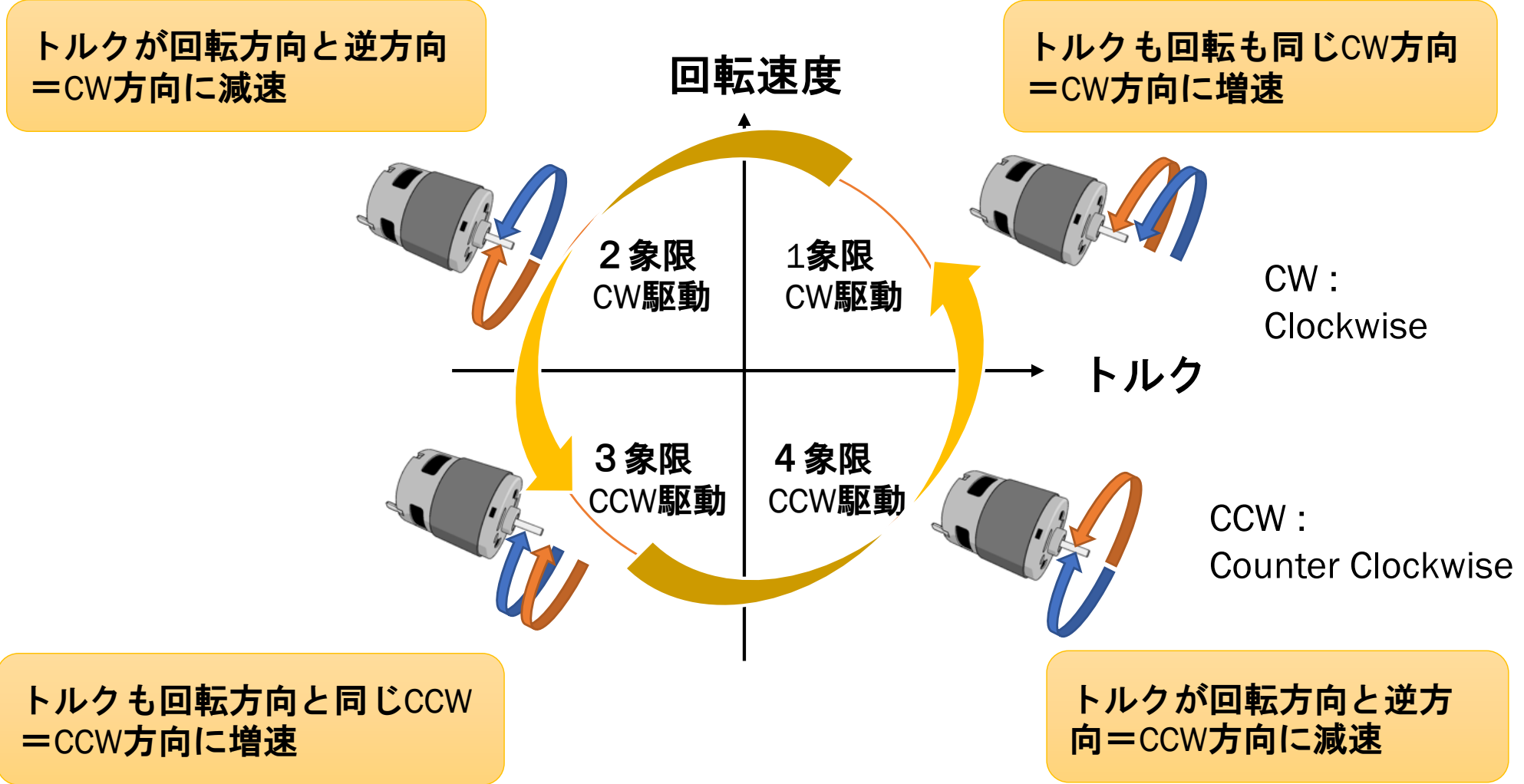


# DCモーター制御ボード：Hブリッジ

実際にはスイッチの代わりにFETを使用



# モータ駆動における4象限動作



正転逆転の切り替えをスムーズにできる

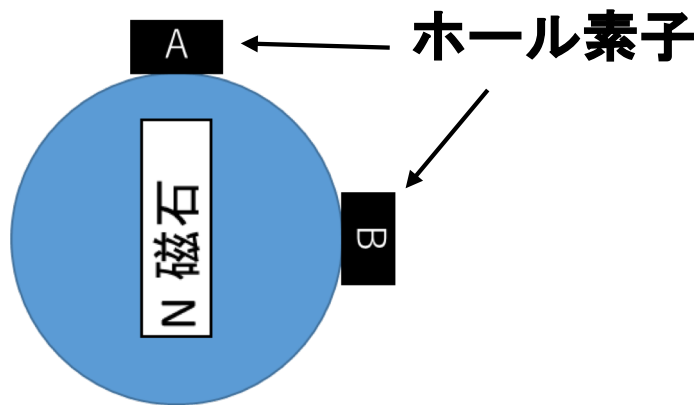
# センサ系仕様

1. エンコーダ
2. 超音波センサ
3. タッチセンサ

# 1. エンコーダ

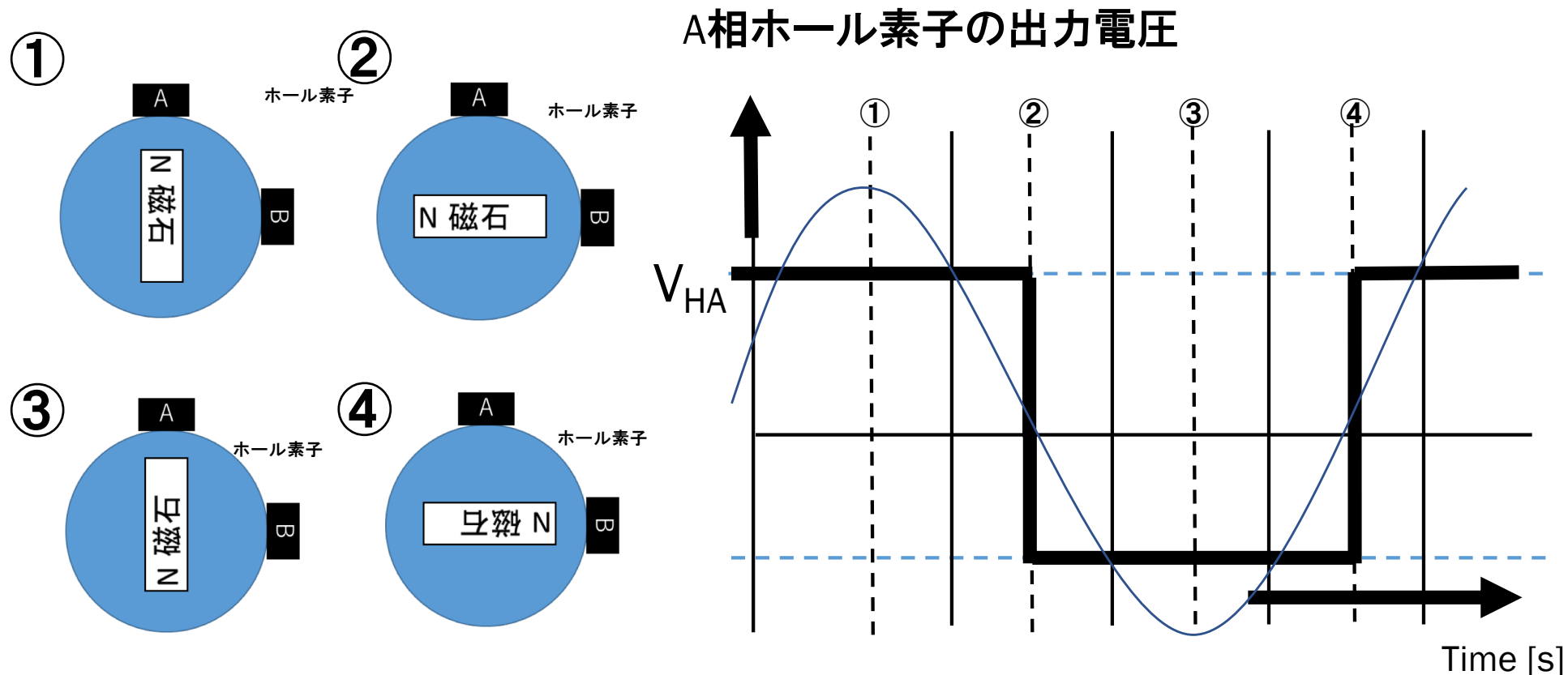


- 磁気式のエンコーダ装着済み！
- 磁気式はホール素子を使っている





# ホール素子出力電圧と閾値処理



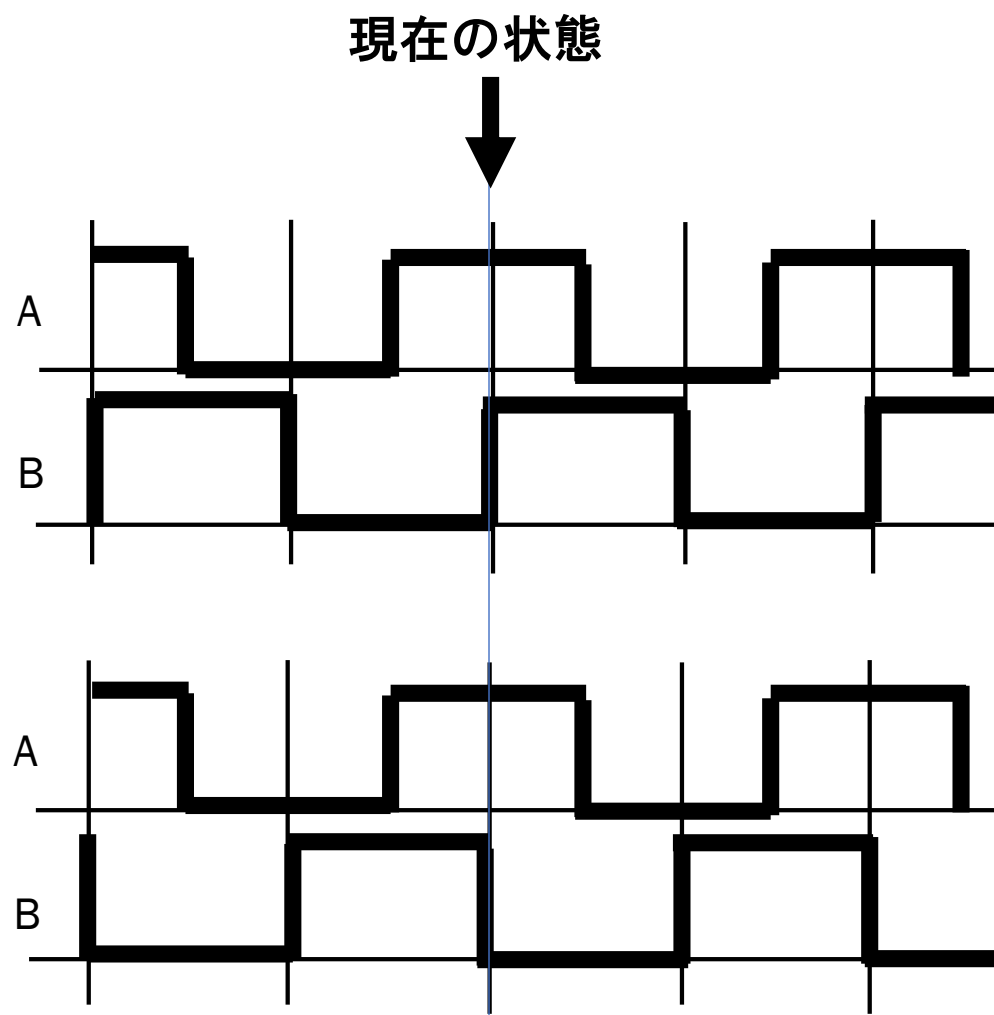
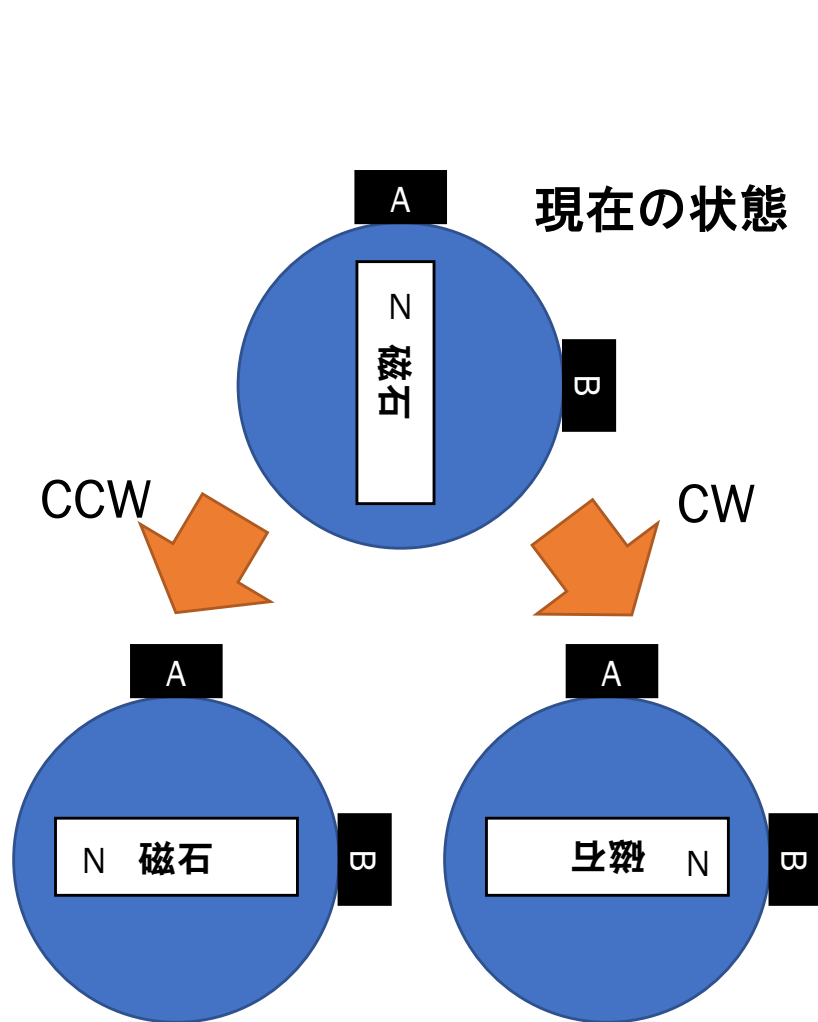
分解能：13PPR※

※ PPR：Pulse Per Revolution（1回転あたりのパルス数）





# 回転方向の検出

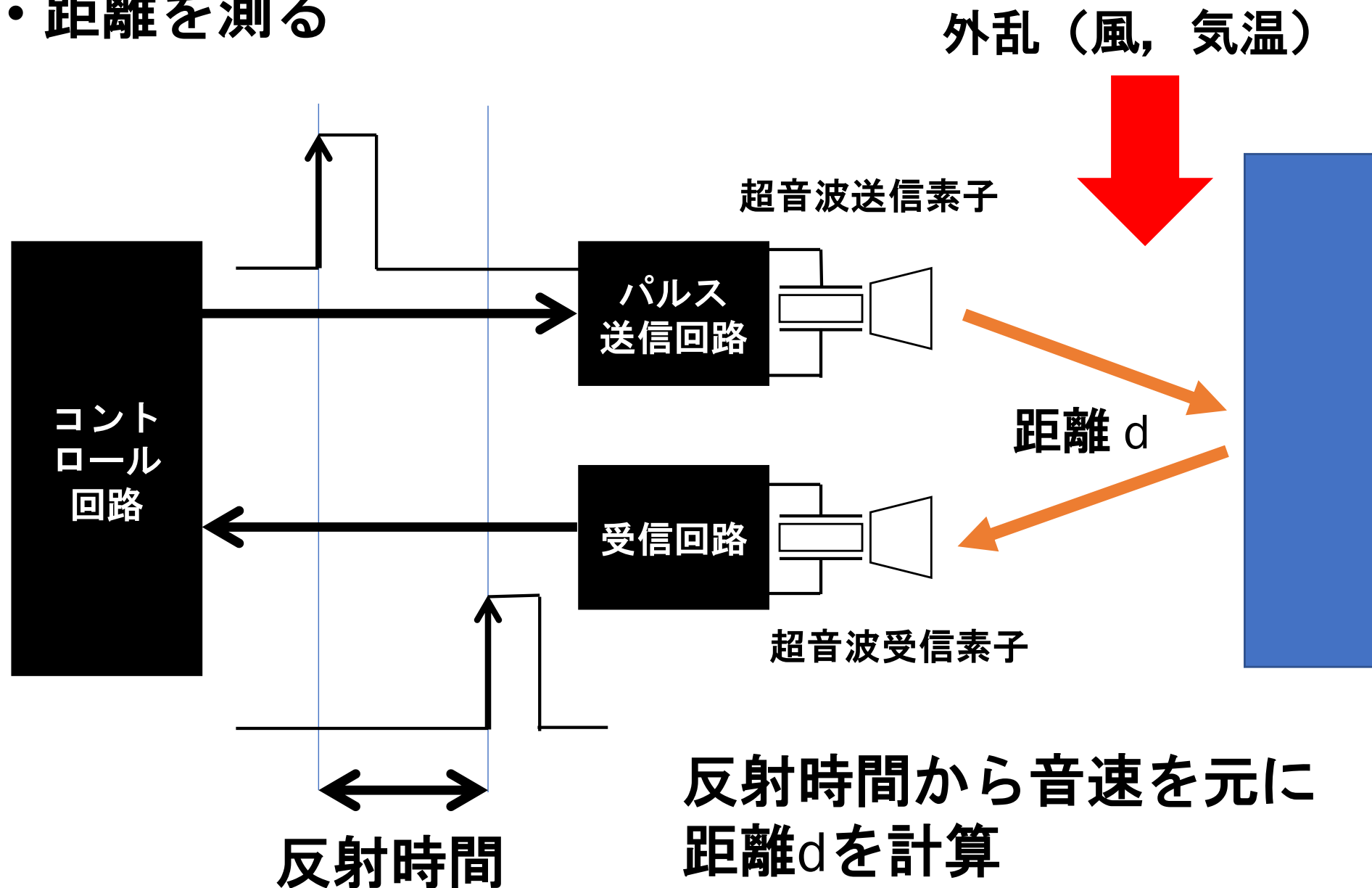


どちらがCWでしょう？

## 2. 超音波センサ



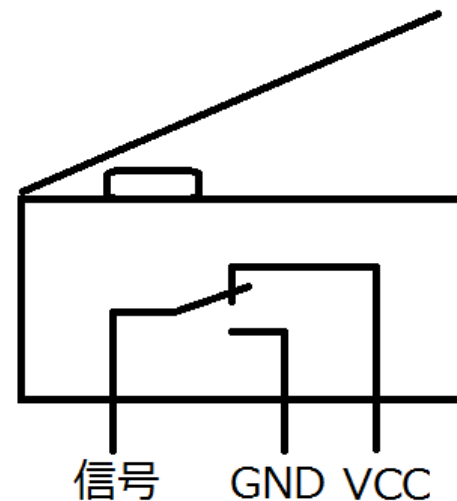
### ・ 距離を測る



# 3. タッチセンサ（スイッチ）



ON/OFFの状態を検出することで接触判定



足の配線を間違えるとボード側が壊れるかも！

# その他

1. バッテリー
2. ケーブル
3. 電子工作の注意点

# 1. バッテリ



用途	駆動電源	制御電源
種類	ニッケル水素	リチウムイオン
出力電圧	7.2 [V]	5 [V]
出力容量	3000 [mAh]他	6700 [mAh]

駆動電源の充電器



# 2. ケーブル

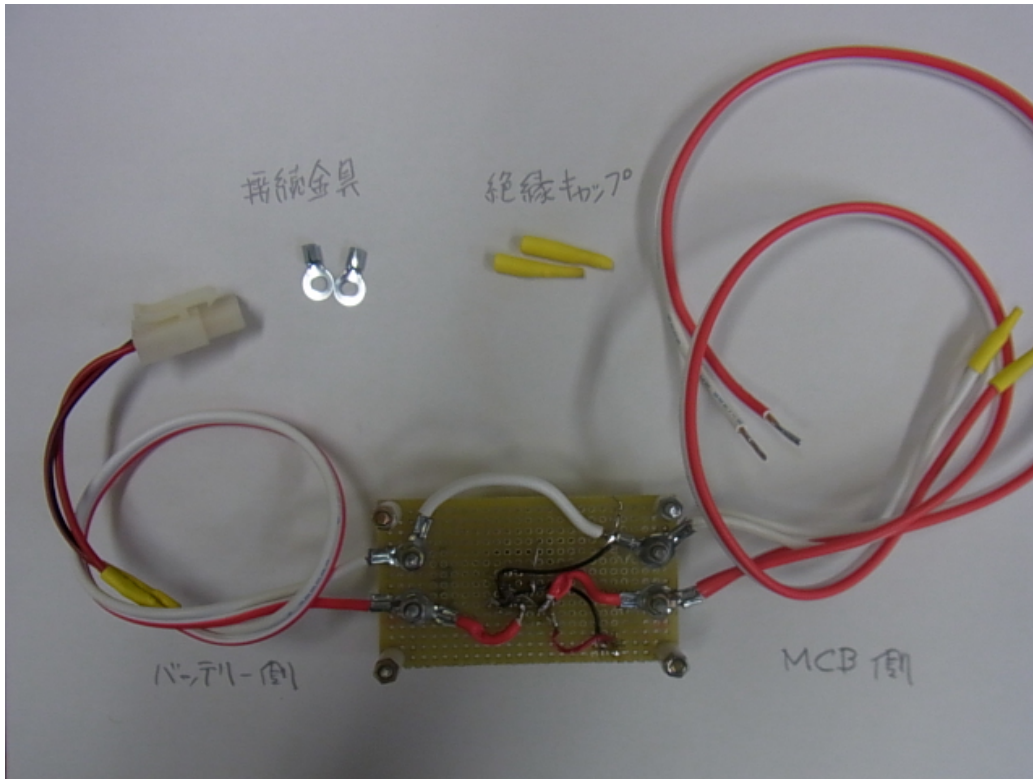


<http://www2.denshi.numazu-ct.ac.jp/mirsdoc2/mirsmg4d/tech/num0002a/index.html>

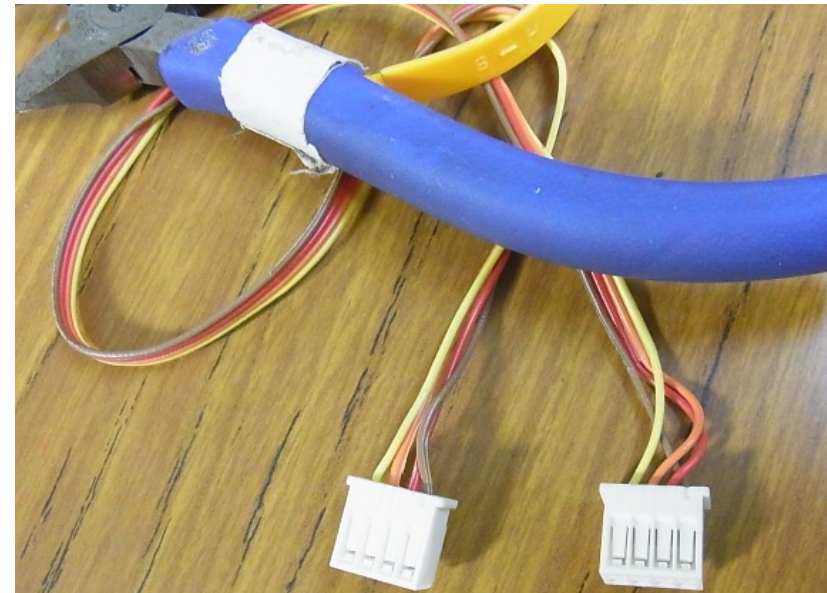
名称	規格	接続先	ピン数	長さ目安	本数	備考
USB	TypeA-TypeB	RasPi- Arduino			1	
		Arduino- PC			1	
	TypeA-MicroB	<b>制御</b> Bat.-RasPi			1	
Display	HDMI-VGA	RasPi-Display			1	変換アダプタ
駆動系 (Max数A)	被覆径約3mm (芯径約1mm) or 電源リール 線で自作	<b>駆動</b> Bat.-電源ボード			1	バッテリー端子
		電源ボード- MCB		15-20cm	1	コネクタ無し
		MCB-モータ			1	モータ線を延長
信号系	被覆径約1mm で自作 or ジャン ンパワイヤ	Arduino-電源ボード	2	30-40cm	1	電圧モニタ用
		Arduino-MCB	3	20-40cm	2	モータ制御信号
		Arduino-モータ	4	10-20cm	2	エンコーダ信号
		RasPi-USS	4	20cm	2	

自作でケーブル同士を半田付けして延長する場合は、ケーブルに見合う径の熱収縮チューブで被覆すること

# 2. ケーブル

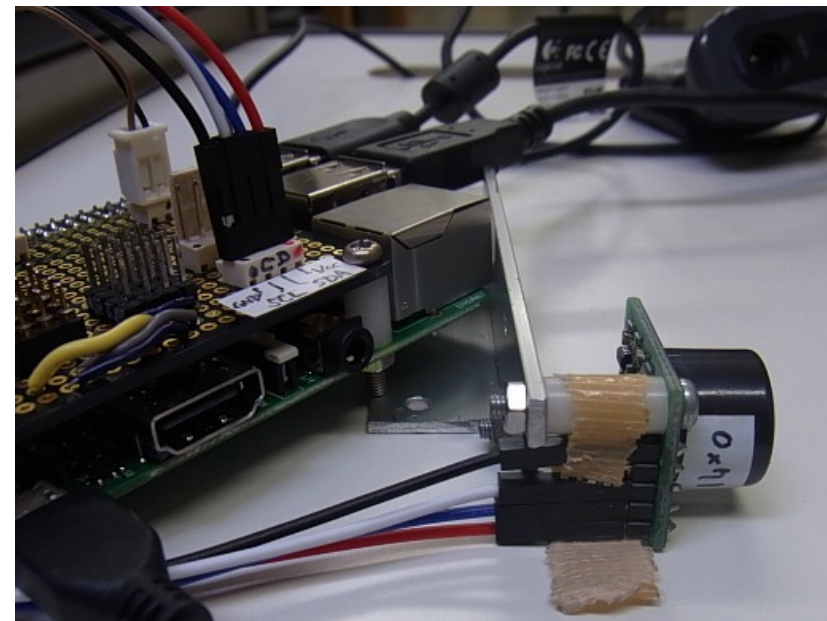


電源ボード周りのケーブル（駆動系）



信号線（Molexハウジング）

市販のジャンパワイヤ  
で接続したところ→

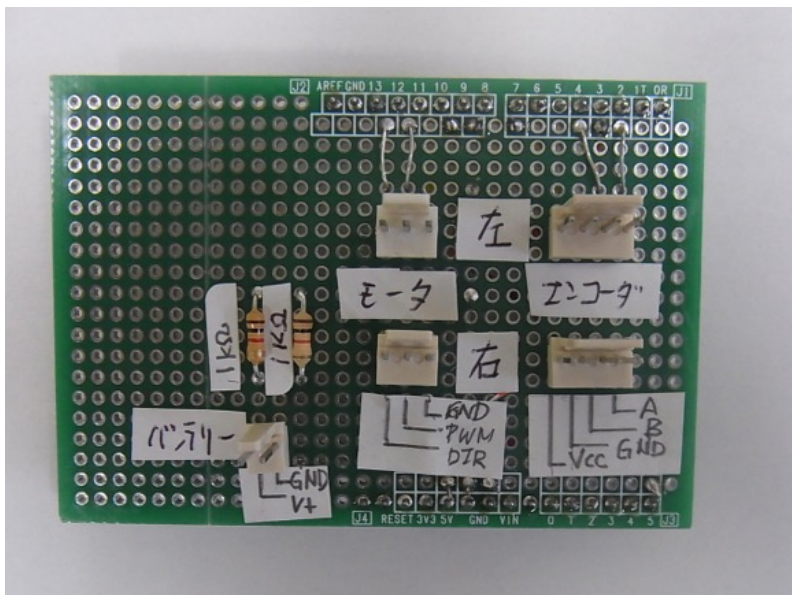
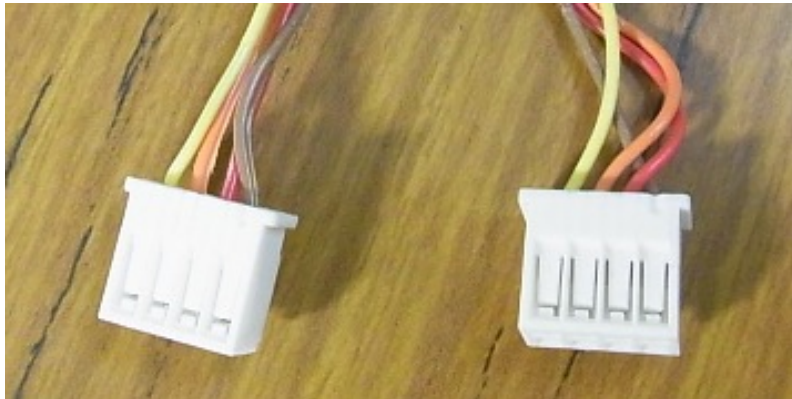




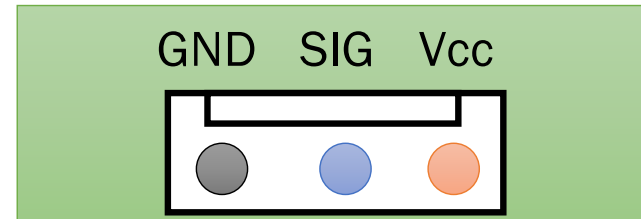
# 2. ケーブル



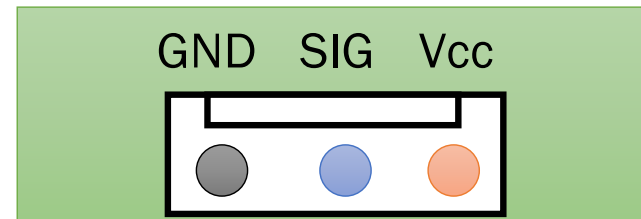
**注意!** コネクタの向きとケーブルの順序



標準  
ストレート

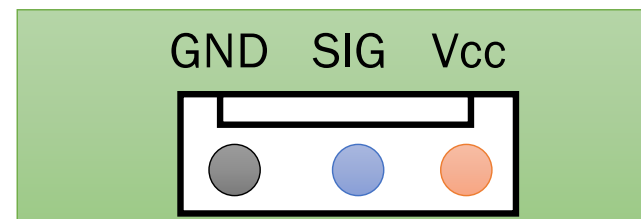


A

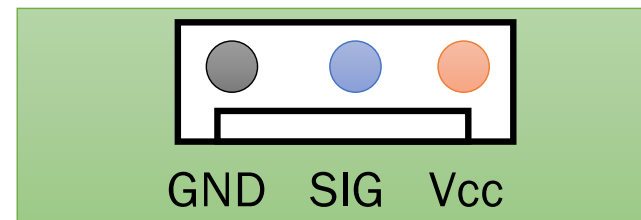


B

要注意  
クロス



A



B

ストレートの端子にクロスケーブルを接続したら・・・？



# 3. 電子工作の注意点

---



## その1. 安全第一！！

### ➤ はんだ付け

- ✓ はんだごての消し忘れに注意
- ✓ やけどに注意（支持台を使う等）
- ✓ 長袖・保護メガネ着用
- ✓ 照明をつける

### ➤ 整理整頓

- ✓ 切屑を残さない→短絡リスク軽減
- ✓ 周囲の可燃物を避ける→延焼防止
- ✓ ケーブルを床に這わせない→転倒防止

# 3. 電子工作の注意点

---



## その2. 一発本番はやらない！※

- ✓ ブレッドボードでテスト
- ✓ 簡単なところから積み上げる
- ✓ 部品の仕様をよく調べる
- ✓ 導通チェック
- ✓ 波形測定して結果を残す  
(実験ノート・データ管理)

※ 特に後期の回路設計・製作