

MIRS MG5

～エレクトロニクス概要解説～

大沼 巧

- 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



※ MG5での変更点

CPUボード

Raspberry Pi 4/Model B
1.5GHz quad-core CPU
Wi-Fi, BT, USB3.0内蔵

センサ系

制御系

駆動系

センサ

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

モータ

※エンコーダ外付け
※100W DCモータ
DCDWP-100

IO拡張ボード

Arduino UNO
DIO:14pin
AIN:6pin

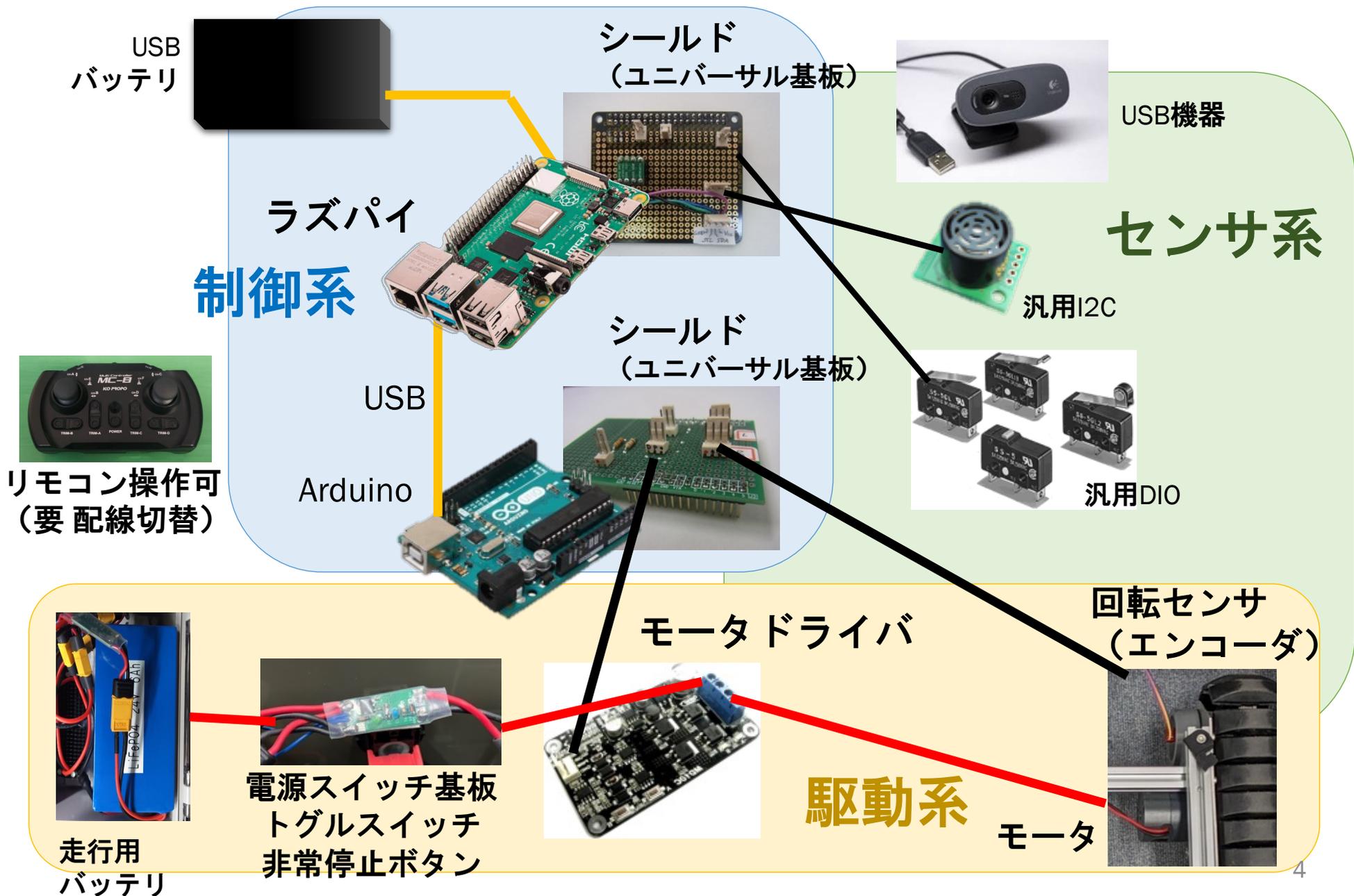
モータドライバ

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

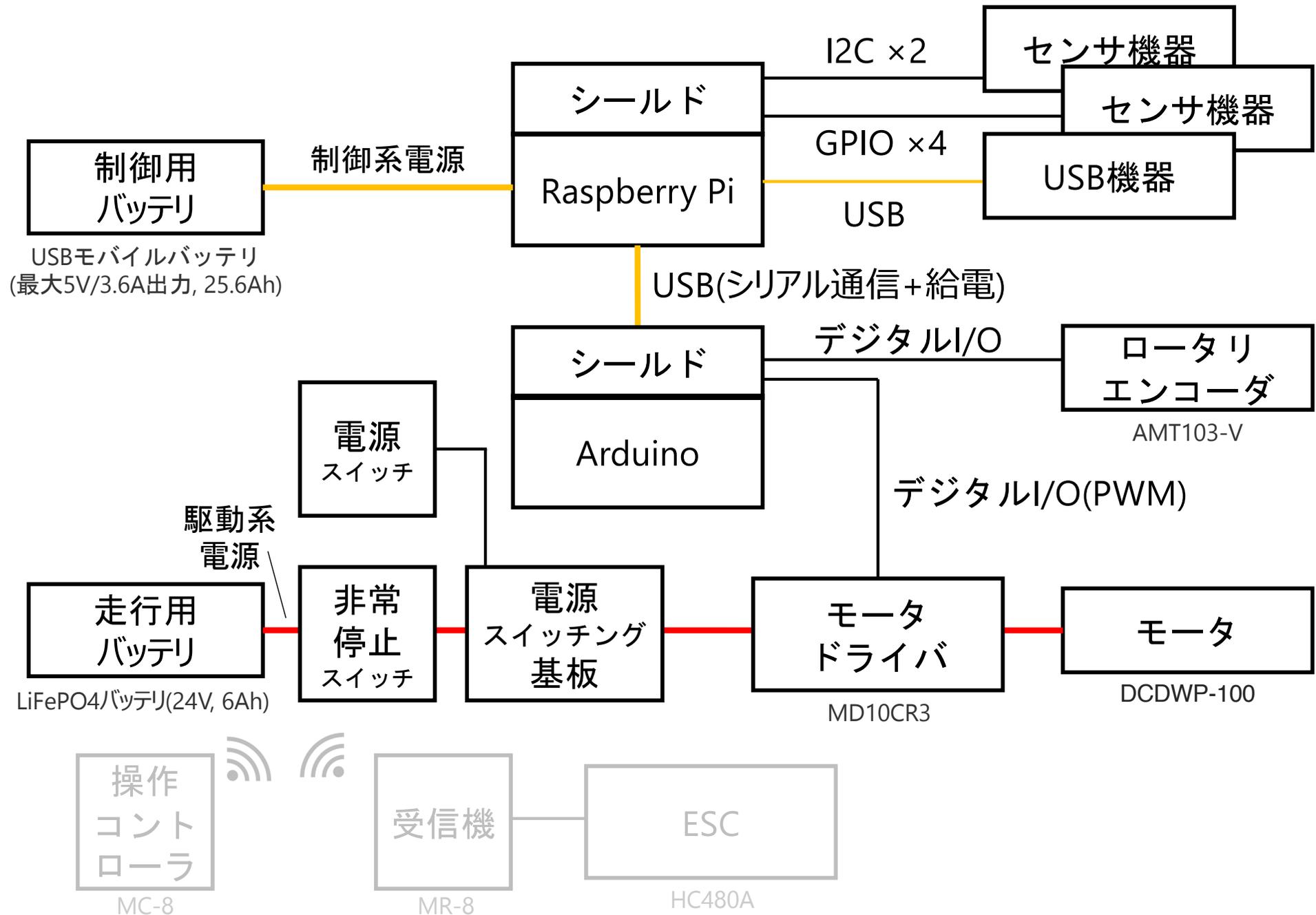
バッテリー

制御電源：最大5V/3.6A出力10Ah
主回路電源：LiFePO4 24V 6Ah ※

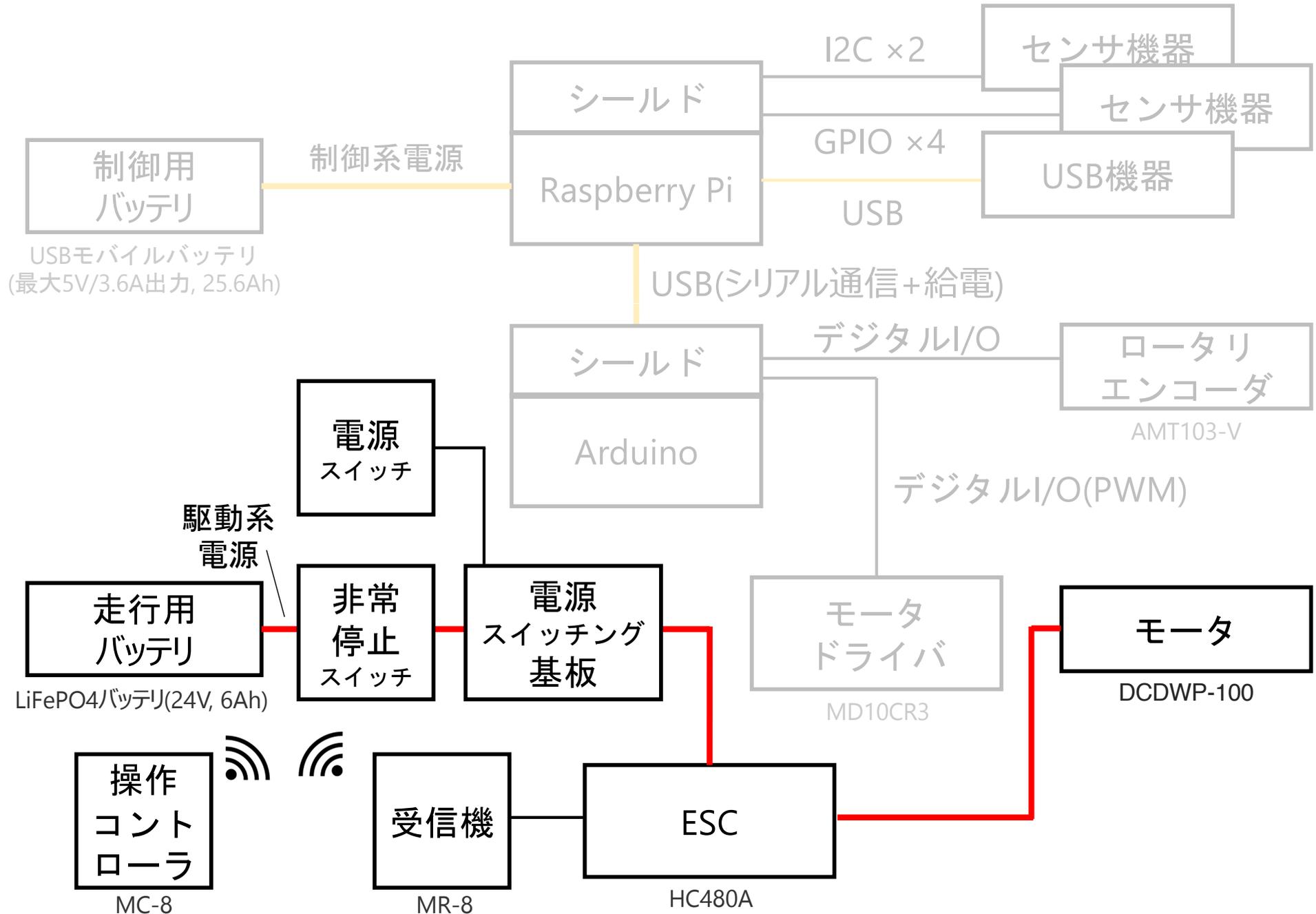
標準機のボード接続



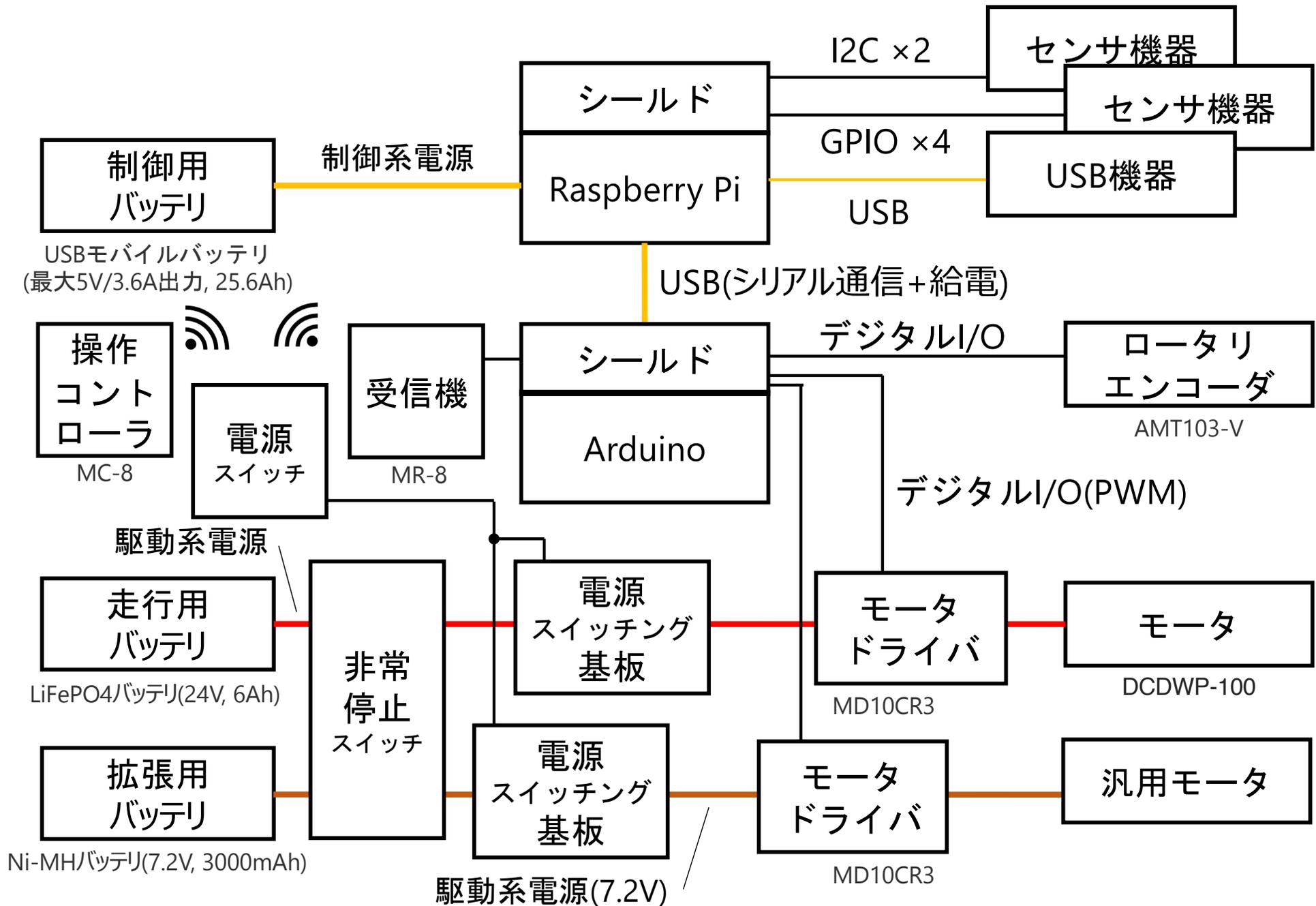
MG5のシステム構成 (自律モード)



MG5のシステム構成 (遠隔モード)

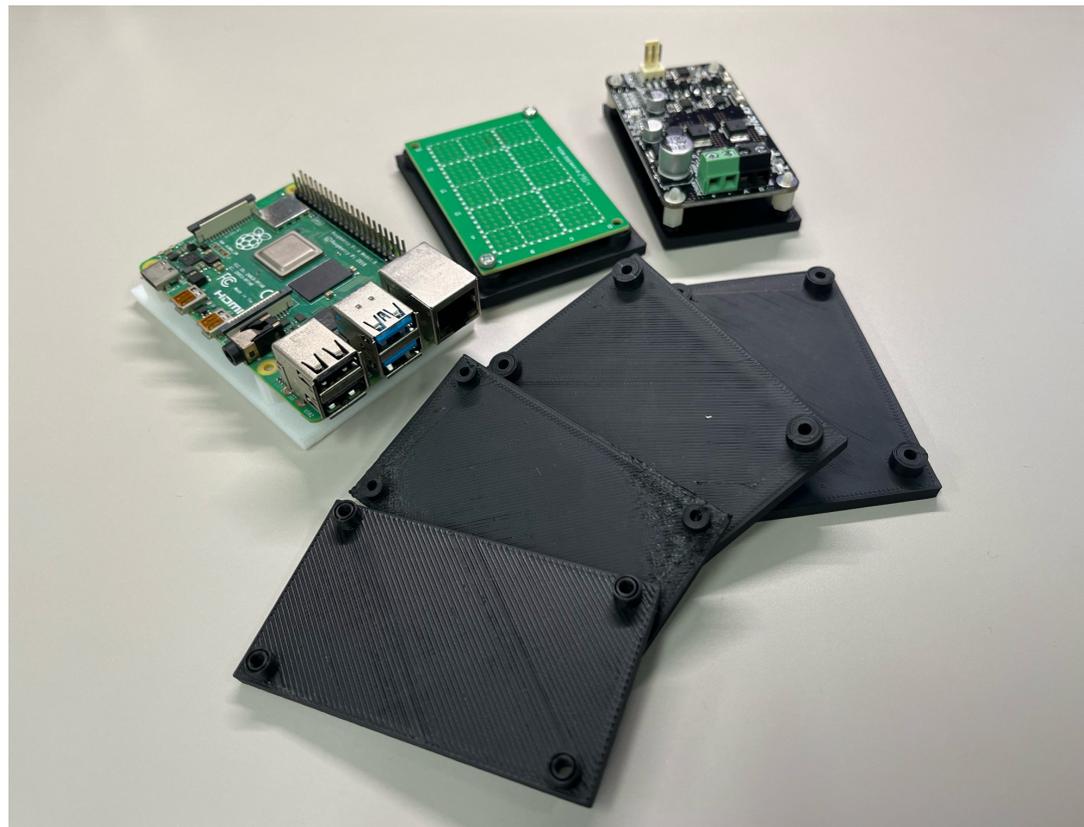


MG5のシステム構成 (拡張モード)



エレクトロニクス部品のマウント

- ✓ 回路基板は3Dプリンタパーツのボードを挟み、マジックテープで制御ボックスに固定
- ✓ バッテリーはマジックテープもしくは3Dプリンタパーツで固定



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Wi-Fi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 4 Model B.

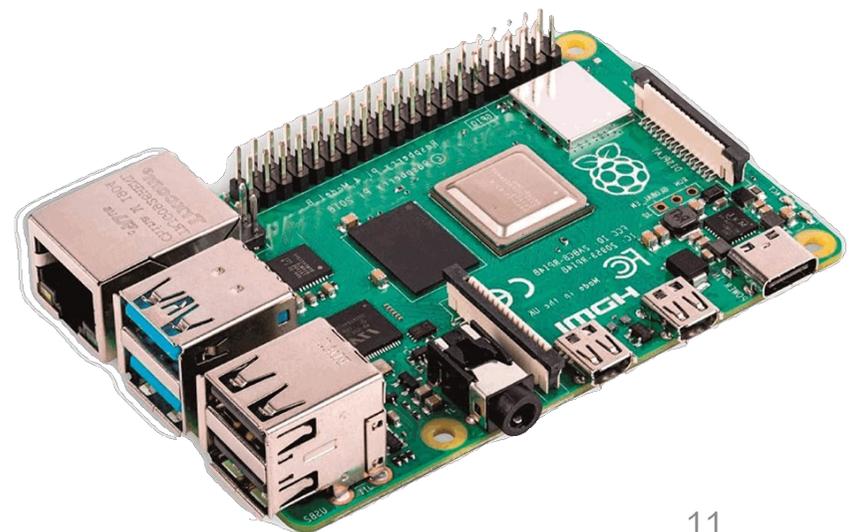
CPU: Quad core Cortex-A72 (1.5GHz) 4 core

GPU: Broadcom VideoCore VI

Mem: 4GB

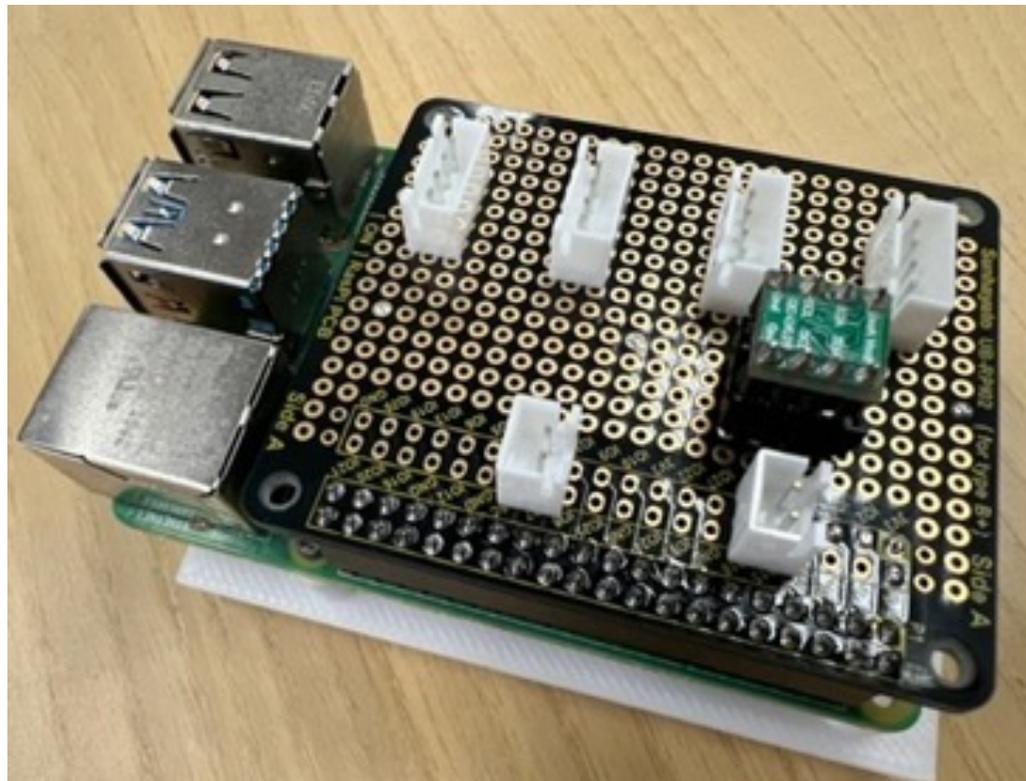
USB: 3.0×2, 2.0×2ポート

LAN: 有線LAN, 無線Wi-Fi



Raspberry Pi シールド

- ラズパイ-センサの接続用基板
- 標準
 - 汎用I2C（超音波センサ用のレベル変換器付き）
 - 汎用デジタルIO（タッチセンサ等：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

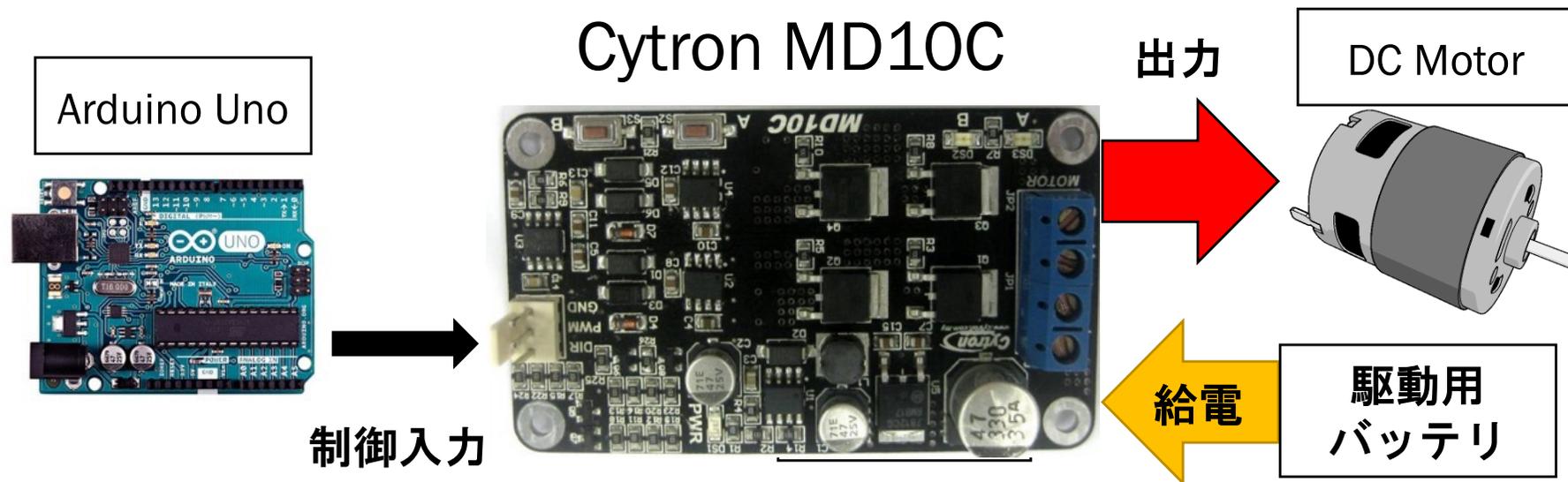
- Arduino - モータドライバ接続用の基板
- モータドライバへの制御命令ポート (3ピン)
- エンコーダ読み取りポート (5ピン) ※
- ~~バッテリー電圧測定ポート (2ピン)~~ MG5で削除



※Z相は不使用

3. 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

4. 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

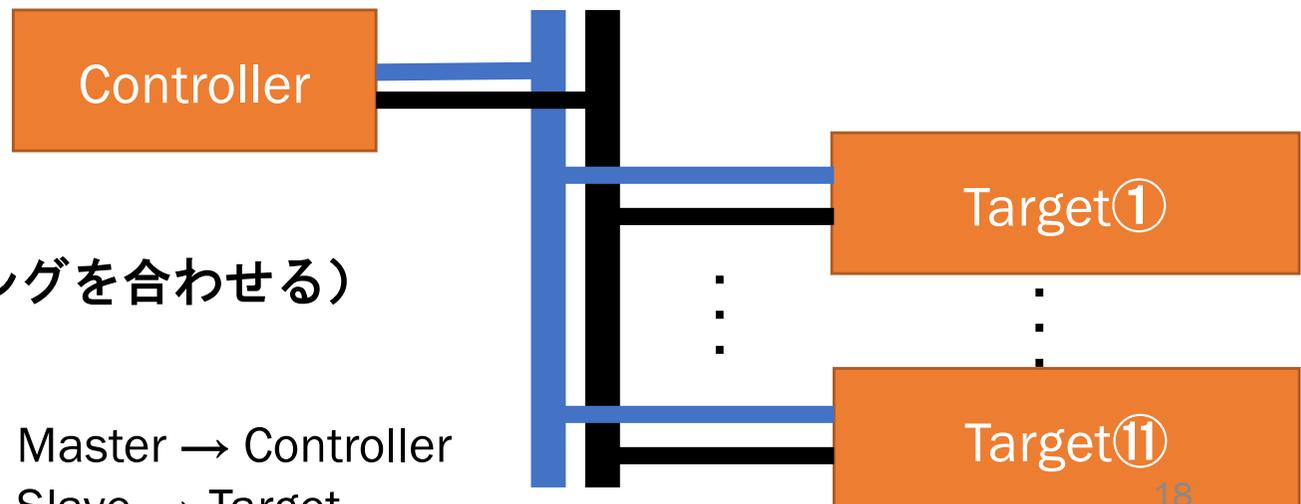
I2C (Inter Integrated Circuit)

- 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

- ※ Master → Controller
- ※ Slave → Target

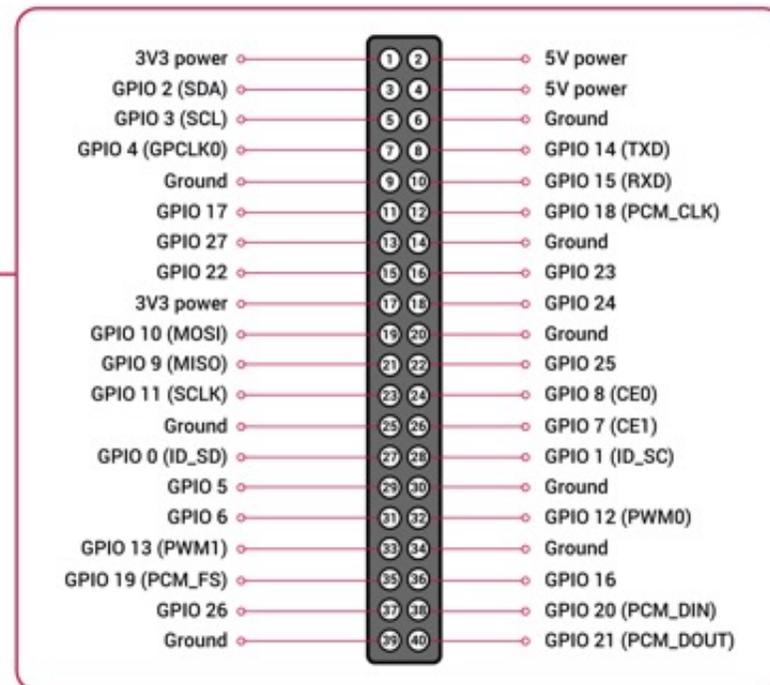
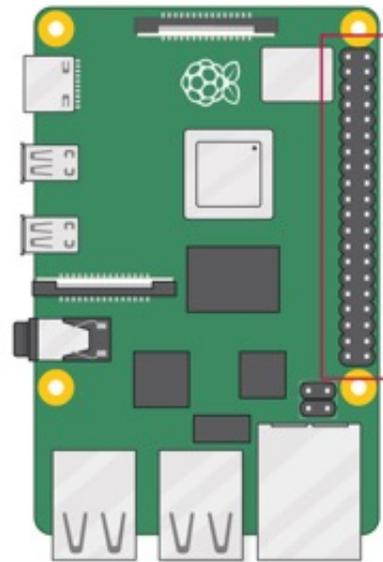


2. GPIO端子

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

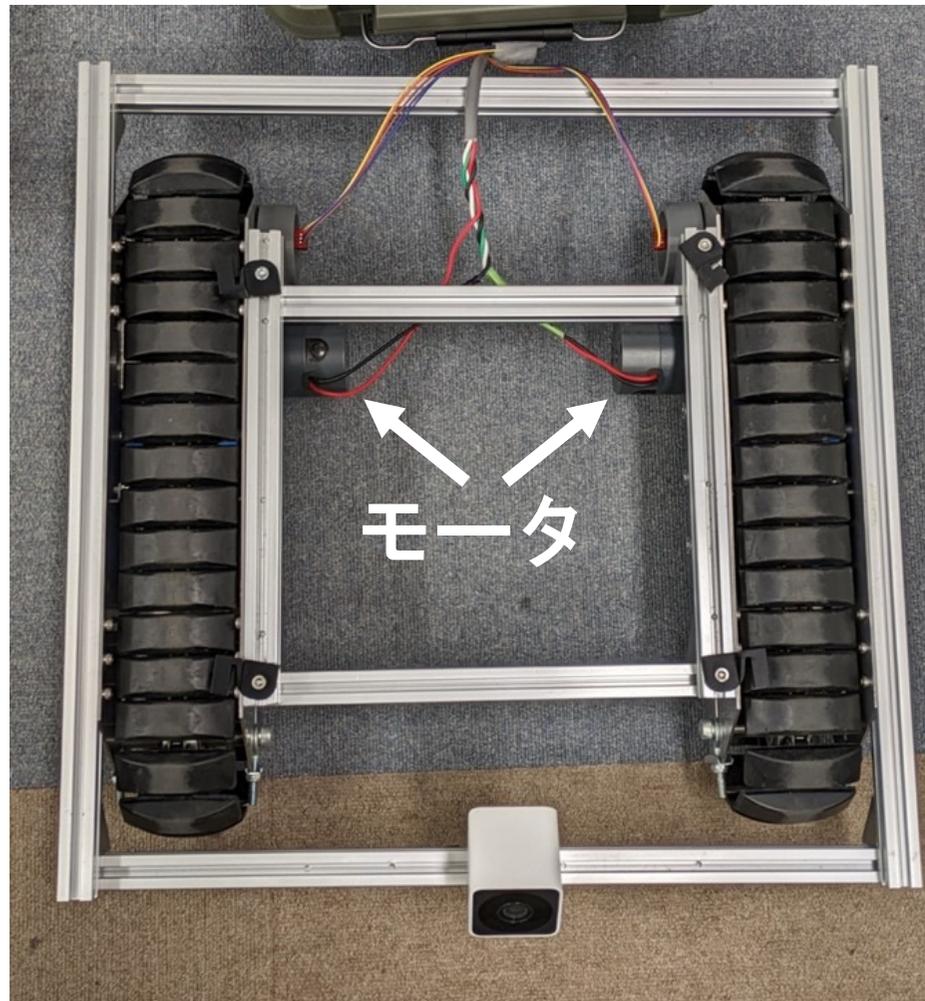


駆動系

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

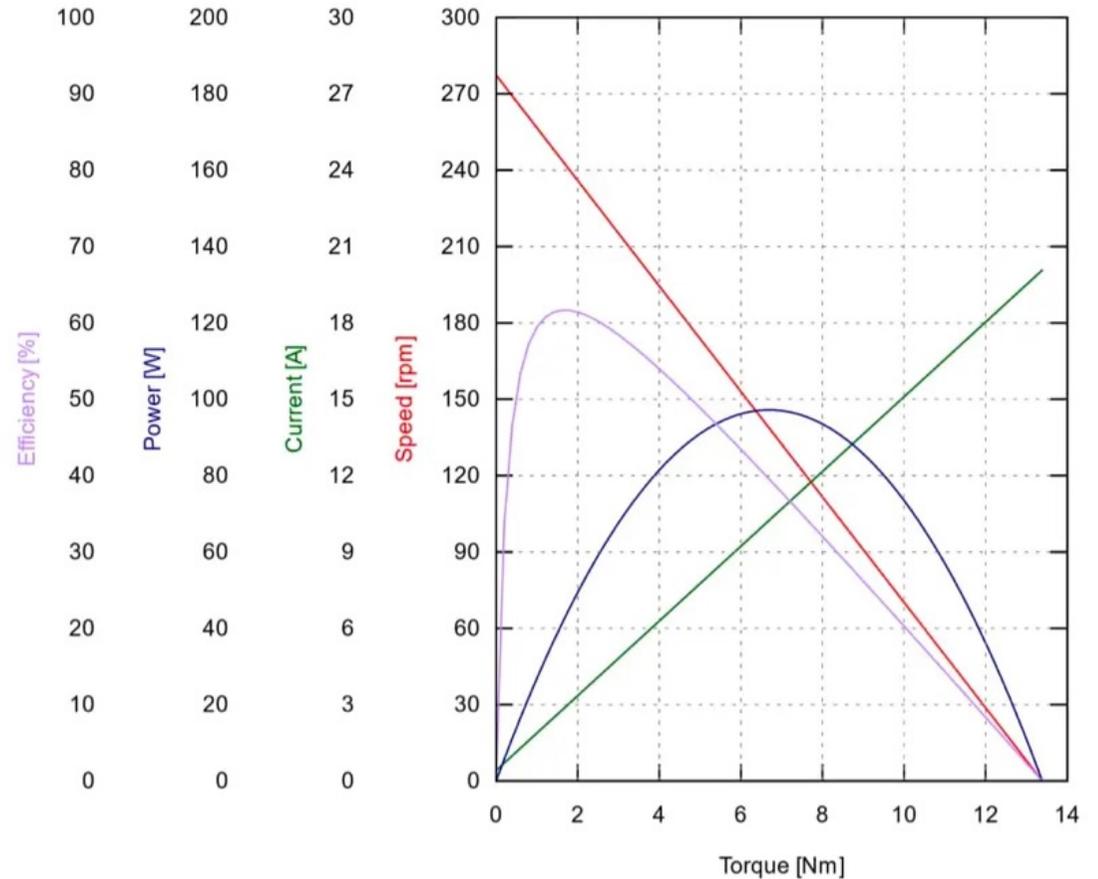
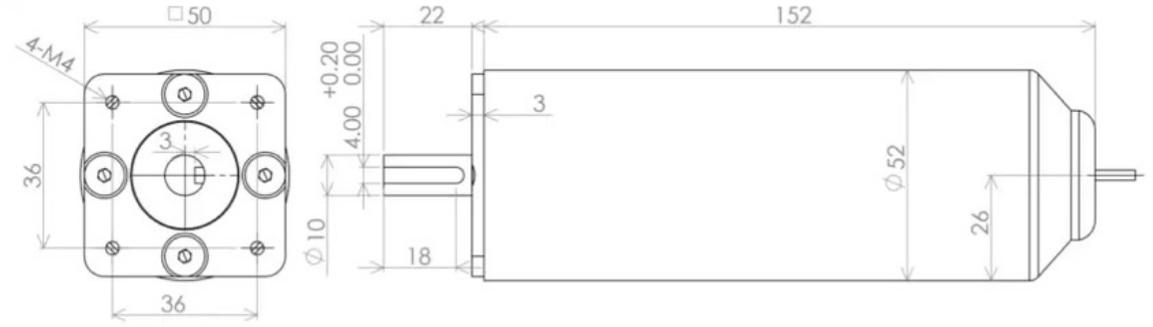
- ブラシ付きDCモーター (100 [W])
- CuGo V3に付属のモーターを使用



モータ型番 DCDWP-100

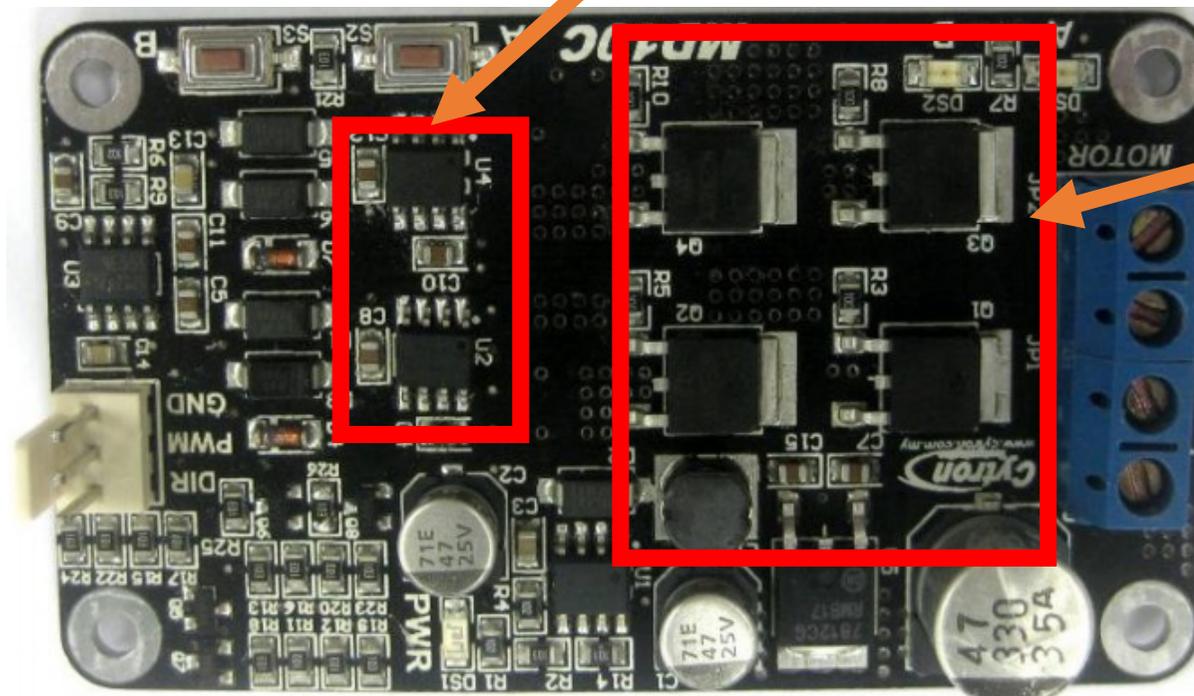
- ブラシ付DCモーター
- 重量：120g
- 49,500円（税込）

ブラシ付DCモータ	ギアヘッド:有	減速比:19.2	定格電圧[V]:24
定格電流[A]:2.90	定格出力[W]:43	定格回転数[rpm]:242	定格トルク[Nm]:1.69
最大効率[%]:61.7	IP等級:IP65相当		



2. HブリッジによるPWM制御

ブリッジドライバ

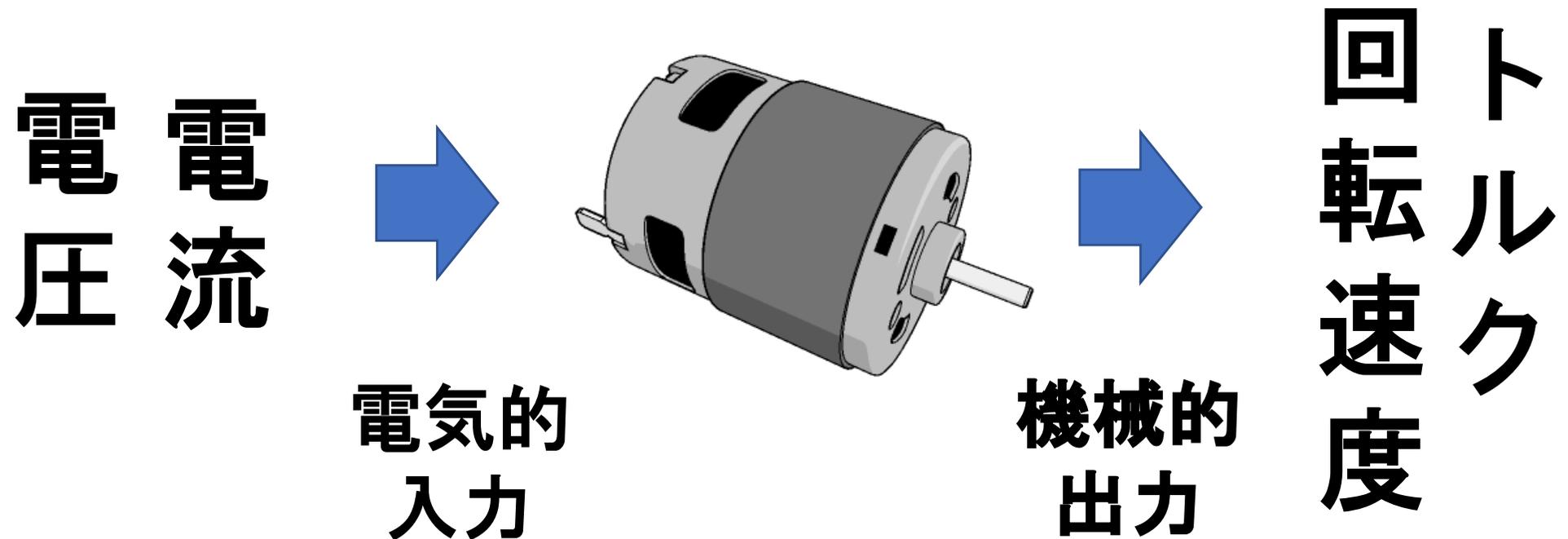


Hブリッジ回路

モータ制御ボード

2. HブリッジによるPWM制御

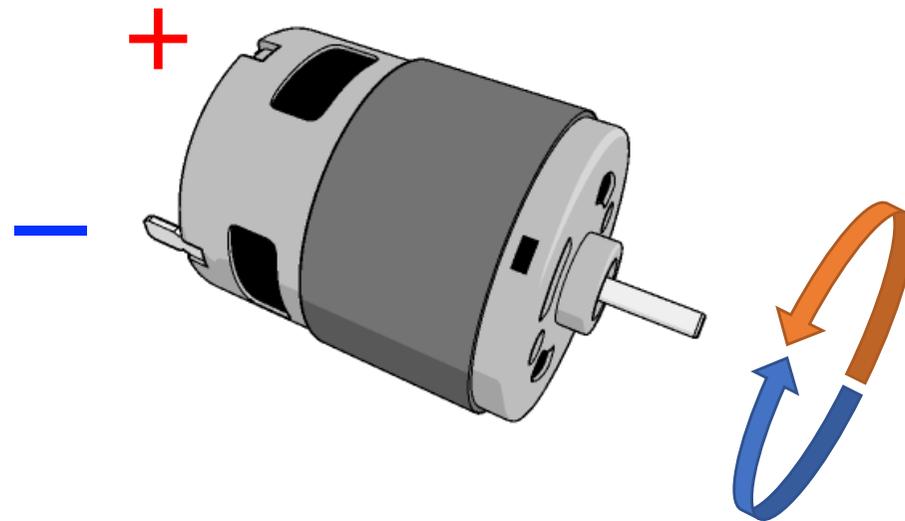
目的：DCモータの正転逆転・回転速度を制御



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

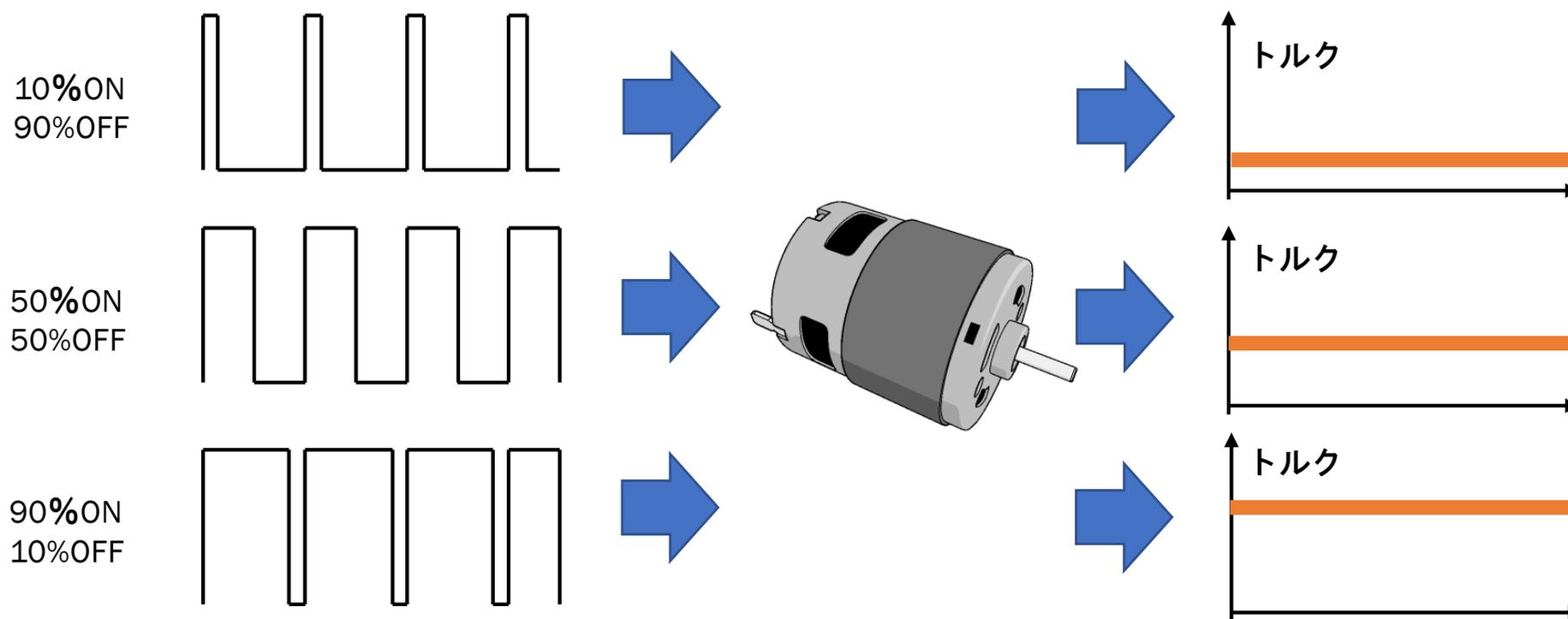


PWMによる回転速度制御

(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

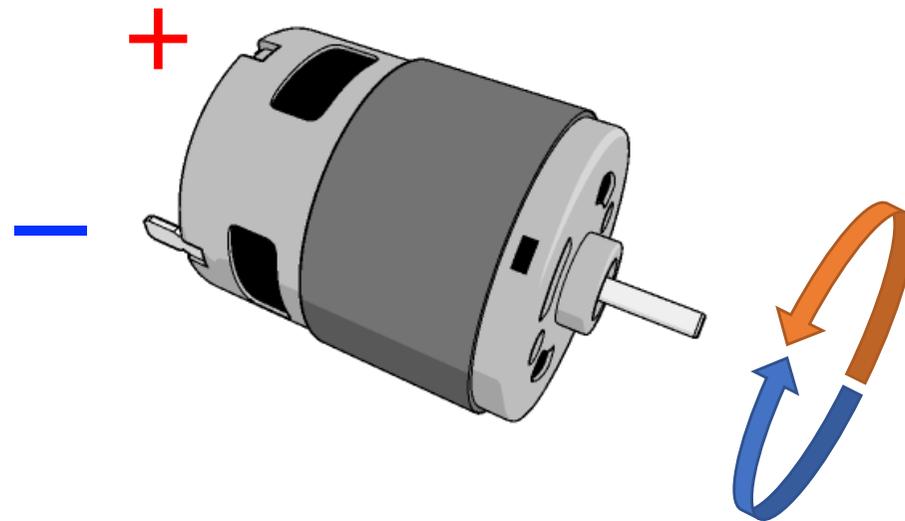


ArduinoでPWM信号を出力しモータドライバで増幅

2. HブリッジによるPWM制御

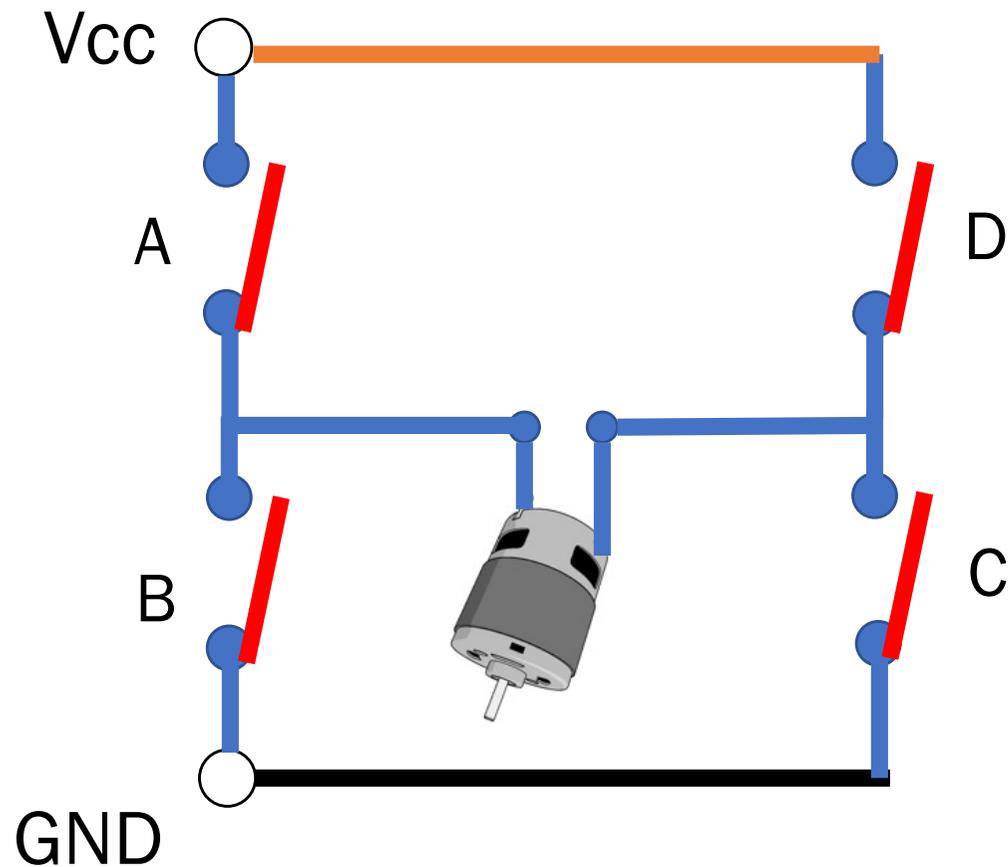
電圧の大きさを変える → トルクの大きさが変わる

電圧の向きを変える → トルクの符号が変わる



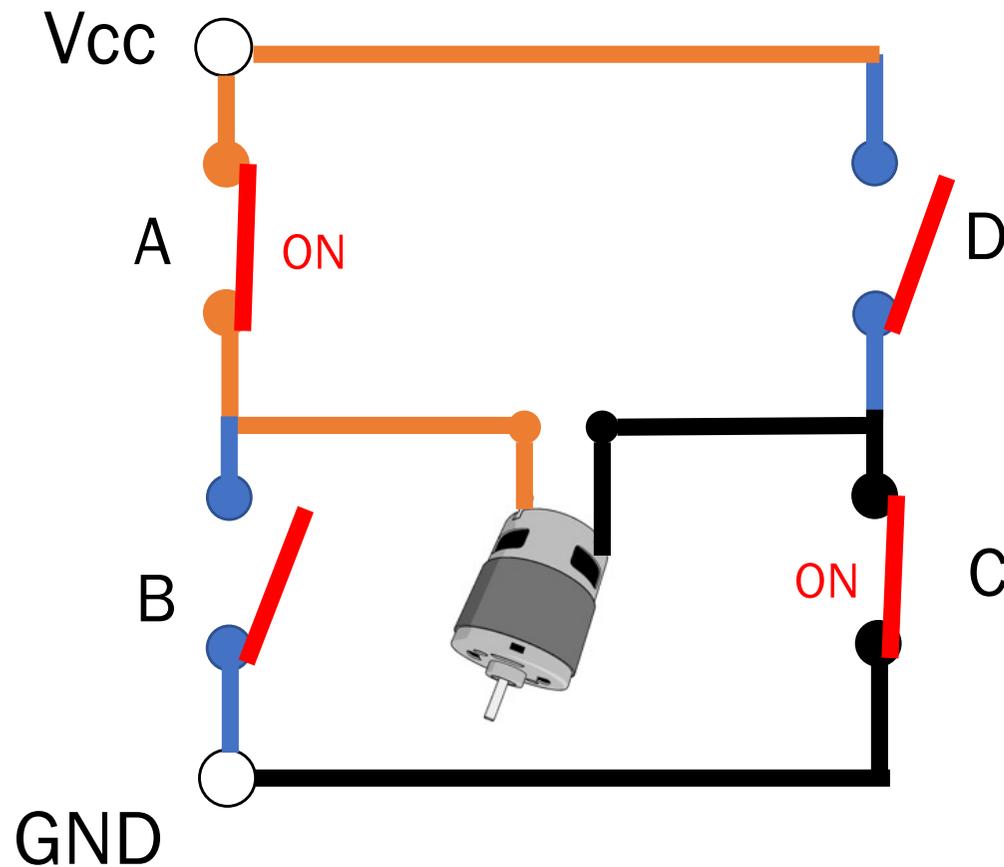
DCモーター制御ボード：Hブリッジ

切替スイッチだけで電圧の向きを変えるには？



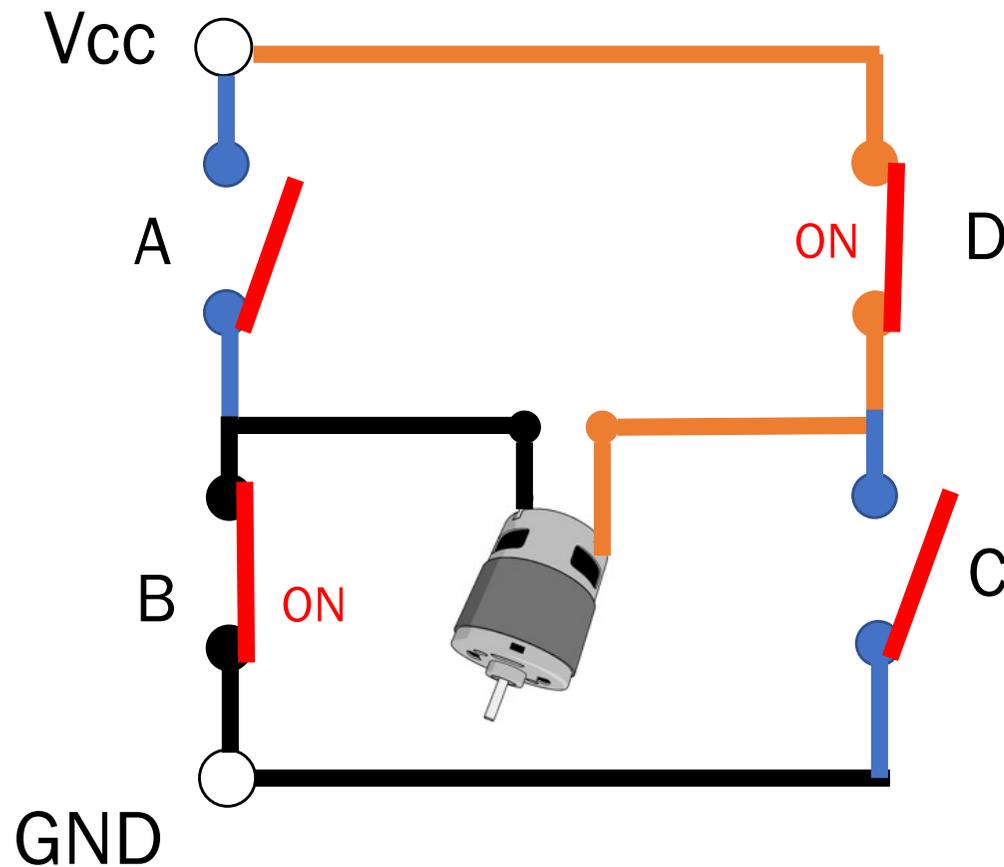
DCモーター制御ボード：Hブリッジ

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

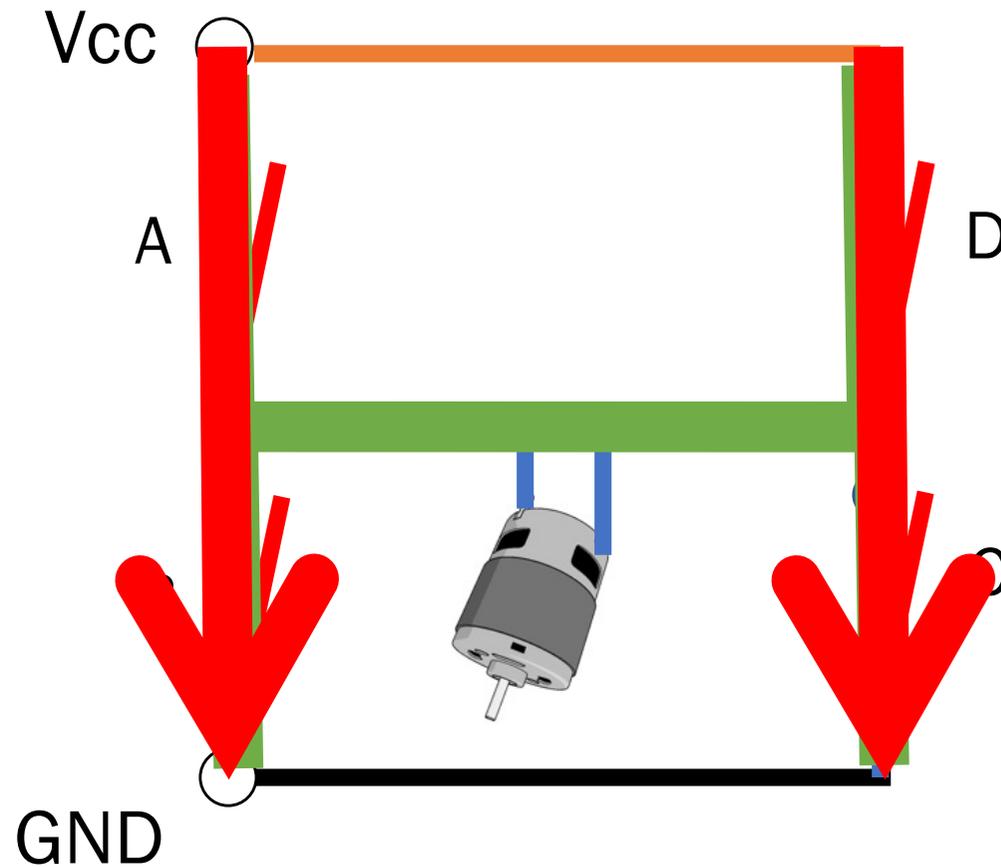
切替スイッチだけで電圧の向きを変えるには？



DCモーター制御ボード：Hブリッジ

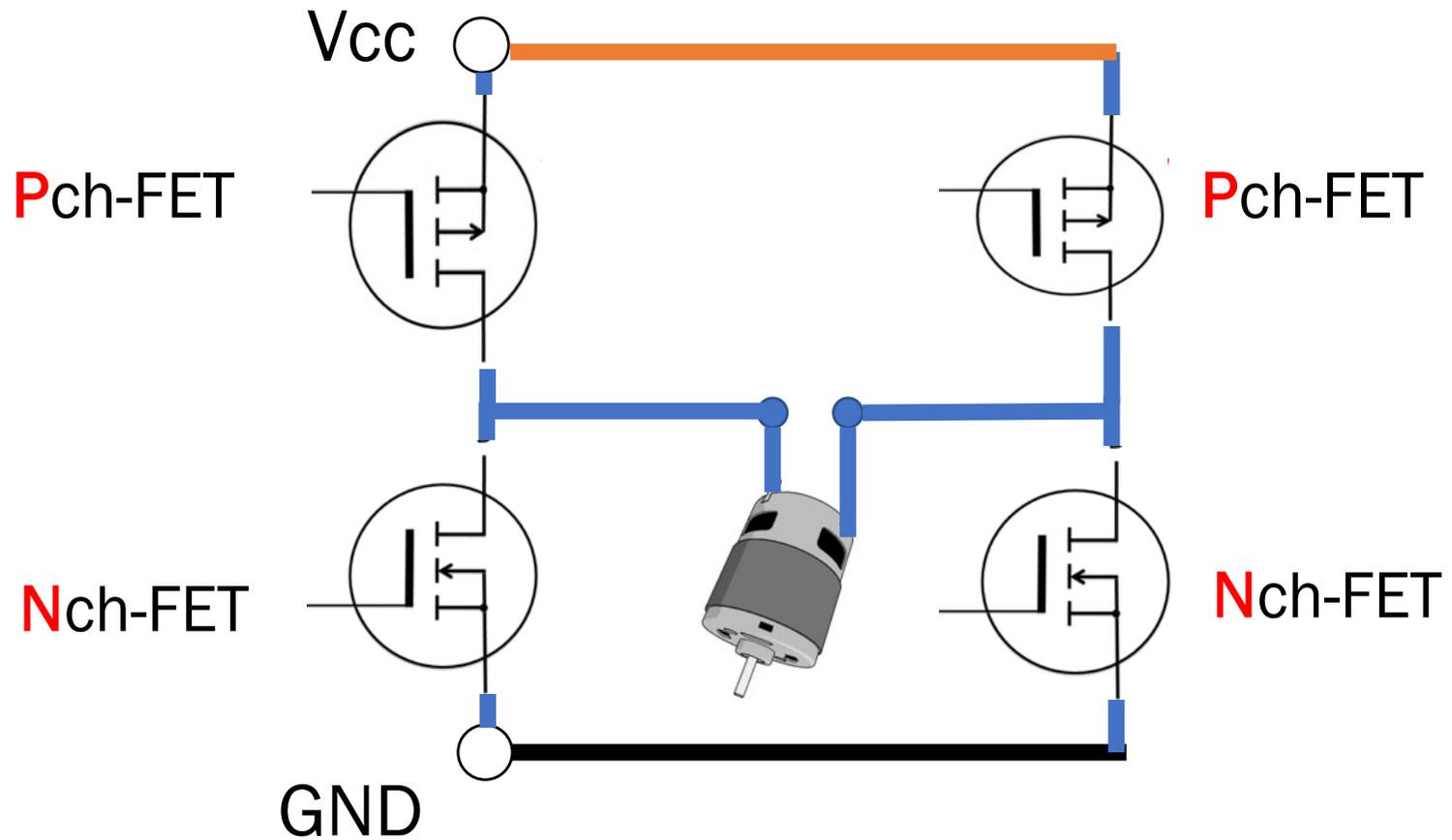
短絡は危険！
 スイッチABがON
 もしくはDCがON

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

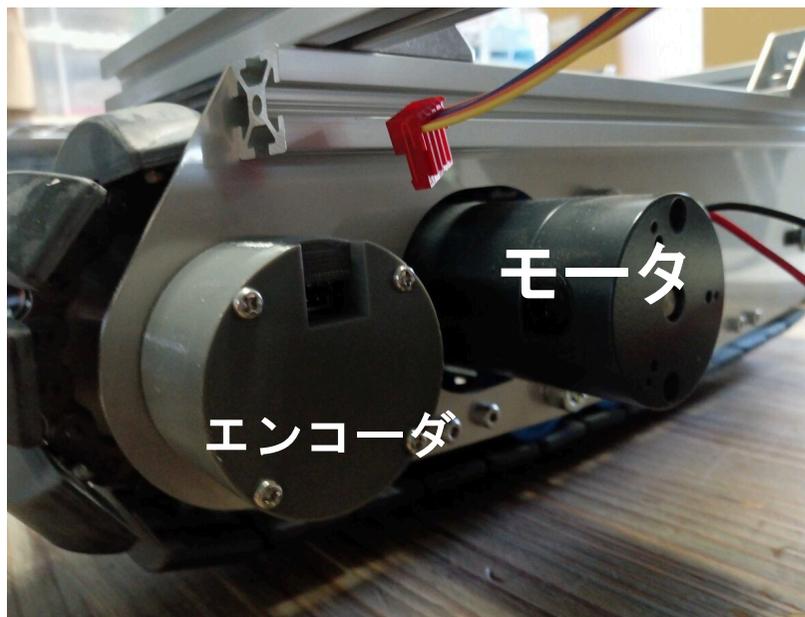


センサ系仕様

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

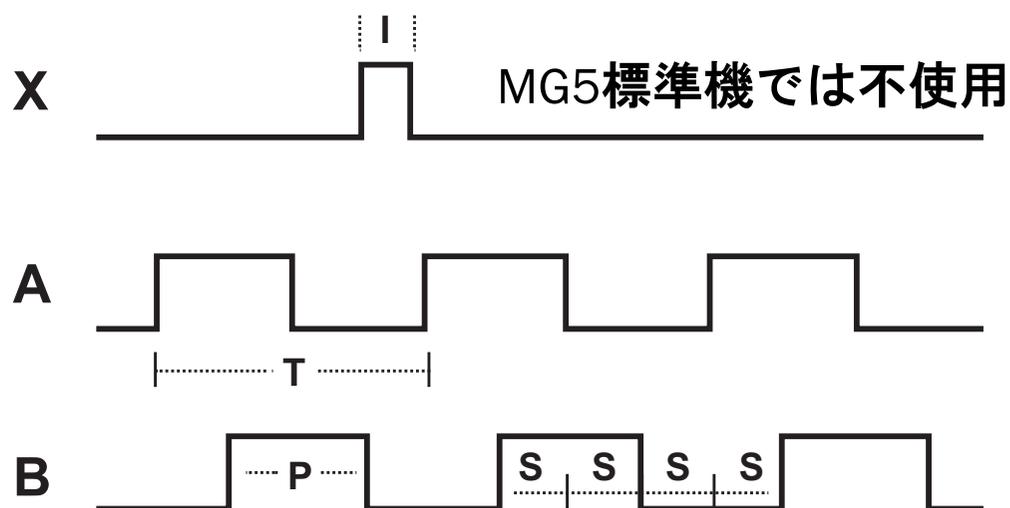
- 走行軸の回転速度を計測する
- CuGo V3のオプション品であるエンコーダキットを使用
- 容量式のインクリメンタルエンコーダ AMT103-Vを搭載



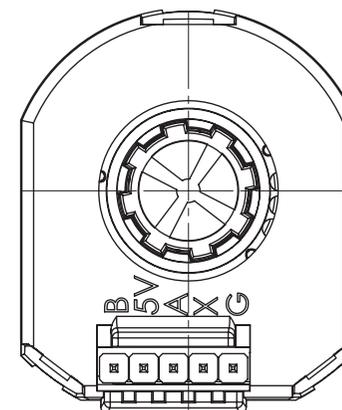
1. エンコーダ

Figure 1

Quadrature signals with index showing counter-clockwise rotation



AMT103



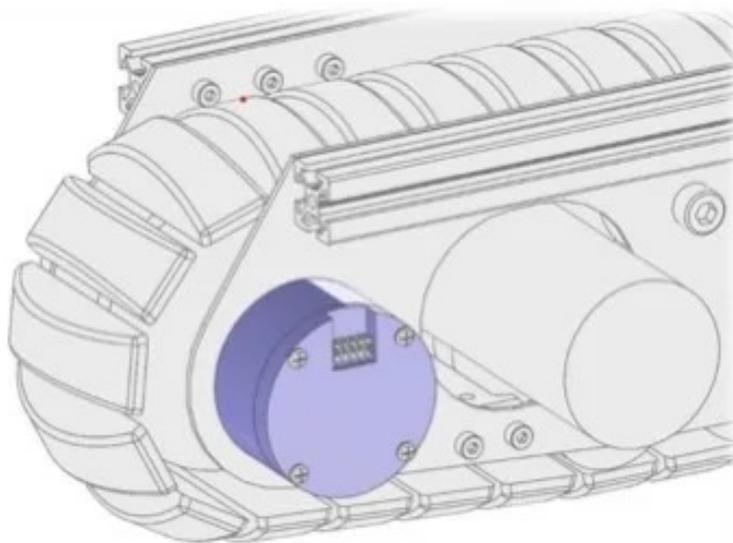
Mating Connector:
AMP 3-640440-5 [tin]
AMP 3-641237-5 [gold]

Parameter	Description	Expression	Units	Notes
PPR	resolution		Pulses Per Revolution	This is the user selected value and the format all resolutions are listed in
CPR	counts	PPR x 4	Counts Per Revolution	This is the number of quadrature counts the encoder has
T	period	360/R	mechanical degrees	
P	pulse width	T/2	mechanical degrees	
S	A/B state width	T/4	mechanical degrees	This is the width of a quadrature state
I	index width	T/4	mechanical degrees	The width of a once per turn index is the state width for A & B lines

エンコーダ型番 AMT103-V

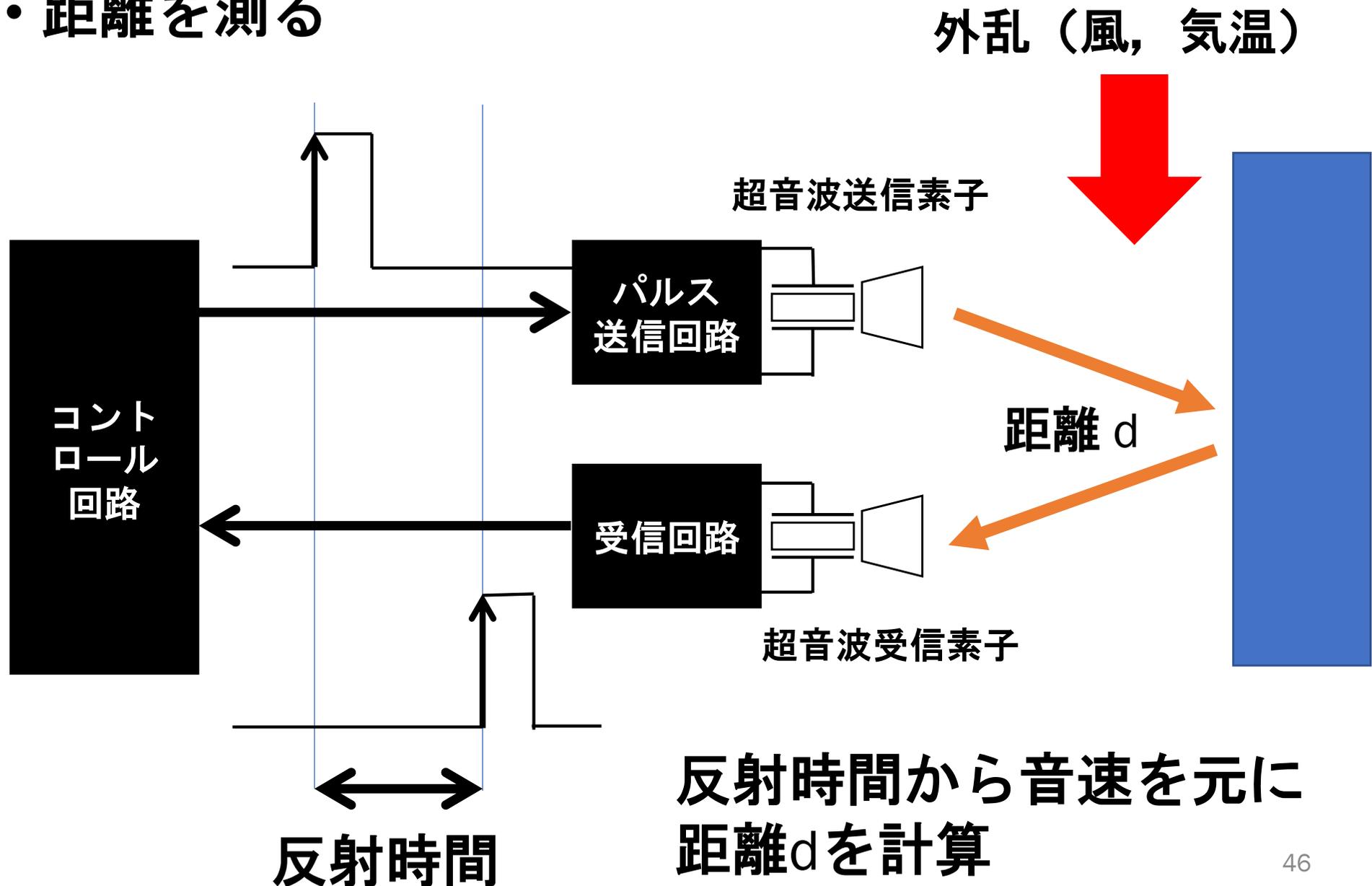


- 48~2048PPR
- 2~8mmのスリーブ穴オプション
- 最大 288 構成
- オールインワン静電容量モジュラー型インクリメントエンコーダ



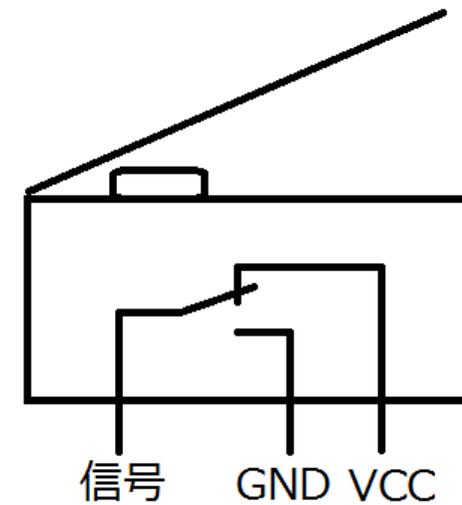
2. 超音波センサ

- 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
2. ケーブル
3. 電子工作の注意点

1. バッテリ

用途	走行用電源	制御用電源
種類	LiFePO4 (リン酸鉄リチウム)	リチウムイオン
出力電圧	24 [V]	5 [V]
出力容量	6 [Ah]	25600 [mAh]

走行用バッテリー

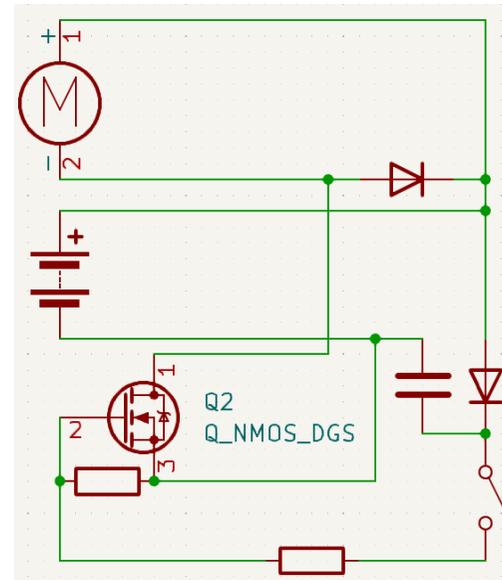
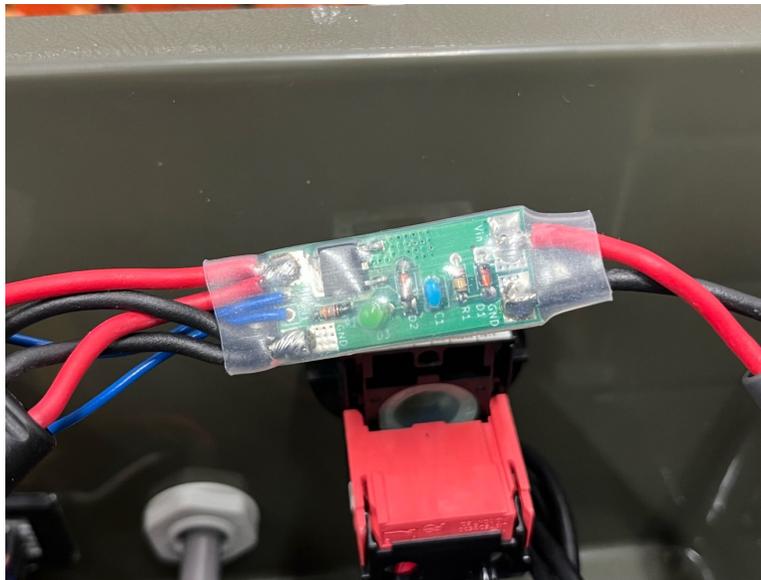


制御回路用
バッテリー



電源スイッチング基板

- 駆動系の電源（24Vバッテリー）をMOSFETを介してトグルスイッチでON/OFFする
- 基板はCuGoに付属



トグルスイッチ



バッテリーと電源スイッチング基板の間に
非常停止スイッチを接続

2. ケーブル

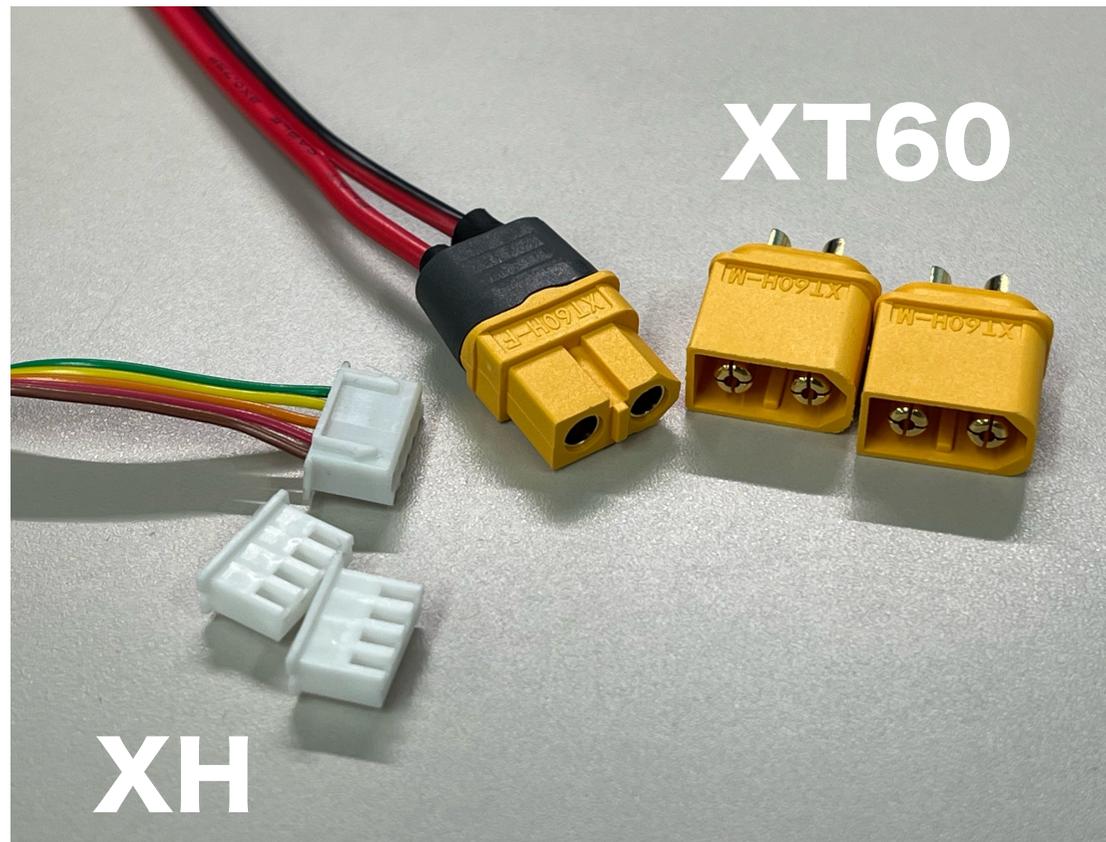
<http://www2.denshi.numazu-ct.ac.jp/mirsdoc2/mirsmg5d/tech/num0002a/index.html>

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-TypeC	制御Bat.-RasPi			1	
Display	microHDMI-HDMI	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	駆動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	5	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

ケーブルコネクタ

- ✓ 電源線にはXT60端子を使用
- ✓ 信号線にはXHコネクタを使用



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