

# 電子機械設計・製作I

## MIRS MG4 システム概要



青木 悠祐

2023/4/28

# MG4標準機のコネプト

---



2015年度の牛丸研 宇佐美氏の卒業研究で開発した機体が原型（2017より使用）

## 1. 低価格化と開発自由度の拡大

- 低価格なマイコンボードで制御系を構成
- 豊富な製品ラインナップ、開発環境、リファレンス

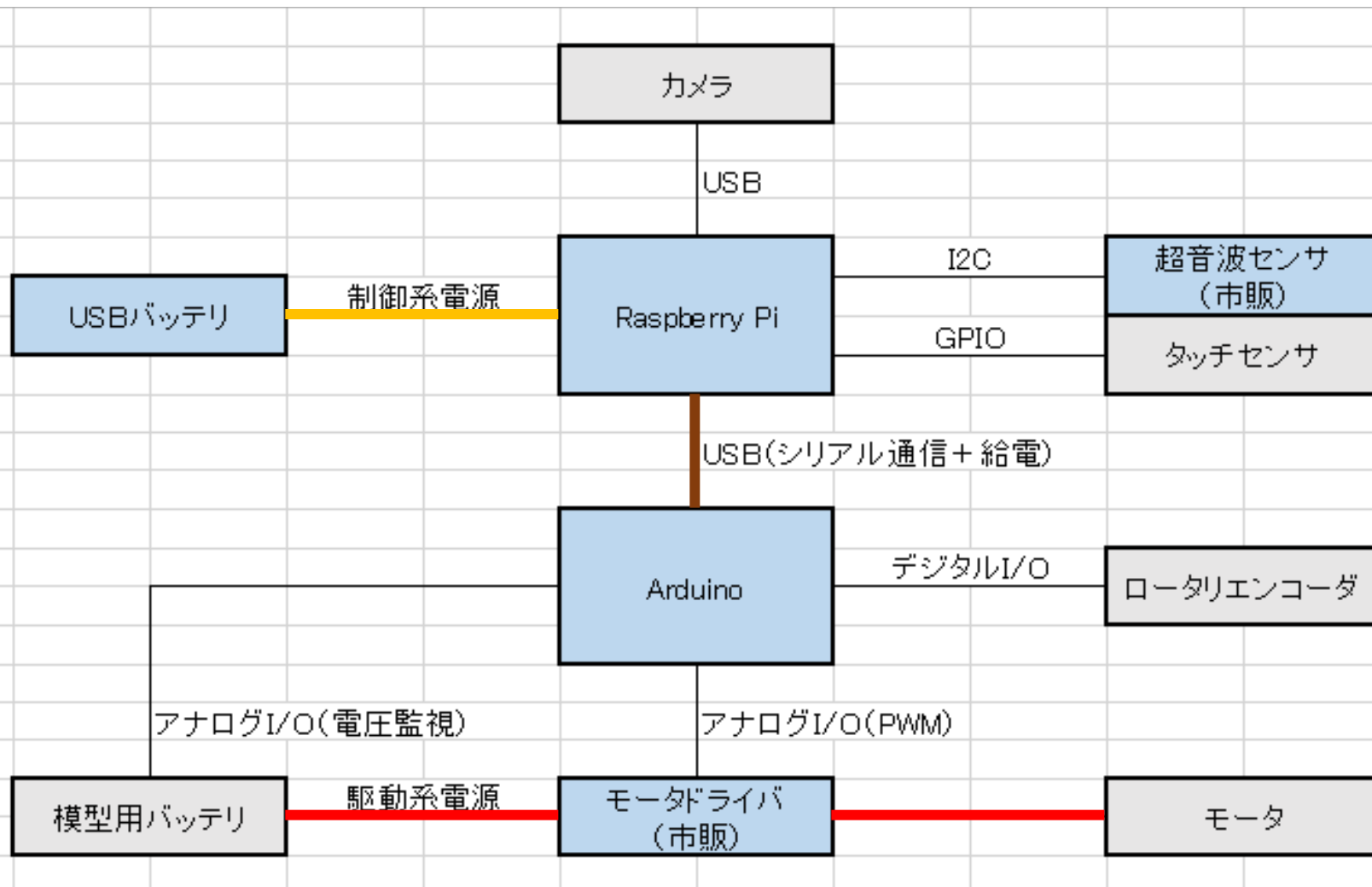
## 2. 製作労力の最小化

- ハードウェアの自作を極力排除
- モータ制御ボード、超音波ボードを市販品に置き換え
- 制御電源にUSBモバイルバッテリーを使用
- ケーブルは極力ジャンパワイヤを使用

## 3. 走行系の信頼性向上

- エンコーダ内蔵のギアードモータを採用
- 出力特性を改善したモータを採用

# MG4のシステム構成



# MG4標準部品 (市販品)



構成名	製品名	備考
Raspberry Pi	Raspberry Pi 4 Model B/4GB	
Arduino	Arduino UNO R3	
モータドライバ	Cytron MD10C	
モータ・ロータリエンコーダ	朱雀技研 KS5N-IG36P-014EN	モータ・ギアボックス・エンコーダ一体型。ギアヘッドは2021年度よりギア比は 1:14 に共通化
超音波センサ	Devantech SRF02	
カメラ	ロジクール C270	
USBバッテリー	ANKER PowerCore III Elite 25600	
模型用バッテリー	NiMH 定格電圧 7.2V	MG3までと同様。ただしT社製にこだわらず、安価なもの
タッチセンサ	Omron SS-5GLD	

# Raspberry Pi 4 Model B / 4GB



チップ	ブロードコム BCM2711, Quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-ビット SoC @1.5GHz
マルチメディア	H.265 (HEVC) (4Kp60デコード), H.264 MPEG-4 デコード (1080p60); H.264 エンコード (1080p30); OpenGL ES 3.0 グラフィックス
メモリ	4GB / 8GB
コネクタ	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac ワイヤレス LAN Bluetooth 5.0, BLE. ギガビットイーサネット 2 x USB 3.0 ポート 及び 2 x USB 2.0 ポート
GPIコネクタ	40-ピン GPIO
ビデオ /オーディオ出力	2 x マイクロ HDMI ポート (4Kp60 まで対応) 2レーン MIPI DSI ディスプレイ用ポート 2レーン MIPI CSI カメラ出力用ポート ステレオ音声出力 及び コンポジットビデオ出力ポート

ようやく  
入荷できるようになってきました

# Arduino UNO R3



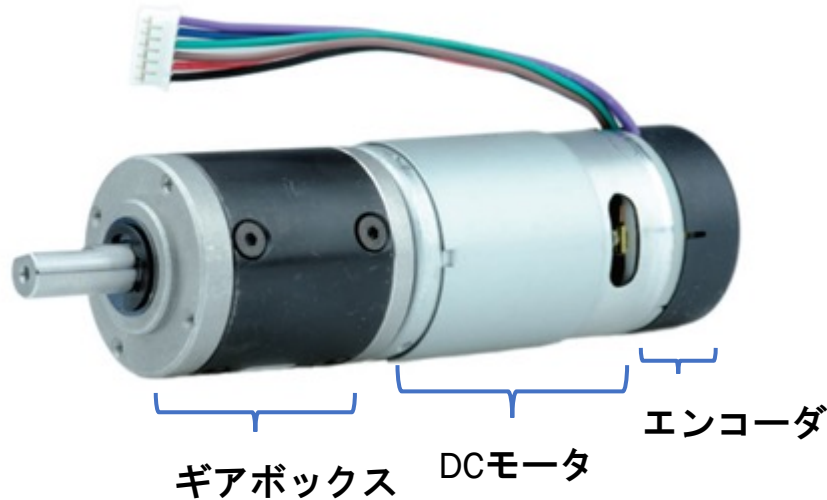
- マイコンチップ: ATmega328P
- 動作電圧: 5V
- デジタルI/Oピン: 14本（うち6本はPWM出力可能、490/980Hz）
- アナログ入力ピン: 6本（デジタルI/Oピンとしても利用可能）
- DC出力電流: 1つのI/Oピン当り20mA程度、I/Oピン全部の合計100mAまで（1ピンあたり40mA以上流すと壊れる）
- Flashメモリ: 32KB
- クロックスピード: 16MHz

# モータドライバ Cytron MD10C



- ブラシ付きDCモーター用
- モーター電源電圧: DC 5~30 V
- モーター最大電流: 13 A (連続)、ピーク 30 A (10秒)
- ロジック電圧: 5 Vまたは3.3 V
- 高効率Hブリッジ MOS-FET (ヒートシンク不要)
- 20 kHzまでのPWMコントロール (入力周波数=実際の出力周波数)
- 基板外形 75 mm × 43 mm

# モータ・ロータリエンコーダ 朱雀技研 KS5N-IG36P-014EN



モータ仕様:KS5N-3545

(モータ特性裏面参照)

定格電圧	12 [Vdc]		
定格負荷回転数	5,100 [rpm]	無負荷回転数	6,000 [rpm]
定格トルク	240 [gf·cm]		
定格負荷電流	2 [A]	無負荷電流	400 [mA]
定格出力	12.5 [W]		
最高効率	70.2 [%]		
最高出力(参考)	26.3 [W]		
停動トルク	1.7 [kgf·cm]	最大電流	9 [A]

ギヤボックス仕様

- ギアタイプ:遊星ギア
- 減速比 1/14
- 精密減速比  $13 \frac{212}{289} = 13.734$

ロータリーエンコーダ仕様

- 磁気式
- 分解能13PPR (x 2 = 26 PPR)

今後は dnjmall.com から <http://shop2.motorplus1.cafe24.com/>



# 超音波センサ

## Devantech SRF02

### 特徴

- ・ シングルセンサータイプの超音波測距ユニット（送信受信を切り替えて使用）
- ・ I2Cとシリアルインターフェースをもち、ひとつのバスに最大16のセンサを接続することが可能 (MIRSではI2Cを使用)



### 主な仕様

- ・ 使用マイコン：16F687-I/ML
- ・ 測定範囲：16cm~6m.
- ・ 電源：5V(消費電流4mA Typ.)
- ・ 使用周波数：40KHz.
- ・ アナログゲイン：64段階の自動ゲインコントロール
- ・ 接続モード：モード1=I2C、モード2=シリアルバス
- ・ 全自動調整機能：電源投入後キャリブレーション不要
- ・ 測定単位： $\mu$ S(マイクロ秒)、ミリ、インチ
- ・ サイズ：24mmx20mmx17mm

# カメラ ロジクール C270



## 仕様

- 最大解像度: 720p (1280x720) (16:9)
- カメラ画素数 (メガピクセル) : 0.9
- フレーム速度 30fsp
- フォーカスタイプ: 固定フォーカス
- レンズタイプ: プラスチック
- 対角視野 (dFoV) : 55°
- 内蔵マイク: モノラル  
マイク集音範囲: 最長1m

# USBバッテリー

## ANKER PowerCore III Elite 25600



サイズ 約183.5 x 82.4 x 24.0mm

重さ 約573g

入力 USB-Cポート : 5V=3A / 9V=3A / 15V=3A / 20V=5A

出力 USB-Cポート : 5V=3A / 9V=3A / 15V=3A / 20V=4.35A | USB-Aポート : 5-6V=3A / 6-9V=2A / 9-12V = 1.5A (各ポート最大)

合計最大出力 87W (USB-Cポート単体充電時) | 78W (複数ポート充電時)

容量 25600mAh

# 模型用バッテリー ニッケル水素 定格電圧 7.2V



ヨコモ ハイパー3900 ストレートパックバッテリー

## 電圧

- ・ 定格電圧 =  $1.2V \times 6 = 7.2V$
- ・ 満充電時は 8.2V程度

## 容量

- ・ 3000~4000mAh  
3900mAh =>  $1A \times 3.9h$

## 充電

- ・ 放電→充電が基本
- ・ メモリー効果で容量が減少する。



充電器 タミヤ AC-90M

# タッチセンサ Omron SS-5GLD

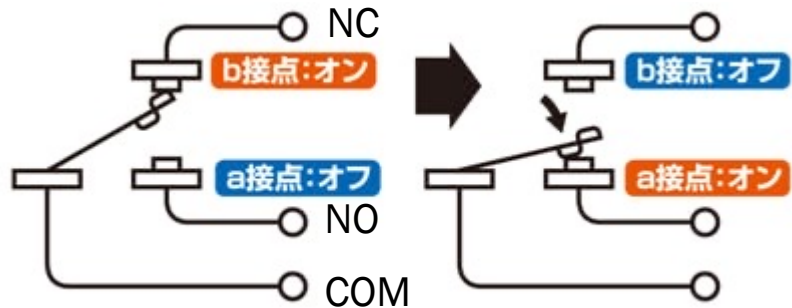


COM

NO

NC

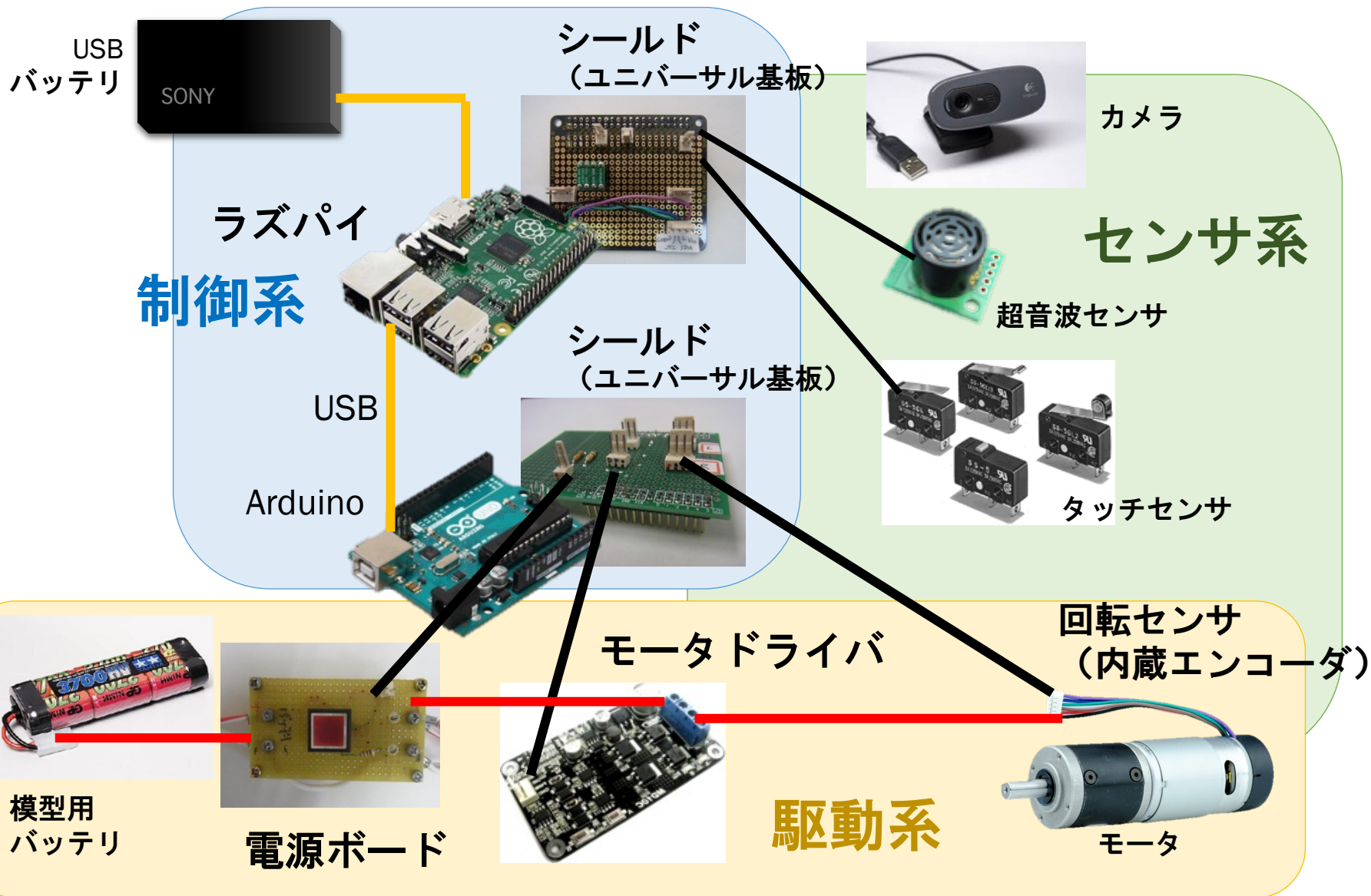
c接点スイッチ



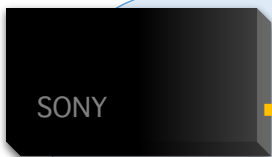
# 市販品以外の標準基板・ボード

ボード・基板名	説明	備考
電源ボード	模型用バッテリーからモータドライブへの電源供給	
Raspberry Pi シールド基板	GPIO（タッチセンサ等）、I2C デバイス（超音波センサ等）の接続ポートを有する	
Arduino シールド基板	PWM出力ポート、ロータリエンコーダの入力ポートを有する	

# 標準機のボード接続



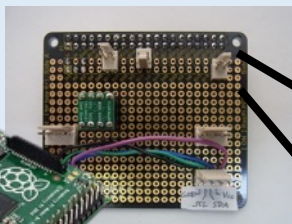
USB  
バッテリー



ラズパイ  
制御系

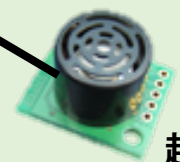


シールド  
(ユニバーサル基板)



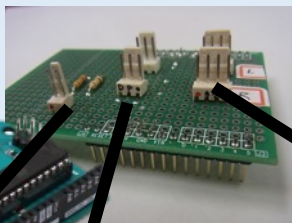
カメラ

センサ系



超音波センサ

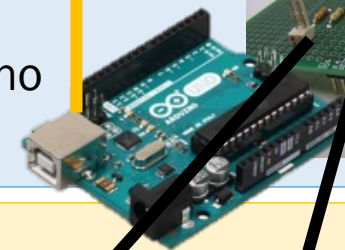
シールド  
(ユニバーサル基板)



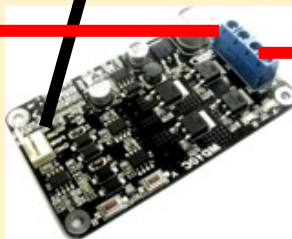
タッチセンサ

USB

Arduino



モータドライバ



回転センサ  
(内蔵エンコーダ)

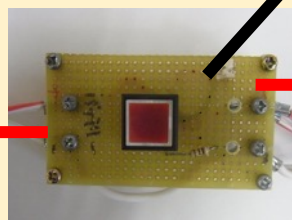


モータ

駆動系



模型用  
バッテリー

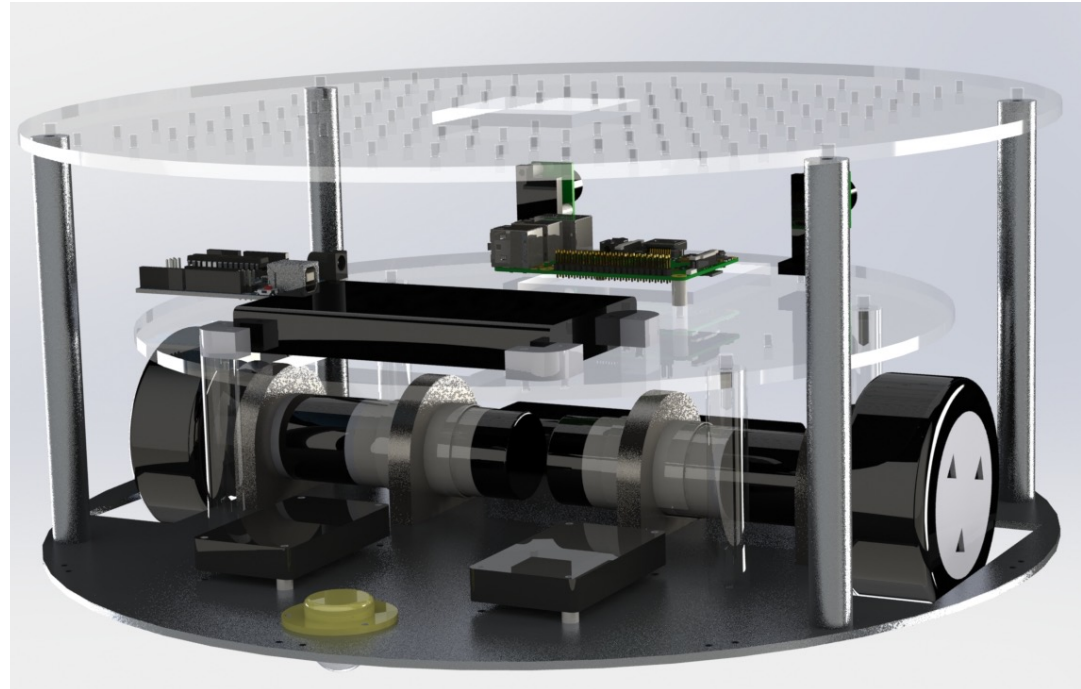


電源ボード



# メカ部の標準部品

名称	個数
上段シャーシ	1
中段シャーシ	1
下段シャーシ	1
短支柱	4
長支柱	4
タイヤホイール	2
モータマウント	2
モータマウントサポート	2
超音波センサマウント	2
<b>モータ軸カップリング</b>	<b>2</b>
制御用バッテリーホルダ	4
駆動用バッテリーホルダ	4



- 下段シャーシ：駆動部
- 中段シャーシ：制御部
- 上段シャーシ：拡張部
  - 拡張穴1[inch]間隔
  - 上に何を載せるか、メカ次第



# MG4標準機プラットフォーム

## CPUボード

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

## シャーシ

上中段5mmアクリル 400mmφ  
下段3mmアルミ

## センサ

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

## モータ

エンコーダ内蔵  
ギアードDCモータ

## IO拡張ボード

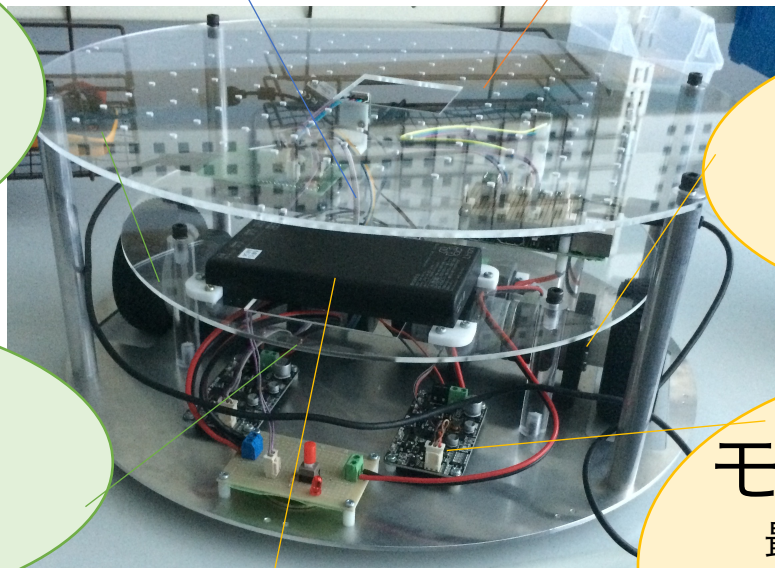
Arduino UNO  
DIO:14pin  
AIN:6pin

## 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: 5V 容量24Ah  
主回路電源: NiMH 7.2V 3.9Ah



# MG4標準プラットフォームの製作方法

## MIRSMG4Dドキュメント

<http://www2.denshi.numazu-ct.ac.jp/mirsdoc2/mirsmg4d/>

- 標準機はほぼAssembly（組立て作業）
- 半田づけが必要な基板
  - Arduino用ユニバーサル基板
  - Raspberry Pi用ユニバーサル基板
  - 電源スイッチ基板
- 製作が必要なケーブル、コネクタ
  - モータ・エンコーダケーブル
  - 超音波センサのコネクタ
  - タッチセンサのケーブル

電子機械設計演習  
で製作

# 標準プログラム

---



- RaspberryPi には C言語、Arduino には Arduino 言語でコーディングされた標準プログラムを用意している。
- RaspberryPi にMIRS2015の巡回警備の競技に必要な基本機能をモジュールとして用意している。
- Arduino には直進・回転の走行制御を行うためのモジュールを用意している。
- RaspberryPi と Arduino の双方で通信機能モジュールを用意している。
- RaspberryPi, Arduinoとも、それぞれに実装されている全ての機能をテストするプログラムを用意している。

# MG4 「 」プロジェクト

---

