

RoboCup 2024 OnStageリーグ総合優勝 仮想世界を表現するインターフェイス開発への挑戦と未来

Tomoshibi Technology
齋藤 淳平, 辻 琉貴, 飯田 智彦



発表の流れ

RoboCup OnStageリーグとは

私たちの開発物と成果

確実に動かすための工夫

- メカ（飯田智彦）
- 回路（辻琉貴）
- ユニット化（齋藤淳平）

これからの展望—複数台の自走式ディスプレイの開発

Tomoshi Technology



リーダー/慶應環情B1
齋藤 淳平



回路設計/慶應理工B1
辻 琉貴

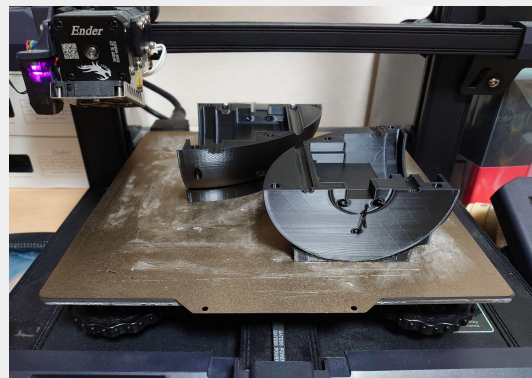
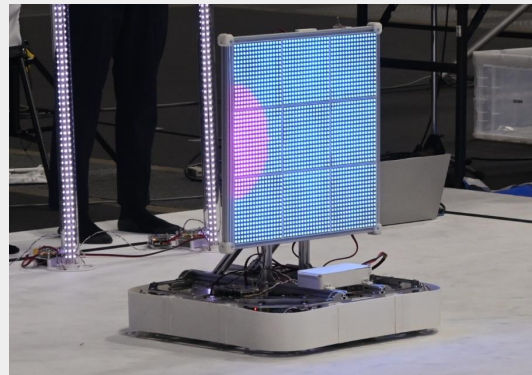
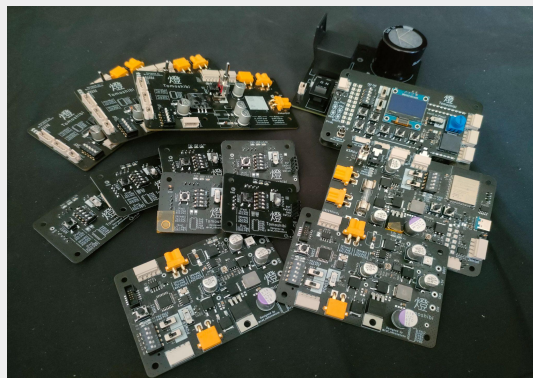
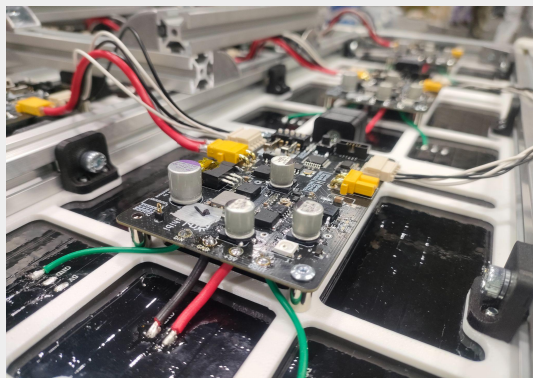


メカ設計/慶應理工B1
飯田 智彦

Tomoshihi Technology

表現手法を拡張するデバイスの開発

→的確な実現のためゼロから実装



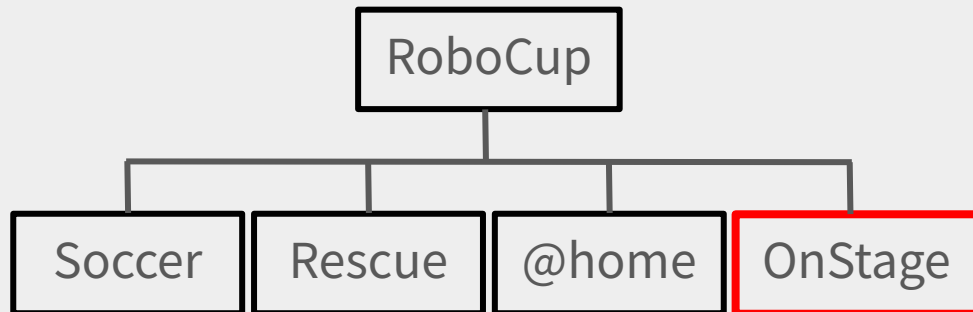
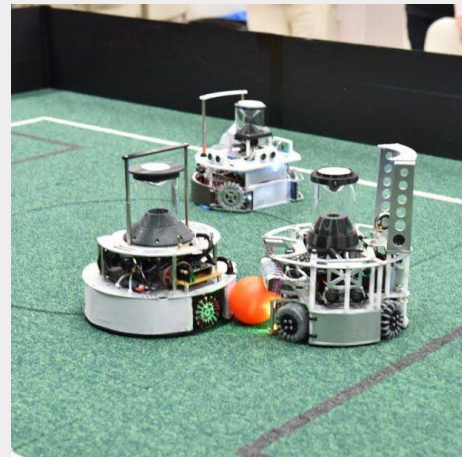
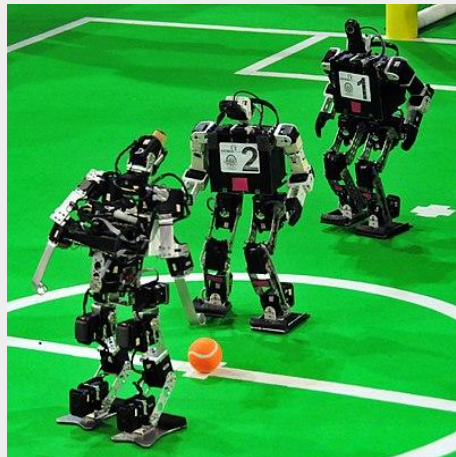
RoboCup

目標

自律ロボットで
プロサッカーチームに勝利する

大会の概要

複数の部門で
研究者や学生が技術を競う



OnStageリーグ

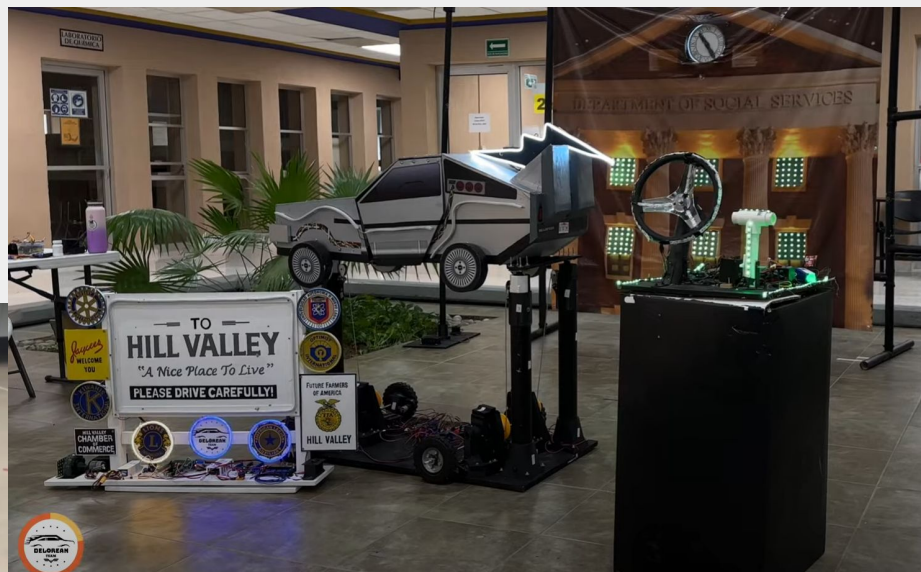
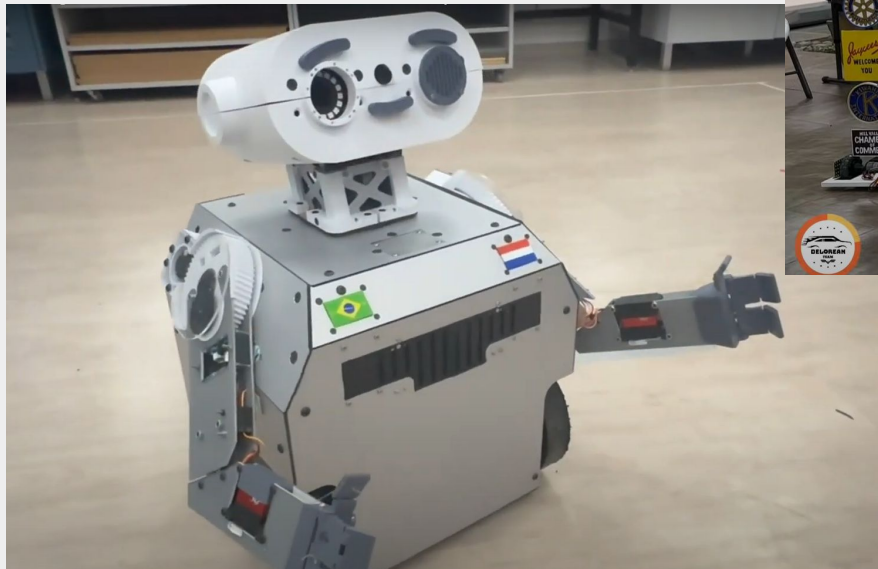
ロボットによる創造的なパフォーマンス

アイデアと技術力を競う

→他リーグとの違い

他チームのテーマ

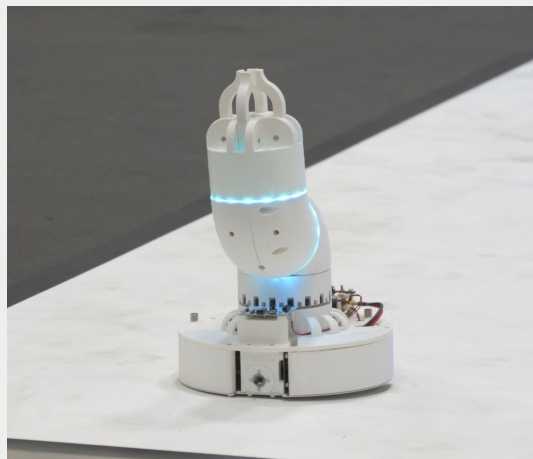
コミュニケーション



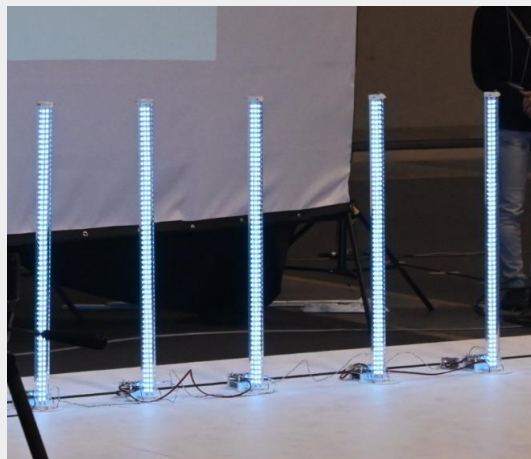
映画(Back to the Future)

テーマ：表現手段を拡張する

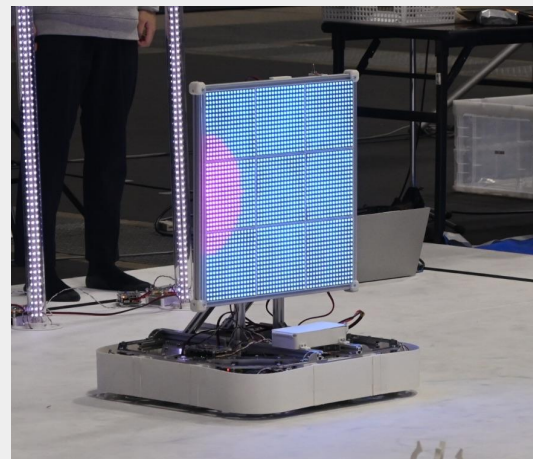
Robot Arm



LED Pole



Moving Display



Robot Arm



特徴

- シリアルサーボとLED
- ケーブルを内部に
- なめらかな外観

→有機的な表現

LED Pole



特徴

- ・ アクリル内部のLED
- ・ マイクによる音との協調

→音と光の連携した演出

Moving Display



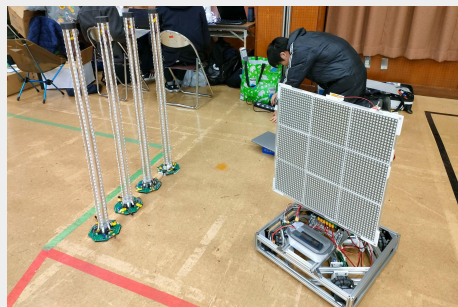
特徴

- 正確な移動量推定
- 移動により変化する映像

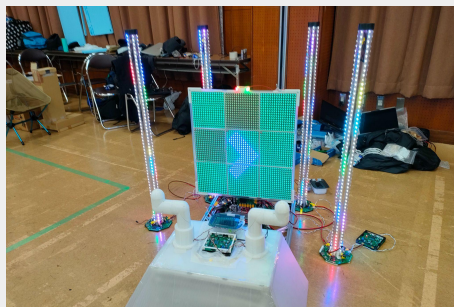
→映像を空間に固定

世界大会へ

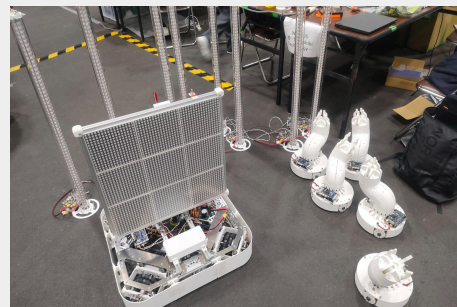
南埼玉ノード



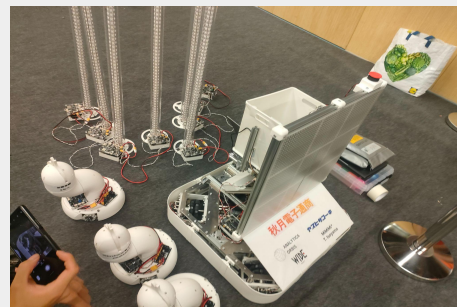
埼玉ブロック



全国大会



世界大会



クラウドファンディングを実施



世界大会での取り組み

審査基準

アイデア（パフォーマンス）

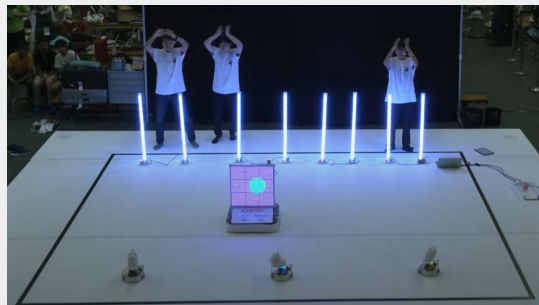
技術力（ポスター、ビデオ、インタビュー）

ポスターリンク

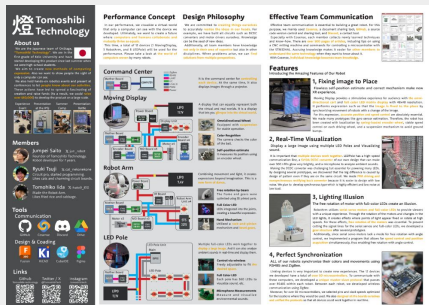


<https://drive.google.com/file/d/19TOM5o9O2XdSBc00Fr5O3k87qQRkatmN>

パフォーマンス



ポスター



ビデオ



世界大会の結果

ポスター、ビデオ、インタビューの三部門で1位

→総合優勝



O23	Maximum	Highest scores in category	Your scores
Overall score	100	84	84
Performance score	40	32.5	30.75
Interview score	30	27.25	27.25
Technical video score	15	12.5	12.5
Technical poster score	15	13.5	13.5

Your overall ranking is 1.

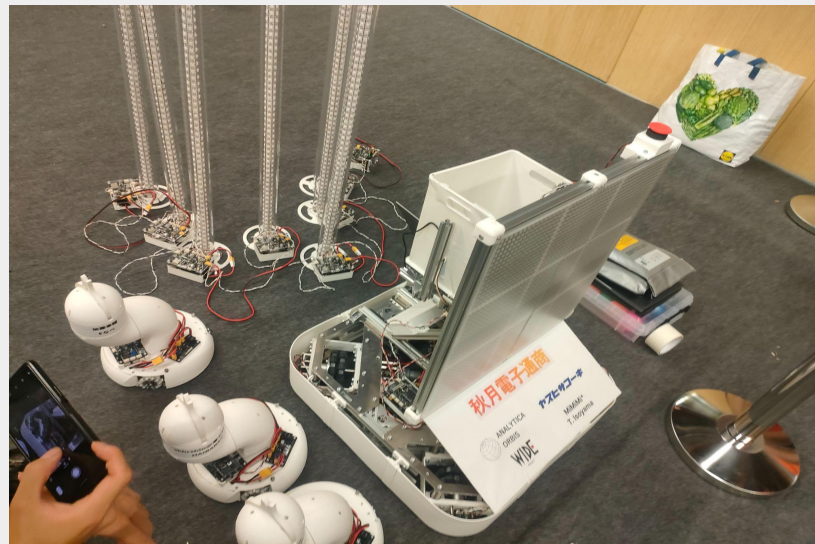
優勝の要因

本番必ず動く設計を意識した

- ・ 大会の評価の場は一回きり
- ・ 12台のロボットを全て動かす難しさ

確実に動かすための工夫について

メカ／回路／ユニット化

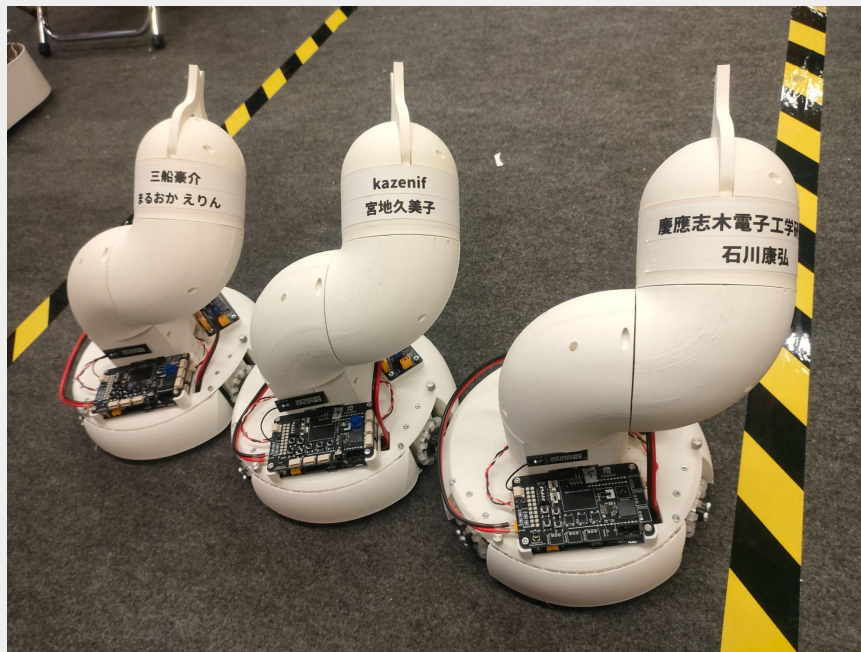


飯田 智彦 / Tomohiko Iida

慶應義塾大学理工学部1年

メカ担当

RobotArmの開発など



確実に動かすために ― 機械設計

信頼性の高い機械設計

- ・ 材料と部品の選択
- ・ クリアランス
- ・ etc.



あたりまえ

分解を考慮した設計が重要！

ロボットは分解される

輸送には**分解**が必要

以下が求められる

- ・ 短時間での**分解**
- ・ 負担の少ない**運搬**
- ・ 再現性と確実性の高い**組み立て**



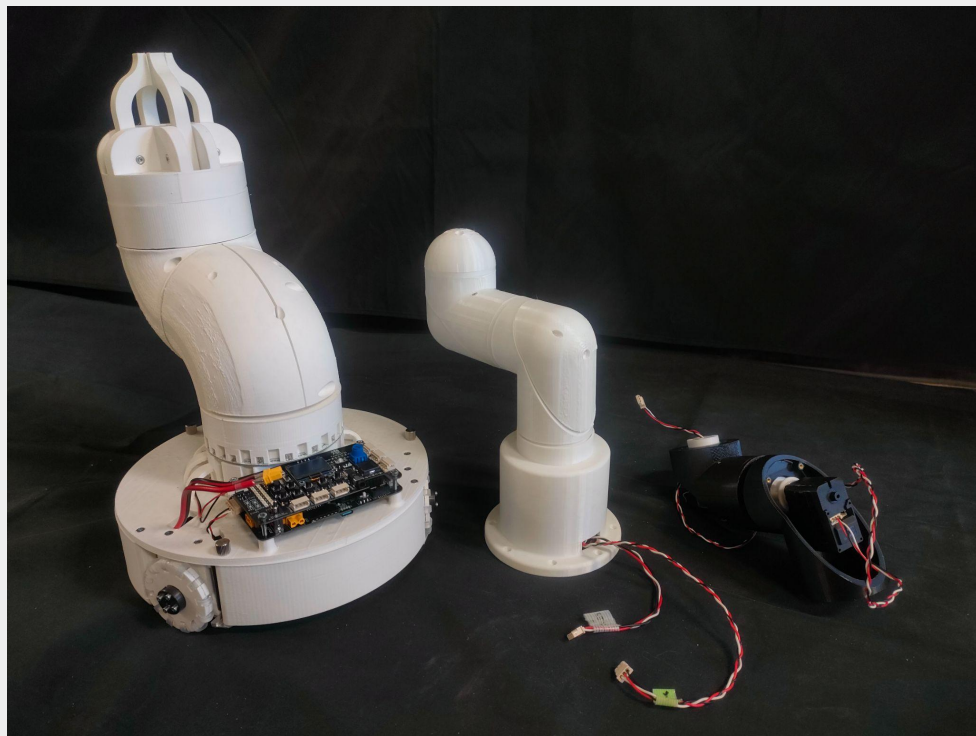
短時間での分解

依存関係の最小化

分解順序の自由度を高める

接続部の分離性

コネクタを活用する



負担の少ない運搬

良好な分離性

運搬しやすい形へ素早く分離

部品の統一

持ち運ぶ部品数の削減

工具の共通化



再現性と確実性の高い組み立て

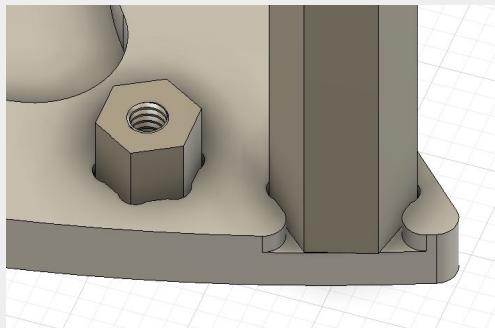
部品の統一

類似部品の統一によるミス防止



溝加工による精度の確保

ガイドによる精度向上

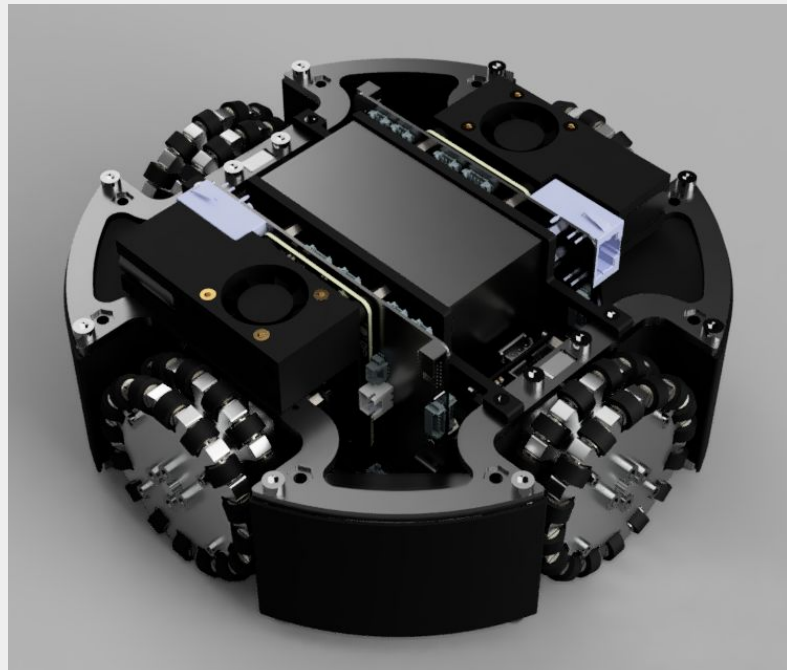


これから

突き詰める方向性

- ・ 小型化
- ・ 洗練したデザイン

完成形以外も意識した設計が重要



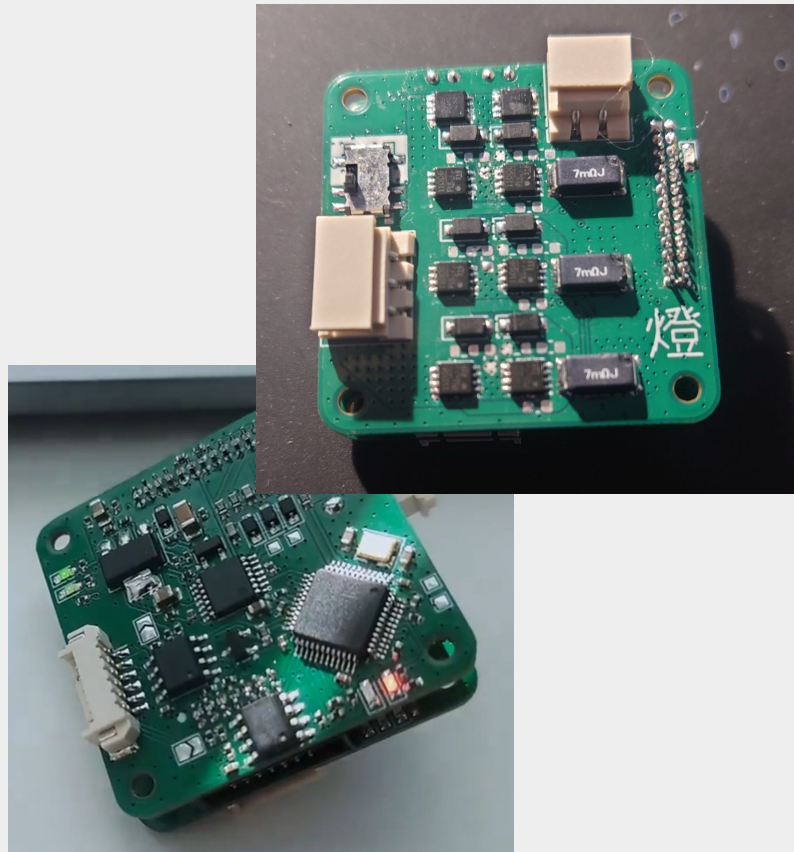
辻 琉貴 / Ryuki Tsuji

回路担当

慶應義塾理工学部1年

パワエレに興味があります

モータードライバ、
DCDCコンバーター等を自作

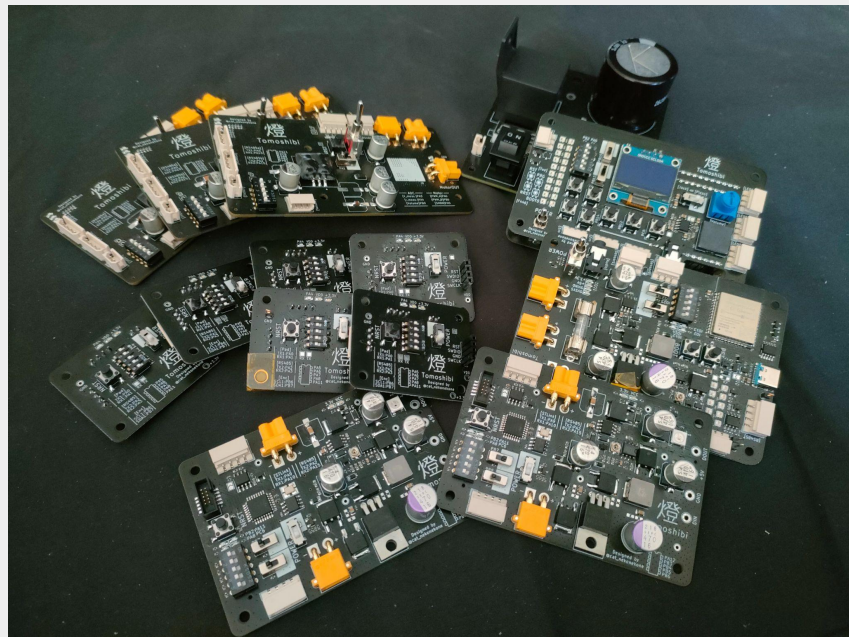


確実に動かすために 一回路設計

設計上やるべきことをやる

- 定格を守る
- 熱設計
- パターン設計
- ノイズ対策

→それでも壊れるときはある



ヒューマンエラー

回路的には問題なくとも、使い方を間違えられると壊れてしまう



- ・ 間違った使い方をさせない
- ・ 間違った使い方でも壊れない

1. コネクタの工夫

2. 電源の工夫

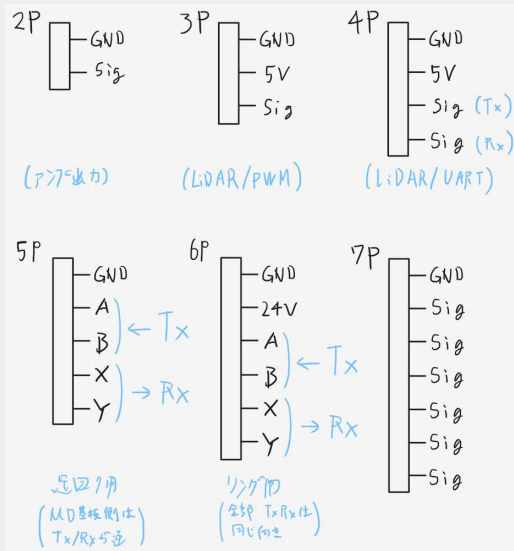
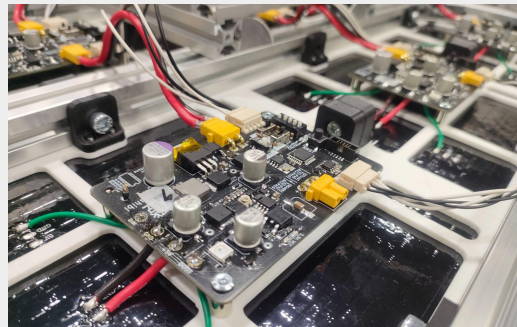
1. コネクタの工夫

リスク：コネクタを繋ぐとき

- ・ 想定外の場所に
配線されてしまう可能性



- ・ コネクタごとに機能を分ける
- ・ ピン配置のルールを決める



2. 電源の工夫

リスク：バッテリーの挿抜

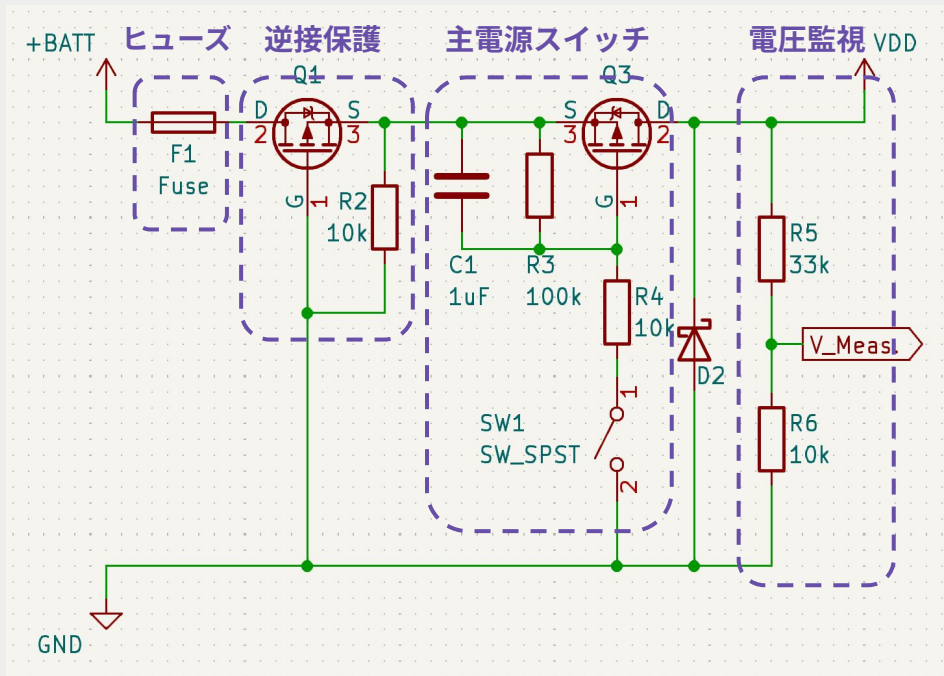
- 電源周りはミスが致命的な破壊に繋がる

- ヒューズ



- 逆接続保護回路

- 電圧監視回路



電源切替回路

- 開発時、パソコンからの給電でも基板を動かしたい
→パソコンとバッテリーの両方から給電できるように

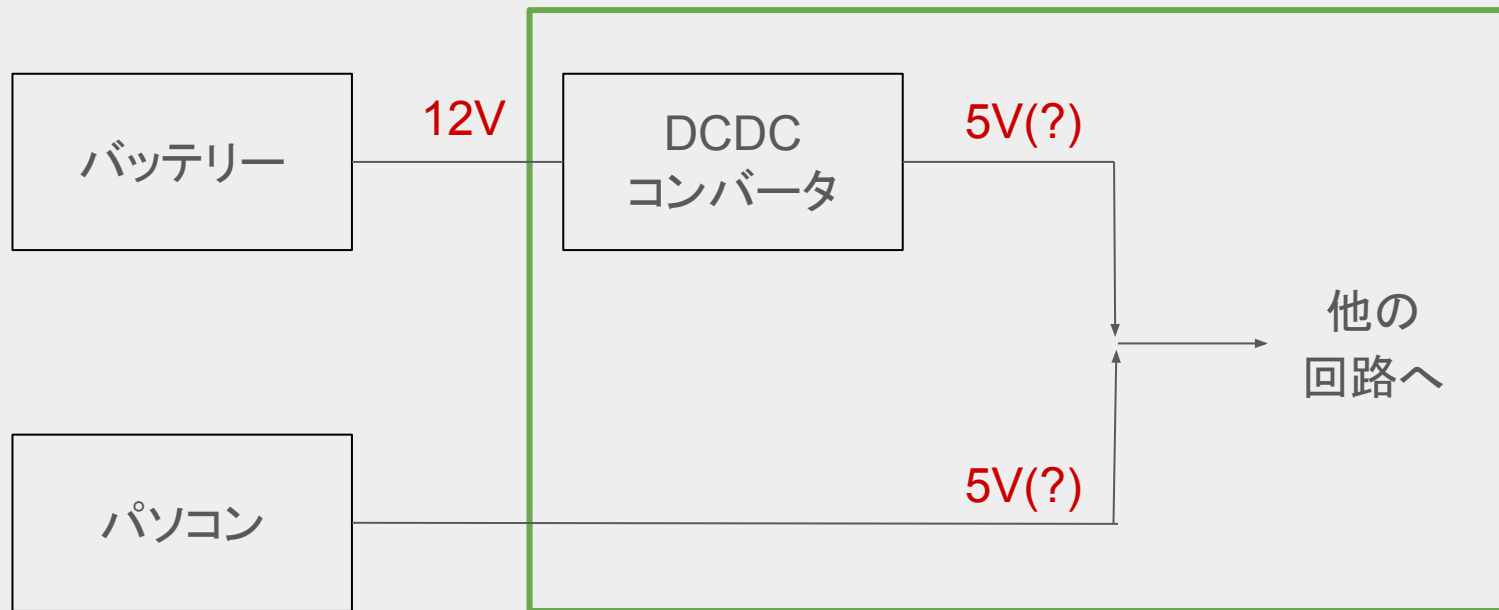
- バッテリーとパソコンを同時に
繋いだときに問題が起こる

→安全回路(電源切替回路)が必要

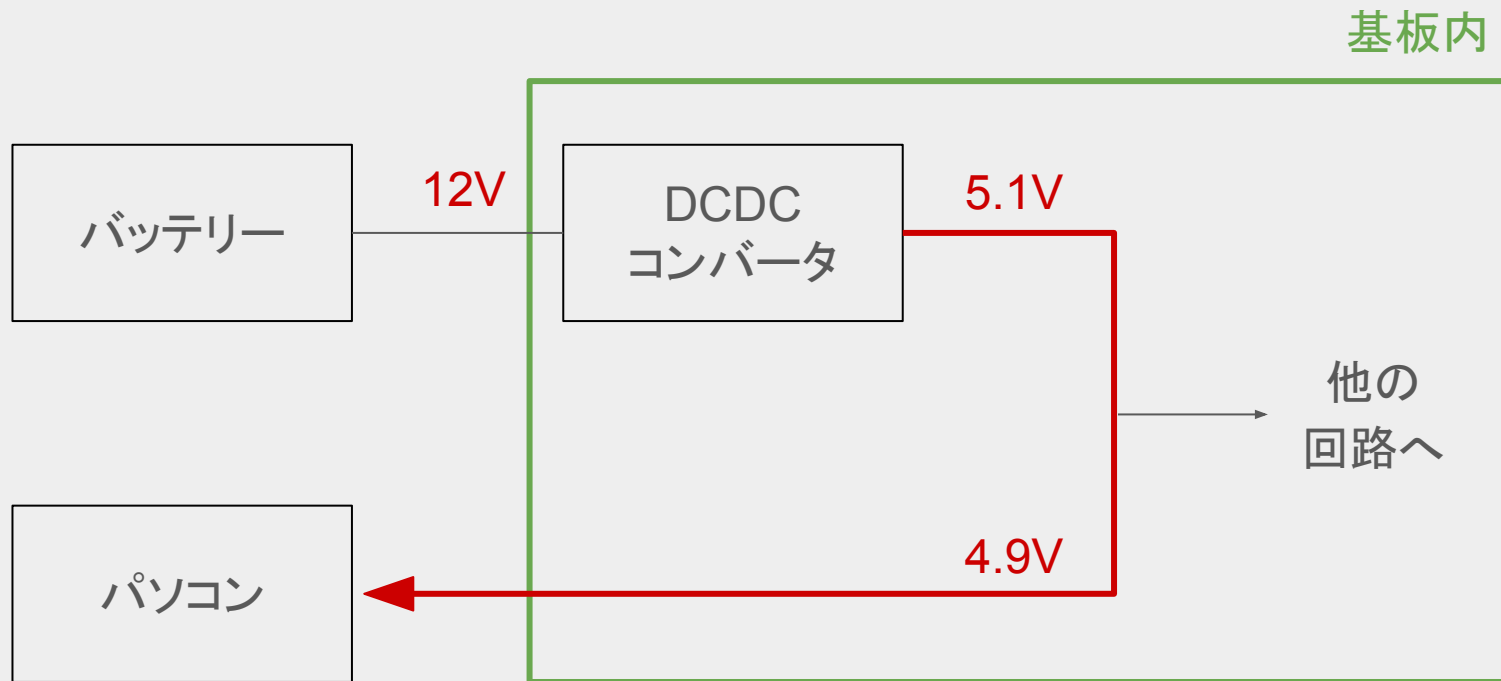
		バッテリー	
		接続する	接続しない
パソコン	接続する		
	接続しない		

両方接続した場合の問題点

基板内



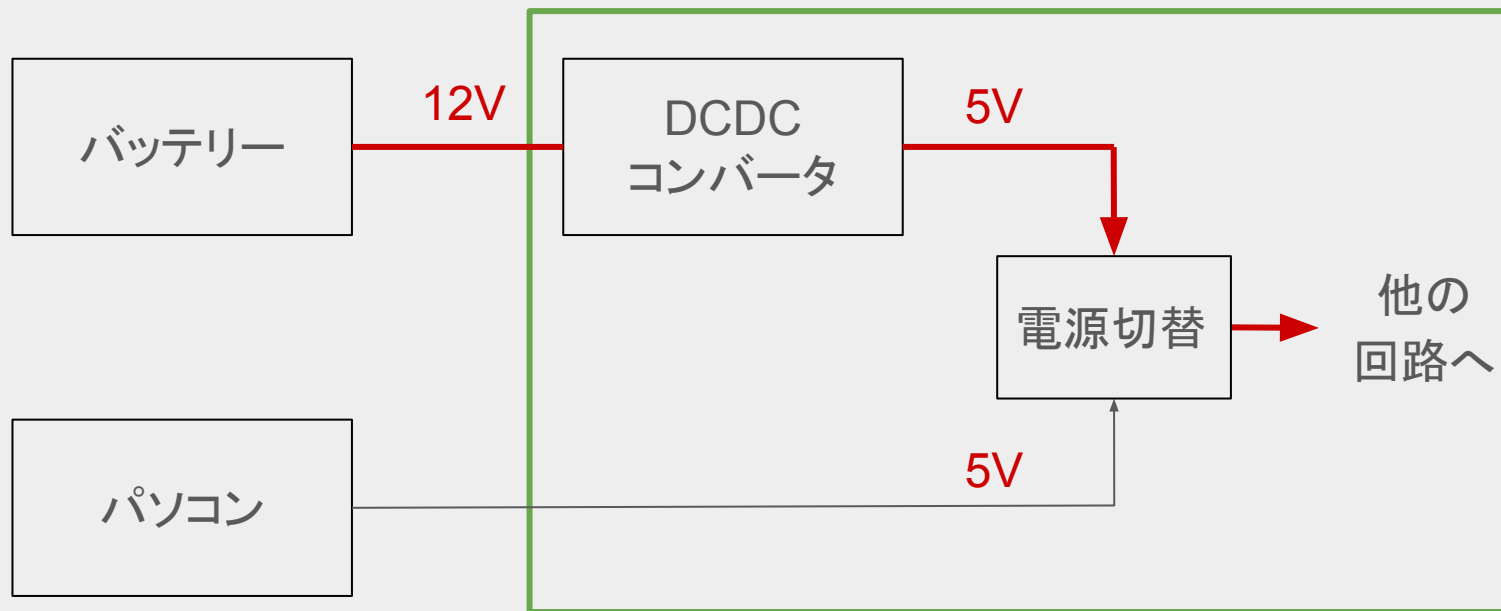
両方接続した場合の問題点



電源切替回路の動作

バッテリーからの給電を優先

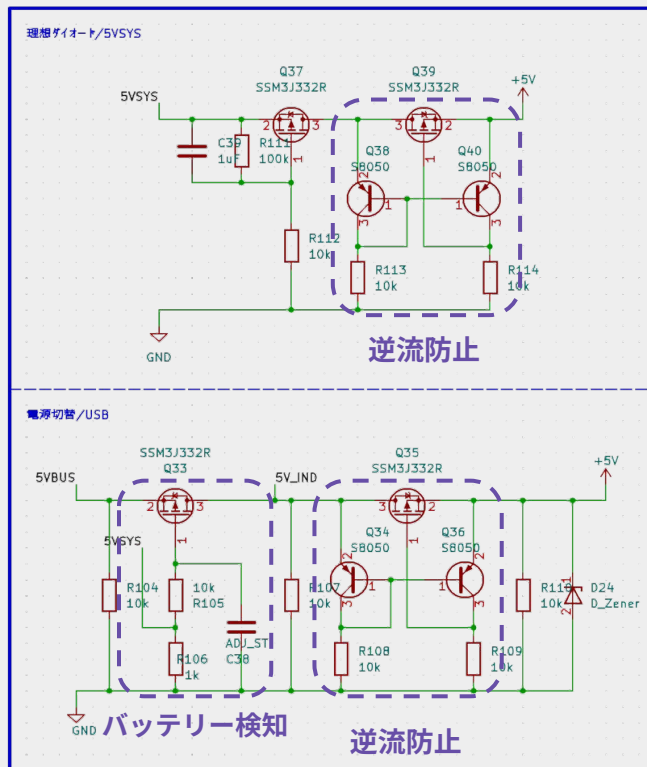
基板内



電源切り替え回路の動作

DCDC
コンバータ

パソコン



5V
→ 他の回路へ

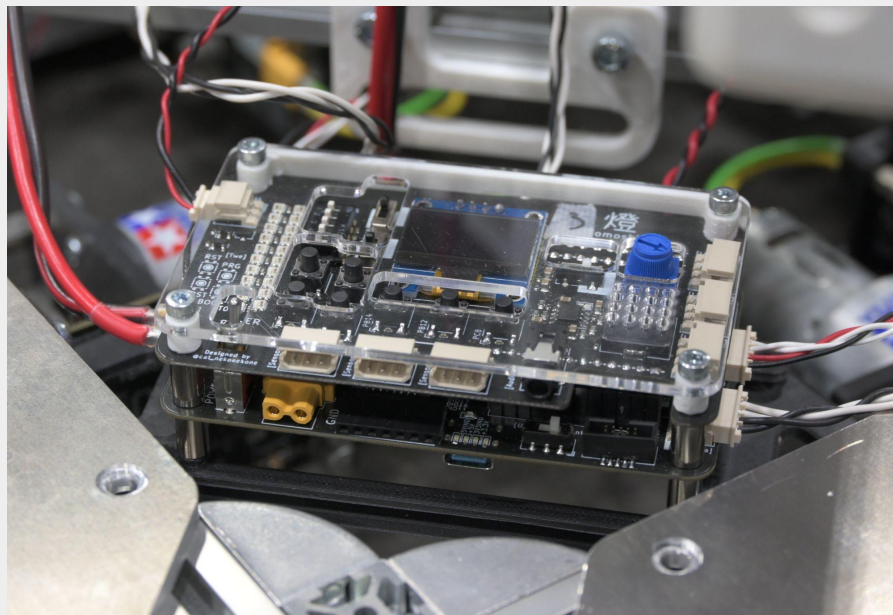
まとめ

ヒューマンエラー対策の結果

- ・ 1年間で1枚も壊れなかった

次の目標

- ・ 壊れにくく使いやすい基板
- ・ 複数電源対応の電源切替回路

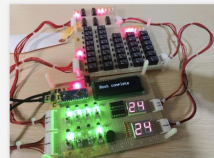
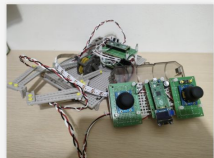
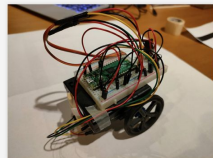
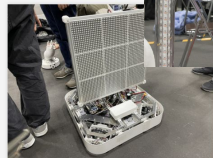
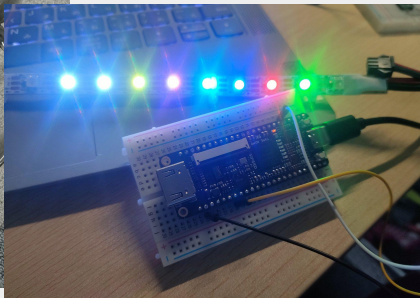


齋藤 淳平 / Jumpei Saito

モノづくりが大好きです

慶應義塾大学環境情報学部1年
SFC-RG Arch所属

最近はIPドローン, FPGAとか



確実に動かすための工夫ーユニット化

分解や運搬で壊れないロボットを作る。

→機能ごとのユニット化

機能ごとにコンピューターを搭載

基板とメカとソフトウェアをまとめてユニット化

各ユニットを組み合わせてロボットを構築

機能ごと(モーター, センサー)のユニット化のメリット

①壊れる時は機能ごと

モーターがストールすると
モータードライバ回路が壊れる。

②アップグレードも機能ごと

使うモーターをDCモーターから
BLDCに変更する

③耐ノイズ性の向上



機能ごと(モーター, センサー)のユニット化のメリット

- ③耐ノイズ性の向上 アナログな情報はユニット内で完結
 ユニット間はノイズに強いデジタルで

ex) 外部の明るさによって、LEDの明るさを変化させるシステム

A:アナログで情報伝達

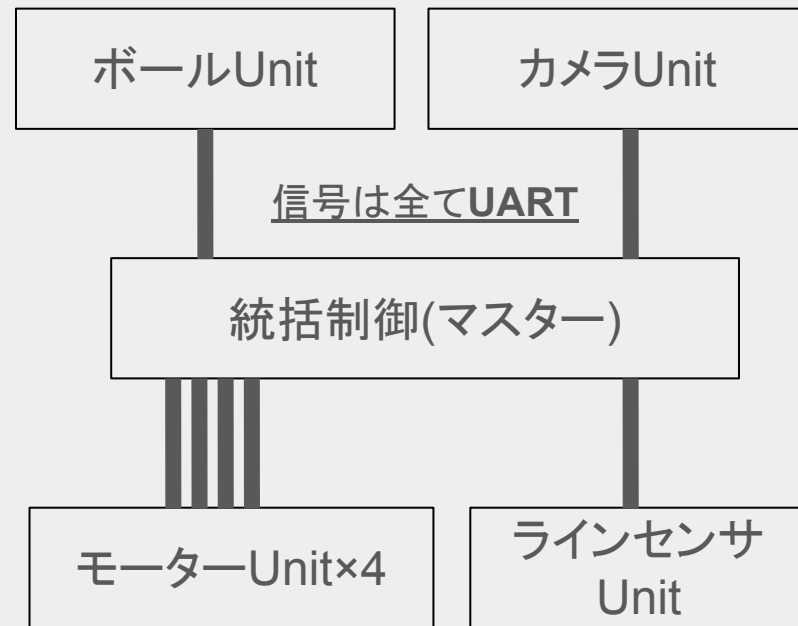
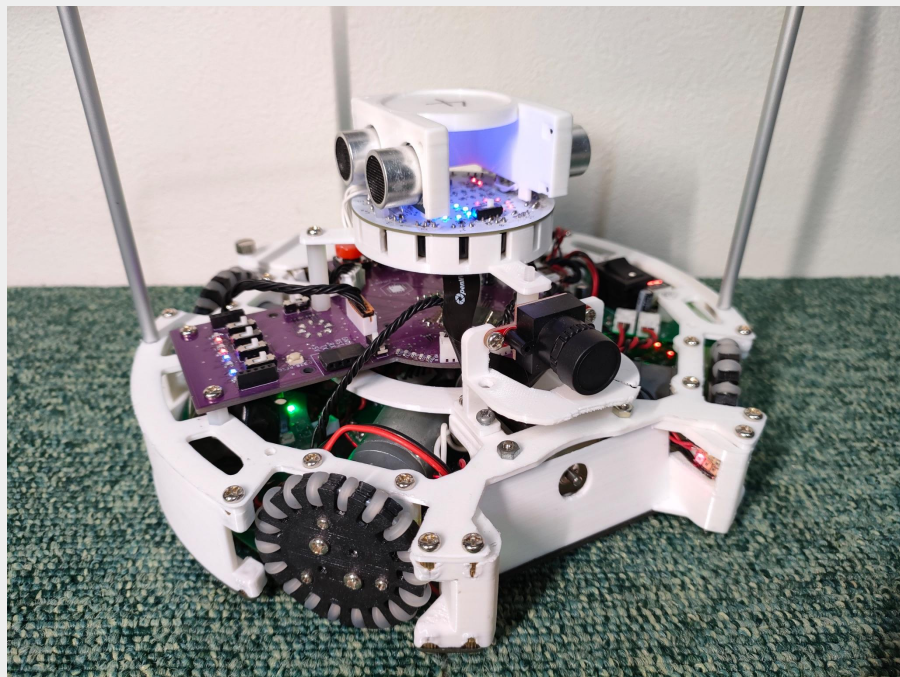


B:デジタルで情報伝達



機能ごとのユニット化の実践

RoboCup Soccerに向けたロボット(2021)

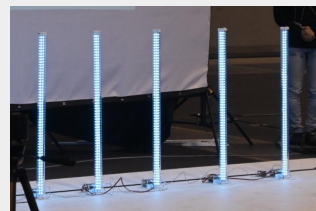
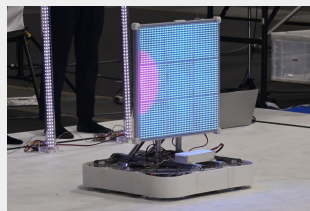
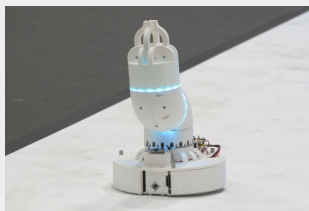


燈でのユニット化の実践

UARTをRS485で差動化

耐ノイズ性が向上

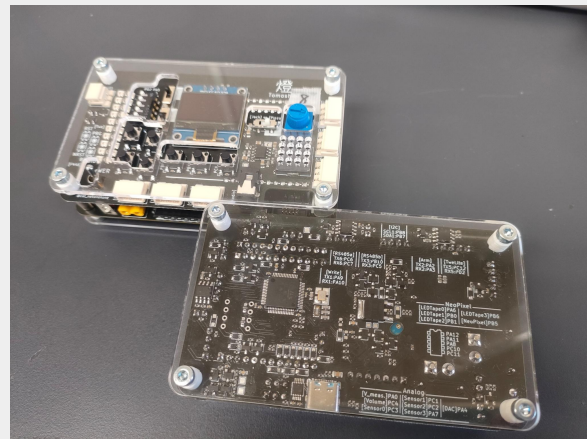
→1mを超える配線でも高速(10Mbps)で通信可能に



統一したハードウェア規格とプロトコル

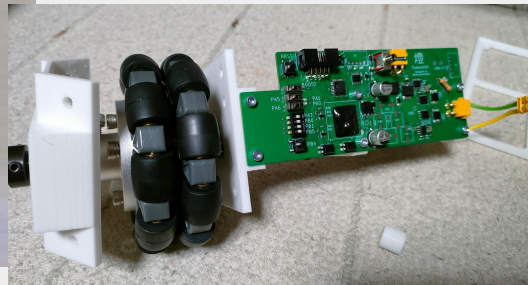
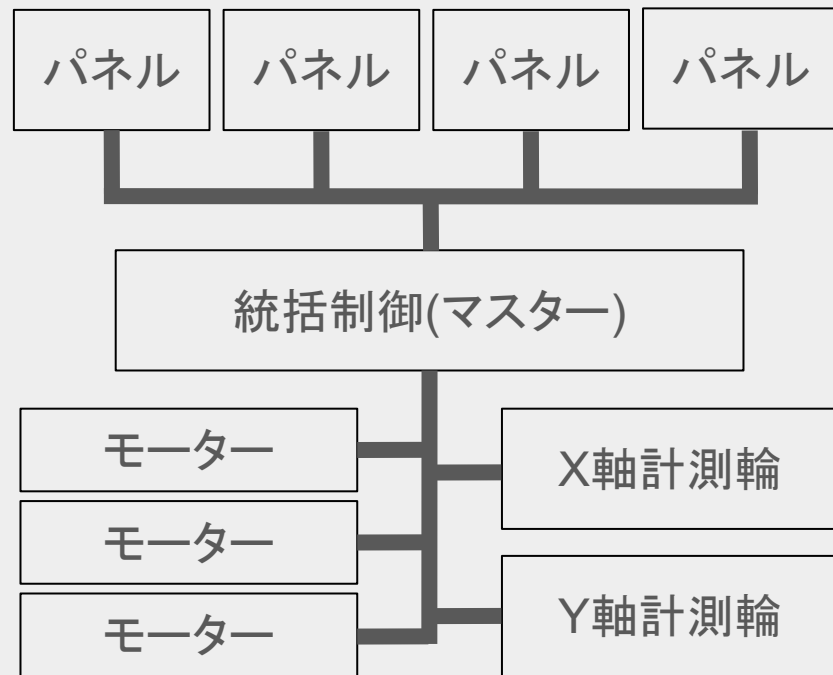
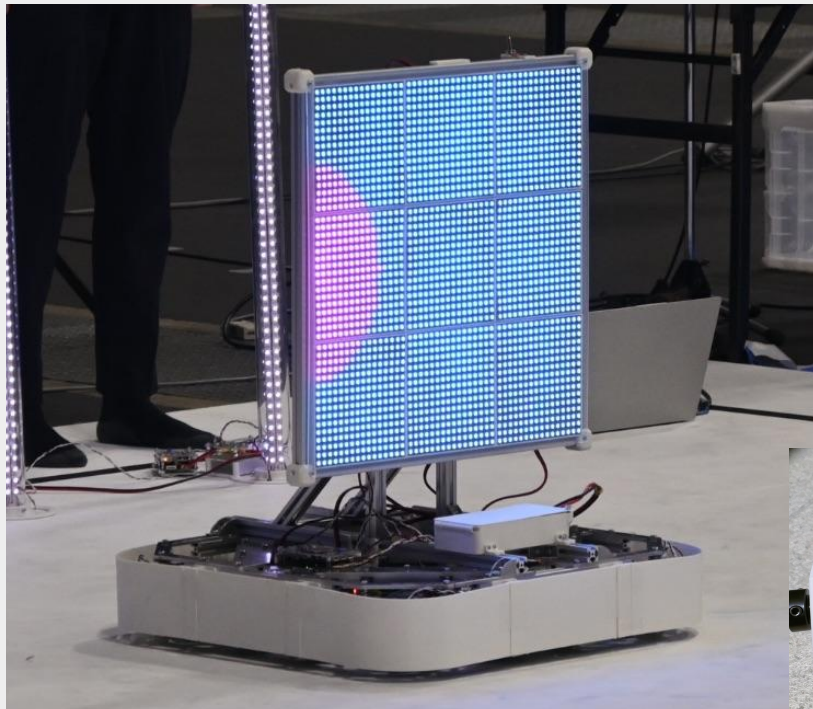
統括制御、モーター、パネル、エンコーダー

→組み合わせを変えることで各デバイスを実現



燈でのユニット化の実践

Moving Display(2024)



ユニット化の次のステップ

機能ごとのユニット化

- ・アップグレードや分解がしやすい
- ・ノイズにも強い

→マスタースレーブで集中管理するシステム

次の目標：

より堅牢で柔軟なシステムを目指してリング型ネットワークへ

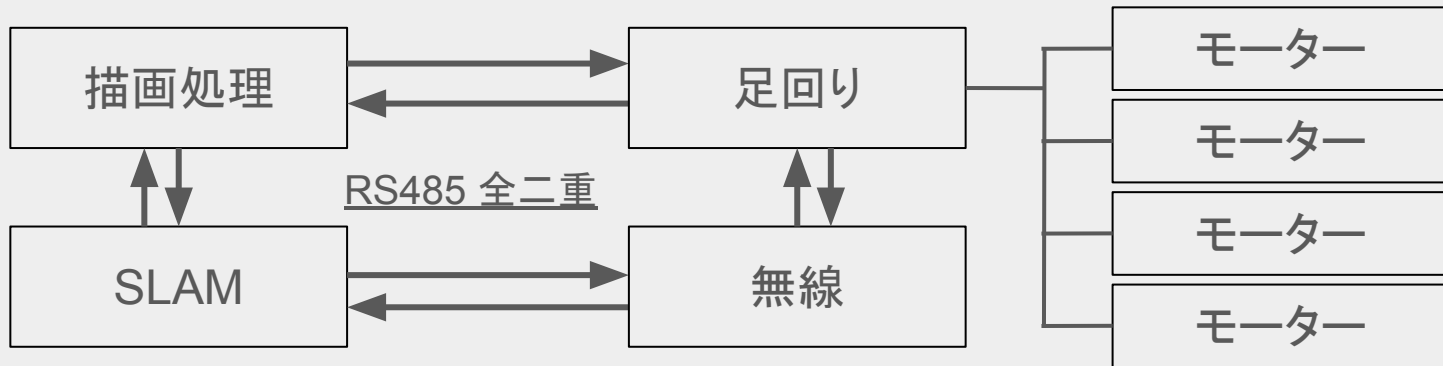
堅牢で柔軟なシステムへ(リングネットワークの採用)

全てのユニットが対等な関係

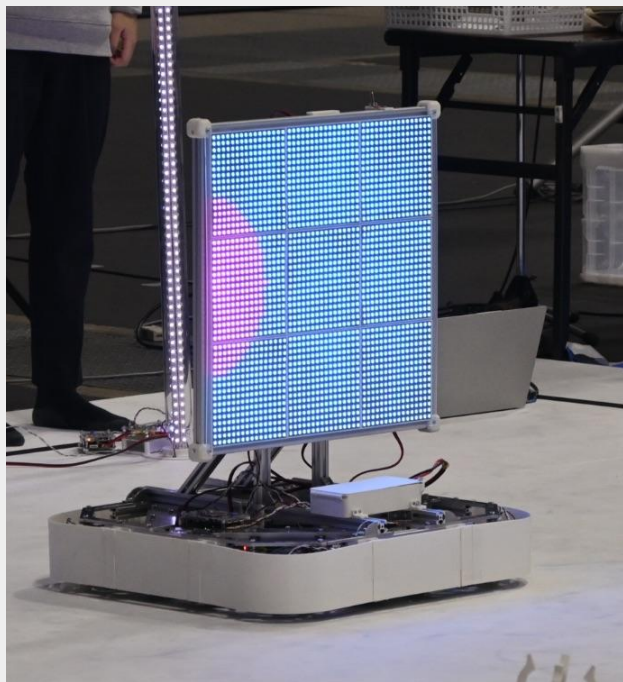
他のユニットのプログラム変更無しでユニットを追加可能

マスターがない

どこかのユニットが故障しても動き続ける



今後の目標：複数台のMoving Display



Moving Display による仮想世界の表現

- ・ 向こう側の空間をのぞき見る
- ・ 複数台へ発展させたらどうなるのか？
→改良する

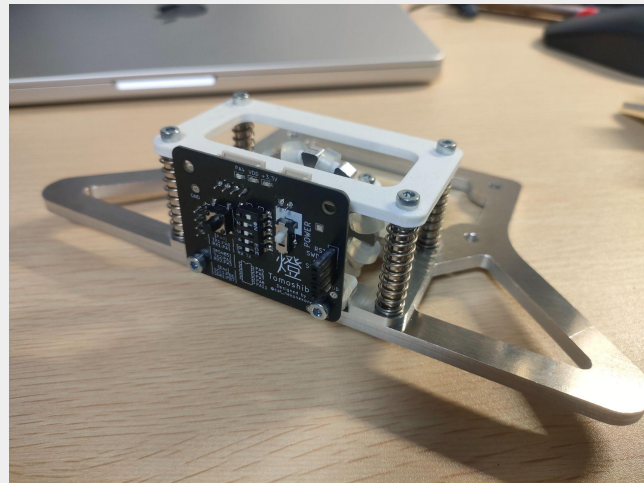
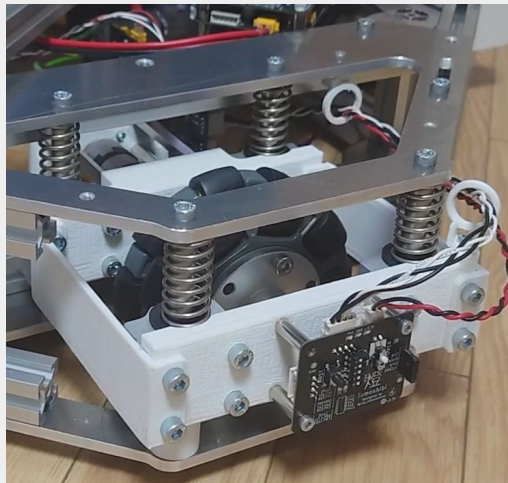
Moving Display : オブジェクトの固定

工夫

- ・サスペンション
- ・計測輪

課題

- ・貧弱な描画



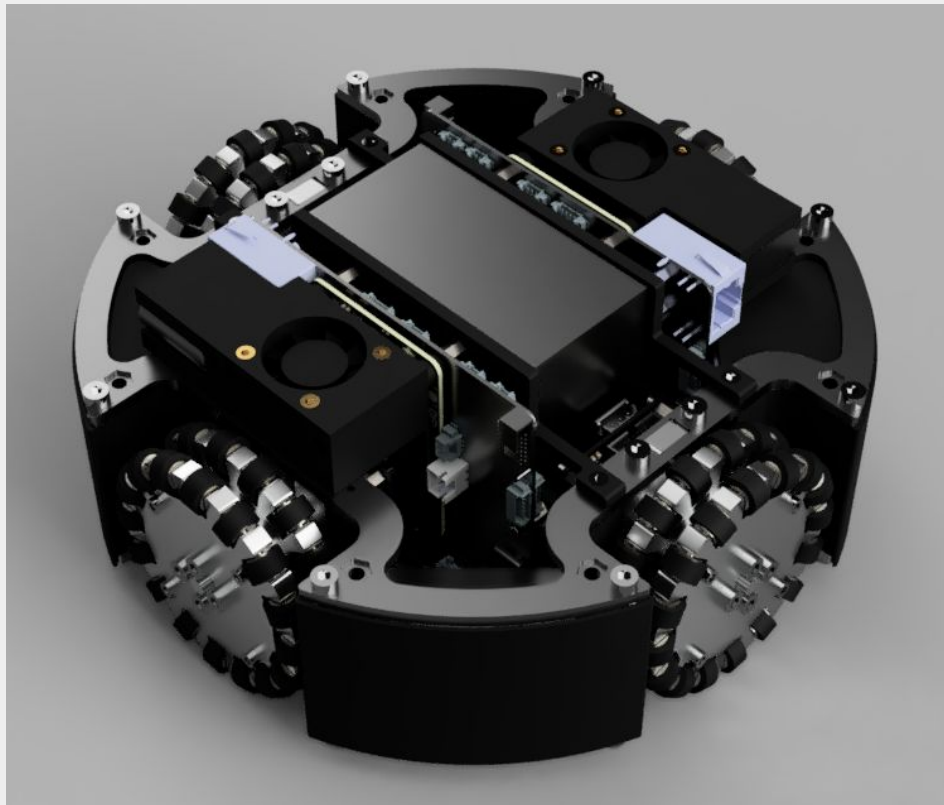
次期Moving Display

複数台での協調動作

- ・ より広範囲な空間表現
- ・ 絶対位置の推定が必須

描画システムの変更

- ・ 複雑なオブジェクトの表示
- ・ 三次元表示



リアルタイムな絶対位置推定

絶対位置推定

複数台で座標を共有

移動量では実現不可能

リアルタイム性

LiDAR : ~~低~~周期、~~絶対~~位置

マウス : ~~高~~周期、~~移動~~量

→ ~~高~~周期、~~絶対~~位置



描画システムの更新

Raspberry Pi

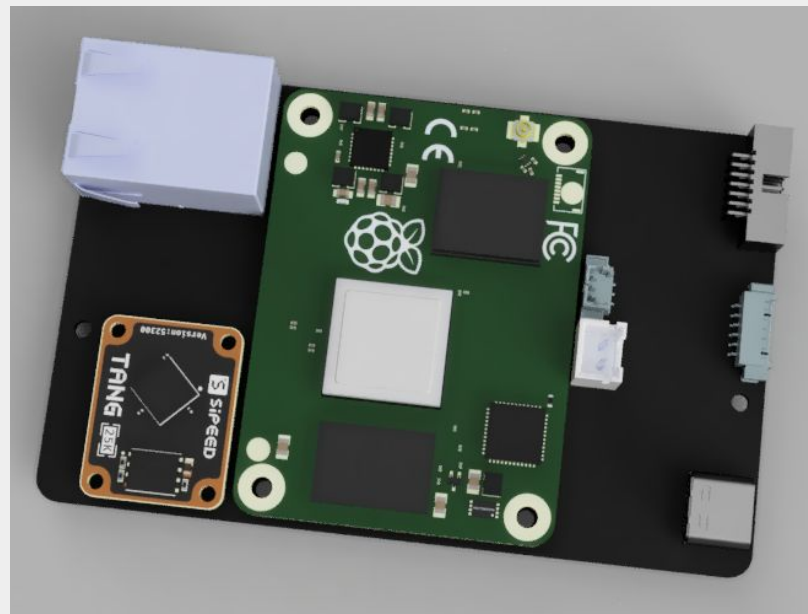
マイコンと比較し高い演算能力

三次元の表現

FPGA

フルカラーLED制御信号を生成

LEDの数に影響されにくい



進化し続けるために

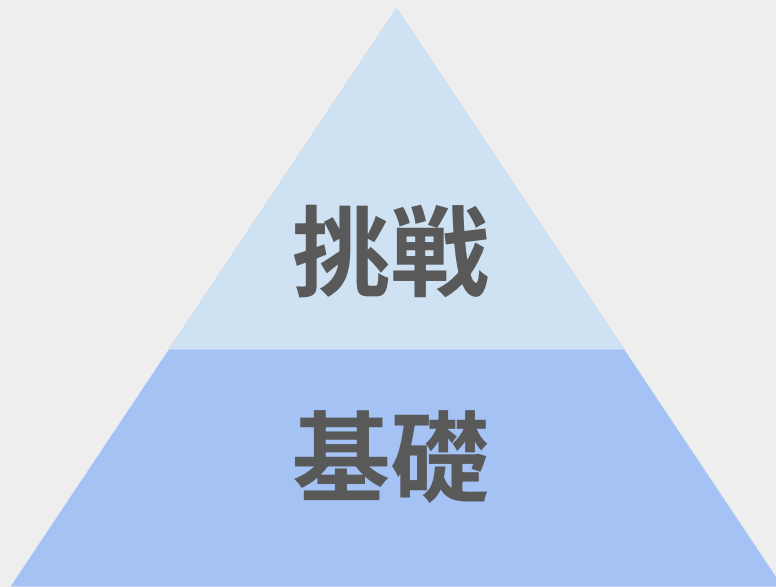
新技術への挑戦

挑戦は革新の源

基礎の徹底

基礎は信頼の源

→基礎なくして挑戦は不可能



どんな挑戦も基礎を忘れず、必ず動くロボットをつくる！