

和歌山大学協働教育センター クリエプロジェクト  
＜2019年度ミッション成果報告書＞

プロジェクト名：レスキューロボットプロジェクト

ミッション名：マスタスレーブ方式を用いた遠隔救助機構の開発

ミッションメンバー：システム工学部3年 山本秋斗  
システム工学部3年 原田裕人  
システム工学部2年 岩井まり奈  
システム工学部2年 唐津祐輝

キーワード：マスタスレーブ ROS シリアル通信 サーボモータ 双腕ロボット

## 1. 背景と目的

### 1.1 背景

日本では毎年のように地震や台風による自然災害の被害にあっている。自然災害により死者を出さないために早めの避難が定着してきている近年であるが、体が不自由な人や高齢者は避難が遅れるケースも少なくない。また、通常の人でも自分は大丈夫と思い込んでしまい避難せずに災害に巻き込まれるケースも存在する。災害に巻き込まれ救助が必要になった場合、特別高度救助隊の方々が災害地へ救助に向かい救助活動を行う。しかし同時に救助隊の方々が二次災害に巻き込まれ命を落としてしまうリスクもある。そこでレスキューロボットが人の代わりにレスキュー現場に出動し要救助者を救助することが求められており、レスキュー隊員が遠隔で操作して動かせることができるロボットを開発する必要がある。人と同じ動きをするロボットがあればレスキュー隊員の訓練で会得した救助技術をロボットに適用することができる。

レスキューロボットプロジェクトはレスキューロボットコンテスト実行委員会らが共催しているレスキューロボットコンテストへ出場するロボットを製作している。実際の災害現場を模した6分の1スケールのフィールドでレスキューダミー人形(通称:ダミヤン)を優しく助け出す競技である。詳しくはレスキューロボットコンテストの公式ホームページをご覧ください。

### 1.2 目的

このミッションの目的はレスキューロボットコンテストに出場する用のロボットとして、操縦者の動きと連動して動くマスタスレーブ方式を採用した遠隔救助ロボットを製作することである。レスキューロボットコンテストで開発したマスタスレーブ方式の遠隔救助機構を発表することでレスキューロボットのアイデアとしてロボット開発に貢献したい。

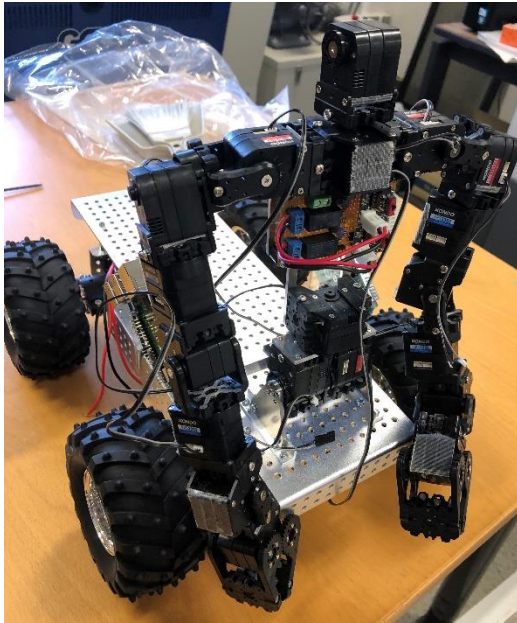
## 2. 活動内容

### 2.1 ロボットの組み立て

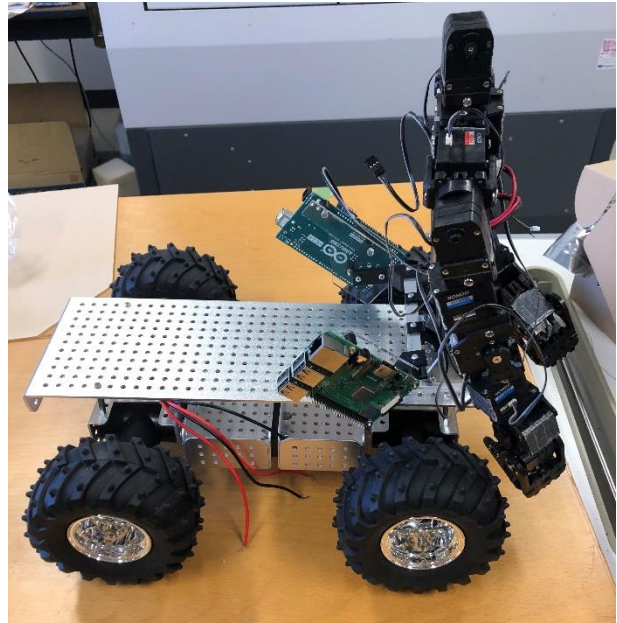
ロボットの上半身は(株)近藤科学が販売している KRS シリーズのサーボモータとフレームを使い製作した。腰や肩は動作するとき手先等よりも負荷がかかることから出力の大きい KRS3304R2 を選定、またその他は KRS3302 や KRS3301 の KRS3304R2 より出力の小さいモーターを選定した。肩に3つの関節、ひじに1つの関節、手首に2つの関節の計6自由度を有している。ヒトは手首に3自由度を有しているがロボットのバランスから今回は1自由度減らしている。

胴体フレームは A2017 のジュラルミンを CNC で切削し製作した。

下半身は Pololu 社製 6 輪駆動シャーシ Dagu Wild Thumper 6WD All-Terrain Chassis を 4 輪駆動にカスタムしたものを採用している。サスペンションが組み込まれているので段差等がある不整地の道でも突破することができる。製作したロボットを図 1 に示す。



(a)右斜め前方からの写真



(b)右からの写真

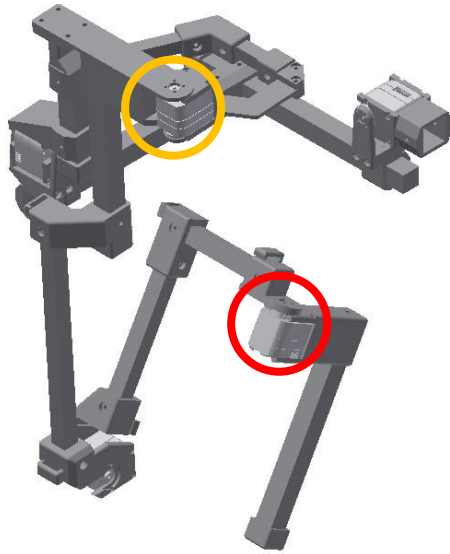
図 1 製作したロボット

腰についている二つの基板のうち(b)の奥に見えるのがサーボモータを制御するマイコン Arduino MEGA, 手前にあるのがロボットとコントローラ, マイコンと通信する Raspberry Pi である。

## 2.2 コントローラの製作

ヒトの腕と同じ動きをするコントローラに腕に沿わずアーム方式にした。腕の途中でマジックテープ等を用いて固定する必要はないが、腕と同じ動きをする必要があるためコントローラの関節の配置を考えた。使用する人に合わせてコントローラの長さを合わせられるように長さ約 200mm の 15mm 角アルミフレームを肩とひじに 1 本ずつ備えている。ジョイントパーツを 3D プリンタで製作してねじの緩めることでスライドを可能にしている。

肩とひじ、手首のサーボモータは腕の中に埋め込むわけにはいかないので外に配置する必要がある。問題となったのは腕や手首をひねる動作をするサーボモータを配置することである。解決策として肩の上に腕のひねりを検知するサーボモータを配置し、腕を伸ばしたときに手首をひねる動作が腕をひねる動作になることからひじの後方にサーボモータを配置し、ひじを曲げたときにのみサーボモータが回転するようにした。製作したコントローラを図 2 に示す。黄色の丸で囲われている部分が腕のひねりをするサーボモータ、赤色の丸で囲われている部分が手首のひねりをするサーボモータである。腰や首の動作は手元のジョイスティックを用いて操作する仕様だがグリップの設計に時間を要しており完成していない。



(a)3DCAD



(b)装着したコントローラ

図2 製作したコントローラ

### 2.3 システムの構築

通信システムを簡単に構築するため近藤科学が提供している Arduino ライブラリとオープンソースソフトウェアの Robot Operating System(ROS)を利用した、ロボットとコントローラの OS に Ubuntu を使用し ROS と Arduino を Node 化する rosserial\_Arduino をインストールする。

Arduino とデジタイゼーションにより数珠繋ぎになったサーボモータとを ICS 変換基板を介してシリアル通信を行う。コントローラとサーボモータの関節ごとの ID を一致させておき、まずコントローラのサーボモータを脱力させ getPos コマンドにより角度を取得する。ID と番号が同じ配列を用意しそれぞれの角度を格納する。rosserial が提供する ros\_lib をインクルードし Arduino から配列データを /servo トピックへ Publish する。コントローラとロボットの Raspberry Pi をローカルネットワークで接続し /servo トピックを介してロボットの Arduino へ配列データを Subscribe する。サーボ ID と配列データの番号は一致しているので配列に格納されている角度を setPos コマンドにより各サーボモータへシリアル通信を用いて与える。これによりサーボモータを同期させるシステムを構築できた。腰や首の動作はジョイスティックの倒した角度から左右に一定の角度で動くように Arduino 内で処理をしている。通信構造の概要図を図3に示す。

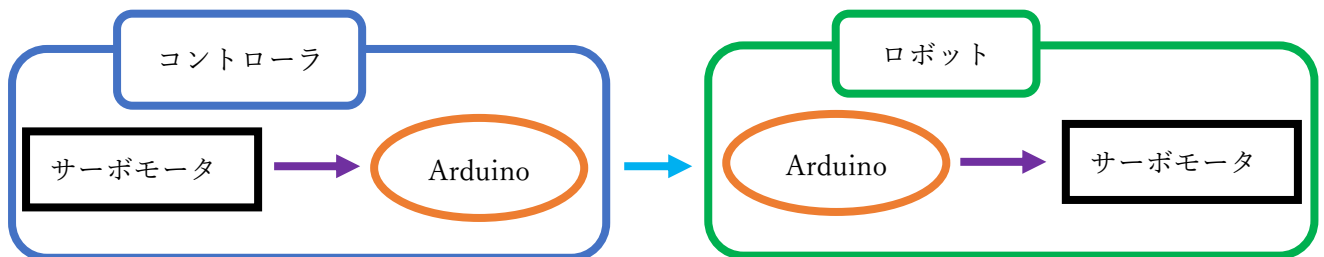


図3 通信構造

紫の矢印がシリアル通信，水色の矢印が Wi-Fi による無線通信である．シリアル通信とコントローラーとロボットの無線通信はそれぞれの Raspberry Pi で実行されている ROS により管理される．

### 3. 活動の成果や学んだこと

簡単な動作から複雑な動作をするロボットまで，ロボットの開発プラットフォームに利用させる ROS について学んだ．特に Node 間の通信が非常に理解しやすく機能を拡張していくときもパッケージに Node を追加すれば簡単にシステムを変更できる．

コントローラに関しても人の腕の動きがどうなっているのかを人間工学で学び，腕の軸と合うように設計を行った．コントローラの関節の随所に 3D プリンタで製作したパーツを使用した．3D プリンタの使い方を学んだことはもちろん，印刷後熱膨張により寸法が+0.2 ほど誤差が出ることが分かった．特にアルミフレームとのスライド部分はその寸法誤差に動作が左右されるので設計する際は寸法の設定に注意が必要である．

### 4. 今後の展開

和歌山大学クリエスキューロボットは 2020 年 6 月 29 日に開催されるレスキューロボットコンテストの予選へチーム名「プリエ」としての出場することが決まっている．現在は重要なシステムであるマスタスレーブシステムの完成までとなっているがレスキューロボットコンテストではガレキを除去して救助することまでが目標となっているのでコントローラーとロボットの関節パラメータを調整し動作を完璧なものにしたい．また，ロボットに外装を取り付けカメラで映像を送信する ROS のパッケージ開発を行っていく予定である．

### 5. まとめ

マスタスレーブ方式の遠隔救助機構は ROS や Arduino ライブラリを利用することで比較的短時間でシステムの開発を行うことができた．コントローラはパーツが 3D プリンタ製ということもあり動作させていたら壊れることも多々あった．レスキューロボットコンテストで正常に動作するように，強度が必要なパーツはジュラルミンに置き換えるなど対策が必要である．