

チーム名 レスキューやらまいか

団体名 静岡大学ロボットファクトリー

応募書類は本選終了後、公開されます。個人情報、メンバー写真等を載せないでください。

#### \* チーム名の由来

チーム名の「やらまいか」とは、静岡県浜松市で使われてきた「失敗を恐れずにやってやろう」という意味の方言である。我々は、チャレンジ精神を示すこの言葉に共感し、独創性とこだわりを持ったレスキュー活動を展開していきたいと考え、チーム名を「レスキューやらまいか」とした。

#### \* チームの紹介

私たち「レスキューやらまいか」は、静岡大学ロボットファクトリーに所属する工学部・情報学部生で構成されている。今年度は、新しい技術への挑戦ということで過去にやったことのないことをやっていこうと日々励んでいる。

#### \* チームのアピールポイント

私たちは、現場の状況によらない「**対応能力の高い救助**」を目指してロボットを制作している。そのために**汎用性の高さ**、**現場に即した機能**、**人との協調動作**を基として考えた。

#### 汎用性の高さ

想定外の災害現場では、どんな状況でも多目的に使えるロボットが非常に役立つ。そこで、1台で特殊瓦礫内の要救助者と地面に寝ている要救助者に対してそれぞれ2種類の救助に対応できるようにする。さらに、救助ロボットのアームは、要救助者の救出に用いるだけでなく棒瓦礫、板瓦礫といった瓦礫を移動させる機能も備えていて、レスキュー活動のためにより良い環境を整えることができる。

#### 現場に即した機能

人間を救助するには、周辺の環境に対応した安全な救助が求められる。視覚情報以外にも、CO<sub>2</sub>・ガスセンサを搭載した超小型ロボットを用いて、周辺の環境の情報をいち早く得ることで、避難・救助経路を適切に選択する。スピーカーで誘導することもできる。さらに担架式ベッドで運搬をすることで要救助者の負担を減らすなど、現実に即した救助を行う。

#### 人との協調動作

想定外の出来事が起こりやすい災害現場では、ロボットの操縦を直感的にすることが求められている。そこで私たちのロボットは自身の状態と周りの環境を把握し、人間の操縦のアシストを行う。具体的にはロボットが直進するときの姿勢のずれを自動的に補正することで、特に、悪路走行時や瓦礫除去時の姿勢のずれが協調的に補正されるので、人間の操縦の負担が減り高精度・高レスポンスに姿勢を保ったまま移動することができる。

#### \* チームサポートの希望理由(希望しない場合は空欄)

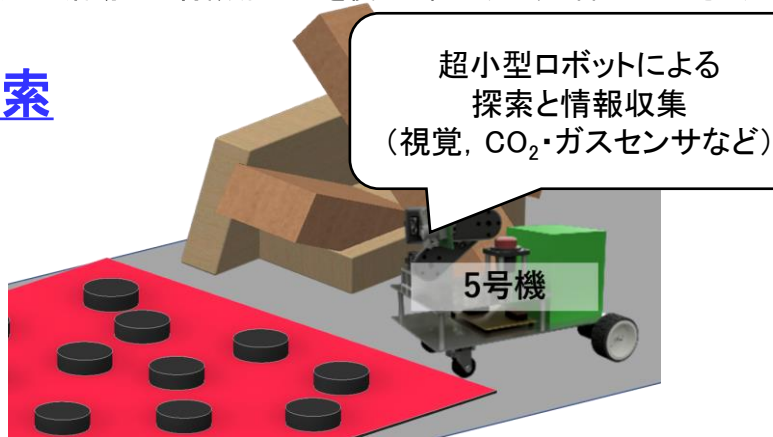
今まで使用していた作業場が、劣化により建て替えとなり一時的な仮スペースを借りて作業をしており、仮スペースで作業するための準備費用がかかっている。また、今まで使用していたバッテリーの大半が経年劣化のために新しいバッテリーに買い替えなければならない。そうした事情からロボット製作のためにかけられる費用が例年よりも少ないため、チームサポートを希望する。

チーム名 レスキューやらまいか

団体名 静岡大学ロボットファクトリー

\*レスキュー活動上の特徴(図などを使ってわかりやすく書いてください)

## 探索



## 搬送



## 救出



チーム名 レスキューやらまいか	団体名 静岡大学ロボットファクトリー
第1号機 Hermit(ハーミット)	ロボットの構成: 移動 1 台, 基地 台, 受動 台

ロボットの重要な機能（箇条書きで2つ、具体的に示してください）

- ・マスタースレーブ制御の汎用性の高いデュアルアーム
- ・ロボットと人間の協調動作による移動

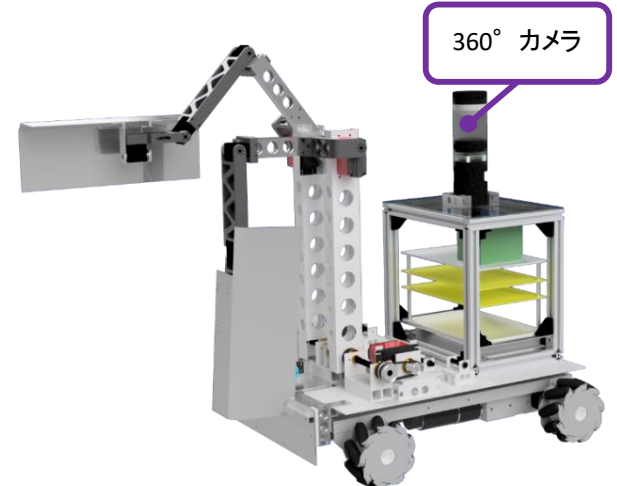
\* ロボットの概要（図などを使ってわかりやすく書いてください）

### 1号機役割

- ・アームによる瓦礫除去  
アームで瓦礫を持ち上げて除去する。
- ・要救助者の救出  
2本のアームで要救助者を抱きかかえるようにして救助する。
- ・迅速な移動  
トルクが大きく、回転数の高いモータを搭載し迅速に移動する。

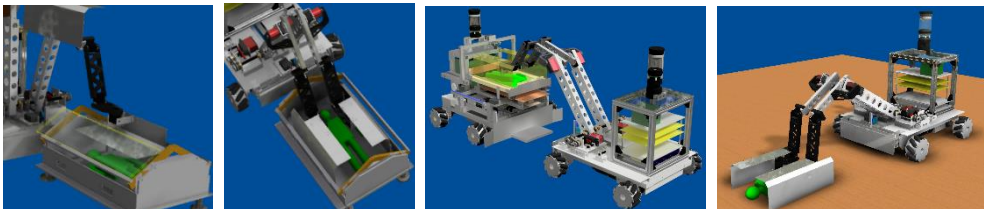
### ロボットと人間の協調動作による移動

ロボットに白線を読み取るラインセンサを取り付けSTM32で処理をし、自身が道のどのあたりにいるかを把握する。また、カメラ+Windows10ボードで、画像処理を行い道の状況を把握する。STM32に、このデータを送り認識させて、道の中央を直進するように補正し操縦者をアシストする。さらに9軸カルマンフュージョンコンパスを用いて姿勢角を把握し、移動時に目標角からずれると自動的に修正し、目標の方向を向いたままの移動が可能になる。さらにコマンドにより「次の交差点まで」など自律移動も可能である。



### 救助の流れ

1. 3号機によってジャッキが設置された状態の家瓦礫の屋根をアームで取り外す。
  2. 家瓦礫の上からアームを中に入れる。
  3. 要救助者を抱きかかえる。
  4. ベッド機(3号機, 4号機)の上にゆっくりと乗せる。
- 床に横たわる要救助者を救出する場合は、瓦礫を除去した後3以降を行う



### 異構造マスタースレーブの利用

マスター側のアームはロボットのアームと違う形にして、操作しやすくしている。マスター側では、人間にとって操作しやすい形にしスレーブ側は作業がしやすい形にしている。アームの先端の座標を取得しそこから逆運動学を解くことでロボット側のアームを制御する。



チーム名 レスキューやらまいか	団体名 静岡大学ロボットファクトリー
第2号機 Lapin(ラパン)	ロボットの構成: 移動 1 台, 基地 台, 受動 台

ロボットの重要な機能（箇条書きで2つ、具体的に示してください）

- ・伸縮し長さ調節を行えるアーム
- ・高さ調節できるベッドによる床上と屋内の要救助者の救出

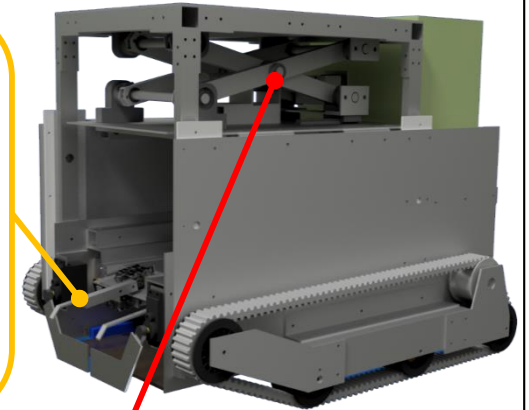
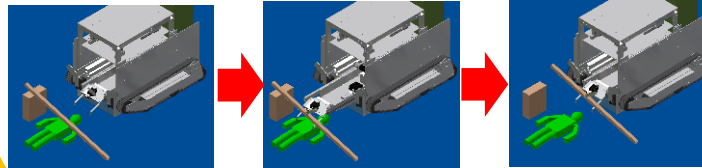
\* ロボットの概要（図などを使ってわかりやすく書いてください）

### 2号機的作用

- ・瓦礫の除去  
アームを使って瓦礫を除去する。
- ・要救助者の救出  
要救助者の脇を抱きかかえて救出する。
- ・要救助者の搬送  
救出した要救助者をベッドに乗せ安全な所まで運ぶ。

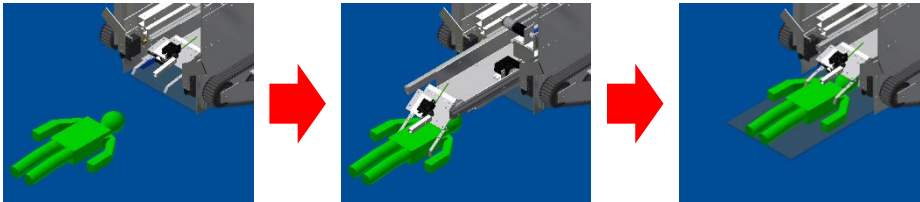
### アームによる瓦礫除去

アームの高さと角度を調節しながらアームを伸縮させて、瓦礫に近づき、3点で挟み込むようにして持ち上げ移動させる。このアームは棒瓦礫だけでなく板状のものでも持ち上げ移動させることができる。



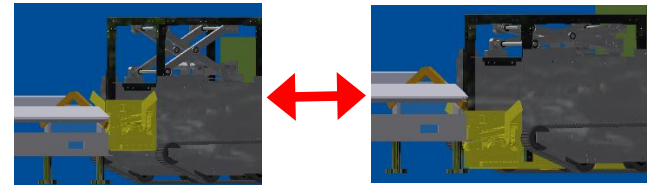
### アームによる救出の流れ

1. ベッド・アームを要救助者の高さに合わせて昇降する。
2. アームだけを要救助者の近くに前進させる。
3. アームの先で要救助者を抱き上げ、ベッドを出す。
4. 要救助者を支えたままベッドをさらに前進させ、ベッドに乗せる。
5. ベッドを収納し、要救助者を機体の中に避難させる。



### ベッド・アームの昇降

ベッドとアームを連動して昇降させて、家瓦礫内の要救助者と床に横たわる要救助者の両方を救出することが可能。さらに、この昇降機構のモーターの軸にエンコーダを取り付け回転数を制御することによって操縦者は機構部の高さを送るだけで自動的にその高さにロボットが調節することが可能になる。



チーム名 レスキューやらまいか	団体名 静岡大学ロボットファクトリー
-----------------	--------------------

第3号機 Cougar(クーガー)	ロボットの構成: 移動 1 台, 基地 台, 受動 1 台
-------------------	-------------------------------

ロボットの重要な機能（箇条書きで2つ、具体的に示してください）

- ・担架式ベッドで要救助者を運搬
- ・家瓦礫を安定化させるジャッキの運搬

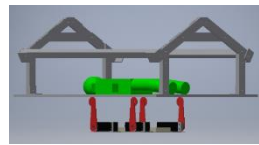
\* ロボットの概要（図などを使ってわかりやすく書いてください）

### 3号機の役割

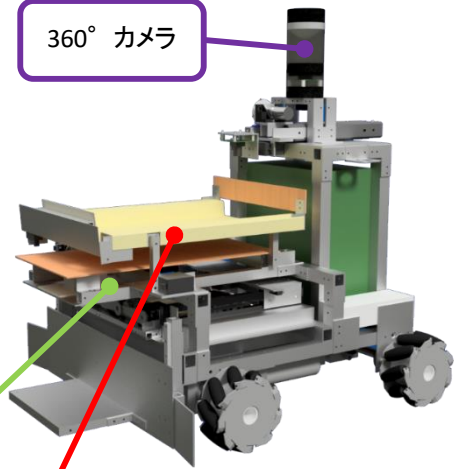
- ・ジャッキの運搬  
家瓦礫を安定化させるジャッキを運ぶ。
- ・家瓦礫の下にジャッキを設置  
機体の中に収納されているジャッキを機体外に押し出すことで家瓦礫の下に設置する。
- ・要救助者の搬送  
担架式ベッドで要救助者を優しく安全な所まで搬送する。

### ジャッキ

3号機がバンパーで押しながら家瓦礫の下にジャッキを設置する。  
その後、距離センサでジャッキと家瓦礫の床との距離を測定し、独立した4つのアームを動かして、家瓦礫を水平に保つように安定化させる。

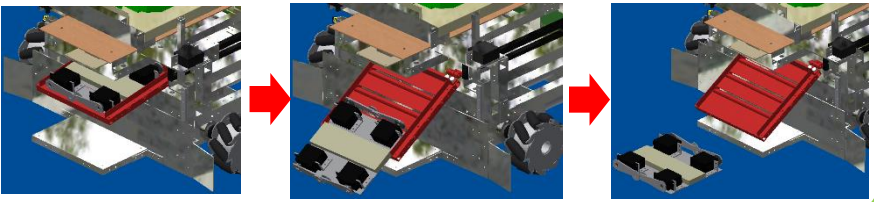


360° カメラ



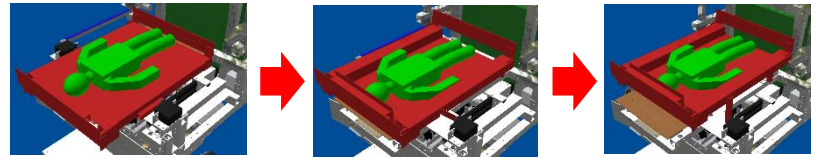
### ジャッキの置き方

ベッドの下にジャッキを格納して運搬する。3号機の正面が家瓦礫となる位置に移動して、ジャッキを、機体の外に出す。3号機の前バンパーでジャッキを押し家瓦礫の下に入れる。



### 担架式ベッド

要救助者をベッドに乗せるときは安定した板の上の布に乗せ、移動するときには布の端を持ち上げて担架にする。このように、機体に対してベッドに柔軟性を持たせることで、機体からベッドに伝わる振動や衝撃を吸収し、要救助者をやさしく運搬する。



チーム名 レスキューやらまいか	団体名 静岡大学ロボットファクトリー
第4号機 Elk(エルク)	ロボットの構成: 移動 1 台, 基地 台, 受動 台

ロボットの重要な機能（箇条書きで2つ、具体的に示してください）

- ・バンパーとアームによる瓦礫除去
- ・多彩なセンサによる容態認識

\* ロボットの概要（図などを使ってわかりやすく書いてください）

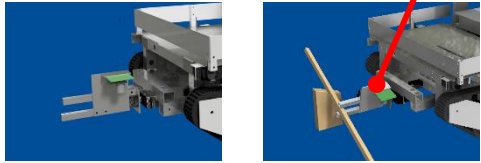
### 4号機の役割

- ・大きな瓦礫の移動  
持ち上げることの出来ない瓦礫をバンパーで押し移動させる。
- ・瓦礫の除去  
持ち上げることの出来る瓦礫をアームで移動させる。
- ・要救助者の搬送  
機体のベッド部に要救助者を乗せて、安全な所まで搬送する。
- ・カメラ、マイクによる容態認識  
アームの先端部にカメラとマイクを取り付け、要救助者の近い所で容態確認をする。

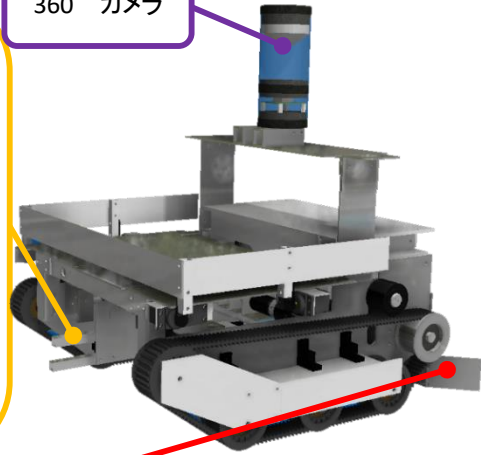
### アームの動き

4号機の機体前方からアームを出す。アームの板や棒を挟んで移動させる。さらにアームの先端部にカメラとマイクが付いているため、アームを確実に操縦でき、そのうえ、要救助者の容態確認も並行して出来る。

カメラ・マイク

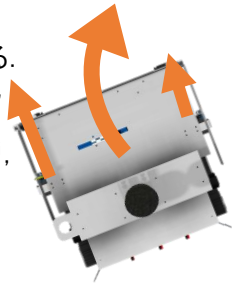


360° カメラ



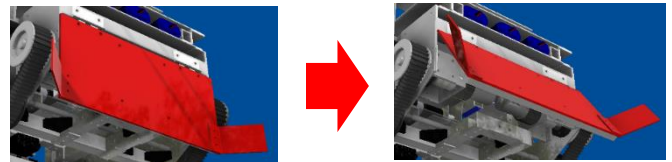
### 操縦者アシスト

9軸カルマンフュージョンコンパスとSTM32を用いて、ロボット自身の姿勢角を求め、目標角との偏差を求める。その値から左右のクローラーの回転速度を自動で変化させることで常に同じ方向を向き続けることができる。それによりロボットの足回りの個体差やホイールの滑り、段差で姿勢が変わった際に補正がされる。特に、重い瓦礫を押しながら移動したときに有効に働く。



### 後部バンパーの動き

4号機の機体後方には、バンパーがあり大きな瓦礫を押し動かす。蝶つがいで取り付けているため、傾斜にも対応することができる。さらに、前進時に乗り上げてしまった瓦礫をバンパーの下に巻き込まないようにしている。



チーム名 レスキューやらまいか	団体名 静岡大学ロボットファクトリー
第5号機 T-Rex(ティーレックス)	ロボットの構成: 移動 1 台, 基地 台, 受動 台

ロボットの重要な機能（箇条書きで2つ、具体的に示してください）

- ・超小型ロボット
- ・3自由度カメラによる救助機(1号機, 2号機)への視界提供

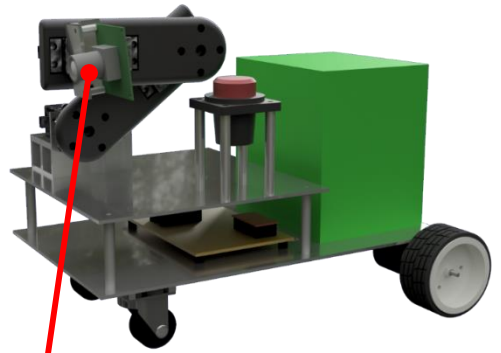
\* ロボットの概要(図などを使ってわかりやすく書いてください)

### 5号機の役割

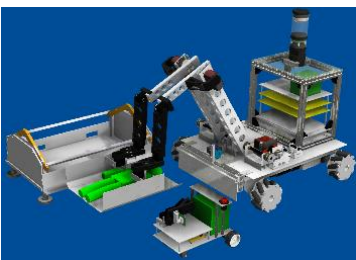
- ・要救助者の探索  
救助機(1号機, 2号機)よりも先に出発し、要救助者を見つけ出す。
- ・救助機への視界提供  
救助機の救助支援のために、視覚支援をする。
- ・カメラ、マイクによる様態確認  
3自由度カメラ、マイクで要救助者の容態を確実に確認する。
- ・高精度CO<sub>2</sub>センサによる周囲の安全確認  
CO<sub>2</sub>センサを搭載し火災などを事前に察知し、スピーカーで避難指示をする。

### 安全確認

5号機には、CO<sub>2</sub>・ガスセンサを搭載しており、周囲の環境を操縦者が分かるようになっていて、CO<sub>2</sub>濃度やガス漏れが分かることで火災や酸素不足状態の場所が分かる。周囲の、安全確認を行い、スピーカーで周囲の人に避難指示をする。

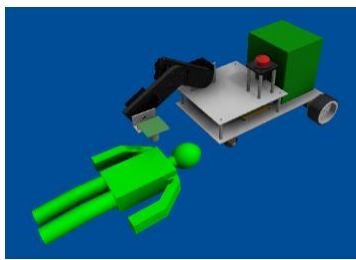


### 超小型ロボットの大きさ



5号機は約215×250mm程度の大きさであり、左の写真のように1号機と比べて非常に小さい。そのため、この機体は、他の大きな機体との共同作業において取り回しが良い。

### 3自由度カメラ・マイク



3自由度のアームの先にカメラとマイクが取り付けられており、それを用いて、要救助者の容態確認をする。座標変換処理をして、コントローラで簡単に操作できるようにする。

チーム名 レスキューやらまいか

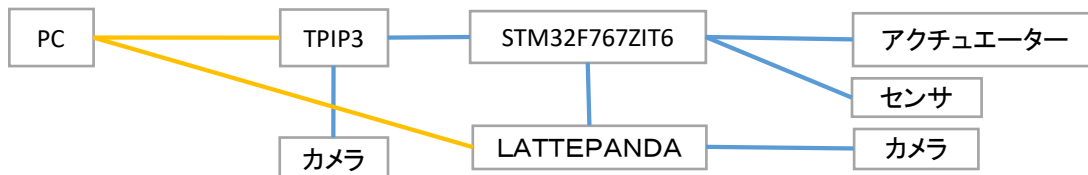
団体名 静岡大学ロボットファクトリー

\* 遠隔操縦ロボット用通信システムにロボット制御ボードとしてTPIP以外を使用する場合は必ず記入してください。

例) ロボット号機 ロボット名 ロボット制御ボード(メーカー名, 品番)

以下にシステム図を示す。

第1号機 **Hermit**(ハーミット) 黄色:Wi-Fi 青:有線 ※LATTEPANDA: Zhiwei Robotics Corp社製 LATTEPANDA4G/64G



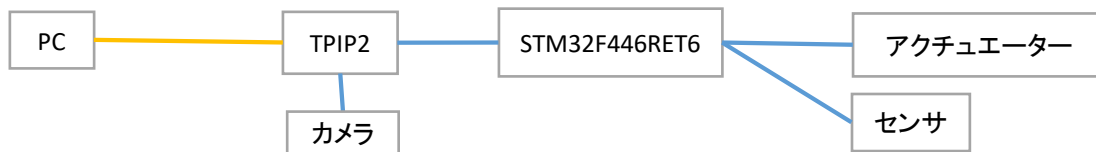
第2号機 **Lapin**(ラパン)、第4号機 **Elk**(エルク) 黄色:Wi-Fi 青:有線



第3号機 **Cougar**(クーガー) 黄色:Wi-Fi 青:有線



第5号機 **T-Rex**(ティーレックス) 黄色:Wi-Fi 青:有線





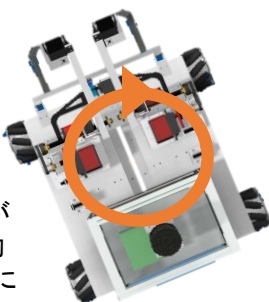
\* **モビリティアイデア**(このページを一つのポスターと考えてわかりやすく記入してください。パワーポイントファイルで1ページ(A4縦長)のポスターとして提出することも可)

### ☆回転補正

9軸カルマンフュージョンコンパスとSTM32を用いてロボットが自身の姿勢角を求め、目標角との偏差を求めて自動補正を行う。

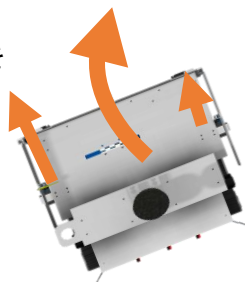
### ・メカナム制御

偏差がある一定以上になると、自身を回転をさせ、姿勢を自動で補正し続けることで、常に同じ方向を向け続ける。それによりロボットの足回りの個体やホイールの滑り、段差で姿勢が変わった際の修正が自動的に行われる。メカナムホイールで全方向移動できるため目的の方向を向いたままの移動が可能になる。



### ・クローラー制御

目標角との偏差から左右のクローラーの回転速度を自動で変化させることで、常に同じ方向を向き続けることができる。それによりロボットの足回りの個体差やホイールの滑り、段差で姿勢が変わった際に補正がされる。特に、重い荷物を押しながら移動したときに有効に働く。



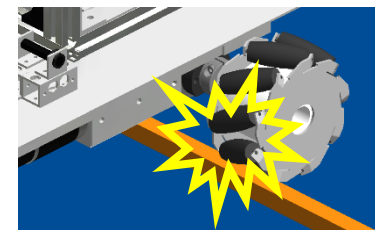
この技術を応用して道の方向を読みとりカーナビの道情報を読み込むことで、進路に従って自動で進むことができ操縦者のハンドル操作が劇的に楽になる。さらに、メカナムでは前を向いたままに移動することで縦列駐車等が容易にできるようになる。

### ☆1号機のアシスト機能

#### ・足回りの回転数制御

足回りのすべてのモーターにエンコーダーが取り付けられているため、制御側が要求している回転速度が実際に実現されているかをチェックすることができる。段差や異物で、タイヤの回転速度が落ちてしまった時に操縦者にフィードバックをするとともに、モーターへの出力を調整しすべてのモーターが要求通りの動きをするように制御を行う。

この技術を応用することで、荒れ地でタイヤがスタックしていることや、4輪の回転速度を比較することで、タイヤのスリップしていることを感知してトルクを調節することで事故を未然に防ぎ、さらに操縦者の負担を大幅に軽減することができる。



#### ・自律移動

ロボットにセンターラインの白線を読み取るラインセンサを取り付けSTM32で処理をして、自身が道のどのあたりにいるかを把握する。また、カメラ+Windows10ボードで画像処理を行い道の状況を把握する。それをSTM32にデータを送り認識させる。これにより操縦者が「次の交差点まで進め」などのコマンドをロボットに送ると、自動的に次の交差点の手前まで移動し停止したのち操縦者にフィードバックを行う。

この技術を応用してカーナビのシステムと合わせることで完全自律移動ができるようになる。