

チーム名 長湫ボーダーズ

団体名 愛知工業大学 レスキューロボット研究会

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

長湫（ながくて）は地名が由来で、ボーダー（Border）は境界という意味をもち、命のやり取りの境界を表しています。

### \* チームの紹介

私たちは愛知工業大学レスキューロボット研究会のメンバーで構成されたチームです。長湫ボーダーズでは『**実際の災害現場を想定した救助活動**』を念頭におき活動しており、『**実際の災害現場の中でロボットが要救助者をいかに救助していくか**』また『**どのようにして救助すれば要救助者に安心感を与えられるか**』をチームの共通課題として日々活動しています。

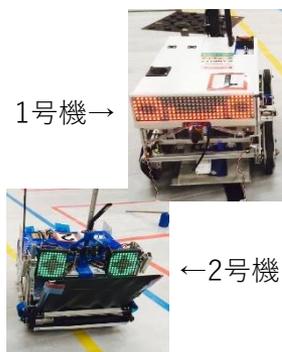
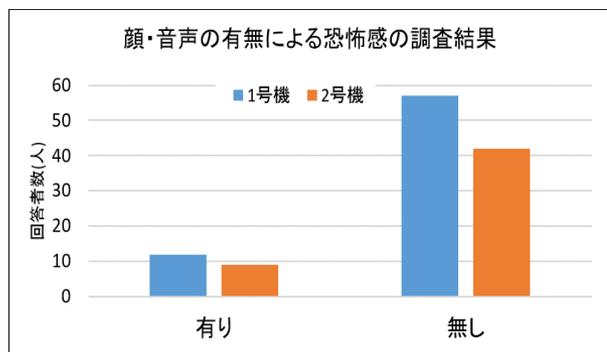
### \* チームのアピールポイント

私たちが昨年から取り組んでいるのは、効率よく要救助者を收容し搬送する中で、『**要救助者に対して何かしてあげられることはないか**』を考えることです。

そこで今年の私たちの考えたコンセプトは

『**レスキュー活動中に何ができるのか?**』です。

昨年は救助ロボットに顔と音声を搭載することで要救助者に**安心感を与える救助**を意識していました。なぜかという、無機質な機械であるロボットに淡々と救助されるのは怖いと感じられるからです。そこで、救助ロボットの顔と音声について、大学祭で一般の方々に提示し、アンケートを取ったところ下のグラフのような結果を得ることができました。



この結果から分かるように、ロボットでの救助でも工夫次第で要救助者へ恐怖感を抑え、安心感を与えることができます。

私たちはロボットでの救助活動の中で要救助者に対してできることは他にもあると考えています。

今年はさらに、安心感の他に要救助者にしてあげられることは何かと考えたとき要救助者に**飲み物と食べ物を提供する**ことを考えました。

なぜなら災害が起こり被災した救助を待つ要救助者は自力で動くことができず長い間、**飲み物や食べ物を口にすることができていないことが想定される**からです。

一般的にレスキューの現場では、要救助者は飲み物や食べ物を絶たれた3日間が過ぎると生存率は大きく低下するといわれています。

また、要救助者の搬送先の安全な場所や簡易的な医療機関にもたくさんの被災者が避難していることが予想され、飲み物や食べ物が不足していることが考えられます。

だからこそ、**ロボットの要救助者の收容スペースに水と食料を積んでおくことで收容した要救助者が飲み物と食べ物を得ることができ**、生存率を高めることができると考えました。

つまりロボットによる災害現場での物資供給の中でも特に重要なものは飲み物や食べ物であり、それらを供給することで、脱水症状や栄養失調による感染症などによる災害関連死の被害を抑え、**救えるのに救えなかった命を減らす**ことができると考えています。

### \* チームサポートの希望理由（希望しない場合は空欄）

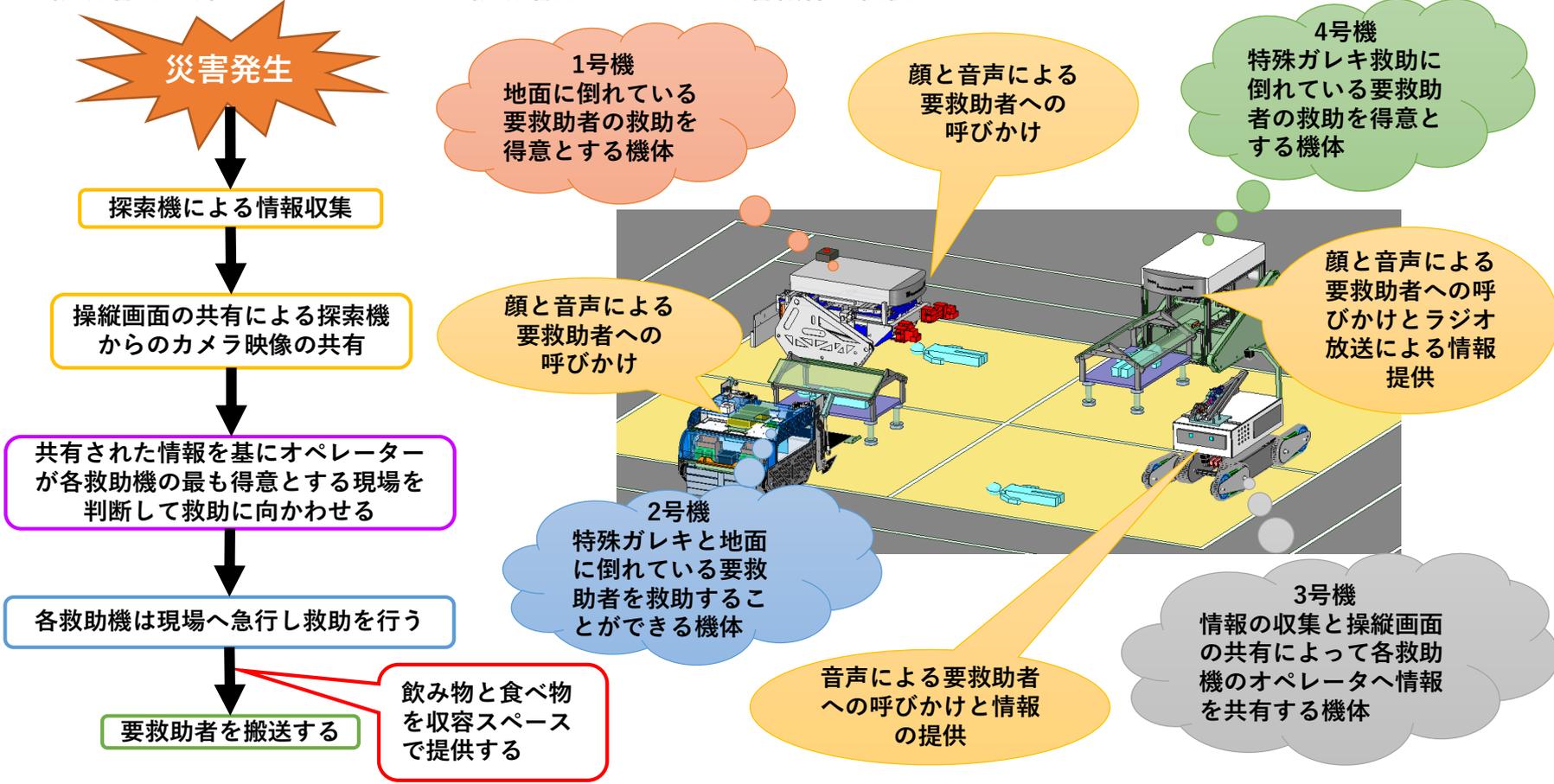
\*レスキュー活動上の特徴 (図などを使ってわかりやすく書いてください)

### 情報共有による効率的な救助

探索機からのカメラ映像を各救助機の操縦画面に共有します。そのうえで各救助機に役割を持たせます。各救助機は情報を基に自分が最も得意とする現場をオペレーターが判断し、救助に向かうことが出来るため効率が良い、救助の成功率を高めることが出来ます。

#### ・ 救助活動の流れ

#### ・ 救助活動のイメージと各機体の役割



チーム名 長湫ボーダーズ	団体名 愛知工業大学 レスキューロボット研究会
第 1 号機 ロボット名 (フリガナ) センブリ	ロボットの構成：移動 1台, 基地 台, 受動 台

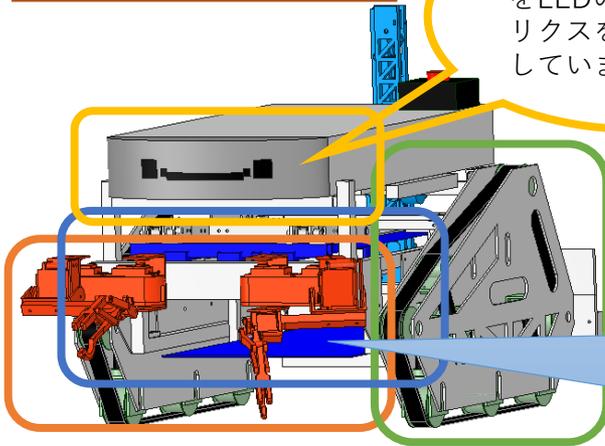
ロボットの重要な機能 (箇条書きで2つ, 具体的に示してください)

- ・布を用いたスライド式救助機構
- ・マスタースレーブシステムにより操作する水平多関節アーム

\*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)

## 救助ロボット

音声に合わせた表情をLEDのドットマトリクスを用いて表現しています。



収容スペースに飲み物と食べ物を積んでいます

## コントローラ



昨年はアームとロボットの制御を別々のコントローラで行っていましたが、今年はコントローラを1つにまとめます。これによりコントローラを持ち替える手間を省き、スムーズな救助活動を行うことが可能になります。

## サスペンション付きクローラー

災害時に悪路を走行することを想定し、踏破性の高いクローラーを採用しました。また、他の移動機構と比較して搬送時の要救助者へのダメージが大きいという調査結果を考慮し、サスペンション機構を取り付けます。これにより路上ガレキを乗り越えた際の衝撃を和らげ、要救助者を優しく搬送します。

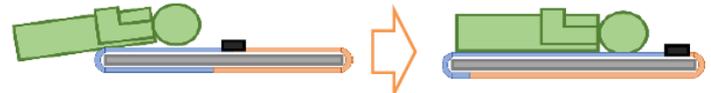
## 水平多関節アーム

水平方向に柔らかい水平多関節アームをマスタースレーブシステムで制御することで、ガレキとの距離の微調整を容易に行うことができ、簡単にガレキ除去に適した位置にアプローチできます。先端のハンドは受動でガレキの傾きに合うように自由度を持たせており、ガレキをつかむ性能を向上させる工夫をしています。

## 布押し出し式スライドベッド

布の一部(下の図の黒い部分)を固定しながらベッドの板を前方に駆動させることで同時に布を押し出し、要救助者を引きずりながら移動させることなくベッドの上に乗せて救助を行うことができます。ベルトコンベア式とは異なり、救助する際に要救助者をローラーで巻き込む恐れがなく、救助時に衝撃の少ない優しい救助機構となっているところが特徴です。

## ・救助時のイメージ

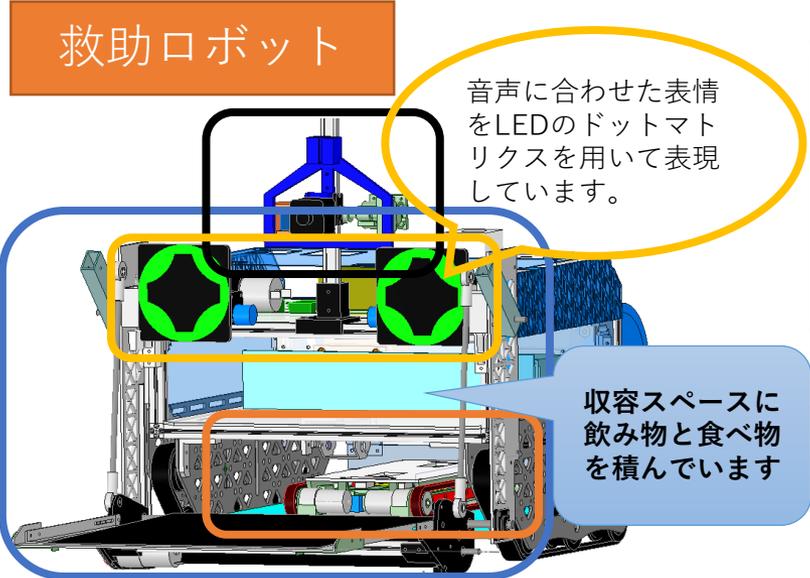


チーム名 長湫ボーダーズ	団体名 愛知工業大学 レスキューロボット研究会
第 2 号機 ロボット名 (フリガナ) ミモザ	ロボットの構成：移動 1台, 基地 台, 受動 1台

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)  
 ・センサーを用いた家屋安定化機構の展開  
 ・位置調整のできる救助機構

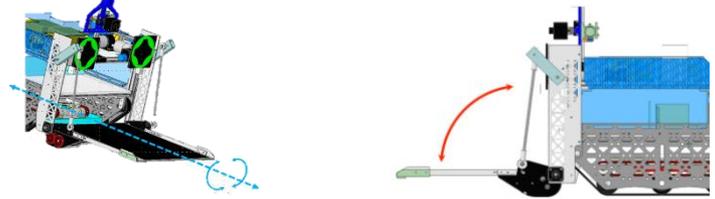
\*ロボットの概要 (図などを使ってわかりやすく書いてください)

## 救助ロボット



## 位置調整のできる救助機構

救助機構の左右別駆動の高さ合わせ機構によってベッドの高さとロール角、根元のモーターによってピッチ角を変えることができますので特殊ガレキのような不安定な状況下に要救助者がいた場合、機体が傾いている状態や平地にいる要救助者の救助など幅広い救助活動を行うことができます。

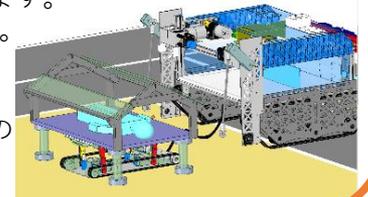


## 自動家屋安定化機構(切り離し可能な受動ロボット)

不安定な特殊ガレキでは倒壊の危険性があるため、オペレータと要救助者の不安が大きくオペレータと要救助者、双方が安心・安全を感じられる救助活動の実現が必要だと考えました。よってセンサーを用いた自動でやさしく特殊ガレキを安定化できる機構を搭載しています。

### ・機構の使用方法

1. 2号機から発進、特殊ガレキの下部に入ります。
2. 特殊ガレキの傾きをセンサーで感知します。
3. 傾きを補正し安定化させるため機構を展開します。
4. 救助完了後2号機と切り離され特殊ガレキの保持を続けて二次倒壊を防止します。



## 移動式カメラ

カメラ本体をラック&ピニオンを用いて動力を伝達し、スライドレールによってスムーズに上下させる機構を用いています。さらにカメラの根元にサーボモータを取り付けカメラの角度を変えることもできます。これらを用いれば、走行時と救助時の切替や前方の対象物を見たい角度から見るができます。

チーム名 長湫ボーダーズ	団体名 愛知工業大学 レスキューロボット研究会
第 3 号機 ロボット名 (フリガナ) アイリス	ロボットの構成：移動 1台, 基地 台, 受動 台

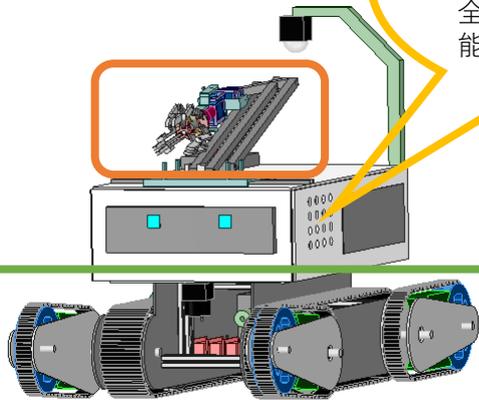
ロボットの重要な機能 (箇条書きで2つ, 具体的に示してください)

- ・角度35度の実寸大の階段を昇降可能な能動サブクローラー付きの移動機構
- ・最低4自由度で3つ以上のセンサーを備えたガレキ撤去アーム

\*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)

## 探索・支援 ロボット

ガレキの撤去作業中に音声による注意喚起をすることで、周囲の安全を考慮した動きが可能となっています。



### 能動サブクローラー付き移動機構

探索ロボットはあらゆる場面でより多くの情報を集めるため、高い踏破性が重要であると考えました。

そこで、このロボットに**米国NIST規格の階段**を昇降する事が可能な能動式サブクローラーが付いた移動機構を搭載しました。右の図が実際の様子です。



### ガレキ撤去アーム

救助活動をする際、要救助者の上に覆いかぶさっているガレキが障害となり得るので、撤去可能なアームが必要であると考えました。

ガレキ撤去だけでなく、先端に付いたカメラで他ロボットの視点確保に役立てることもできます。

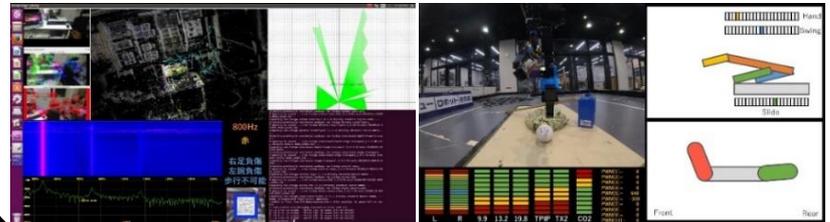
ハンドの開閉部のセンサーによって対象がつかめているか、またアームの軌道上に撤去対象のガレキ等が存在するかをオペレータが確認できます。

また、エンドエフェクター先端部の形状を変化させることでガレキを掴む際の支点を3点にし、ガレキを掴む作業を安定化させています。

### オペレーター支援システム

URGなどを用いたSLAMによって視界が悪い現場でも周囲のガレキの有無を確認します。さらに常に環境地図を作成もしていきます。

クローラーやアームに取り付けられたポテンショメータ等の各種センサーによって現在のサブクローラーやアームの可変状態を画面上で確認することができます。

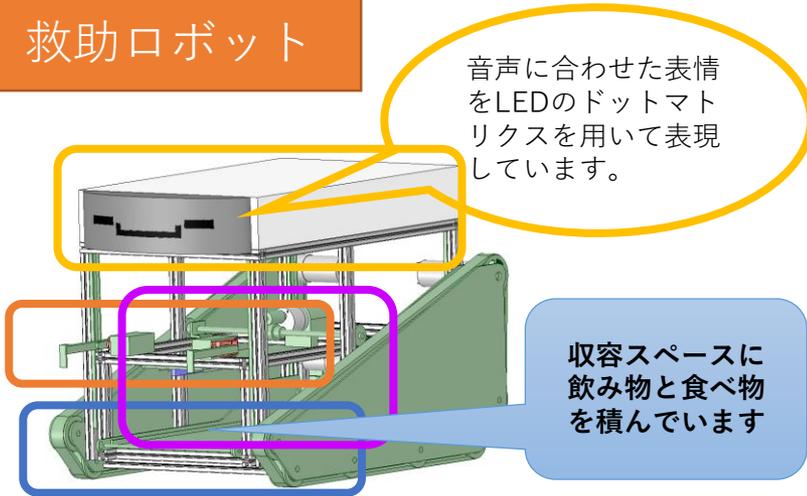


チーム名 長湫ボーダーズ	団体名 愛知工業大学 レスキューロボット研究会
第 4 号機 ロボット名 (フリガナ) アキレア	ロボットの構成：移動 1台, 基地 台, 受動 台

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)  
 ・要救助者の向きを救助機構に合わせることができる向き調節機構  
 ・救助機構を上下させる高さ合わせ機構

\*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)

## 救助ロボット



音声に合わせた表情をLEDのドットマトリクスを用いて表現しています。

収容スペースに飲み物と食べ物を積んでいます

### ラジオによる情報提供

情報収集手段に乏しい人に災害状況を伝えます。情報の伝達手段としてはコミュニティFMによりテレビよりも地域の詳細な情報を展開できます。また情報発信者が多く匿名な事もあるSNSよりも情報に正確性があるしかし専用のラジオ周波数についてどれくらいの認知があるのかはわかりません。  
 状況のわからない不安やストレスをラジオにより軽減したいと考えています。

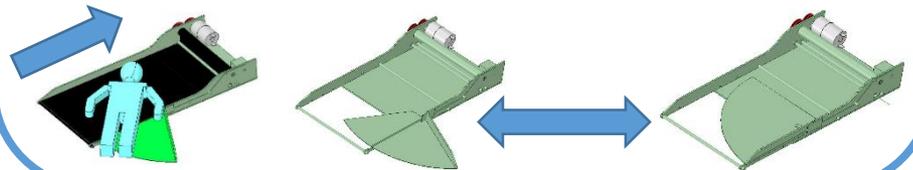
### ベルトコンベア式救助機構

ベルトコンベア式ベッドを使用しています。高さ合わせ機構により高さを合わせ、要救助者を機体側に引き込み救助します。  
 要救助者の向き調節機構を付けているため、縦横どちらの向きの要救助者に対応し救助を行うことができます。

### 要救助者の向き調節機構

救助活動前に展開し要救助者に対してガイドの役割を担います。ベルトコンベア式ベッドで要救助者を引き込む力を利用し、要救助者は向き調節機構に沿いながら向きを変化させます。  
 ガイドは扇形をしておりワイヤー等で引っ張り開閉をします。

・ 救助時のイメージ ・ 機構の開閉のイメージ



### 壁はがし機構

機体にアーム状のものを取り付けてあり特殊ガレキ内から外へ力を加えます。このアームにより特殊ガレキ縦側・横河の壁板・天井を除去します。

### 高さ合わせ機構

スライドレールとラックを使用し救助機構の高さ合わせを行います。高さが変化する特殊ガレキの床高さに合わせ、ベッド先の高さを調節します。

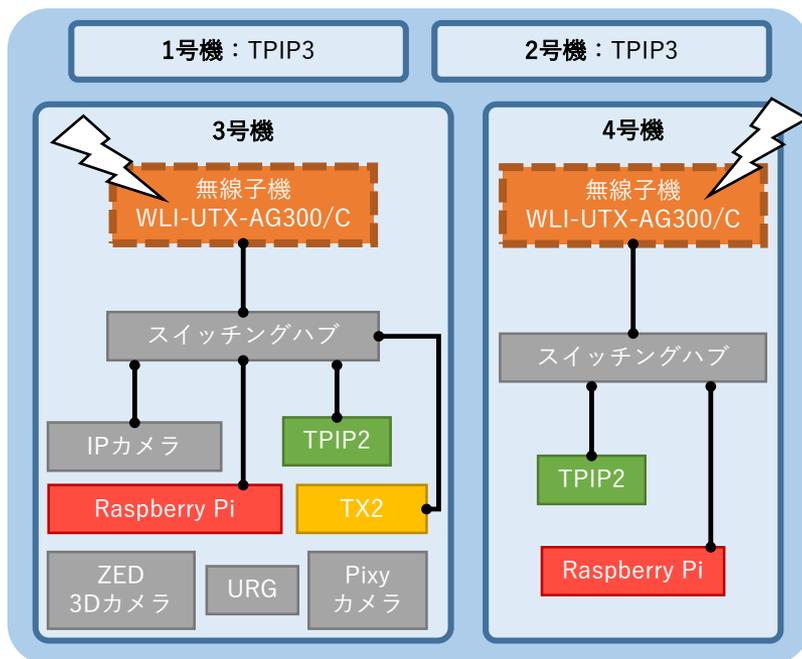
①ロボット制御ボード

ロボット号機	ロボット名	制御ボード	製造メーカー
3号機	アイリス	Jetson TX2 開発者キット	NVIDIA
3号機	アイリス	Raspberry Pi 3 Model B	Raspberry Pi財団 + RSコンポーネツ
4号機	アキレア	Raspberry Pi 3 Model B	Raspberry Pi財団 + RSコンポーネツ

②無線LAN子機(チームで用意する機器)

ロボット号機	ロボット名	メーカー	型番	使用する無線帯域
3号機	アイリス	株式会社バッファロー	WLI-UTX-AG300/C	IEEE802.11a W52のみ
4号機	アキレア	株式会社バッファロー	WLI-UTX-AG300/C	IEEE802.11a W52のみ

③大会における運用イメージ



3号機は非常に画期的なシステムです!

3号機は3つの遠隔操縦用ロボット通信システムを同時使用してレスキュー活動に当たります。  
 ①TPIPは操縦するためのカメラ映像を送信し、CANネットワークへ制御情報を送受信するためのハブとして機能します。  
 ②JetsonTX2はURG・3Dカメラ・PixyCMUカメラ・通常のカメラを用いて画像処理を元にSLAMを行い、被災地の状況やロボットの位置情報を分かりやすく表示することが可能です  
 ③Raspberry Piは傾斜角に応じたサブローラー角度制御を行う他、他の制御システムの動作を常時監視し、異常時にはオーバーライドしてフェルセーフを実現します。

3号機遠隔操縦システムの操縦画面のイメージ図



4号機は自動で容態判定を行うシステムを組み込みます!

①TPIPは操縦全般を行うための遠隔操縦ロボット通信システムとして利用します。全てのロボットの制御はTPIPを介して行われます。  
 ②Raspberry Piは容態判定を自動で行うための端末として機能します。QRコード解析と、音声周波数解析(FFT)を行い、取得した情報を送信します。またロボットの動作や環境情報のセンサーデータをログにして後から解析できるようになります。



\*モビリティアイデア 私たちの今年のテーマの一つである『要救助者への飲み物・食べ物への供給』を意識したアイデアです。

# 自走式ドローン基地自動販売機

この自動販売機は通常の自動販売機とは別に、街中を多数のロボットと情報を連携して行動します。さらにドローンの充電施設としても活用し、飛行時間の弱点をサポートします。



**平常時** 街中を巡回しており、飲み物や食べ物を移動販売します。また、スマホやパソコンからの注文で自動販売機が届けに来てくれます。

注文を受け走って向かいます

マンションの上の階などからの注文にはドローンが対応します

LiDARを装備しレベル4自動運転並みの自律走行が可能

ドローンの給電基地として利用可能

タッチパネルモニター型の自動販売機

固定自動販売機から給電を受けている充電スポット

**災害時** ドローンを飛ばして周囲の情報を収集します。その情報を基に人の集まっているところに飲み物や食べ物を届けに向かいます。

消防や自衛隊へ

飲み物と食料を供給します