

チーム名 S.S.S.S

団体名 S.S.S.S(学生・社会人合同チーム)

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

私たちは2021年～2023年にレスキューロボットコンテスト(以下レスコン)に出場した「チームホビーロボット」のメカナムクローラー開発メンバーを中心に構成されており、次の4つのSがチーム名の由来となっています。

【進化】【Simple Fighter(初めてレスコンでメカナムクローラーを導入したロボット)】【SDL(学生が所属する研究室)】【SIES(メンバーが所属する学会)】

* チームの紹介

チームメンバーはレスキューロボットの研究に興味を持っている学生と社会人で構成されています。メンバーはレスコンに限らずさまざまなロボコン(ロボカップレスキュー・ヒト型レスコン・ROBO-ONE・キャチロボバトルコンテストなど)に挑戦し日夜研究に励んでいます。また、積極的に学会やSNSなどの媒体を用いて情報共有や発信も行っています。

* チームのアピールポイント

私たちのチームは、

「不整地走破と全方向移動の両立による迅速な救助」

をコンセプトに、災害現場で実践的に使うことを目指しロボットを開発しています。レスキュー活動において重要なことの1つは、**要救助者のもとへ迅速に駆け付け、救助活動を行うことです。**しかし、災害現場は瓦礫や段差が存在する不整地であることが一般的であり、ロボットには**高い段差走破性能**が求められます。また、救助の際には要救助者に対する正確な位置調整が不可欠です。位置調整において旋回動作を繰り返すことで救助時間が伸び、要救助者への負担が増えないよう、スムーズに要救助者へアプローチする必要があります。そこで、ロボットには旋回動作の回数を減らすことができる横移動などの**全方向移動の機能**が求められます。

しかし、従来の移動機構にはそれぞれ以下の課題があります。

・メカナムホイールやオムニホイールは**全方向移動**に優れる一方で、不整地や段差の走破性能がクローラーに比べて劣ります。

・クローラーは**不整地走破性能**に優れるものの、全方向移動ができません。

そこで、私達は**不整地走破性能と全方向移動を両立**する移動機構をロボットに用いました。

・1号機と2号機は**無限軌道とメカナムホイールを組み合わせたメカナムクローラー**を採用

・3号機では**ヒューマノイド型の二足歩行ロボット**を採用

これにより、どのような不整地・段差も走破し、迅速に現場到着ができると考えました。さらに、要救助者に全方向移動を用いて迅速にアプローチすることで、要救助者をできるだけ短時間で救助し、要救助者の負担軽減を目指します。

また、高所カメラを備えた4号機を用いることで、1～3号機の救助活動をサポートします。

* チームサポートの希望理由(希望しない場合は空欄)

私たちはレスコンのテストフィールドに限らず、土の上やアスファルトなど様々な環境で実験を行っています。また、レスコンと同じロボットで、ロボカップのレスキューリーグにも出場し、その環境でも実験を行っております。しかし、非常に負荷の高い実験を多く行うため、メンテナンス費用が大きな負担となっています。挑戦の幅を広げ、より高度な技術開発を進めるために、ご支援のほどよろしくお願い申し上げます。

*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)

私たちのレスキュー活動の考え方

1. 迅速な不整地・段差の走破

1~2号機はメカナムクローラー(図1)、3号機は二足歩行を用い、どのような厳しい不整地・段差も迅速に走破し、現場到着までの時間を短縮します。

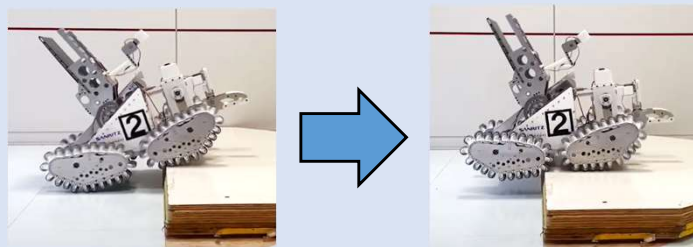
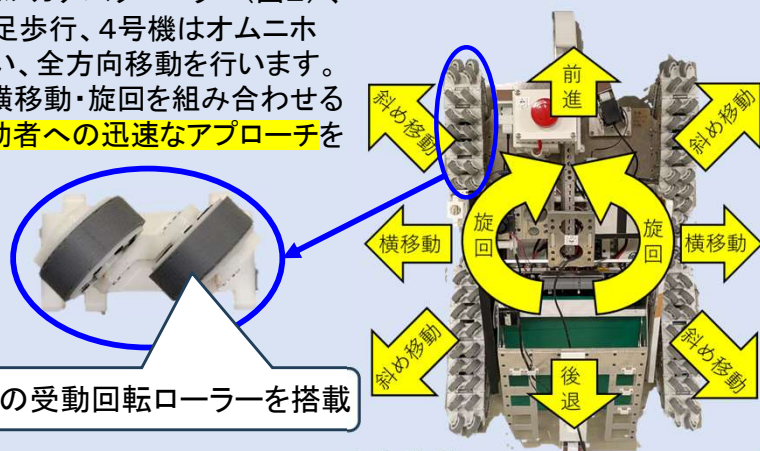


図1.メカナムクローラー台車による段差走破

2. 全方向移動による迅速なアプローチ

1~2号機はメカナムクローラー(図2)、3号機は二足歩行、4号機はオムニホイールを用い、全方向移動を行います。前後移動・横移動・旋回を組み合わせることで要救助者への迅速なアプローチを行います。



履板に斜めの受動回転ローラーを搭載

図2.メカナムクローラー台車による全方向移動

3. 要救助者の負担軽減

不整地走破と全方向移動という相反する機能を両立している私たちのチームだからこそ、**大幅な要救助者の負担軽減が可能**であると考えます。私たちはメカナムクローラーの横移動を用いると、現場到着やアプローチにかかる時間が短縮できるかを実験しました。実験は図3の実験フィールドで10名の被験者が2種の台車をゴールまで操縦するという方法で行いました。結果、平均走行時間が約10秒短縮されたことがわかりました。**横移動ができるメカナムクローラー台車が通常のクローラー台車と比べ、より速く現場到着、要救助者へのアプローチができる**可能性があります。以上のことから私たちのレスキュー活動の考え方は、**要救助者の負担減につながる**と考えました。

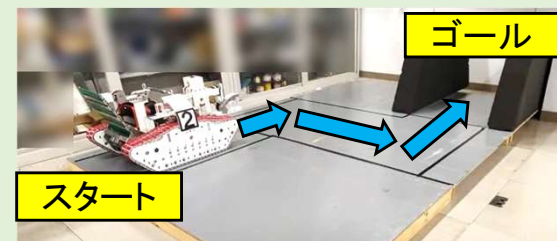


図3.実験フィールド

4. 不整地走破への挑戦

私たちは、現実のレスキューを想定して、図4のような砂地での実験や図5のようなロボカップジャパンオープンレスキュー実機リーグの競技において、メカナムクローラーの不整地走破性能の向上について取り組んでいます。

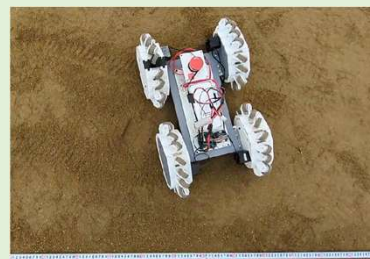


図4.砂地での実験

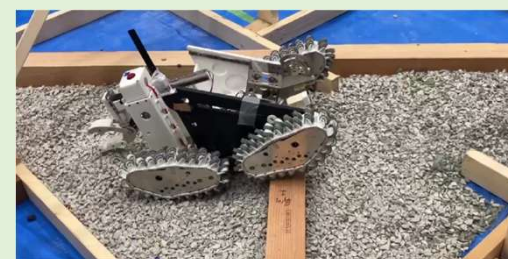


図5.ロボカップでの競技

チーム名 S.S.S.S	団体名 S.S.S.S(学生・社会人合同チーム)
第1号機 ロボット名(フリガナ)メカナムクローラー2024(メカナムクローラーニセンニジュウヨン) オブジェクト 0 台	種類: 移動ロボット(通信 無線, 有線, 切替) オブジェクト (緊急停止スイッチ あり , なし)
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) ・メカナムクローラーによる 不整地・段差の走破 と 全方向移動 (前進/後退/旋回/横移動)※横移動時5mmの段差を乗り越える段差走破能力 ・回転数制御が可能なモーターによる、フィードバック制御	

* **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) オブジェクトが含まれる場合, 機能・動作を明記すること

これまでの取り組みと問題点

過去のレスコンにおいて、私たちは無限軌道の履板に45°傾けたローラーを搭載し、不整地に強い無限軌道と全方向移動が可能なメカナムホイールを融合させた【メカナムクローラー】を実現しました。また、ローラーの半径を3mmから15mmにし、履板の外に取り付けることで、前方向の段差走破可能な高さが60mmから100mmに向上し、横方向では、1mm以下から5mmに向上させました。しかし、救助機構の重量が原因で、重心がロボットの中心からずれることにより、旋回や横移動のときにずれが発生するという課題がありました(図6)。

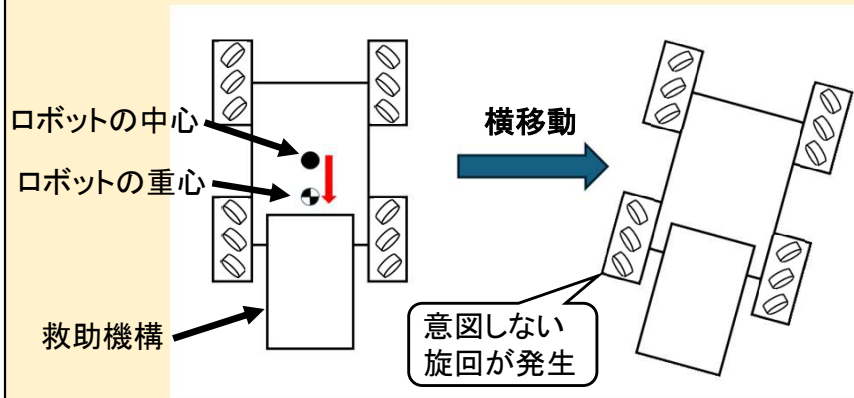


図6.重心のずれによる横移動性能の劣化

1号機の特徴

これを解決するために、回転数制御が可能なモーターを取り付けることにより、フィードバック制御を行います。フィードバック制御を用いることにより、旋回や横移動時のずれの発生を低減させることが可能となります。左右でギア比の異なるモーターを用いた独立二輪型の実験機において、回転数制御がある場合とない場合の比較を行いました。図7に示すとおり、安定した直進に成功した結果から、回転数制御の有効性が確認され、メカナムクローラー台車(図8)においても、有効である可能性があると考えられます。

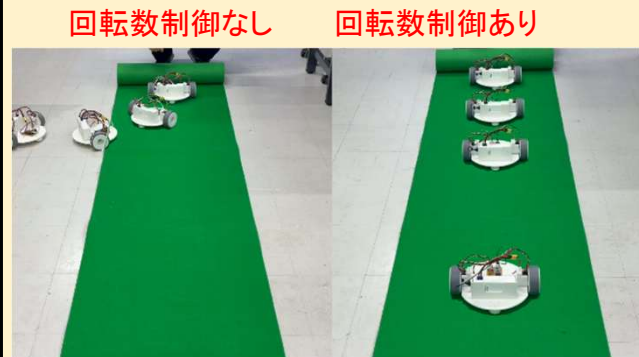


図7.回転数制御がある場合とない場合の結果

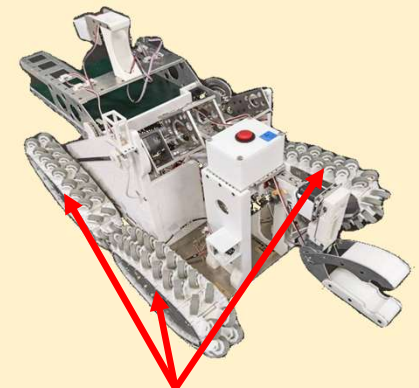


図8.回転数制御が可能なモーターを取り付けたメカナムクローラー台車

チーム名 S.S.S.S	団体名 S.S.S.S(学生・社会人合同チーム)
第2号機 ロボット名(フリガナ) メカナムクローラー2025(メカナムクローラーニセンニ ジュウゴ) オブジェクト 0 台	種類: 移動ロボット(通信 無線, 有線, 切替) オブジェクト(緊急停止スイッチ あり , なし)

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)

- ・メカナムクローラーによる**不整地・段差の走破**と**全方向移動**(前進/後退/旋回/横移動)※横移動時5mmの段差を乗り越える段差走破能力
- ・要救助者の体を全方向から覆い、**火災や瓦礫**などから守る**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) オブジェクトが含まれる場合, 機能・動作を明記すること

2号機の特徴

これを解決するために、図11のような救助機構を搭載したロボットを開発します。図13のように**シート状の素材を用いる**ことで、**救助機構を開いても、余分なスペースが発生しません**。そのため、**瓦礫を撤去する必要があるスペースが減り**、要救助者に対し、より迅速な救助が可能になります。また、新しい救助機構は図12のように要救助者の体を全方向から覆うことができます。そのため、現実のレスキュー現場で想定される火災や瓦礫などの危険から要救助者を守ることができると考えられます。

これまでの取り組みと問題点

レスコン2025における2号機は図9のようなベッドを開閉する救助機構を備えていました。しかし、この機構では、救助する際に救助機構を開くスペースを確保する必要があるため、救助できない場面がありました(図10)。

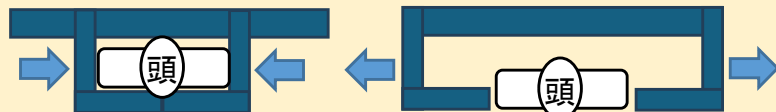


図9.旧救助機構

救助機構をおろすことができない

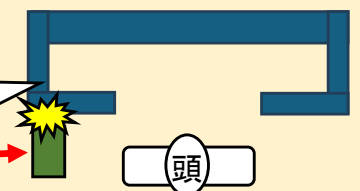


図10.救助機構の問題点

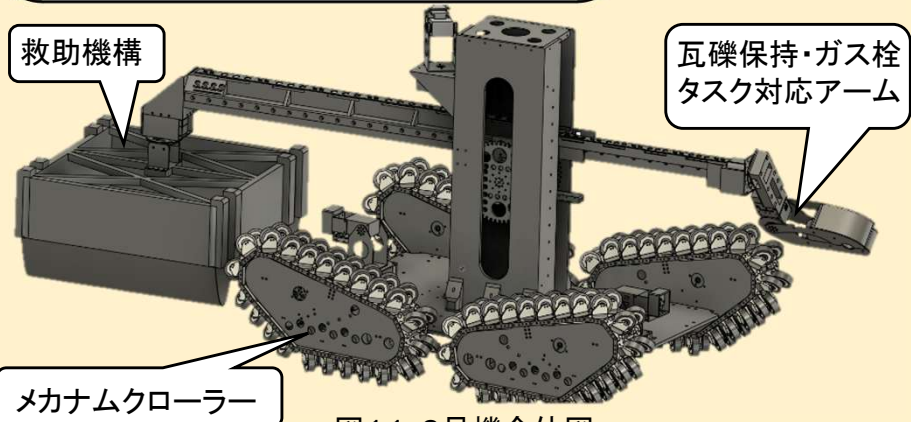


図11. 2号機全体図

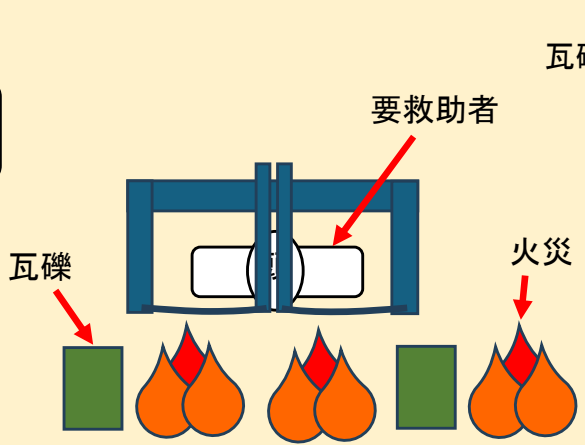


図12. 救助機構

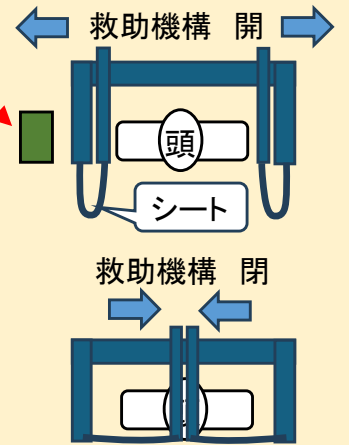


図13.救助機構での救助

チーム名 S.S.S.S	団体名 S.S.S.S(学生・社会人合同チーム)
第3号機 ロボット名(フリガナ) 二足ロボ2025(ニソクロボニセンニジュウゴ) オブジェクト 0 台	種類: 移動ロボット(通信 無線, 有線, 切替) オブジェクト(緊急停止スイッチ あり , なし)

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)

- ・二足歩行による**段差走破**と**全方向移動**(前進/後退/旋回/横移動)
- ・支えを伸び縮みさせ、片足立ち状態を少なくする「**階段昇降装置**」

* 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) オブジェクトが含まれる場合, 機能・動作を明記すること

これまでの取り組みと問題点

メカナムクローラー台車は砂地で前進・旋回は可能である一方、横移動時に路面を掘り返し(図14、青矢印)、意図しない旋回や前後進が発生するため、安定した横移動は実現できていませんでした。そこで2024年度には、砂地での横移動性能向上を目的として、二足歩行による全方向移動が可能な3号機を開発しました。二足歩行は路面を掘り返さず、砂地での移動に適していました。図15に横移動成功の様子を示します。一方、3号機はROOM Cへの到達を目的として階段走破に取り組んでいますが、未達成です(図16)。レスコン2024では4段目、2025では10段目で転倒しており、いずれも片足支持時にバランスを崩したことが原因です。

2026年度に挑戦すること

多様な災害状況を考え、2026年度も砂地での救助活動を想定した二足歩行機を導入します。さらに、階段走破の成功率を高めるため、**図17に示す「階段昇降装置」の実証に挑戦**します。図17のように足裏から支えを伸び縮みさせることにより、片足立ち状態を少なくし、階段走破の成功率を高めることができると考えました。

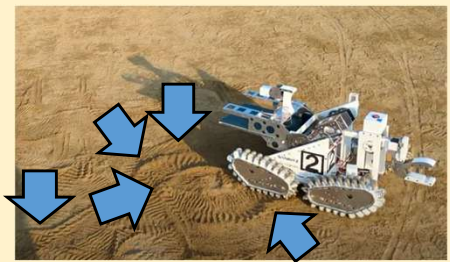


図14. 砂地での横移動(失敗)



図16. 階段走破時に転倒

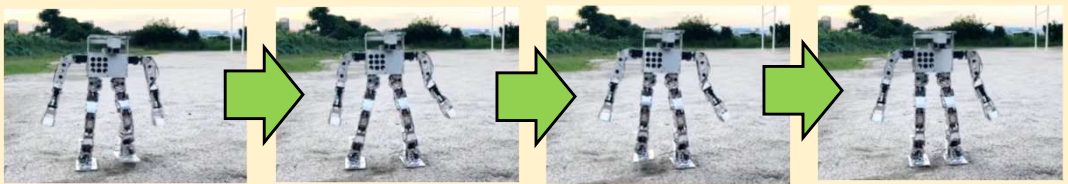


図15. 砂地で横移動に成功した3号機

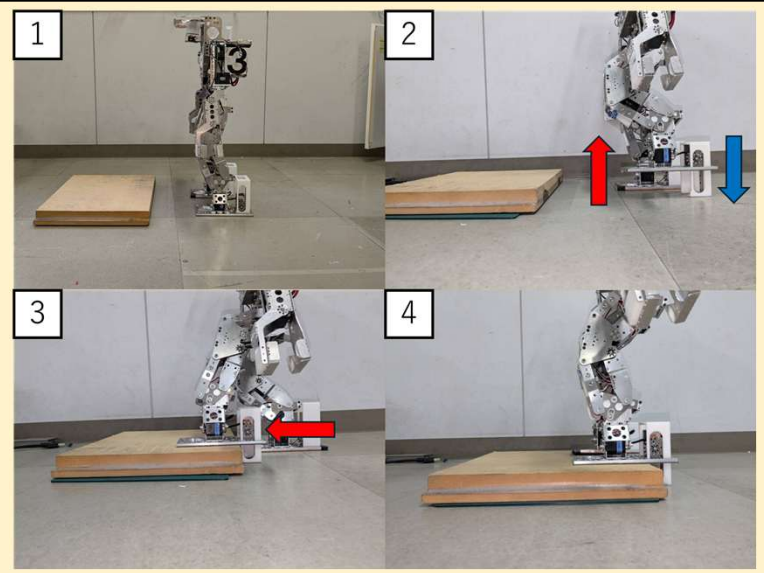


図17. 階段昇降装置
※Si2024にてS. S. S.Sメンバーが発表 (1C7-02)

チーム名 S.S.S.S	団体名 S.S.S.S(学生・社会人合同チーム)
第4号機 ロボット名(フリガナ) 小型オムニロボット2025(コガタオムニロボットニセンニジュウゴ) オブジェクト 0 台	種類: 移動ロボット(通信 無線, 有線, 切替) オブジェクト (緊急停止スイッチ あり , なし)

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)

- ・オムニホイールによる**全方向移動**(前進/後退/旋回/横移動/斜め移動)
- ・比例制御に基づく、フィードバック制御

* **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) オブジェクトが含まれる場合, 機能・動作を明記すること

これまでの取り組みと問題点

レスキューロボットコンテスト2025において、移動機構にオムニホイールを採用したロボットを開発しました。しかし、直進が安定せず、最短経路で移動することができないことや瓦礫に衝突することが発生しました。その結果、救助作業が遅れるという欠点がありました。

4号機の特徴

これを解決するために、比例制御に基づくフィードバック制御を導入することで、各モーターの出力を調整し、直進性能の向上を目指します。この手法は、実験機(図18)において、ジャイロセンサーを用いたフィードバック制御により、安定した直進に成功した結果から、その有効性が確認されました(図19)。また、4号機は小型かつ軽量で、低トルク・高回転のモーターを採用していることから、迅速な救助活動が可能になります。さらに、図20のようにオムニホイールを採用することで、段差走破性能は低下するものの、1~3号機と同様に全方向移動を可能とし、救助活動をより機敏に行うことが可能になります。加えて、図21のように70cm以上の高さに持ち上げる機構を使用し、テストフィールド全体を撮影する高所カメラを搭載します。この映像をオペレーターに共有することで、救助作業をサポートすることが可能になります。



図18.実験機



図20.4号機全体図

ジャイロセンサーなし ジャイロセンサーあり



図19.実験結果



図21.カメラを展開した様子