



所属団体名 <small>(〇〇県〇〇市立〇〇中学校 〇〇発明クラブ)</small>	茨城県 つくば市立 谷田部東中学校 科学部
ふりがな	じょうねつちきんず
チーム名	情熱チキンズ
ロボコンルール名称 <small>(URL https://...)</small>	ルールの名称 (部門) 等 : 応用・発展部門 「もっと支援物資を運搬せよ！」 (https://ajgika.ne.jp/~robo/ru/R5/R5_ouyou.pdf)
製作期間	2023年 4月頃 ~ 2023年 10月頃
製作時間 <small>(構想から試作完成までの 全ての時間)</small>	225時間
ロボットに関する写真と図 必ず、ロボットの概要や機構等の特徴がわかる写真や図等を、1~4枚程度で掲載しましょう。 写真や図に記号等を書き込み、この下の枠「ロボットのアイデア概要」で解説しましょう。	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div> <div style="text-align: center;"></div> </div>
ロボットのアイデア概要 【報告書要約】 どのような動きを実現するために、具体的にどのような素材や機構を用いて実現したのか説明してください。	車体はアイテムを多く保持できるよう、サイズ制限に収まる限り大きくした (写真1、2)。さらに、プラ段の板を回転させ、アイテムを巻き込むことで回収する機構を製作した (後に写真3の機構に改良した)。移動にはロボット後方に滑りにくい素材でできている、移動にはギヤ比を低く設定したタイヤを使用し (写真4)、前方に2つの補助輪をつけた。これはアイテムエリアの地面の出っ張り対策としても機能する。また、アイテムの得点方法については、傾いている板にボールを載せ、ラダーチェーンとゴールの壁を利用して得点するというアイデアを、様々な工夫を凝らして実現した (写真5、6)。また、コントローラーや配線の整理など、細かな部分にも注力した。
参考資料 製作上参考にしたロボット等の情報を文章とURL等を用いて掲載しましょう。	「未設定」のロボットを参考に、プラ段の板を回転させ、ボールを巻き込むことで回収する機構を製作した (大会出場時点)。また、一度に多くのアイテムを保持するという考えも「未設定」の大型ロボットから着想を得た (https://gijyutu.com/imgk/archives/2583)。また、長いラダーチェーンでアイテムを運ぶという発想は、一部、栃木県の「聖心スタンプー」の機構を参考にした (https://gijyutu.com/main/wp-content/uploads/2023/02/99c24c2fa84e3164f32ab52807d50b47.pdf)。

※参考資料が書かれていないなど、未記入の項目がないようにしましょう。

※報告書の2枚目以降にさらに詳しく自由フォーマットで記入しましょう。この表紙を入れて6枚以内で報告書をお願いします。

※この報告書は クリエイティブ・コモンズ 表示 4.0 国際 ライセンスの下に提供されます。 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ja>

1. 設計

私たちは、科学部の同学年6人(その後1人脱退)でチームを組み、4月半ばから、

- 多くのアイテムを保持できるようにする
→ボールを何度も回収するのは手間だと感じたため
- 継続的にアイテムを得点できるようにする
→より多くのアイテムを、効率よく得点するため
- 低、中、高の3ゴールに得点する
→高さ制限があるため、ピラミッドは諦める

という目標を立て、メインロボットの製作を始めた。また、昨年度の反省を踏まえ、ロボットを頑丈にすることや、切れた銅線の修復やナットの緩みの修正など、メンテナンスを容易にできるようにするということを大切にした。

(なお、ビックリドッキリメカでピラミッドに得点をするという計画もあったものの、大会当日までに製作が間に合わなかった。)

2. メインロボットの製作

2.1. 車体

車体は昨年度のロボットである「未設定」のものを参考にし、多くのアイテムを保持できるようにするため、大型で、直方体のような形状にした。横幅はボールが4つ並ぶように調整した。具体的には、ネジやゆがみを考慮し、1cmから4cm程の余裕を持たせつつも、サイズ制限の限界まで大きくした。また、素材は切断しやすく頑丈なプラ段(プラスチック段ボール)を選んだ。これにより、切断後の調整や補強もしやすいというメリットも生まれた。



図1. メインロボットの横幅

2.2. 回収機構

回収機構も車体と同様に「未設定」からインスピレーションを受け、さらに過去の大会では似た仕組みで回収に成功しているロボットが複数あったため、プラ段の板を回転させることでアイテムを巻き込む機構を製作した。この機構は継続的にアイテムを巻き込むことができる。さらに、コンパクトなためアイテムを貯めるスペースも確保しやすくなった。

また、動力となるギヤボックスはサイズ制限を考慮し、ロボットのアイテムを貯めるスペースの下に設置し、ラダーチェーンで繋いだ。

○素材にプラ段を選んだ理由

クリアファイルなどの素材も検討したが、柔らかいとアイテムをうまく巻き込めないのではないかと考え、硬度が高い素材を使用することにした。また、プラ段は内部が空洞になっているため軽く、さらにラダーチェーンとの固定を容易にすることができるというメリットも生まれた。(これを茨城県ルールである「Jr.特許」に出願した。)

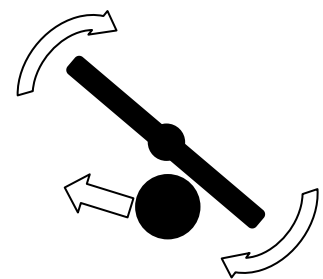


図2. 回収機構の仕組み



図3. プラ段とシャフトの連結

2.3. ロボットの移動

ロボット全体が大きく重量もあるため、それに耐え、素早く動くことができるようにするため、ギヤ比の調整や補助輪の位置の調整、固定方法の工夫をした。

○メイン車輪（モーターの動力によって駆動する車輪）

メイン車輪は、重心を考え、前方だとタイヤが空回りする可能性があると考え、ロボット後方に設置した。ギヤ比は前述したようにロボット全体の重量があるため、若干低く調整した。固定はビスをロボットの車体内側から出し、それをギヤボックスの穴に通し、ナットが外側に見えるようにした。これにより、ナットが緩んだことがすぐに確認でき、調整も容易にできるようになった。

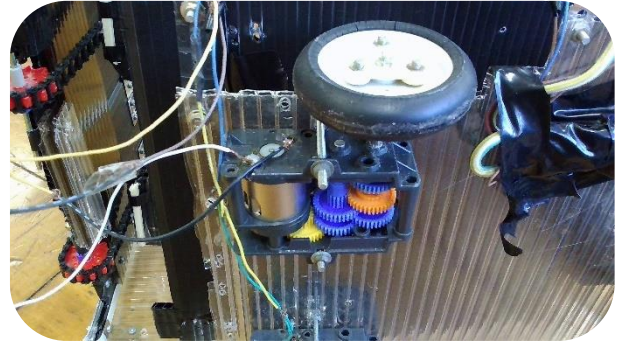


図4. メイン車輪

○補助輪

補助輪は、大きな車体を支えると同時に、アイテム回収エリアの手前にある出っ張りに引っかからないようにしなければならない。そのため、前方に2つの表面がやや滑りやすい素材でできた補助輪を付けた。この補助輪にはベアリングが使われており、横方向の回転が滑らかになっている。固定方法は、メイン車輪と同じ高さにするために、やや長いビスに緑色のパーツを挟んだ。



図5. 補助輪

また、この補助輪はアイテムエリアの地面にある角材の出っ張りによってロボットが引っかかるのを防ぐため、位置を若干後ろに調整した。

2.4. ラダーチェーン部

得点方法については意見が分かれ、採用されたラダーチェーンを折りたたんでおくという案のほか、かごを糸で上下させる案や、筒にプロペラで送風し、風の方でボールを持ち上げるといった案も出た。

ラダーチェーンを用いるメリットは主に4つあり、

- 正確にアイテムを運べる
- 曲げられるため畳みやすい
- 継続的に得点をすることができる
- 3つのゴールにアイテムを運べる（高さ調節ができる）

これらのメリットを踏まえ、私たちはラダーチェーンを使うことにした。

○継続的にアイテムを運ぶ仕組み

このロボットでは、上端のモーターを動力として、上端と下端に補助の歯車を設置し、ラダーチェーンをロボットの後ろにも通すことで、同じ方向に回転させ続けることで、アイテムを運ぶことができる。これにより、アイテムを載せる板を複数枚設置することが可能になり、よりスムーズにアイテムを運ぶことができるようになった。



図6. 全体の流れ



図7. 動力のギヤボックス

○高さ調節の仕組み

メインロボットで3つの異なる高さのゴールにアイテムを得点することを実現するためには、アイテムを降ろす高さの調節ができるようにする必要があります。しかし、ギヤボックスを取り付けるとその分重量が重くなるため、スタート時の持ち上げが難しくなってしまいます。そこで、傾けてある板にアイテムを載せ、ゴールの壁にアイテムを沿わせて運ぶという方法を考案した。

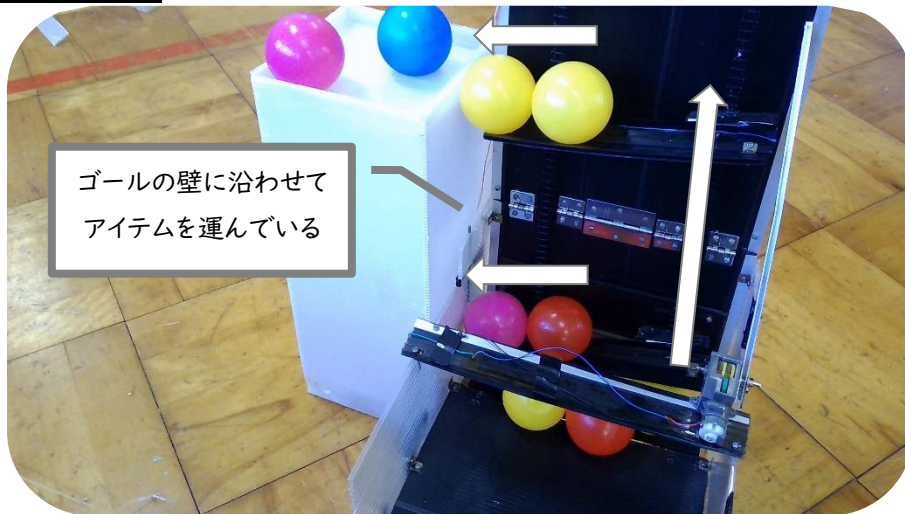


図8. アイテムを運ぶ流れ

○アイテムを載せる板の仕組み

アイテムを載せる板の素材にはプラ段を使い、アイテムが手前に落ちないように谷型にした。初期段階だとゴールとの隙間にアイテムが挟まってしまったため、クリアファイルで2cm程度延長した。また裏側には割り箸の切れ端を挟むことで角度を調節した。

ラダーチェーンとの固定には糸を用いることで角度を調節し、上側にのみ倒すことができる仕組みを実現した。

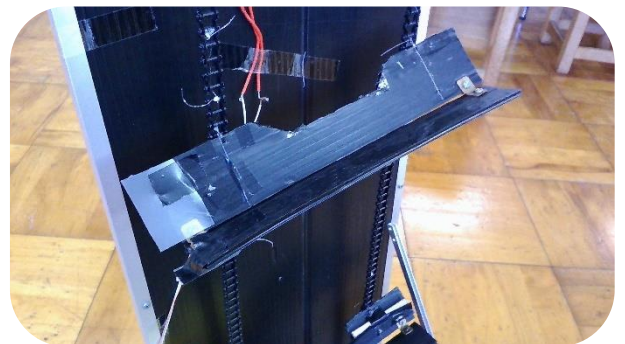


図9. アイテムを乗せる板

2.5. ラダーチェーン部を持ち上げる機構

私たちのロボットの最大の特徴である、高さ80cm程にもなるラダーチェーン部は、スタートのときはサイズ制限の影響で横に疊んであり、非常に重い。それゆえに、持ち上げるための機構の製作は難航した。

まず、根元に直接ギヤボックスを取り付け、持ち上がるかどうか検証をしたところ、重さに負けて持ち上げることができなかった。そのため、負荷を和らげるために根元から少し離れた位置に取り付け再度試すと、少し引っかかるものの持ち上げることができた。

はじめはギヤ比が5402:1と非常に低いものを使用し、根元から16cm程離れた位置に設置した。

しかし、それでもパワーが不足していて、ギヤが折れてしまった。そのため、さらに支点からの距離を離し、根元にスプリング蝶番 (バネがついた蝶番) を2つ取り付けることで、ギヤにかかる負担の軽減を図った。これらの工夫により、ラダーチェーン部を持ち上げることができた。また、完成後も可能な限り負担を減らすために、スプリング蝶番をさらに2つ取り付け、ギヤボックスの固定方法についても改良をした。

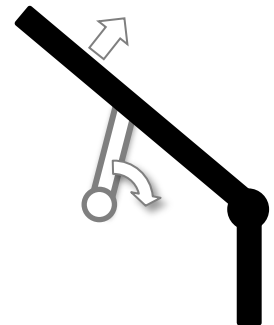


図10. 持ち上げの仕組み



図11. 持ち上げ前と持ち上げ後



図12. 持ち上げ機構の根元

2.6. その他の製作の工夫

○コントローラー

はじめは操縦を2人で分担しようと考えていたが、ロボットの製作が大会直前まで終わらず、操縦の練習ができなかったため、操作ミスのリスクを減らすため1人で2つのコントローラーを使うことになった。しかし、2つのコントローラーがあると持ちにくいので、プラ段とビスを用いてコントローラー用の型を製作した。

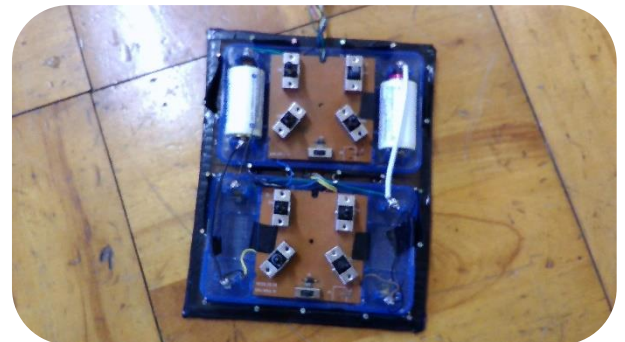


図13. コントローラー

○配線

万が一、大会本番で導線が切れたり絡まったりすると、大きな時間ロスとなるため、配線にも工夫をした。具体的には、コントローラーからの導線は1本に束ね、導線の接続部分にはビニールテープを貼り付けた。それらはロボットの右側に集約させ、束ねて固定した。

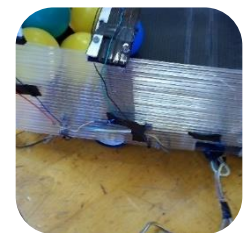


図14. 整理された配線

○重量バランス

私たちのロボットはラダーチェーン部の影響で、重心はかなり後方に偏っている。そのため、バランスの調整をするために、前方に重りを設置した。素材はいくつか余っていた単1電池を使用した。個数は2個だと足りず、6個だと重すぎて移動速度が大幅に低下してしまったため、4個にした。はじめはガムテープで固定していたが少し弱かったため、最終的には余っていた電池ボックスを利用する形で落ち着いた。



図15. 底面の重り

3. 現状の課題・今後改良していきたいこと

大会当日は、概ね計画していた動きを実行できたが、トラブルや改善点もいくつか見つかった。

3.1. 回収機構の課題

○アイテムが引っ掛かり回収できない

まず、アイテムの回収についてだ。回転する板がアイテムの隙間に入ることができず、思い通りにアイテムを回収することができなかった。これは、前回のルールに比べてアイテムの数が多くなり、間隔が狭くなったことが影響していると考えられる。

○アイテム回収機構の再設計

そこで、回収のシステムを根本から再設計することにした。具体的には、ブルドーザーの土を運ぶ仕組みを参考にして、下から持ち上げる動きをする機構を製作している。これにより、上からアイテムの隙間に入るという動作が必要なくなるため、スムーズにアイテムの回収を行うことができる。また、一度により多くのアイテムを回収することも可能になる。

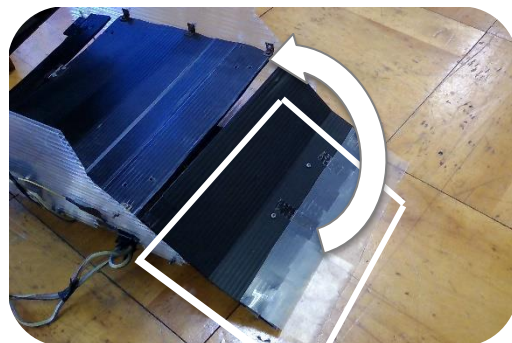


図16. 製作中のアイテム回収機構

3.2. ラダーチェーン部のトラブル

○ラダーチェーン部の持ち上げが難しい

ラダーチェーン部の持ち上げには時間が掛かり、それだけ試合時間をロスしていることになる。また、大会では持ち上げ機構のギヤが負荷に耐えられず折れてしまうというトラブルも起こった。そのため、より迅速かつ小さい負荷でラダーチェーン部を展開することができる機構を製作する必要がある。

○追加のモーターや糸を用いた持ち上げ機構の改善

現在メインロボットに使用しているモーターは5つで、追加でモーターを1つ使用できる。そのため、現在の機構をもう1つ製作することで、1つのモーターに加わる負荷を半減させられると考えている。

また、大会では糸を使ってロボットを伸ばしているチームがあった。どちらの方法が適しているか、今後検証をしたいと思う。

3.3. 移動について

○移動が遅い

私たちのメインロボットは、他のチームと比較すると動きが遅く、移動に時間を要していた。これは、全体の重量が大きくなってしまったためだと思われる。

○ロボットの軽量化・タイヤの最適化

ロボットの底面やラダーチェーン部の板は、試合での動作に必要なため、これらの取り外しや素材の再検討を行い、ロボット全体の軽量化を図りたい。

また、車輪に使われているギヤ比を調整した後に2つの重りを追加したため、想定よりもロボットが遅くなってしまったことも考えられる。これから改めてギヤ比の調整も行いたい。

4. 感想

結果的には県大会で破れてしまったが、メンバー全員に応用部門へのエントリー経験がなく、かつ限られた時間の中で、顧問の先生の指導のもと、お互いにアイデアを出し合いながら協力してロボットを製作するのは楽しかった。私たちは来年も大会に出られるため、今年の経験を生かして、来年度はより良いロボットが製作できるように頑張りたい。