

所属団体名 (○○県○○市立○○中学校 ○○発明クラブ)	山口県 山口大学教育学部附属山口中学校
ふりがな	ちーむかわさき
チーム名	チームカワサキ
ロボコンルール名称 (URL https://・・・)	ルールの名称(部門)等: 令和7年度 創造アイデアロボットコンテスト 基礎部門 (https://ajigika.ne.jp/~robo/ru/R7/R7_kiso.pdf)
製作期間	西暦 2025 年 5 月頃 ~ 西暦 2025 年 9 月頃
製作時間 (構想から試作完成までの 全ての時間)	100 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。	
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。	一度に4つのアイテムを縦向きに持って運び、60秒程度で16個すべてのアイテムを(通常は二つのスポットに8個ずつ乗せる)乗せることを目指した。 ◇「アイテムを掴みながらアームを上昇させる」と「アイテムを離しながらアームを下降させる」の動作を一つのモーターで実現。 ・アームの上下動作と開閉動作を連動させるためのQブロックベベルユニット ・アイテムを掴んだ際に生じる抵抗・反力によってアームの上昇動作が停止するのを防ぐための独自機構「トルク制限歯車機構」 ・安定してアイテムを持つための、アームの内側にあるくぼみと滑り止め ・運搬中のアイテムが倒れたときに、アイテムを立てたり、倒れた状態で運ぶこともできる「リカバリー棒」
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。	『Robocon報告書2021』表彰レポート”より ・広島市立日浦中学校「ふつつかなもの」 ラックギアの山の頂点の間隔 (7.5mm)

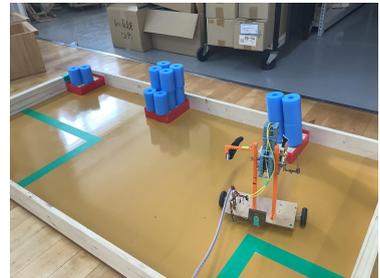
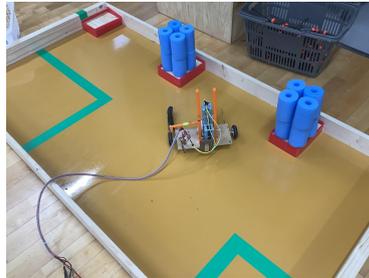
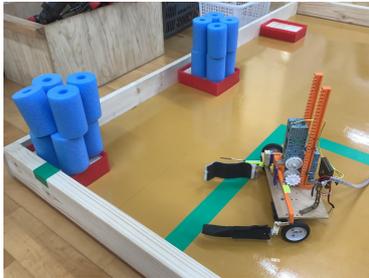
*参考資料が書かれていないなど、未記入の項目がないようにしましょう。

*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>

[ロボットの説明]

今回のロボコン(基礎部門)では、昨年とは異なり、運搬するアイテムが円筒形スポンジ(プールスティック)に変更された。そのため、アイテムをスポットに横向きに置くか、縦向きに置くかの選択肢が生まれた。縦向きに置くことで、1つのスポットにより多くのアイテムを乗せることができると判断したため、私たちのチームでは「スポット獲得点」も考慮し、アイテムを縦向きに運ぶロボットを制作した。このロボットでは約60秒で全てのアイテムを積むことができる。



1. ロボットのアームについて

アイテムを縦向きに運ぶ場合、横向きと異なり、引っ掛けることのできる部分が存在しない。横向きの場合、アイテムには穴があり、その穴に棒などを引っ掛けることでアイテムを保持することが可能であるが、縦向きの場合、そのような仕組みを活用することはできない。また、スポットには高さがあり、アイテムは1段だけでなく2段積む必要がある。そして、モーターは最大3つまでしか使用できず、2つのモーターはタイヤの駆動に使用される。したがって、残りの1つのモーターでアイテムを掴み、さらに掴んだアイテムを上昇させる必要があった。

そこで、写真2のようにQブロックベベルユニットを使用した。このユニットは出力軸の方向を90°変換でき、別方向へ出力軸を追加できるという特徴をもつ。この仕様を利用し、3Dプリンターで作成した上下動作のラックギヤとアームを組み合わせることで、上下動作と開閉動作を一つのモーターで行える構造とした。また、アームの開閉動作にも、ラックとピニオンが使われている。



写真1 ベベルユニット

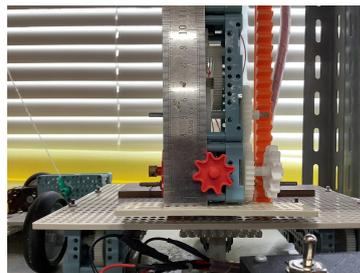


写真2 アームの基礎

(あまり良い写真が見つかりませんでした。)

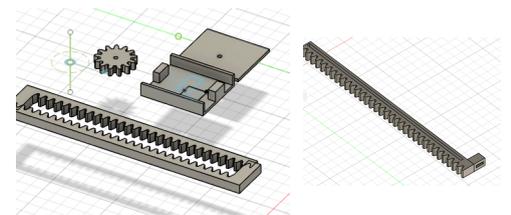


図1 作成した3Dデータ

その結果、「アームを閉じながらアームを上昇させる」と「アームを開きながらアームを下降させる」ことを一つのモーターで行うことができるようになった。(写真を残していなかったが、今のロボットと見た目はほぼ同じである)

しかし、ここで問題が生じた。アームの上下動作と開閉動作の二つの動作を同一のモーターで行う場合、片方の動作の動きが止まってしまうと、二つの動作はギヤによって連動しているため、もう片方の動作も止まってしまうのだ。例えばアームでアイテムを掴もうとした場合、アイテムを掴んだ瞬間にアームの閉動作が停止し、それに伴ってアームの上昇動作も停止してしまう。

まず最初に考えた解決策は、アームに大きなバネを取り付けることである。図2のように、アームに大きなバネを設けることで、アームが閉じ、アイテムを保持した際にはバネが縮むのみとなり、モーターに直接負荷が

かからない構造を想定した。しかしこの仕組みの場合、アームが大きくなりすぎてしまい、重量が増加するほか、見た目があまり美しくないという欠点があり、断念した。

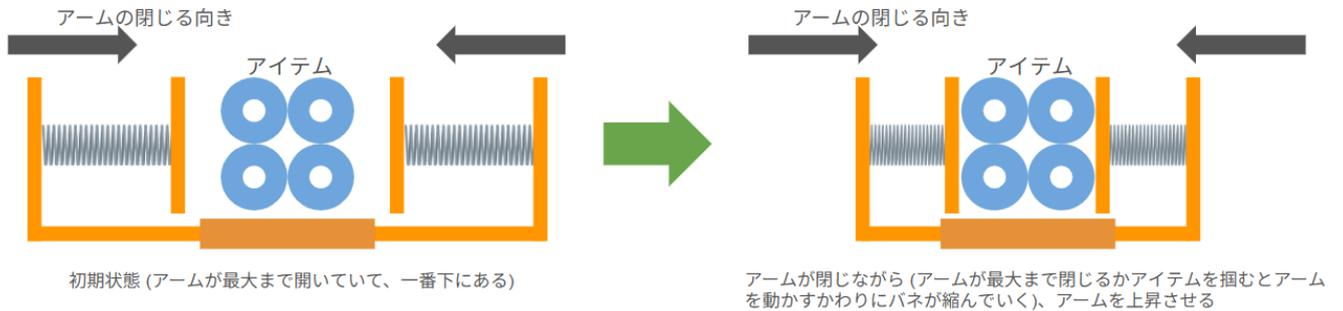


図2 没になった解決案

この問題に対して、約1か月間検討を重ねていたが、ある日、アームの開閉動作に使われているピニオンの穴を削り、穴を大きくして動作を行った際に、アイテムを掴むとピニオンの回転は停止する一方で、ピニオンのシャフトは空転しながら回転し続けるという現象が見られた。これは、穴を削ったことでピニオンとシャフトのかみ合いが弱くなり、負荷が大きくなった際にシャフトが空転するようになったためであると考えられる。この現象は、負荷がかかると空転する機構(後の「トルク制限歯車機構」)を検討するきっかけとなった。

この現象を安定して発生させるための仕組みを考えた。先生からの助言も参考にしながら試作と改良を重ね、その結果、この問題を解決する機構を構築することができた。その機構を「トルク制限歯車機構」と名付けた。

1.1. 独自機構「トルク制限歯車機構」

前述した通り、私達のロボットでは「アームを閉じながら上昇させる動作」と「アームを開きながら下降させる動作」を一つのモーターで行っている。また、アームの開閉動作と上下動作はギアによって連動している。そのため、いずれか一方の動作が停止すると、もう一方の動作も同時に停止してしまうという問題があった。

しかし、この問題は独自に考案した「トルク制限歯車機構」によって解決した。

「トルク制限歯車機構」とは、一定以上の力が歯車にかかると、歯車を回しているシャフトが空回りするという機構である。そのため、アイテムを掴むことによってアームの閉動作が停止しても、アームの閉動作を行っている歯車を回しているシャフトは空回りするため、アイテムを掴んだ状態で上昇させることができる。

この機構の最大の特徴は、力の伝達に摩擦を利用している点である。この機構は、釣竿に取り付けられているスピニングリールのドラッグ機構から着想を得ている。スピニングリールには、大きな魚が針にかかり、魚によって糸が強く引かれた際に、糸が切断されたり竿が破損したりするのを防ぐため、糸が少しずつ繰り出される仕組みが備わっている。

この機構は以下の図及び写真のようにになっている。



写真3

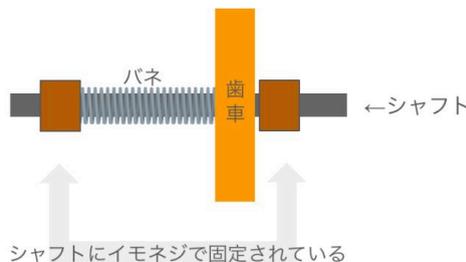


図3

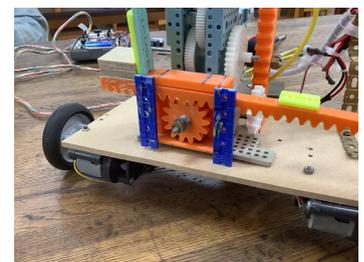


写真4

この機構では、シャフトが回転すると、イモネジによってシャフトに固定された六角部品も一体で回転する。中間に配置されたバネは歯車を六角部品側へ常に押し付けており、その接触面で生じる摩擦力によって歯車が回転する。歯車は摩擦で回転しているため、歯車が外部の力によって止まったとしても、シャフトは変わらず

ずに回り続ける。

また、この機構の根幹部品は写真3であり、それを実際に取り付けた状態が写真4であるが、写真の通り小型かつシンプルな部品であるため、壊れた際の交換やスペア部品の作成などが容易だ。



写真5 根幹部品のスペア

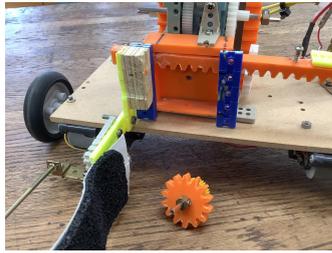


写真6 根幹部品を外した状態

1.2.リカバリー棒

私たちのロボットでは、アイテムを縦に掴み上げた際、稀にアイテムが横向きに落下してしまうことがあった。そのため、倒れたアイテムを再び立ててアイテムを掴み直す、または横向きのまま運搬する必要があった。これらを可能にしたのが、リカバリー棒(写真7)である。リカバリー棒を使用することで、アイテムを横向きのまま運搬すること(写真8)や、縦向きに戻すこと(写真9)が可能となった。リカバリー棒を設置した結果、縦向きのアイテムが倒れた際に対応できなかったロボットを、失敗が発生した場合でもすべてのアイテムをスポットに積むことを達成できるロボットへと改善された。

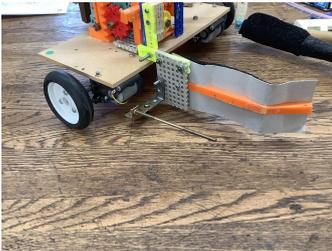


写真7 リカバリー棒



写真8 横向きでアイテムを保持した様子

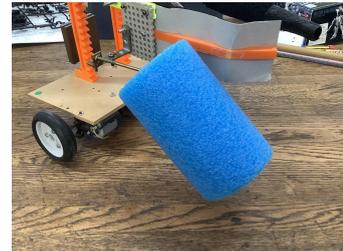


写真9 倒れたアイテムを立てる様子

1.3.アームの内側のくぼみと滑り止め

アームの内側には、アイテムを安定して持つために、滑り止めと円形のくぼみがある。滑り止めに関しては、あらゆる素材を試し、その結果、100円ショップに売られていた車用の滑り止め(エチレンプロピレンジエンゴム)とゴム手袋を組み合わせた時が1番良い結果を出せたため、それを最終的にはロボットに採用した。



写真10 上から見たアーム

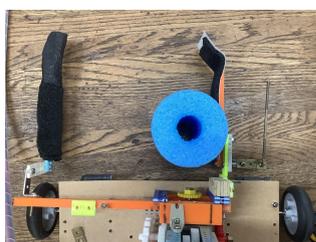


写真11 上から見たアーム2

2. ロボットのコントローラーについて

昨年は私のチームでは、ロボットのコントローラーにはタミヤ製の4チャンネルコントローラーを使用した。しかし、壊れた際の部品交換に手間が掛かったり、操作ミスが頻発したため、今年は自作することにした。

コントローラーと中間ケーブルとロボットはそれぞれコネクタで接続されているため、ロボットのメンテナンス

や持ち運びに便利である。

コントローラーの外枠は3Dプリンターで作成した。

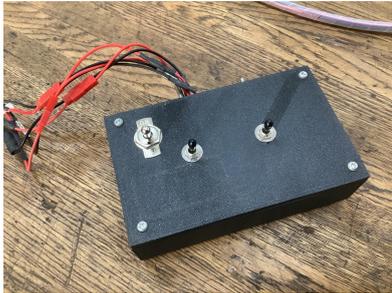


写真12 コントローラー



写真13 コントローラー内部

3.大会での結果

県大会では予選の第一試合から16個全てのアイテムをスポットに乗せることに成功し、調子の良いスタートを切ることができた。リカバリー棒を使用する場面になってしまった試合もあったが、なんとか全ての試合に勝利し、1位で県大会を通過することができた。

中四国大会では、予選の初戦はケーブルがアームに絡まるなどのトラブルが生じてしまい、なんとか優勢勝ちで終わることができたが、今年度一番大変な試合だった。ロボットを修正後、予選リーグの2回戦目では16個全てのアイテムを積むことができた。

その後決勝トーナメントに進出し、決勝トーナメントの一試合目も突破することができたが、二試合目でアームの開閉動作が鈍くなるという不具合が生じ、その後操縦ミスが発生してアイテムを3個落としてしまった。操縦に失敗した要因はこのトラブルによる動揺だと考えられるが、このような動揺にも対抗できる操縦技術が身につけていなかったということを感じ、非常に悔しかった。この試合では、アイテム総数は同点だったものの、相手チームに2つのスポットを獲得されていたため、スポット獲得点によって負けてしまった。

4.最後に

私達のチームは昨年度に初めてロボコンに出場した。当時中学一年生だった私達はロボコンについて全く知らず、ロボット製作の過程では、「動けば良い」という考えがあった。昨年度も中四国大会には出場したが、中四国大会では一度も勝つことができず、予選敗退という結果だった。来年度は中四国大会でも良い結果が出せるようなロボットを作りたい。また、全国大会にはどのようなロボットがいるのか自分たちの目で見たい。それらの思いをもって、設計・製作・試行錯誤を繰り返しながら完成したロボットが、今回のロボットである。最終的に全国大会出場は叶わなかったが、昨年度の自分たちでは考えられないような、良いロボットが作れたと心から思う。また、今年度の中四国大会では審査員奨励賞を獲得し、事実上の6位となることができた。目標には届かなかったが、これまで努力してきたことは無駄ではなかったと感じた。

来年度もロボコンがあるかどうかは不透明だが、ロボコンが無くとも、今回の私達の経験を、これからの私達の学校生活や社会活動に繋げていければ良いと思う。