



学校名	つくば市立並木中学校		この作品はクリエイティブ・コモンズ表示 4.0 国際ライセンスの下に提供されています。	
(ふりがな)	かしうす			
チーム名	カシウス			
ロボコンルール (名称とURL)	名称：お家でロボコン@オンライン ルールVer.1.1 https://gijyutu.com/imgk/お家でロボコン@オンライン%E3%80%80ルールver-1-0	都道府県名	茨城県	
製作期間	2020年7月頃から 2020年10月頃まで	製作時間	50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枚で掲載する。 写真や図に記号等を書き込み、下の枠「ロボットのアイデア概要」で解説する。				
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、枠いっぱいに解説を書き込むこと。	このロボットは、4つのアイテム(スチール缶)を同時に保持し、一気に全てのアイテムを積み上げ、パーフェクトを達成する機構になっている。 ① アーム ギヤ比が1300.9:1の6速ギヤボックスと、ウェットスーツの素材の滑り止めを使用しているため、アイテムを強力につかむことができる。また、ポリカ中空ボードを使用し、軽量化を図った。 ② 平行クランク機構 後端についている2本の糸を後部のモーターで巻き取ることにより駆動し、アームを持ち上げる。また、支点の前の部分と後ろの部分の長さの比がおよそ1:2になっているため、全てのアイテムを保持しているときでもこの原理により楽にアームを持ち上げることができる。 ③ ベースシャーシ 教科書に乗るサイズで、前輪駆動になっている。ここにも、軽量化のためポリカ中空ボードを使用している。また、前方に、アイテムを重ねやすくするためのガイドがついている。			
参考資料 製作上参考にした資料や、参考にした先輩のロボット等の情報についてできるだけ詳しく解説する。	<ul style="list-style-type: none"> ・2018年度の応用部門の先輩のロボット「鏡餅」の平行クランク機構等を参考に製作した。 ・第1回オンラインロボコン交流会にて、他校の複数のチームが全てのアイテムを保持してから教科書に乗せるという考えを発表していたため、参考にさせていただいた。 ・ちょうどよいギヤ比の足回りのギヤボックスを探していたところ、龍ヶ崎市立城南中学校のY先生にハイパワーギヤボックスを教えていただき、現在それを使用している。 ・試作の段階で、UFOキャッチャーのアームの仕組みを参考にしたアームを作った。 			

目次

アームについて.....	3
アームの変遷.....	3
アームの工夫.....	4
平行クランク機構について.....	5
平行クランク機構を選択した理由.....	5
平行クランク機構の工夫.....	5
平行クランク機構の問題点.....	6
ベースシャーシについて.....	7
ベースシャーシの工夫.....	7
その他の工夫.....	8
重量バランス.....	8
配線.....	9
編集後記.....	10

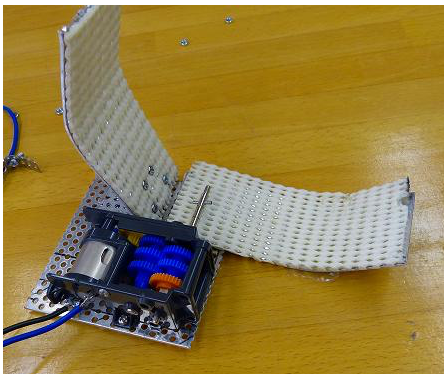
※図中の3Dモデルの形や寸法は必ずしも実物と一致しておりません。

アームについて

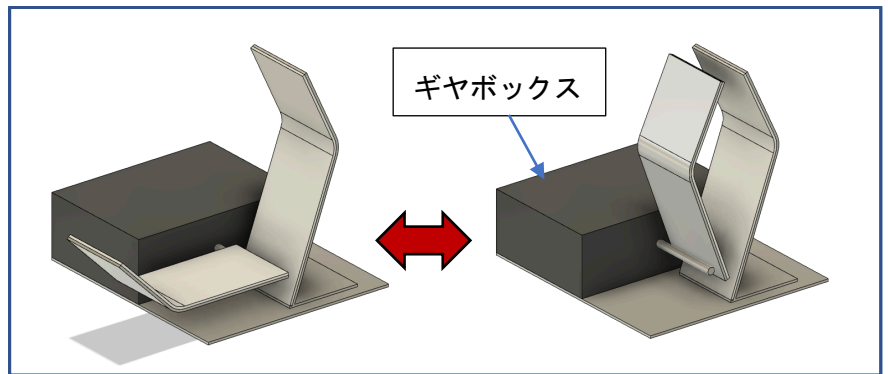
このロボットを製作する上で最もこだわり、最も特徴的なのがアームである。

アームの変遷

我々はロボットのアイデアを出すときに、まずアームの形状を検討した。写真1が、最初に考え試作したアームである。この6速ギヤボックスは、ギヤ比を最も重い1300.9:1にしてあり、トルクを重視している。そのため、アイテム(スチール缶)にフィットするように曲げて滑り止めをつけた右のアルミ板を動かして、下の台に固定されている左のアルミ板にアイテムを押しつけることで、中身の入った缶でも1つずつ確実に保持することができる(図1)。



↑写真1 最初に試作したアーム



↑図1 写真1のアームの動き方

ところが、第1回オンラインロボコン交流会で、他校の複数のチームが、全てのアイテムを保持してから教科書に乗せるという考えを発表していた。そこで、2つの積み上げ方を比較検討した。

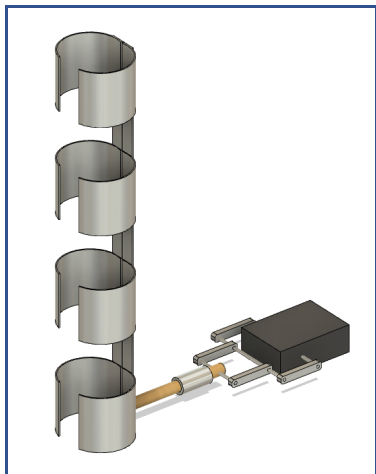
表1は、教科書を一周した後の、2通りのアイテムの積み上げ方の例を図で表したものである。アイテムを1つずつ積み上げる方法では、アイテムを取りに行き、戻ってきて積むという動作を繰り返さなければならない。これでは、スピードが遅いととても時間がかかってしまう。対して、全てのアイテムを保持してから教科書に乗せる方法では、移動する距離は短くてすむ。ただ、全てのアイテムの重量が加わるため、スピードが遅くなったり、車体のバランスが悪くなったりするという欠点もある。

これらの点を考慮した結果、全てのアイテムを保持してから教科書に乗せる方法を採用することにした。我々は今まで、軽量で素早く動くロボットより、多くのアイテムを取り込める、L型アルミアングルで形作った大型のロボットを多く作ってきたため、スピードという面では他校のチームにかなわないと考えたのである。

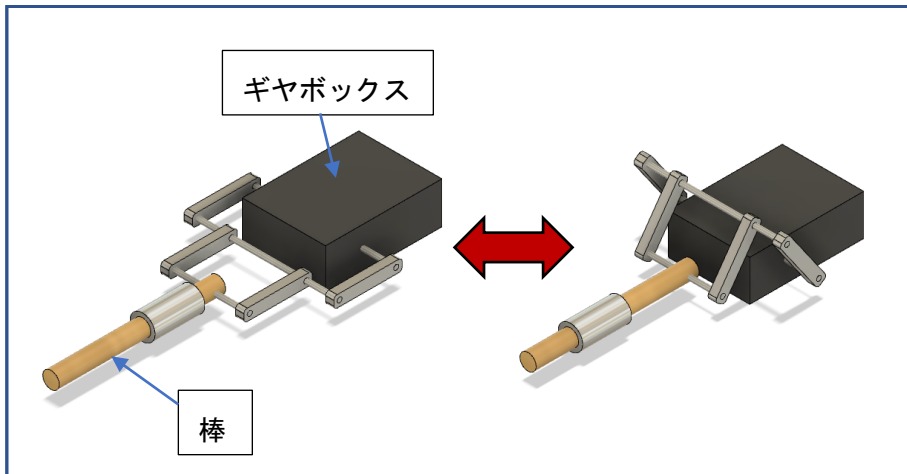
表1

アイテムを1つずつ積み上げる方法	全てのアイテムを保持してから教科書に乗せる方法

全てのアイテムを同時に保持できるアームとして、次に考えたのは図2のようなものである。モーターを動かすと、クランクにつないでいるため回転運動が直線運動となり、棒が前後に動く(図3)。それにあわせて、一部が固定された、4つの缶をしっかりと挟み込むように作られたアームが駆動するという装置だ。これは、UF0 キャッチャーのアームの仕組みを模倣したものである。また、ギヤ比が1543:1の4速クランクギヤボックスを使用したため、強力にアイテムをつかむことができる。



↑ 図2 次に試作したアーム



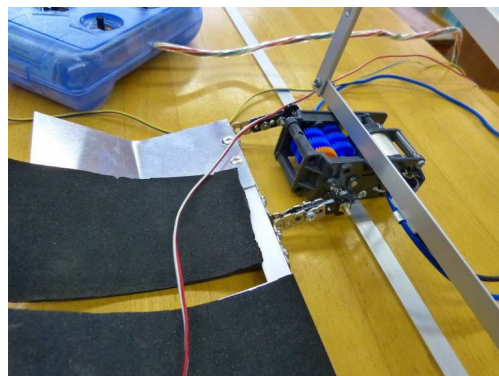
↑ 図3 図2のアームの仕組み

しかし、棒とアームの接続部分の製作が難しいことや、どうしても大きな装置になってしまい、これを後述する平行クランク機構で持ち上げるのは困難なことが判明したため、やむなく断念した。

結局、全てのアイテムを強力に保持でき、軽くコンパクトなアームはどのようなものかと考えたとき、一番簡単だったのが、最初に考案したような片開きのアームを縦に長く作るというものだった。

アームの工夫

写真2は、現在のアームを作る途中の段階である。ギヤボックスは、最初の試作(写真1)と同じく、6速ギヤボックスの1300.9:1のギヤ比のものを使用している。また、写真2ではわかりにくいですが、駆動させる4つのアルミ板はへろの字形に曲げている。アイテムにぴったり合った形にしなかったのは、アイテムの少しずれたところをつかんだとしてもしっかりと固定できるようにするためである。加えて、より確実にアイテムをつかむために、強力な滑り止めを使用した。これは、ウェットスーツの素材の裏面である。これをアルミ板に貼り付けたことで、格段に滑りにくさが向上した。



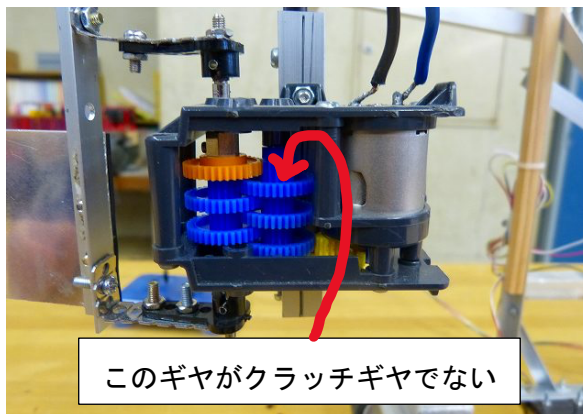
↑ 写真2 現在のアームの製作途中

この問題を解決するため、ポリカ中空ボードで代用することとした。このポリカ中空ボードというのは、ポリカーボネートというプラスチック素材を段ボール状に加工したもので、軽さと強靭さを併せ持った優れたものである。これだけで、L型アルミアングルなどつけなくとも十分な強度を実現でき、とても軽くなる。実際、アーム全体の重量は約300gから約270gになった(写真3)。

さらに、ギヤが割れる危険性が高くなることを理解した上で、36T・14Tクラッチギヤを36T・14Tギヤに交換してトルクをより上げ(写真4)、現在のアームが完成した。



↑ 写真3 軽量化した



↑ 写真4 クラッチを外したギヤボックス

平行クランク機構について

前述したアームを持ち上げるのが平行クランク機構である。

平行クランク機構を選択した理由

アームを持ち上げるためによく使われる機構として、リフト機構と平行クランク機構が挙げられる。下の表2は、我々が考えた、それぞれの機構の長所と短所をまとめたものである。

表2

	リフト機構	平行クランク機構
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・奥行きを短くできる。 →車体を教科書に乗る大きさに収めやすい。 ・アームを垂直に動かせる。 →右下の波線部の問題に関係するため、あわせて後述する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・常にアームを水平に保つことができる。 →アイテムを重ねやすい。 ・この原理がはたらく。 →アームを小さな力で持ち上げることができる。 ・アームを持ち上げる位置の半分ほどの高さに支点があれば良い。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・アームの重みでラダーチェーンがたるみ、アームが傾くことがある。 ・アームを持ち上げるのに大きな力が必要になることがある。 ・アームを持ち上げる位置までの高さの機構になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・奥行きが長くなる。 ・駆動させると円弧を描くため、アームが上下だけでなく前後にも動く。 →面倒な問題であるため、後述する。

我々は、小さな力でアームを持ち上げられる点を重視し、平行クランク機構を採用した。全てのアイテム保持時のアーム全体の重量は約750gとかなり重くなるためである。

平行クランク機構の工夫

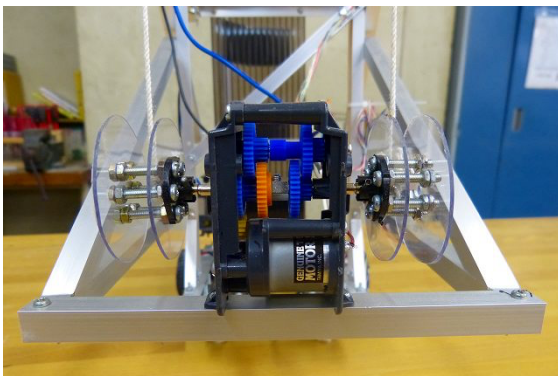
平行クランク機構とその巻き取り装置は、一昨年度の先輩のロボット「鏡餅」(写真5)を参考にして製作した。

平行クランク機構を駆動させるのは、写真6の巻き取り装置である。このギヤボックスはギヤ比が76.5:1の6速ギヤボックスであり、これで平行クランク機構の後端についた2本のたこ糸を巻き取る。このとき、丸く切ったプラ板でたこ糸が脇にそれてしまうことを防いでいる。また、ネジを円状に配置することで周が長くなり、効率よくたこ糸を巻き取ることができる。

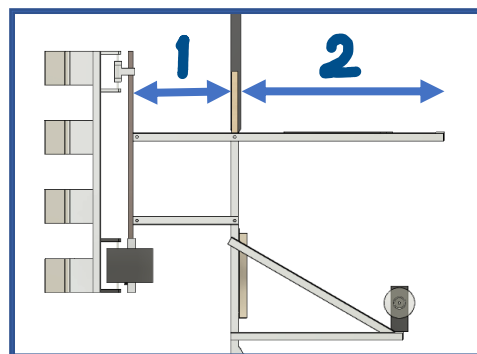
肝心の平行クランク機構は、より小さな力でアームを持ち上げるため、支点から前の長さが約145mm、支点から後ろの長さが約295mmと、長さの比をおよそ1:2にした(図4)。そのため、全てのアイテムを保持しているときでもアームを持ち上げることができる。ただ、1:1のときと比べ、巻き取らねばならないたこ糸は長くなる。



↑写真5
先輩のロボット「鏡餅」



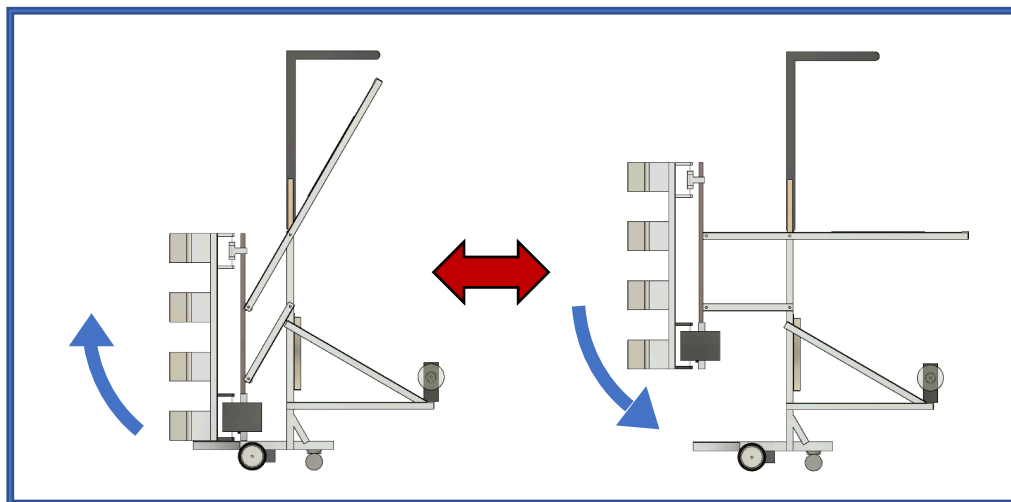
↑写真6 巻き取り装置



↑図4 平行クランク機構の長さの比

平行クランク機構の問題点

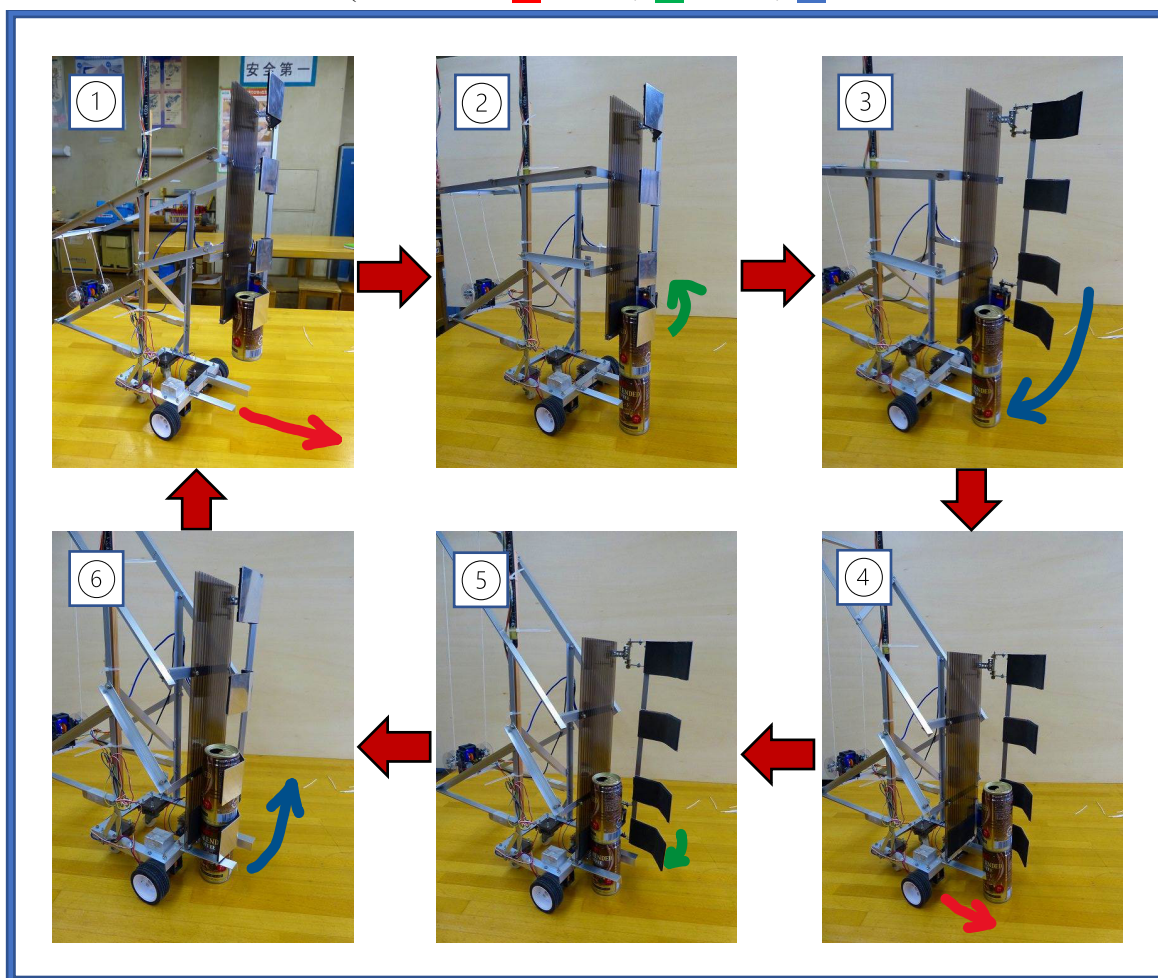
ところが、平行クランク機構には、全てのアイテムを保持してから教科書に乗せる方法をとる際に問題となる、当然だが重大な欠点がある。それは、平行クランク機構を駆動させると円弧を描くという点である。それにより、アームを上下に動かすと必ず前後にも動いてしまう(図5)。



↑ 図5 平行クランク機構の動き方

写真7を見ていただくとわかるが、2つめ以降のアイテムを保持するには、①別のアイテムに重ねる②アームを開く③アームを下げる④前進する⑤アームを閉じる⑥アームを上げるという動作を繰り返さなければならない。そのため、アームを大きく開く動作や前進する動作が大きなタイムロスになってしまう。リフト機構ならアームを垂直に動かせるため、このような問題は起きないはずだ。

↓ 写真7 アイテムの取り方 (細い矢印は 赤:タイヤ, 緑:アーム, 青:平行クランク機構 の動作)



ベースシャーシについて

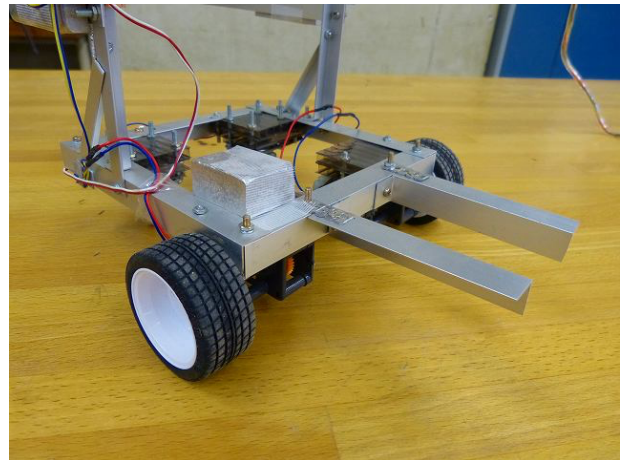
前述したアームと平行クランク機構を支えるのがベースシャーシである。

ベースシャーシの工夫

このロボットのベースシャーシ(写真8)は、一昨年度の先輩のロボット「鏡餅」のものを参考にして製作した。

今回のルールでは、スタート時に接地部が教科書の上に乗っている必要があるため、ベースシャーシは基本的に教科書よりも小さく作らなければならない。このベースシャーシは、後述するガイドを除けば約165mm×約205mmであり、W211mm×H257mm×t12mmの教科書に少し余裕を持って乗るように調整してある。

写真9は、L型アルミアングルを長方形につなげたものの四隅に、アームにも使用したポリカ中空ボードを二重にしたものを取り付けた様子だ。そうすることで、先輩のロボット「鏡餅」に使用されているアルミパンチングメタルより大幅に軽くなった。そのため、全体をポリカ中空ボードにした方が良かったかもしれないと製作してから気がついたが、断面にはネジが止められないため難しいだろう。

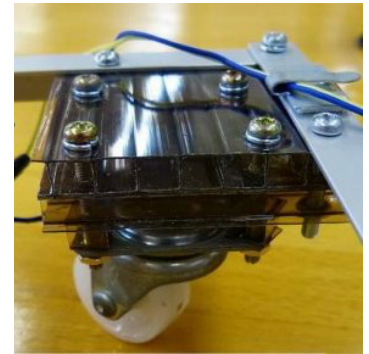


↑写真8 ベースシャーシ

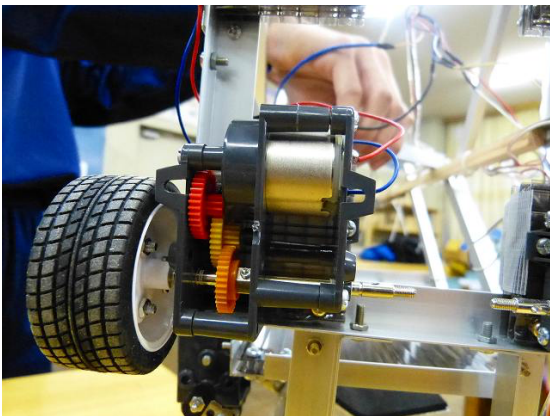
このロボットは前方にあるアームがかなり重いため、前輪駆動とした。ギヤボックスは当初、6速ギヤボックスを使用していたのだが、ギヤ比を29.8:1にするとトルクが足りず、76.5:1にすると遅すぎた。そのため、ちょうど良いギヤ比のギヤボックスはないかと探していたところ、龍ヶ崎市立城南中学校のY先生にハイパワーギヤボックスを教えていただき、現在そのギヤ比を41.7:1にして使用している(写真10)。

タイヤは56mm径のスポーツタイヤを使用している。ナロータイヤを試したこともあるが、なぜか滑ってしまうことが多かったためだ。

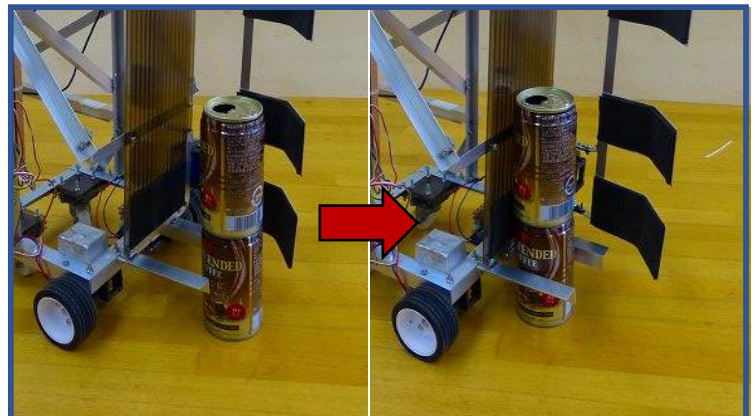
前方についている2本のL型アルミアングルはガイドとして使用している。これにアイテムを合わせれば簡単に重ねられ、6ページで前述した前進する動きをしても、アイテムが横にそれることは決してない(写真11)。



↑写真9 軽量化した



↑写真10 足回りのギヤボックス



↑写真11 ガイドのはたらき

その他の工夫

重量バランス

前述したアームと平行クランク機構とベースシャーシとでこのロボットはほぼ完成しているのだが、それだけではアイテムを2つまでしか保持できなかった。3つ以上のアイテムを保持すると、その重さに耐えられず、前方に倒れてしまっていたのである。

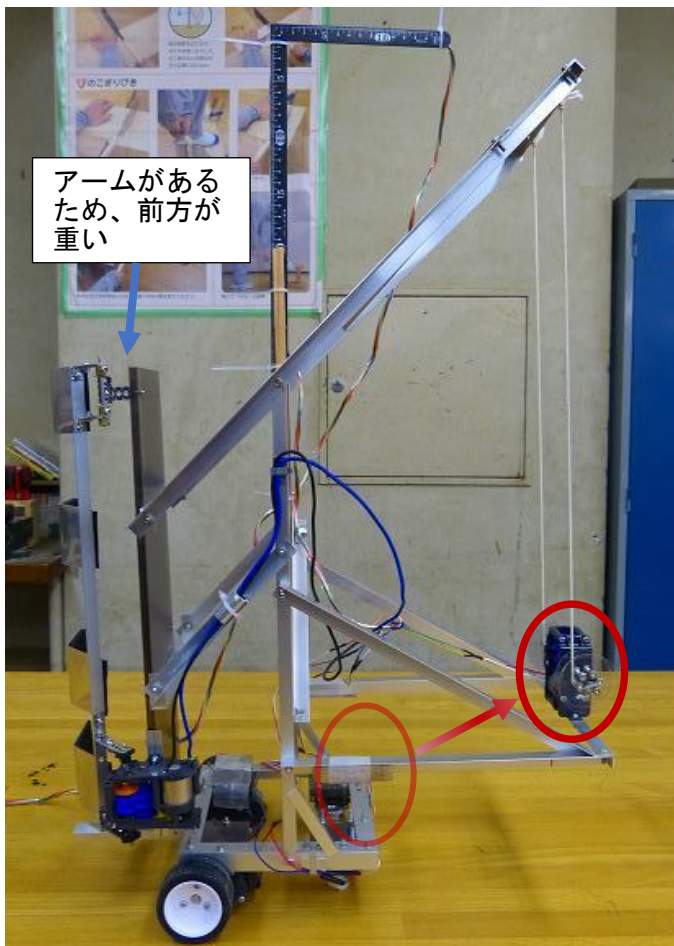
この問題を解決するためおもりを載せることにしたのだが、できるだけ車体が軽くなるよう最小限にしたかった。そこで、後方に三角形のフレームをつけ、もともとはベースシャーシに取り付けてあった、5ページで前述した巻き取り装置を、おもりを兼ねて載せることにした(写真12)。

それでも動き出したときに前方に倒れやすかったため、低融合金を溶かして細い直方体に固め、巻き取り装置を載せた三角形のフレームに取り付けた。そして、左右それぞれ約75gあるこのおもりをそれぞれ前後に調整し、バランスがとれる位置を見つけて固定した(写真13)。その結果、このロボットが前方に倒れることはなくなった。

しかし、このロボットは前後だけでなく左右の重量バランスも悪いのである。アームのギヤボックスが左側についているため、右側のタイヤにトラクションがかからなかった。そのため、写真14のように右側のタイヤの上に低融合金で作った約140gのおもりを取り付けた。

これらの工夫をしたものの、今現在、タイヤが滑ることがあるという問題を完全には解決できていない。現在の最速タイムは70秒を切る程度だが、この問題を解決すれば60秒を切ることができるかもしれない。

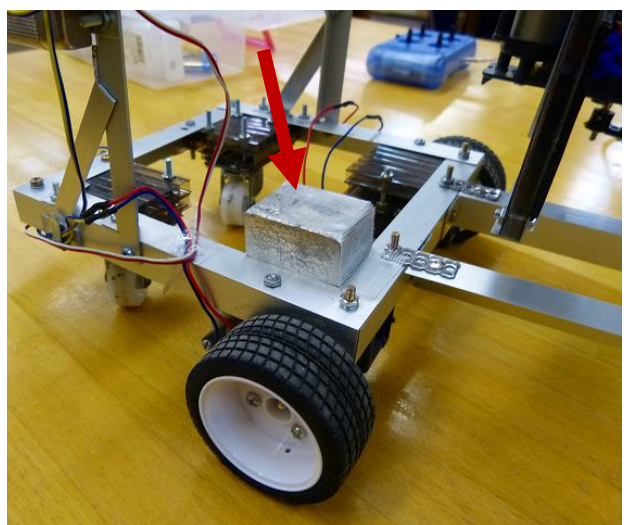
↓写真12 巻き取り装置の移動



↓写真13 三角形のフレームにつけたおもり



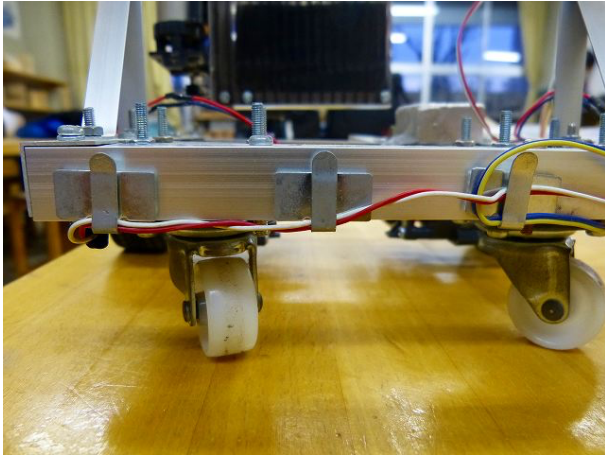
↓写真14 タイヤの上のおもり



配線

昨年度、競技中や競技直前に断線するという事態が繰り返し発生したため、今回は絶対に断線したり接続不良になつたりしないよう工夫した。

導線同士をはんだづけした箇所を全て熱収縮管で覆って外れないようにし、それ自体の位置が変わらないギヤボックスにつながっている導線はケーブル結束フックで固定した(写真15)。また、それ自体の位置が変わるギヤボックス(アームのギヤボックス)につながっている導線はアルミパイプに通したため、平行クランク機構を駆動させても導線が傷まない(写真16)。



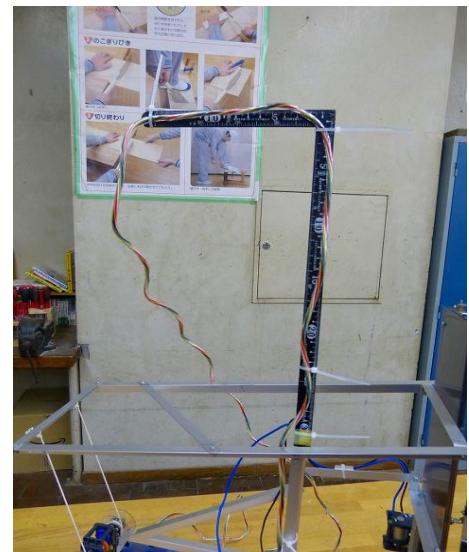
↑写真15 ケーブル結束フック



↑写真16 アルミパイプ

リモコンは、例年と同様にヤマザキの4チャンネルリモコンを使用した。

このロボットには差し金が搭載されている(写真17)。これは、リモコンに伸びる導線が絡まらないようにするためである。この箇所にも何も取り付けがなかったときは、導線が平行クランク機構に絡まってしまうことが頻繁にあった。そこで、長い木の棒を取り付けたが、旋回するとそれ自体に絡まってしまった。しかしその木の棒に差し金を結束バンドで固定し、導線が沿うようにすると、方向が固定されて絡まりにくくなったのである。



↑写真17 搭載されている差し金

編集後記

今年度は、大変な一年だった。大きな脅威を前にして私たちの生活は変化を強いられ、創造アイデアロボットコンテスト全国中学生大会も来年度に延期となった。それを聞いて落胆したのは我々だけではないだろう。

しかし同時に、例年では得られないような学びがあった一年でもあった。茨城県では先生方が「お家でロボコン@オンライン」を立ち上げられ、我々もその大会に参加させていただいた。詳細は、表紙に記載したルールのURLから参照していただきたい。

オンラインなら、距離は関係ない。2週間に一度、隣の中学校のチームとも、実際に行くとするれば新幹線で半日かかる中学校のチームとも、距離を気にせず自分たちのアイデアを発表し合い、アドバイスし合うことができる。共感したり、感心したりもできる。画面上ではあるものの、自分たちの学校では解決できない問題を、しっかりと聞き、何か解決策はないかと真剣に考えてくれる仲間がそこにいる。

正直なところ、昨年度までは、他校のチームはただの対戦相手だという意識が少なからずあった。しかし今回のオンラインロボコンを通じて、姿の見える見えないに関わらず、全国にロボコンという共通の課題に取り組む仲間がいることが身にしみて感じられた。

知識やアイデアを共有できる範囲が広がれば、皆のロボットがより良くなる。オンラインロボコン交流会がなければ、我々のロボットは全く違うものになっていただろう。直接アドバイスを受けたわけではなくとも、刺激を受けた素晴らしいアイデアは多々ある。

その一方で、アイデアを簡単に共有できるようになったからこそ、それぞれの学校、チーム、そして一人一人が、コンセプトや材質、機構等に三者三様のこだわりを持っていることがよりはっきりとわかった。こだわりというものは、そう簡単に変えられるものではない。

もし、とても強いロボットがあったとすれば、もちろん感心し、尊敬する。それでも、そのコピーを作りたいとは思わない。完全な複製では強くてもつまらないし、正解は一つだけではないはずだ。だから、自分たちのこだわりを貫いて強いロボットを作りたい。いや、強くなれなかったとしても自分たちが納得できるものに仕上げたい。そうする中で壁に突き当たったときこそ、他者のアイデアやアドバイス等は本当に役立つ、さらに発展させることができる。それが、最終的にはロボコンに取り組む全ての人にとっての利益となる。そう考える人が多いからこそ、ロボコンは楽しいのではないだろうか。

今後、それぞれの学校やチームで継承されてきた技術やこだわり等は残しつつ、気軽に発表や相談ができる場を通じてそれぞれのロボコン文化がほどよく交じり合い、より高度な文化が構築されていくことを心から願っている。我々もその一員となれるよう、引き続き、継承されてきたものをベースとして他チームの素晴らしいアイデアも参考にし、我々のアイデアもまた、包み隠さず積極的に公表していく所存である。

最後になるが、このような状況下でもロボコンを開催して下さった先生方並びに素晴らしいアイデアやアドバイスをくださった他チームの皆さんに心より感謝申し上げます。