

【はじめに】

高専はエジソン型人材育成機関と言われる。エジソン型人材育成とは実践を通して技術を学び、発想力を身につけていく教育方法を示すのだと考えるが、徳山高専機械電気工学科で取り組んでいる創造製作という授業は、まさにエジソン型人材育成の中心をなす科目であると考えられる。いま日本の教育では理論的な教育が先行し、実際にものに触れながらの教育が少なく、そのことが子供の理科離れを促し、日本にとって最も必要とする創造力のある実践的な技術者育成を難しくしていると考えられる。ここでは創造製作という授業を通して、実践的なものづくり教育が技術力や創造力を身につける上で有効であることを述べる。

【徳山高専の創造教育】

はじめに徳山高専機械電気工学科の取り組んでいる創造教育の概要を説明する。創造教育は主に創造演習という科目と創造製作という科目が中心となっていて行われている。創造演習は自分が興味を持ったこと、疑問に思ったことなどをテーマにして調査・研究等を行い、最終的に自分の考察を展開していくことで個性を磨き、発想力を鍛える授業である。一方創造製作は学生が課題に対してアイデアを具体的な形にするもので、通常はロボットを製作しそのロボットを使って競い合うというものである。創造製作は実践を通して技術・技能を磨き、発想力を鍛える授業である。このように徳山高専で行われている創造教育はまさにエジソン型人材育成といえる。創造教育は他の高専、大学においても行われているが、一人が一つのテーマについて調査・研究を行ったり、マシンを作ったりする教育がほぼ全学年にあるというほど創造教育に力を入れている学校は数少ない。

これらの創造教育の結果、徳山高専の学生がいろいろな成果を示している。たとえば1年生が、自分の創造演習の成果を論文にまとめてコンクールに提出して入賞しているが、その入賞者のほとんどが大学生である。これは高校1年生にあたる高専生が、自分よりも4、5年長く学習してきている大学2、3年生に匹敵する思考力、発想力を発揮しているということを示すものである。またこれらの授業を通して生み出されるアイデアを特許として出願する学生も現れていて、平成14年度と15年度にそれぞれ4件の特許が出願されていて、実用化に近いものも現れているということである。

まさに実践を通して学ぶ創造教育によって、特許も生み出されると言うことで、エジソン型人材育成が行われていると言えるのではないだろうか。

本文ではこのような創造教育の重要な柱の一つである創造製作の授業を通して、技術の力や発想し工夫する力が身に付きつつあると実感する私の体験を述べてみたいと考えている。

【競技の説明】

製作過程を述べる前に競技について簡単に説明する。競技は写真1のように円形の長い2

本のポールを真ん中で垂直に交差させて水平に設置されたフィールド上で行う。一試合に四体のマシンがポールの上を発泡スチロールの玉を持って移動し、ポールの両脇や中心にあるかごに入れていき、得点の高いマシンが勝利となるゲームである。スタート地点はポールの真ん中であり、スタート後の動作は自由である。ただし発泡スチロールの玉を補充できるのは、ポールの端にマシンが移動して、端部に設けられたスイッチを押してパトランプが点灯した時のみである。競技時間は3分であり、マシンはすべて自動制御とする。

【マシン製作の方針】

最初に先生から競技内容を聞かされたときはその内容の難しさに驚いた。2年次の競技において優勝したため、マシンを作ることに對してそれなりに自信を持っていたのだが、一体どんなマシンを作ればよいのだろうかとしばらく考えた。

まずマシンを作る上で私が考えたことは「競技に勝つためのマシン」を作るか、それとも「アイデアを重視したマシン」を作るかということである。「競技に勝つためのマシン」とは言葉のとおり、競技に勝つことを最優先事項とし、なるべくシンプルな構造のマシンを作ることになる。一方、「アイデアを重視したマシン」というのは実用性よりもアイデア実現を優先するものとなる。発想力を鍛えるという意味で言えば、後者の方を選択することが授業の意味から言えばふさわしいかもしれないが、私は実用性の少ないアイデアよりも、実用性の高い工夫をすることの方が、実際には役立つし、意欲ももてると思った。そこで私は2年連続、競技で優勝することを目的とした「競技に勝つためのマシン」を製作することに決めた。

【競技に勝つためのポイント】

私は競技で勝つために重要なポイントは3つあると考えた。それは「マシンを傾けずに真っ直ぐ走れる」「横のかごに確実に玉を入れられる」「真ん中のスポットを獲得する」ことである。私はこの3つのポイントを1つずつクリアしていくことで確実に優勝を狙えるマシンを製作することにした。

【マシンを傾けずに真っ直ぐ走れる機構】

この競技では「マシンを傾けずに真っ直ぐ走れる」ことは全ての基本であり、これができていなければ、いくら玉を入れるためのすばらしい機構を装備していても、マシンが傾いてしまえば勝つことはできない。だからこそポールの上を走るという基本動作が完璧にできるように作らなければならない。またポールの上を走る機構はマシンの基盤であり、この部分に後にさまざまな機構を装備できるだけの強度を持たせる必要がある。そこで私は写真2のように製作した。駆動輪はポールの真上に設置し、ポールの真横には左右へのずれを防止するコロが付けてある。またマシンの重心を下にもっていくため、マシンの下方向にかごをつけてその中に錘を入れることで、走行時の安定性を向上させている。

2年次は垂直にポールを登るという競技だったが、その際に幅の狭く、つるつるのタイヤを使用したために、ポールとの接地面積が小さくグリップ力も十分でなかった。その反省を活かし、ここで使用した駆動輪は幅の広く、タイヤのゴムに溝が彫ってあるものを使用した。

マシンの強度については、板と板の接合部にアルミのL字棒を取り付けて、マシン重量が増加してもマシンが変形しないように補強するなどの工夫を施した。

【横のかごに確実に玉を入れられる機構】

「横のかごに確実に玉を入れられる」ことは競技に勝つ上で絶対条件である。今回の競技では真ん中のスポットに玉を入れることができればポイントが2倍になるので、こちらの方を重要視しがちになるが、2倍にするポイントを横のかごに入れて稼がなくては意味が無い。確実に勝利するためには真ん中のスポットを獲得する前に、横のかごに最低でも5個以上の玉をいれなければならない。玉は全部で10個であり、真ん中のスポットは1つしかないので、これを獲得した以外のマシンは真ん中のスポットから敵マシンに入れられた玉を外に出さない限りは自動的に最高得点が10ポイントになる。よって真ん中のスポットに玉を入れることができれば、横のかごに5個以上の玉を入れることで勝てる。つまり真ん中のスポットを獲得しにいくつもりであれば、絶対に横のかごに5個以上の玉を入れられることが前提となる。これで「横のかごに確実に玉を入れられる」ということの重要性を分かってもらえるだろう。

この機構を製作するにあたり、私が最優先したのはタイムロスがなくすることである。横のかごに玉を入れる際に、かごの横までマシンを走らせ、そこでマシンを停止させてから玉を入れる動作を行うのが一般的であるが、それを行うと確実にタイムロスが出てしまう。優勝することが目的である私にとってはこのタイムロスが非常に大きなものを感じられた。そこで何とかマシン本体をかごの横で一時停止させることを必要としない機構は無いものかと考えた。しかしそう簡単に都合のよい機構など思いつくわけもない。頭の中だけで考えていても、何も思い浮かんではこないのので百円ショップに行き、何か使えそうなものはないかを見て周り結果、玉より少し直径が大きい筒と星型の磁石、太い針金を購入した。この時点でははっきりした用途は決まっていなかったが、筒は玉を補充しつつレールとして用いようとは考えていた。しかしそれ以上のことも考えていなかったのので、後は残りの磁石と針金を実際に加工しながら何かできないかと試行錯誤を続けた。

そうして製作したのはマシンが走りながら横のかごに入れることができる図1のような機構である。筒は予定通り玉の保管と玉を転がしてかごに入れる通路の役割を持つものにした。サイズがオーバーしないように競技開始時には筒を縦にしておき、玉を補充した後に筒の上部にあるギアボックスの力で筒をかごより少し高い位置に持ち上げる。この時に図1にあるようなリミットスイッチを設けてあり、筒が毎回ちょうど良い位置に持ち上げられるようになっている。ちょうど良い位置に筒が持ち上がったときに、筒がリミットス

スイッチを押すので回路が切断されてギアボックスが止まる。

写真3は玉を保管するときには筒の底を塞ぎ、横のかごの所まで移動したときに玉がでてきて横のかごに入れる機構であり、百元ショップで購入した針金を手で加工したアームと星型の磁石をアームと筒のそれぞれに据え付けたものである。アーム側の磁石と筒側の磁石がくっついて、アームが筒の底に固定されているので取り付け取り外しは簡単にできるようになっている。これでどのように玉を入れるかであるが、マシン全体の動作と共に順序を追って説明する。まず玉を補充した後に筒が持ち上げられ、そのまま直進していく。この時点ではアームは図1-1の左図のように筒の底を塞いでいる。直進するとアームの先端が筒のふちにあたり、図1-1の右図のようにアームが回転して、筒の底を塞ぐものがなくなるので玉が出てくるという仕組みになっている。磁石は星型のプラスチックの中に埋められているので、磁石同士をくっつけた状態でも滑りやすく、かごのふちにアームがあっただけでも簡単に回転するようになっている。アームの形状は最初からこのような形にしようと考えていたのではなく、何度もかごを使って実験をし、その中で最も確実にアームが回転する形状を選んだ。

この機構を製作してからの私は、製作に行き詰まったときには作らなければならないものを頭の中で考えるのではなく、今手元にある材料で何か作れないかと考え、実際に材料を手に取り、形作りながら製作を行うようになった。この方法で作られたものは想像の中だけのものとは違い、実際に試しながら製作されたものであるから、実用性という面において優れているし、今ある材料の中で作ろうとすることで購入した材料を無駄なく消費し、むやみに新しい材料を購入するよりコストが低く作れるのである。こういったことは誰かに口伝えに教わるものではなく、学生自身が実際に体験し、試行錯誤した結果に得られる一つの成果であり、実践的な創造教育における利点の一つといえるだろう。

【真ん中のスポットを獲得する機構】

「マシンを傾けずに真っ直ぐ走れる」「横のかごに確実に玉を入れられる」という二つのポイントをクリアした後に待っているのは「真ん中のスポットを獲得する」という最後の難関である。

真ん中のスポットに玉を入れる方法も限られているが、私にはある考えがあった。それは真ん中のスポットを競技開始直後に封じることだ。

真ん中のスポットを狙えるマシンは少ないとはいえ、勝ち残っていけば必ず戦うことになる。その時に真ん中のスポットの奪い合いになるのだが、私より先にスポットに玉を入れられてはどうしようもない。私のマシンはポールの上を走る際の安定性を重視したため、スピードでは他のマシンに劣るので、単純に玉を補充した後に真ん中のスポットに向かったのでは先にスポットを取られてしまう可能性が高い。最初に玉を補充して、それから横のかご、真ん中のスポットという順番で玉を入れていくのがこの競技における一般的な動作であり、ほとんどの学生はこの方法でポイントを取っていく。つまりほとんどの敵マシ

ンは最初に真ん中のスポットに向かうことはないので、真ん中のスポットはフリーになるということである。このことを利用して、私のマシンは他のマシンが玉を補充しに行く間に、逆方向の真ん中のスポットに向かい、これを他のマシンが玉を入れることができないようにかごか何かで覆ってしまおうというのが私の作戦だった。

しかしこの作戦にはどうしても解決しなければならない問題がある。スポットをかごで完全に覆ってしまえば自分も玉を入れることができないのである。私の考えた作戦は玉を補充する前にというのが前提なので、かごをかぶせる時点では玉を所持しておらず、スポットを封じると同時に玉を入れることは不可能である。かごを設置した後に、後退して玉を補充しに戻り、再び真ん中のスポットに向かうことになるが、その時に自分のマシンも玉を入れることができないのであればこの作戦は意味をなさない。

そこで考えたのが図 2 のようなスポット封じが先端についたレールである。スポットは完全に封じることが自分のマシンの方向に伸びたレールからは玉が転がせるようになっていて、このレールに玉を転がすと真ん中のスポットに玉が入る。レールにはわずかな傾斜が設けられておりボールがレールの上に置かれると勝手にスポットに向かって転がる。またスポット封じ付きレールの足には磁石がついておりスポット封じが固定され、敵マシンから動かされない様になっている。玉が入られるのは私のマシンの設置されている方向からだけなので、このレールを設置してしまえば敵マシンに玉を入れられることは無くなるのである。私はこれを「スポット封じレール」と名づけた。

この「スポット封じレール」自体は非常に素晴らしいものだったが、肝心の取り付けという課題が残っていた。「スポット封じレール」は全長が 25 センチ程度でマシンの上部に乗せることは決まっていた。しかしその取り付けは極めて困難なものである。レールの先に付いているスポット封じがぴったりスポットを覆い、さらにレールがちょうど自分のマシンの方向を向くように設置しなければならないからだ。そうしないとスポットを封じることができないし、レールに玉を転がすこともできない。そして取り付けた後には、後退して玉を補充しにいかなければならないので、スポット封じレールだけを真ん中に残すためにマシン本体からレールだけをはずせるようにしておく必要がある。これまでの機構についてはほとんど自分の力だけで製作してきたが、「スポット封じレール」の取り付け、切り離しだけはどうしても良い方法が思いつかなかった。先生や友人に相談し、試行錯誤の末、次のような方法でレールの設置、本体からの切り離しを行うことにした。

図 3 のように貫通穴のあいた軸を回転させて切り離す。この穴は一箇所にしかなかった。ここに図 3 の下の図の様に図 2 のフック状に曲げられたアルミ板を差し込むことができる。差し込んだ状態で軸をギアボックスでまわし、一周すると図 3 の下の右図のようになる。この状態になったときフックは引っかかる所がなくなってしまうのでレールの自重で落下し、結果マシン本体からスポット封じ付きレールだけを切り離すことができるのである。実際にこのレールを取り付けた様子は写真 4 を見てもらいたい。

【マシンの動作】

これまで私が製作したマシンの大きなポイントとなる機構についてだけ説明してきたが、ここでは実際にプログラムによって自動制御されたマシンがどのような動作をするかを説明したい。動作に振られている番号は図5の番号と対応している。

マシンの最先端と最後尾にはリミットスイッチが設置されており、これがオンになると何らかの動作が行われるプログラムが組んである。

まずスタート地点から真ん中のスポットに向かって前進する。

リミットスイッチが入ったらマシンが前進を止めるのと同時にスポット封じレールをウォームギアボックスで少しずつつまわし、スポットを上から囲むように設置する。

後退してランプのスイッチを押して十秒止まる。(この間に玉を補充)

左右の筒を上げる。(ちょうどいい角度でリミットスイッチが入るようになっており、筒を上げていたモータが止まる)

その状態でまた真ん中のスポットに向かって前進する。(その間に先に説明した機構により、横のかごに玉が入る)

再びリミットスイッチが入ったら止まり、ウォームギアをまわして玉をレールに運び、レールを転がって真ん中のスポットに入る。(図4参照)

【競い合いにより生まれる製作意欲】

最終競技会では私が望んでいたとおり優勝という結果を得ることができた。しかし簡単に優勝させてはもらえなかった。辿ってきた経緯は違えど、同じ目的のために作られたライバル達のマシンはどれも皆すばらしいものであった。

その中で私が優勝できたのは「競技に勝つマシン」を作るという目的意識を最後まで持ち続けることができたというのが一番の理由である。私がなぜそこまで「競技に勝つマシン」を作ることに意欲的になれたのか。それは同じ目的意識を持ったライバルの存在があったからに他ならない。そのライバルの中でも特に真剣に取り組んでいた人がいた。彼は私の友人で製作をいつも一緒に行っていた。去年の競技において彼のマシンは一回戦で敗退したものの、非常に個性的なマシンであり、私のマシンは優勝こそしたものの彼のマシンに比べれば平凡なものであった。このような経緯があり、私は彼が今年こそは優勝候補になると考えていた。その予想通り、彼は常に私より一歩先に進んでいた。横のかごに玉を入れる機構も、私が試行錯誤を繰り返しているときにはすでに完成しており、機構自体も後に私が作った機構に引けをとらないものであった。私も彼に負けまいと放課後に実習工場に遅くまで残り製作を行った。そういう日々が続いていくうちに、2年次には面倒だと思っていた製作がとても楽しく感じられるようになっていった。製作が楽しくなってくると自発的に作業を行うようになり、自然にアイデアも生まれてくるという良い流れができるのである。

【まとめ】

最終的に私は当初の目的であった2年連続優勝を果たすことができた。2年連続優勝を達成できたのは「競技に勝つマシンを作る」という明確な目的意識を持って製作に望むことができたからである。そしてそのためのポイントを最初に考え、「マシンを傾けずに真っ直ぐ走れる」「横のかごに確実に玉を入れられる」「真ん中のスポットを獲得する」との3点が重要な要素であること認識し、その機構を考え出すために辛抱強く工夫を重ねた。これらの工夫を通じて分かったことは、なかなか発想がでない時には、具体的な部品や材料を手元において工夫をすることで、新たなアイデアにこぎつけることができるということである。これは実践が発想につながるということである。

また「真ん中のスポットを獲得する」という考えを実現する上で、試合開始直後にスポットを封じるという発想も、勝つマシンを考える中で生み出され、かつスポット封じレーンというアイデアに到着できたのも、競い合う中から生み出されたものであると考えられる。

このように良いライバルとの競い合いの中から、意欲と発想が引き出され、技術的課題を乗り越える上での困難さを、楽しく自発的に行うことができた。

私は創造製作という授業を通して、競い合う実践が技術力や創造力向上に役立つものであることを実感し、このような授業こそエジソン型人材育成に必要な科目であると考えている。

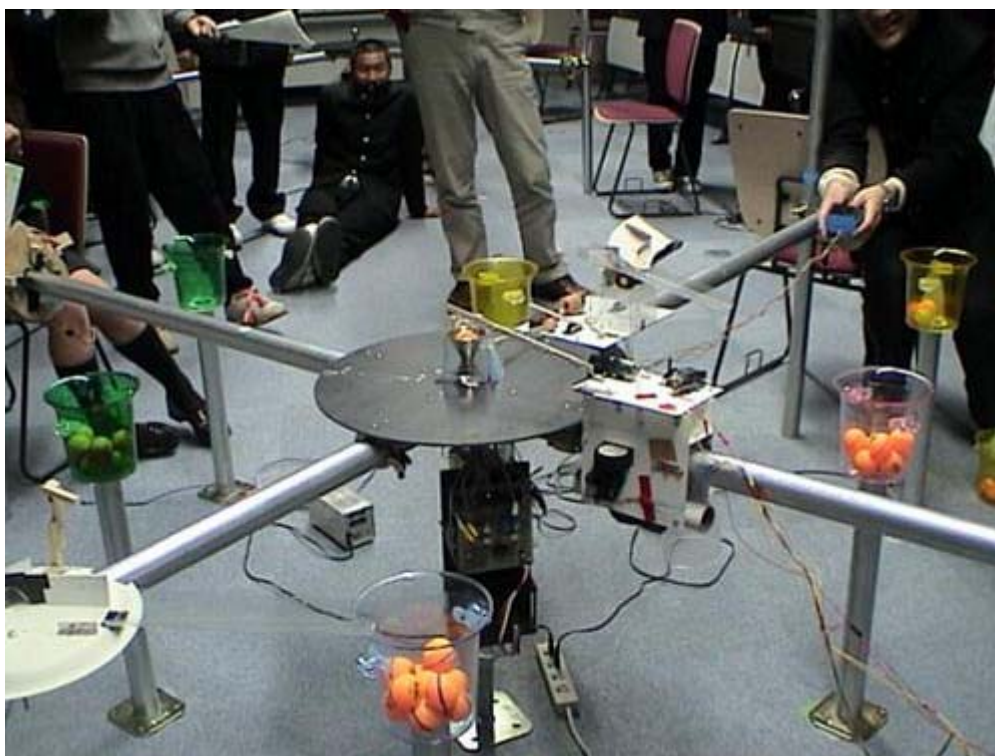


写真 1

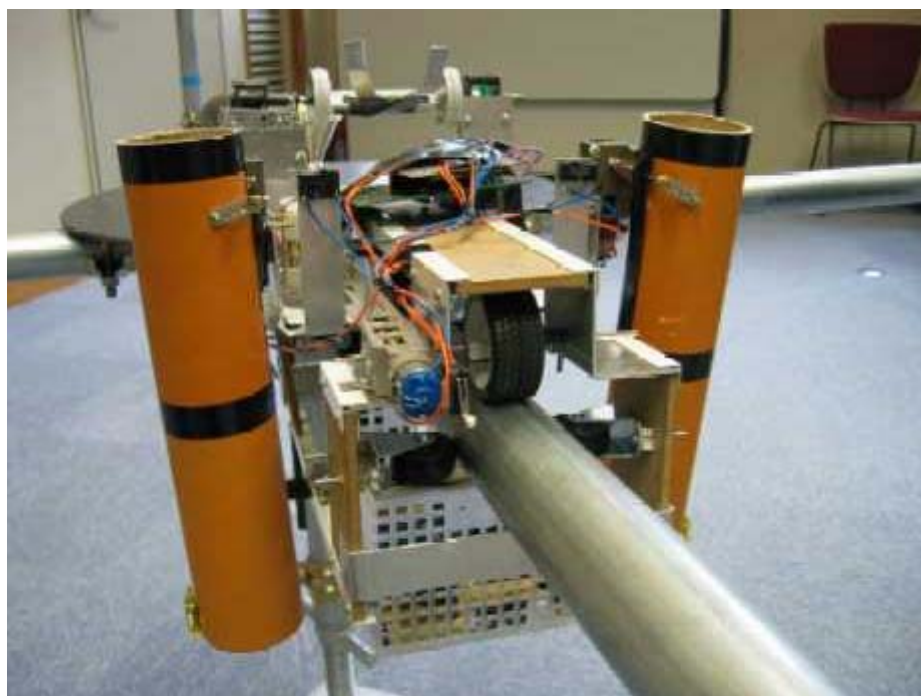


写真 2

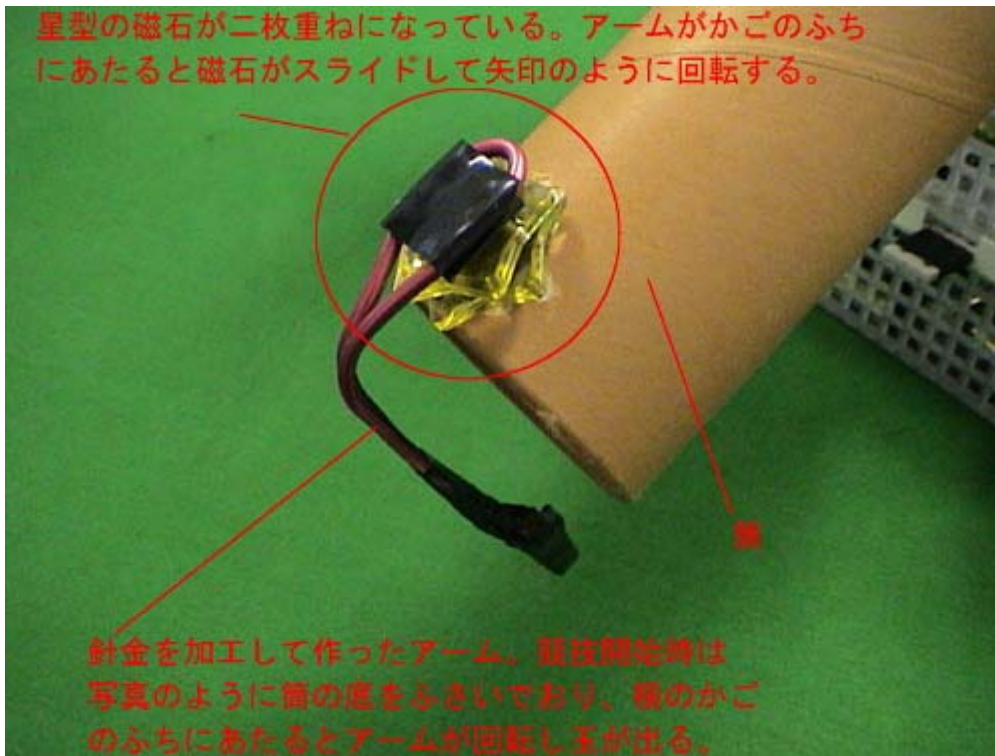


写真3

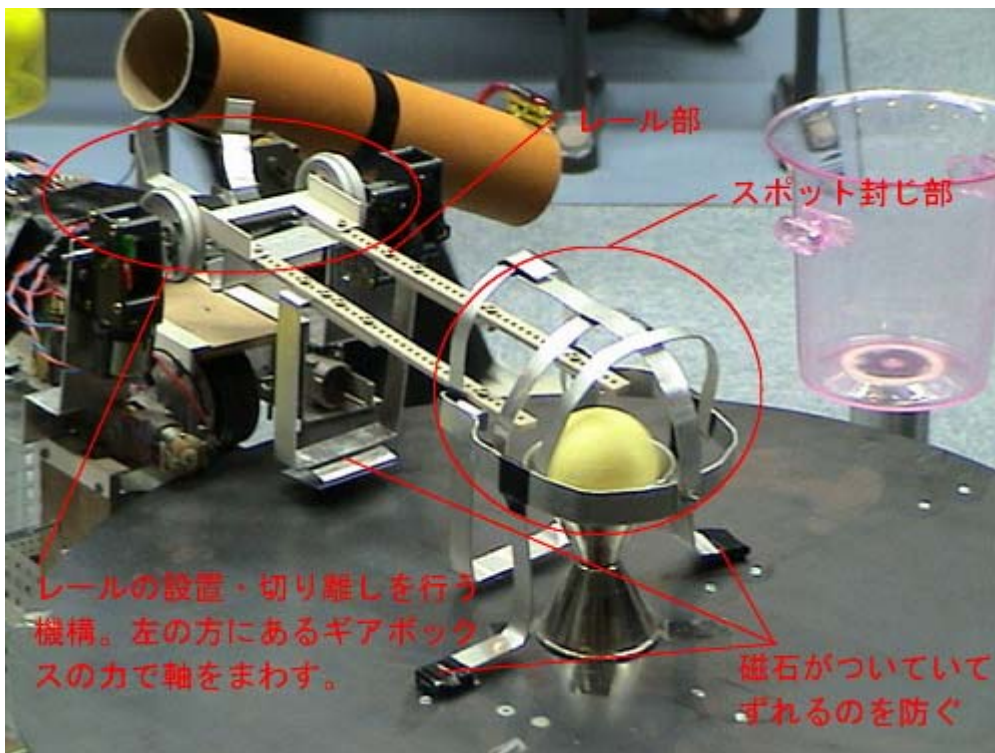


写真4

筒のふちがリミットスイッチにあ
たって止まるようになっている

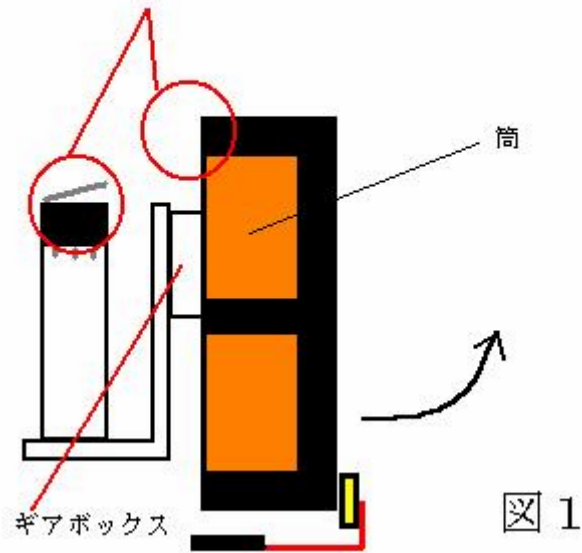


図 1 - 1

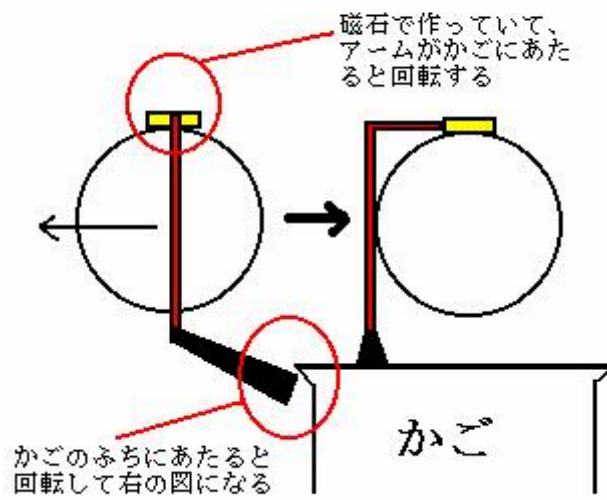


図 2

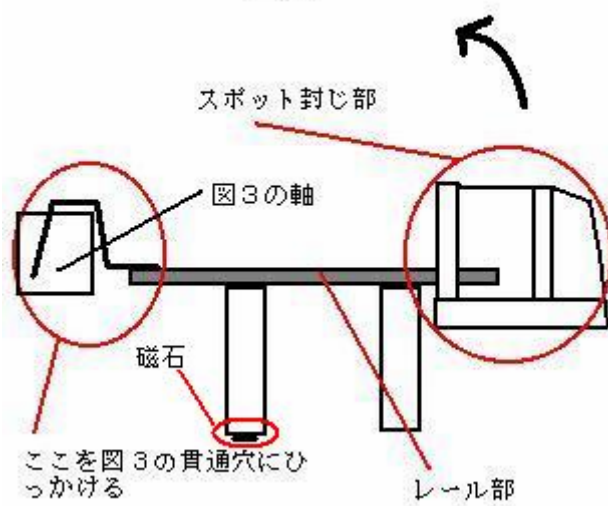
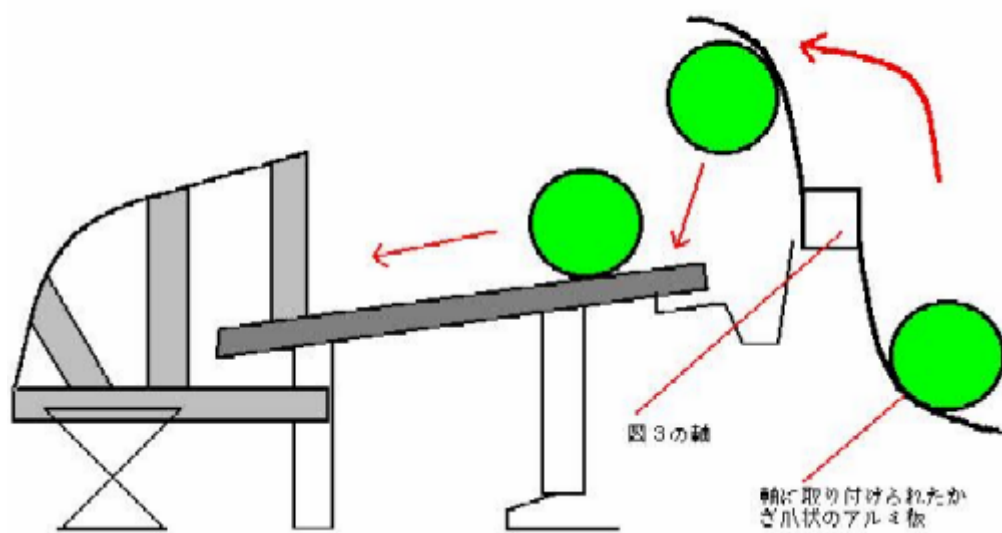


図 4



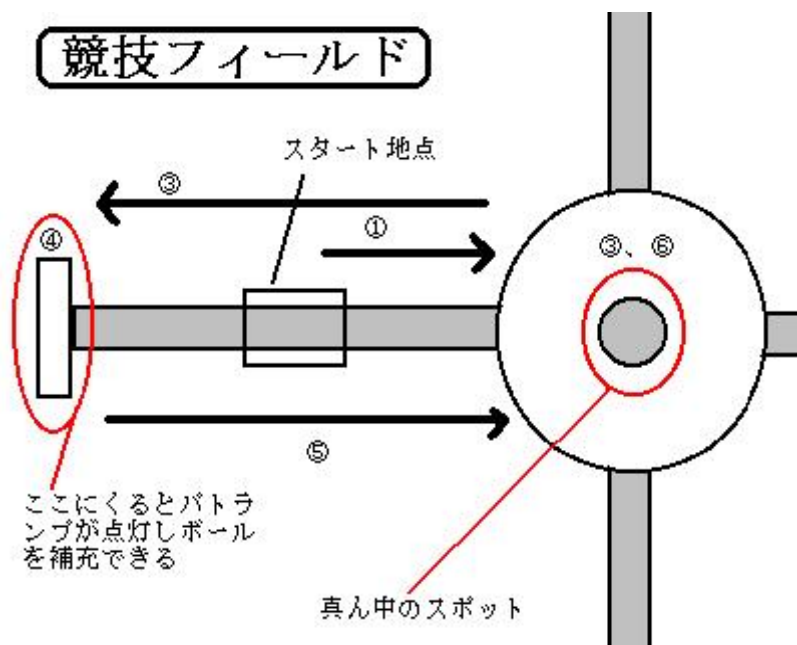


図 5

貫通した穴があいていて、ここにフック状にまげたアルミ板を引っ掛ける

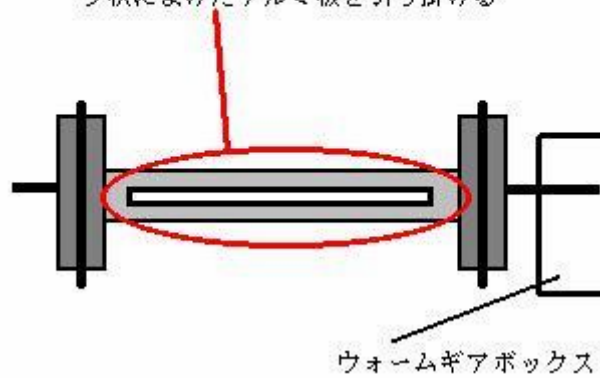


図2のフック状のアルミ

軸を一周まわすと・・・

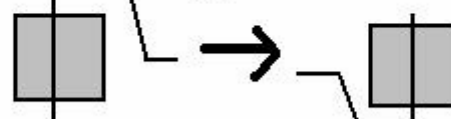


図 3