

ゴム動力相撲ロボット製作に見る創造性

一関工業高等専門学校機械工学科における創造性育成教育

佐藤清忠* 向山 宙* 千葉 誠** 佐藤 民雄** 千葉 周一** 小岩 俊彦**

*一関工業高等専門学校機械工学科、

**一関工業高等専門学校学生課

1 はじめに

一関工業高等専門学校機械工学科3学年では、平成10年に、学生自身の発想により輪ゴム動力による対戦型ロボットの設計、製作を行う授業を実施した。授業の目的は、機構学など専門科目の具体的な応用例を体験すると同時に、限定条件下における発想力を養い、完成までの自己管理等の創造性の育成を行うことである。

授業の特徴は、従来の製図教室を利用して比較的安価な設備環境により実施できたこと、課題を工夫することにより教育効果が見られたことである。本報告では、準備の方法と、週3時間で約5ヶ月間の授業を行った指導経験と学生の感想を紹介し、本授業の教育効果を考察する。

2 授業課題の概要

高専では実践的で創造的な技術者の養成を教育目標にしている。この目標は、卒業研究やロボットコンテスト等実験製作作業を経験することにより行われることが多い。なお技術者の創造性とは、限定された条件下において具体的な解決方法を提案し、提案内容に関する情報の収集活動を自発的に行い、さらに根気強く建設的に完成にむけて改良作業等を行うこと、と我々は考えている。¹⁾

このような教育を全学生が体験できるように授業で実施した事例が、本校では既にいくつかある^{2),3)}。しかしその授業では、製作作業のために多大な予算措置が必要であり、指導者に高度な経験、熟練が求められていた。

我々はこれらの経験をふまえ、低価格の授業

環境を整え、指導方法も煩雑にならない授業方法を考案した。授業計画に際し、検討したことは次の事項である。

- 1) 学生が興味をもって参加できること
- 2) 一人一台、完成すること
- 3) 従来の授業方法で対応できること
- 4) 設備や部材等が安価であること

ロボット相撲の競技規則(限定条件)は、教材構造の一部となるが、それは次の通りである。

- 1) 10本の輪ゴムが動力源で、「糸」を切って動作開始とする。
- 2) 立ち合いの時は、15cm×15cmの床面寸法以下であることとし、高さは問わない。また相互に15cm間隔に設置すること。
- 3) 総重量を1kg以下とする。
- 4) 写真1の土俵で競技する。表面は厚手のビニールシートであり、土俵の内径はちょうど1m、土俵の縁の高さは5mmである。



写真1 ロボット相撲競技用の土俵

5) 取り組みは大相撲形式で5回行う。2回戦からは強い者同士が対戦する形とする。

6) 双方のロボットが停止した時点で試合終了とし、その時の状況に応じて勝敗を決める。具体的には次の通りである。

・終了時にロボットの一部分が、土俵ラインから出た場合には、出た方が負け。

・相手の陣地内へ、ロボットの底面積がより多く入った方が勝ち。互いに相手の陣地内に入って停止した時は、より深く(奥へ)進入したほうの勝ち。

・相手がメカトラブル等で動作しなかったときは、動作したほうが不戦勝で勝ち。

・タイヤ等の移動手段の部分が相手の屋根の上などに乗ってしまい、土俵に接地していないときは負け、とする。

以上の競技規則に加え、評価基準として必ず完成させることを義務付けた。この競技規則と、評価基準の提示が限定された条件であり、本授業の教材構造を形作るものである。

3 設計製作環境

授業は写真2で示す40人規模の製図室で行った。授業開始当初、15cmx15cmのベニヤ板を配布した。それ以外に必要な機構部品は、各自木材やプラスチック板で加工製作したり、既存の部品の再利用をするように指導した。製作作業のために購入した工具類は、次の通りである。



写真2 製図室を用いた製作授業の風景

1) 木材加工具

カッティングマット、小型カッター、ハンドドリル、カット用定規、糸のこ、錐、紙やすり、等

2) プラスチック加工工具、他

プラ板カッター、ピンセット、ニッパー、はんだごて

カッティングマットと小型カッターは、学生全員分揃えた。ニッパーやはんだごて等いくつかの工具は共用するようにし、半数以下の数量で購入準備した。これは試行錯誤が伴う考案、製作授業であるため、一斉に工作する状況になる場面は少ないと推測したためである。ただし製図板の上で切断や穴あけ作業を行うことになり、注意しないと製図板や机を傷付けたり、またけがの危険性もある。ボール盤などの便利な工作機械を運び込めることができればよいと思うが、なければそれなりに工夫していたし、手先の技能を訓練するために、少々不便なほうがむしろ効果があることもあった。

外形が120cm四方の土俵は2台、別に準備した。厚手のテーブルクロス用ビニールシートをベニヤ板に土俵板で打ち付けたもので、手製のものが十分満足のいく試合ができた。この土俵を含め、工具類の総計が約40万円以下の費用であった。

4 作品例

競技ルールの限定条件の下で、学生が発想したロボットは概ね次の通りである。

- | | |
|----------------------------|------|
| 1) 押し出す | 25 例 |
| 2) 下から相手をすくいあげて
動作不能にする | 8 例 |
| 3) 避ける | 2 例 |
| 4) 跳ねる、飛ぶ動作で
相手の陣地に入る | 4 例 |
| 5) 相手の進行を阻止する | 2 例 |

1)と2)のタイプが多くなった理由は、まず走る動作をどう実現するか、という着眼点で4輪

ゴム駆動車を構想したものと考えられる。これは授業の最初にベニヤ板を配布したために、一斉に1),2)の発想に傾いたと思われる。すなわち、まず走り、その後で特徴のある戦術を実現するために、さまざまな装具や外形を考案し付け足していった、という設計過程が推測される。

3)と4)のタイプは意表を突いたものでありユニークさを強調していた。しかし動作の信頼性が劣り、本番では思った通りに動作させることが困難であった。

また4)の防御タイプは、競技規則を最大限に利用したものである。機構が複雑になり規模も大きくなる傾向があった。

さて、押し出しとすくい上げタイプでは、ゴム動力を車輪に伝えるギヤ部分を、模型店から購入した例が多かった。写真3に押し出しとすくい上げ両方を狙った作品例を示す。

糸巻き車のような玩具をヒントにした動力機構は少数であり、幼少の頃の玩具の影響が大きく現れているのでは、と推測する。

低い姿勢ですくい上げるタイプは、仕上げの精密さに苦心することになり、うまく動作させるのは難しいようであった。

次に「避ける、跳ねる、飛ぶ」タイプは、練習で時々動作しても、本番になると予定通りに動作しないことも多く、信頼性の面で問題があった。

最後に進行阻止タイプであるが、開始と同時に

に自らの一部を相手の侵入阻止として使い、同時に相手側陣地に何かしら部品を送り出すタイプは、同じタイプのロボットでなければ打ち勝つことが難しいものであった。これは、機構の信頼性だけで勝敗を決めることになり、結果的に毎回確実に動作した写真4のロボットが、優勝を勝ち取った。

5 アンケート結果

試合後のアンケート調査の結果を、抜粋して紹介する。

最初からすべて自分で考えて作り上げるのはとても手間取ったが、追いつめられてから何とか作り上げることができた。大会は思った以上に盛り上がって面白かったと思う。

自由に自分達でいろんなことを考えて試すことが出来る授業がとても良かった。

ゴム動力で動かすことについて考えることはとても楽しい日々だった。でもゴム動力よりは今度はモーター動力でやってみたいと思う。それと、材料が少し足りなかったように思う。製作する作業を、みんなとやっている楽しかった。

実際のところ知識がどこで使われるかはなぞだが、とてもためになったとおもう。

すごくいい時間を過ごさせてもらった。製図室を使ったのは失敗だったと思う。なぜならドリルとかのせいで穴があいたりしてたから・・・



写真3 押し出しとすくい上げタイプ



写真4 進行阻止タイプ（優勝機）

部品材料をもっとだしてほしかった。

夢がふくらみ、アイデアがたくさん浮かんだが、実際にできなくて挫折した。そのため中間ではだらだらしてしまっただが、やっぱり試合はおもしろく、燃えた。この企画は大成功でしょう。

この授業は材料が少なすぎる。最低限タイヤとシャフトぐらいはつけてほしかったし、参考になるマシンなども欲しかった。

授業はとても楽しかった。しかし5カ月間という長い期間だったので、どのように進めていくか少々とまどった感じがする。最終的には冬休み明けから本格的に始まり、ぎりぎりにできあがったという具合だった。楽しい課題だっただけに、もう少し真剣に取り組むべきだったと反省している。

金を使えば勝てるような企画は不平等だと思う。この企画はだめだ。失敗だ。

この授業をやったことは、自分で計画をたて、自分で進めていく力が必要だと思った。普通の授業（機構）などで学んだことを生かすチャンスだったと思う。生かせなかったが・・・

以上の感想を整理すると、41名中自己反省を含め好意的に評価した者が22名、明らかな不満意見は5名あり、概ね授業は成功したと言える。しかし設備や部品準備環境が不十分との指摘がいくつかあった。その結果、学生個人へ若干経済的な負担を強いる場面もあった。

成績評価は作品の完成度に着目した。すなわち当初予定した形に仕上がっているか、完全に動作したか、の二点である。試合までの授業参加の姿勢や発想作業は、特別な評価基準はなく、自由に過ごしてよいということにした。こうした自由気ままさの許容は、一方で安易に過ごす者も作り出した。しかし完成しない者は単位認定しないとの条件により、作業が遅れた者は競技の数日前に集中的に取り組んだ。それらを考慮すると、授業時間に加えて、一人平均数十時間の製作時間を費やしたものと推測する。概ね、建設的な粘り強さを指導できたものと考えている。

6 おわりに

創造性育成教育をめざし、ゴム動力駆動によるロボット相撲という目標（限定条件）を提示し、試行錯誤による予見を行わせ、素材や作業環境を勘案した現実的な解決方法を提案させた。装置を製作する作業環境は、従来の製図教室をそのまま使い、大きな問題はなかった。また新たに導入した機材は、安価な木工用工具類等であり、約40万円の経費で済んだ。

学生たちには当初の提案に基づき毎時間改良修正を行わせ、根気強く完成に向かわせ、更に信頼性を向上させた。

本授業では一貫して、学生の独創的な直感を正当に評価した。こうした評価観点や励ましにより、アンケートによると、授業への参加意欲が高まり充実感があったとの回答が多くなった。

以上のことより、当初の目標であった創造性育成教育が達成できたと考える。こうした授業形態は特別な装置が不要であり、どこの専門学校等でも容易に実施可能ではないかと考える。

7 謝辞

本研究授業は、平成9年度教育研究特別経費の補助の下で実施したものであり一関工業高等専門学校池田俊夫校長に謝意を表します。また競技会開催にあたり機械学会東北支部の後援を頂きました。感謝申し上げます。最後に御助言ご協力頂きました本学機械工学科教職員、沼崎敏男助教授、吉田武司助教授、佐藤高志助教授、佐藤昭規助教授、藤原康宣助手、三浦正治技官、高橋達也技官に感謝致します。

<参考文献>

- 1) 広岡、ブルーナー研究、明治図書
- 2) 佐藤、三浦、平山、電子システム設計製作を目的とした実験教育について、平成6年度工学・工業教育研究講演会
- 3) 三浦、佐藤、平山、マイコン技術教育を目的とした環境のあり方、一関高専研究紀要 Vol.25