

# 相撲ロボットの製作と各種大会に参加して

ポリテクカレッジ高知  
(高知職業能力開発短期大学校) 境田 益知

## 1. はじめに

ポリテクカレッジ高知の電子技術科では、昨年度より1年の後期の集中実習において「ライントレースロボットの製作」を行い、モノづくりに対する導入を行っている。

また、2年では卒業研究の一環として、相撲ロボットの製作に取り組んでいる。

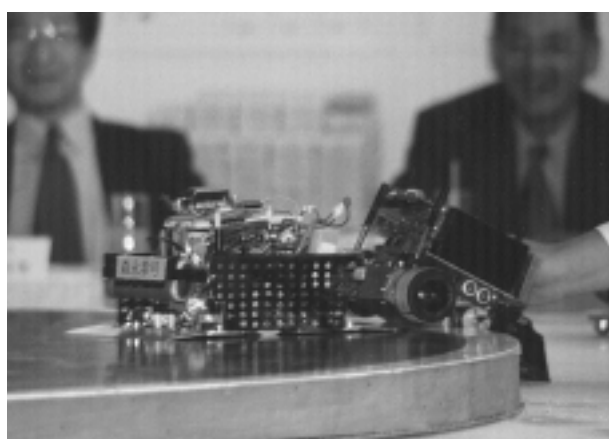
ロボットの製作における目的は、モノづくりにおける楽しさ、問題点の抽出および対策に対応できる人間の育成、各種大会に参加することにより得られる客観的評価など、さまざまな体験をすることである。

今回、相撲ロボットの製作を行い、3つの大会に出場したので報告する。

## 2. 相撲ロボットとは

全日本ロボット相撲大会(富士ソフトABC(株)主催:以下、「FIS」という)は、毎年9月に全国の9地区で地区大会が行われ、決勝戦が両国国技館で行われている。その目的は「生徒、学生ならびに一般社会人が、ロボット作りを通じて技術の基礎・基本を習得し、技術研究の目標を達成することにより研究意欲の向上と創造性発揮の場を提供すること」としている。

ロボットの種類としてはラジコン型と自立型があり、ロボットの規格として縦横の大きさが20cm以



「森永参改」の試合の様子

内で重さ3kg以内などの試合規則がある。

勝敗は、相手を土俵外に出すことで1本となり、実時間3分間で3本勝負を原則とする。

また、高知県下においても、高知県メカトロ技術研究会主催のメカトロカップの中で相撲ロボットコンテストが実施されており、年々参加者も増加の傾向にある。

## 3. 「森永参改」ができるまで

今まで当校の電子技術科で製作した相撲ロボットは、大会では1回も勝ったことがない。1回戦負けするのは「ジnkクス」となっていた。今年は、それを打破するため4月から相撲ロボット製作の指導にあたった。今回は2名の女子学生(森、永野)が製作を行った。また、当校の生産技術科においても卒業研究で相撲ロボットの製作をしており、お互いに協力し合い、刺激し合いながら製作を進めた。

以下に各種大会に参加した結果を紹介する。

### 3.1 全国プラクティカル教育ロボット大会

昨年度製作したロボットをもとに、「森永弐号」(以下、「弐号」という)を製作し、6月に東京ビッグサイトで行われた全国プラクティカル教育ロボット大会に出場した。ところが試合直前に回路がショートし、「弐号」は動かず棄権となった。しかし、製作した「弐号」の対戦データが知りたく、修理し、全試合終了後、優勝と準優勝チームのご厚意により対戦させていただいた。その結果以下のことがわかった。

弐号は吸盤型でパワーを重視し、スピードを無視した設計を行っていたため遅すぎて、相手検出センサで相手の動きに対応できず、攻撃もできないことがわかった。実際は「弐号」の方が吸盤の吸着力に負けていた。しかもシャーシ底面の安定性も悪く、不規則な動きをしていた。

以下の点において、検討し改良する必要性があることがわかった。

- ロボット内部(電気配線等)の整理をすること
- 十分なパワーがあること
- ある程度スピードがあること
- ロボットの底をすくわれないこと
- 自分から土俵外へ出ないこと
- 防御・武器を装備すること
- 相手の作戦を読むこと

以上のことを考慮し、FISのロボット相撲四国地区大会に出場するために「森永参」を製作した。

### 3.2 FISロボット相撲(四国地区)大会

10月初旬、愛媛県松山市の会場において行われるFISロボット相撲四国地区大会に向け、弐号での問題点を解決するための検討を行い、改良を行った。

その結果、以下の点において機能が向上した。

#### スピードアップ

モータの回転数を高く、また、モータの減速比1/450を1/150とし、スピードは約3倍となった。しかし、トルクは多少落ちる結果となった。

#### 防御・武器の装着

無防備だったので前後にブレードを装着した。

#### 本体の安定

底面に緩衝材を張り付け段差をなくした。

#### ロボット内部の整理

配線はプリント基板上に設計し、リード線を少なくした。

形状も変更し、完成したのが「森永参」である。

学生も弐号での雪辱戦とかなり力を入れていたが、対戦の結果、1本目は先取したが、「ジックス」どおり1回戦で負けた。

負けた理由は、改良の検討が甘かった点である。

2週間後に控えているメカトロカップに向けて森永参の改良を行った。

時間的な余裕もなく、パワーアップとスピードアップに絞って改良を加えた。

結果的には、モータのドライブ回路も作成し直すこととなった。そして完成したのが「森永参改」である。

### 3.3 メカトロカップ 97

10月下旬、高知県メカトロ技術研究会主催のメカトロカップ 97において相撲ロボット大会に出場し、自立型相撲ロボット部門で「森永参改」が優勝、生産技術科の「安達初号機」が準優勝という結果が得られた。このとき、ライントレースロボットの競技も行われ、電子技術科の「遅刻常連号」が優勝し、生産技術科の「ガラクターズ2号」が準優勝と、2つの競技において大変喜ばしい結果となった。

## 4. 「森永参改」について

以下、「森永参改」についての概要を述べる。

また、表1にロボットの改良一覧を示す。

### 4.1 DCモータ用ドライバ回路

「森永参」までは工業用モータを使用し、専用ドライバIC(PWM制御入力端子付き)を使用していたが、「森永参改」では、高回転・高トルクの得られるラジコン用DCモータを採用した。しかし、これによりモータのブラシ間での火花放電によるイン

表1 相撲ロボット改良一覧

|       | 森永式号  | 森永参   | 森永参改                                   |
|-------|---|---|--|
| 大会    | 全国プラティカル教育<br>ロボット相撲大会                      | 全日本ロボット相撲<br>四国地区大会                         | メトロカップ 97                              |
| 試合結果  | 故障で棄権                                       | 1回戦負け                                       | 優勝                                     |
| 電源    | ニッカド電池<br>9.6V (1個) 制御用<br>14V 単3 (12個) 駆動用 | ニッカド電池<br>9.6V (1個) 制御用<br>14V 単3 (12個) 駆動用 | ニッカド電池<br>6V (2個) 制御用<br>7.2V (2個) 駆動用 |
| 減速比   | 450   | 150   | 250                                    |
| モータ   | 工業用モータ<br>DC12V 3W 3,700rpm                 | 工業用モータ<br>DC12V 7.2W 4,700rpm               | ラジコン用モータ<br>DC7.2V 無負荷時 4A<br>負荷時 6A   |
| モータ制御 | ドライバIC                                      | ドライバIC                                      | リレー回路                                  |
| 防御・武器 | 吸盤  | 吸盤・エッジ                                      | 吸盤・エッジ                                 |
| 安定性   | 部分的な高さ調整                                    | 車体の底に工夫                                     | 車体の底に工夫                                |
| 基盤・配線 | ユニバーサル基板上に配線                                | プリント基板上に<br>アートワーク設計                        | プリント基板上に<br>アートワーク設計                   |

パルスノイズにより誤動作やドライバICの破壊が起き、気づいたときには数少ないドライバICが全滅の状態であった。大会出場まで1週間を切っており、急遽リレーによるON・OFF制御のみのドライバ回路を使用することとなった。

#### 4.2 減速機構・モータ

市販の工業用ギヤードモータを使用していたが、パワーアップのため、ギヤヘッドとラジコン用DCモータの組み合わせとした。ギヤ比を1/150から1/250に変えトルクアップを行い、モータは回転数が4,700rpmからおよそ15,000rpm(計測値)となり、電流もこれまでは1A程度だったのが6A必要となった。

ギヤ+モータのトルク測定をバネばかり(25kg)を用いて行ったが、目盛りを振り切りステンレス製ワイヤ(1, 30kg保証)が切れたため、測定不能となった。

#### 4.3 ボディ

ボディとしては、次のことを考慮した。

- 車体の重心を低くすること
- 車体の安定性が望める。

バランスよく部品を配置すること  
押す力の向上が見込める。

「森永参」の外観図を図1(a), (b)に示す。

#### 4.4 防御・武器

式号は武器はなく無防備だったため、「森永参」は前後に武器および防御のためにブレードを設けた。これにより対戦相手に底をすくわれることも少なくなり、反対に相手をすくえるようになった。また、前後の向きを関係なくしたことにより180°向きを変える必要がなくなった。

底面に吸盤を8個つけており、押された際の突っ張りとした。

ロボットに吸盤をつけ、上向きにロボットの張力をバネばかりで測ってみた結果、ロボットの自重を除いて5.8~9.8kgであり、ロボットのセットの仕方により、データにかなりのバラツキが出た。つまり、土俵の状態や吸盤の汚れにかなり左右されるといえる。

本来は対戦時の衝突や押し合いにおける力の測定ができればよいのだが、今回は、鋼鉄製のレール(5.5kg, 底面150×120mm)2本を押すことを確認した。また、移動方向への張力について計測を行っ

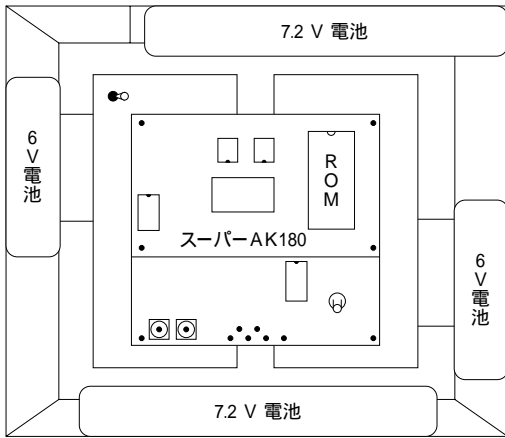
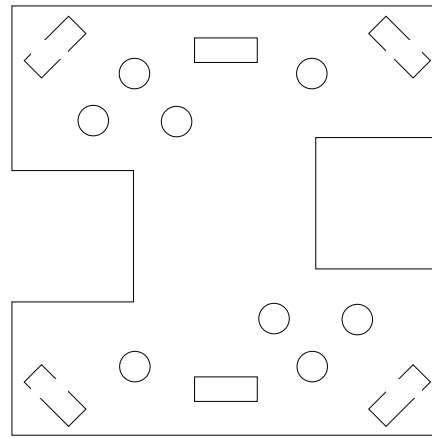


図 1 (a) 「森永参」部品配置図(上面より)



~ 土俵センサ  
~ 相手センサ

吸盤の位置

図 2 センサおよび吸盤の位置

上がった状態であり、制御プログラムとしては、今回はただ単に、相手を検知したら追従するプログラムとした。処理として以下に示す。

- スタートボタンを押して 5 秒後に前進動作
- 相手センサの検知 (割り込み優先 1) の処理
- 土俵センサの検知 (割り込み優先 2) の処理

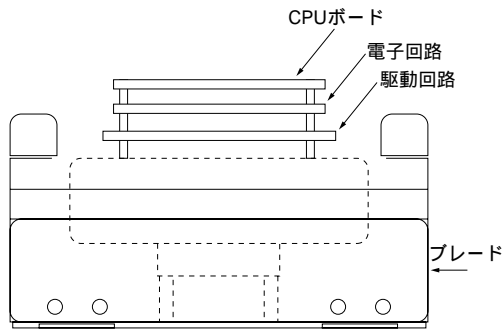


図 1 (b) 「森永参」部品配置図(正面より)

た。吸盤がある場合とない場合、また、自重のみの場合と車軸上部へ少し力を加えた場合についてデータを取ると以下ようになった。

|      |      |             |
|------|------|-------------|
| 吸盤あり | 自重のみ | 4kg         |
|      | 自重 + | 10.8kg      |
| 吸盤なし | 自重のみ | 4.8kg (始動時) |
|      |      | 3.5kg (通常時) |
|      | 自重 + | 12.5kg      |

#### 4.5 センサ

センサは 2 種類の光電センサを使用した。

##### 相手センサ

相手センサを前方、後方に各 3 つの計 6 つ設置した。

##### 土俵センサ

土俵際の白ライン検知用に四隅に設置した。

図 2 にセンサおよび吸盤の位置を示す。

#### 4.6 ソフトウェア

「森永参改」については大会前日にハード部が仕

#### 4.7 使用材料

「森永参改」の主な使用材料を表 2 に示す。

#### 5 . 今後の改良点

「森永参改」は大会に出場させることを優先に改良、製作を行ったため、まだまだ多くの改善点がある。以下に今後の改善点を示す。

- 土俵への吸着を吸盤以外で検討
- 吸着力と駆動力およびスピードの制御
- 駆動方法および回路の検討
- タイヤのリップ対策
- 各種攻撃パターンのプログラム作成
- サイドに相手センサ設置
- エッジの改善や他の防御・武器の検討

表2 「森永参改」の主な使用材料

|          |  |
|----------|--|
| CPU      | CPUボード スーパーAKI80<br>(有)秋月電子通商          |
| モータ      | スーパーストック xxT DC7.2V<br>ABC HOBBY (株)   |
| センサ(相手)  | 光電スイッチ E3V3<br>オムロン(株)                 |
| センサ(土俵)  | フォトスイッチ EE-SY671<br>オムロン(株)            |
| リレー(駆動用) | パワーリレー G6C-2117P-US<br>オムロン(株)         |
| タイヤ      | 自家製シリコンゴムタイヤ                           |
| ホイール     | 自家製アルミホイール                             |
| ギヤヘッド    | タイプギヤヘッド 6DG250<br>日本サーボ(株)            |
| 駆動用電源    | タミヤニッカドバッテリー 1700SCR<br>DC7.2V 田宮模型(株) |
| 制御用電源    | 充電式ニッカド電池 6V-600mA<br>京商(株)            |
| ボディ      | アルミ 17S t2mm, t1mm                     |
| 吸盤       | 2.5吸盤                                  |
| 緩衝材      | カグスベール                                 |

## 6. 製作を通しての学生側の意見

製作をした学生の意見として主に以下のことがあげられた。

- (1) 機構についてなど機械的知識がなく、ボディの設計や加工に多くの時間を費やしたが、当初の基本設計がいかに大切かを実感した。
- (2) 2年前期の集中実習(CAD/CAM演習)が役に立った。電子回路CADを利用し、回路図入力から基板製作まで実際に行うことができた。しかし、部品の配置や基板を製作した後での変更においては時間を費やした。
- (3) 質量を規定内に抑え、パワーとスピードアップをいかに行うかという点で苦労した。
- (4) 目標とした大会が6月と10月であり、2年前



表彰式後の記念撮影

期の卒業研究の単位時間だけで納まらず、製作については時間的に余裕がなくかなりハードな作業であった。

逆に、卒業研究が本格化する11月以降に余裕ができる状況であった。

- (5) 実際に大会に出場することで、責任感や緊張感を大きく感じ、特に負けたときの悔しさと、優勝したときの達成感などは、学校では味わえない経験であった。

## 7. ま と め

相撲ロボットの製作は卒業研究のテーマの1つとして3年前から取り組んでいる。今回やっと地方の大会ではあるが1つ成果を出すことができた。学生にとっては「モノづくり」に対する自信につながったはずである。特に目標達成に至るまでのプロセスや経験は、今後社会に出てから生かされ新しい展開へとつながっていくものと思われる。

現在学生は、ロボットの製作には区切りをつけ、これまでの作業についてのまとめを行っている。その中で、改良点の検討を行い、いく点かは対策を考えたようである。

次年度も改良を具体的に進め製作し、大会に参加していく考えである。