

相撲ロボットの製作

赤木友哉 岡田大樹
岸健太 萩原浩平
村山淳一

1. 研究概要

ロボットに関する知識を深めるため、自立型の相撲ロボットを製作した。

2. 研究の具体的内容

2.1 相撲ロボットの概要

直径 1 m54cm の鋼板の土俵の上で、ぶつけ合い相手を土俵から押し出すロボットである。相撲ロボットの大きさは縦 20 センチ以内、横 20 センチ以内、高さは無制限である。また、ロボットの重量も 3000 グラム以内と決まっている。これらは付属品などすべて含めた制限である。

ロボットにはマイコン制御による「自立型」、無線制御装置を用いて遠隔操作をする「ラジコン型」の 2 種類のタイプのものがある。

2.1 外装の設計・制作

最初にロボットの外装を考えるにあたって、ロボットのタイヤの数をいくつにするかを検討した。オーソドックスな 2 輪駆動や 4 輪駆動、奇抜な 6 輪駆動のものなどを当初考えていた。しかし案を練り、相撲ロボットについて調べていくうちに 6 輪駆動と 4 輪駆動が廃案となった。6 輪駆動ロボットにはタイヤの数だけモータが必要になるのでたくさんのモータが必要となり、モータを置くスペースがないため、廃案となった。4 輪駆動は、当初考えていたモータの規格が寸法的に入りきらないため、廃案となった。その結果、2 輪駆動のロボットを作ることとなった。

次に外装のデザインを考えた。単なる箱型、傾斜が二つある台形型、傾斜が一つだけの台

形型などいろいろな案を考えていたが、スペース拡大のために傾斜が一つの台形型を採用した。図 1 に外装の展開図を示す。この図をもとにアルミ板の加工をした。

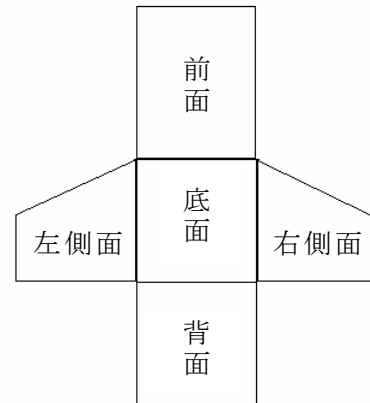


図 1 外装展開図

アルミ板を図 1 のように切り出した後センサ用の穴やねじ穴を開けた。白線用センサはボール盤で直径 11 ミリの穴を開けた。対物センサ用の穴はアルミ切断機で加工した。磁石用の穴はリーマという機器を使ってあけた。図 2 に白線センサ、図 3 に対物センサ用の穴をそれぞれ示す。



図 2 白線センサ用に加工した穴

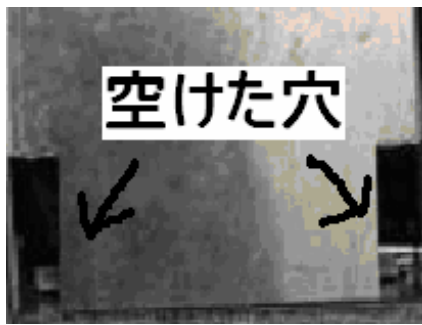


図3 対物センサ用に加工した穴

ロボットの内部構造は三段になっている。下段にモータやセンサ，磁石を取り付けてある。中段にはバッテリーを設置し，上段に回路基盤を設置した。上段の中板には回路の短絡やショートを防ぐために絶縁テープを貼り付けた。図4に内部構造を，図5に絶縁テープを張った上段の中板を示す。

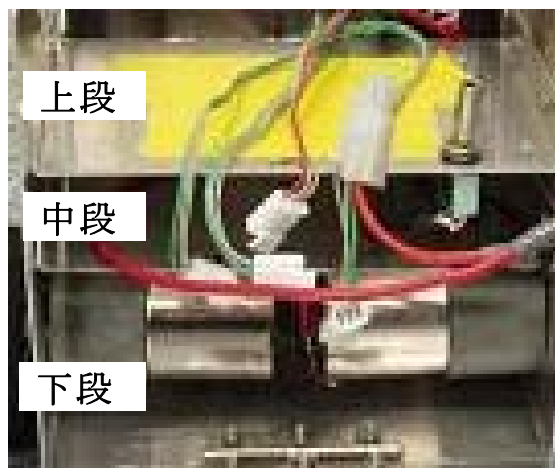


図4 内部構造

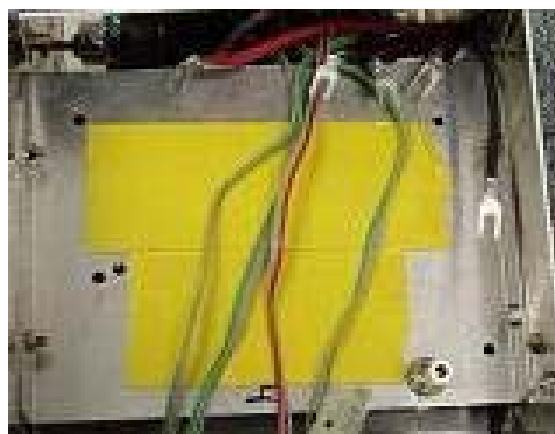


図5 絶縁テープ

2.3 回路の設計・制作

(1) 基盤

前年度制作されたものを参考に制作した。図6に作成した回路の部品面を，図7に半田面を示す。

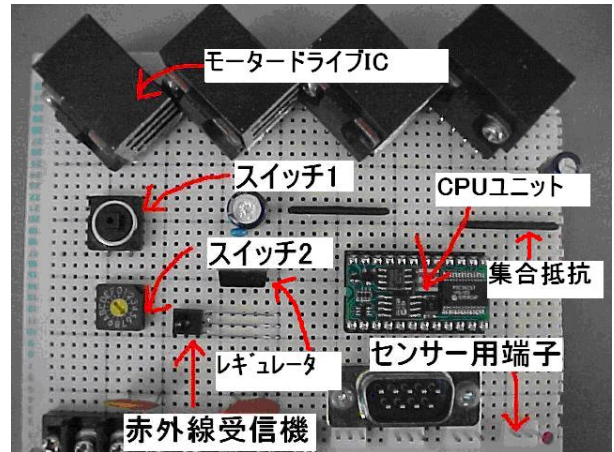


図6 回路（部品面）

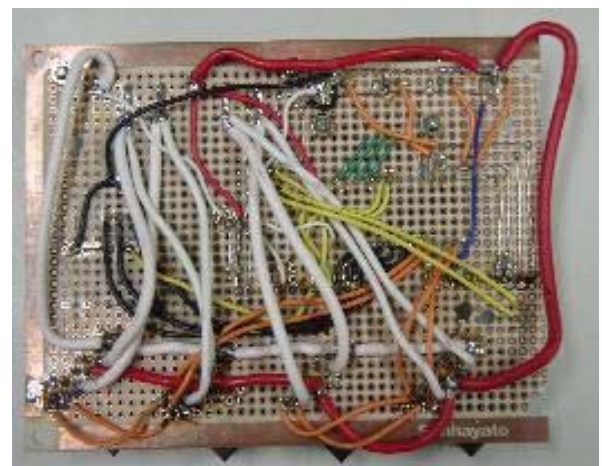


図7 回路（半田面）

(2) モータドライバ IC

モータの正転，逆転などの制御の役割を果たす。本回路は一つのモータに二つのモータドライバ IC を接続するように工夫して動作効率を高くした。モータには大量の電流が流れるので接続用のジャンパ線も相応に太くしてある。またモータドライバ IC 自体も熱を持つのでヒートシンク（放熱板）を取り付けた。図8にヒートシンクを取り付けた図，図9にジャンパ線の太さを比較した図を示す。



図 8 ヒートシンクの取り付け

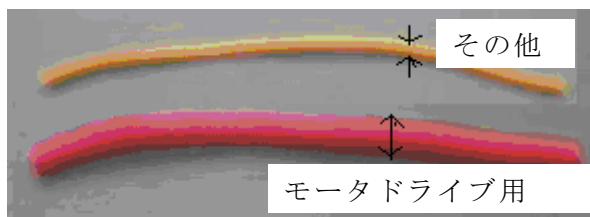


図 9 ジャンパ線の太さの比較

(3)CPU ユニット

ロボットの頭脳のような役割を果たし、プログラムをメモリに書き込みロボットの動きを制御する。センサなどの信号はすべてここに集められる。今回使用した CPU ユニットはパラックス社の BASIC STAMP II である。図 10 に CPU ユニットを示す。

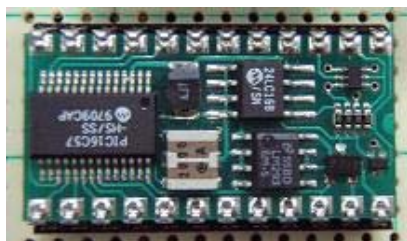


図 10 CPU ユニット

(4)スイッチ 1

5 秒待ちタイマ用スイッチである。ロボットはこのスイッチを押して 5 秒待ってからスタートする。押しボタン式である。

図 11 にスイッチ 1 を示す。



図 11 スwitch 1

(5)スイッチ 2

作戦切り替え用スイッチである。このスイッチを切り替えることによって、試合が始まって最初にどのような動作をするかなどの事前に設定していた作戦を選択することが出来る。ダイヤル式である。

図 12 にスイッチ 2 を示す。

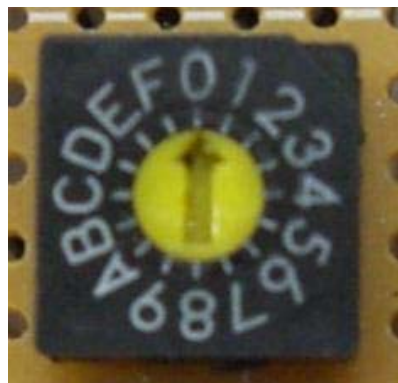


図 12 スwitch 2

(6)赤外線受信センサ

試合後、ロボットを停止させるためのリモコンの信号を受信する。

図 13 に赤外線受信センサを示す。

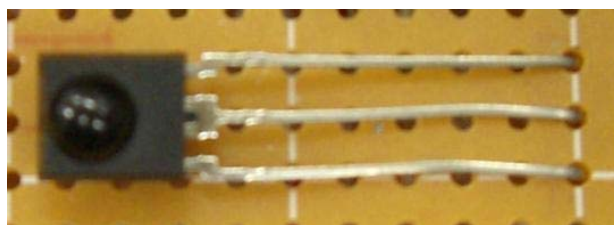


図 13 赤外線受信センサ

(7)センサ用端子

組み立て時にセンサと基盤とを分離して組み立てやすくするために取り付けたコネクタである。

(8)集合抵抗

センサからの信号は抵抗を介して電源のプラス側に接続することにより、電位を安定に保つ必要がある。これをプルアップするという。本回路では集合抵抗を使い小型化した。

(9)レギュレータ

モータ用の電源から IC 用に電圧を落とすためのものである。電解コンデンサ、積層セラミックコンデンサなどと併用し、電源を安定させた。

図 1 4 に三端子レギュレータを示す。

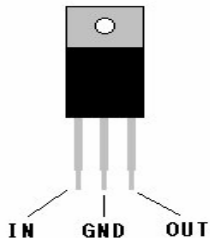


図 14 三端子レギュレータ

2.4 ノイズ防止コンデンサの取り付け

モータを駆動した際に発生する電氣的なノイズを吸収するため、モータにはコンデンサを取り付けた。

図 1 5 にコンデンサの取り付けを示す。



図 15 コンデンサの取り付け

2.5 センサ

相手のロボットを感知するための対物センサ、土俵の白線部を感知する白線センサをそれぞれ2個ずつ取り付けた。白線センサが反応すると土俵から飛び出さないように位置修正を行う。また対物センサが反応すると相手に攻撃を仕掛けるなどの動作を行う。

2.6 プログラム

以下に作成したプログラムの一部を記載する。

(1) プログラムリスト

```
1  X  VAR  BYTE
2  J  VAR  BYTE
```

```

3  T   VAR   WORD
4
5  DIRH=%111110000
6  DURL=%000000000
7
8  L0:IF  IN1<>0  THEN  L0
9
10 X=INH&%00000111
11 LOOKDOWN  X,[7,6,5,4,3,2,1,0],J
12 PAUSE  5000
13
14
15 C0:
16 DEBUG”  COMAND  #0”
17 FOR  T=1  TO  500
18 GOSUB  STS
19 NEXT
20 GOTO  FIT
:
:
112 FIT:
113 X=255-INL
114 X>>4
115
116
117
118 ST:
119 GOSUB  STS
120 GOTO  FIT
:
:
188 LTS:
189      HIGH      12:HIGH      13:HIGH
      14:LOW  15
190 RETURN :
:
262 END

```

(2)主な命令の解説

1 X VAR BYTE

変数 X に 8 ビットのサイズを確保する。

5 DIRH=%11110000

8 ～ 1 1 ピンを入力， 1 2 ～ 1 5 ピンを出力モードに設定する。

8 L0:IF IN1<>0 THEN L0

スイッチが押されれば以下のプログラムを実行する。

10 X=INH&%00000111

作戦を読み込む。

13 BRANCH J,[C0,.....,C7]

入力した作戦のラベルへジャンプする。

15 C0:

作戦 C0 のラベルを示す。

18 GOSUB STS

サブルーチン STS を実行する。

20 GOTO FIT

ラベル FIT にジャンプする。

113 X=255-INL

白線センサと相手センサを読み込み 1・0 反転する。

114 X>>4

変数 X を 4 ビット右にシフトする。

115 BRANCH X,[SL,.....,ST]

センサの値からそれぞれの動作へジャンプする。

118 ST:

行動直進のラベルを示す。

188 LTS:

行動左ターンのラベルを示す。

189 HIGH 12:HIGH 13:HIGH 14:LOW 15

ピン 1 2 ～ 1 4 に 1， 1 5 に 0 を出力するから左モータが停止し，右モータが正転する。

262 END

プログラムを終了する。

3. 研究のまとめ

(1) 工夫した点

- ① 磁石を使って床に吸引するようにし，衝突の際に踏ん張れるようにした。
- ② 中に多くの部品が入るように外装の車高を高くした。
- ③ 基盤の電流がロボットのアルミ板に流れて基盤が壊れてしまうことを防ぐために絶縁テープを取り付けた。
- ④ 内部にアルミ板を挟むことによってバッテリーの置き場を用意した。
- ⑤ モータドライブには太いジャンパ線を使用した。

(2)完成写真

図 16 に全体図、図 17 に正面図、図 18 に背面図をそれぞれ示す。

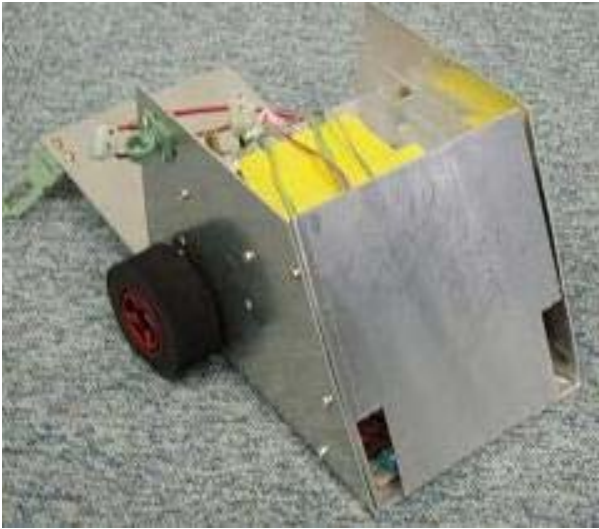


図 16 全体図



図 17 正面図

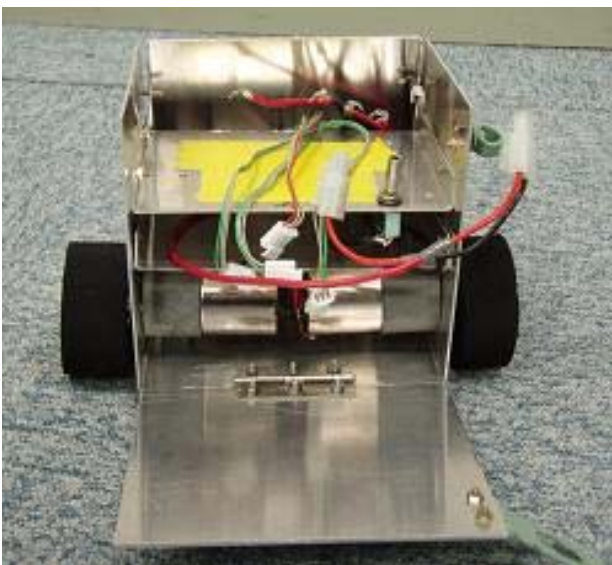


図 18 背面図

(2)感想

1 年という製作期間内で相撲ロボットを製作したが、作業が進むにつれて内容が非常に難しくなっていた。特に外装や回路は何度も試行錯誤した。これらのために居残った回数は数知れない。ロボットの外装のアルミ板を加工する際に、わずかなズレやゆがみが出来てしまうので、完全に正確な板を作ることは非常に困難であった。特にネジ穴を開ける際に、下の板と上の板の穴が一致しないなどといった問題点もたびたび生じた。そのときにはそのズレ具合によって次に開ける穴の位置を変えるなどした。ロボットに詳しい友達や、先生のおかげで様々な難題もこなしていくことができた。この相撲ロボットを製作する過程で、工作器具の使い方など数多くのことを学ぶことが出来た。作っているうちにロボットに関するさまざまな知識も自然と身についた。今後は課題研究で学んだことを生かし、卒業後の進路に役立てたい。

参考文献

作者名

- ・ 全日本ロボット相撲大会事務局

タイトル

- ・ 全日本ロボット相撲大会

URL

- ・ <http://www.fsi.co.jp/sumo/>