

生徒発表

ロボット製作を通して ～ロボット工学科のものづくり～

茨城県立つくば工科高等学校

ロボット工学科 2年 大橋 壮貴

指導教諭 家中 祐幸

1. はじめに

(1) ロボット工学科への入学

私は、平成 26 年 4 月、つくば工科高校にロボット工学科一期生として入学した。工業高校に進学しようと思ったのは、プログラミングの勉強をしたかったことと、将来に役に立つ資格を取りたいと思ったからだ。そんな時、近くの工業高校であるつくば工科高校にロボット工学科が新しくできることを知った。つくば市は 2011 年につくばモビリティロボット実験特区の認定を受け、『ロボットの街つくば』として国内でいち早くロボットを取り入れたこともあり、私もロボットについて興味があった。これからロボットは私たちの生活をより便利に豊かにすると思う。資源が少ない日本ではこれからの産業の中心となるのではないか。そうなればロボット産業は将来もっと発展する可能性がある。私ももっとロボットの構造やデザイン、制御方法を学んでみたいと思い、ロボット工学科への入学を決意した。

(2) ロボット工学科の実習内容

入学するとすぐに電気・電子の勉強やプログラミングの授業が始まり、組込み技術と呼ばれるマイコン実習やロボットの組み立て実習が始まった。ロボットの頭脳の部分となるマイコンボードの製作実習は、何度もんだ付けの基本練習をしてから製作に入った。先生方からは、ただ動けばよいというのではなく、確実に動作



図 1 ロボット実習室の作業環境

するものを作ること、製品として考え、丁寧に作り、きれいに仕上げるのが大切だと教えられた。ロボット工学実習室は 1 つの作業台にはんだ付けなどの工具やプログラミングをするための開発ツールが置かれており、作ったらすぐに動かせる効率的な環境が整っている。

2. ロボット製作 I

(1) 履帯(クローラ)型走行ロボットの製作

1 年生の工業技術基礎で、履帯(クローラ)で走るロボットを製作した。マイコンボード・

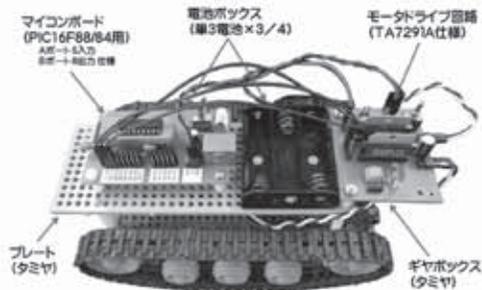


図 2 ロボットの構成

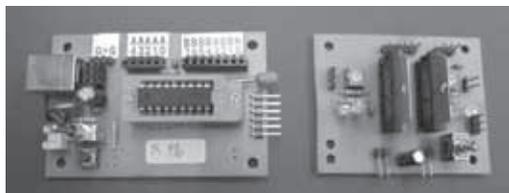


図3 マイコンボードとモータドライブ回路

モータドライブ回路の製作班，車体の組み立て班，走行プログラムの作成班に分かれ，ローテーションしながら1人1台ずつ自分のロボットを組み立てていく。

(2) マイコンボードとモータドライブ回路の製作

ロボットの頭脳の役割をもつマイコン（マイクロコントローラ）は，マイクロチップ社のPIC 16 F 88 を使用している。PIC 16 F 88 は，A/D 変換機能や PWM 機能があり，センサの利用や DC モータ制御に適している。このマイコンを搭載するマイコンボードは，マイコンを実装したままプログラムを書き込める ICSP (In Circuit Serial Programming) 回路を搭載しているので，ロボットに搭載したままでプログラムを書き込むことができる。

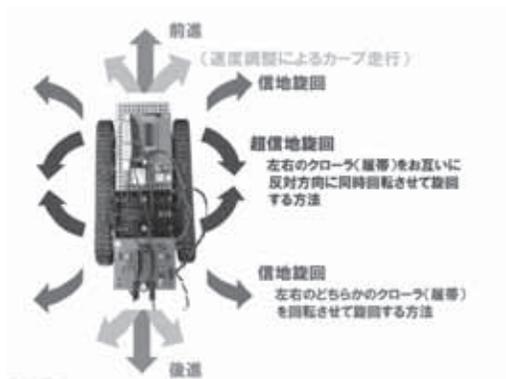
モータドライブ回路は，東芝 TA 7291 P というモータドライバ IC を使用している。この IC は DC モータの正転・逆転・ブレーキ・ストップなどの制御を容易に行うことができる。

(3) 車体の製作

図5のような履帯型走行ロボットを製作した。車体の上段のプレートにはマイコンボード，モータドライブ回路，モータ用電池ボックスを搭載し，下段のプレートにはツインギヤボックス，マイコン用電池ボックスを搭載している。

プログラミング実習で作成したテストプログラムをマイコンに書き込み，前進や後進，旋回などの単純な走行ができるようになった。

走り出したときはとても感動したが，あらかじめ予定された動作しかせず，とても制御とは呼べない。そこでロボットの目となるセンサを



	右モータドライブ		左モータドライブ		ロボット出力
	正回転	逆回転	正回転	逆回転	
全停止	0	0	0	0	0
前進	1	0	1	0	A
後進	0	1	0	1	5
右前信地旋回	0	0	1	0	2
左前信地旋回	1	0	0	0	8
右後信地旋回	0	0	0	1	1
左後信地旋回	0	1	0	0	4
右超信地旋回	0	1	1	0	6
左超信地旋回	1	0	0	1	9

図4 動作パターン

取り付けるために，実習は次の工程に進む。

3. ロボット製作II

(1) センサボードの設計

製図では，CAD (Computer Aided Design) を用いた回路設計を学んでいて，EAGLE というプリント基板用ソフトを使って，ロボットの目となるセンサ部分の回路図を設計した。回路図はあらかじめ登録されている電子部品を組み合わせて作図していくので簡単に回路図を作成することができる。

センサボードはフォトリフレクタ (TPR-

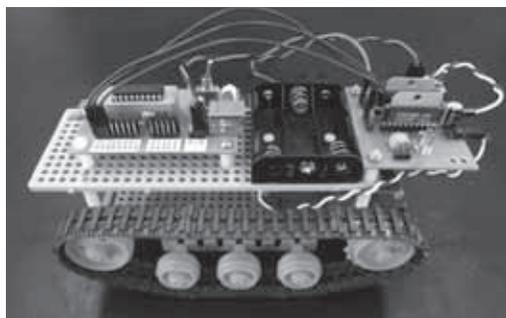


図5 履帯型走行ロボットの外観

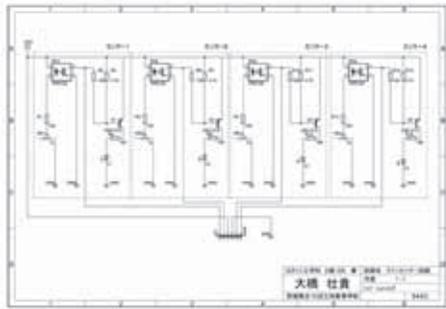


図6 光センサ回路図の作成

105 F) という光センサを4個使用し、床面の白または黒を検出する。このCADは作図した回路をプリント基板の配線パターンに変換することができ、完成したパターン図を製作実習で基板にする。

(2) エッチングによる基板製作

完成したプリント基板のパターン図をもとに基板を製作した。自分で設計した基板にフォトリフレクタを含めた電子部品を実装し、はんだ付けして完成させる。

(3) ライントレースするロボットの完成

完成したセンサボードを車体前方に取り付け、マイコンボードと接続する。これで床面のラインの情報をマイコンに送ることができる。次の工程では、その情報をもとに授業で学習したif文やswitch文で自律走行するようにプログラムを考えた。白または黒に反応した4つのセンサから送られてくる「0」または「1」の信号パターンに対応した出力パターンを作り、モータを動作させる。結果は滑らかな動きとは言

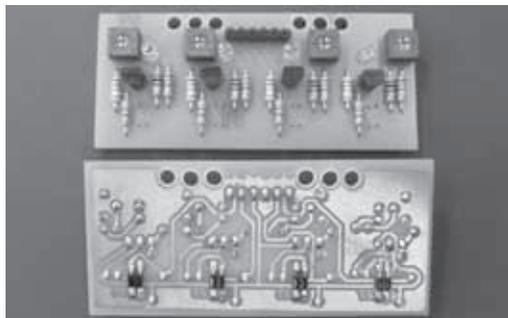


図7 光センサボード

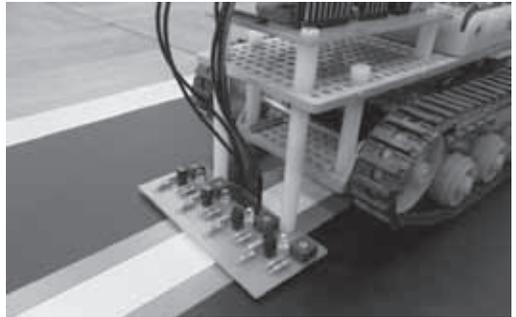


図8 センサボードを取り付けた様子

えないが、白いラインを読み取りながら走行することができた。さらにそのプログラムに手を加え、円滑な動作にするために左右のモータの出力をプログラムで調整する。

(4) 追加機能を持たせる

電子機械や機械設計の授業、または機械加工実習でリンク機構の学習や実習をした。そこですでに完成しているライントレースロボットに搬送機能を付け加えることになった。

図9のような4節リンク機構とクランク機構を応用してモータの回転を上下運動に変えるフォークリフトのような機構を付加することができた。ギヤボックスを追加するためにプレート上のスペースが足りなくなったので、基板や電池ボックスの配置を変える必要があった。昇降機能は、センサがすべて白を検知した時にだけ時限動作するようにプログラミングした。

4. 研究課題

(1) 仕事をするロボットへ

私たちは今まで授業や実習の中で、走るロボ



図9 フォークリフト機能が付いたロボット

ットから自律走行するロボット，物を運ぶロボットという具合に次々と改良を重ねてきた。さらに授業中に先生から「何か仕事をするロボットを考えてみなさい」と提案された。それは面白いと思い，3年生の課題研究の前に先行して，特別に研究させてもらった。単に物を運ぶロボットではなく，物を掴んで運ぶ機能はどうだろうか。ロボット工学科の先生方からアドバイスをいただきながら製作を試みた。

(2) 3D CAD ソリッドワークスによる設計

物を掴むハンド部分は教科書や様々な資料を参考にして，歯車と平衡クランク機構を組み合わせたハンドを設計した。歯車やアームなどの各パーツを組み合わせてシミュレーションしながら，図10のようなハンドを設計した。

リフト機構は省スペース化を考え，実習で作成したリンク機構ではなく，ラック機構で昇降

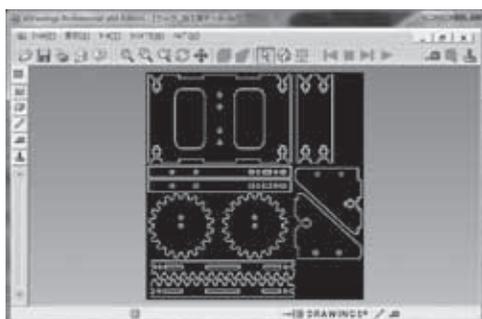


図10 設計図面

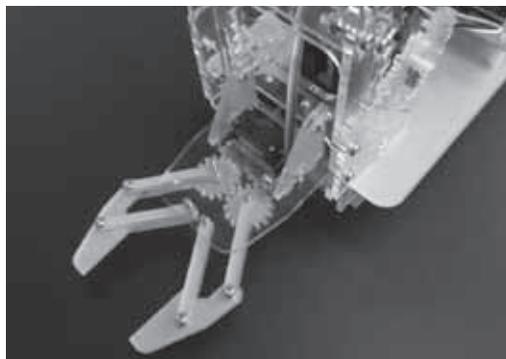


図11 完成したハンド

するようにした。ギヤボックスに合わせてパーツを作り，ハンド自体が昇降する機構になった。最後にアクリル板をレーザ加工機で切り出し，各パーツを組み合わせ，図11のようなハンドが付いた走行ロボットが完成した。

5. 今後の課題・まとめ

(1) ロボット製作を通して感じたこと

どのようなロボットを作りたいかを考える上で，実際に人の役に立てるロボットを心がけることだと先生は教えてくれた。ロボットに目的を持たせることを考え，想定しているシーンやアイデア，苦勞して解決したことを形として残していくことが大切だと思う。

(2) これからの実習や課題研究

これから3年生に向けてもっと高度な制御ができるように，プログラミングについてもっと深く学習したい。課題研究では，今回経験したことを生かし，実際にいろいろな場面で活躍している本物のようなロボットづくりに挑戦したい。

(補足) 本原稿は平成26年度生徒研究発表及び平成27年度生徒研究発表の内容を加筆・修正したものである。

工業教育資料 通巻第365号

(1月号) 定価 216円 (本体 200円)

2016年1月5日 印刷

2016年1月10日 発行

印刷所 株式会社インフォレスト

© 編集発行 実教出版株式会社

代表者 戸塚雄式

〒102 東京都千代田区五番町5番地

- 8377 電話 03-3238-7777

<http://www.jikkyo.co.jp/>