

## 地域貢献のためのロボット講座用マイコン基板の製作

著者	戎 俊男
雑誌名	技術報告
巻	19
ページ	15-18
発行年	2014-03-10
出版者	静岡大学技術部
URL	<a href="http://doi.org/10.14945/00008035">http://doi.org/10.14945/00008035</a>

# 地域貢献のためのロボット講座用マイコン基板の製作

戒俊男

技術部 ものづくり・地域貢献支援部門

## 1. はじめに

静岡大学工学部に設置された次世代ものづくり人材育成センターは、工作技術部門・創造教育支援部門・地域連携部門からなる。そのうち創造教育支援部門は、工学部1年生を対象とした「工学基礎実習」・「創造教育実習」、小中高校生を対象とした「ロボット講座」など、主にものづくりに関わる実習の企画・指導を行っている。

ロボット講座は受講生から工学分野への興味を引き出すことを目的として、主に近隣地域の学校を対象に実施しており、教材としてマイコン基板を搭載した3輪ロボットを使用している。講座では身のまわりのロボットの話から、3輪ロボットの組立・プログラムを作成しての動作確認などを行っている。

プログラムの作成は付属のエディタソフトを使用し、初心者でも直感的にプログラミングが可能であるが、その反面、複雑な制御を行うプログラムの記述を苦手としている。

そこで、記述が比較的容易であり、ある程度の制御もできる BASIC 言語の使用を検討し、そのためのマイコン基板を製作したので報告する。



図1 ロボット講座の様子

## 2. 基板製作の目的

ロボット講座では、市販のマイコン基板および付属のプログラム作成用エディタを利用して3輪ロボットの制御を行っている。プログラムは命令コマンドを選択し必要な値を指定するだけで作成が可能である。そのため、マイコンのピンから電圧を出力するなどの単純な機能を提供する命令は1行で記述することができる。しかし、プログラムの実行順序を制御する命令は、プログラムの記述が複雑になる傾向がある。例えば繰り返し命令では、プログラムの複数行を1つのブロックとしてとらえるため、ブロックを定める命令を記述する必要があり、また条件分岐では分岐先をラベルとして記述しておく必要がある。そのため、繰り返し命令の中に繰り返し命令が存在する場合や、2つの条件を判定して条件分岐を行う場合のプログラムの記述が複雑になり、プログラムの可読性が著しく低下する。実際のロボット講座では、LEDの点灯・消灯を行うデジタル出力、一つのセンサからの入力を判定して動作を行う課題などを主に実施し、現状では2つの入力を同時に判定して制御する課題、入れ子構造の繰り返し命令を必要とする課題等を課すことはほとんどない。プログラム作成に BASIC 言語が利用できれば、入れ子構造の繰り返しや条件分岐を使用した発展課題を受講者に課すことが可能となり、また受講者は容易にプログラムが作成できることに加え、レベルに合わせて発展課題に挑戦できるようになり、双方にとってメリットになると考えられる。

## 3. 基板の製作工程

基板パターンの製作には、エッチングなどの化学処理を用いる方法や切削加工を行う方法等があり、今回は基板加工機（LPKF社製 ProtoMat S62）を使った切削加工により基板パターンを製

作した。始めに基板に電子部品を配置・配線するレイアウト作業を、CAD ソフトウェアである PCBE を使って行った。PCBE は、プリント基板の設計に一般的に利用されるガーバデータを出力できるフリーのソフトウェアである。基板のレイアウトは、レイヤーと呼ばれる層ごとにパターンを設計し、そのレイヤーを重ねあわせることで完成する。今回は、外形、半田面、ドリル穴を定義するレイヤーを使用し、外形を定義するレイヤー上で基板のサイズを決め、半田面を定義するレイヤー上で IC や抵抗等の電子部品の配置・配線を行った。出来上がったレイアウトはガーバー形式のデータとして出力され、このガーバデータを基板加工機に付属の CAM ソフトに取り込む。CAM ソフトでは、加工時に実際にドリルが移動する経路となるツールパスが作成され、基板加工機はこのツールパスに基づいて切削加工を行いパターンが完成する。

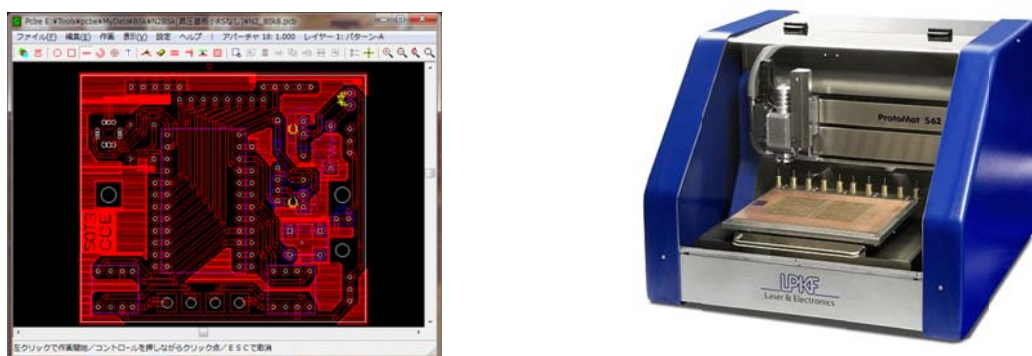


図2 PCBE と基板加工機 (LPKF 社製 ProtoMat S62)

#### 4. 製作する基板について

マイクロコントローラは、工学部1年生を対象とした実習で使用実績がある BasicStamp2 を利用することにした[1]。BasicStamp2 は、米国 Parallax 社製の切手サイズのマイコンであり、主に教育用として利用されている。製作する基板には、BasicStamp2 の他に電源回路、モータドライバ IC、シリアル通信用ソケット、モータ用ソケット等を搭載する。さらに、基板には BasicStamp2 の I/O ピンと外部回路との接続に使う配線用ソケットを BasicStamp2 の両側および基板上部に取り付ける。また、現在使用している3輪ロボットの筐体をそのまま利用するため、基板のサイズおよびねじ穴の位置は従来基板と同一とする。

##### 4.1 BasicStamp2

BasicStamp2 は、PIC マイクロコントローラ (Microchip 社) やメモリ、クロック用の発振回路等が一体となって収められているマイコンであり、16本の I/O ピンを持ち電源を供給するだけで動作することができる[2]。また、メモリには BASIC インタプリタが書き込まれているので、専用エディタ上で BASIC 言語を用いてプログラムを作成できる。



図3 BasicStamp2

##### 4.2 モータ駆動用回路

モータの回転方向の制御には Hブリッジ回路と呼ばれる4つのトランジスタで構成された回路を利用する。今回は、Hブリッジ回路が実装されているモータドライバ IC である LB1639 (サンヨー製) を使用した。LB1639 は BasicStamp2 から2つの入力信号を受け取り、その信号の組み合わせでモータの回転方向を制御する。BasicStamp2 とモータドライバ IC が基板上で配線されて

いるので、外付け部品を必要とせず基板にモータを接続するだけでモータの制御ができる。また、3輪ロボットの動作は、工作用途として幅広く利用されているFA130モータを2個用いて行うので、マイコン基板にはモータドライバICも2個搭載されている。

## 5. 製作した基板

### 5.1 試作基板

最初に必要最低限の機能を搭載した基板(図4)を試作し、動作確認を行った。モータを動作させるプログラムを実行させた場合に、3輪ロボットの誤動作が頻発した。モータからのノイズの影響が考えられるため、電源部分にセラミックコンデンサを追加した基板を製作した(図5)。

電源は、BasicStamp2用には006p(9V)を内蔵レギュレータで5Vに変換して利用し、モータ用には単三電池2本(3V)を使用している。しかし、3輪ロボットには2種類の電池を載せる程スペースに余裕はないので、電池を1種類にすることを検討した。3輪ロボットには予め電池ボックス(単三電池2本用:3V)が取り付けられているので、電源にはこの3Vを使用することにした。モータ用には電池ボックスから直接3Vを供給することができるが、BasicStamp2は5Vで動作するため、そのまま接続することはできない。そのため、BasicStamp2には昇圧回路を利用して3Vを5Vに昇圧して使用することにした(図6)。昇圧回路は、昇圧用IC(HT7750A)とインダクタ、コンデンサで構成されている[3]。また、プログラム送信時などモータ動作が不要の場合、モータへの電源供給を停止するためのスライドスイッチを取り付けた。

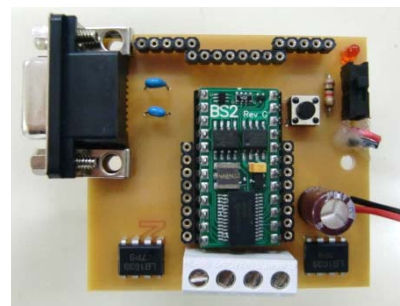


図4 試作基板1

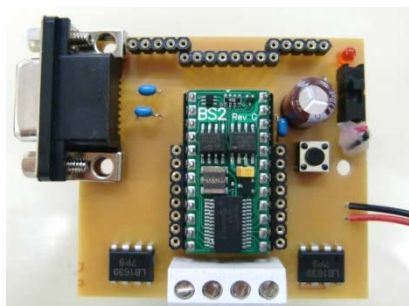


図5 試作基板2(セラミックコンデンサ追加)

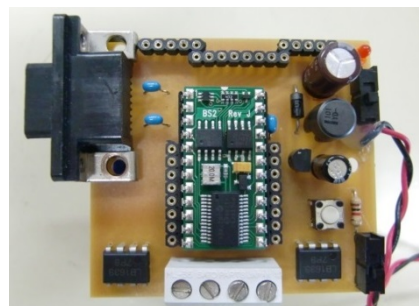


図6 試作基板3(昇圧タイプ)

### 5.2 完成基板

試作基板は、筐体取り付け用のネジ穴部分にシリアル通信用ソケットが重なるため、ソケットを固定する穴とネジ穴を同一にしている。しかし、この基板をロボットの筐体に取り付けると、ソケットのサイズの影響で基板の上部が数ミリ程度ブレッドボードに重なってしまう。シリアル通信には4本の信号線を使って送受信を行うので、シリアル通信用ソケットの代わりに4極ジャックを利用することにした(図7)。4極ジャックはシリアル通信用ソケットに比べ部品面積が小さいので基板面積も小さくすることが可能になり、基板とブレッドボードが重なることなくロボットの筐体に取り付けることができる。シリアル通信用ソケットを4極ジャックに変更したので、

それに合わせて、基板のレイアウトパターンの変更と4極プラグを利用したプログラム送信用ケーブルの作製を行った(図8)。また、完成基板では、モータ電源用スイッチとの混同を避けるため基板電源用スイッチを変更し、ピンソケットをより配線の差し込みが容易に行えるものに交換した。

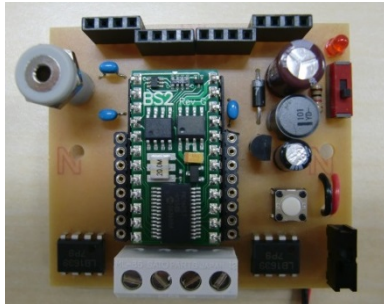


図7 完成基板



図8 送信用ケーブル

## 6. ロボット講座での利用

作製したマイコン基板を搭載した3輪ロボットを用いて高校生を対象にロボット講座を実施した。

BAISC言語を使ってプログラムが作成できるので、2つのセンサからの入力を判断して、条件分岐を行う課題等を出題することが可能となった。送信用のケーブルにハンダ不良が原因の不具合が発生したことを除き、マイコン基板は概ね問題なく動作していたと思われる。ただし、ライントレースの課題において、赤外線LEDを点灯させた状態でのロボットの初動に問題がみられた。モータが停止した状態から回転を始める場合には数アンペア程度の電流を必要とするので、電源回路から供給できる電流の限界を超えてしまったと考えられる。

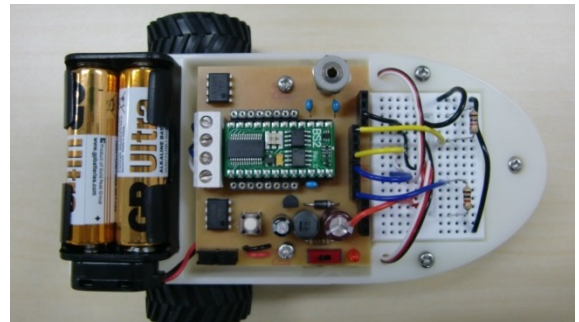


図8 基板を搭載した3輪ロボット

## 7. 今後の課題

単三電池2本を使ってマイコン動作とモータ駆動を行っているので、電池の消耗が速いと考えられる。また、多数のLEDを点灯させながらモータを駆動するといった、電源に負荷をかけた状態での動作の安定性が懸念される。基板の耐久性においても送信用ケーブルの抜き差しを行う過程で、基板とケーブルに負荷がかかるので、今後基板にどのような影響を及ぼすのか注目する必要がある。実際にロボット講座においてマイコン基板を使用する中で、基板の状態や挙動に関するデータを収集し、今後の改良に役立てていきたいと考える。

## 参考文献

- [1] 藤間信久他, 「工学基礎実習としてのメカトロニクス」 学術図書出版社 (2013)
- [2] BasicStamp2 Syntax and Reference Manual Parallax inc. (2005)
- [3] HT7750A Data sheet Rev1.10 HOLTEK (2007)