

## 制御基板を利用したプログラム作成

|       |   |
|-------|---|
| メタデータ | 言語: jpn<br>出版者:<br>公開日: 2012-04-12<br>キーワード (Ja):<br>キーワード (En):<br>作成者: 戎, 俊男<br>メールアドレス:<br>所属: |
| URL   | <a href="https://doi.org/10.14945/00006573">https://doi.org/10.14945/00006573</a>                 |

# 研修報告 制御基板を利用したプログラム作成

戎俊男

工学部技術部 創造教育・地域貢献グループ

## 1. はじめに

ものづくり・分析支援室内の創造教育・地域貢献グループでは、主に工学部1年生を対象としたものづくり実習に携わっている。ものづくり実習では、実習の総まとめとしてロボットコンテストを実施しており、学生はマイコン基板を搭載したロボットを製作する。ここでは、ロボットの機構などの機械的な知識に加えて、マイコン基板の知識、プログラム考え方などのソフト的な知識も必要になる。また、電子機器の分野においてもマイコンは幅広く利用されており、工学系においてはその基本的な知識は分野を問わず不可欠となっている。そのため、技術部創造教育・地域貢献グループでは、学内研修として2010年度にマイコン制御基板を製作し、2011年度はその制御基板を利用してプログラム作成についての研修を実施した。本報告では、2011年度に行ったプログラム研修について紹介する。

## 2. マイコン制御基板とPICについて

研修で使用した制御基板は、2010年度の技術部学内研修で製作したもので、基板上にはMicrochip社のPICマイコンが搭載されている(図1)。この基板は、基板加工機を用いて製作した片面基板に部品をハンダ付けしたものであり、電源は006P電池を使用し、マイコンには電池からの出力9Vを3端子レギュレータを用いて5Vに変換して利用している。

PICマイコンはCPU、メモリ、I/Oピンが一体となったワンチップマイコンであり、ICに電源を供給するだけで使用することができる。使用しているPIC16F688(図2)はI/Oピンを12本持ち、内部にはA/D変換回路などが内蔵されている8bitマイコンである[1]。内蔵されているメモリは、プログラムメモリとデータメモリの2種類あり、プログラムメモリはプログラム本体が保存される。データメモリはSRAMとEEPROMの2種類があり、SRAMには、マイコン状態や内部デバイスの設定に関わるレジスタと呼ばれる領域がある。PICの場合、レジスタは更にバンク0からバンク3と呼ばれる4つの領域に別れており、プログラムでは状況に応じてのバンク切り替えが不可欠である。

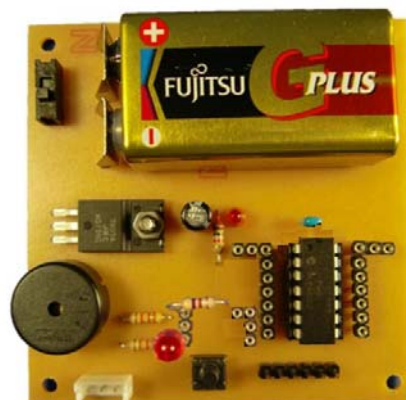


図1 制御基板



| Device    | Program Memory | Data Memory  |                | I/O | 10-bit A/D (ch) | Comparators | Timers 8/16-bit |
|-----------|----------------|--------------|----------------|-----|-----------------|-------------|-----------------|
|           | Flash (words)  | SRAM (bytes) | EEPROM (bytes) |     |                 |             |                 |
| PIC16F688 | 4096           | 256          | 256            | 12  | 8               | 2           | 1/1             |

図2 PIC16F688

### 3. プログラム作成の準備と基礎知識

プログラムの作成は、PIC の開発元である MicroChip 社の統合開発環境 MPLAB を利用した。MPLAB は、プログラムの作成からデバッグ、コンパイル、書き込みといったプログラム開発に必要な機能が 1 つにまとまっており、無償で MicroChip 社のホームページからダウンロードし利用することができる。付属のエディタを使って C やアセンブラで作成されたプログラムは、コンパイルされると拡張子が HEX となるファイルとして出力される。プログラムは、プログラムライターと呼ばれる機器 (図 3) を使って HEX ファイルをマイコンのメモリに書き込むことで、実行可能となる (図 4)。研修では、アセンブラを使ってプログラムを作成し、プログラムライターとして MicroChip 社の PicKit3 を使用した。



図 3 プログラムライター



図 4 プログラム作成と実行の流れ

PIC16F688 マイコンは 12 本の I/O ピン (Input/Output ピン) を持っており、これらのピンから電圧を出力すること、ピンにかかる電圧が閾値より大きい小さいかを識別することができる。そのため、研修ではピンから電圧を出力するデジタル出力、ピンにかかる電圧を識別するデジタル入力の基本を確認しプログラムを作成した。

プログラム作成に用いたアセンブラは、全部で 35 個の命令を持ち、それらは 8bit のレジスタをひとまとめにして処理するバイト命令 (Byte-Oriented File Register Operations), レジスタの個々の Bit に対する処理をするビット命令 (Bit-Oriented File Register Operations), 数値等の処理やその他操作に関する命令 (Literal and Control Operations) の 3 つに大きく分けられる。

### 4. プログラム作成と研修項目

#### 4.1 初期設定

プログラムの最初には、マイコンの初期設定に関する記述をおこなう。ここでは、クロックの発振回路、リセット、I/O ピンの設定、A/D 変換等の内部デバイスの設定が記述される。研修では制御基板に合わせリセット回路を設定し、発振回路は内蔵されている回路を利用した。また、I/O ピンの設定は、I/O ピンを入力で使用するのか、出力で使用するのか、内部デバイスを使用するのか等が記述される。

#### 4.2 デジタル出力

研修では、最初にデジタル出力の基本として LED を点灯させる回路を組み立て、プログラムを作成した (図 5)。このプログラムは、LED を接続した I/O ピンから 5V の電圧を出力させるもので、所望のレジスタへのアクセスの仕方、任意のピンから電圧を出力する方法を学ぶことを目的とした。次に、同じ回路を使って LED を点滅させるプログラムを作成し、時間待機の方法、繰り返しの方法、クロック周波数と点滅間隔の設定方法、

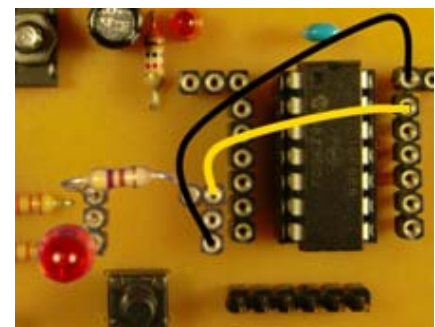


図 5 LED 点灯回路

タイマーの使い方などを取り扱った。練習課題として、基板に付属しているブザーを鳴らすプログラムを作成した。

### 4.3 デジタル入力

デジタル入力とは、I/O ピンにかかる電圧が HIGH, LOW のどちらの状態かを識別することである。この時の HIGH, LOW の閾値は、電源電圧やポートの内部構成で違ってくる。研修では、制御基板に取り付けてある押しボタンスイッチを押すとリセットボタンとして機能するプログラムを作成した。スイッチが押されたか否かは、予めピンに HIGH もしくは LOW の電圧を加えておき、ピン状態の変化を検出することで確認できる。そのため、入力ピンの外部にはプルアップ回路もしくはプルダウン回路が必要であるが、PIC は内部プルアップの機能を持っているので、研修では外部回路を用いずに内部プルアップを使用した。ここでは、ピン入力の確認、条件分岐などの概念とプログラムを取り扱った。

## 5. 三輪ロボット

### 5.1 三輪ロボットの組立と動作

研修の後半には、三輪ロボットを組立て、動作プログラムを作成した。三輪ロボットは、ギアボックスとボールキャスタ、電池ボックスが付いたタッピングプレートから構成され、マイコン基板で DC モータを制御することで動作する（図 6）。DC モータは、LED のようにピンに直接接続しても動作しないので、別電源とモータドライバ IC を利用して駆動させた。モータドライバ IC には東芝製 TA7291P を使い、付属のブレッドボード上に回路を組み立てた。TA7291P は 2 つの入力ピンがあり、そこへ HIGH, LOW の電圧を加えることで、モータは順回転、逆回転ができる。ロボットに付いている 2 つのモータの回転を制御するプログラムを作成し、前進、後退、左右旋回の動きを確認した。

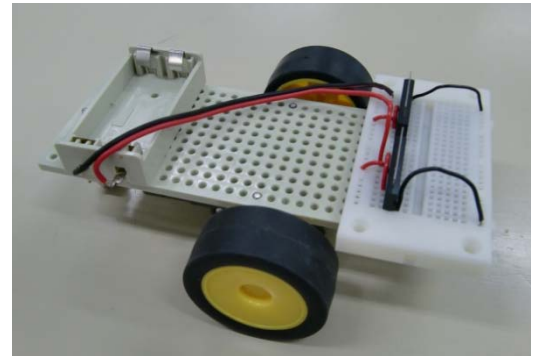


図 6 三輪ロボットのボディ

### 5.2 ライントレース

ライントレースとは、ロボットを線に沿うように動作させることである。コースは一般的に黒と白のようなコントラストの大きい色を使って作られることが多く、研修では白い模造紙に黒いテープを貼ったものを利用した。研修では、三輪ロボットにセンサを取り付けてライントレースを行った。

センサには、フォトリフレクタ（LBR-127HLD）と呼ばれる赤外センサと赤外検出器（フォトトランジスタ）が一体となった部品を利用した（図 7）。透明な LED が赤外 LED であり、黒色がフォトトランジスタである。白と黒は、センサから赤外線を出して床に向けて発光させると、白い側からは赤外線が反射されるが黒い側からは反射されないことで識別できる。

研修では、フォトリフレクタと周辺回路が予めハンダ付けされているセンサ基板を三輪ロボットに取り付けて、黒と白を識別するプログラムを作成した。次に、白と黒の識別プログラムにロボットの動作プログラムを追加し、ライントレースを行うプログラムを完成させた。センサが一つであるので、三輪ロボットは黒テープの端を検出しながらライントレースを行った。

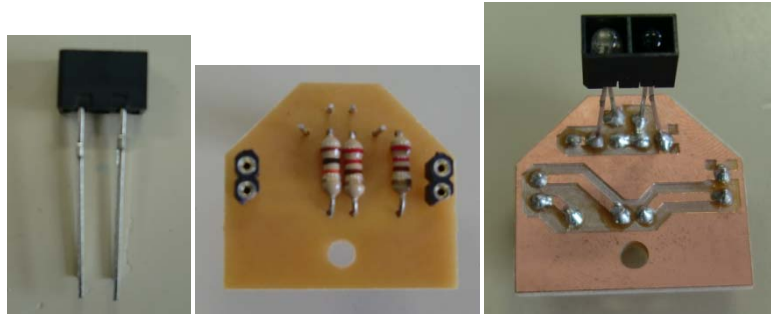


図7 フォトリフレクタとセンサ基板

## 6. 発展課題

研修の最後には発展課題として、A/D変換の割り込みの使用方法和実際にプログラムを作成し動作の確認を行った。PIC16F688の内部にはA/D変換回路が入っているので、外部のアナログ電圧をデジタル情報に変換することができる。研修では、電源電圧を可変抵抗で分割した電圧をマイコンに取り込み、電圧の大きさによってブザーの周波数を変化させるプログラムを作成した。また、割り込み処理の確認をするために、基板についているリセットボタンのON/OFFを割り込みを使って処理するプログラムを作成した。

## 7. まとめ

マイコン制御基板を用いたアセンブラプログラムの作成について、テキストを作成し研修を行った(図8)。研修では、マイコンの基本的な仕組みからソフトウェアの使い方、プログラムの作成方法について説明し、実際にプログラムを作成し動作の確認を行った。研修の後半では、三輪ロボットを組み立てて、前進、後退などの簡単な動きのプログラムを作成し、更にセンサ基板を取り付けてライントレースのプログラムを作成した。最後にA/D変換と割り込み処理について説明し、作成したプログラムで動作確認を行った。

[研修期間：2日間、参加人数：11名]



図8 研修の様子

## 参考文献

- [1] PIC16F688 Data Sheet, Microchip Technology Inc. (2007)