

マイコンボードを使ったプログラミング実習の導入及び PLCを使ったリレーシーケンス制御実習の改善

名古屋市立工業高等学校

赤須 徹也

1. はじめに

近年、教育の内容が大きく変化し、工業高校だけでなく小中学校でもプログラミングに関する学習が取り入れられるようになってきた。こうした時代の変化から、これまでワンチップマイコンと呼ばれる制御 IC を用いて学習していた C 言語プログラミングをより理解しやすいマイコンボードに変更し、学習内容の充実をはかることを計画した。

また、前記の C 言語プログラムとは別のラダープログラムを使ったシーケンス制御の実習も行っている。しかし本校で使用している制御装置（PLC）は使用を開始して 20 年以上経過した旧式の物を使用しており、現行の機種およびソフトウェアを用いた実習の展開をしたいと考え計画した。

2. マイコンボード「Arduino」について

数あるマイコンボードの中から、現在授業で行っている C 言語プログラミング学習から変更点が少ない Arduino を選定した。Arduino の外観を図 1 に示す。Arduino はワンボードマイコンの一種であり、接続しやすい形で各種センサ類やアクチュエータが豊富に販売されているため複雑な制御を必要とする装置を使用し、より発展した実習や学習内容を生徒が個々で課題設定し、解決していくような実習展開も可能である点も選定の理由である。現在 C 言語プログラミングの学習で使用している PIC は旧式のワンチップマイコンであるため、容量も少なく様々な設定のために複雑なプログラムを作る必要があった。また、プログラミングに使うソフトウェアとプログラムを書き込むソフトウェアが別であり、書き込み用のライターも 1 台 5000 円ほどするものであった。これに対し Arduino はワンボードマイコンとなっているためソフトウェアも 1 種類でプログラム作成と書き込みができ、ライターも必要としないため、運用費用面でも大きな利点がある。（図 2）

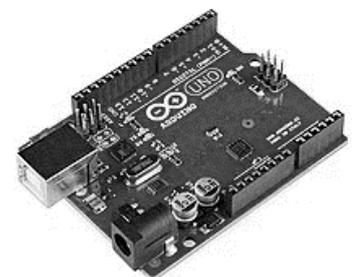


図 1 Arduinoの外観

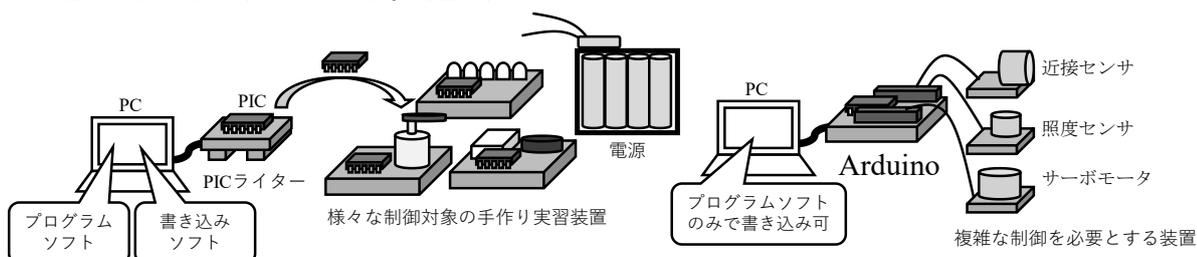


図 2 PIC の制御実習と Arduino の制御実習の違い

3. Arduino を用いた制御実習

専用ソフトウェア「Arduino IDE」を使用し段階的に難易度を上げてプログラミングを行う。

① Arduino ボードに内蔵された LED の点滅制御

プログラム動作時に 0.2 秒間隔で LED が点滅するプログラムを作り、プログラムで使用されている命令関数や動作の説明を行い、これらの命令関数を使い課題プログラムを各自で作る。

○実習内容

```
void setup(){
  pinMode(13,OUTPUT); //13 ピン出力設定
}
void loop(){
  digitalWrite(13,HIGH); //LED を点灯
  delay(200); //0.2 秒待つ
  digitalWrite(13,LOW); //LED 消灯
  delay(200); //0.2 秒待つ
}
```

説明

○pinMode 関数

ピンの入出力を設定することができる関数。

[書式] pinMode(設定したいピン番号 , INPUT(0)or OUTPUT(1));

○digitalWrite 関数

ピンの出力状態を設定することができる関数。“出力”とすることで電源電圧と同じ電圧を出力することができる。

[書式] digitalWrite(設定したいピン番号 , LOW(0)or HIGH(1));

○delay 関数

一定時間待機する処理を行うことができる。待機時間は () 内の数値×1m s となる。

② ブレッドボードを使った回路製作

電子部品をはんだ付けせずに回路を作ることができるブレッドボードを使い、入出力装置を使用した回路製作及びプログラミングを学習し、これらを使い課題プログラムを各自で作る。

○実習内容

```
void setup(){
  pinMode(3,INPUT_PULLUP); //3 ピン入力設定
  pinMode(7,OUTPUT); //7 ピン出力設定
}
void loop(){
  if(digitalRead(3)==LOW){
    digitalWrite(7,HIGH); //LED を点灯
  }
  else{
    digitalWrite(7,LOW); //LED 消灯
  }
}
```

③ 各種センサ、アクチュエータを使用した自主課題

Arduino は一般的に広く使用されているワンボードマイコンであるため、接続が容易なセンサデバイスやアクチュエータデバイスが市販されている。そうした市販品を使い、個々で制御してみたいセンサやアクチュエータを選択し、それぞれの特性を理解し制御する実習展開を行う。

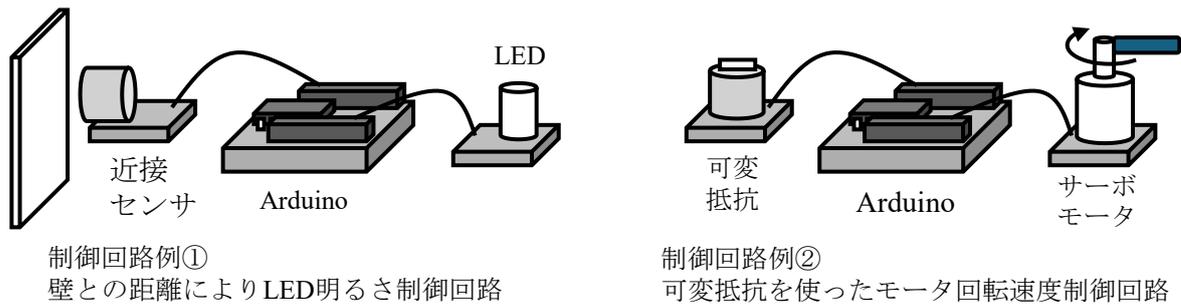


図3 制御装置の例

4. PLC について

PLC（プログラマブルロジックコントローラ：図4参照）は、リレー回路の代替装置として開発された制御装置である。ラダープログラム（図5）と呼ばれる PLC の制御プログラムを構築し、様々な入出力を制御する装置である。制御電圧も直流 12~24V、交流 100~200V と広いため工場の設備や産業機械を制御する装置として製造業で頻繁に使用されているため、本校の実習においても学習内容として取り入れている。本校で制御対象としている装置は技能検定向け実習装置や交差点を模した信号機の点灯制御装置、エレベータの呼び出しと停止の制御装置等がある。



図4 PLCの外観

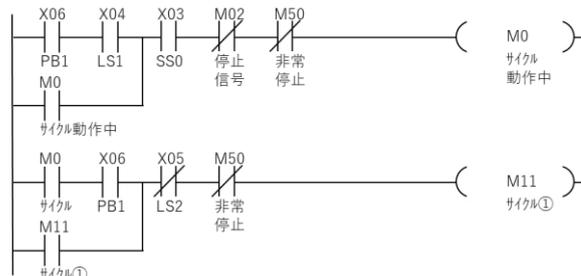


図5 ラダープログラムの例

5. シーケンス制御実習

各種実習装置を用い PLC を使った制御回路プログラムの製作を行う。

① シミュレーターソフトを使ったシーケンス制御の練習

シーケンス制御シミュレーションソフトを使い、シーケンス制御の基礎的な考え方や回路プログラムの構築の仕方を学ぶ。

② 技能検定試験「電気機器組立（シーケンス制御作業）」3級を題材としたシーケンス制御
国家技能検定練習装置を用いて、3級レベルの制御を題材として各種制御を行う。

○制御内容

次の①～⑤の動作をするプログラムの設計を行い、入力および動作確認を行うこと。
①「SS0」が“手動”の場合、「PB2」を押し続けている間「PL2」は点灯する。また「PB3」を押し続けている間「PL3」は点灯する。その際「PL2」が点灯中「コンベア」は左行し、さらに「PL3」が点灯中は「コンベア」は右行する。「コンベア」動作中は「PL1」が点灯する。
「PB2」と「PB3」が両方押された場合は先に押されたほうを優先する。

「SS0」が“手動”の場合、「PB2」「PB3」を押すこと以外で「コンベア」および「PL2」「PL3」は動作、点灯してはならない。

②「SS0」が“自動”の場合、「パレット」がコンベア右端にある時のみ、「PB1」を押すと（１）～（４）の順序で動作する。

（１）「パレット」が左行する。

（２）「パレット」が左端に到達すると「コンベア」は１秒間停止する。

（３）「パレット」が右行する。

（４）「パレット」が右端に到達すると「コンベア」は１秒間停止する。

この一連の動作を“サイクル動作”と呼ぶ。起動後は”サイクル動作“を繰り返す。

”サイクル動作“中に「PB3」を押すと、（４）動作終了後、”サイクル動作“が終了する。

“サイクル動作”終了時はコンベア右端で「PL2」を３秒間点滅（ON時間 0.5 秒、OFF 時間 0.5 秒）させる。

“サイクル動作”中のみ「PL1」が点灯する。

“サイクル動作”中に「SS0」を“手動”に切り替えた場合、“サイクル動作”は即時に停止させる。

“サイクル動作”は「PB1」を押すこと以外で起動してはならない。

③“サイクル動作”終了後、再び「PB1」を押すと“サイクル動作”が起動する。

④「PB5」が押された場合、非常停止として「コンベア」「PL2」「PL3」および“サイクル動作”を直ちに停止、消灯させる。非常停止はすべての操作に優先するものであり、非常停止中は起動スイッチ「PB1」、「PB2」、「PB3」を押しても「コンベア」「PL2」「PL3」および“サイクル動作”は起動、点灯してはならない。

⑤非常停止が働いている間は、「PL4」を点灯させる。「PB4」を押すことにより非常停止状態を解除して「PL4」を消灯させる。

③ エレベータ実習装置、信号機実習装置の制御

エレベータ実習装置、信号機実習装置共に各種課題に取り組んでいく。エレベータ実習装置では呼び出しボタンと各階にあるセンサの入力を理解し、目的階までエレベータを移動させ停止させる制御、信号機実習装置では、信号の点滅やタイマーを使った時限制御回路を学んでいく。

5. まとめ

本研究では、実習で使用する各種装置の変更及び更新を行った。C 言語プログラミングを PIC から Arduino に変更する事例では、これまで使用していなかったマイコンボードに切り替えることで実習装置の簡易化をはかることができ、これまで制御することができなかった複雑な制御を必要とする入出力装置の制御が可能となるなど、多くのメリットがある変更をすることができた。PLC の更新については新しいソフトウェアを使用することが可能となったため、プログラム製作時における不具合の発見やデバックを効率的に行うことができるようになり、実習の効率化をはかることができた。学校教育において新しい機器を使って学習することは非常に重要なことであるが、予算の関係上更新をしていくことが難しいのが現状である。今回の助成金により機器の更新ができ、より授業内容を充実させることができた。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、公益財団法人天野工業技術研究所理事長川幡長勝様から多大なご支援を頂きました。ここに記して謝意を示します。