

電子制御工学実験ⅢへのPICマイクロコンピュータの導入

中尾三徳* 西川弘太郎* 鳥家秀昭**

Introduction of PIC microcomputer to the Experiments in Electronics and Control Ⅲ

Mitsunori NAKAO*, Kotaro NISHIKAWA*, Hideaki TOYA**

The Experiments in Electronics and Control Ⅲ was changed. After that, three years have passed.

The following contents are scheduled, it to be improved in 2011.

- 1) Improvement of experiment theme
- 2) Improvement of experiment text

Keywords: PIC microcomputer, experiment

1. まえがき

現在、PIC マイコンを使った教材は多くの高専で実験、創造演習等の課題解決型授業に導入されている¹⁻³⁾。電子制御工学科では、一部の卒業研究でPICマイコンを使用していたが授業等への導入は未実施であった。

電子制御工学実験Ⅲ（以後、実験Ⅲと称す。）のマイコン実験は、平成19年までは、Z80マイコンを使っておこなっていたが、平成20年から、PICマイコンを使った2人で1セットを使用する実験に変更された。Z80マイコンでは、プログラム言語にZ80アセンブラを使用し、アセンブラ言語はマイコンによって違う記述フォーマットになっており、プログラミング言語を基本に考えると、授業等と継続的なプログラミング言語実験には、なっていなかった。パソコンのプログラミングで使用されているC言語をマイコン実験で使用すれば、パソコンを使った授業からのリテラシーの継承ができ、マイコンを習得する学生にとっても処理内容が理解しやすいと考えられる。実験Ⅲの実験概要は高専の低学年で体得した実験実習および授業の内容を網羅したテーマを8週間で実施することとなっている。平成19年前までの実験Ⅲは、3テーマの実験〔マイクロコンピュータ、マイクロマウス、TeX〕があり、それぞれのテーマを十数人の班に分け、8週毎にテーマを変更し実践する。3つのテーマは次のようになっている。

- 1) メカトロニクスに関する基礎的実験遂行能力を修得する（マイクロコンピュータ）。

- 2) 実践的プログラミング能力を修得する（マイクロマウス）。
- 3) 技術報告書の様式を理解し、電子化する手法を修得する（TeX）。

各テーマに共通にレポートを通じて、実験結果の考察能力を修得する（レポート報告）。著者らが担当している1)のマイクロコンピュータに関する実験について以下のような内容に変更された。平成19年度までの内容では、

- ① 基礎知識ガイダンスと機器組込用プロセッサの概略。
- ② 四則演算のアセンブラプログラミング。
- ③ Z80マイコンの2チャンネル割込みの動作確認とプログラミング。
- ④ Z80アセンブラの応用プログラム（エレベータシーケンス）。

としていたが、平成20年度からは、

- ① 電子素子・部品のガイダンスとPICマイコンの概略説明。
- ② PICマイコンの動作確認とプログラミング（C言語）。
- ③ PICマイコンの基本プログラミング（LED点灯）。
- ④ PICマイコンの応用プログラム（ブザー音制御・DCモータ制御）。

となった。

従来のZ80マイコンはROMやRAM等のCPUの外側に周辺装置を配置しなければならず、実験装置自体も大掛かりになっていた。それに対して、PICマイコンはEE-PROMやRAMやI/OやA/D変換PIO通信デバイス等もマイコン内部に持っており、電源とクロッククリスタルがあれば、即、簡単な配線でデジタル電子回路を組み立てることができ、Z80マイコン実験装置の故障もあいまって、PICマイコン

による実験をおこなうことになった。また、近年、産業界でPICマイコンが多く使用されるようになり、これに対応する必要性が生じた。

実験Ⅲは、通常の実験実習のように毎週完結した内容でおこなう実験ではないので、実験担当教員と担当技術職員が実験計画を立て、これに基づき毎週の成果を評価していき、学生が独自に提案した計画、手法、問題提起を尊重し、実験手法を強制するような指導を極力しないように努めることが重要な点になっている。毎週、課す実施報告書はこのために有る。

本稿では、この実験ⅢでおこなったPICマイコンを用いたマイコン実験の1年目(平成20年度)の実験概要と成果、及び実験における問題点を授業アンケートの結果から学生の意見・感想、及び導入効果を検討する。さらに、2年目(平成21年度)の実験に向けておこなった改善内容、また、現在(3年目)の状況について報告する。

2. 実験Ⅲの平成20年度の実施内容

実験ⅢのPICマイコンの実験装置と学生の割り振りについては2人で1台の実験装置で実験をおこなっていた。プログラミング用パソコンに従来のものを使用していたため、性能的には低能力であり、故障が多く発生した。PICマイコンを用いたマイコン実験の各週毎の課題はTable 1のようになっている。PICマイコン実験は、1回が3時限、8回(週)でおこなうようになっている。実験方法については

- 1) 課題の電子回路を回路図エディターで作成する。
- 2) 課題の電子回路をブレッドボード上に電子素子を使用して配線する。
- 3) マイコンプログラミング用パソコンで課題のPICマイコン用C言語プログラム作成、コンパイルとリンクをおこない、PICマイコン用バイナリーHEXファイルをつくる。

Table 1 平成20年度各週毎のマイコン実験の課題

週	課題内容
1週目	導入、PICマイコン、電子素子、回路図エディター概要
2週目	電子回路作成とプログラムコンパイル実行
3週目	プログラムの制御とLEDランプの点灯制御
4週目	プログラムのサブルーチン(2次元配列)とLEDランプの点灯制御
5週目	タイマー制御、スイッチ入力、チャタリング処理、構造体
6週目	ブザー音制御
7週目	DCモータ回転制御
8週目	プログラミング割り込み制御

- 4) PICマイコンライターでバイナリーHEXファイルをPICマイコンへ書込む。
- 5) PICマイコンをブレッドボード上の電子回路に取付け後、電子回路動作確認する。
- 6) 電子回路写真をデジタルカメラで撮影後、PICマイコン用C言語プログラム、ブレッドボード上の製作回路写真、及び電子回路図を添付した実験報告書を作成し、提出する。

1)から6)の処理を各週毎におこなう。

学生のレポート提出状況については平成20年度は実験時間の8週のうち、レポート提出は前半(4週)で1回、後半(4週)で1回の計2回提出することとしていたが、提出されたレポートは、内容が4週にわたるため初期の報告内容を忘れていたり、報告データが紛失していたりと提出内容について不備な学生が多かった。又、各週にレポート提出がなかったため、実験の進行状況も学生が把握できず、遅れてしまう学生が多かった。以上のことを踏まえ、平成21年度からは各週毎のレポート報告をおこなうようにした。その結果レポートの提出忘れはなくなった。

3. 実験Ⅲの平成20年度授業アンケートと集計結果

平成20年度の実験Ⅲは3つのテーマがあり、学生を3つの班に分けて、班毎に授業をおこなった。5年生は31名であったので、比較的小人数であった。全員の授業が終了した後、下記のような授業アンケートをおこなった。

(1) 電子制御工学実験Ⅲの授業アンケート依頼内容

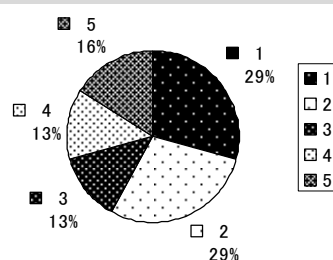
PICマイコンを使う実験テーマは、昨年までのZ80マイコンの代わりに平成20年度から新しく導入したが、今後、授業内容や実験方法を改善していく必要があると考えています。そこで、実験テーマや課題内容、及びテキストについて、下記のアンケート調査に協力して下さい。また、「改善提案」は「……する方がよい」と前向きに書いてください。最後に、自由意見・感想を書いてください。

(2) アンケートの回答

*以下の質問について該当すると思う数字を○で囲み、「改善提案」を書いて下さい。

質問①. この実験をおこなう前に、PICマイコンに対する興味・関心はどの程度ありましたか？

(小さい) ← 1・2・3・4・5 → (大きい)

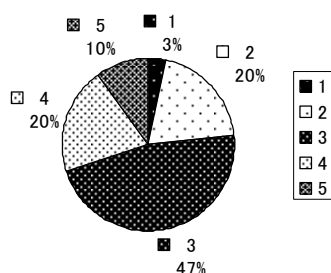


*回答の集計①: 1=9人・2=9人・3=4人・4=4人・5=4人
「改善提案」

- PIC を使うと、どんなおもしろい物ができるか、そのイメージを持たせる必要がある。
- パソコンが主流の中で、いまでも PIC が使われていることをアピールすべし。
- 予備知識が必要だと思う。
- 実験を始める前に、PIC がどのようなところに使われているか、重要性等を教えた方がよい。
- PIC の解説をしてから、実験をした方がよい。

質問②. PIC マイコンを使う実験テーマの難易度について、どうでしたか?

(難しい) ← 1・2・3・4・5 → (易しい)

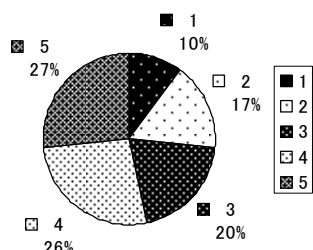


*回答の集計: 1=1人・2=6人・3=14人・4=6人・5=3人
「改善提案」

- PIC という不安定なところに、皆、つまづいていたので、教員のフォローが必要である。
- プログラムを組むと何ができるのか、より詳しく説明してほしい。
- 簡単な内容が多かったのでもう少し量を減らしてある程度、考察をした方がよい。
- 最初は PIC の知識がないので難しく感じた。
- もう少し回路的な知識を使った方がよい。

質問③. この実験をおこなうための授業時間について、十分でしたか?

(不十分) ← 1・2・3・4・5 → (十分)

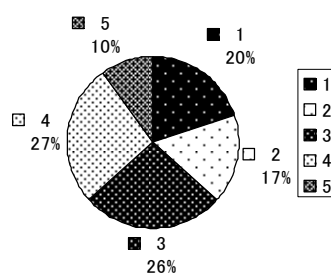


*回答の集計: 1=3人・2=5人・3=6人・4=8人・5=8人
「改善提案」

- 特に不満はないが冗長であったように思う。
- 1時間近く時間が余るときがあった。
- もう少し時間がほしい。
- 課題とレポートの両方が多くもう少し減らす方がよい。

質問④. この授業で使用したテキストは分かり易かったですか?

(難しい) ← 1・2・3・4・5 → (易しい)

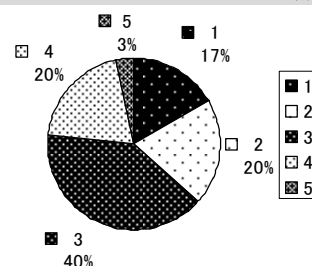


*回答の集計: 1=6人・2=5人・3=8人・4=8人・5=3人
「改善提案」

- テキストをもう少し改善すべし。あくまで PIC のテキストを使い必要な C 言語の知識は学校側が作成する方がよいかもしれない。
- 間違いが多すぎるのでちゃんとしたプログラムを提示する方がよい。
- 動かないプログラムを書かせるのはどうかと思う。
- ひっかけのような書き方をしているので手間がかかった。
- 間違いがある。書き方がマニア向けのようにいらついた。

質問⑤. この実験をおこなった結果、満足しましたか?

(不満足) ← 1・2・3・4・5 → (満足)

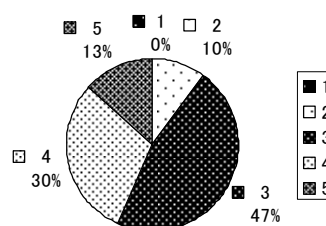


*回答の集計: 1=5人・2=6人・3=12人・4=6人・5=1人
「改善提案」

- 結局、PIC で何ができるのか分からない。そこを押すべきだと思う。
- スピーカで音を鳴らし、モータの回転を制御した後何か実用的なものの製作がある方がよい。
- テキストに記載されているプログラムを書いて、動作確認をするのは不要である。
- さらに踏み込んだ制御をおこってもよい。

質問⑥. この実験をおこった後に、PIC マイコンに対する興味・関心は高まりましたか?

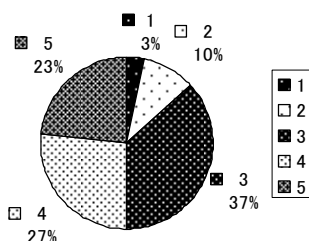
(低い) ← 1・2・3・4・5 → (高い)



*回答の集計: 1=0人・2=3人・3=14人・4=9人・5=4人

質問⑦. PIC マイコンを使う実験は、何学年に導入するのがよいと思いますか?

(どれか○で囲む) 1年・2年・3年・4年・5年



*回答の集計: 1年=1人・2年=3人・3年=11人・4年=8人・5年=7人

[自由意見・感想]

- まだ始まったばかりの授業というのがよく分かる。方向は正しいと思うので、細かいところを修正しつつPICが陳腐化するまでやっていただきたい。
- ICトレーナーで断線か、接触不良の箇所が多いためか、接触不良で回路が動かなかった。
- 情報処理の授業などと並行しておこなう方がよい
- 基本回路を最初に説明した方がよい
- より高度なレベルの所までやりたいと思った。
- 適当なレベルだと思うが、C言語を忘れがちなので分かりにくいところもあった。
- PICマイコンは大部分の制御に使われているので早い時期(1年生)から経験させた方がよい。

4. 考 察

今回の報告では、実験Ⅲの3テーマのうちのメカトロニクスに関する基礎的実験遂行能力を修得するマイクロコンピュータのテーマについて述べている。

平成20年度に実験を導入後、年度末にアンケートを取り、質問①⑤⑥からPICマイコンについて実験前より後の方が興味が大きくなっている。提案より具体的実験課題を考える必要がある。質問②より実験の難易度については普通のものである。提案より詳細な説明資料を準備する必要がある。質問③より実験時間は概ね適切なようであった。質問④よりテキストについては善し悪しが半々のものであった。質問⑦の実験を導入したら良い学年については3、4年生が多かった。自由意見については学生はPICマイコン実験に結構興味を持っていることが判明した。このアンケートの改善提案を参考に、平成21年度、平成22年度と実験方法を随時改善変更をおこなっている。

平成21年度改善は、前年度、実験計画の進行に追従できない学生が生じていたため、テキストの内容に追加補充するようにプロジェクターを使用し、補足説明をおこなった。また、課題の修正追加もおこ

ない学生の理解・実験の進行を調整した。また、市販テキストの正誤表も作成し、毎週レポート提出と実験テキストの修正をおこなった。

平成22年度改善は、レポート(報告書)の書き方・まとめ方の例をプロジェクターを使用し、提示した。また、平成21年度、説明不足であった電子素子(FET, ドライバIC等)の詳しい資料を用意した。プログラミング用パソコンをネットワークに接続し、インターネットから情報を得られるようにし、学生が分からない事があれば自主的にGoogle等を使って調べることができるようにした。新しいパソコンを1人1台導入し、実験装置もICトレーナーやPICライターを学生1人に1台ずつ対応させ、マイコン実験を1人ずつできるようにし、学生個人が一貫して終始実験がおこなえるようにした(平成21年度まではプログラム作成担当、電子回路作成担当のように分業して実験するケースがあった)。実験Ⅲは5年生が卒業研究と並行におこなっているため卒業研究テーマで組込みPICマイコンを使用する学生からは研究時にPICマイコンの取り扱い方がリアルタイムで分かり研究に集中することができるということであった。

5. ま と め

電子制御工学実験ⅢのPICマイコンテーマの導入から3年経過における改善策と現状について報告した。改善点は多々あるが、平成22年度に対しては、
1) 週毎の実験テーマの改善
2) 実験テキストの改善
をおこなっていく予定である。

謝 辞

本実験をおこなうにあたり、いろいろと便宜をはかってくださった電子制御工学科の皆様へ感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 黒田孝春, 石出忠輝, 小田功, 清水牧夫: PICマイコンによる課題製作を通じた電気工学実験の試み, 木更津工業高等専門学校紀要, 38 (2004) 1-10
- 2) 中尾三徳: 制御用マイコン PIC 等を使ったマイクロコンピュータ実験・実習, 津山工業高等専門学校紀要, 48 (2006) 125-130
- 3) 米田知晃, 荒川正和, 丸山晃生, 三好正行, 斉藤弘一: PICマイコンで動作するライントレースマシン製作による「ものづくり」教育, 論文集「高専教育」, 31 (2008) 319-324