

群 教 セ	G08 - 02
	平16.222集

これで納得！！ P I Cアセンブラの基礎

■主 題 P I Cアセンブラの基礎が身に付く
W e bページ教材の作成と活用

■特別研修員 宮田 佳夫 (群馬県立利根実業高等学校)



■研究の概要 P I Cアセンブラ言語プログラミングへの興味・関心を継続させ、基礎的な知識や技術を身に付けさせるための教材を作成した。動画や図を有効に用いることで、P I Cマイコンの内部構成や内部動作をイメージすることができるものとした。また、この教材を活用して授業を实践した結果、生徒はP I Cマイコンの内部構成や内部動作を実感することができ、興味・関心の継続や基礎的な知識や技術を身に付ける一助として、効果を発揮した。

■キーワード 【 工業 教材開発 マイコン 制御 W e b形式 】

I はじめに

本校の工業技術科では、2年次に「P I C制御実習」をテーマに実習を実施している。この中でL E D点滅制御ボードを製作し、P I Cアセンブラ言語プログラミングによりL E Dの点滅制御を行っている(図1)。



図1 「PIC制御実習」の様子

生徒は比較的熱心に取り組み、L E Dの点滅制御に感動する場面が見られる。これだけでも教育目標は達成されていると考えることはできるが、限られた時間の中では製作が中心となり、なぜこのプログラムでこのような制御ができたのかを理解するまでには至っていない。

3年次にも同テーマで実習を行っているが、制御対象をD Cモータに替えた製作中心の内容にとどまっている。

実際、アセンブラ言語はB A S I C言語やC言語に比べてなじみにくい面があり、生徒は苦手意識を持つことが多いことも事実である。しかし、アセンブラ言語について学習することは、コンピュータの本質を知る上でも大切であり、今日の産業界においてマイクロコンピュータによる制御技術が必要不可欠であることは周知の通りである。

また、本校では学科改変により、来年度から制御技術を中心に学習するコースが設置される。そのため、実習のみならず、座学においても本主題の内容に関連する分野の教材を

充実させていく必要性を感じている。

そこで今回、PICアセンブラ言語プログラミングへの興味・関心を継続させ、基礎的な知識や技術を身に付けさせるために、PICマイコンの内部構成や内部動作をイメージすることができる教材を作成し、それを活用したいと考えた。

2年生で実施した「PIC制御実習」で生徒が感じた「できたよろこび」を一步進んだ「わかったよろこび」に変化させ、より実践的な力を身に付けさせたい。

II 研究の内容と方法

PICとは米国マイクロチップテクノロジー社が開発したワンチップマイクロコンピュータである。価格面やプログラム開発環境の簡易さ、プログラムの書き換えの簡易さから数多く利用されている。このPICマイコンに必要なアセンブラ言語プログラミングの基礎を3年のハードウェア技術において学習させることで、生徒の興味・関心を継続させ、基礎的な知識や技術を身に付けるさせようと考えた。今回はそれを実現させるための教材作成と活用に取り組んだ。

アセンブラ言語プログラミングの学習において生徒が最も理解に苦しむニーモニックの解説に重点を置き、目に見えないPICマイコンの内部構成や内部動作(データ処理の流れ)がイメージしやすいように動画や図を取り入れて作成した。

本研究においてPICアセンブラの基礎とは、PICの内部構成とデータ処理の仕組みを理解し、基本的なアセンブラプログラムを読んだり書いたりすることができることとする。

Webページ教材の作成に利用した主なソフトは、ホームページ・ビルダーとFlash MXである。

1 制御対象

生徒が自分で製作したLED点滅制御ボード(図2)を自分で作ったプログラムで思い通りに動作させることができれば、興味・関心が継続すると考えた。その結果、今回はLED点滅制御ボードのみを制御対象とし、Webページ教材やテキストの内容は、この範囲を越えないものとした。

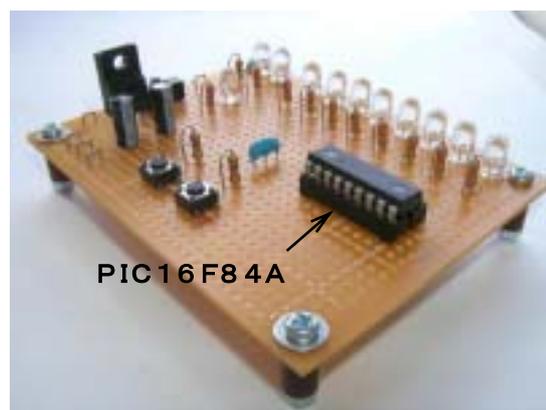


図2 LED点滅制御ボード

2 Webページ教材の内容

Webページ教材の内容は次に示す項目で構成される。

1. PICとは？
2. PIC16F84Aの概要
 - 2-1. 外観とピン配置
 - 2-2. 内部の基本構成
 - 2-3. プログラムメモリとスタック配置
 - 2-4. ファイルレジスタ(データメモリ)
 - 2-5. 特殊機能レジスタ
 - 2-5-1. STATUSレジスタ
 - 2-5-2. TRISAレジスタ
 - 2-5-3. TRISBレジスタ
 - 2-5-4. PORTAレジスタ
 - 2-5-5. PORTBレジスタ
 - 2-5-6. OPTIONレジスタ
 - 2-5-7. INTCONレジスタ
3. PIC16F84Aのアセンブラ命令
 - 3-1. 命令の種類
 - 3-2. 疑似命令
 - 3-3. 命令の形式
 - 3-4. 数値の記述
4. 製作したLED点滅制御ボード
 - 4-1. 回路図
 - 4-2. 完成写真
5. 簡単なプログラムの理解
 - 5-1. BSF STATUS,RP0
 - 5-2. CLRF TRISB
 - 5-3. BCF STATUS,RP0
 - 5-4. CLRF PORTA
 - 5-5. MOVLW H'55'
 - 5-6. MOVWF PORTB
6. プログラミングに挑戦
7. プログラム開発環境(MPLAB)
8. プログラムをPIC16F84Aに書き込む

3 作成したWebページ教材の主なページ

(1) PICとは？のページ

図3に示すように、PICの画像をクリックすると画像が徐々に消え、PIC内部を示すブロック図が徐々に現れる。その後、PIC内部を示すブロック図をクリックすると逆の動作を起こし、PICの画像が現れる。

これにより、生徒はPIC16F84Aのおおまかな内部構成をイメージすることができる。



図3 PICとは？のページ

(2) 外観とピン配置のページ

図4に示すように、PICのピン配置図の各端子にマウスポインタをあわせると端子の色が変わり、その端子の役割が表示される。

これにより、生徒は自分が製作したLED点滅制御ボードのどの端子に何が接続されているのかを確認できる。



図4 外観とピン配置のページ

(3) ファイルレジスタ(データメモリ)のページ

図5に示すように、配置されているボタンをクリックすること、その図に替わって説明が表示される。また、戻るボタンで元の図に戻ることができる。

生徒がファイルレジスタの構成を理解するのに役立つ。

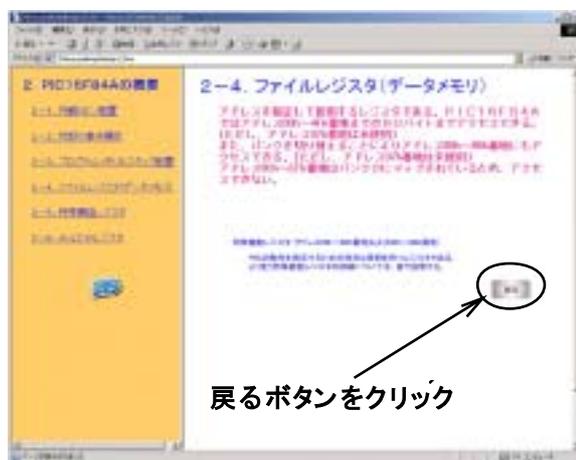
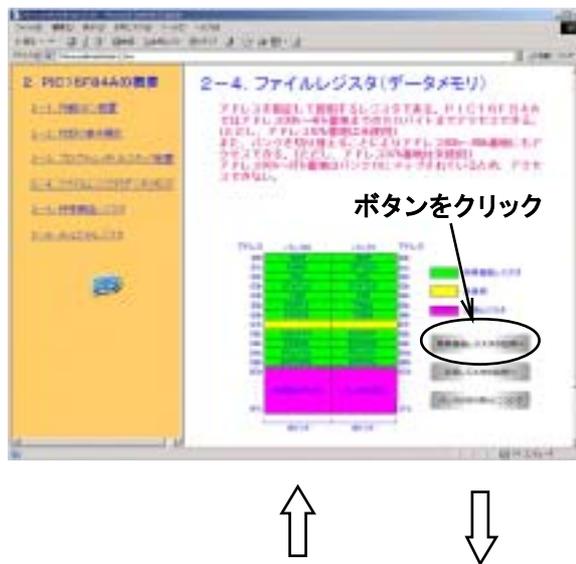


図5 ファイルレジスタ(データメモリ)のページ

(4) 命令の形式のページ

次頁図6に示すように、図中にある項目をクリックすると、その項目の説明が表示される。また、別の項目をクリックすると、その別の項目の説明が同じ位置に表示される。

プログラムを入力しながら基本事項を確認できる。

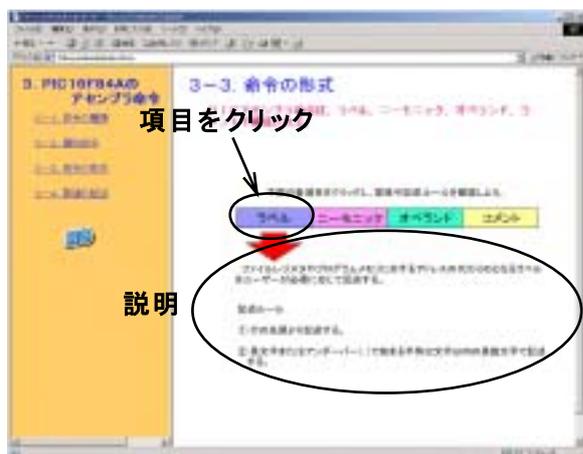


図6 命令の形式のページ

(5) BSF STATUS,RP0のページ

図7に示すように、配置されている再生ボタンをクリックすると動画がスタートし、その命令を実行したときのP I C内部の動作(データの処理の流れ)を確認できる。停止ボタンとリセットボタンも配置してある。

L E Dを点灯させる簡単なプログラムの各行の命令に対応させて作成した。

生徒がプログラムの意味と内部のデータ処

理の仕組みを理解する上で、役に立つ。

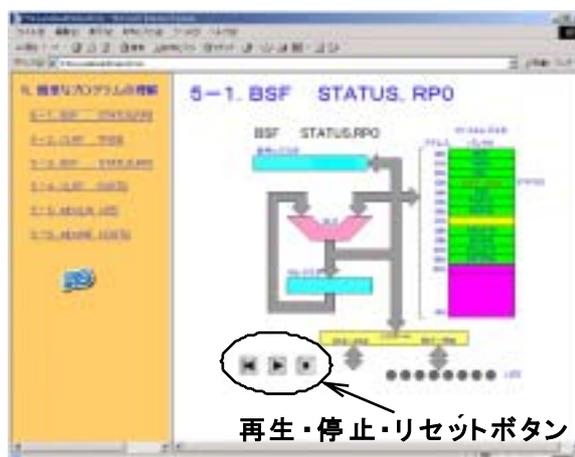


図7 BSF STATUS,RP0のページ

4 作成したテキスト

Web ページ教材を作成するとともに、それに沿った内容のテキストも作成した。ワークシートの要素も取り入れ、生徒はこれに説明事項やプログラムを記述するなどして活用する。ワープロで記述する場面も取り入れた。

III 授業実践

1 授業計画

教科 「ハードウェア技術」
 単元 「第5章コンピュータの基本動作」
 小単元 「3. アセンブラ言語によるプログラミング」
 場所 教室およびコンピュータ室
 対象生徒 工業技術科情報技術コース3年生(男子14名、女子3名)
 指導時間 14時間(2単位)

2 指導経過

時間	指導目標	学習活動	評価規準	生徒の反応・変容
1	2年次に実施した「P I C制御実習」の内容について復習させ、できたときの思いを再認識させる。P I Cアセンブラ言語プログラミングの学習に興味・関心を持たせる。	自分で製作したL E D点滅制御ボードを動作させた。これから学習するP I Cアセンブラ言語プログラミングについての概略を知った。	2年の実習で行った内容を思い出し、意欲的に学習に取り組もうとしている。(関心・意欲)	2年次に実施した「P I C制御実習」の内容を思い出すことはできていた。実習でのアクシデントや苦勞した点などを生徒間で語り合う姿が見られた。

1	プログラムの流れを把握し、フローチャートに置き換えさせる。	提示されたLED点滅制御ボードを制御する簡単なプログラム例に沿って、フローチャートを作成した。 テキストを活用	フローチャートを書くことができる。 (思考)	フローチャートの作成は他の授業でも実施しているため、戸惑うことなく取り組んでいた。
1	記述ルールを説明しながらプログラムを書かせる。	提示されたLED点滅制御ボードを制御する簡単なプログラムを記述ルールにしたがって書いた。 テキストを活用	記述ルールにしたがってプログラムを書くことができる。 (技能)	記述ルールを理解し、丁寧にプログラムを書いていた。この時点では、プログラムの各行の意味は理解していない。
2	プログラムの入力→アセンブル→PICへの書き込み→実装、この流れを把握させ、LED点滅制御ボードを動作させる。	プログラムの入力→アセンブル→PICへの書き込み→実装、この流れを実際に行い、LED点滅制御ボードを動作させた。 Webページ教材とテキストを活用	プログラムの入力から制御ボードの動作まで、一連の作業を行うことができる。 (技能)	実習でも行っている内容なので協力しながらスムーズに作業を行っていた。 プログラムを入力しながらWebページ教材を有効に活用する姿も見られた。 アセンブル時のエラーを自分で解決している姿も見られた。
2	PICの内部構成を図や動画でイメージさせ、各部の役割を理解させる。	PICの内部構成についての説明を聞き、理解した。 Webページ教材とテキストを活用	PICの内部構成を理解している。 (知識)	Webページ教材の効果もあり、PICの内部構成をイメージできていた。 重要な部分にはテキストに印を付けていた。
2	PIC内部でどのような動作が行われ、LED点滅制御ボードが制御できたのかを視覚に働きかけ理解させる。 プログラムの各行が持つ意味をわかりやすく説明し、テキストに記録させる。	PIC内部でどのような動作が行われ、LED点滅制御ボードが制御できたのかを動画によりイメージした。 プログラムとPIC内部の動作との関わりを把握した。プログラムの各行が持つ意味を理解し、記録した。 Webページ教材とテキストを活用	PIC内部で行われているデータ処理の仕組みを理解し、考えることができる。 (知識・思考)	プログラムとPIC内部の動作との関わりを動画を活用して何度も確認していた。 「なるほど」「そうか」「わかった」といった声も聞かれた。 プログラムをこうしたらこうなるのかという質問も出てきた。 Webページ教材を利用し、板書された以外の説明も書き加えていた。
2	いくつかの問題を提示し、プログラムを変更させてみる。	自らプログラムを変更し、動作させた。 Webページ教材とテキストを活用	問題にしたがって、プログラムを読んだり書いたりすることができる。 (思考・技能)	簡単なプログラムの変更であったが、全員が変更することができた。
3	独自の発想でLED点滅制御ボードをどのように制御させたいかを考えさせ、それを実現するためのフローチャートとプログラムを作成し、実際に動作させてみる。	独自の発想でLED点滅制御ボードをどのように動作させたいのかを考えた。 それを実現するためのフローチャートとプログラムを作成し、実際に動作させた。 Webページ教材とテキストを活用	自らLEDの動作を考え、プログラムを作成し、実行することができる。 (思考・技能)	多くの生徒が熱心に取り組んでいた。 自分の思い通りに動作させることができたときは皆うれしそうであった。 独自の発想が思い浮かばない者もいた。 あまりにも難しい発想をしたため、完成しない者もいた。

IV 結果と考察

1 授業に臨むにあたって

この授業は普段教室で行っている。そのため、他の授業との調整を行い、コンピュータ室を確保するのに少々苦勞した。

今回はWebページ教材をイントラネット内のWebサーバー上に導入し、生徒一人一人がインターネットブラウザを使用し、ファイルを開いて学習できる環境とした。

生徒は日頃からインターネットを利用した授業を様々な場面で体験しており、Webページ教材の操作に戸惑う様子にはなかった。

普段と違う場所での授業であったためか、生徒もはじめは落ち着きのない様子であったが、回を重ねるごとに興味深く取り組む姿が見られるようになった(図8)。



図8 授業の様子

2 Webページ教材を活用して

Webページ教材としたことで、生徒は個々の学習の進み具合や理解度に合わせて必要な知識を確認することができていた。テキストエディタでプログラムの入力作業をしている最中でも、忘れてしまった基本事項などをWebページ教材で簡単に確認できるため、そのように活用している生徒の姿も見られた(図9)。

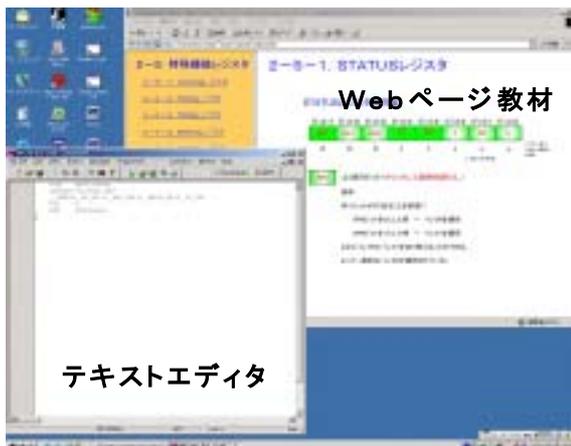


図9 生徒の作業画面

好評だったのはPIC内部の動作(データ処理の流れ)を示す動画であった。動作イメージがつかめるため、各命令を理解するのに役立ったようである。何度も繰り返して確認する姿が見られた。

また、全体説明を行う際にプロジェクターを使い、スクリーンに投影することで、すぐにプレゼンテーション形式で授業展開できることも大きな利点であった。

3 テキストを活用して

時間にゆとりを持たせたこともあり、生徒が記述すべき部分はしっかりとまとめられていた。中には、板書した説明を記録するだけでなく、Webページ教材を活用し、自分なりの表現で説明などを書き加えている生徒もいた。

4 生徒へのアンケートから

生徒に簡単なアンケートを行ったところ次のような結果が得られた。

質問1 Webページ教材を使った授業 はどうでしたか。		
① よかった		10人
② どちらともいえない		4人
③ よくなかった		3人

コンピュータ室で実施したこと、作業的内容が含まれていること、自分のペースで進められる場面が多いことなどもあり、評判は良

かったようである。Webページの使い勝手の良さも影響していたと考えている。

質問2 学習内容は理解できましたか。

- | | |
|-------------|----|
| ① よくわかった | 6人 |
| ② なんとなくわかった | 8人 |
| ③ わからなかった | 3人 |

期待していたほどの結果は得られなかったように感じるが、本単元の本来の難しさを考えてみると満足いく結果だと考えられる。

質問3 自分の学習への取り組みはどうでしたか。

- | | |
|---------|-----|
| ① よかった | 3人 |
| ② ふつう | 11人 |
| ③ わるかった | 3人 |

どうしても自分で自分を評価する場合、生徒は遠慮がちになるようである。実践の中では、ほとんどの生徒がしっかりと取り組んでいた。

質問4 LED点滅制御以外の制御にも取り組んでみたいですか。

- | | |
|-------------|-----|
| ① やってみたい | 10人 |
| ② どちらともいえない | 5人 |
| ③ やりたくない | 2人 |

予想していたよりも興味・関心を持ち続けてくれた生徒が多かった。特に、他の質問では否定的な回答をしていた生徒の一人が、この質問に対しては「やってみたい」と回答していたことは大きな収穫であった。プログラムについて学習することは苦手であるが、何かを制御する事への興味・関心はあることがわかった。こういった生徒のことも考慮して、今後もこのような教材研究に臨む必要性を再認識させられた。

質問5 意見や思ったことを何でも書いてください。

- 動画がもっと多いほうがよい。
- 動画の画面が同じでつまらない。
- もっと違うプログラムをつくりたい
- LEDを点灯させるプログラムがよくわかった。
- タイムルーチンがわからなかった。

生徒のこれらの率直な意見を真摯に受け止め、今後改善していく上での参考としたい。

5 職場の先生方の意見から

科の先生方にも教材を見ていただき、次のような意見をいただいた。

- ◎ 動画の動きに音声の説明が付くと格段にわかりやすくなるのではないかと。
- ◎ 2年次の後半に実施できれば、3年次の学習内容（課題研究など）とのつながりが期待できるのではないかと。
- ◎ 他の授業でも部分的に活用できるのでよい。

本校の実情や生徒の実態を常に見つめている先生方の意見は的を得たものであり、共感できる部分も多くある。これらを参考にして、実現できるところから改良を加え、今後も授業で活用したい。

V まとめと今後の課題

1 Webページ教材とテキストの評価

Webページ教材とテキストそのものの有効性や利便性はおおむね満足いくものであった。

特にWebページ教材の使い勝手の良さを感じた。ただし、Webページ教材の中に出てくる言葉の意味がわからないという声が多く聞かれた点や動画が単調であり、しばらくすると飽きてしまう生徒も見られた点は早急に改善すべき点として捉えたい。

また、テキストにおいてはページ数が多いと感じたので、テキスト編と演習編に分けるなどの工夫が必要である。

2 生徒の興味・関心を継続させることができたか

生徒の興味・関心が継続されたかという点においてはおおむね目標を達成できたと考えている。

今回3年生の授業で教材を活用した結果、授業が終わった後も生徒の興味・関心が継続されていることが確認できた。このため今後は2年次での活用を検討し、3年次の学習に

つながるような内容にWebページ教材やテキストを改良したい。

3 生徒にPICアセンブラの基礎を身に付けさせることができたか

生徒のアンケート結果を見る限りでは、不満が残る面も多少あった。本題材の奥深さや難しさを考えるとしかたない部分もあるが、「なんとなくわかった」という生徒が多いことから、もう一步押し上げてやる工夫が必要であることを痛感した。

しかし、実際に授業実践を進める中ではWebページ教材により、PICの内部構成をイメージできた生徒も多くいた。このことで周辺回路との関係も理解できるようになり、テキストの重要な部分に印を付ける生徒も見られた。

また、プログラムとPIC内部のデータ処理の流れを示す動画を何度も繰り返して確認する姿も見られた。その際、「なるほど」「そうか」「わかった」といった声も聞かれた。プログラムの意味を板書するときにも動画から得たイメージを活かし、自分なりの説明を書き加えている者もいた。このことから、プログラムとPIC内部のデータ処理の流れを理解できていたと考えている。

さらに、簡単なプログラムの変更をさせたところ、ほぼ全員の生徒が変更することができた。このことから基本的なアセンブラプログラムを読んだり書いたりすることができるようになったことも確認できた。

以上のことから本教材を活用することによって、PICアセンブラの基礎を身に付けさせる効果は十分にあったと考えている。

で、互いに刺激し合いながらよりよい教材に発展させていきたいと考えている。

VI 参考文献

- 1 群馬県教育研究所連盟 編著 「改訂版 実践的研究のすすめ方」東洋館出版社 (2001)
- 2 エクスメディア 著 「超図解 Flash MX for Windows」エクスメディア (2002)
- 3 中尾真治 著 「RoboBooks はじめての PICマイコン」オーム社 (2002)
- 4 鈴木美朗志 著 「たのしくできる PIC プログラミング制御実験」東京電機大学出版局 (2003)
- 5 浅川 毅 著 「PICアセンブラ入門」東京電機大学出版局 (2003)
- 6 (2001) Microchip Technology inc. PIC16F84Aデータシート

VI おわりに

多くの改善点も見出すことができたので、今後の教材研究に役立てたいと思う。幸いにも同じ職場にPICを題材にした教材に興味を持ち、取り組みはじめた先生も数名いるの

