

# 産業機械科におけるマイコン教育

熊本県立技術短期大学校 産業機械科 磯口 博

### 1. はじめに

筆者は第8回職業能力開発研究発表会で、「科目間関係による一軸位置決め装置の設計・製作」<sup>1)</sup>について紹介した。それは、学生の授業に対する意見や指導員らの考えに基づき、授業をより実践的に改善し、学生に意欲を持たせ、各科目間における関係を密にすることで2年間での総合的な訓練効果を高めるための試行の報告であった。本稿はこれに引き続くものである。

本校の産業機械科学生の就職先には、半導体産業関連が多く、それぞれの職場で体験を踏まえた意見が本科にフィードバックされている。その結果によると、職場においては基礎的電子技術やプログラマブルコントローラの高度な使用法を理解する必要性が指摘されている。本報告では、8ビットマイコンを使用したライントレサの製作を通して、上記の技術の習得を学生が能動的にできるよう試みた例について紹介する。

### 2. 現状と問題点

産業機械科の就職先は、半導体産業を中心として、機械加工、装置組立て、装置メンテナンス、あるいは後工程の半導体製造装置の設計・製作等、多岐にわたっている。卒業生の業務内容や個人に対する聞き取りによると必要な電子技術に関する知識や技能はおおよそ表1のとおりである。

これらに対応するための学科目として、電気工学概論、電子工学、コンピュータ制御等の座学とシス

表1 産業機械科の学生に必要な電子技術

1	基礎的なデジタル回路がわかること
2	基礎的なアナログ回路がわかること
3	ハンダ付け作業ができること
4	一般的な電子部品について理解していること
5	コンピュータ制御の基礎がわかること
6	インターフェースがわかること
7	電機機器がわかること
8	シーケンス制御がわかること

テム設計、制御工学実験2などの実習とがある。その主な科目とその内容を表2に示す。

2年間を通して、必要とされる基礎的な知識や技能については習得しているはずであるが、学生自身

表2 主な電気関係の教科目

	電気工学概論	直流回路、交流回路、磁気
1 年次	情報工学概論	電子計算機の仕組み、ソフトウェアとハードウェアの基礎
	電子工学	半導体、トランジスタ回路、オペアンプ、TTL
	コンピュータ制御	センサ、各種アクチュエータ、マイクロコンピュータ、制御の実際
	電気工学基礎実験	電気・電子の基礎実験、各種計測器の取扱法
	電子回路基礎実習	工作法、電子回路の製作、測定法
	コンピュータ基礎実習	C言語、C言語による機械制御法
2 年次	計測工学実験	各種電子計測器の取り扱い方、自動計測、計測処理
	制御工学実験Ⅱ	ワンボードマイコンのハードウェア・ソフトウェア、プログラミング
	インターフェース実習	各種変換回路の製作 センサ回路の製作

の積み上げが十分でない場合がある。これは、授業の実施方法が学生に単発的にとらえられていることや、各授業間の内容の連携が不十分であることにも一因がある。さらに、学生は座学的な授業形態を敬遠する傾向もみられ、指導員側の座学や実技の授業のやり方にかかなりの工夫が必要になってきている。

産業機械科のマイコン教育は、表2のコンピュータ基礎実習や制御工学実験Ⅱの授業内容に示すように、これまでパソコンインターフェースボードやワンボードマイコンを使用した実習を行ってきた。その長所と短所をあげると、次のようである。

#### ・長所

- (1) 8ビットマイコンの働きがわかる。
- (2) メモリやアドレス空間がわかる。
- (3) フローチャートやニーモニックによるプログラミングなどのプログラムの基礎がわかる。
- (4) マイコン回路や電子回路などのハードウェアがわからなくてもプログラムによって負荷を動かすことができる。
- (5) パソコンからプログラムすることによって負荷を動作させるという手軽さと即プログラム結果がわかるという特徴から、ほとんどの学生が興味を持って取り組むようになる。

#### ・短所

- (1) ハードウェアを意識した授業を行っても、作業においては出来合いの負荷を制御するという授業の性質から、結果的にソフトウェア主体の授業となってしまう傾向にあった。
- (2) I/Oに接続されたLEDの点灯やステッピングモータの駆動などの負荷制御では、I/Oやメモリのアドレスさえわかればプログラミングが可能で、プログラミングと動作させることに目を奪われてしまい、実践的なことに結びつきにくい。
- (3) 基礎的なところで理解不足が重なってくると、授業そのものに対して興味が途切れてしまう。

このようなことから、従来の長所を生かしながら、ハードウェアを意識した、より実践的な内容とすること、さらに、内容は簡単であっても、ものづくり

を最初から最後まで通して行うことによって全体がわかるようになることを目標として改善を行うことにした。検討のうえ、ライントレーサが次のような理由から適していると考えた。

- (1) プログラミングの基礎段階では既存の実習機材がそのまま利用できる。
- (2) 製作費が安価である。
- (3) 実習として展開しやすい。
- (4) 学科とのつながりが認識できる。
- (5) それぞれの工程ごとに知識や技能が必要である。
- (6) 知識や技能において適度に難易が混在している。
- (7) 視覚的に興味を持てる。
- (8) 競技性がある。

### 3. ライントレーサの技術要素と目標設定

回路図を図1、完成品を図2に示す。授業を計画するに当たり筆者が試作したライントレーサには、次のような教育訓練要素があることがわかった。

- (1) 抵抗、コンデンサ、ダイオードやデジタルIC等の電子部品の性質や取り扱い方
- (2) 8ビットマイコンおよび周辺LSIのはたらき
- (3) メモリおよびアドレス空間の認識
- (4) 回路図と実際の部品配置
- (5) テスタやオシロスコープの取り扱い方
- (6) デジタル回路の基礎知識
- (7) モータの速度制御法
- (8) 技能検定「電子機器組立て2級」程度のハンダ付け技能
- (9) プログラミングとデバッグ方法
- (10) アセンブル方法、ROM化、ROMイレーサ取り扱い等の周辺作業
- (11) RS-232Cの仕様や通信方法
- (12) トラブルシューティング

そこで、学生のこれまでの履修レベルを考慮し、ライントレーサの製作を通して習得する知識や技能の目標を次のように設定した。

- (1) 材料表により部品が正しく選択できる程度の規格が読める。
- (2) 技能検定「電子機器組立て」2級程度の部品取り扱いおよびハンダ処理ができる。

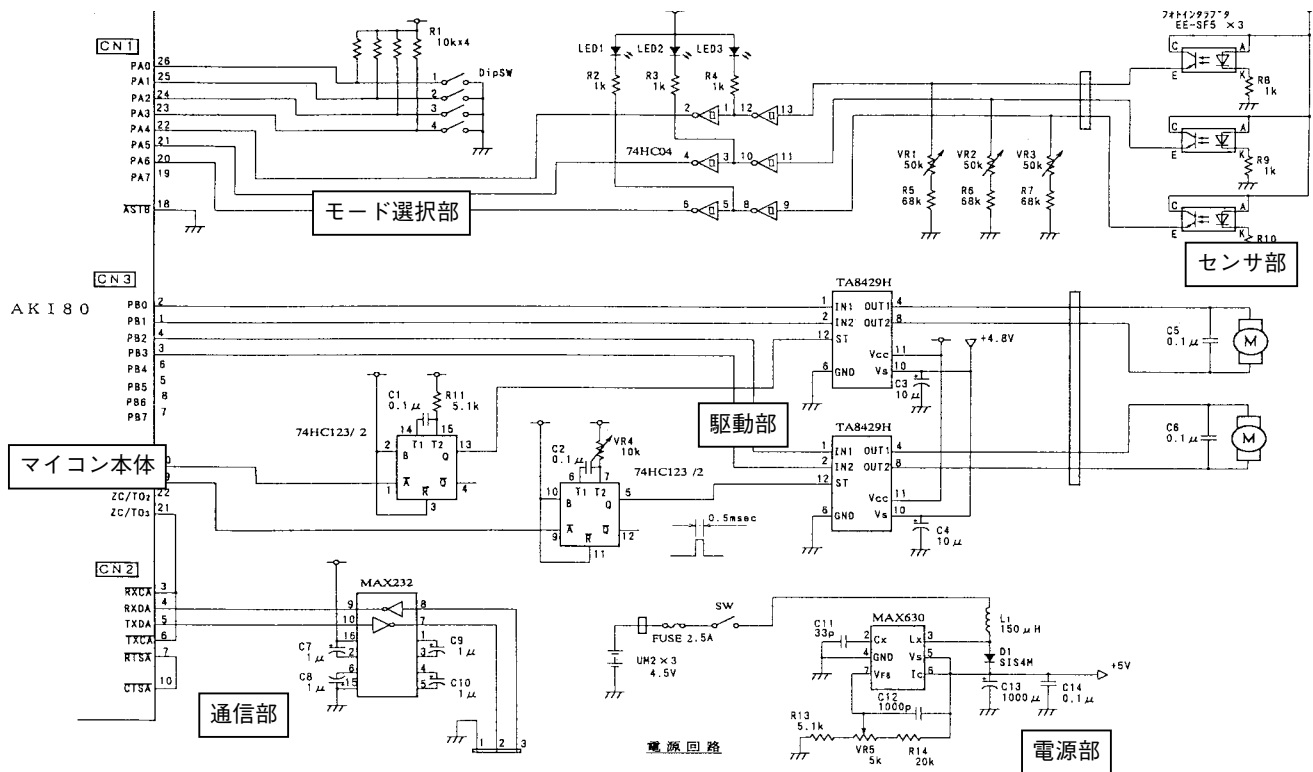


図1 ライトレーサ回路図

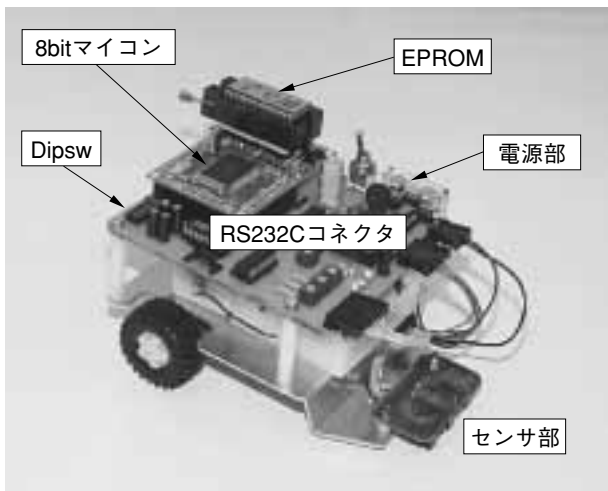


図2 ライトレーサ完成品

表3 授業計画

手順	2年前期		使用コマ数
	制御工学実験2 (1週3コマ)	インターフェース 実習 (1週2コマ)	
1	ワンボードマイコンによるハードウェア・ソフトウェア実習	トランジスタやデジタルICを用いた回路の製作	35
2	ライトレーサのハード部分の製作		12
3	ハードウェアの動作チェック		3
4	試運転(直進)プログラムの作成		5
5	ライトレースプログラムの作成		23
6	競技		2
7	作品及びプログラムの提出		

- (3) 測定器を用いて、回路図により機能ブロックごとの動作確認方法がわかる。
- (4) フローチャートによりプログラム設計できる。
- (5) マイコンおよび周辺LSIの働きがわかる。

#### 4. 授業の構成

製作を行う前に、事前に必要となる知識や技能を付与した。全体として使用した時間は表3のとおり

である。これは、これまで行ってきた授業の内容を見直し、マイコンの基礎と電子工作を集約したものである。

学生に興味を抱かせ、自主的な取り組みをさせるため、製作には次のような競技性を持たせた。

##### (1) ライトレーサの基本仕様

黒または白のラインを追従して、自動走行すること。ディップスイッチにより、走行状態や速度の設定変更ができること、また、オプション機能を持つ。



図3 シャーシの加工風景



図5 メインボードのはんだ付け風景



図4 完成したシャーシおよび駆動部

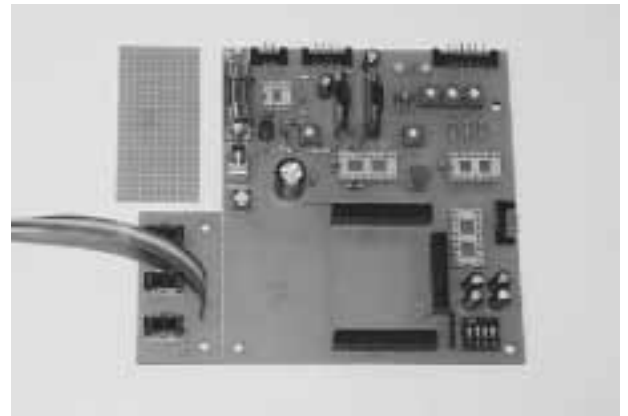


図6 部品実装済みのメインボード

## (2) 競技項目

定められた黒および白のラインのコースを走行させ、合計の所要タイムを競うこと。その他、直進性能、最小回転半径、ライン逸脱時のライン探索性能、フローチャートやリストなどがわかりやすいドキュメント、部品取り付け、配線処理やハンダ付けが優れている工作部門、ハードウェアやソフトウェアに関して知識が優れているペーパーテスト部門等である。

授業風景の一部と製作途中の作品を次に示す。図3はシャーシの加工風景、図4に完成したシャーシおよび駆動部、図5にメインボードのはんだ付け風景、図6に部品実装済みのメインボードを示す。

## 5. 評価

マイコン教育に関する今回の試行は、筆者が想像した以上に反響があった。学生の取り組みの姿勢が

真剣で、かつ最後まで楽しみながら興味をなくさなかった。また、実習中の質問が多く、それぞれが自主的に完成させるために懸命であった。

授業を進めるに当たり設定した学生の習得目標がどこまで達成されたかを見てみると次のようになる。

- (1) カラーコード抵抗の読み取りやコンデンサの容量、耐電圧、極性等の判別がわかるようになった。
- (2) はんだ付けについては、学生の約半数が不十分であった。これは、各回路の動作を調べる段階で、回路不動作のすべてがはんだ処理に問題があった。これは、加熱が十分でないことによる“いもはんだ”が大部分である。
- (3) 回路の動作確認については、はんだ付けによる部品取り付けがすべて完了した後行われた。動作回路を各ブロックごとに分割し、テスターを使用して各点の電圧値を確認したり、オシロスコープ

を使用して信号波形を観測させるなどである。特に、ライントレーサの直進性能に関係する右側モータドライバー用のワンショットマルチバイブレータの可変抵抗の調整は、オシロスコープの取り扱いを復習するうえで好材料であった。

- (4) プログラムの作成では、フローチャートによる考え方に重点を置いて指導した。しかしながら、学生の半数以上がコマンドに目を奪われ、結果としてデバッグにかなりの時間を費やすことになってしまったことは、今後の改善点の1つである。
- (5) モータの速度制御は、今回使用したCPUに内蔵されているCTCのクロック周波数の高低によって行った。プログラムの過程で、CTCやPIOの使用法を理解させることができた。
- (6) 各学生の試作したプログラムは、すべてROMライターを使用してUV-EPROMに書き込んだ。これは、周辺機器の取り扱いや付随する作業を体験させるためである。アセンブリ言語のコマンド操作に終始した学生は、わずかに変更してはROMの消去や書き込みを繰り返し、フローチャートの重要性を認識するようになった。
- (7) ROM書き込み作業の煩雑さから出てきた学生の要求は、試作プログラムをパソコンから直接マイコンのRAMに転送できないかということであった。ライントレーサのメインボードには、通信用ICを搭載しており、一部の学生に指導を行った。しかしながら、授業時間の制約から不十分な結果となった。基礎実習で使用するマイコンキットは、作成したプログラムを直接パソコンから転送して動作させている。学生が意識しないで行っている作業の内容を理解させ、通信の必要性を認識させたことは有効であった。

実習の最後に学生にアンケートをとった。個人の方のみで達成したと感じる場合を自己達成率100%、大部分を他を模倣して製作した場合を0%とし、その達成率を感覚的に答えさせた。結果は、全体平均76%の自己達成率となった。また、達成感があつたかの質問に対して、全体の75%が「あつた」と回答した。さらに、メモリ・アドレス空間の意味やマイ

コン回路がよく分かるようになったという回答も多かった。このことから、ライントレーサの製作は、マイコンによる機械制御実習の課題として適当であったと考える。電気の基礎知識が比較的浅い産業機械科の学生に、マイコンによる機械制御に関心を持ってもらいたいために、今後さらにより分かりやすいテキストを作成し、本授業に改善を加えたいと考えている。なお、製作したライントレーサは卒業研究における発展的課題の教材や短大祭の競技イベントに使用されたり、オープンキャンパスの授業紹介のなかで使用される等、授業後も活用されている。

## 6. おわりに

筆者は、ものづくりに関し学生に必要とされる知識や技能を身に付けさせることを試みた。このような方法は、課題の選定、テキストの作成や機材調達等でかなりの準備期間を必要とする。しかし、ものづくりを通して学生が期待した成果を習得し、体験によって得たものが知識へとつながることに深い意義を覚える。

最近、地場企業に対して行ったアンケート結果のなかで、「どのような点に期待して当校短大生を採用されましたか」という質問がある。多くの企業のキーワードが「即戦力（実践力）、技術力、技能力」である。これは、その地域において、他と差別化をはかる必要のある職能短大の方向を示していると考ええる。より高度化を図りながら、かつ、学生が即戦的能力を高めるような授業を目指すことは、よく言われる技術と技能の「車の両輪」としての意味を持っており、われわれ指導員の重要な使命であろう。筆者はこの観点に立って、「ものづくり」を通じた授業の改善や展開を進めているところである。

最後に、回路図と本体を供与いただいた北海道職業能力開発大学校の上村友弘先生にお礼を申し上げます。

### <参考文献>

- 1) 磯口博，河邊真二郎：「科目間関係による一軸位置決め装置の設計・製作」，第8回職業能力開発研究発表講演会，2000.11.2.