

二画面マイコンの基礎技術教育への応用

The Application of Microcomputer with Dual Display to Basic Technical Educations

平沢 進 宇治川 光一 押野 崇 吉沢 信一

(日本電子専門学校)

1. まえがき

技術教育において基本的に重要なことは基礎知識の吸収とそれを正確に理解させ、その知識を的確に使えるようにすることである。よく数学や物理学(広い意味での)は暗記科目ではなく、理解科目であるとゆわれる。しかし、公理と基本的な定理とそれらから導かれる基本的な事項は暗記して、くりがえし使っている内に、それらのもつ真の意味が、そしてその式のもつ物理的意味が理解されるものである。このためには基礎的な定理や事項を含んだ基本的な例題を多く解かせるのが最も早道である。これを解決する一つの手段としてマイクロコンピュータの活用が考えられる。

情報処理教育では言語教育から始まる。コンピュータ言語にはいろいろあるが、まだアッセンブリ言語は重要な位置を占めている。特に、マイクロコンピュータ技術者になろうとするものにとっては必須のものとなっている。アッセンブリ言語教育は難渋する科目の一つであるが、幸い言語教育はコンピュータに接する時間に比例して学生の理解も深まり、高度なプログラミング技術も独自でマスターするようになる。この場合も、解決の一手段として、やはりマイクロコンピュータの活用が考えられる。

われわれは以上の問題解決に合致した教育用マイクロコンピュータ・システム M E S (Microcomputer Based Educational System の略) の開発を思い立ち 1977 年の春に基本構想と実行計画を立て、翌 1978 年より実行に移した。そして早くもその年の 3 月には M E S - I を完成させた。M E S - I の結果を見ながら M E S - II の開発を進め、1979 年 4 月にはターミナルに二画面をもたせ、言語はベーシックと極めて特徴的なアッセンブリを搭載した教育システムを完成させて実用している。写真 1 は M E S - II ターミナルの外観である。本論文では M E S - II の特徴と半年間実用した結果について報告する。

2. M E S - II に つ い て

M E S - II は M E S - I を母体として生れたものゆえ、M E S - I に つ い て 簡単に触れ、そして M E S - II へいかに進んだかを述べる。



写真 1. M E S - II ターミナル外観

1978 年 4 月に、本校はマイクロコンピュータ技術者の養成を目的とした“電子情報処理科”を開設した。M E S - I はこの科および従来の情報処理科のベーシックと 80 系アッセンブリ言語、フラット教育および電子工学科、電気工学科、電子情報処理科の電気回路と電子回路の教育を目的として設置されたものである。

M E S - I はアメリカのコモドル社製のマイクロコンピュータ P E T 2001 を 32

台をターミナルとし、教師用として同じマイクロコンピュータを教卓に設置し、一方向性(教師→学生へ)のラインで結んだ簡単なものである。写真2はMES-Iを

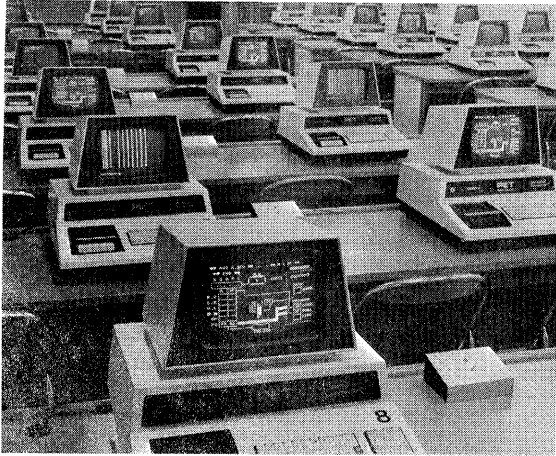


写真2. マイコンセンター
(MES-I設置教室)

設置したマイコンセンターである。机上中央のアルミニウム製の箱はライン・スイッチでモードが3つに分けられている。学生はこのスイッチを教師の指示により操作することで右列あるいは左列のターミナルに信号を受けることができる。そして全部のターミナルで信号を受けることも可能なのにもなっている。

ベーシック言語はPDTに搭載されているものを用いた。アセンブリ言語はモニターとその機能を理解させるために教師が開発したソフトウェアを用いて行なわれる。このソフトウェアはベーシック言語が書かれたものである。写真2のCRT

上の画像は MVI A, 3FH というコマンドが実行されたときのCPU内のレジスタ、フラグ、プログラムカウンタ、ALU、デコーダおよびメモリーの状態変化をアニメーション化したものの一部である。これはコマンドとそれに対応するCPU内の情報の動きを理解させる目的に使われる。

フローチャート教育は教師が問題を提示し、学生にそれを解くフローチャートを書かせ、それに従ってベーシック言語でプログラムを作り、走らせて、そのフローチャートのロジックの正誤を確認させる方法を採用している。電気回路と電子回路は基本的な回路図をCRT上に表示し、パラメータを変化させたり、独立変数を変化させたりして、その回路を理解させる。あるいは筆算の結果とコンピュータの結果とを対比させて計算能力の向上を計る。以上が今述べてきたMES-Iを用いて行なわれた教育である。MES-Iを用いた教育では、われわれが予想したような結果が生じた。それは学生が能動的になつたことである。同じCRTを用いた教育としてはTVを通しての方法があるが、これは一方的に情報が送られて来るだけで、それに働きかけることができなかった。しかし、マイクロコンピュータの場合はCRT上の情報に働きかけるという作業が入るために学生は能動的になつたものと思われる。この結果はわれわれ教師にとって最大の収穫でありよきことばしいことである。

会話型言語はその応答が早く、学生の作ったプログラムの結果がCRT上に即座に表示され、そのプログラムの妥当性が明らかにすることで学生の学習意欲が向上し、この結果、学生はより高度なプログラムを独自で作るようになった。そして当然の帰結として学生達の平均点が向上した。電気回路においては前年度のものと比較して約20%も向上した。以上の結果はマイクロコンピュータの教育への導入は工夫することで非常に良い成績を得られることを意味している。

他方、MES-IはCRTが一つのため、(1)プログラムとその結果が同時

に表示できない。(2) デバッグ後のプログラムとその前のプログラムを同時に
見比べ比較検討が不可能。(3) 教材をダイナミックに提示できない。(4) PET
はハードウェアが開放されていないため〔教師〕 \leftrightarrow 〔ターミナル〕 \leftrightarrow 〔学生〕の
型の対話ができない、などの欠点をもっている。前者の利点を活かして、後者の
欠点を克服し、かつMEG-Ⅰより効率的に教育が可能なシステムの開発が必要
になって来た。

3. MEG-Ⅱの構成

MEG-Ⅱの開発は平沢が中心になり、本校教員でその構想を練上げ、ハード
ウェアは日本電気にお願した。

MEG-Ⅱの最大の特徴はユーザーの立場で、それも学校の教員が教育を目的
として開発したシステムということである。ここではMEG-Ⅱの特徴と機能を
紹介する。

ターミナルに搭載した言語はインタプリタ型ベシック言語とアッセンブリー
言語である。まえがきでも述べたようにアッセンブリー言語は教えるのに難渋す
る科目である。これをベシック言語と同じあるいは少なくとも今迄のものより
教え易く学習しやすいものにした。この目的のために全話型、即ちインタプリ
タ型のアッセンブリー言語とした。この試みは多分世界初のもつと思われる。わ
れわれはこれにインタラクティブ・アッセンブラー(Interactive Assembler)とい
う名を付けた。

ソースリストとアッセンブルリストを同時に表示したい。かつエラーリストを
も表示し、CRT上で編集、修正する目的で、ターミナルは二画面とした。右側
のCRT(これをVD-1という)にソースリストを、左側のCRT(これをVD-
2という)にアッセンブルリストとエラーリストを表示させる。このためVD-2に
はその結果も表示でき、ソースリストとの比較も可能となる。更に、VD-2には
TV技術を用いたTVカメラを通して教材の提示が行なえるようにし、電気回路
、電子回路その他の科目の教材提示を可能にして、より幅広く用いられるよう
にした。

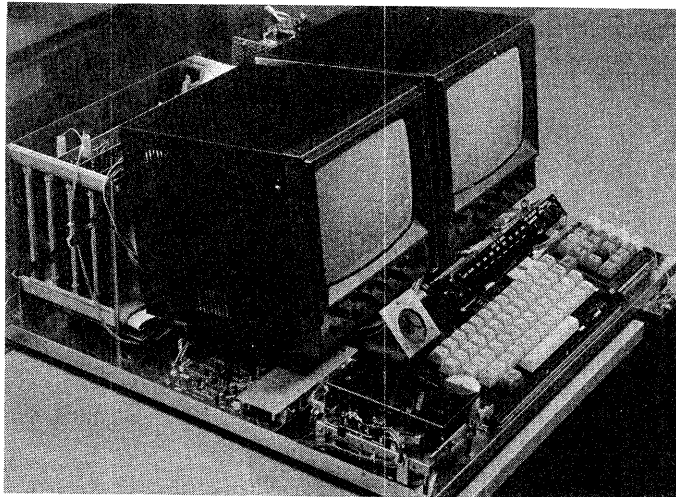


写真4. 外箱をはずしたMEG-Ⅱターミナル

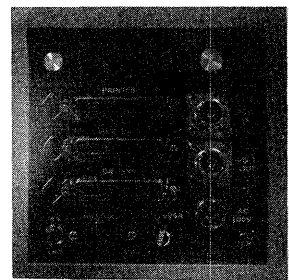


写真3. I/O端子板

カセットテープレコーダは
ステロソフのもつを採用し
て、一方にプログラム、他
方に音声を収録するよう
にした。その音声を再生す

ための2インチのスピーカとイヤホンジャックを取り付けてある。

簡単ポルトウェアの教育が得られるように、操作パネル上に8個のLEDを取り付けた (VD-1下), かつ右側面の端子板 (写真3参照) にはIC 8255 / 個分のI/Oポートが出ている, コントローラとしても使用可能としてある。全てのターミナルにプリンタを取り付けることは予算の面と常にプリントアウトするわけがないため, 各ターミナルの端子板にプリンタ用端子を用意して必要なときいつでもプリンタをプラグインして使用可能にしてある。その他, 端子板にはマイク入力, スーパーバイズステーション (後述) から送られてくるビデオ信号の入力端子, ターミナルからビデオ信号をスーパーバイズステーションへ送り出すための出力端子, ターミナルとスーパーバイズステーションとをオンライン化するための端子, その他が取り付けられている。

写真4は外箱をはずしたMES-IIターミナルである。写真上部の穴のあいた金属の箱は電源部, その隣りのボードラックはCPU基板とメモリー基板が差し込まれるいる, このターミナルの心臓部である。VD-2下の基板はMTのコントロールボードである。このMTは全てコマンドによって操作するようになっていいる。MTの隣りに2インチのスピーカとフルキーが見える。VD-1の下に8個のLEDと電源キーが取り付けられてあり, その下にファンクションキー, そして写真右端にはイヤホンジャックが見える。VD-1はグリーンモニター, VD-2は白黒のモニターである。IC関係は, CPU 8080, メモリーRAM 15Kバイト, ROM 30.5Kバイト, その他である。メモリーマップを次の表に示す。

ポートストラップ	0.5KB
インターアクティブアツセンブラ	6 KB
モニター 2	6 KB
I/O マップ	1.5 KB
VD-1ビデオRAM	0.5 KB
VD-2ビデオRAM	1 KB
ユーザエリア	12 KB
ファイル・コントロール	6 KB
レベルII ベーシック	8 KB
モニター 1	4 KB

表1 MES-IIターミナルのメモリーマップ

電源を投入すると, ターミナルは自身をモニター1あるいはモニター2のいずれかの支配下におくのかを両方合せまくる。ベーシック言語でターミナルと会話する場合はM1と, アツセンブリー言語で会話する場合はM2とキーインする。この操作で, 学生は希望するモニターの支配下にターミナルを置くことができる。

スーパーバイズ・ステーションはMES-IIターミナル, 教材作成用キーボード (グラフィック, 数字,

英大小文字, ギリシャ文字, カナの計256キーよりなる。) TVステーション (TVカメラ, VTR, モニタTV, OHP, マイクロホン) より構成される。そして各ターミナルとは8ビットパラレル・バスラインで結合されている。このバスラインを通して信号を相互に送受信できるようにになっている。写真5にスーパーバイズ・ステーションを示す。左側のキーボードは特定のターミナルとステーションとを結合するためのセレクト・スイッチが取り付けられている。小さなモニタTVには結合されたターミナルのCRT上の情報と同じものが写し出される。このステーションからは全ターミナルに同時に同じプログラムやデータを転送することも可能である。これらの機能により学生がらの質向を受けたり, 教師の指示を

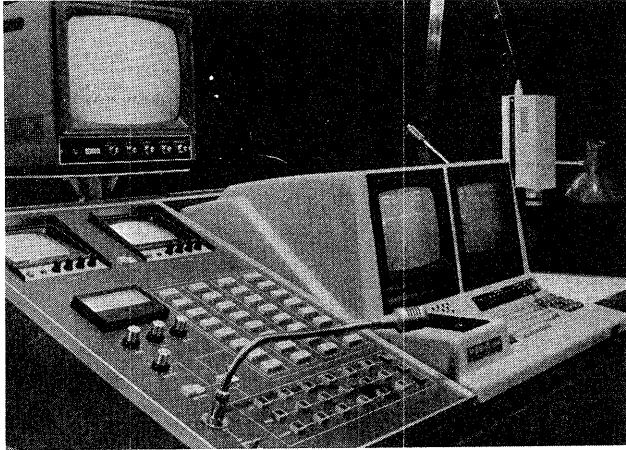


写真5 スーパー・ビット・ステーション

特定のターミナルに伝えたり
あるいは全学生に新しい教材
プログラムやデータの転送、
そして写真、図表等はTVカ
メラを通してターミナルのV
D-25上に写し出すことが可
能とがっている。

ターミナルに搭載したソフ
トウェアはモニターおよび
、8Kベシック、インタ
フレイブ・アツセンブラ、ス
クリーン・エディタ、教材作
成用ソフトウェア、故障診断
用ソフトウェアである(表1
表参照)

4. MES-IIによるアツセンブリ言語教育とその成果

MES-IIは1979年4月より動き始めたが、ソフトウェアの開発の時間の都合でアツセンブリ言語以外の教育にはこの半年間使われなかった。この小節ではアツセンブリ言語によるプログラム教育の手法とその成果について述べる。

MES-Iによってモニターおよびその機能、基本的なプログラム作成等の学習を終了した学生はより高度のプログラム学習をするためにMES-IIが用いられた。写真6はMES-IIによる授業風景である。



写真6 MES-IIによる授業風景
(スーパー・ビット・ステーションの一部が見える)

学生各自には教師よりプログラムの命題が与えられ、学生はフローチャートを描き、プログラムを書く。また、大きなプログラムの一部のプログラムを作るよう指示される場合もある。この場合は学生各自の作ったプログラムをスーパー・ビット・ステーションに転送し、それらを編集結合し、大きな一本のプログラムにする。それを全ターミナルに送って、学生に完成したプログラムを見せ、RUNさせる。

学生の行おう作業は、まずフローチャートを描き、それに従ってコーディングを行おう。それをMES-IIにキーインする。コマンド“ASM”とキーインするとMES-IIはソース・プログラムをアツセンブルし、その結果をVD-25に表示する。VD-1にはソースリストが表示される。ソース・プログラムにエラーがあるとアツセンブルが中断される。

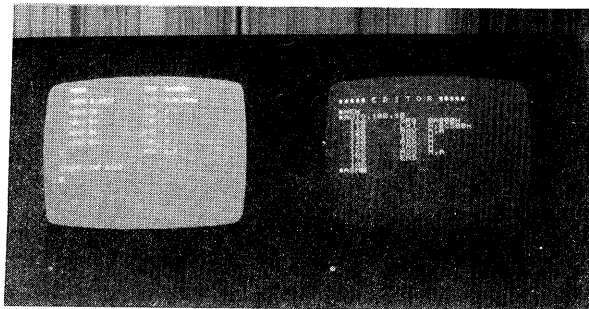
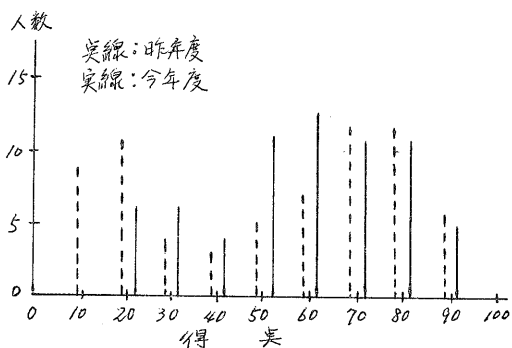


写真7 ソースリスト(左)とアッセンブラリスト(右)

ブザー音と共にVD-2上にエラー表示とソース・リストのエラー部分の行番号が表示される。写真7はソースリストの行番号160にエラーがあることを示している。誤りはスクリーン・エディタを用いて訂正された後、新たに“ASM”とキーインするとVD-1にソースリストが、VD-2にアッセンブラリストが表示される。これをくりかえしてプログラムを完成させていくわけだが、実習中に全学生にとつて共通の問題が生じた場合は

TVカメラを通じて情報を流し学生の学習をたすける。ある特定の学生がME5-IIと会話中に生じた問題は、その学生のプログラムをスーパーバイズ・ステーションに転送され、教師によつてチェックされる。そして適切な処置後そのプログラムは学生に送り返される。

以上のようにしてアッセンブラー言語によるプログラム教育が行われた。これは非常に有効な教育方法で、ME5-IIを使用した場合とそうでない場合では学生の成績分布が異なる。カー図はその分布の差異を示したものである。従来の



カー図 アッセンブラー言語のテストの得点分布

方法では成績の良い学生の集団とそうでない集団の二山分布を示した(実線のグラフ)が、ME5-IIを用いた本年度の学生はほぼ正規分布(実線のグラフ)になっている。グラフから明らかのようにME5-IIは成績の悪い集団に有効であることがわかる。この結果はインタラクティブ・アッセンブラによるプログラム学習方式はバッチ処理方式のものより有効でかつ効果的であることを物語っている。

5. むすび

ME5-IIによる教育は次のような良好な結果を得た。

- インタラクティブ・アッセンブラの導入でアッセンブラー言語によるプログラム教育が非常に効果的になった。
- ターミナルに働きかけるという行為から学生は能動的となり、その結果、学生の成績が向上した。
- 特に、このシステムは成績の芳しくない学生集団に有効的であることがわかった。

反面

- 教育効果の向上はソフトウェアにかかっている。このようなソフトウェア

の用途に時間がかかる。

e. 各先生方がこのシステムを使いこなせるように訓練するのが困難である。MESは現代学生の特長を考慮し、工業専門教育および情報処理教育を効果的に行おうべく考え出された教育システムである。今日の日本の学校教育は教師から学生へ一方的に情報を流すだけであった。TVを用いた場合は完全に一方的である。即ち、学生は常に受身であったわけである。

能動的な行為の伴う教育は従来のものには欠けている。せいぜい実験・実習のときにそれが少し必要となるだけである。それも指導書に従って行われるため真の意味の能動的な行為とはゆえだ。

MESによる学習はコンピュータからの情報に考察を加え働き掛けるという行為が存在する。これは注目に値することである。特に、MES-Ⅱの場合はターミナルを二画面にしたこと、インタラクティブ・アッセンブラの導入、双方向性のバスラインで教師と学生を結びつけたこと、TV技術を用いて適切な時期に適切な情報を、それも時間の流れを注入した情報を流せるようになったことにより物理解教育は従来以上にきめ細かい教育が可能となった。その成果は上述した通りである。しかし、教育はあくまで人対人対人対人で行われるべきのものであつて、機械に多くを頼ることは間違である。プログラミング技術の教育を除いて、このシステムは教育上の補助手段として考えている。われわれはこの基本的立場をくずさず、ソフトの開発と新しいシステムの開発を今後とも続ける考えである。

最後に、このシステムの論文の発表の機会をよえて下さった東京理科大学教授岡根慶太郎博士に謝意を表す。