

情報処理における教育方法改善について

田 島 勲*・中 津 正 志*
岩瀬谷 正 男**・蘇 武 栄 治**

On Improvement on the method of Education for Data processing

Isao TAZIMA and Masasi NAKATU
Masao IWASEYA and Eizi SOBU

要 旨

本校機械工学科の情報処理授業において、教育機器を積極的に取り入れ教育方法の改善を図ると共に学生の授業に対する理解への効果について考察した。

1. は じ め に

近年におけるコンピュータの発展には見ざまし
いものがあり、それと同時にコンピュータ用語語
やコンピュータ利用の仕方も変わりつつある。高
専における教育内容および教育方法もそうした状
況に応じ、より効果的な授業を行ない得るよう
になって来た。当校では 61 年度計算機の更新が認め
られ TSS 端末からホストコンピュータを利用し
た多人数教育⁽¹⁾が来年度から実施出来る見通しと
なった。現在はまだ古い計算機であるため、40 名
が同時に演習するには、限られた台数のパンチ機
を多くの学生が利用しようとするので、非常に待
ち時間が多く能率の悪い内容とならざるを得ない。
幸い当校には CAI 室に 44 台のパソコンがある
ので最近ではそれらを利用して授業を行うことが
多い。また更新される際には、これらのパソコン
が TSS 端末となるので学生・教官共にあまり大
きな違和感なく移行が可能と思われる。情報処理
の授業は教官主導型か又は学生の 1 人よがりに落
ちりやすく、非常に多くの労力を必要とするわり
に効果が少ない。それは学生の現在の状況、即
ち彼らの進度、かかえている疑問点などを教官が
把握しにくいことにある。筆者らが行なう、およ
そ半年間における基礎的言語教育の中では、主に

Basic が使用されている。教科書は将来高学年に
なっても有効な内容のものを選んでいるため、
Basic の文法について細部にわたる説明はされて
おらずその点、基礎から始める必要があり、更に
機械工学科の場合情報処理の授業を 2 年という低
学年に設定していることもあって興味を持つ者
と、持たない者との差が大きい。

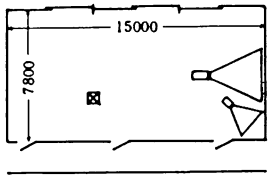
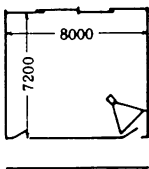
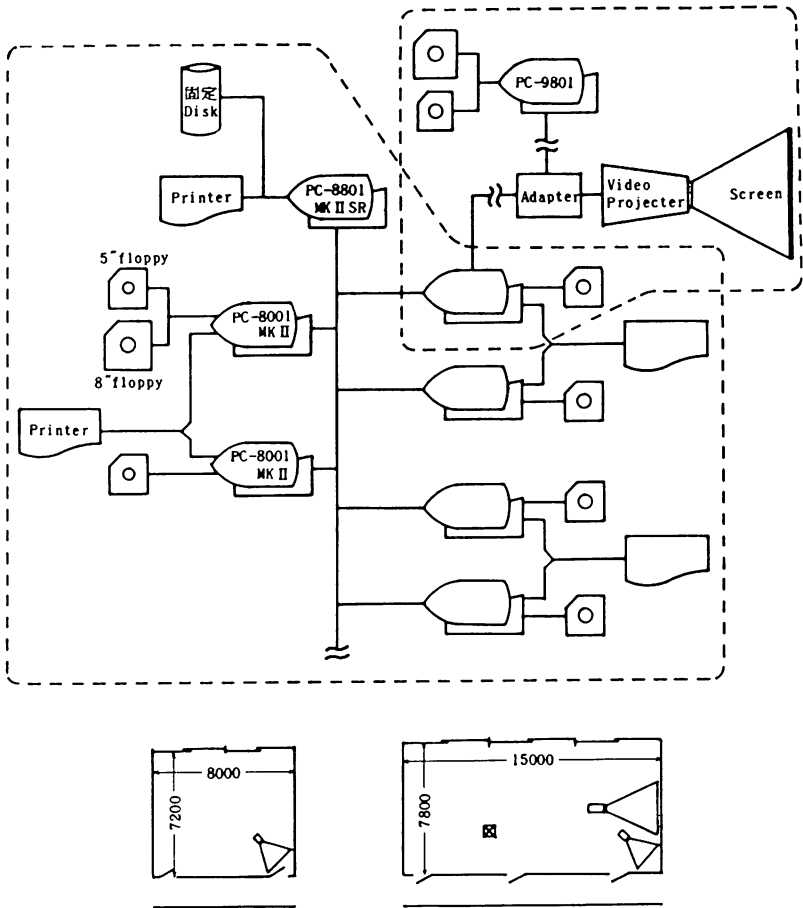
授業の中にコンピュータを取り入れ教育効果を
高めることは、すでにいろいろの分野⁽²⁾⁽³⁾で試み
られている。その中でもそれらを利用する機会の
多い情報処理関連の授業では、その利用の仕方
や効果が十分に検討される必要があろう。当校に
おいては、3 年前から示範教育⁽⁴⁾についての研究が
重ねられているが、筆者らはパソコンを中心とし
た教育機器の活用方法を検討しながら情報処理の
授業の中でそれらの短所をうまく補い、学生の授
業に対する理解を助け、能率の良い授業を行なう
ために教育方法の改善を試みたのでここに報告す
る。

2. 使用教育機器

授業は教室と CAI 室において、OHP・ネット
ワークされたパソコンおよびビデオ・プロジェク
ターを用いて行なった。OHP は教室において
Basic の文法や簡単なプログラム例を示すのに用
いた。教室の広さがあまり大きくないため窓に備
えられているカーテンをするだけで鮮明度は十分

* 助教授 機械工学科

** 技 官 機械工学科



使用した教育機器	数
PC-8001MKⅡ	44
Disk Unit:5"-2drive	44
Disk Unit:5"-2drive	2
Monochrome Display:12"	1
PC-9801VM2	1
Color Display:14"	1
PC-8801MKⅡSR	1
Monochrome Display:14"	1
Printer	19
固定Disk:5"	1
スクリーン	4
OHP	5
Video Projector	1
Adapter	1

図-1 システムの構成

であり、ノートや教科書を参考にする明かるさが学生の手に残った。ネットワークされたパソコンは演習に用いられるが、学生のデータ収集や教材を学生に与えるのにも使用された。

MIPP-II⁽⁵⁾ (以下 MIPP と略す) はネットワークされた PC-8001⁽⁶⁾ およびスタンドアロン方式で使用する PC-9801 が接続可能となっているので、前者は学生のプログラムを学生自身で操作し、また後者は教官の作った教材をそれぞれ大型スクリーンに投影し説明するのに用いた。教官は演習の時間中、主に学生個別の質問に応じるのが中心となる。しかしその際複数の学生が疑問を感じているであろうと思われる質問に対しては MIPP を使用した。図-1 に教室と CAI 室におけるシステムの構成を示す。

3. 教材について

パソコンを中心とした教育機器は今までにない変化と効果を教官・学生および授業内容にもたらすと思われる。教官としては教材作りが頭を悩ます問題であり、教育機器を使用する時に考えるのが操作しやすいか、学生が見やすいか、そしてこの教材が作りやすいかであろう。

筆者らは教材作りとして、一つにワープロを利用し Basic の文法の説明とそれについての簡単なプログラム例を作った。これらは今までの CAI や MIPP の教材に比較し

1. パソコンに対する知識のない教官でも短時間で教材作りが出来るようになった。
2. 教材を分割して作るので、検索・更新が自由で早い。
3. OHP フィルムに複写が容易である。
4. 将来 CAI 室のパソコンが PC-9801 系に更新されることがあれば、これらの教材はより以上の可能性を持つ。
5. まとめると学生に副読本としても提供でき、またパソコンによる学生の自習教材ともなる。

という点でより身近かなそして広がりのある教材となった。図-2 に教材の一面面を示す。鮮明度の点でワープロの場合一面面の行数が限られるため画面数が多くなる欠点がある。表-1 にはワープロで作った教材の MIPP での画面数と OHP でのフィルム枚数を示した。

筆者らは他にネットワークを利用して教材作りを試みた。演習時間が終る直前に学生はプログラ

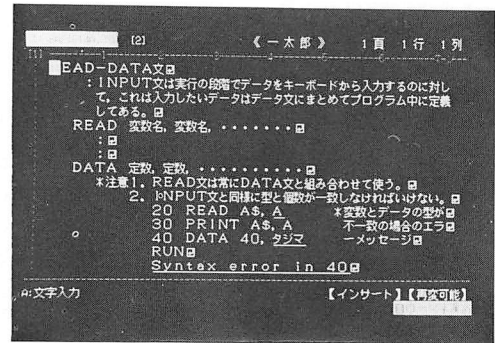


図-2 ワープロによる教材

目 次	画面数	OHP
1. コンピュータの構成	16	7
2. プログラムの形式	4	2
3. 定数、変数	5	2
4. プログラム文	14	6
5. Print 文	10	5
6. Input 文	4	2
7. Read 文	5	2
8. 制御文	13	6
9. For 文	8	4
10. 配列	8	4
11. サブルーチン	6	3
12. 問題		9
合計	93	52

表-1 ワープロによる教材の数

ムをハードディスク内の教官用ファイルへセーブするので、それらのプログラムを自由に教官は教材用として編集しなおすことが出来る。得られたプログラムは、

1. 教材作りに要する時間が非常に短くなった。
2. 学生には自分の作ったプログラムということで親近感を覚えさせるのに役立った。
3. 教官主導型から学生主導型に授業内容を変化させることが出来る。

図-3 はその例を示すが、IF 文に関する問題の解答例である。教官が予想したプログラムは List 1-5 であるが、それぞれ少しずつ違っている。考え方としても List 1-1 と 3, List 1-2 と 4, List 1-5 と 6 が同じである。各個人に対し答える手間とその効果を考えると、これらの教材により MIPP を用いて説明することは、授業を能率良く進めるのに効果的である。

```

100 '***** LIST 1 *****
110 '
120 PRINT "----- 1 -----"
130 READ I
140 IF I=50 OR I>50 THEN 150 ELSE 160
150 X=X+1:GOTO 170
160 Y=Y+1
170 IF X+Y=5 THEN 190
180 GOTO 130
190 PRINT "50Kgミマン";Y;"ニン"
200 PRINT "50Kgイシ`ヨウ";X;"ニン"
210 DATA 70,48,56,50,36
220 PRINT "----- 2 -----"
230 A=0:B=0
240 READ I
250 IF I=0 THEN 290
260 IF I>50 THEN A=A+1
270 IF I<50 THEN B=B+1
280 GOTO 240
290 PRINT "50キロイシ`ヨウ";A
300 PRINT "50キロミマン";B
310 DATA 120,60,34,28,75,0
320 PRINT "----- 3 -----"
330 READ X
340 IF X>=50 THEN C=C+1 ELSE D=D+1
350 E=E+1
360 IF E=5 THEN 380
370 GOTO 330
380 PRINT "タイシ`ユウ 50Kg ミマン ハ ";D;"ニン"
390 PRINT "タイシ`ユウ 50Kg イシ`ヨウ ハ ";C;"ニン"
400 DATA 49,70,46,54,60
410 PRINT "----- 4 -----"
420 A=0:B=0
430 READ I
440 IF I=0 THEN 490
450 IF I<50 THEN 470
460 IF I>50 THEN 480
470 A=A+1:GOTO 430
480 B=B+1:GOTO 430
490 PRINT "5ニン ノ タイシ`ユウ"
500 PRINT " 50Kgミマン ノ ニンス`ウ --";A
510 PRINT " 50Kgイシ`ヨウ ノ ニンス`ウ --";B
520 DATA 45,61,53,70,33,0
530 PRINT "----- 5 -----"
540 I=0:S=0:G=0
550 READ I
560 IF I<0 THEN 600
570 IF I>50 THEN 590
580 S=S+1:GOTO 550
590 G=G+1:GOTO 550
600 PRINT " 50Kg ミマン";S, " 50Kg イシ`ヨウ";G
610 DATA 60,81,33,44,80,-1
620 PRINT "----- 6 -----"
630 N=0:M=0
640 READ I
650 IF I<0 THEN 700
660 IF I<50 THEN 680
670 I=1:M=I+M:GOTO 640
680 I=1:N=I+N
690 GOTO 640
700 PRINT "50 Kg ミマン ハ ";N;"ニン",
710 PRINT "50 Kg イシ`ヨウ ハ ";M;"ニン"
720 DATA 1,2,3,40,80,-1

```

```

100 '***** LIST 2 *****
110 '
120 PRINT "-----1-----"
130 PRINT
140 READ I
150 IF I=0 THEN 200
160 IF I<50 THEN A=1 ELSE B=1
170 C=C+A
180 D=D+B
190 GOTO 140
200 PRINT "50kg イカ ノ ニンス`ウ ハ ";C,
210 PRINT "50kg イシ`ヨウ ノ ニンス`ウ ハ";D:GOTO 230
220 DATA 63,56,76,59,46,38,48,36,0
230 PRINT "-----2-----"
240 A=0:B=0
250 READ I
260 IF I=0 THEN END
270 IF I<50 THEN A
280 IF I>=50 THEN B
290 GOTO 250
300 IF I>=50 THEN B=B+1
310 IF I<50 THEN
320 DATA 65,50,48,76,57,0
330 PRINT "-----3-----"
340 READ N
350 B=0
360 C=0
370 IF N<0 THEN PRINT "50Kg イシ`ヨウフ";C;"50Kg イカ";B
380 IF N<50 THEN 390 ELSE 400
390 B=B+1
400 C=C+1
410 GOTO 350
420 DATA 52,62,35,44,49,-1
430 PRINT "-----4-----"
440 A=0:B=1000
450 READ I
460 IF I=0 THEN 550
470 IF I>50 THEN 490
480 IF I<50 THEN 500
490 A=I
500 B=I-A
510 DATA 30,60,50,40,50,0
520 GOTO 450
530 PRINT "50 Kg イシ`ヨウ=";A :GOTO 550
540 PRINT "50 Kg ミマン=";b
550 PRINT "-----5-----"
560 READ I
570 IF 0<I<50 THEN 610 : IF 50<=I<1000 THEN 630
580 IF I<0 THEN GOTO 650
590 IF 0<I<50 THEN 610 : IF 50<=I<1000 THEN 640
600 IF 0<I<50 THEN 620 : IF 50<=I<1000 THEN 640
610 F=0
620 F=F+1:GOTO 580
630 G=0
640 G=G+1:GOTO 580
650 PRINT "50Kg ミマンハ";F
660 PRINT "50Kg イシ`ヨウハ";G
670 DATA 56,78,42,39,50,-1
680 PRINT "-----6-----"
690 PRINT
700 READ A,B,C,D,E
710 IF A>=50 THEN R ELSE W
720 IF B>=50 THEN R ELSE W
730 IF C>=50 THEN R ELSE W
740 IF D>=50 THEN R ELSE W
750 IF E>=50 THEN R ELSE W
760 R=1,W=0
770 K=5-R
780 J=R
790 GOTO 690
800 PRINT K,J
810 DATA 56,45,63,48,43

```

図-3 ネットワークによる教材

4. 教育機器の取り入れ方とその効果

学生にとって Basic は対話形式のため、誤まりの修正、実行の繰返ししが簡単にでき、興味のある学生ならば学習の進み具合は非常に早い。しかしあまりに繰返ししが手軽なために問題に対する

アルゴリズムと少しずつ違うプログラムとなり解答までいたらず、労力の割に学習の成果は思った程上がらない学生もいる。その差は内容が進む程広がり、中には興味を失うこともある。その原因は今までもいろいろ述べられているが

1. Basic がインタプリタ方式で、プログラムの修正・実行の繰返しが簡単のため、アルゴリズムに沿ってプログラミングすることがおろそかになる。
2. 2 年という低学年にとり対話形式のパソコンは非常に親近感を覚えるようであるが、しかし“飽きっぽい”という点からするならば、話をすることなく画面に向かい、その上プログラミングが進まない学生にとっては 2 時間の変化のない授業は苦痛となっていく。

が考えられる。これらの学生の興味を引き、それを持続させ、更に物の考え方の演習としても、より一層授業が生かされるために、筆者らは先に述べた教材と教育機器を使用し学生の反応や我々の負担などを考えながら検討した。

4-1 OHP について

低学年の授業において学生は見前にパソコンがあると、それに注意を引かれるため、教室での授業は時間こそ少ないが欠かせないと考えられる。そこでは黒板で表現出来ない、動的表現やカラーならびにパソコンのイメージを学生に示すことの可能な OHP が有効であった。教材については、MIPP や黒板に示す内容と同一とした。スクリーンと本体は持ち運び自由であり、あまり場所を選ばないので気軽に使用できた。以下 OHP による授業についてその結果を考察すると

1. 大型スクリーンに示すのは同じであるが、MIPP に比較して文字が鮮明であり、教科書やノートを参考にしながら、教官の説明と学生の質問の中心を明確にさせうる。
2. 学生の質問に対し必要な教材を繰返えし示しながら説明出来る。
3. 学生の興味を集中させるような変化を説明の中に持たす。MIPP の動画に対し OHP はフィルムを重ねることで変化を作り、カラーについてはその数と油性、水性を使い分けると MIPP より柔軟性のあるものとなる。

などの良い点がある。一方 MIPP は教材の中で実行出来るのに対し、OHP は画像が固定で柔軟性に欠き教官主導型となりやすい。またフィルム枚数にも扱いやすさから考えて限りがある等の欠点はある。しかし教室で行なう授業の内容を、OHP の良い点を引き出すような使い方とどめ、欠点については黒板での説明が終わってから OHP を使用したり、ノートする時間を十分に与えるように利用の仕方を注意した。限られた教室という場で

の授業に変化を与えるという面においては、教官の負担をあまり増やさずに十分効果を上げることが出来た。

4-2. ネットワークについて

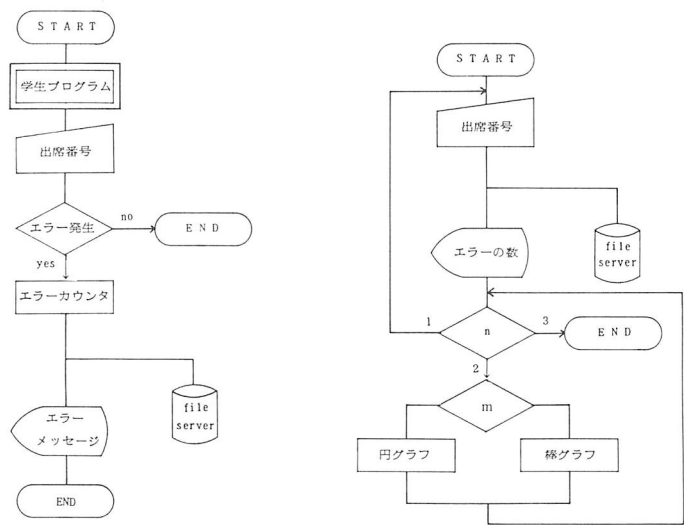
情報を共有する手段として、コンピュータのネットワークを使用することが、容易に低価格で可能となり、当校でも 60 年度に CAI 室のパソコン 44 台によるネットワークシステムが実現した。ネットワーク全体は大きくサーバ側とステーション側の二つの部分に分かれ、サーバ側では 10^{MB}のハードディスク、プリンタが PC 8801 に接続され管理されている（以降ファイルサーバ、プリンタサーバと略する。）。またステーション側には学生が使用するパソコンが接続されている。このシステムはパソコンをスタンドアロンで使用するのに比べて

1. ハードディスクの共有
2. プリンタの共有
3. ステーション間の通信

という機能が加わり情報処理の授業に大きな可能性が出た。著者らは授業にこのシステムを取り入れその有効利用を試みた。先に述べた機能の 1、2 が主に利用され、3 については学生側に手続きが増えることを考え現在は利用していない。

初心者にとり計算機のマニュアルが理解しにくいと同様に、質問をした学生に対して示す教官のプログラム例は、彼らの理解を助ける教材として生かない場合がある。学生は図-3 のプログラムのいずれかに自分に近い例を見出すことができ、更に他の例と比較しながら学習し教官の説明が受けられる。これらの教材は教官が短時間で作成するのはこれまで困難であった。図-4 に学生が生じさせたエラーを処理するプログラムのフローチャートとその結果の一部を示す。エラーが生ずる度にフィサバへ入力され、学生個人毎にエラーコード別で積算され、授業中はその状態が CRT に表示されており教官が学生指導の参考にしている。教官は毎時間終了後このデータを図のような表やグラフなどに出力することで学生のエラーを、個別あるいは全体的に知ることが可能となる。著者らはこれらのデータから学生がおこしやすいエラーや学生の演習に対する進捗、学習内容によるエラーの違い、あるいは年間を通してのエラーの変化の追跡などの情報をこれから得、授業に多いに役立てているところである。

図-5 にパソコンをスタンドアロンで利用する



86/11/26 13:44:00

	Error Code												Total
No.	1	2	3	4	5	8	9	11	13	22	ソナ		
1	3	15	10	2	0	3	10	0	0	0	5	48	
3	0	23	2	0	0	2	6	0	0	1	0	34	
5	0	13	0	2	1	0	11	0	1	0	16	44	
7	2	11	3	2	1	0	8	0	6	1	5	39	
9	2	11	0	2	0	1	3	0	0	0	0	19	
11	4	19	9	16	3	2	28	0	1	0	2	84	
13	1	17	0	4	0	0	1	0	0	0	0	23	
15	0	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	11	
17	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	
19	0	20	0	5	2	2	3	5	0	0	19	56	
Total	12	170	24	33	8	11	70	5	8	2	47	390	

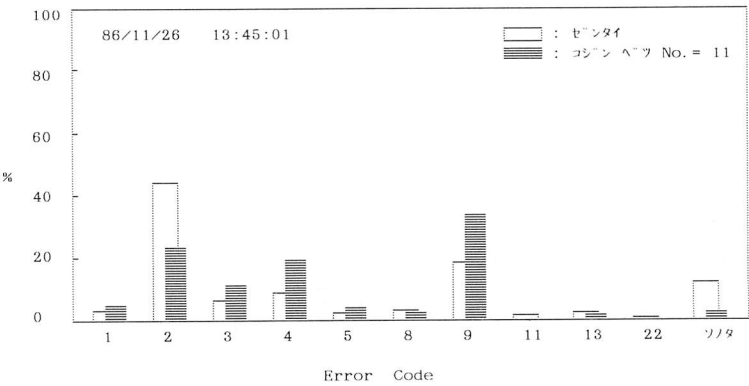


図-4 エラー処理

時とネットワークシステムを利用した時のモデルを示した。図-5のような利用を授業で行なったところ期待通りの効果を学生、教官に与えた。

1. スタンドアロン方式の場合学生個々のfloppy diskが中心なため教官はデータの収集に多くの時間がさかれたが、このシステムの2つのサーバを利用することにより、データの収集、学生への返却が速やかになった。
2. 教官は適当な学生のデータを編集することにより、彼らの疑問点に最適な教材が作り出せる。これは教官にとり負担の軽減となり学生には身近な即応力に富んだ教材として、理解を助けるのに効果的であった。
3. 学生全員に、数値データが違う問題だけでなく、質や意味の違ったものを彼らの学習程度に応じて与えることができ、能力や理解度に応じて演習させることができた。
4. 学生にとって自分のプログラムが全員に見られているということは、非常に刺激的なことのようであり予想以上に授業の活性化に役立った。
5. これまでは学生のエラーに対する指導は、発生してからのものが主であった。しかしエラーについてのデータ収集によって指導は学生の立場に立って可能となり、合わせて個人別の指導や授業内容に反映させることができた。

るようになった。

ネットワークは多数の学生が同時にファイルサーバを利用した時に障害が見られたり、日本語処理が不可能だったりする弱点はあるが、上記のような授業に与える影響を考えると、教育機器とし積極的に授業の中へ取り入れるのが良いと思われる。

4-3. MIPPについて

MIPPについてはすでに利用された例が多く述べられている⁽⁴⁾⁽⁵⁾。この装置は研究過程の中で作られたものであるため多少欠点はあるが、筆者らはCAI教室における授業の際にそれを補いながら取り入れることを試みた。CAI教室としてはこれからはこのような多人数教育の可能な教育機器を取り入れなければ授業の活性化はもとより多人数教育は難しいであろうと思われる。

MIPPの良い点は、ダイナミックな表示やカラフルな画像による視覚的效果や即応力であり、欠点は解像度や教材作りの難しさにまとめられよう。

授業の中での利用の仕方は、まずOHPと同じく教材の提示である。教室での講義と同じ内容を示した。また学生主導型として学生のプログラム例を彼ら自身で示すのにも利用した。教官はPC-9801、学生はPC-8001から大型スクリーンへ投影可能である。筆者らが苦勞したのはMIPPの解像度不足である。CAI室の奥行きが教室の倍、LL教室より4.5m長いという、構造的部分から来るのも大きいようである。そこで下記の点に注意した。

1. 室内を暗い状態で利用した。
2. 鮮明さを保ち、目が疲れないうように、授業の始め15分程度の利用にとどめた。
3. 授業の途中で明暗を繰返えすと学生の目が疲れるので、その後は半分程の光量で演習を行ない、必要があればそのままスクリーンを利用した。

一人の学生の疑問は、複数の疑問であることが多く、教官のスクリーンに対する説明を聞くと解決されることが多い。このように利用の仕方注意到払い授業に取り入れたところ下記のような効果が認められた。

1. OHPでは不可能な、学生・教官のプログラム例とその実行例をリアルタイムで出力し、全員の注意を集めることが出来、それに対する反応もその場でわかりすぐ授業に反映可能

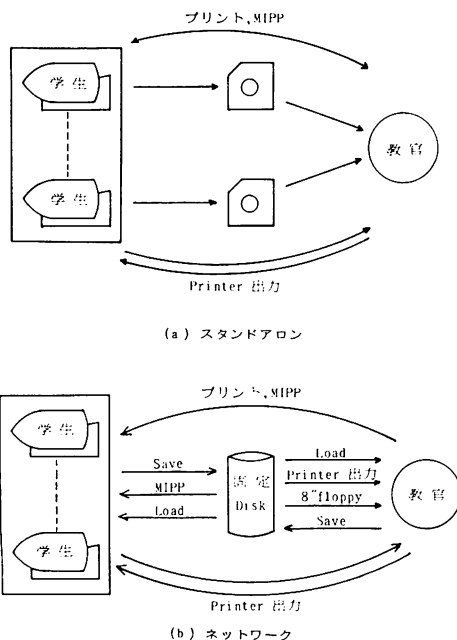


図-5 パソコン利用モデル

となった。

2. 教材の検索が簡単であるために、学生が必要とする時に、力に応じたプログラム例および文法に対する説明が繰返えし得られる。
3. 学生が授業に積極的に参加する形となるので、興味を失うことへの歯止めとして効果があつた。

MIPPは欠点があるものの大型スクリーンに出力させ多人数の注意を集めることが出来る点では、利用の仕方次第で非常に有効な道具となった。教材作りが容易になったことやネットワークを合わせて利用出来るようになったことから、MIPPは授業の内容によってはより広範囲のユーザに利用され得るものであると考えられる。

5. ま と め

情報処理の授業に、OHP、ネットワーク、MIPPを取り入れその利用の仕方とその効果について述べて来た。筆者らは情報処理授業年間60時間の七割近くをしめるであろう演習の内容が学生に理解しやすく、教官にとっては効率が良くなるような教育機器を利用した教育方法の改善を試みた。それらの改善点は

1. 教材をワープロとネットワークを利用して作りやすくし、OHP・MIPP両方共通とした。
2. 演習にネットワークを取り入れた。
3. ネットワークとMIPPを1つのシステムとして授業に取り入れた。

ことである。筆者らが授業を行って得た改善による効果を列記すると

1. 学生の興味を持続させ、学習意欲をわかせるのに役立った。
2. 教材作りの負担が小さく、教官はその分学習指導に時間を当てたり、教育機器を有効に利用することが出来るようになった。
3. 個々の学生に違った問題を与えることが可能となったので、能力に応じた指導が出来る。
4. 学生の学習進度を数値である程度知ることが出来、授業や学習内容に反映させ、効率の良い授業とするのに効果的であつた。

当校では、62年3月から計算機が新システムにかわり、その際にはCAI室のパソコンがTSS端末となる予定である。今回のネットワーク化されたパソコンとMIPPについて述べたことは新システムの利用の仕方と内容は似ていると思われる。教育機器の利用には教材や持ち運びおよびそ

の効果などから制約はあるが、情報処理の授業には有効であつた。更に今後も続けて教育方法に検討を加えていきたい。

参 考 文 献

- (1) 斉藤：示範教育システム-CALについて、電子通信学会、ET-83-6, 1983, 10, p61。
- (2) 生川他：パソコンによるTELP-CAI学習システムの開発、教育工学会講演論文集、1986。
- (3) 西岡・渡辺：パソコンによる物理教材の動的シミュレーション、教育工学関連学協会連合全国大会講習論文集、1985。
- (4) 中津他：パソコンとプロジェクターによる多人数教育システム(MIPP)、工業教育研究講演論文集、1985。
- (5) 中津・高橋：パーソナルコンピュータを用いた示範システム、精密機械、第51第10号、1985。
- (6) 林：パソコンネットワークによる教育システム(MOPP)、高専情報処理教育研究協議会、1986。

(昭和61年11月29日受理)