

## マイコンの数学教育への利用の可能性

鹿児島大学教育学部 植村哲郎

### §1. マイコンの教育利用の現状

#### 1. マイコンの学校への普及状況

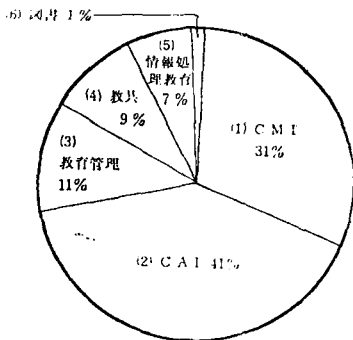
日本の公立学校におけるマイコンの保有率は表1の様である。一方OECDの調査によると米国、英国の学校の導入状況は図2の様である。また同一調査で仏国では、初等学校では実験段階ではあるが1984年度までに2000台、高等学校では1987年度までに全校に導入の予定である。③

全国の公立学校でのパソコンの設置・利用状況

	幼	小	中	高	平均
保有率(%)	0.32	0.58	3.09	56.33	9.84
台数(台)	1.00	1.78	1.37	4.20	3.92
得点(点)	1.00	1.01	1.06	1.37	

低い得点はと使われ方が少ない。  
昭和58年5月、文部省社会教育局調べ。

表1 ①より抜粋



研究項目の分布

図1 ②より抜粋

この様に外国特に米国、英国では桁違いに保有率が高いのに比して、日本で高等学校以外は非常に低いと言える。外国の導入台数が多いのは必ず

しもその国が教育的観点で、マイコンの教育利用を積極的にすすめているとは言いきれない面もあるようではあるが、それにしても日本の教育でのマイコンへの関心は低いと言わざるを得ない。

しかし、上記の調査から2年経過した現在では相当数のマイコンが小学校や中学校に導入されている。また本年度からは文部省が小、中学校のマイコンの購入では半額補助する制度もできており、また、マイコン教育利用研修カリキュラム標準も定められそれに沿った教育関係者の研修も始まっている。地方の教育委員会でもマイコンの教育利用の具体的方策の検討も始まっている。このような動きがある中で今後飛躍的にマイコンは学校に普及し関心も増大するものと思われる。教師や生徒の好む好まざるに拘らず、マイコンが広く社会にも学校にも入ってくることは1つの時代の流れであると言える。

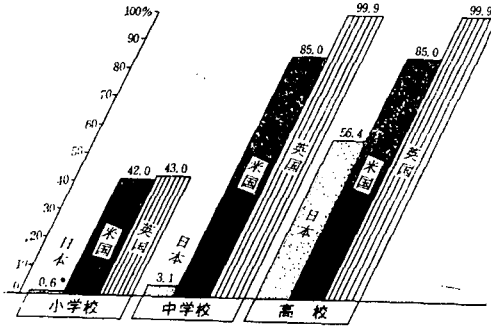
一方それに対する学校教育の対応の仕方については、ほとんど検討されておらず、今の学校側のマイコンの受け入れ態勢は全く整っていないと言ってよい。マイコンが学校に導入されてもそれを利用する教師や生徒は不在で何の役にも立たないただの箱になってしまうおそれがある。

#### 2. マイコンの利用形態

それではマイコンの学校教育での利用の態様としては、どのようなものが考えられか。文部省の社会教育審議会教育放送分科会では、次の様なものが考えられている。

- (1) 学習指導の教具としての利用 (CAI 的利用)
- (2) 教師の指導計画作成のための利用 (CMI 的利用)
- (3) 学校経営のための利用 (CMI 的利用)
- (4) コンピュータそのものに関する教育

● 1983年1月 OECD調査によるマイコン導入状況



(Computer Literacy の教育への利用を含む)  
また右のグラフは、表1の調査と同じ文部省の調査でのマイコン利用の領域と各領域での利用状況である。

この調査の(1)(3)(6)は、いわゆるCMI的利用、(2)(4)がCAI的利用(5)はComputer Literacy(CL)教育のための利用としてまとめることができる。調査結果から、マイコンの学校教育への利用の大勢としてはCMI、特にテストの採点、集計、その分析処理をする学習評価への利用が1つ、もう1つは学習プログラムや教材プログラムを開発して平常の授業に利用するCAI的利用の2つに大別される。CLへの利用は、小・中学校等では皆無に等しい。

本稿では、CAI(Computer Assisted Instruction)的利用を中心課題として考察してみる。CAI的利用は、次の様な学習形態が考えられている。

①④

- (1) くり返しの練習・演習(テスト・ドリル型)
- (2) 概念や原理の系統的学習(個別学習型)
- (3) 問題状況や仮説などを解決する形の学習(問題解決型)
- (4) 観察できにくい事象の模擬的な提示(シミュレーション型)
- (5) 事実や資料を情報検索する形の学習(データベース型)
- (6) 計算や文章構成のための利用(ワープロ型)

この様に多くの形態でコンピュータの利用は可能であり、実践もされつつある。しかし、CAIは論議を呼ぶ利用面でもある。CAIは本来、「コン

ピュータに教師による授業を代行させ、生徒とコンピュータが端末機を通して会話をするに、って、個別学習にコンピュータを利用する方法を意味する。ところが、システムの導入や運営に経費がかかることや最大の疑問点は、コンピュータが人間ができる以上の教育をできるかという、である。このような難点をもつCAIに対してCAL(Computer Assisted Learning)の考えと用語を用いる事が多くなってきている。CAI「コンピュータが人間教師になり替って学習者教えるシステム」ですのに対して「学習者の発的な学習をコンピュータが支援するシステム」であるCALの考え方へ移項しつつある。ヨーロッパでは、CAIという用語は最近ほとんど使われていない。⑥

日本では、CAIという用語は本来の意味が少し離れて、教師の指導や学習者の学習の手助をするためのコンピュータの利用全般を意味している事が多いのであるが、上記の様な意味を含た学校教育への導入に対する批判も多い。

この他にも、例えば、学校教育へのマイコン導入の目的、役割、方法についてどのように考えるのか、また授業でのマイコン利用やコンピュータ活動をどのように選択し創っていくかなどといった基本的理念が明確にされないまま、マイコンの教育への導入がなされる、ハード面が先行しようとしていることへの批判もある。この批判としては次の様に考える。

今日のマイコンと同様今までに様々な教育機のブームがあった、例えば、OHP、VTR、コライザーなどである。その中でアナライザーは最近ほとんど使われいなし、OHP、VTRも利用はされているが、その範囲は非常に狭く限られている。マイコンについては、全く利用がないという事は考えられないし(マイコンが導入されたほとんどの学校でまず事務処理等で重宝されている)、マイコンが他の機器と異なるところ非常に広い範囲の目的に利用できる汎用性である。コンピュータは、勿論計算を最も得意だが、他の領域にこそコンピュータ利用は有効と言ってもよい。コンピュータの特性であ

性正確性反復性莫大な記憶力図型処理機能を生かすことによって学校教育においてもコンピュータ機能が有効に働く場面がいくらかでもある。

そこでこのような汎用性のあるコンピュータを有効に利用できる場面を見つけて、とにかく使ってみることから始めたらどうか。一度利用するとその便利さはわかるはずである。その便利なものをわざわざ放っておく手はない。

マイコンの教育への導入の基本的理念を云々す前に、現在の教育課程の中で教育方法改善の方法として試行してみるのもよい。実践をしながらマイコン利用の弊害も明確になるであろう。教育課程の再編成の考えも生れてくるであろう。今はまだ実験的な段階であると考えている。

## §2. マイコンの数学教育への利用

### 1. 実践事例

ここでは、数学教育に関連するものの中から、マイコンの利用例を紹介する。

#### (例 1) 成績処理

- (1) 成績一覧表(合計点, 平均点, 総合順位, 偏差値)
- (2) 全科目毎の順位表, 上位者一覧表, 度数分布表
- (3) 個人成績表
- (4) 相関図, S-P 表, レーダーチャート

成績処理のプログラムは、プログラムの技術としては初歩的なものであるが、成績処理の労力は相当軽減される。教育関係者や学生のプログラム作成の初歩の訓練に最適である。

#### (例 2) 評価方法の改善

到達度評価の簡便化：観点別目標、例えば「知識」、「理解」、「技能」、「数学的考え方」、「関心、態度」などの観点の評価を正確に早く行なう。

授業前に教育目標を細く分析し、授業後あるい途中でその目標への達成度を観る評価方法が試みられているが、目標をあまり細く分析しすぎると、目標毎の分析に手間がかかり結果的には評価ができず、目標分析をした意味を為さなくなったケースを見かける。形成的評価においては、特に、目標毎に手軽に正確にできる評価方法の開発

が望まれるが、そこでのマイコンの利用は有効である。

#### (例 3) 計算練習

かけ算九九、整数の四則計算、分数計算などのような正誤の明確な問題を反復練習させ、既習事項の定着をはかるプログラマである。乱数を発生させ、意図に合った問題のみを構成しそれを学習者に呈示しそれに対する学習者の反応を分析し弱干のKR情報を与える。学習者のレベルに応じて問題の種類の方岐を細くしKR情報の与え方を工夫すると個別学習をさせることもできる。

#### (例 4) 空間図形

投影図を理解させるための演示を例にとる。サンプルとして見取り図で示された空間図形の1つについて、その図形を回転させ、3つの方向から見た様子が正面に見えるようにし、側面図、立面図、平面図を理解させる。

この他にも、平面や直線を動かすことによって空間図形が構成される様子や立体の切断によってできる断面図を例示してみせる(鹿児島大学学生水之浦君の制作したものである)。

この種の利用例としては、小学校では、拡大、縮小、回転、折り返し、平行移動などの動きを演示したり、高校では1次変換による変換後の図形の表示などが考えられる。

#### (例 5) 関数のグラフ

例えば  $y = a \sin(bx + c)$  において、パラメータ  $a, b, c$  の値をインプットしグラフを描かせる。 $a, b, c$  の値を変えることによるグラフの変容から、振幅、周期、初期値などの意味の理解を助ける。

この他、様々なグラフで同様な扱いが可能である。また、関数を生徒に作らせて、そのグラフをマイコンに描かせてみるといった事も容易にできる。

例 4、例 5にある空間図形、図形の移動、関数のグラフ作成などの様に、マイコンのグラフィック機能の応用は、マイコンの数学教育利用の際の最大のメリットと思われる。まず黒板では静的にしか扱えないがマイコンでは動的な扱いが可能になる。空間図形を平面の黒板に描く事は非常に困難でありまた関数のグラフは教師が黒板に描くこ

とは不可能ではないが、関数によっては手間がかかるし、いくつものグラフを描いたりすると複雑にもなり見難い、こういった難点をマイコンによって克服できる。

(例 6) 確率, 統計の内容の実験

(1) モンテカルロメソッド

乱数を発生させて, 半径 10cm の円の 1/4 の面積を計算した, それをもとにして, 円周率  $\pi$  は 3.1415... に近くなっていくことを見せる。

(2) 母集団と標本の関係

$N$  ( $50, 10^2$ ) の母集団から  $N$  個の標本をとる時の標本平均  $\bar{X}$  や標本分散  $S^2$ , 不偏分散  $U^2$  の分布の様子や, 母集団と標本分布の関係を見せる。

ここでは, 実際の実験に手間がかかったり実行しにくい様な場合に, マイコンの乱数発生機能を用いて実験をマイコンに代行させ, 計算や散布図作成などの処理も実行させる。

(例 7) 簡単なプログラミングと数学の問題解決

```
10 FOR N=1 TO B      15 S=S+N
20 PRINT N,          20 PRINT N,S
30 NEXT N
```

完成した簡単なプログラムで, その意味を知らせ, 20 行を変えたり, 15 行を加えたりしてプログラムの仕方やマイコンの使い方や便利さが自然に学べる。

(2) 整数  $N$  の約数を求めるプログラムを与え, 次に「1349 は素数か」とか「12345 と 67890 の最大公約数を求めよ」といった問題の解法へ発展させる。

```
10 INPUT N
20 FOR J=2 TO N
30 F=N/J
40 IF F=INT(F) THEN 70
50 NEXT J
60 END
70 PRINT J
80 N=F
90 GOTO 20
```

最初の問題は既習の筆算では容易でないし, マイコンを利用すると解ける。

```
10 INPUT X, Y
```

```
20 IF X<Y THEN SWAP X, Y
30 R=X-INT (X/Y)*Y
40 IF R=0 THEN PRINT "gcm=":Y;END
50 X=Y
60 Y=R
70 GOTO 30
```

しかし, プログラムを修正すると計算にかかる時間が少なくて済む。後の問題は, プログラムの修正が少し複雑になる。更にはユークリッド互除法もありプログラムも短くて済むが短いプログラムが生徒は必ずしも解り易いとは言えない。整数についてのこの種の問題は, 問題解法のアルゴリズムの考え方の指導に好都合である。

(3) 例題「 $4x^3-8x^2-29x-13=0$  の解を, 次のプログラムを用いて求めよ。⑩」

```
10 INPUT X1, ST
20 FOR X= X1TO X1+10*ST STEP S
30 Y=4*X*X*X-8*X*X-29*X-13
40 PRINT X, Y
50 NEXT X
60 GOTO 10
```

始点  $X_1$  と区間  $ST$  を入力し区間縮小法によって近似解を求めさせる。更には, 二分法への発も容易である。整数解ばかりの方程式や解の公に代入して求まる方程式の解法が実際的にはどの程の意味をもつのだろうか。現実には, 上記のうな方法が用いられる場合が多い。マイコンの用により教材でももう少し現実的な問題の扱い可能になる。

2. 数学教育におけるマイコン利用可能な領域以上, 算数・数学教育においてマイコン利用有効と思われる場면을列挙した。次にこれらのを踏まえて, 数学教育へのマイコン利用の仕方総括的に見てみることにする。

日本での数学教育へのマイコン利用の実践の史は浅く, 小グループでの研究論文や実践例⑩⑪⑫も報告はされているが利用領域を総括する程の実践の経験や研究の蓄積もない。

過去 20 年以上のコンピュータの教育利用の経験を持つ米国では, 教科の教育の中では数学が最も盛んに研究されている領域である。当然

として、数学教育へのコンピュータ利用 (thematis Instructional Computing 以後この  
は、MIC と記す)の経験や教材が幅広く蓄積  
している様である。

Hatfield氏は、MICを次の様な3つのカテ  
ゴ-に集約している。<sup>⑬</sup>

- 1) student programming
- 2) computer based instruction
- 3) teacher utilities

1. で述べたマイコンの教育利用(Educational  
Computing)の分類からすると(1)はコンピュー  
ターテラーの教育、(2)はCAI的利用(3)は  
I 的利用に近いものを指していると思われる。  
コンピュータリテラー (CL)の用語の定義は  
述べていないが、「コンピュータとは何か、ど  
こことができるのか」といったコンピュータ全  
てについての指示知識と考えるとき、CL全般にわ  
っての教育の責任を数学教育が負うことには賛  
成できない。

しかし、プログラミングはCLの一部分である。  
実践例7でも見たようにプログラミングはアルゴ  
リズムの考えなしにはできない。数学的な問題  
解決にプログラミングを含めたマイコンの利用  
がわかると問題解決の可能性は著しく拡大する。  
この意味でCLの教育の責任の一端を数学教育  
に与えるのは当然である。将来、中学校程度には、  
各カリキュラムの中にプログラミングが組み込  
まれても良い程である。しかし、日本では今の段  
階では、実践報告は少ない。<sup>⑭</sup>

2) すなわち、コンピュータを基礎にした数学  
教育は、Hatfieldの分類<sup>⑬</sup>を参考にすると次のよ  
うに分析される。

Practicing: 実践例で示したような、既習事項  
定着させるための練習やドリル的なもので、一  
つは、正誤の判断はするが説明等はあまり与え  
ない。手軽にプログラムが組める為この種の利用  
が多く、市販のソフトは大部分は、これに近い。

Tutoring: 可能な限り通常の先生の授業に近い  
個別指導をするためのプログラム、Practicing

KR 情報を増やした程度のものは日本でもあ  
るが、本来のCAIが意図するようなマイコンで

の実践例は見かけない。

Simulating: 学習者に、できるだけ実際に近い  
方法で実生活の環境や現象の側面を経験させる  
方法。確率実験や実践例6などがこのカテゴリー  
に含まれる、シミュレーション。

Gaming: 本質的にはsimulating であるが学習  
者がゲームをしながら無意識のうちに数学的概念  
を理解できるように作られたプログラムである。  
学習の動機づけや意欲の喚起に適している。<sup>⑮</sup>

Demonstrating: 実践例4,5などの様に、数学  
的なアイデアや処理を実演してみせるプログラ  
ム。実例や反例、イラストレーションなどを豊か  
に表現できる為に動機づけや導入指導などに有効  
に利用できる。

Testing: 数学のテストを作成して学習者に呈  
示したり、反応を受け取り、それを記録したり得  
点をつけるなどの評価の手続きをすべて実行させ  
るプログラム。実践例1,2はこの考え方に含ま  
れる。

Informing: 学習者が、学習に必要な情報を得  
るために、マイコンに貯えられた情報を検索した  
り、あるいはマイコンに問いかけたりすることが  
できるような利用法。

この様に数学教育へのマイコンの利用法は多岐  
にわたって考えられる。しかし、現在のマイコン  
の使われ方は Practicing がほとんどといってよ  
い。個別指導は日本の一斉指導にはなじまない面  
があり、我が国ではあまり見当らないが、僻地の  
複式学級の授業ではマイコンを利用した個別学習  
をさせる Tutoring が有効ではないと思われる。  
算者も手掛けたいと思っている。また、Simulat  
ing や Demonstrating は、マイコンの図形処理  
機能を有効に用いるとその利用価値は大きい。

### §3. マイコンの教育利用に際しての留意点

1. BASICは知らなくても、マイコンの有効利  
用はできる。

これまで述べてきた利用例は、プログラムなし  
では何もできない。「マイコン、ソフトがなけれ  
ば、ただの箱」という諺もある。ソフトすなわち  
ソフトウェアは、プログラムをはじめとするコン

コンピュータを使う方面の仕事を意味するが、プログラムが組めなければマイコンを有効に使うことが出来ないという考え方は誤りである。実際 CAI を7年間も研究している学校で BASIC の勉強はしたことがない、という学校もある。<sup>⑰</sup> また、鹿児島大学の計算機室では、一般の人のコンピュータの研修会では、最初 BASIC については指導せず MULTIPLAN という市販のソフトを使うことから始めている。MULTIPLAN は、ビジネス用に開発された多目的利用のできるソフトであるが、そのソフトを講入すれば、BASIC は知らなくてもマイコンを仕事に有効に利用できるのである。マイコンをワードプロセッサとして利用する場合も同様である。

このようなソフトを汎用原語、簡易言語と称しているが、教育でも同じ様な意図を持ったツールが開発されつつある。これを教育ソフト開発支援ツール、または authoring system と呼んでいるが、これを用いるといろいろな教育用のソフトが作れることになっている。<sup>⑱</sup>

現状では、まだ、実用的なものになっていないし、市販の教育用ソフトも良質なものがなく、教師のねらいに合ったソフトを入手するのは難しい。自分で簡単なプログラムを組むか、作成されたものを手直しするか、作成者に注文をつけて作り変える等、何人かで協力して作る方法しかない。

しかし、すべての教師が BASIC を知ることは不可能であり、また、プログラムを組むことに時間を費すよりはパソコンの有効利用のための教材研究に労力を注ぐべきである。将来はそういう方向に進むようにしなければならない。

## 2. マイコンの教育利用で起こると思われる問題点

マイコンの教育利用が有効に働く場合についてのみ考察してきたが、それは決してプラス面だけではない。

「教育に機器を持ち込んで、教育に危機を持ち込むな」とも言われている。次の様は否定的な意見も聞かれる。

(1) コンピュータで先生の代りに人間教育がで

きるか。

- (2) コンピュータは教育に有効なのか。
- (3) コンピュータの人間関係に考える悪影響はないか。
- (4) コンピュータを導入すると計算力が落ちるのではないか。
- (5) コンピュータによる評価で、テスト偏重主義にならないか。
- (6) コンピュータを与えると予期した以上に好奇心になるが、それは、ホーン効果であって真の意味の動機づけになっていないのではないか。

以上のような疑問点と下記に述べるような点に留意すべきことが指摘されている④ことを確認して本論文を閉じたい。

- (1) 利用目的の明確化
- (2) 優れたソフトウェアの利用
- (3) 適切な位置づけと他の方法との調整
- (4) 教師、指導者の役割
- (5) 技術的な問題
- (6) 倫理上又は法律上の問題
- (7) 健康への留意
- (8) 利用体制の整備

## 参考及び引用文献

1. 増刊 科学朝日, 1985. 6
2. NEW 教育とマイコン, 1985. 6, 学習研社
3. 「諸外国におけるマイコン教育利用の現状 中等教育資料, No. 234
4. 文部公報, 第781号, 昭和60年3月30
5. 芦葉浪久, 「パソコンの教育利用の現状と来の方向」, 学習コンピュータ, 1984. 3, 学習研社
6. 中山和彦, 「CAI と CAL」, FACOM ジャーナル, 1985. 3
7. R. J. Shumway, Young Childrean Programming and Mathematical Thinking, ITM Year Book, 1984, p. 118
8. 竹之内脩他, 「数学教育における問題点の研究と新しい教材の開発」, 科学研究費補助

- 研究成果報告書, 1983
9. 竹之内脩他編, コンピュータと数学教育 別冊数学セミナー, 日本評論社 1985
  10. 町田彰一郎他, パソコンと数学教育研究会研究紀要, 1985
  1. 町田彰一郎編, パソコンと数学教育, みずうみ書房, 1983
  2. 岡森博和他, 数学教育研究, 第13, 14号, 大阪教育大学数学教室
  3. Larry L. Hatfield, Toward Comprehensive Instructional Computing in Mathematics, NCTM Yearbook, 1984, pp. 1-4
  4. 松延健二, 「コンピュータリテラシーについて」, 西日本数学教育学会紀要第11号, pp. 110-115
  15. 上掲書 10 「算数・数学の授業における教師生徒 パソコンの役割」  
上掲書 9 岡森博和 「数学教育におけるコンピュータプログラミング」  
上掲書 戸塚瀧登 「LOGO と子供たち」
  16. Sharon Dugdale, Computer: Application Unlimited, NCTM Year Book 1984, pp. 82-88
  17. 「BASIC は知らなくても教育ソフトは作れる。」, 学習コンピュータ, 1985. 2, pp. 99-113
  18. Robert S. Roberts Margaret L. Moore, Programming to Learn Problem Solving, NCTM Year Book 1984, p. 163

## ABSTRACT

### Possibility of Micro Computer Uses in Mathematics Education

Tetsuro Uemura

*Faculty of Education, Kagoshima University, Japan*

As computer is diffused in society widely, it is desired that we investigate on computer uses in school education.

In this paper, Possibility of Micro computer uses in mathematics education is investigated. Educational computing is classified roughly three categories they are CAI CMI and Computer literacy education. CAI is discussed at this place.

Firstly, programs of mathematics educational computing is introduced and they are classified into Practicing, Tutoring, Simulating, Gaming, Demonstration, Informing.

Next, the problems that we must notice in mathematics educational computing are indicated. They are computer language, development of soft ware, effectiveness of CAI etc...

## 小型 컴퓨터의 數學教育에의 利用의 可能性

鹿兒島大學教育學部 植村哲郎

### § 1. 小型 컴퓨터의 教育利用의 現狀

#### 1. 小型 컴퓨터의 學校에의 普及狀況

日本の 公立學校에서의 小型 컴퓨터의 保有率은 表 1 과 같다. 한편 OECD의 調査에 의하면 美國, 英國의 學校의 導入狀況은 그림 2와 같다. 또 같은 調査로서 프랑스에 있어서는 初等學校에서는 實驗段階이지만 1984年度까지 2000臺, 高等學校에서는 1987年度까지 全學校에 導入할 豫定이다. ③

表 1 (省略)

그림 1 (省略)

이와 같이 外國, 特히 美國, 英國에서는 자리수가 다를 정도로 保有率이 높은 것에 비해서 日本에서는 高等學校 以外는 매우 낮다고 할 수 있다. 外國의 導入臺數가 많은 것은 반드시 그 나라가 教育的 觀點으로 小型 컴퓨터의 教育利用을 積極적으로 추진하고 있다고 말할 수는 없으나, 그래도 日本의 教育에서의 小型 컴퓨터에의 關心은 낮다고 말하지 않을 수 없다.

그러나 上記의 調査에서 2년이 經過한 現在에서는 相當量의 小型 컴퓨터가 小學校나 中學校에 導入되어 있다. 또 今年度부터는 文部省이 小·中學校의 小型 컴퓨터의 購入에서는 半額補助하는 制度도 되어 있으며, 또 小型 컴퓨터의 教育利用研修 教育課程의 標準도 정해졌고, 그것에 따른 教育關係者の 研修도 시작되어 있다. 地方의 教育委員會에서도 小型 컴퓨터의 教育利用의 具體的 方策의 檢討도 시작되어 있다. 이와 같은 움직임이 있는 중에 앞으로 飛躍적으로 小型 컴퓨터가 學校에 普及되고 關心도 增大된다고 생각된다. 教師나 學生이 좋아하건 싫어하건 간에 小型 컴퓨터가 社會와 學校에 널리 普及되는 일

은 하나의 時代의 흐름이라고 할 수 있다.

한편, 그것에 대한 學校教育의 對應의 方法에 대해서는 거의 檢討되어 있지 않고, 오늘날의 學校側의 小型 컴퓨터의 受容態度는 전혀 확립되어 있지 않다고 할 수 있다. 小型 컴퓨터가 學校에 導入되어도 그것을 利用하는 教師나 學生이 없어서 何等 所用이 없게 되고 단순한 箱子가 될 가능성이 마저 있다.

#### 2. 小型 컴퓨터의 利用形態

그러면 小型 컴퓨터의 學校教育에서의 利用形態로서는 어떠한 것이 생각되는가. 文部省 社會教育審議會教育放送分科會에서는 다음과 같은 것을 생각하고 있다. ④

- (1) 學習指導의 敎具로서의 利用(CAI의 利用)
- (2) 教師의 指導計劃作成을 위한 利用(CMI 利用)
- (3) 學校經營을 위한 利用(CMI의 利用)
- (4) 컴퓨터 自體에 關한 教育(Computer Literacy의 教育에의 利用을 包含함)

단 오른쪽 그래프는(그래프 省略) 表 1의 圖와 같은 文部省의 調査에서의 小型 컴퓨터의 領域과 各 領域에서의 利用狀況이다.

이 調査의 (1), (3), (6)은 所謂 CMI의 利用(2), (4)가 CAI의 利用, (5)는 Computer Literacy(CL) 教育을 위한 利用으로서 정리할 수가 있다. 調査結果에서 小型 컴퓨터의 學校教育에의 利用의 大勢로서는 CMI, 特히 테스트의 採點, 集計 그 分析處理를 하는 學習評價에의 利用이 하나 또 하나는 學習프로그램이나 敎材프로그램을 發해서 平常時의 授業에 利用하는 CAI의 利用의 두 가지로 大別된다. CL에의 利用은 다음 같은 學習形態가 생각되고 있다. ①, ④

- (1) 반복되는 練習·演習(테스트·드릴型)



- ) 概念이나 原理의 系統的 學習(個別學習型)
  - ) 問題狀況이나 假說 등을 解決하는 모양의 學習(問題解決型)
  - ) 觀察하기 어려운 事象의 模擬的인 提示(시뮬레이션型)
  - ) 事實이나 資料를 情報檢索하는 形의 學習(데이터 베이스型)
  - ) 計算이나 文章構成을 위한 利用(와프로型)
- 와 같이 여러 가지 形態로서 컴퓨터의 利用 可能하며 實踐되고 있다. 그러나 CAI는 論 일으키는 利用面이기도 하다. CAI는 本來 컴퓨터의 敎師에 의한 授業을 代行시키고, 學生 컴퓨터가 端末機器를 通해서 會話함으로써 個別에 컴퓨터를 利用하는 方法'을 뜻한다. 그 System의 導入이나 運營에 經費가 所要되 결과, 最大의 疑問點은 컴퓨터가 人間이 할 以上의 敎育을 할 수 있는가 하는 點이 이와 같은 難點을 갖는 CAI에 대해서 CAL(Computer Associated Learning)의 생각과 用·使用하는 일이 많아지고 있다. CAI가 '컴퓨터가 人間敎師로 되어서 學習者를 가르키는 tem'인 것에 대해서 '學習者의 自發的인 學·컴퓨터가 支援하는 System'인 CAL의 生로 移行하고 있다. 歐洲에서는 CAI라는 用·最近 거의 使用되지 않고 있다. ⑥

本에서는 CAI라는 用語는 本來의 뜻과 多 다르게, 敎師의 指導나 學習者의 學習에 도움 주기 위한 컴퓨터의 利用 全般을 뜻하고 있 경우가 많은데, 上述한 바와 같은 뜻을 포함 學校敎育에의 導入에 對한 批判도 많다.

밖에도 이를테면 學校敎育에의 小型 컴퓨터 導入의 目的, 役割, 方法에 對해서 어떻게 생-는지, 또는 授業에서의 小型 컴퓨터 利用이 컴퓨터의 活動을 어떻게 選擇하고 해나가는 等과 같은 基本的 理念이 明確하게 되어 있지·상대로 小型 컴퓨터의 敎育에의 導入이 이-진다. hard面이 先行하려고 하는 데 대한-도 있다. 이 批判에 關해서는 다음과 같이-한다.

늘날의 小型 컴퓨터와 마찬가지로 지금까지· 여러 가지 敎育機器의 畧이 있었다. 이를

테면 OHP, VTR, 아나라이저 等이다. 그 中에서 아나라이저 等은 最近 거의 使用되지 않고 있으며, OHP, VTR 等도 利用되고는 있으나 그 範圍는 極히 制限되어 있다. 小型 컴퓨터에 對해서는 전혀 利用되지 않는다는 것은 생각되지 않으며(小型 컴퓨터가 導入된 大部分의 學校에서 우선 事務處理 等에서 重用하고 있다) 小型 컴퓨터가 다른 機器와 다른 點은 아주 넓은 範圍의 目的에 利用할 수 있는 汎用性이다. 컴퓨터는 勿論 計算을 가장 長點으로 하지만 다른 領域에 보다 더 컴퓨터 利用이 有效하다고 해도 좋다. 컴퓨터의 特性인 迅速性, 正確性, 反復性, 莫大한 記憶力, 圖形處理機能을 살림으로써 學校敎育에도 컴퓨터의 機能이 有用하게 利用하는 경우가 얼마든지 있다.

여기서 이와 같은 汎用性이 있는 컴퓨터를 有效하게 利用할 수 있는 場面을 찾아서 우선 사용해 보면 어떨까. 한번 利用해 보면 그 便利함을 알 수 있을 것이다. 그러한 便利한 것을 사용하지 않고 그냥 둘 수는 없는 것이다.

小型 컴퓨터의 敎育에의 導入의 基本的 理念을 論하기 전에 現在의 敎育課程 中에서 敎育方法 改善의 한 方法으로서 試行해 보는 것도 좋다. 實踐해 가는 中에 小型 컴퓨터 利用의 害毒도 明確히 될 것이고, 敎育課程의 再編成의 생각도 생기게 될 것이다. 只今は 아직 實驗的인 段階라고 생각된다.

## §2. 小型 컴퓨터의 數學敎育에의 利用

### 1. 實踐(案)例

여기서는 數學敎育에 關聯되는 것 中에서 小型 컴퓨터의 利用例를 紹介한다.

#### [例 1] 成績處理

- (1) 成績一覽表(合計點, 平均點, 綜合順位, 偏差值)
- (2) 全科目마다의 順位表, 上位者一覽表, 度數分布表)
- (3) 個人成績表
- (4) 相關圖, S-P表, radar chart

成績處理의 프로그램은 프로그램의 技術로서는 初步的인 것이지만, 成績處理의 作業의 努

力은 相當히 輕減된다. 教育關係者나 學生의 프로그램 作成의 初步의 訓練에 가장 適合한 것이다.

〔例 2〕 評價方法의 改善

『到達度評價의 簡便化 : 觀點別目標』 이를테면 ‘知識, 理解’, ‘技能’, ‘數學的 思考’, ‘關心, 態度’ 等の 觀點의 評價를 正確하게 빨리 한다.

授業前에 教育目標를 상세하게 分析하고 授業後 또는 途中에서 그 目標에의 達成度를 보는 評價方法이 試圖되고 있는데, 目標를 지나치게 상세하게 分析해서 目標마다의 分析에 시간이 걸리고 結果的으로는 評價를 못하고, 目標 分析을 한 것이 뜻이 없게 된 경우를 볼 수 있다. 形成的 評價에 있어서는 特히 目標마다 손쉽게 正確하게 할 수 있는 評價方法의 開發이 바람직하나 거기에서의 小型 컴퓨터의 利用은 有效하다.

〔例 3〕 計算練習

곱셈九九, 整數의 四則計算, 分數計算 등과 같이 正誤가 明確한 問題를 反復練習시키고 既習事項의 定着을 꾀하는 프로그램이다. 亂數를 만들어 意圖에 맞는 問題만을 構成하고 그것을 學習者에 提示하고 그것에 대한 學習者의 反應을 分析하고 약간의 KR 情報를 준다. 學習者의 水準에 따라서 問題의 種類의 分岐를 자세하게 하고, KR 情報를 주는 方法을 考案하면 個別學習을 시킬 수 있다.

〔例 4〕 空間圖形

投影圖를 理解시키기 위한 演示를 例로 들겠다. 標本으로서 겨냥도로 주어진 空間圖形의 하나에 대해서, 그 圖形을 回轉시키고 3개의 方向에서 본 모양이 正面에 볼 수 있도록 하고, 側面圖, 立面圖, 平面圖를 理解시킨다.

이밖에도 平面이나 直線을 움직임으로써 空間圖形이 構成되는 모양이나 立體의 切斷에 의해서 되는 斷面圖를 例示해서 보인다. (鹿兒島大學 學生 水之浦君이 製作한 것이다).

이러한 種類의 利用例로서는 小學校에서는 擴大, 縮小, 回轉, 뒤집는 것, 平行移動 등의 움직임을 演示하거나, 高校에서는 1次變換에 의한 變換後의 圖形의 表示 등을 생각할 수 있다.

〔例 5〕 函數의 그래프

이를테면  $y=a \sin (bx+c)$ 에서 媒介變數  $a$   $c$ 의 값을 入力해서 그래프를 그리게 한다.  $b, c$ 의 값을 바꿀 때, 이에 따른 그래프의 變에서 振幅, 周期, 初期值 等の 意味의 理解 돕는다.

이밖에 여러 가지 그래프에서 마찬가지로 이 可能하다. 또 函數를 學生들에게 그리게 하고, 그 그래프를 小型 컴퓨터에 그리게 하는 것도 간단히 할 수 있다.

例 4, 例 5에 있는 空間圖形, 圖形의 移動數의 그래프 作成 등과 같이 小型 컴퓨터의 프로그램에 대한 機能의 應用은 小型 컴퓨터의 數育利用의 경우 最大의 利點으로 생각된다. 黑板에서는 靜的으로만 取扱되지만 小型 컴퓨터에서는 動的인 取扱이 可能하게 된다. 空間圖形을 平面의 黑板에 그리는 일은 매우 困難하고 또 函數의 그래프는 教師가 黑板에 그리는 것이 不可能하지는 않으나 函數에 따라서는 시간이 걸리고 여러 가지의 그래프를 그리면 複雜해져서 보기도 어렵다. 이러한 難點을 小型 컴퓨터에 의해서 克服할 수가 있다.

〔例 6〕 確率, 統計의 內容의 實驗

(1) Monte Carlo 法

亂數를 發生시켜서 半徑 10 cm인 圓의 面積을 計算하고, 또 그것을 기초로 해서 1率  $\pi$ 는 3.1415...에 가까워짐을 보인다.

(2) 母集團과 標本の 關係

$N(50, 10^2)$ 인 母集團에서  $n$ 個의 標本을 抽出하는 경우의 標本平均  $\bar{X}$ 와 標本分散  $S^2$ , 不分散  $U^2$ 의 分布의 모양이나, 母集團과 標本의 關係를 보여준다.

여기에서는 實際의 實驗에 시간이 걸리거나 行하기 어려운 경우에 小型 컴퓨터의 亂數發生 機能을 使用해서 實驗을 小型 컴퓨터에 代換시키고 計算이나 散布圖作成 등의 處理를 實行한다.

〔例 7〕 簡單한 프로그래밍과 數學의 問題

```
(1) 10 FOR N=1 TO B
    15 S=S+N
    20 PRINT N,          20 PRINT N,
    30 NEXT N
```

完成한 簡單한 프로그램으로 그 意味를

고, 20 行을 바꾸거나 15 行을 더하거나 해서 프로그램의 方法이나 小型 컴퓨터의 使用法의 便함을 自然的으로 배우게 된다.

(2) 整數 N의 約數를 구하는 프로그램을 주 다음에 '1349는 素數인가'라든가 '12345와 190의 最大公約數를 구하여라'와 같은 問題의 去으로 發展시킨다.

```
10 INPUT N
20 FOR J=2 TO N
30 F=N/J
40 IF F=INT(F) THEN 70
50 NEXT J
60 END
70 PRINT J
80 N=F
90 GOTO 20
```

初의 問題는 既習의 筆算으로는 쉽지 않은 小型 컴퓨터를 利用하면 풀 수 있다. 그러나 프로그램을 修正하면 計算에 所要되는 時間이 작아진다. 뒤의 問題는 프로그램의 修正이 多 複雜하게 된다. 더우기 Euclid의 五除法도 있으며, 프로그램도 짧을 수 있다. 그러나 짧은 프로그램이 學生들에게 반드시 쉽다고는 할 수 없다. 整數에 대한 이러한 問題는 問題解法의 學生들의 思考의 方法의 指導에 알맞은 것이다.

```
10 INPUT X, Y
20 IF X<Y THEN SWAP X, Y
30 R=X-INT(X/Y)*Y
40 IF R=0 THEN PRINT
   "gcm=" ; Y : END
50 X=Y
60 Y=R
70 GOTO 30
```

1) 例題 「 $4x^3-8x^2-29x-13=0$ 의 解를 다음 프로그램을 使用해서 求하여라」<sup>⑧</sup>

```
10 INPUT X1, ST
20 FOR X=X1 TO X1+10*ST STEP ST
30 Y=4*X*X*X-8*X*X-29*X-13
40 PRINT X, Y
50 NEXT X
60 GOTO 10
```

始點 X1와 區間 ST를 入力하고 區間縮小法에 의해서 近似解를 求하게 한다. 다시 二分法에의 發展도 容易하다. 整數解뿐인 方程式이나, 解의 公式에 代入해서 求해지는 方程式의 解法이 實際적으로는 어느 程度의 뜻을 갖겠는가. 現實적으로는 上記와 같은 方法이 使用되는 경우가 많다. 小型 컴퓨터의 利用에 의한 教材일지라도 보다 現實적인 問題의 取扱이 可能하게 된다.

## 2. 數學教育에서의 小型 컴퓨터 利用이 可能한 領域

以上 算數·數學教育에서 小型 컴퓨터 利用이 有效하다고 생각되는 場面을 列舉했다. 다음에 이들의 例에 입각해서 數學教育에의 小型 컴퓨터 利用의 方法을 總括적으로 보기로 한다.

日本에서의 數學教育에의 小型 컴퓨터 利用의 實踐의 歷史는 짧고 小 group의 研究論文이나 實踐例<sup>⑧⑨⑩⑪⑫</sup>도 報告는 되어 있으나 利用 領域을 總括할 수 있는 程度의 實踐의 經驗이나 研究의 蓄積도 없다.

過去 20年 以上の 컴퓨터의 教育利用의 經驗을 가진 美國에서는 教科의 教育 속에서는 數學教育이 가장 많이 研究되어 있는 領域이다. 當然한 일로서 數學教育에의 컴퓨터 利用(Mathematics Instructional Computing 以後 이 節에서 MIC로 나타낸다)의 經驗이나 教材가 폭넓게 蓄積되어 있는 것 같다.

Hatfield 氏는 MIC를 다음과 같이 3개의 범주로 集約하고 있다. <sup>⑬</sup>

- (1) Student Programming
- (2) computer based instruction
- (3) teacher utilities

§ 1에서 말한 小型 컴퓨터의 教育利用(Educational Computing)의 分類에서 보면 (1)은 Computer Literacy의 教育 (2)는 CAI의 利用 (3)은 CMI의 利用에 가까운 것을 말하고 있는 것으로 생각된다.

Computer Literacy(CL)의 用語의 定義는 一定하지 않으나 'Computer가 무엇인가, 어떤 일을 할 수 있는가'와 같은 컴퓨터 全般에 관한 基礎知識을 생각할 때, CL 全般에 걸친 教育의 責任을 數學教育이 짊어지는 때는 贊成할 수가

없다.

그러나 프로그래밍은 CL의 一部分이다. 實踐例 7에서도 보는 바와 같이 프로그래밍은 알고리즘의 思考없이 할 수 없는 것이다. 數學的인 問題의 解決에 프로그래밍을 포함한 小型 컴퓨터의 利用을 생각하면 問題解決의 可能性은 매우 擴大된다.

이 뜻에서 CL의 教育의 責任의 一端을 數學教育이 짊어지는 일은 當然하다. 將來 中學校 程度로는 數學教育課程 속에 프로그래밍이 들어가도 좋을 程度이다. 그러나 日本에서는 지금의 段階로서는 實踐報告가 적다. ⑮

(2) 卽 컴퓨터를 基礎로 한 數學教育은 Hatfield의 分類를 參考로 하면 다음과 같이 分析된다.

Practicing : 實踐例에서 보인 것과 같이, 既習事項을 定着시키기 위한 練習이나 드릴적인 것으로, 一般으로 正誤의 判斷은 하지만 說明等은 別로 주지 않는다. 손쉽게 프로그램을 짤 수 있으므로 이러한 종류의 利用은 많으며 市販의 소프트웨어는 大部分 이것에 가깝다.

Tutoring : 가능한 限, 通常의 先生의 授業에 가까운 모양으로 個別指導를 하기 위한 프로그램, Practicing에 KR 情報를 가미한 정도의 것은 日本에도 있으나, 本來의 CAI가 意圖하는 것과 같은 小型 컴퓨터에서의 實踐例는 볼 수가 없다.

Simulating : 學習者에 可及的 實際에 가까운 방법으로 實生活의 環境이나 現象의 側面을 經驗시키는 方法. 確率實驗이나 實踐例 6 등이 이 범주에 포함되는 Simulation.

Gaming : 本質적으로는 Simulating이지만 學習者가 Game을 하면서 無意識 중에 數學的 概念을 理解할 수 있도록 만든 Program이다. 學習의 動機 부여나 意欲의 喚起에 適合하다. ⑯

Demonstrating : 實踐例 4, 5 등과 같이, 數學的인 아이디어나 處理를 實演해서 보이는 프로그램. 實例나 反例, illustration 등을 풍부하게 表現하기 위한 動機 부여나 導入指導 등에 有效하게 利用할 수 있다.

Testing : 數學的인 테스트를 作成해서 學習者에

提示하거나, 反應을 받아서 그것을 記錄하거나 得點을 매기는 등의 評價의 節次를 모두 實行시키는 프로그램. 實踐例 1, 2는 이러한 생각 속에 포함된다.

Informing : 學習者가 學習에 必要한 情報 얻기 위해서 小型 컴퓨터에 저축된 情報를 檢하거나 또는 小型 컴퓨터에 물어 보는 따위를 할 수 있는 利用法.

이와 같이 數學教育에의 小型 컴퓨터의 利用은 여러 가지 면에서 생각할 수 있다. 그러나 在의 小型 컴퓨터의 使用法은 Practicing이 전라고 해도 過言이 아니다. 個別指導는 日本의 齊指導와 친숙하지 않는 면이 있으며, 우리나라에서는 別로 볼 수 없으나 僻地의 複式學級 授業에서는 小型 컴퓨터를 利用한 個別學習을 하는 tutoring이 有效하지 않나라고 생각된 筆者도 한번 시도해 볼까한다. 또 Simulating나 Demonstrating은 小型 컴퓨터의 圖形處理 能을 有效하게 사용하면 그 利用價値가 크다

### § 3. 小型 컴퓨터의 教育利用에 있어서의 留意點

1. Basic을 몰라도 小型 컴퓨터의 有效利用할 수 있다.

지금까지 말한 利用例는 프로그램 없이도 무것도 되지 않는다. '小型 컴퓨터의 소프트웨어 없으면 평범한 箱子'라는 속담도 있다. 소卽 소프트웨어는 프로그램으로서 컴퓨터를 하는 方面의 일을 뜻하지만 프로그램을 적 없으면 小型 컴퓨터를 有效하게 使用할 수 고 하는 생각은 잘못이다. 實際 CAI를 7이나 研究하고 있는 學校에서 Basic의 공한 일이 없다는 學校도 있다. ⑰ 또 鹿兒島의 計算機室에서는 一般人的인 컴퓨터의 研修서 最初 BASIC에 대해서는 指導하지 않고 LTIPLAN이라는 市販의 소프트웨어를 사용하부터 시작한다. MULTIPLAN은 비지니스로 開發된 多目的 利用을 할 수 있는 소프트웨어, 그 소프트웨어를 購入하면 BASIC은 몰라도 型 컴퓨터를 일에 有效하게 利用할 수 있다 이와 같이 소프트웨어를 汎用原語, 簡易言語

고 있는데, 教育에서도 같은 意圖를 가진 것 開發되고 있다. 이것을 教育소프트 開發支援 또는 authoring system 이라고 부르고 있는 이것을 使用하면 教育用的 소프트웨어를 만들 수 | 되어 있다. ⑰

狀으로는 아직 實用的인 것이 되어 있지 않 |, 市販의 教育用 소프트웨어도 良質의 것이 없 | 教師가 바라고 있는 소프트웨어를 入手하는 일 | 어렵다. 자기 자신이 簡單한 프로그램을 짜 | 作成된 것을 고치거나 作成者에게 注文을 | 고쳐서 만들게 하거나 等 몇 사람이 協力 | 만들 수밖에 없다.

그러나 모든 教師가 BASIC을 안다는 것은 不 | 足하며, 또 프로그램을 짜는데 時間을 소비하 | 것보다는 小型컴퓨터의 有効利用을 위한 教 | 育研究에 勞力を 경주해야 한다. 將來는 그러한 | 식으로 나가도록 해야 한다.

. 小型 컴퓨터의 教育利用에서 일어난다고 생 | 기는 問題點

小型 컴퓨터의 教育利用이 有効하게 작용하는 | 점에 대해서만 考察했는데, 그것은 決코 밝은 | 點은 아니다.

教育에 機器를 가져와서 教育에 危機를 가 | 오지 말라' 라고도 말하고 있다. 다음과 같은 | 的인 意見도 있다.

- (1) 컴퓨터로서 先生 대신 人間教育을 할 수 | 있는가.
- (2) 컴퓨터가 教育에 有効한가.
- (3) 컴퓨터의 人間關係에 주는 惡影響은 없는 | 가.
- (4) 컴퓨터를 導入하면 計算力이 저하되지 않 | 는가.
- (5) 컴퓨터에 의한 評價에서 테스트 偏重主義 | 가 되지 않겠는가.
- (6) 컴퓨터를 주면 豫期한 以上으로 熱心이 되 | 는데, 그것은 效果이지 참다운 意味의 動機 | 부여가 되어 있지 않는 것이 아닌가.

以上과 같은 疑問點과 下記에 말한 것과 같은 | 點에 留意해야 되는 일이 指摘되고 있다(④)는 | 것을 確認하고 이 論文을 맺고자 한다.

- (1) 利用目的의 明確化
- (2) 우수한 소프트웨어의 利用
- (3) 適切한 位置 부여와 다른 方法과의 調整
- (4) 教師, 指導者의 役割
- (5) 技術的인 問題
- (6) 倫理上 또는 法律上의 問題
- (7) 健康에의 留意
- (8) 利用體制의 整備

參考 및 引用文獻(省略)