

## 複式学級の算数教育におけるマイクロコンピュータ利用の試み

植村 哲郎・真田 克彦\*

(1988年10月15日 受理)

### Using Microcomputers for Arithmetic Teaching in Multi - Grade Classes

Tetsuroh UEMURA, Katsuhiko SANADA

#### Abstract

- (1) Some problems in arithmetic teaching in a multi - grade classes have been brought to light through our fact - finding studies. Our studies were undertaken on the situations at small - scale schools in remote rural areas including some of the solitary islands in Kagoshima Prefecture.
- (2) Our research findings show that full use made of microcomputers in "indirect teaching" session has produced expected results in teaching arithmetic in a class of more than one grade.
- (3) Children in multi-grade classes at different schools had the same lesson in arithmetic at the same time on the same day. Their ideas and opinions voiced in class were all exchanged through PC (personal computer) communications using a telephone circuit. The results of our experiment demonstrate that arithmetic classes on PC communications are more effective in mentally stimulating children in views and thinking.
- (4) In collaboration with teachers in charge of multi - grade classes, we have developed some programs for computer assisted instruction in arithmetic. Our programs were prepared for some of the materials in the current curricula that we think are best taught by means of microcomputers.

---

\* 鹿児島大学教育学部数学科

- (5) We have carried out computer literacy experiments with school children as subjects. The evidence obtained from our experimental work suggests that 'LOGO' language is more suited for classroom use in arithmetic education than 'BASIC' language is.

## 〇 研究の目的及び方法

鹿児島県は小学校の学校総数の31%が複式学級をもつという特殊な教育環境にある。そこには普通学級にない良さもあるが、反面、問題点も多く見られる。

本研究の第1の目的は、複式学級をもつような小規模学校における教育上の問題点を明らかにし、改善の方策を考えることである。

第2の目的は、特に複式学級の算数・数学の授業におけるマイコン利用の有効な場面や方策について検討し、そのためのプログラムや教材を開発すること。

第3の目的は、それらの教材やプログラムの転送や、僻地の学校間のマイコンネットワークにより、小人数学級集団による学習に効果をもたらすことが出来るかを検討すること。

第4の目的は、僻地の複式学級における算数教育へのマイコン利用の有効性について検討することである。

### 研究の方法

- (1) 文献、実地調査を通じて僻地・複式学級の問題点を把握する。
- (2) これまで、一般の小学校で利用するためのソフトを開発してきた。今後もそれは続けるが、それを僻地・複式学級で使用するために改める必要があるか。もしあるとすればどの様に改めるべきかについて検討する。
- (3) 複式学級の授業における間接指導に、マイコンを利用する方法とコースウェアの開発及び実験授業を行う。
- (4) 小学校の児童が用いるコンピュータ言語として、LOGOを使用する実験授業を行う。
- (5) 僻地の複式学級間において、音響カプラ（またはモデム）による電話回線利用のパソコン通信を実験する。

(1)では文献として、調査資料（文献1）を参考にし、僻地の実態については、大島郡瀬戸内町を視察調査した。(2)については、拙稿6でも一部報告した。(3)については下記の①②③の小学校において、(4)については④の小学校において、(5)については⑤⑥の小学校において実験を行った。

- ① 鹿児島県川辺郡知覧町立手蓑小学校（複式学級3，4年）
- ② 鹿児島県加世田市立長屋小学校（複式学級3，4年）
- ③ 鹿児島県加世田市立久木野小学校（単式学級 再来年度は複式になる予測あり）
- ④ 鹿児島県鹿児島郡吉田町立吉田小学校（単式学級，県のコンピュータ利用推進モデル校）
- ⑤ 鹿児島県大島郡瀬戸内町立伊子茂小学校（複式学級3，4年）
- ⑥ 鹿児島県大島郡瀬戸内町立秋徳小学校（複式学級3，4年）

④の学校には、20台のマイコンがあり、それに詳しい教師が1人いる。②には、パソコンが3台今年度導入された。③には、マイコンを個人で所有している教師が1人おり、授業はその教師に依頼した。①にはマイコンもなく詳しい教師もいない。⑤⑥には、マイコン1台あり、マイコンに詳しい教師が1人いる。この他、昭和61年9月 鹿児島大学教育学部附属小学校に特設されている3, 4年生でも試験的に実施した。

## I 複式学級の教科指導上の問題点と算数教育

### 1 複式学級の学習指導

複式学級における学習指導においては、次の様な諸要因による多くの問題点がある。

- (1) 地域性に起因するもの：複式学級をもつ学校は過疎地にあることが多く、そこでは子ども達の生活体験が乏しくなりがちである。また、教科書等で扱われている素材は都市型の生活環境の中で起こる様なものが多い為、過疎地の子ども達は体験できないようなものが多く見られる。
- (2) 教育行政に起因するもの：複式学級は大多数は僻地にある。僻地の教師は僻地派遣制度によって派遣されている場合が多く、3～5年程度で転勤することが殆どである。その為、複式授業の熟練教師は少なく、複式授業を初めて経験する教師が指導にあたっていることが非常に多くなっている。
- (3) 授業のシステムに起因するもの：複式授業では、発達段階の異なった複数の学年にわたる児童や生徒の学習を、同時に指導しなくてはならない。しかも、同じ時間に同じ教室で全く異なった内容（異単元異内容）を別々に指導しなければならないのが普通である。実技系教科においては同一内容（同単元同内容）を指導することもあるが、算数や国語などのように系統性の強い教科は異単元異内容の指導が殆どである。ある学年を直接指導している時の他学年の指導は間接指導と称しているが、そこでは直接指導の時間は必然的に半減することになり、また、演習問題やドリルを与えて子ども達の自主的な学習に任された形の指導形態をとるのが実態である。これは単一学級の一斉指導にはない特殊な指導形態である。指導効率の低下は免れない。
- (4) 少人数での授業形態に起因するもの：少人数を対象とする授業では、子ども一人一人の個性や能力に合った指導が容易に表現できるという長所がある反面、集団による学習効果が望めないという欠点がある。例えば、子ども同志で討議するためのグループが出来なかったり、作っても限られたメンバーであるため固定化された考えに支配され易く、すぐにリーダーに追従する傾向が強く、多様な考えを出し合って討議するような学習活動ができない。その為に発想も乏しくなりがちである。

2 複式学級の算数科学習指導の進め方についての教師の意識及び問題点

小学校の教師について、少人数単式学級と複式学級担任教師の考え方を比較した、次のような調査がある。(文献1)

調査 (教師対象)

40人ぐらいの学級に比べて、少人数学級における指導についてどのように思いますか。

ア 国語, 算数, 数学の指導	・非常に難しい ・難しい ・工夫すれば問題はない
イ 音楽, 体育の指導	・望ましい指導ができる
ウ 生活指導, 進路指導	

非常に難しい  
 難しい  
 工夫すれば問題はない  
 望ましい指導ができる

・上段は 単式  
 ・下段は 複式

9%	42%	49%
----	-----	-----

14	34	39	13
----	----	----	----

調査問題

表1 少人数学級の国語, 算数の指導

この調査の問に対する小学校教師の反応結果は、表1に示すとおりである。

調査から、少人数学級における国語や算数の指導に関する担任教師の意識を分析すると、およそ、次のようなことがいえる。

少人数単式学級の担任教師の約50%は、国語, 算数の指導について、「望ましい指導ができる」と積極的な意義付けをしているのに対し、複式学級担任教師の約50%は、「非常に難しい」、「難しい」のいずれかを選択している。

その理由として、前者は、

- ① 個々の児童の実態がとらえやすく、指導の手だてが工夫しやすい。
- ② 能力に応じた個別指導ができる。

などを挙げ、後者は、

- ① 異単元指導であるため、直接指導と間接指導に2分され、学習に熱中できず、深まりがない。
- ② 学年間に能力差がある。

などを挙げている。

複式学級における国語, 算数の指導の効率化を図るためには、年間指導計画を工夫することはもとより、多くの教師が指摘しているように、

- ・学習する能力を高めること
- ・学習の手引を活用したり、シート式録音機などの教育機器を導入したりすること
- ・グループ学習等をとおして、思考を深めたり、その幅を広げたりすること

等が重視されなければならない。

また、算数科については、多人数学級と比較して次のような問題点が指摘されている。計算力を

高めたり, 基礎的なことを理解させたりすることは, 個別指導の徹底によってある程度まで達成できる。しかし, 数学的な考え方や応用力は, ドリル的な個別指導だけでは不十分であり, このような力の育成を意図した授業の中で, 教師と児童生徒あるいは児童・生徒同士のやりとりをとおして身に付けていくことが多い。

したがって, 少人数学級における算数・数学指導の問題点は, 技能面を主にしたドリル的, 個別的な指導を一步乗り越えるにはどうすればよいかということである。このことと関連して, 算数・数学への関心への反応率が極端に低いことにも指摘されている。少人数学級の場合, 教師の目が児童生徒に対してよく届くため, 児童生徒は熱心に学習に参加する。しかし, これは必ずしも算数・数学への関心の高まりとはいえない。

少人数学級での算数・数学指導においては, 個々の児童生徒の到達度がよく把握できるため, プランニング活動が多くなり, ややもすると個別的な教材消化型の授業になりやすい。個別的でドリル的な方策が多い。

数学的な考え方や応用力は, 教材消化型の個別学習よりも教師と児童生徒あるいは児童生徒同士の話し合いの中で, 具体的事象を数学化したり, 学習した概念や原理・法則を具体的場面に適用する学習を通して身に付けていくことが多い。このような意味から, 次の3点に留意した指導が必要であると考え。

① 導入を工夫して, 具体的事象を数学化する学習段階を踏ませる。

少人数学級では, 実験・実測など操作活動を進めやすい利点がある。少なくとも各単元の導入部では, 教材・教具に工夫をこらし, 目的を明確にした操作活動を取り入れ, 具体を通じた概念形成を図るとともに, 算数, 数学への内発的動機づけをする。複式の同単元異内容の共通部分の指導も, このような観点から進めたい。

② 指導過程を工夫して, 児童生徒の思考を広げ深めるとともに, 学び方を学ばせる。

授業では, 単に話し合いの場を増すのではなく, 問題解決的, 発見学習的な指導過程を組み, その中に, 教師と児童生徒あるいは児童生徒同士の話し合いの場を位置付ける。例えば発見学習では, 課題把握～結論の予想～予想の論理的な確かめ～応用・発展という過程をとるが, 各段階に話し合い深め合いの場が設定できる。このような学習をくり返すことによって, 学び方も体得する。

③ 個別指導の質的改善を図る。

個別指導の目的を, 理解不十分な児童生徒に授業内容を反復指導して, その内容について学級全員をあるレベルに引き上げることだけに留めてはならない。個々の児童生徒のつまづきの原因を探り, 意味理解を重視した治療を加えることが大切である。

また, 一步進めて, 個々の児童生徒が, 自らの課題をとらえて分析し, 個性的な高次の総合や発見を達成すること, つまり, 個別指導を, より高次の個別学習へと高めていくことも目指さなければならない。

要約すると、つぎの2つにまとめられる。

少人数学級は、個別指導はやりやすい。個別指導は教師の注的な指導になりがちである。

生徒同士の話し合いの場が作りやすく考え方の広がりがない。

## Ⅱ 特殊な授業形態としての複式授業と教科指導改善の一方策としてのコンピュータ利用

### 1 複式学級の授業の特質と教科指導

上述した問題点の改善の為に複式授業では単式学級の授業以上に指導法の工夫がなされている。

ここでは、教育内容の程度や配列等の適否を検討する立場から、同単元指導の考え方について、また、指導方法改善の観点から教育機器の活用導入について考察することにする。

- (1) 同単元指導 複式授業の最大の課題は、Ⅰの(3)に述べたように、複数学年を同時に指導することであり、その指導をいかに効率的に進めて行くかと言うことである。

算数のように系統性の明確な教科は、上下学年それぞれに異なった内容を学習させることになる。しかし、2個学年が類似の内容か、または同系統の内容を組み合わせる指導の方が、生徒が一つの学級としての一体感をもつことができるし、教師も指導上好都合が多い。

このような同単元指導の考え方による授業では、上下2個学年にわたって、共通した数学的な考え方や原理(共通のねらい)がおさえられる。また、同一の素材で導入し、別々の課題で展開した後、学習のまとめにもその素材を使うこともできる。両学年の学習形態をそろえることが可能になり、教師にとっても、いわゆる「わたり」を行うに当たって思考の転換がしやすく、教材研究や教材の準備も効率よくできる。

- (2) 教育機器の活用と個別学習

複式授業の難点を補うには、上記のような教育内容の配列や程度の適否とともに、指導方法の改善策として各種の教育機器の利用も有効である。直接指導を効率的に行い、間接指導時の指導効果を高め、児童の能力差に応じた指導をするために、教育機器を利用する機会も多い。

普通学級の学習指導に、従来からも用いられてきたOHPやVTRなどの他に、複式学級で比較的良好に用いられる機器にシンクロファックス(シート式録音機)とスペリアがある。(註1)

シンクロファックスの特性として、次のようなものが挙げられる。(②pp.25)

児童の能力に適合した学習を進めることができること、問題を視覚と聴覚の両方通じて提示することができること、答えを示すだけでなく、説明を加えることができる。

スペリアは、これらの機能に加えて、学習者の反応に応じて学習の展開を若干変えることができる。これらは、間接指導における個別学習のための機器として使われることが多い。

- (3) 教育機器としてのマイクロコンピュータ(以下、マイコンと記す)

このような教育機器の導入も積極的に進められているが、しかしⅠの1で述べたような問題点を解消するにはまだ不十分である。更に、マイコンの利用も一つの有効な方法と考えられる。

マイコンの教育機器としての利用や、算数教育における利用方法等については、一般的には多方面で論じられているので(文献3, 4, 7), 本稿では詳説しないが、複式授業においても多様な効果的な利用が考えられる。

Iの1で述べた複式授業の難点について考えれば、例えば(1)のように子ども達が体験できなかったり現実に実現しにくい様な場面を、マイコンによりCRT上に具現化することができる。(2)に対しては、ある程度普遍的なCAIの為のためのコースウエアを作ることによって、複式授業の初体験の教師でも授業をしやすいことが可能である。また(3)では、間接指導時のマイコン利用が有効と思われる。マイコンに演習問題を自動的に出題させ、それに対する学習者の反応を評価させたり、CAIプログラムで個別学習をさせることが考えられる。(4)の難点は、多人数学級の様な学習の状況を作り出し、多様な考え方を引き出せる様な場面をマイコンによって作り出すことによって解決する。これは、集団学習において個別化を意図している本来のCAIとは異なった方向であるが、その様な研究もされている。(註2)

また、マイコンの教育利用においては、システムそのものの設置にかかる経費の負担も大きな問題点になる。個別学習の実現には児童1人に1台(少なくとも3, 4人に1台)は必要である。一斉授業で用いるにしても多人数学級で1クラス1, 2台では台数も不足し、現在主流になっているマイコンでは画面も小さくて不便である。しかし、複式学級では1クラスに1台でも十分に効果的な利用が可能である(筆者は2台あれば充分であると考えている。)

また、複式学級のようないろいろな意味で不便を強いられている所でこそ、文明の利器の恩恵を享受できて然るべきである。

## 2 算数科複式授業例とマイコン利用の可能性

小学校1年生と2年生で構成される複式学級の算数の実際の授業を引用しながら、マイコン利用の有効性について検討することにする。

1年生は、0を含む引き算( $a - a = 0$ ,  $a - 0 = a$ ,  $a - b = c$ ,  $0 < b$ ,  $c < a = 5$ )の学習、2年生は繰下がりが1回の(3桁の数) - (3桁の数)の学習の授業である。1年生には教室内で、5本の空缶と1個のバレーボールをボーリングのピンとボールに見立てて、ボーリング遊びをさせる。教師は、1年生に遊び方と倒れたピンと残ったピンの記録の仕方を直接指導する。この間、2年生は文章題のプリントを与えられ「その計算方法を考えてみましょう」という指示のもとに間接指導される。しばらくして、2年生は児童の一人が教卓の前に立ち、皆の考えを聞いて、それを板書するが、2, 3人の考え方が出たあと他からの考えはほとんど皆無である。やがて。教師が2年生の直接指導に移ってきて2年生の指導にあたる。この間、同じ教室の半分では1年生がボーリング遊びをしているため騒がしく、2年生を直接指導中の教師が静かにするように1年生に注意したりする。しばらくして、教師は2年生の指導を終え演習問題を与え、1年生の直接指導にあたる。その間、間接指導中の2年生のある児童は、演習問題を終えてしまって退屈しており、ま

たある児童は他の児童に尋ねたり、ある児童は方法が解らないまま他方を向いている。

この様な直接指導と間接指導の繰り返しで1時間の授業が終了する。単式授業にない間接指導と言う特殊な学習指導の困難は当然としても、直接指導においても児童の注意力も散漫になり指導の能率の低下は明らかである。

この授業では、マイコンの利用が有効と思われる場面がいくつかみられる。1つは、ボーリング遊びのシミュレーションである。実際に児童にさせることが最適と思われるが、シミュレーションは、騒音もなく、手軽にできるという利点がある。もう1つは計算の演習の場面では、児童のレベルに合った問題を、マイコンにより自動的に出題させ、児童の解答を評価し、適当なKR情報を与えることができる。この種のプログラムの作成は容易で、市販のものでも良質のものがある。技能の定着を図るためのドリルなどは完全にマイコンに任せ、そこで余った時間を個別指導や他学年の直接指導に向けられる。

マイコンの教育利用の形態はいろいろ考えられるが、上述の授業からはつぎの2つの方法が有効であることがわかる。

第1は、間接指導時におけるCAI的利用である。学習者がコンピュータと対話しながら、その能力や適性に応じた個別学習ができるような状況を提供する方法である。第2は、シミュレーション的利用である。上述のボーリング遊びや、後述する交通状況などのように実現しにくいものを模擬的にCRTに提示したり、数学的概念を分かりやすく説明するための補助用具としての利用方法である。

この他、この授業の場面としては見あたらないが、Iの(4)に対するマイコン利用は、複式固有の重要な意義をもつように思われる。つまり、複式授業で数学的課題を与えたとき、多人数学級での授業と同じように、できるだけ多くの数学的アイデアが状況(オープンエンドな問題場面)をマイコンによって作り出す方法である。

本稿では、以下に教育機器としてのマイコン利用の実践例を紹介することにする。

### Ⅲ マイコンを利用した算数科複式授業例

本稿では、Iの1で述べた問題点(1)及び(2)のための方策を、次のIVで(4)のための方策を報告する。(註3)

#### 1 CG (Computer Graphics) によるシミュレーションを利用した複式授業

##### 授業例1 題材 表とグラフ

3年 ぼうグラフ 4年 折れ線グラフ



主な学習活動	
3年生の学習活動	4年生の学習活動
<p>※パソコン通信を利用して, 挨拶, 学校紹介などをしたのち, 両校の同時学習の課題を確認する。</p> <p>1 学習課題を受けとめる。</p> <p>(C1) 6, 7, 8時の車の通るようすのシミュレーション</p> <p>「けさ, 学校の前を通った車のようすです。車の通る様子を見て, どんなことを調べてみたいですか。」</p> <p>(1) 調べてみたいことについて発表する。</p> <p>※パソコン通信によって, お互いの学校で出された考えを報告し合う。</p> <p>2 両校で出されたことについて討議し, 次の学習課題を確認する。</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">                     どんな車が何台通るか調べてみよう。                 </div> <p>(1) 記録の仕方を考えよう。</p> <p>(2) 記録をとってみよう。</p> <p>(C2) 車主毎の通行台数を記録した正の文字の表と数表を表示する。</p> <p>(3) グラフに表してみよう。</p> <p>(C3) ばうグラフを表示する。 学習のまとめをする。</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px; text-align: center;">                     時間毎に, 車が何台通るか調べてみよう。                 </div> <p>(1) 記録の仕方を考えよう。</p> <p>(2) 記録をとってみよう。</p> <p>(C2) 通行台数を記録した数表を表示する。</p> <p>(3) グラフに表してみよう。</p> <p>(C3) 折れ線グラフを表示する。 学習のまとめをする。</p>
<p>※ゲーム型になった位置の表し方の学習をするためのプログラムを, 相手校に転送してプレゼントする。</p>	

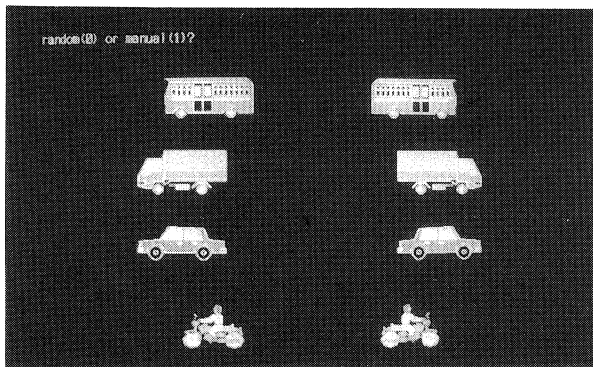
※印でパソコン通信を行い, (Cn) と記したところでパソコンを利用した。

図1 複式3・4年 算数科授業例(概略)  
題材 表とグラフ(3年 ばうグラフ 4年 折れ線グラフ)

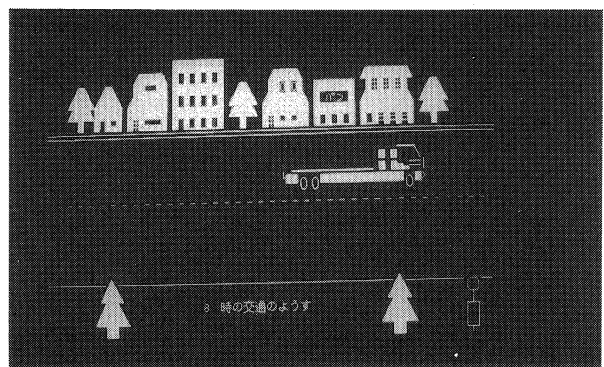
(a) 授業の概略

(図1参照 Cn のところでマイコンを利用した。※は本授業では実施していない。)

素材は交通量の調査である。まず, バス, トラック, 乗用車, オートバイの通る様子のシミュレーションを両学年ともみせる。(画面1, 画面2)



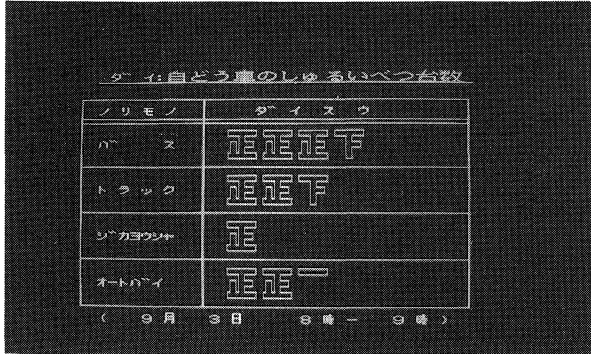
画面1 通行車種



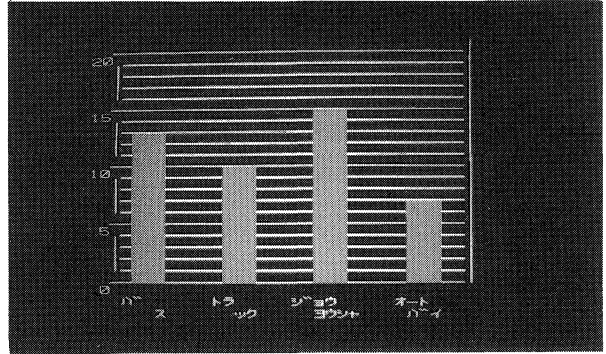
画面2 交通のシミュレーション

次に、3年生には各車種毎の通行量に、4年生には各時間毎の車の通行量に着目させ、3年生は棒グラフ(画面3,4)、4年生は折れ線グラフ(画面5,6)の学習へと発展させていく。

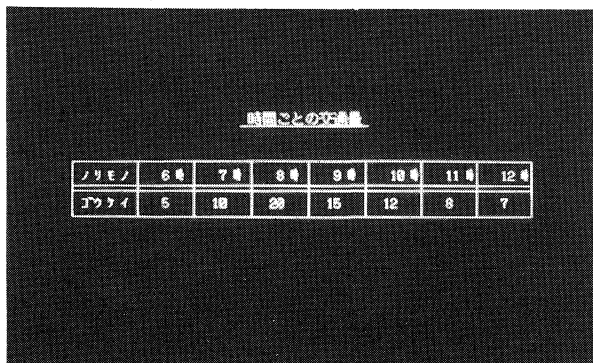
最後に、マイコンを使って共通のまとめをする。



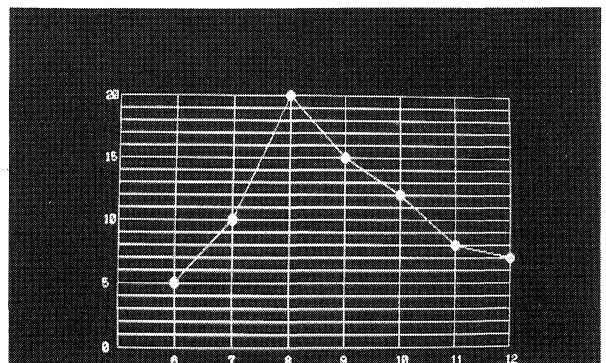
画面3 通行台数の記録



画面4 棒グラフの作成



画面5 時間帯毎の交通量



画面6 折れ線グラフの作成

#### (b) マイコン利用の長所

この交通量の調査は、グラフの学習のための素材として数社の教科書に取り上げられているものである。児童が課題に対して関心を持ち興味を示すようにするには、実際に路上に出て調査させるのが最適と思われる。

しかし、先ずこのような調査は、複式学級がある殆どの地域では、車の通行量が極端に少なく、実施が不可能である。また、市街地の学校では、逆に車種や通行量が多過ぎて調査の記録で混乱したり、時間がかかったり、危険も伴うなどの難点がある。複式学級での場合、教師とある学年だけが調査に出かけると、その間他学年は全くの自習時間になってしまうことになる。このような理由から実地調査は省略されることが多い。

このような難点は、マイコンによるシミュレーションによって除去できる。

また、算数の複式授業でも、学年が異なる時、全く別々の内容(異単元異内容)で授業を構成するよりも、共通性のある内容である事が望ましいことは言うまでもない。

マイコンを利用したこの授業では、3年生と4年生は学習内容は異なるものの、統計的な見方(目的に合った資料を集め、それを分かりやすく整理し、特徴を調べる能力)を身につけるといふ視点から共通性がある。このような意味において、二つの内容は「同単元指導」の考え方をいかすこ

とができた。

また, 数表やグラフの作成も生徒の作業と並行して提示できる。

## 2 間接指導において, 個人差に応じた学習指導のためのマイコン利用

これは, 同単元指導の考えはとらずに, 上下学年が全く別々の内容を学習するが, 間接指導時に児童にマイコンを利用させることにより, 個人差に応じた問題練習が出来ることにマイコン利用の意義がある。(註4)

題材 3年 2桁×1桁 の計算練習 (間接指導)

4年 折れ線グラフ (直接指導)

### (a) 授業の概略

3年生10人, 4年生7人の複式学級に, システムはマイコン (PC-9801, CRT) 1セットとプリンタ1台を準備した。

授業は各学年別々の内容を学習する異単元異内容の授業構成の例である。授業内容には共通性はないが, 3, 4年生一緒に授業例1 (図1) の3年生の展開に用いた画面を見せながら棒グラフの復習をする。この後, 各学年はそれぞれ教室の反対向きに座り (マイコンは, 各学年の前に置かれる) 全く異なった学習に入る。三年生の間接指導と四年生の直接指導にもマイコンを使用した。



三年生のマイコン操作

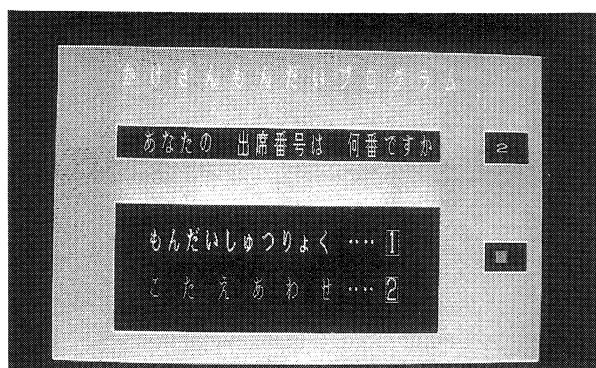


四年生全員の学習状況

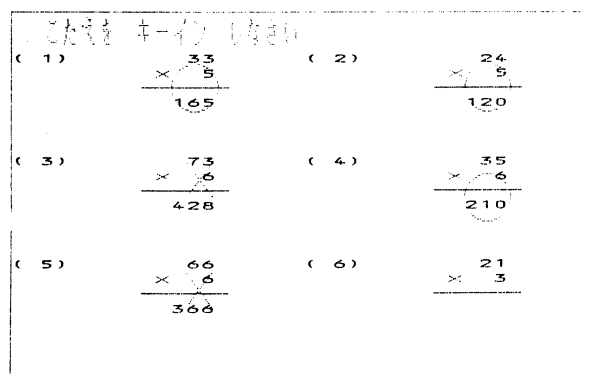
三年生の指導例について説明する。

ディスプレイに画面7が出される。

そこで, 児童は自分の番号と問題作成のキーを押すと問題がプリンターに打ち出される。(画面8)



画面7 問題出力, 答合せメニュー



画面8 児童の入力解答とマイコンによる評価

出力される問題は、児童によって異なり、またその問題はマイコンの内部に記憶される。子供たちは、問題が印刷されたプリンター用紙上で筆算をし、計算が終わったら画面7の状態での自分の番号と答え合わせのキーを押すと、児童に出題されていた問題が画面上に出題される。児童が画面を見ながら解答を入力すると画面上に○×が表示される。

入力を終了すると評価がプリンターに出力される。(図2)

(No)	算式	答え	正誤
(1)	$34 \times 5 =$	165	○
(2)	$24 \times 5 =$	120	○
(3)	$73 \times 6 =$	428	×
(4)	$35 \times 6 =$	210	○
(5)	$66 \times 6 =$	366	×
(6)	$21 \times 3 =$	63	○

図2 プリントアウトされた評価

#### (b) マイコン利用の長所

この学級では、3年生は棒グラフの学習は既に終了していたが、3年生には復習と確認が能率よく効果的にでき、4年生にとっては折れ線グラフの学習にスムーズに入って行ける契機になる。3年生の間接指導の問題練習においては、マイコンによる問題の自動作成や簡単な評価など、教師の代役を一部することになる。マイコンの力を借りて教師の余計な労力を省き、その余力を直接指導に充てられる。このプログラムでは、児童の能力に応じた問題が出題出来るように改編できることも特徴である。教師が直接指導出来ればそれが最前の方法である、しかし、それが不可能な複式学級の間接指導であるので、ここではBETTERな方法と考えられる。さらに、児童の反応に対応して適当なKR情報を提示できるようになると、きめ細かい個人差に応じた問題練習が出来るのであるが、このプログラムではその点はまだ不十分であり、今後改良を続ける予定である。

## IV パソコン通信を利用した複式授業

Iの1、(4)でも指摘したように、複式学級のような少人数学級では日常少ない固定したメンバーで学習しているため、固定化した考えにおちいりやすく、多様な発想ができないという状況を招いている。

この欠点を補う方法として、合同学習や集合指導という指導形態で授業がなされることもある。合同学習は、学級の枠を越えた「全校集団」による指導方法である。この学習のねらいは、小規模校の劣性要因(思考や発想の狭さ、社会性、創造性の乏しさ)を解消するため、地域素材を取り上げたり、体験学習を組み入れたりしながらすすめる個人差、能力差を配慮した全校的な学習である。

集合指導は、学校の枠を越えて、学校と学校が特定の場所に移動、または、それぞれの学校に集まって、普通では得られない体験学習の場を設定する指導である。都市の学校と僻地・複式学校との交流学习も同様の意図がある。

いずれも、大きな集団を構成することができ、これによって「練りあい」が期待され、極少人数から派生する問題解決には良い方法であるといえる。

しかし、集合指導は、ある程度の集団を必要とする実技教科の指導や集団訓練、体験学習等には有効であるが、系統が明確で学習者の発達段階に応じた指導をしなければならない内容の指導、例えば算数・数学の指導には適切な方法ではない。集合指導によると、ある規模の同じ発達段階の学習者の集団による学習指導も可能になる。しかし、学校間は距離的にも遠隔地にあるのが普通であり、費用面、時間面、教師の労力面等の理由から、頻繁に実現できる方法ではない。また、算数などの教科指導は、それぞれ、異なった学習環境で学習したきた児童・生徒同士を急遽同一学級に編成しても、集団による学習の効果は期待できない。

日常の学習環境にしながら、大集団による学習効果をあげる方法として、パソコンによるネットワークを組む方法が考えられる。パソコンにより遠隔地間の学級間を、パソコンでつなぎ、連絡を取りながら同時に授業を進めていく方法である。実験例を紹介することにする。

#### 実験

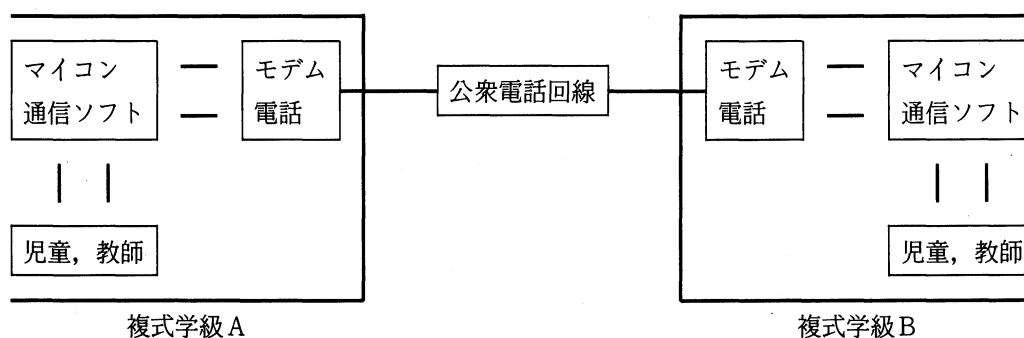
実験期日：昭和63年1月27日 2月24日

実験学校：長屋小←→久木野小（1月27日） 久木野小の学級は4年生15人の単式学級、長屋小の学級は3、4年生18人の複式学級である。

：伊子茂小←→秋徳小（2月24日） 伊子茂小は3年、5年各1人計2人の複式学級、秋徳市宇は3年1人、4年3人、5年4人計8人で構成員であった。

実験概要（システムは図4の方法を取った。図1の C II の所でパソコンを使い、※の所でパソコン通信を行った。児童の反応は資料のようであった。）

図3 複式学級間をマイコンで接続するシステム構成例



## 資料

久木野小	ジドウシャ ノ ハヤサ	伊子茂小	ドノクルマガ ナンダイトオッタカ
	ナンダイ ハシッタカ		バスニ ナンニン ノッテイタカ
	30 プン オキニ ナンダイ ハシッタカ		ヒダリガワヲ ナンダイトオッタカ
	8 ジ ト 9 ジ デハ ドチラガ オオク ハシッタカ		バスノマドハ イクツアッタカ
	ミギムキニ ハシル クルマト ヒダリムキニ ハシル クルマ		イコモショウオワリマス ドウゾ
	オナジ イロノ クルマガ ナンダイ ハシッタカ		バイクハ、ナンダイトオッタカナ
	オナジ カタチノ クルマガ ナンダイ ハシッタカ		ウエトシタデハンダイトオルカ
	ドンナ クルマ ガ ヨク トオルカ		ドンナシュルイノクルマガナンダイトオルカ
	シュルイ トラック トカ ジョウヨウシャ トカ ワケテ シラベ		ミギトヒダリノムキハンダイトオルカ
	イチダイノ クルマニ タイヤガ イクツ ツイテ イルカ		ゼンブデナンダイトオルカ
	ニモツヲ ノセル クルマト ヒトラ ノセル ドチラガ		ジソクナンキロデトオルカ
			ドウイウジュンバンデトオルカ
			フアタリノリノバイクハアルカ
			10ブンカンニナンダイトオルカ
	ナンビョウゴニツギノクルマガトオルカ		
	クルマノイロノシュルイハイクツカ		
	1ジカンニナンダイトオルカ		
	オナジノリモノガナンダイツツカ		
	1ジカンノナカデドノクルマガオオクトオルカ		
	アキトクショウオワリマス		
長屋小	EAEA イイイドレガイイチバン ハヤイカ	秋徳小	
	イチニチニ ドレグライノ クルマガ ハシルカ		
	ナンジガ イチバン オオイカ		
	シュルイベツニ イチニチニ ナンダイ トオッタカ		
	ゼンブデ ナンダイ トオッタノカ		
	コレデ オワリデス		
	キッテ イイデスカ		
ナンジガ1バンオオクトオルカ			

## 複式学級間のパソコン通信の内容

両小学校の教室の教室に置かれたパソコンをモデムを利用して電話回線で接続し、送受信ができる状態にする(図3)。プログラムを送信したのち、同じプログラム(今回は交通量調査のシミュレーション)で学習を始める。パソコン通信により学習の状況を報告し合い、お互いに他校の生徒の考え方も参考にして次の学習に進む(図1)。

## 結果と考察

授業中 両学級間で交わされた交信内容は上記のようなものである(資料参照)。

反応を観ると、明らかに複式学級では、量的にも少なく質的にも劣っている。複式学級では、1人の児童が発表した考え方を越える考えは殆ど出て来ず、後からの発言は同じ様な内容に終始し、教師の誘導によっていくつかの考え方を引き出す状態であった。

算数の学習時だけでなく、授業の始まる前のメッセージ交換や、授業後の感想を述べるときも、ある1人の発言に追随する傾向が顕著に現れていた。無関心な児童も目だった。

授業の途中で相手校の児童の考えをマイコンを通して教え合ったとき、複式学級では、児童自身が「久木野小(単式学級)の人達は課題の画面を良くみている」と表現して、考え方の多様さに驚いていた。「向こうに負けないように意見を出そう」と言うような発言もあり、競争心も喚起でき

たようであった。

教師の説明によると、複式授業が今年から始まり、教師も児童も複式授業に不慣れで、今のところ、複式学級の欠点が顕著に現れているようである。

パソコン通信を授業に取り入れることに付いて、思考の深まりや広がりを増すために、間接的な集合学習的な意義をもつものとして算数科では有効である。また、算数だけでなく他教科やその他、学校間の情報交換の手段としても利用価値は大きいと思われるなどの意見が、教師たちからは出された。

## V 算数のプログラム及びマイコン利用の教材の開発

複式学級の算数・数学の学習指導に有用なコースウェアやプログラムの開発も本研究の目的の1つである。

ここでは、LOGO 言語を使用した算数の実験授業の成果の報告と、算数科の学習指導に有効と思われる自作のプログラム例を紹介する。

ここに紹介する授業の報告やプログラムは、複式学級における授業のみ念頭において作成したのではないので、複式授業での利用にあたってはさらに改編の必要があるが、研究はそこまでは進んでいない。今後、実験を重ねていく予定である。

### 1 LOGO を使用した算数教育

コンピュータ言語 LOGO は、教育的には次のような利点があると言われている。

Papert によると、LOGO 言語開発の目的に、コンピュータはパーソナルであるべきで、コンピュータは活動思考（絵を描く、物体を動かし回るなど）であるべきである、そのためのプログラミング言語を作るべきである等のことがあげられている。(文献11)

したがって、LOGO 言語は、子供がコンピュータを自由に利用できる環境をつくり、子供が興味のある内容を自ら取り組むことを可能にした。

さらに、Papert も、「子供でもコンピュータを達人のように使いこなせるようになる。コンピュータの使い方を学ぶことで他の事柄を学ぶ方法も変えられる」と述べているように、「子供でも学べる言語」「考えることについて考える」ことが出来るように開発された教育用言語である。そのために LOGO は、プログラミングは、構造的であること、再帰的記述ができる、対話型であることが、特徴となっている。また、機能的特徴としてはタートルグラフィックスの機能をもつこと、リスト処理を基本命令としてもっていることがあげられる。

算数では、タートルグラフィックスを利用して図形指導にいろいろな試みが行われている。

## CL (Computer Literacy) 育成のための LOGO 言語

我々は、次のような観点から LOGO をコンピュータ言語として利用してみることにした。(実験は、鹿児島県吉田小学校で真田の指導のもとで昭和61年度より開始し、現在も継続中)(註5)

まず、LOGO の利用を算数教育に限定せず、コンピュータリテラシー育成計画の1つとして授業に取り入れることにした。

パソコンの導入直後は、パソコン自体が持っている BASIC を中心に、市販ソフトを活用したり、簡単なソフトを自作したりして計算ドリル等をさせてきた。しばらくして、操作に慣れてきた子供たちから「自分たちもパソコンを使って、何かをしてみたい、作ってみたい」という強い要求が出てきた。そこで、子供たちの要求に応えるために「BASIC 指導計画」を作成し、試行することにした。当初、1～6年生まで全学年 BASIC を使用して、活動させようとした。しかし、指導していくうちに次のような問題点が指摘された。

- ① 命令語が長すぎる。
- ② プログラムの組み立てが難しい
- ③ 結果をすぐにディスプレイ上に表示できない
- ④ 失敗した後の訂正に手間取る

などがあり、特に低学年には合わないのではないかということになった。

そして「もっと簡単に入力できるものを」という教師側の要望も考慮し、LOGO を使用してみる事となった。

これは、

- ① 向きと長さを決めることによって図形をかいていくことができる
- ② 命令を入力しながら、自分の考えを試行錯誤的に組み立てていくことができる
- ③ ①、②のことから、興味を呼び起こし、意欲を高め創造性を伸ばしていける

と考えたからである。そこで、1～3年生まで使用するようにした。しかし、タートルの向きを「角度」で入力することから、角度を学習する4年生まで使用することが望ましいのではないかと結論を得て、4年生まで使用することとした。また、5、6年生は、「BASIC 指導計画」の内容を大幅に軽減して、指導することにした。

これは、

- ① プログラムを作ることが、論理的・数学的な考え方を育てるのに役立つ
- ② プログラムを作ることによって、パソコンを問題解決に役立てていくことができる
- ③ ①、②のことから、計画性、緻密さ、根気強さを育てられる

と考えたからである。また、

- コンピュータ言語の多様性を子供たちに経験させていくことが、コンピュータリテラシーを育てる上でより効果がある
- コンピュータの実態や発達段階に即した活動をさせていくためには、複数の言語を持つ方が



有利である

という基本的立場を明確にするためでもあった。

そして、情報処理教育として、何を教えるかということ併せて、「コンピュータリテラシー育成計画」を作成した。この計画における最終目標は、次のようである。

LOGO…思った通りの絵がかけられるようになる

BASIC…日常生活にパソコンを用いられるようになる

この目標を達成することが、子供たちに「自ら学ぶ」という素地を培っていくことにもなるにとらえた。そこで、「吉田のパソコンテキスト」という児童用のマニュアルを作成し、自分の力に応じて学習を進めていけるように配慮している。

## 2 現行の教育課程のもとでの一斉指導においてマイコン利用が有効と思われる場面のプログラム (算数)

この部分の内容については、拙稿6でも一部報告したので画面は本稿では省略する。

### 1) 位置の表し方

小学校ではゲーム的要素を取り入れた学習指導も効果的である。ここに紹介するプログラムは、子供にマイコンを操作させて遊ばせながら、座標の学習とリテラシーの教育を意図して作成したものである。

#### a もぐらたたき

CRT上の座標が与えられた位置に、ランダムにUFOが出没し、UFOが現れた位置の座標を指定すると、ミサイルがX軸上から発射されUFOに衝突すると爆発音を発しUFOは消滅する。

UFOが出現してから座標の指定までの時間は、自由に変更されるようにする。制限時間内に撃ち落としたUFOの個数を得点として、ゲームをおこなう。

#### b お絵書き

座標が記入された用紙上に、直線的な絵をかかせて、その座標をマイコンに入力(児童は、座標のX、Y座標の数値を打つだけにする)しながら、絵が画面上に書けるようにする。(カラーもできるように出来ると良い)

#### c 暗号ゲーム

暗号表作成は、翻訳機能を持ったプログラムを作成し、暗号文でメッセージの交換をさせる。暗号文はプリンターに出力する。暗号文作成の規則は、座標の考え方をを用いること。児童が自由に作り代えられる方が良い。

CRT上で矢印キーでカーソルを動かしながら(テキスト画面でよい)、絵を書かせる。絵書きの過程で確定した座標を記憶して、絵書き終了後、プリンター出力し、それをもとに児童は座標の記入された用紙上でCRT上の絵を再現する。

## 2) 約数・倍数早見表

約数と倍数をグラフ上の格子点に表す。約数・倍数を視覚的に表現するので、その意味や(最大)公約数(最小)公倍数の意味理解をたすける。また、それらを探し易い。

a 約数倍数を児童にさせる。数を打つだけにし、間違ったらBEEP音がでるようにして、正解の場合はグラフ上に表示するようにする。

b 約数や倍数を求めたい数を指定すると、約数や倍数がグラフ上に表示されるようにする。

例 約数: Y, 6とINPUTすると, 3, 2, 1が表示される。(画面3)

c グラフを見せながら、約数倍数の性質や特徴を指摘させたり、最大公約数最小公倍数の見つけ方を発見させる。

## 3) 分数の説明図

数と計算の領域では、理解の困難なものに分数がある。特に異分母分数を扱う場合、例えば異分母分数の加法や減法の計算では顕著である。大部分は同値分数の意味や単位分数の考え 通分の意味と方法の理解が不十分であることに起因する。面積図を利用して分数を表現すると分かりやすくなる。また、通分においては2つの分母の組み合わせの違い(例えば 3と5 3と9 6と9のように最小公倍数の求め方が違うような場合)により方法を使い分けなければならないという難しさもでてくる。面積図で統一的に扱うことができるシミュレーション的なプログラムを作成した。

## 4) 時間と時刻

時計は、円形になっており従って角度によって時間を表現している。これを、帯状に表現しなおす、つまり、長さによって時間を表示すると時間の概念や時間の計算が分かりやすくなる。時刻は午前午後方式と24時間方式の併記。

例: 「X時(間) Y分」のXとYを入力すると、帯状に表現される。

加法の計算説明ではその上加える時間を、減法では引く時間を示せるようにして、計算が分かりやすいようにする。

## 5) 各種の統計グラフの作成

統計資料の表と各種のグラフ(棒グラフ、折れ線グラフ、帯グラフ、円グラフ)の作成、児童自身が作成出来ることも大切であるので、児童の作成と並行して画面表示するようにできる法がよい。

社会科等の利用では、データを入力するだけで必要なグラフが作成され、表示されるものもあった方がよい

a 交通量調査(折れ線グラフ)

b どのグラフを作成するか指定させ、それぞれのグラフを描くための表の作成もマイコンでできるようにしておく。

入力の必要なものは、項目名やデータだけでよいようにしておく。CRT上のグラフは、項目の数や数値の値に関係なく大きさは一定になるように、横軸、縦軸、級間の大きさ等は自動的に計算

されるようにしておく。

従来グラフの作成作業そのものが重要な指導内容として位置づけられてきた。しかし一般の学級でマイコンの活用が可能になった段階では、そのような作業はマイコンで処理させ、統計グラフの利用目的や分析等に学習指導の重点は置かれるべきである。それでこそマイコンの教育への導入の意義があるといえる。中学校の統計内容の指導においても同様である。

#### 6) 図形教材のシミュレーション

##### a 各種の求積公式の説明

平行四辺形, 三角形, 台形等の求積公式を導くための等積変形

円の求積公式をみちびくために円を扇形に分割して並べ変える。分割数を増やすにつれて平行四辺形に近づくことを示す。手作業の場合は、特定の分割数による変形作業のみで、円の面積を平行四辺形の求積に置き換える場合が多い。マイコンを利用すると、分割数を任意に指定出来るため、平行四辺形に近づくことを疑似的ではあるが画面上で示すことが可能になる。

##### b 任意の図形の拡大や縮小, 平行移動, 折り返し, 回転した図形の作成

##### c 円や平行線の定義 例: ある点(中心)からの距離が同じ(半径)であるような点を集めると円周になる。

#### 7) 速さ

2つの物体が、一定時間内に異なった距離を移動する場合と一定距離を異なった時間をかけて移動する場合をシミュレートして、速さが時間と距離によって決まってくることや、速さは一定時間内に移動する距離によって表すのが良いことを理解させる。

#### 8) 四則計算の問題作成とドリルへの応用

現在作成されているソフトの最も多い領域であるのでプログラムの紹介は省略するが、ドリル的な利用に偏る傾向があることは好ましくない現象である。

## おわりに

研究の背景となる、先行研究や理論、所説が知りたいのであるが、その様な研究が見あたらない。理論的な側面の追究不足を筆者自身も感じている。

しかし、本研究のような内容に関心が持たれ始めたのも最近のことであり、また、地域固有の課題でもあるので研究者も少なく、資料不足は今後も続くと思われる。

また、実験例も現在の所では少ないので、明確な結論を出すに至っていないものが多いが、今後実践を重ねていく予定である。

なお、本研究の一部は科学研究費(C61580256 研究代表者 植村哲郎)の研究助成で行った。

## 参 考 文 献

- (1) 小規模校における教育上の問題点と対策, 鹿児島県教育センター, S.58. 3
- (2) 小学校複式学級指導資料 算数編, 文部省, S.55. 6
- (3) 拙稿, マイコンの算数数学教育への利用の現状と可能性, 日本数学教育学会, 第18回数学教育論文発表会論文抄録, S.60.11
- (4) 拙稿, 教育におけるコンピュータ利用と数学教育〔I〕〔II〕, 鹿児島大学教育学部研究紀要第37巻, S.61. 3
- (5) 拙稿, マイコンの数学教育への利用——複式学級の算数の授業——, 日本数学教育学会, 第19回数学教育論文発表会論文抄録, S.61.11
- (6) 田村三郎, 「算数・数学教育の中で, どの様にコンピュータは利用されるか」, 小・中・高校の算数・数学, 三晃書房, 1987, P P.116-126
- (7) 拙稿, 算数・数学科教材のコンピュータシミュレーション, 鹿児島大学教育学部研究紀要題37巻, S.63. 3
- (8) 僻地・複式教育ハンドブック, 全国僻地教育連盟, S.60. 5
- (9) S. B. Champagne Joan Roalgaska—Satz, Computer—based Numeration Instruction, NCTM 1984 Year Book
- (10) Nira Hativa, Teacher—Student—Computer Interaction:An Application That Enhances Teacher Effective, 上掲書 9
- (11) S. Papert, 「マインドストーム」, 未来社, 1982
- (12) 松延健二, 数学教育におけるコンピュータ言語 LOGO に関する一考察, 数学教育学研究紀要No11, 19

## 註

- (1) シンクロファックス(シート式録音機): シートの上にかかれた教材の文字や図等を見ながら, その説明をそのシートに録音されている音声を再生することによって聴くことのできる教育機器。機器の操作や教材の選択は学習者に任されるので自分にあった進度で学習できる。一斉指導の短所を補うための個別指導の用具として開発された機器であるが, 複式授業の間接指導に使われることが多い。スペリア: シンクロファックスと同じ意図で作られた教育機器であるが, さらに学習者の反応を記録したり, またその反応によって, 設問を変えたりすることもできる。
- (2) 「複式学級の授業のシステム化についての実験的研究」昭和59年度科学研究費補助金研究成果報告書研究代表者中山和彦, pp. 4-8
- (3) 本授業で用いたプログラムの原案は, 大阪教育大学付属高校教諭森裕一氏のものである。3年生教材の棒グラフをN-BASICで作成されていたものを, N88-BASICの言語で書き換え, CGで画面をカラフルなものにした。また, 複式授業の意図に合わせて, 4年生用には時間帯による車の通行量の変化をみる折れ線グラフ学習用の部分を追加した。
- (4) 鹿児島県祁答院町大轟小学校教諭 六笠登由氏の作成したプログラムを, 複式授業での使用許可を得て, 利用させていただいた。
- (5) 授業は, 吉田小学校恒吉芳友教諭が行った。本報告には同小学校研究報告から, その一部を掲載させていただいた。