

# 情報化社会に対応した創造的教材・指導法の実践的研究

——本校教育研究会での公開授業について——

筑波大学附属駒場中・高等学校 数学科

佐藤 和孝・磯田 正美・井上 正允・熊倉 啓之  
鈴木 清夫・深瀬 幹雄・吉井 洋二

# 情報化社会に対応した創造的教材・指導法の実践的研究

— 本校教育研究会での公開授業について —

佐藤 和孝・磯田 正美・井上 正允・熊倉 啓之  
鈴木 清夫・深瀬 幹雄・吉井 洋二

本校数学科では、従来より創造性を育てる教材と指導法の研究を行なってきたが、今年度よりその焦点を特に「情報化社会に対応して」という観点に置き、コンピュータ利用の可能性を中心の検討材料とすることにした。そして、その一つの発表の場として、今年度の本校教育研究会において、コンピュータ利用の授業を技術・芸術科（のうちの特に美術科）との協力に基づいて行なった。以下、本校でのコンピュータ利用の経緯をペースに、このような授業を行なうまでの経過とその成果・問題点を報告する。

## 1 歴史的経緯

本校数学科におけるパーソナル・コンピュータの利用は、昭和53年に始まる。その前後を歴史的に区分すれば、次のようになる。

### 第1期（昭和36～52年）

この時期には、ヘンミ計算尺・タイガー手回し式計算機・モンロー電動計算機・SACOM プログラム型電子式卓上計算機・YHP 電子計算機等が導入され、教務作業や授業で利用されていた。この中で、今日でいうコンピュータにあたるのは最後の2者であるが、前者は授業での実験的利用が行なわれ、後者は教務作業・教材研究等での実験計算等に利用されていた。

### 第2期（昭和53～57年）

この時期、第2次理振法により、NEC製 Speedy-List- $\mu$  が導入された。これは、カードリーダーによる入力を中心としたデータ分析専用機で、SP表分析・アンケート集計・テスト採点処理等のCMI的な利用が比較的簡単に行なえる。これにより、本校で、CMIの分野で（専用機であるが）コンピュータが利用されるようになった。これは、現在でも少なからず利用者がいる。

また、昭和55年度にはNEC製 PC-8001 が発売と同時に導入され、期末成績処理等に利用され始めた。

### 第3期（昭和58年～60年2学期）

昭和58年度には、特別設備費によりNEC製PC-8801を6台、PC-9801を1台購入、またPC-8801はその6台をNet Branch 4800で結んだコンピュータ・ネットワーク・システムが導入されたが、当初は常時ネットワークを展開できる部屋が無かったため、実験的な利用法が中心になった。数学科では、この頃から授業へのコンピュータ利用の可能性を本格的に研究し始め、その成果の一端を次章で述べるように本校の教育研究会でも公開している。

また、CMIの分野では、このころから成績処理等をコンピュータを利用して行なうことが学校体制となり、卒業生の協力を得ながらソフトウェアの整理が行なわれるようになった。

### 第4期（昭和60年3学期～）

昭和60年度の校舎改修によって電算機教室が設置され、本格的に授業でコンピュータを利用できるようになった。この常時展開可能な教室を利用して、いまだ実験的要素は大きいながらも、コンピュータ利用の授業が行なわれている。例えば昭和62年度には次のように利用されている。

#### ① 教材提示機としての使用

中学1年で、図形教材を対象とし、ディストリビュータを利用して同一画面を複数のCRTで見る。

#### ② BASICの学習

中学2年で、BASIC言語を学習した後、課題を持ってプログラミングを行なう。

次項のアルゴリズム学習との関連が密接である。

#### ③ プログラミングを通してのアルゴリズム学習

上記中学2年や、中学3年では2次方程式の解を求めるアルゴリズムを作ってBASICでプログラミングした。

#### ④ シミュレーション

以下に述べる、本校教育研究会で実施したような内容である。

このような状況の中で、依然効果的な利用法を検討中であるというのが、現状である。電算機教室利用の詳細については、本研究報告に別途使用の歴史が報告されているので、そちらを参照されたい。

## 2 教育研究会におけるコンピュータ利用の試み

本校の教育研究会におけるコンピュータ利用の発表は、昭和58年度から、以下のような形で行なわれた。

昭和58年度には、初の試みとしてネットワーク機能を利用したレスポンスアナライザーという形で用いた。題材は、中学2年における文字式の計算で、20台のPC-8801の画面上に出題され

る問題を生徒が選択肢番号で答え、その反応をリアルタイムに集計分析するというものであった。コンピュータの利用という点では本校初の試みであったが、コンピュータの機能（高速・大容量データ処理機としての）が十分に活用されたものとは言い難い部分も多く、当時最新の機器であった光ファイバーによるネットワーク・システムの試験的使用の段階を越えていなかった。

昭和60年度には、コンピュータのグラフィック機能を利用して、中学1年の空間図形と高校2年の1次変換を題材とするシミュレーションを行なった。これもPC-8801をネットワークでつないだシステム上で授業を行なった。

中学1年では、ディスプレイ上に立方体の見取図を描き、生徒にその立方体の辺上の3点を指定させて、それらの点で定まる平面によって立方体を切断した見取図および断面図を表示、その切断面を考察させた。さらに、ネットワーク・システムを利用して、1人の生徒が作った切断面を他の生徒の機器にも転送し、画面上で確認させる予定であったが、直前の機器の不調が発生して、実現できなかった。

高校2年では、ディスプレイ上に簡単な直線図形としての猫を描き、行列の成分を与えたときの1次変換後の像を考察させた。これも画面の転送・確認を予定していたが、上記の理由で実現できなかった。

これらの授業においても、機器の能力の問題もあって、必ずしも十分な成果がえられたとは言えない。また、機器の操作性についても不満が残る所は少なくなかった。しかし、コンピュータの利用の側面としてシミュレーションに重点を置くという方向性に関しては、一定の成果が得られたと考えられた。これは、その際の参観者からの感想としても得られている。しかし、同時に、操作性・機器の能力等の問題点の外に、こういったシミュレーションの正当性（その結果の正しさの保証をどこに求めるか。結果を盲信させないためにはどうすればよいか等）の問題についてかなりの指摘があったことは、重大な点であろう。

昭和62年度（本年度）は、上記の成果を踏まえて、再度シミュレーション分野におけるコンピュータ使用を試みた。

コンピュータの教育への利用は様々な形態が考えられるが、本校数学科としては、いわゆる狭義のCAIであるところのドリル・チュートリアル等の側面については、現状では必ずしも大きな関心を抱いてはいない。というのは、コースウェアの作成等において現時点ではかなりの困難があるように感じられるからで、時間的・物理的条件を考えて、むしろ、ごく単純なデモンストレーション機としての利用や、やや高度な場面でもシミュレーションを行なうシミュレータとしての利用に大きな関心を持つに至っている。この考え方は過去の教育研究会等においても一定の成果を得ていると考えており、これを発展させる形で今回の教育研究会にも当たろうとしたわけである。この件に関する報告が本レポートの主眼である。

### 3 授業の構成とコンピュータ利用の考え方

以上のようなコンピュータ利用の観点から、本年度の教育研究会においては、コンピュータによるシミュレーションの利用法を主たる研究の対象として取り上げることにした。これに伴い、今回の公開授業の構成については、以下のような視点で授業構成を行なった。

従来、本校では数学における創造性教材と指導法の研究を行なってきた。この、数学の授業が一般に持つべき条件としての「創造的思考を育てる教材・指導法」という観点に立った場合、数学それ自身が持つ固有の美しさ・素晴らしさ・楽しさという部分に焦点を当てることは一つの重要な側面である。従って、教育研究会の公開授業においても、そのような数学の美しさ・素晴らしさ・楽しさといった部分に焦点を当てた授業が構成できないかという視点も第1に持った。

また、この数学の美しさ・楽しさという側面は、単に数学の世界にとどまらず、さまざまな科学や領域・分野と多くの関わりを持つ。この点を考えたとき、数学の授業を単に数学という一つの領域にとどめず、他の教科・領域・分野と関連づけて考えられないか、そして、今回の教育研究会での公開授業を考える際、一つの試みとして他教科との関連を持たせることがあってもいいのではないかという視点が第2に持たれた。

さらに、これが本レポートの主眼でもあるが、コンピュータ利用、それも、過去の経験からシミュレーション的利用という視点が当然もう一つの視点としてあった。

以上のような、①教材そのものが数学の授業として面白いものであり、②できれば他の教科との関連を持ち易いもので、③コンピュータの特性上シミュレーションに向く教材、という観点から、題材としては「図形の移動」(合同変換)を取り上げ、本校技術・芸術科の協力を得て「数学と美術を関連づける」という授業構成とし、図形の移動をコンピュータ上でシミュレートする利用法が提案された。また、後で述べるように、この美術科との連携授業の研究の中で美術科の公開授業でもコンピュータ利用を試みることになった。

この結果、数学の授業の流れとしては、

(1) (美術と数学の関連)

美術作品の中に見られるさまざまな数学

(2) (コンピュータ利用)

一つの美術作品の構成に合同変換がどのように組み込まれ、生かされているかを考え、変換について振り返る。

(3) (2カ月間の美術制作期間の後)

作品完成後に改めて数学と美術の関わりについて、生徒の感想をもとに考える。

といった内容を、また、美術科の授業の流れとしては、

(1) 生活の中のデザインについて考える、題材の理解

(2) 単位形のアイデアスケッチ、配色、構成の基本学習、コンピュータ操作の理解

- (3) (コンピュータを利用しての) 下絵作り
- (4) 制作
- (5) 観賞

といった内容となった。具体的には、正方形の1区画を基本ブロック(単位形)として、これを6×6個並べたものをハンカチのデザインにするという美術科の授業(3)を最終的な目標作業として、その直前の数学科の授業において、その単位形の置き方を図形の移動として学習する(2)という部分を、教育研究会で発表することになった。ここでのコンピュータ利用は、初めは数学科の授業のみで行なう予定だったが、途中から美術科での利用も行なうことにした。

## 4 コンピュータ利用の概要

今回作成したプログラムは、次のような特徴を持っている。

### (1) グラフィック機能を用いたシミュレータとしての使用

先に述べたように、今回の使用法は、グラフィック機能を用いたシミュレータとしての使用である。

授業場でコンピュータを利用することの利点はいろいろ考えられるが、今回のプログラムで利用しているのは、高速・大量のデータ処理という点と、グラフィック機能である。すなわち、キーボードからの指定によってデータのおき方や色を即時に変更し、見やすい形にグラフィック化して画面表示するという使い方で、従来の黒板や教具では対応しきれない部分をコンピュータに受け持たせているわけである。

なお、前回までとは違ってネットワーク化は考えなかった。これは、一つには機種変更(8ビット機 PC-8801 → 16ビット機 PC-9801, 機器の基本機能の向上を考えて)のために、従来のネットワーク機器では対応できなくなった、という物理的な問題もあるが、以下に述べるように、プログラムが自主開発のため、我々の能力では対応できなかったという面がある。

### (2) プログラムの自主開発

本校では、従来、研究会でも他の場面(授業・CMI等)でも、プログラムの使用を教員側で決定した後、実際のプログラム作成は卒業生の協力者に依頼することが通常であった。このことにより、コンピュータに詳しくない教員でもコンピュータを利用できる可能性があるという長所があったのだが、他方、この方法を取った場合、

- (a) 細かい仕様の決定とプログラムの手直しのため、かなり頻繁に打ち合わせが必要となり、相互の時間的な負担やロスが大きい。
- (b) 使用中の突然のトラブルに対応できない。
- (c) 作成後のメンテナンス(バグの訂正・仕様の変更)が難しい。

などの問題点があった。また、本校数学科の若返りの時期にもあたっていたため、数学科の教

員全員がコンピュータに関われるようになるという方針を立てた。そこで今回は、プログラムを自主開発するという方向で上記の問題点を解決するとともに、我々教員のコンピュータ学習の一環としてもとらえることにした。

開発に当たっては、仕様を決定した後、部分毎に担当者を決めて分割開発し、最後にまとめる方法を取った。自主開発の結果、細かい仕様についても討議しながら決定していくことができるようになり、上記 (a) の問題点はほとんど解消されたといっている。

(b) (c)についても、期待された効果が得られるという感触をもっている。しかしその反面、開発に要するエネルギーの問題が発生したことも事実である。

### (3) プログラム言語として Turbo PASCAL を採用

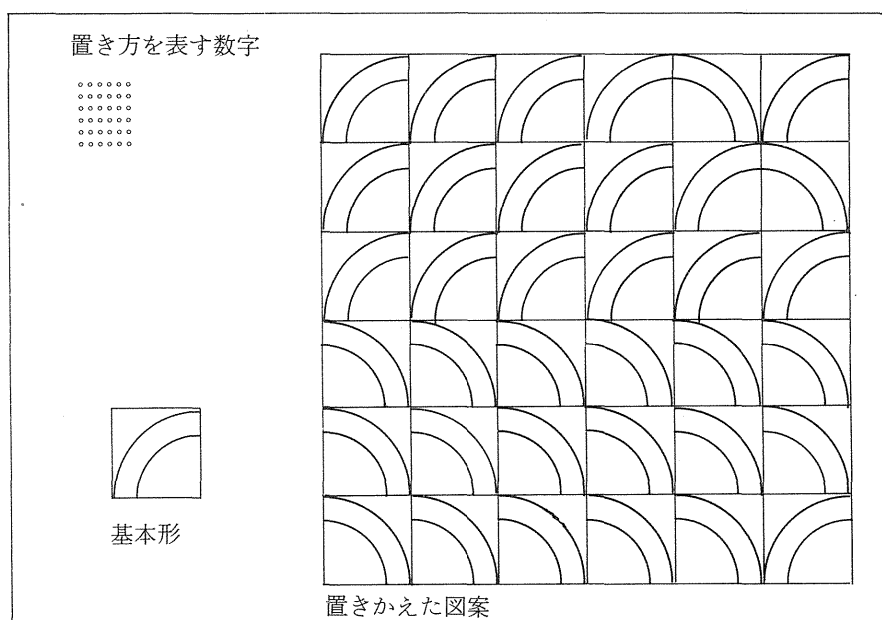
現在、パーソナル・コンピュータ用のプログラム言語としては BASIC (特に NEC 用の N88-BASIC) が普及しており、各種の文献で見られる CAI 関係その他のプログラムも BASIC で記述されることが多い。しかし、BASIC は言語仕様そのものが共同開発には向かないと考えられるため、今回は、プログラム言語として PASCAL を採用、現在のパーソナル・コンピュータ上で最も普及している Turbo PASCAL を使用することにした。この Turbo PASCAL の言語としての特長は、

- (a) プログラムを分割して構成する、いわゆるモジュール化に対応しており、共同分割開発に向いている。
  - (b) データ構造が豊富で、必要に応じて新しいデータ構造を定義できる。
  - (c) モジュール化に対応する言語の中では可読性が高く、他人の開発したプログラムが読みやすい。
  - (d) コンパイラ型言語 (プログラムをコンピュータが直接理解できる機械語に変換してから実行するタイプの言語) なのである程度の速度が期待できる一方、コンパイラ特有の操作の難しさが、あまりない。
  - (e) 他のプログラムで利用可能なサブルーチン群をライブラリー化することができ、開発が単発的にならない。
- などがあげられると思う。他方、欠点としては、
- (a) BASIC に比べると、市販の解説書等が少なく、学習しにくい。
  - (b) コンパイラ型言語という考え方が初心者には難しい場合がある。
  - (c) PC-9801 に対応したグラフィック機能が言語そのものにはなく、ある程度自分で開発しなくてはならない。

などがあげられるだろう。しかし、これらの欠点は主として初学段階での問題であり、結果的には Turbo PASCAL の特長を利用することで、当初計画したような共同開発がかなり簡単に実施できたと考えている。

これらの特徴に留意した上で、以下のようにプログラムの仕様を決定した。

今回の題材は図形の移動であるので「図形を移動した結果が画面上で確認できる」というのがプログラムの基本的な目的となる。先に述べたように、正形状の単位形を  $6 \times 6$  個程度並べたデザインの作成が美術科の最終的な作品である。従って、数学科の授業においてもこのデザインを実現するような移動をシミュレートすることが必要である。そこで、図のような画面をコンピュータ上に描き、左下の基本となる単位形と同じ物を右  $6 \times 6$  の全てのマス目に表示し、左上のマトリックスの数字をキーボードからの入力で変更することで対応する右のマス目の単位形の形（置き方）をかえることにした。このキーボードからの数字が後で授業の実際の所で述べる単位形の移動に対応している。このキー入力でさまざまな移動を画面上で簡単に行なえ、また、それを適当に並べかえることで、美術科のデザインの検討につなげようとしたわけである。



## 5 プログラム開発の実際

以上の授業構成・コンピュータ利用計画に基づいて、利用プログラムの作成にとりかかった。先に述べたように、このプログラム開発には本校数学科教員の学習という要素もあるので、4月以降 Turbo PASCAL そのものの学習と並行しながら開発を行なった。

当初は、授業そのものの構成について検討を行なっていたため、授業で使用するプログラムの仕様がある程度決まって実際にプログラムの作業に入ったのは、7月頃となった。この時点で問題となったのは、Turbo PASCAL が基本的には持っていないグラフィック機能をどのように実現するかという問題であったが、各教官が各種文献から情報を集め、ある程度独立に開発して結



果的に最良の方法を採用することにした。これは実際にはかなり困難な作業であったが、我々の言語そのものの学習という面では大きく進歩させる要因となった。

夏休みの後半の段階で、数学科の授業のための図形移動のシミュレーションを行なうプログラム（A）と、事前にそのプログラムで使用するデータ（単位形）を作成するためのプログラム（B）については一定の見通しが立った。先に述べたように、当初はこのプログラムは数学科だけの利用を考えていたが、この段階で、連携授業という点から美術科と検討を重ねるうち、美術科でも授業で利用したいという希望が出てきた。このため、当初は図形の移動だけを実現しようと考えていたが、美術科の授業ではやはり色の変更も必要ということで、結局、数学科の授業用には移動だけで単色のもの、美術科の授業用には移動と色の変更が可能なもの、と2種類のプログラムを作成することになった。

2学期に入ってから教育研究会までの期間は、上記プログラムAの使用感の向上と、プログラムBの機能向上を目指した。Aについては、この間、授業者を中心に何回ものディスカッションを重ね、画面の表示状態・入力方法等さまざまな点について検討を加えた。この段階で、当初あまりいまいなまま開発してきた細かい仕様が確定していったが、このように、使ってみてその仕様を変更できるという点が、今回のような自主開発の最大の利点であると、この時期には感じた。

最終的に、Aについてはとりあえず利用できると思われるレベルに達することができた。しかし、美術科の授業で利用する場合には、生徒が自分で考案した単位形を様々においてみる必要がある（数学科の授業においては事前に指定した図形の移動だけでも十分と考えていた）なので、上記AとBをドッキングさせることを試みた。しかし、これは両プログラム間の適当な移行方法を決めかねている内に時間がなくなり、残念ながら今回は実現できなかった。これについては、研究会以後も改訂を続けている。

このように、不十分なところを含みながらも、公開授業での使用に耐えられると考えられるプログラムが一応完成した。

## 6 授業の実際

実際の数学の授業は公開授業を含めて2時間の扱いで、あとは美術科の授業の中で下絵づくりから作品の完成・鑑賞までという流れで授業を構成した。

### (1) 前時の授業

図1のような美術作品を検討してみると数学で学習した3つの移動（平行移動、対称移動、回転移動）が使われていて、それらが組合わされて作品ができあがっ

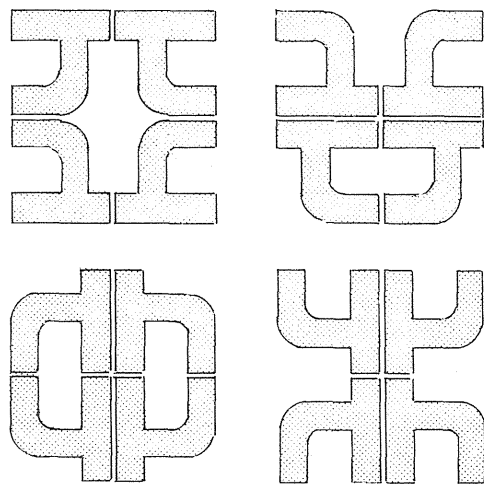


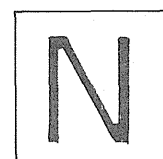
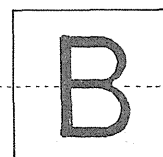
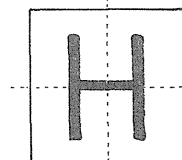
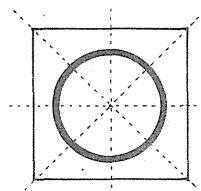
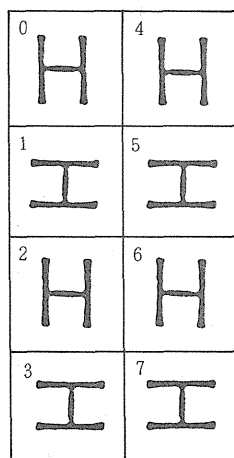
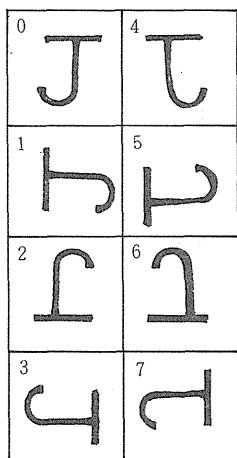
図1

ていることがわかる。作品の検討を通して一学期に学習した「3種類の移動」「移動の合成」について再確認し、正方形を基本のユニット（単位形）とすると配置のしかたが何通りになるかを考えた。

例えば **J** については次の図のように8通りの配置が考えられる。**J**<sup>0</sup> の図案を左向きに90°、180°、270°回転することによって **J**<sup>1</sup>、**J**<sup>2</sup>、**J**<sup>3</sup> の図案が得られる。また **J**<sup>0</sup> を縦軸によって対称移動すると **J**<sup>4</sup> になり **J**<sup>4</sup> を左向きに90°、180°、270°回転すると **J**<sup>5</sup>、**J**<sup>6</sup>、**J**<sup>7</sup> の図案が得られ計8通りの配置が考えられるのである。

ところが **H** について同じように考えてみると、次図から明らかなように2通り（**H**<sup>0</sup>、**H**<sup>2</sup>、**H**<sup>4</sup>、**H**<sup>6</sup>、が同じ、**H**<sup>1</sup>、**H**<sup>3</sup>、**H**<sup>5</sup>、**H**<sup>7</sup>、が同じ）の配置しか考えられない。

そこで、アルファベットの大文字を利用して8通り、2通り以外には考えられないのか。また基本ユニットがいかなる図案であるときに8通り、2通りあるいは他の場合になるのかを考えてくることを次時まで課題として前時の授業を終える。



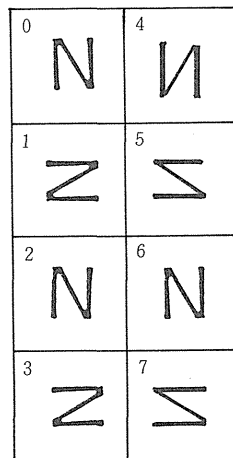
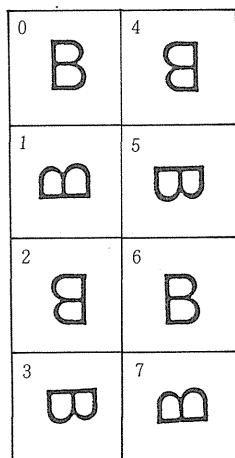
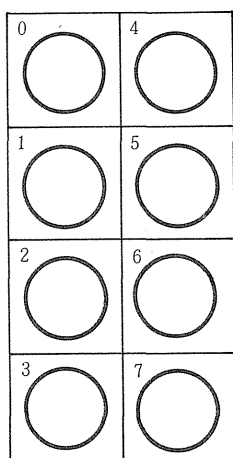
## (2) 本時の授業（公開授業）

前時の **J**、**H** の配置がそれぞれ8、2通りであったことを確認して、まずこれ以外の場合について考えた。

生徒からは **O**、**X** の配置が1通りであること、**B**、**N** の配置は4通りになることが報告された。

さらに、基本ユニットが自己対称性を持つかどうか、また対称軸の本数、点対称性の有無によって配置の数が異なることが報告された。

例えば **J** は自己対称性を持たないが **H** は右図から分るように対称軸を2本もつ。**B** は対称軸1本、**N** は対称軸を持たないが点対称である。**O** は4本の対称軸を持つことなど。

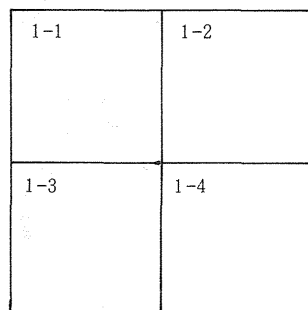


これらの考察により、基本ユニットが自己対称性を持たない場合は8通り、対称軸が1本または点対称である場合は4通り、対称軸が2本ある場合は2通り、対称軸が4本ある場合は1通りの配置が考えられることがわかった。

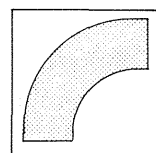
本日の課題は、教師が用意した基本ユニットを用いて  $2 \times 2$  マスデザインをつくることである。

そこでまず右図のような4マスに様々な基本ユニットを配置していくことで何通りのパターンがあるかを考えさせた。

□J のように自己対称性がない場合は各マスの配置がそれぞれ8通りずつあるのだから  $8^4 = 4096$  の4マスデザインが出来ること、□B のように対称軸が1本ある場合は  $4^4 = 256$  通りのデザインが可能であることを確認した。

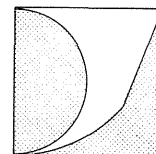


美術の授業の基本ユニットの下絵づくりで生徒が苦勞している所は、基本ユニットを何枚も組み合わせていくことでどのような図案が描けるのかが容易にイメージできないことである。 $2 \times 2$  の4マスの配列だけで、何百、何千の場合が考えられるのであるから、手描きの作業で試行錯誤的に全体構成を考えることは大変な作業になる。



そこで、自己対称性のある基本ユニットと自己対称性のない基本ユニットを2種類用意して4マスデザインを実際に作ってみる作業に取り組んだ。

4～5人のグループにコンピュータ1台、また1人1人に透明なOHP用プラスチックシートに印刷された基本ユニットを4枚ずつ用意した。



ディスプレイに写し出された2種類の基本ユニットのいずれかを選び、0から7までの数キーを押すと右図のような図案で4マスが埋められデザイン

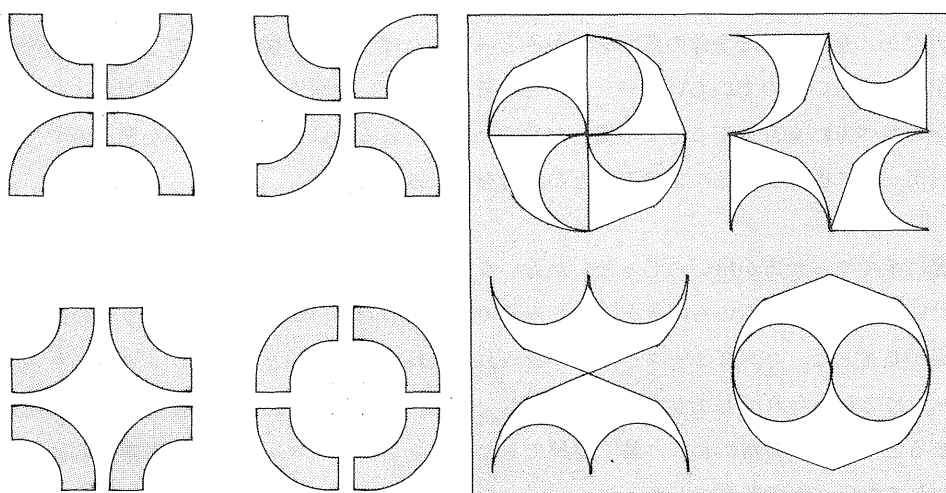
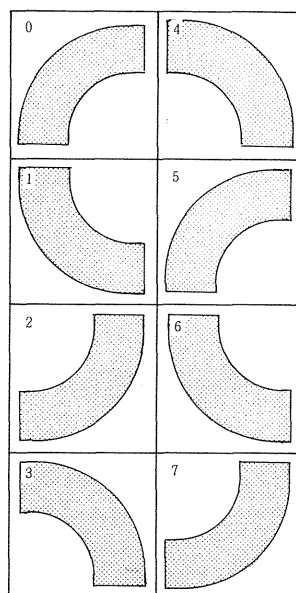
ができ上っていくわけである。

単純な基本ユニットから予想外のデザインが描き出されることに驚きながら、様々な組み合わせに取り組んだ。2つの基本ユニットの組み合わせ事例としては下図のようなものがある。

0～7の数キーを押すときにどの番号とどの図が対応するのかがはっきりせず机の上にOHPシートを並べてそれを見て確認しながら数キーをたたいている生徒も多かった。

この授業の後に行なわれた美術の授業について簡単に触れておこう。

美術の授業では、班の中の1名の生徒の基本ユニットをあらかじめ教師がコンピュータにうちこんでおき、それを6×6マスに埋めていき、さらにそれに色をつけていくという作業に取り組んだ。単純なキー操作で、瞬時に6×6マスにうち出されるデザインに一喜一憂しながら、楽しそうに作業に取り組んでいたのが印象的である。



## 7 評価

数学の学習が美術の作品づくりにどう役立てられたか、コンピュータが数学、美術の今回の授業に有効に機能したのかどうかを中心に、何人かの生徒の感想、意見を紹介して評価にかえた。

K. O

図形を回転させたり、裏返したりしたあとの図形を頭の中に描くのはとても困難でありコンピューターの利用により作業がとても楽になった。また色の組み合わせや、周囲の図形のつながりを考えるのもコンピューターを利用しないと非常に難しいと思う。回転させたり、裏返したりすることによってつながりが面白くなるような図形を考える上で数学の授業が非常に役に立った。

T. K

今回のハンカチ作りは単位形をつくるのには苦労しなかったが、単位形の組み合わせ方と色を配分するのに苦労した。コンピューターを使った時は、落ちついて考えるほどの時間がなかったが模様を作る点では非常に役立った。僕の単位形の場合、 $180^\circ$  回転すると元の形になる図形だったので全部で4種類。その中で図形をつくったからパターン数が少なく選ぶのは困難だった。

H. S

私はコンピューターをいじれなかったのだが、単位形の並べ方や色の組み合わせは、実際の作業段階で考えながら十分出来たので、コンピューターが特に役立つとは思えない。しかし数学の対称図形分野とは結びついた。図形を何度回転させるとどんなふうになるか？とかどの性質の図形をどうすると対称になるかなどを勉強したので、自分の図形の性質を知ってどうすると効果的かだいたい予想ができた。

N. A

コンピューターの利用ははっきり言って作品づくりに役立っていないと思う。まずパターンの並べ方だが、全員がほぼ全体の感じをつかみとっていたはずだし、僕のように全体から単位形を見出した人もいるのでいちいちパソコンでやることはないと思う。また色付けだが、これはパターンの並べ方にも言えることで不慣れな数字などでいれるのはかえって効率が悪いので、せめてキーボードに色付きシールをはるなどの設計をして欲しかった。

N. G

実際に手でやった方が早いんじゃないかという気もしました。色がパッと変わってくれるのはありがたいのですが、いろいろ向きを変えてみるのにいちいちキーボードで番号をうつのは少し面倒な気がしました。コンピューターが数字を入れなければ動かないというブラックボックス的なイメージにとらえられてしまうのではないのでしょうか。数学がやった単位形の形によって何通りか決まるというのは非常にわかり易く便利でした。がコンピューターでやった作業内容にそれがあらわれてないようで残念でした。

K. M

授業の前は、パソコンの操作が難しく、普段の数学の授業でパソコンをいじる時みたいに全然分らないだろうと思っていたのであるが、今回の操作は非常に簡単なので良かった。

S. B

1 班にパソコン 1 台ではいじれない人が出てくるから、せめて 2 人に 1 台それも時間をかけて

利用できるようにして欲しい。でも他の人のいいデザインを見れたことは良かった。パソコン授業自体は楽しめるしよく分るのでとても良い。

## 8 まとめ

以上のような経過で今年度の教育研究会での公開授業を行なった。これをコンピュータ利用という観点から見てどう評価できるかという点を考えてみたい。

上記のような生徒の感想に見られるように、「使用感」という点では依然問題があるように考えられる。単位形の置き方や色を変更するのに、それを数字に置き換えてキーボードからそれを入れる。置き方・色→数字→キーボード という操作には確かに違和感が生じる場合が考えられる。この利用者とコンピュータのかかわり方（マン・マシン・インターフェースというべきか）の問題は、従前の本校での使用経験においても常に問題であったし、今後も検討されるべき課題であると考えられる。たとえば、一部機械に用いられているようなマウス等の使用なども考慮されてよい。しかし、今回の場合は、数字の規則性を基に図案の規則性を作ることができたり、でたらめな入力によって思いがけない図案ができたりという効果があったことも付け加えておきたい。

また一方、過去の教育研究会等で指摘され、本校数学科としても留意すべきであると考えていた「コンピュータで得られた結果の正当性」という問題は、今回は発生しなかったように思う。というのは、今回の題材では、手による操作でも実現できる作業をコンピュータ上で行なったのであり、操作の結果の確認は易しい。このような、本来時間をかければできる作業をコンピュータの利用ですばやく行ない、かつ結果の確認が易しく有効、という題材を探していくことがコンピュータ利用の検討という点では一つの方向であろうかと思われる。

最後に、プログラムの自主開発については、それだけのエネルギーをかける必要があるかという疑問もないではない。今回の場合、初めての経験でもあり、教師側の学習としてとらえれば、それなりの意味があったという気がしている。少なくとも、共同開発という点について今後も十分可能であるという感触が得られたことが、我々にとっては大きな成果であったように思う。