

# Geometric Constructor マニュアル vol.4

## ( 上級編 )

448 愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢1 愛知教育大学 数学教室 飯島康之

E-mail : yijima@aecc.aichi-edu.ac.jp

### 0 . はじめに

この上級編は，Geometric Constructor を含めた各種の作図ツールを使って論文作成や研究授業をしてみようと思われる学生，院生，現場の先生方やGeometric Constructor のセットアップの工夫，ソフト，ハードの選択・組み合わせの工夫をしようと思われる方々，教育用ソフトの開発やその支援を行おうとしている方々を念頭に置いています。

---

### 目 次

---

## 1 . Geometric Constructor を開発する上で考えているソフトウェア観

### 1.0 この章を書いた理由

- 1.0.1 「姿勢」を再考すべき時期にきている
- 1.0.2 ソフトに関わる様々なことに不満を感じる人が多い
- 1.0.3 ある学会での経験
- 1.0.4 公的機関で行われる講座について感じる事
- 1.0.5 教育用ソフトまで98に偏ることの不自然さ

### 1.1 ユーザーが支え，発展させるものとしてのソフトウェア観

- 1.1.1 「備品」あるいは「消耗品」としてのソフトへの疑問
- 1.1.2 工業製品としてのソフトへの疑問
- 1.1.3 教育でのコンピュータ利用に対する私的イメージ
- 1.1.4 ソフトを支えるユーザー文化
- 1.1.5 ソフトを売るとは文化環境を売ること，しかしそれは商品か(?)
- 1.1.6 教育用ソフトに必要な原則としての「アクセス可能」
- 1.1.7 ソフトは無料であるべきではないという理由
- 1.1.8 教育的な，あまりに教育的な存在としてのソフトウェア

- 1.2 教育研究・実践のプラットフォームとしてのソフトウェア
  - 1.2.1 教育研究・実践とその相互交流を可能するためのプラットフォームとしてのソフトウェア
  - 1.2.2 複数のプラットフォームの存在
  - 1.2.3 教師にとっては、すべてに精通している必要はない。
  - 1.2.4 ソフトとの付き合い方
  - 1.2.5 重要な二つの課題 - ソフトの問題と教育研究の問題 -

## 2 . ソフトウェアと教育研究をどう育てるか

- 2.1 ソフトウェアを教育研究・実践のプラットフォームとして育てるために
  - 2.1.1 「意図」がなければソフトは育たない
  - 2.1.2 使えるデータの蓄積
  - 2.1.3 教材，指導法，ワークシートなどの関連資料の蓄積
  - 2.1.4 教育理論の整備
  - 2.1.5 プラットホームでの作業の整備 - ソフトの改良，ツールの開発等-
  - 2.1.6 使える環境の拡大
- 2.2 コンピュータ利用が生む教育研究の源泉
  - 2.2.0 必要性を感じた人がやらなければ誰もやらないままになってしまう
  - 2.2.1 ソフトは教授 = 学習の環境を変えてしまう。
  - 2.2.2 解くための道具を変えてしまう。
  - 2.2.3 活動を変えてしまう。
  - 2.2.4 教師自身が，数学を「する」経験を実感することができる。
  - 2.2.5 追究の可能性を潜在的に拡大しているので，意図的な指導なしでも，生徒が様々な発見をしてしまう可能性がある。
  - 2.2.6 教育内容やカリキュラムの再検討が必要になる。
- 2.3 作図ツールの「一つ」としてのGeometric Constructor
  - 2.3.1 ソフト群を全く分離して研究することの不毛性
  - 2.3.2 作図ツールという概念
  - 2.3.3 Geometric Constructor 以外の作図ツール
  - 2.3.4 作図ツールの分類
  - 2.3.5 比較のための研究課題

## 3 . Geometric Constructor における研究のためのデータ収集・整理の方法論

- 3.1 Geometric Constructor における記録可能なデータの種類
- 3.2 記録のための目的
  - 3.2.1 いろいろな図形を保存する

- 3.2.2 自分の探究の経過が分かるように記録する
- 3.2.3 問題集を作る
- 3.2.4 生徒の記録を取って分析する
- 3.2.5 スナップショット機能
- 3.2.6 論文などで使う図をまとめて保存する
- 3.2.7 オンラインヘルプ文書をカスタマイズする
- 3.3 よりよい収集・整理のためのヒント

#### 4 . 研究のための基礎資料

##### 4.1 Geometric Constructor に関する文献表

- これまでの研究の経過と文献案内 -

##### 4.2 作図ツールに関する文献の分類

- 4.2.0 はじめに
  - 4.2.1 サーベイ
  - 4.2.2 数学教育にとっての研究課題
  - 4.2.3 作図ツールの概要
  - 4.2.4 作図ツールの設計・ソフトの思考への影響
  - 4.2.5 ソフト開発の現場
  - 4.2.6 既存の教材等からの分析
  - 4.2.7 自分の思考プロセスの分析
  - 4.2.8 課題学習等のための問題の収集
  - 4.2.9 大学生等の思考プロセスの分析
  - 4.2.10 授業分析 (含プロトコール等)
  - 4.2.11 学習環境・教具の比較
  - 4.2.12 教材化や授業化のプロセス
  - 4.2.13 授業実践例
  - 4.2.14 文献紹介

#### 5 . Geometric Constructor から見たハードウェア各論と環境設定

##### 5.1 Geometric Constructor の対応機種と互換性

- 5.1.1 対応機種
- 5.1.2 データの互換性
- 5.1.3 操作環境の互換性
- 5.1.4 解像度の違いへの対処の仕方
- 5.1.5 機種ごとの問題点, 使えない機能

##### 5.2 Geometric Constructor の利用形態別の考察

- 5.2.1 フロッピィ 1 枚のみでの運用
- 5.2.2 フロッピィ 2 枚での運用

- 5.2.3 ハードディスクでの運用
- 5.2.4 フロッピーとRAM ディスクでの運用(MARTYの場合を中心に)
- 5.3 ハードディスク等へのインストールについて
- 5.4 コンピュータ本体の特徴
  - 5.4.1 9801系(NEC)
  - 5.4.2 9801系 (エプソン)
  - 5.4.3 FMR-50 ( F M系全般を含む )
  - 5.4.4 FM-TOWNS
  - 5.4.5 FMR-60/70/80
  - 5.4.6 MARTY
  - 5.4.7 DOS/V 系 (PC/AT 互換機)
- 5.5 メモリ
  - 5.5.1 要約
  - 5.5.2 重要なのは空きコンベンショナルメモリ
  - 5.5.3 Windows 用に設定している場合の問題点
  - 5.5.4 一つの解消方法としての、複数のCONFIG.SYS
  - 5.5.5 DOS6.2とUMB の活用
  - 5.5.6 EMS メモリの利用
- 5.6 CONFIG.SYSの構成と必要なドライバ
  - 5.6.1 9801系
  - 5.6.2 FM系
  - 5.6.3 DOS/V 系 (日本語環境)
  - 5.6.4 DOS/V 系 (英語環境)
- 5.7 DOS ( 未完成 )
  - 5.7.1 それぞれのバージョンの基本的特徴
  - 5.7.2 NEC 98系MSDOS
  - 5.7.3 NEC 98系MSDOS とマウスドライバの相性
  - 5.7.4 富士通 FM 系MSDOS
  - 5.7.5 富士通 TOWNS-OS
  - 5.7.6 DOS/V MS-DOS
  - 5.7.7 DOS/V PC-DOS
- 5.8 日本語FEP ( 未完成 )
  - 5.8.1 9801系
  - 5.8.2 FM系
  - 5.8.3 DOS/V 系
- 5.9 プリンタ
  - 5.9.1 プリンタに関する簡単な覚書
  - 5.9.2 カラーコピーの取り方

## 6 . Geometric Constructor のバージョンアップとサポートについて

- 6.1 Geometric Constructor の配付形態
    - 6.1.1 基本的留意点
    - 6.1.2 配付経路
    - 6.1.3 バージョンアップのサイクル
    - 6.1.4 情報・資料の配付形態
    - 6.1.5 登録済の公共機関のライブラリ（登録順）
  - 6.2 Geometric Constructor のバージョンアップ
    - 6.2.1 バージョンの決め方
    - 6.2.2 バージョンアップ情報
    - 6.2.3 バージョンアップの方法
    - 6.2.4 送金方法
  - 6.3 Geometric Constructor のサポート
    - 6.3.1 基本方針
    - 6.3.2 愛知教育大学公開講座とG C通信
- 

本マニュアルは、Geometric Constructor ver.4.9C(95.1.10版) を基に作成しています。それ以降のソフトの改良に対応して文書の改変が必要な場合は、フロッピーの中に README.GC ファイルとして保存していますので、それを参照してください。

## 1 . 0 この章を書いた理由

### 1.0.1 「姿勢」を再考すべき時期にきている

「マニュアル」の中で、こういう章を設けることに奇異感を持たれる方もいらっしゃるかもしれませんが。しかし、「上級編」を作るとしたら、技術的なことではなく、この章に書いているような内容をいろいろと議論してみたいと思っていました。と言いますのは、数学教育あるいはより一般的に、教育の中でのコンピュータ利用を進めていく上において、我々にとってコンピュータあるいはソフトウェアというものとどのように付き合っていくべきか、その姿勢を検討しなければならない時期になってきているからです。

実際、私がこのGeometric Constructor というソフトの開発を始めた1989年頃と現在では、大きく環境が変わってきています。学校へのコンピュータの本格導入はすでに完了しましたし、それに伴って、ユーザーの層も大きく変わってきています。そして、ユーザーの考え方も変わってきています。また、市場が確立するのに伴って、市販ソフトの数も大きく増え、学校の側でもある程度の予算をソフト用として確保できるようになってきました。数年前には、「ソフトがない」という声がとても大きかったのですが、おそらく、数年後には、多少食傷気味になっているほどソフトは氾濫することになるでしょう。そのような先を見通すことも含めて考えてみると、ソフトが持っている本来の意味をどう考えるかということが不可欠になってくると思うのです。

### 1.0.2 ソフトに関わる様々なことに不満を感じる人が多い

また、別の観点から言いますと、ソフトの在り方、またソフトそのもの、あるいはソフトに関連する研究等についてしばしば不満を感じることもしばしばあります。それらのことも多少念頭に置いて書きました。

たとえば、私自身は、安価なソフトを提供するためにGeometric Constructor を配付しているわけではありません。もちろん、中には安価なソフトを探してこのソフトを知られた方もいるかもしれませんが、そのことをとやかく言う積もりはありません。ユーザーの方々に喜んでいただければ、そのことだけでとても嬉しい気持ちになることが多いのですが、同時に、もし可能であれば、その趣旨等を理解していただければと思うのです。

このソフトは、教育研究と教育実践を目的として開発・配付しています。その背景には、コンピュータ利用をより着実なものにしていくためには、数学教育としての研究をより深く、より広く行うだけでなく、より多くの人に関われるものにしていく必要性を感じているからです。

表現はおかしいかもしれませんが、私自身は、「Geometric Constructor というソフトのための研究」を行っている積もりはありません。どのソフトがいいかということは、利用する先生方の選択に任せればいいことですし、自然淘汰に任せる方が、最善の結果をもたらすはずだと考えています。むしろ、ユーザーの視点あるいは授業者の視点から、もの

を考えていく方が、個々のソフトに依存しない研究成果、あるいはソフトが変わっても移植できるようなノウハウ、あるいはソフト同士を比較したり、よりよいソフトの開発するための視点を生み出すことができるはずではないかと考えています。

しかし、実際に見受けられる各種の研究発表、ソフト開発等を拝見していると、残念に思うだけでなく、時には腹立たしくなることを感じることもさえます。

例えば、あるソフトに関する研究発表において、先行研究はそのソフトに関するものしか扱わないということがよく見受けられます。もちろん、環境が変われば、学習活動等様々なものが変化しうる可能性はあるのですが、授業者の観点から考えれば、むしろ共通することの方が多くはないかと思うのです。研究が、販売促進のための活動として行われることもときにはあるのですが、そのような研究は企業の開発者あるいは企業の利益と大きく関わっている人にだけ任せればよいことであって、数学教育研究としての研究を行う際には、より多くの情報を收拾し、相互に刺激しあうネットワークを形成することの方が結局教育現場にとって有益ではないかと考えるのです。

もっとも、実際の開発に携わっている人と議論する場合には、かなり自由に、そしていろいろなソフトのことを引き合いにして議論できることの方が多くのように感じています。こう改良したらいいんじゃないなんていうようなアドバイスはさすがにしません、開発・営業と研究は別であって、研究はかなり自由に行えるものという印象があります。また、欧米の論文を見る場合、他のソフトに関する論文を引用している場合は決して少なくありません。しかし、研究発表や論文を拝見する限り、「どうして日本はこうなんだろう」と思うことが少なくないのです。

### 1.0.3 ある学会での経験

ある学会での発表のときに、こういうことを経験したことがありました。このソフトと同様（と言うとまた怒られるかもしれませんが）のソフトに関する複数の口頭発表を行い、それらに関してまとめて質疑応答を行うという場面がありました。ある質問に対して私は、「この種のソフトは..」というような趣旨で応答をしたのですが、別の発表者の方は、「一緒に扱わないでほしい」というような趣旨のことを話され、驚いた経験があります。私の発言内容に意にそぐわない部分があり、それを非難する代わりに「一緒にするな」と発言されたのかもしれませんが、同じような学習を支援しようとしている複数のソフトがあったときに、一般論として共通することを検討するのではなく、個別のソフトごとの内容として扱うという考え方には、今だに納得がいかない次第です。

### 1.0.4 公的機関で行われる講座について感じること

また、公的機関によって開催される講習会等で、ソフトの紹介等を行う機会があるようですが、往々にして、発表者が関わっている一つのソフトだけにしか言及しない場合が多いようです。私はこのGeometric Constructor も紹介すべきだなんていうことを主張するつもりはありません。何を選択するかは主催者の判断の問題です。「入手のしやすさとアフターケアの問題」を考えて市販のソフトの限定するののも一つの手だと思うのですが、最低限複数のソフトを紹介することが、公的機関が行う場合は必要だと思うのですが、いかがでしょうか。

#### 1.0.5 教育用ソフトまで98に偏ることの不自然さ

さらに、最近は多少事情は緩和されたのではないかと思うのですが(Windows上のソフトの場合は根本的に解消されますが)、開発されるソフトを見ていると、非常に多くのものが、98でしか使えないという状況がありました。研究開発用としてならば構わないのですが、「学校で使ってもらおう」という目的で作るのならば、最低限、FM-TOWNS/R-50系で使えることが必要と思うのに、そうしていない状況が続きました。ソフトの問題は、「いかに使ってもらおうか」というユーザーの視点が一番重要だと思います。隣の学校でいいソフトがある。では、この学校も使おう、と思ったときに、機種が違うからだめというようなことは、困ったことです。あるいは、そういう状況のときに、類似のこのソフトならある程度のことはできるからそうしたらいいんじゃないというようなユーザーの知恵が必要になります。

そういうようなことをいろいろと考えると、「ソフト」というものは一体どういうものなのかということ、いろいろな角度から考える必要が出てきましたし、それはユーザーの方々にとっても、ある程度ソフトとの付き合いに慣れてきたの方々にとっては共通することではないかと思うので、ここにまとめてみることにしました。

なお、このマニュアル以外でも、特定研究報告書の原稿などでも書いていますから、関心がある方はそちらもご覧ください。

## 1.1 ユーザーが支え、発展させるものとしてのソフトウェア観

### 1.1.1 「備品」あるいは「消耗品」としてのソフトへの疑問

通常、ソフトを購入する場合、どのような扱い方がされているでしょう。消耗品として扱ったり備品として扱ったりするようです。しかし、どちらにしても、ソフトウェアの特質をあまり表現していないのではないかと思います。

第一に、「消耗品」でしょうか。日進月歩の分野ですから、「消耗」と言えないこともないのですが、基本的に「消耗」するはずがない製品です。（実際、それなりの機能で十分満足してしまっている場合には、バージョンアップで肥大化したものよりも以前のバージョンの方が使いやすいようなこともあります。）

では、備品でしょうか。価格から見ると、十分「備品」として記録し、管理する価値がありそうですが、これもやはり違和感があります。通常の備品以上に、「使って初めて意味がある」ものであり、「管理」することよりも、いかに「使いやすくするか」が重要だからです。また、プロテクトの存在を考えると「備品」的な性格が目につきますが、本来は、そのようなものをかけること自体がナンセンスであって、簡単に複製ができること、自分なりの工夫ができることなど、様々な工夫ができるはずの部分を、わざわざ不可能にしているわけです。

結局、ソフトはソフトだとしか言いようがないところがあるのですが、商品としてのソフトを考えた場合には、少なくとも、以下のものが付随していると思います。

- (1) フロッピィ、マニュアル等の「モノ」に対する対価
- (2) 購入し、利用することによって行われる処理に対する対価
- (3) テクニカルサポート
- (4) バージョンアップ等の様々な情報の提供

### 1.1.2 工業製品としてのソフトへの疑問

以上の点も元にして、「ソフトは工業製品だ」という立場に立って考えてみるとしましょう。この考え方は、それを開発し、製品化する側の論理としては、非常に妥当な考えといえるでしょう。そして、これまでの工業製品と比べると様々な点で相違があることから、非常に興味深い産業の一つと言えるでしょう。

しかし、観点をユーザーの立場に切り換えて考えてみると、工業製品としての存在だけに意味があるのかどうか、非常に疑問に思えます。

たとえば、(2)の項目として「利用することによって行われる処理に対する対価」を挙げましたが、これらは単に「省力化」を生むだけではありません。人間が今までしていた仕事の内容を変えることによって、様々な仕事の内容が実質的に変化します。今までの仕事から、これからの仕事はどうあるべきか、いろいろな議論と検討が必要です。それらも含めた可能性を、ソフトは売っているはずなのですが、実際には、ソフトハウスは、そこまでの責任を負ってくれているわけではありません。しかし、ユーザーにとっては、そこが最も大きな問題なのです。

### 1.1.3 教育でのコンピュータ利用に対する私的イメージ

観点を変えて考えてみましょう。備品や消耗品でなく、「ソフトはソフト」というときに、大体どういうことをソフトに対して要求しているのでしょうか。私自身が教育現場で使われるソフトに対して考えているのは次のような項目です。

- (1) コピー機のような存在（誰でも使える道具）
- (2) 教具開発機械としての道具
- (3) 人間が自分の世界を構成するための道具
- (4) 各自の様々な追究が可能であり、それを再体験しやすい環境
- (5) 放っておいても学習しうる環境
- (6) 研究・実践の成果を相互交流させやすい環境

### 1.1.4 ソフトを支えるユーザー文化

以上の見方が妥当かどうかは分かりませんが、少なくとも「備品」あるいは「消耗品」としての性格だけで十分なのは、(1) だけです。つまり、重要なポイントは、コンピュータは確かに道具なのだが、それは、「思考のための道具」であり、また「コミュニケーションのための道具」という性格が非常に強いということです。

ですから、ソフトを生かすも殺すも、「どう使うか」、「それを使ってどんな世界を生成し、そこでどう楽しむか」に大きく係わっているのです。これは、通常の道具、あるいは「備品」、「消耗品」として扱われる通常の物品と大きく異なる点です。

つまり、それなりの市民権を得たソフトの実体とは、フロッピィに保存されているプログラムのことを指すだけではありません。また、そのソフトによって仕事がどれだけ軽減されるかということまでだけを指すのでもありません。もう一つ大きな存在は、ユーザーです。ユーザー間の対話、ユーザーが広げようとしている世界など、広く言えばユーザーが形成している文化の総体がそのソフトの実体なのです。

ソフトを売っている立場から見たときの4つの項目を挙げましたが、より本質的な項目としては、

- (5) そのソフトに関するユーザー文化への参加があるのです。

### 1.1.5 ソフトを売るとは文化環境を売ること、しかしそれは商品か(?)

先程の、「ソフトは工業製品か」という問いに戻りましょう。そうではない要因があるという意味は、この(5)が非常に大きいからです。だからこそ、高い対価を払ってでも、いいソフトを買いいたいと思うわけですし、そういう環境としてお粗末なものは、ただでも貰おうとは思わないわけです。

さて、ここで、大きな問題が生じます。そういう存在としてソフトを捉えたときに、それは「商品」として扱われるべきものかどうかという問題です。あるいは、「商品」として扱われるとしても、その価格はどの程度であるべきかという問題です。あるいは、ユーザーの立場から考えると、適切な料金を払うことは認めるとして、どんな環境が整備されることを望むかという問題です。

### 1.1.6 教育用ソフトに必要な原則としての「アクセス可能」

また、「教育」で使われるソフトであるならば、私自身が設定したいと思っている原則に、「アクセス可能」ということがあります。少なくとも、「使ってみよう」と思っている人は、簡単に「使える」ことが保証されている必要があると思うのです。特定の機種、特定の環境でしか動かないようなソフトは論外です。高すぎる価格も、結果的に、使える人を制限します。逆に、ソフトが「無料」であるとしても、そのために、そのソフトの入手がしにくかったり、あるいは情報を入手しにくい場合も使える人を制限します。たとえば、パソコン通信でダウンロード可能なソフトもいくつかあるようです。しかし、私はパソコン通信をしたことがないので、指をくわえているしかありません。同様の先生方は決して少なくないと思います。パソコン通信での課金が障害なのではありません。「それをできるようになる」ための様々な労力や時間等が必要なのです。結局、「いつもネットの情報に目を光らせている先生」がいる学校では、そのようなソフトを使うこともできますが、そうでない学校にとってはいくら経済的な負担は少なくても、実質的には「アクセス不可能」なソフトなのです。

また、アクセス可能にしたい対象は、ソフトそのものだけではありません。それを使うための様々なノウハウや、それに関する資料、あるいはユーザー間の情報交換など様々なものがあります。それらの総体をどのように整備していくかが重要な問題なのです。

### 1.1.7 ソフトは無料であるべきではないという理由

「初級編」の中でも、「ソフトは無料であるべきだなどとは思っていない」という考えを述べました。その理由をもう少し詳しく書いておきましょう。

一言で言えば、そういう環境はただでは買えないし、また管理もできないということです。郵送費や電話代などの通信費程度でさえ、かなりの経費がかかります。資料の作成にしろ、配付にしろ、かなりの労力と時間と経費がかかります。それらについても、できるだけアクセス可能であるためには、それなりの流通経路に乗せる必要があります。そうでないと、「行けばあるはずだけれども、知っている人しか知らない役所の業務」と同じになってしまい、結局、アクセス可能なのは、特殊な知識を持っている人や（パソコン通信などの）特殊な技能を持っている人だけになってしまうのです。

特殊な人だけのものではなく、不特定多数の人々に提供するためには、一般に流通経路に乗せることが最適です。実際、「書店」で扱うことができるというだけで、日本全国どこの本屋で注文しても入手可能になります。また、本に関するデータベース等を調べれば、検索することもできます。「本」としての流通に乗せることができれば、原則として輸送コストは必要なくなります。公共機関のライブラリ等では、すべてのデータを平等に「一覽」できることの方が重要ですが、「流通」の場合は、需要の大きさに比例した情報の提供がなされます。これから選択しようと思っている先生方（＝消費者）にとって、よりの確な情報が提供されるわけです。

一般に、「商品」という言葉は、「利益」を連想させますが、このような事情から、「商品」として成立させることは、「利益を得る」こと以前に、不特定多数の人のアクセスを可能にするという意味で非常に意味があることなのです。

しかし一方で、当然のことですが、「流通経路」に乗せるためには、「商品」でなけれ

ばなりません。流通業者にとって「利益」が出るものでなければ扱ってくれません。また、価格がそれなりに低いものでなければ「購入」してもらえません。しかし、価格をそれなりに「低くする」ためには、かなりの数のものが販売可能でなければ不可能です。

当然のことながら、「売れる」かどうかは事前には分からないことであり、「商品化」するということには、それなりのリスクと経費（資本）がかかるわけです。

そういうものの総体をそれなりに用意できるようにしていくためには、結局ソフトは無料などではあるべきでないのです。

そしてもう一つ重要なのは、教育用ソフトの開発を一つの市場として確立させる方が、教育にとって有意義だということです。経済効果があれば、各種の専門家が、「仕事」として関与できる可能性を広げます。また、市場原理を導入するということは、ソフトに「自然淘汰」の原理を導入することにもなるでしょう。「商品」としての情報は、これまでの情報よりも必要性が高く、重要なものをより多く提供されるでしょう。

もちろん、市場化に伴って、資本の大きいものが有利になるとか、いいものなのに市販化されていないので注目されにくいというような望ましくない傾向ももたらすかもしれません。しかし、通常の工業製品とは違う特質があること（複製の経費がほとんどかからない等）、流通ルートとPDSなどのルートとは併存可能なことなどを考えると、積極的に市場化を考える方が適していると思います。

#### 1.1.8 教育的な、あまりに教育的な存在としてのソフトウェア

話が少し横に逸れたような気がしますので、元に戻しましょう。私は、ソフトウェア開発あるいはコンピュータ利用などは、非常に「教育的」なものを多く内包していると思います。そして、もしかしたら、これまでの意味での「教育的」ということと多少違った意味での「教育的」なものを内包しているのではないかと思います。それらの点について、簡単に触れておきたいと思います。

##### (1) 非教育的な場面の生成と教育的配慮の必要性の生成

コンピュータを使っていると、非教育的な場面に遭遇することが多いように思えるのは、僕だけでしょうか。なんて不親切なソフトだろう、なんて分けの分からない機械だろう。ここがもう少しこうなっているだけでかなりよくなるのに、なんていうことが日常茶飯事なのがコンピュータです。そういう意味で、コンピュータほど、教育的配慮の必要性を感じる機械はないと言ってもいいと思います。

##### (2) 教師はいない

もう一つの大きな要因は、学校のような「教師」というものはいないということです。これは驚くべきことです。教育学の世界では、「社会の教育的機能」とか、「社会の学校化」など、様々な概念が取り上げられてきました。「脱学校化」というものもあります。しかし、教育的なことに関する内容は、結局学校の存在をぬきにしては考えられません。もちろん、学校で扱えないような内容、学校で扱うにはあまりに個別的で個性的な内容も数多くあったのは事実ですが、そのような、いわば人生観に係わるような内容とコンピュータが扱う内容はむしろ正反対のように見えます。コンピュータが扱うような内容は、教師

を用意しようと思えばいくらでも用意できるような内容なのです。しかし、それにも係わらず、そういう教師は「いない」のです。

#### (3) テキストやマニュアルはない方がいい

では、教科書はあるでしょうか。確かに「マニュアル」という代物があります。しかし、今のマニュアルに満足している人はどれだけいるのでしょうか。仕方なしに読んでいますが、隣の人に聞けばその方がいいに決まっています。読まなくても分かるのなら、その方がいいに決まっています。要するに、少なくともいわゆるマニュアルは、「ない方がいい」のです。あるいは、なくても分かる方がいいのです。

#### (4) 放っておいても分かるべきもの

このような状況の中に、一つの究極の教育像を実践可能な可能性があるのです。つまり、意図的な教育をすることなしに、教育してしまうことです。「できるだけ教えない」というのは、教育現場では当たり前のことのひとつではありますが、それも教師がいての話です。コンピュータが置かれている環境はもっと過酷です。テキストなどはそれなりに準備するとしても、それを前提にははいけません。取り合えず、触っている人に、それなりに理解してもらえるようなもの、利用者がいつの間にか教育されるようなもの、そういうものでなければならないのです。

これはかなり無理な要求のような気がします。しかし、優秀なゲームならば、お金を払ってでも自発的に使うではありませんか。最近のゲームはとても複雑です。それらは「ゲームだから」という理由で子どもに支持されているわけではありません。実際、売れなくて困っているソフトなど掃いて捨てるほどあるのです。そして、うまく設計されたゲームほど、それなりの「教育的(?)」設計がきちんと施されているのです。

このような、「放っておいても分かるべきもの」としてのソフトを数学教育の世界でも実現できれば、これまでの教育を大きく変えることができる可能性もあります。それは、単に学校の授業をどうするかということだけに止まりません。実際、現在の数学教育は学校という閉ざされた世界の中だけで成立するものであって、一般社会人にとっての数学は、本当に微々たるものでしかありません。しかし、その枠を解放することさえできるかもしれません。

#### (5) ユーザーの世界を構成させるための存在

そのような可能性があるかもしれないというのも、結局は、ユーザー自身が自分の世界を自分なりに構築していくための道具としてコンピュータを使うことができるという事実にあります。

自分なりの世界を構築していくための道具としてのコンピュータ利用が少しずつでも実現できるなら、これ以上教育的な要素はないでしょう。そういう可能性がたとえほんの少しでも「ある」という点に、そしてその可能性は、一度確立されれば、拡大することはあっても減少することはないという意味で、私自身は、ソフトウェアという存在を、「教育的な、あまりに教育的な」存在として捉えているのです。「教育的」ということに対しては、また別の要因も念頭にはあるのですが、それはまた別の場所で検討することにしたい

と思います。

### 1.2.1 教育研究・実践とその相互交流を可能するためのプラットフォームとしてのソフトウェア

よく、ソフトウェア開発では、プラットフォームという概念が使われることがあります。使われる文脈によって指す内容が様々ですが、要するに、仕事をするための場所というような意味です。この言葉が使われるとき、通常は、ソフトの開発のを中心に議論されていますが、同様のことを先生方がコンピュータを使って仕事をする場面にも想定することができるのではないかと考えています。そして、先生方が数学教育に関する様々な仕事をするときの文字通りのプラットフォームを提供することが、Geometric Constructor を開発する上での基本的な考え方なのです。

なお、そこでどのような仕事が可能なのかは、「教育研究」に関する項目を参照してください。

### 1.2.2 複数のプラットフォームの存在

なお、Geometric Constructor というソフトウェアそのものによって整備しようとするプラットフォームは一つですが、それに関連するプラットフォームは実はいくつもあるという点にも触れておく方がいいでしょう。ここで表現しようとしている「プラットフォームは複数」という意味は2通りあります。一つはユーザーの目から見たときに、「よく使うソフトの種類はいくつかあるよ」という意味です。たとえば私自身の場合ですと、大きく分けて、Geometric Constructor があります。そしてプログラミングの世界があります。この世界の中核をなすものは、MS-Basic, Quick Basic, Visual Basic などですが、それに関連してUBasicやいくつかのC, Pascalなどもあります。もう一つがOASYS に始まるワープロおよびそれに関連するテキスト文書の処理機構があります。

もう一つの意味は、一つのソフトであっても、それを複数の立場から接することが可能だという意味です。つまり、問題解決者としての立場（利用者としての生徒の立場）、それを使って教育するという利用者の立場、そのような教育現象をどう観察しどう理論化するかを考える教育学者の立場、そのようなソフト（環境）を開発しようとする開発者の立場などがあるからです。このマニュアルをご覧になっていらっしゃる方々のほとんどは教育者の立場の方々でしょうが、Geometric Constructor は先生方のための道具を提供することだけを意図しているわけではありません。Geometric Constructor という、一つのプラットフォームを整備することによって、それぞれのプラットフォーム間の相互作用を高めることも念頭にあるのです。

### 1.2.3 教師にとっては、すべてに精通している必要はない。

もっとも、「教師」にとっては、(上記のどちらの意味においても) プラットフォームに関するすべてのことに精通している必要はないし、まして複数のプラットフォームのすべてに精通している必要はありません。自分にとっての道具でさえあればいいのであって、そのがどういう意味での道具か、つまりどういう意味でのプラットフォームかが明確であればいいのです。そして、自分の作業にとっては、どの程度のことを知っていれば、取り合えず

どの程度のことまでは不自由なく作業可能かが分かっていればいいのです。そして、もう少し複雑なことをするためには、今度はどういうことについて習得していけばいいかという道しるべが分かっていれば、それでほぼ十分なのです。

しかし、より深く付き合おうと思うと、必然的にいろいろなことを考えるようになってきます。そういうときに、別のプラットフォームも覗けるようになっていくことが大切です。

#### 1.2.4 ソフトとの付き合い方

私が考えるコンピュータとの付き合い方は、いわば努力に応じた成果を、それぞれの段階ごとに得ようというものです。第一段階の使い方のためには、準備に10分程度だけしかかけず、一番基本的な使い方を習得します。その段階での使い方に不満が生じたら、もう少し機能を学習し、もう少しできる内容を広げていきます。さらに必要があれば、それに応じて、自分の基礎を固めていくという付き合いかたです。

逆の付き合い方は、基礎となるものをまず最初に全部学習し、その後で、その応用として、いろいろなことをしていくという考え方ではないかと思います。この方法の方が合っている方もいるかもしれませんが、システムが複雑になればなっていくほど、現実的には不可能に近いほど難しくなっていくと思います。また、「自分にとって」何が必要かを考えると、システムの中で用意されているものすべてを学習する必要がないことも多いのです。そういう意味でも、自分が延び延びと作業ができる世界を少しずつ拡大していくというアプローチの方が長い付き合い方ができるのではないかと考えています。

また、ソフトの開発の仕方としても、そのように何段階もの利用法が想定できるような設計を考えていくということができないのではないかとというのが、私の設計方針の一つです。Geometric Constructor の中でそれがどこまで実現できているかは分かりませんが、少なくとも、そういう積もりで開発していることをご理解いただけますと幸いです。

そしてまた、考えてみたいプラットフォームを広げたいと思ったときにそれを手助けしてくれるような支援、また別のプラットフォームを考えてみるべきときの支援などをできる範囲でしてみたいと思っています。

#### 1.2.5 重要な二つの課題 - ソフトの問題と教育研究の問題 -

ところで、そのようなソフトとの付き合い方がよりよいものになっていくための環境整備として考えなければならない基本的な二つの課題があります。それはソフトの問題と教育研究の問題です。あるいは、この両者がより密接に関連しながら発展していくことです。この問題について議論するためには少し紙数が必要ですから、別の章として扱うことにしましょう。

## Ⅱ．ソフトウェアと教育研究をどう育てるか

### 2.1 ソフトウェアを教育研究・実践のプラットフォームとして育てるために

#### 2.1.1 「意図」がなければソフトは育たない

一言で言うならば、「単なるソフトウェア」でしかないソフトがあまりに多すぎるのではないかと思います。趣味で開発されるのも結構です。またそれを「販売」することによって利益を上げるための開発されるのも結構です。しかし、単にそれだけでは「教育用ソフト」ではありえません。

「教育」という事業はとても息の長い仕事です。学習指導要領の改訂でさえ10年単位で行われていますが、その改訂ごとに全体の何%が入れ代わっているのでしょうか。あるいは一つの新しい教材や内容が導入するまでにどれだけの準備がされているでしょう。またどれだけの時間をかけて定着を計っているでしょう。どのような仕事も10年単位の仕事とすることができるでしょう。教育用ソフトというのはそのような10年単位でじっくりと射程範囲を考え、組織的に様々な事柄を巻き込んで変革していこうとするソフトのことを指すべきだと思います。学校で使うソフト、生徒が使うソフトはすべて教育用ソフトと呼ばれていますが、一度か二度使われた後は見向きもされないようなソフトは教育用ソフトと呼ぶに値しません。それらは文字通りの消耗品です。教育用ソフトというのは、いわば「古典」に相当するようなソフトのことを指すべきだと思います。

そのような10年単位での仕事や変革を想定しているソフトは、単に「モノ」としてのソフトだけを提供だけでは結局「モノ」としてのそれではしかありません。それが様々な教育研究や教育実践を成立させ、その成果の還流を受け、さらにそれを増幅して大きな流れを生成する、つまりそのソフトが教育研究・実践のためのプラットフォームとしての役割を担うためには、そうであるべきだという姿を想定し、「意図」を持ってソフトに関連する様々な事柄を整備していく必要があります。そして、これまではソフト開発は、そのような意図を明確に持って行われてきたものがそれほど多くはなかったのです。以下では、そのような意図を持って行うべき具体的な課題を検討してみたいと思います。

#### 2.1.2 使えるデータの蓄積

まず第一に、そのソフトで使えるデータを蓄積することです。もちろん、ツール型のソフトは、それを使ってデータを自分で作成することができますが、すべてを最初から作っているのでは、定期・コンパスとあまり変わりがありません。情報を保存・管理できる点が重要です。それまでに作り、探究し、授業等を行って来た経験のある様々な図形のデータベースを構築するということが、まず基本的な整備です。いや、逆説的に言えば、図形のデータそのものはどうでもいいのです。それを使うとどういう図形の世界が開けるのか、どのように振る舞うことが数学的探究において適切になるのか、また教師としての振る舞いはどのようにするとどういうことが起こるので、どういう場面ではどういうことが適切なのか、そのようなことのデータベースが重要なのです。しかし、「経験」を保存す

ることは難しいため、その断片を再生しやすい形、また再利用可能な形にして残したものが、様々な経験を経た図形のデータベースなのです。

### 2.1.3 教材、指導法、ワークシート、授業記録などの関連資料の蓄積

ワープロのように、文書そのものの意味がこれまでの経験からも明確であり、またその文書に対する我々の付き合い方が確立しているような場合は、このようなデータの蓄積だけでいいのかもしれませんが、Geometric Constructor のような意味でのツール型のソフトでは、それだけでは足りません。それが、我々の数学的探究そのもの、また教授プロセスそのものを大きく変えるため、それらに関するノウハウは未知のものがとても多くあります。そのため、それを教育の中で使いこなしていくためには、他の様々なものを残す方が適切です。

例えば、教材一つを取っても、これまでの教科書の中の問題をそのまま使うわけにはいきません。「教育研究」の部分でもっと詳しく述べますが、学習環境が変わっているために、様々なことが変化しているのです。そのため、それに関する指導をするためには、ソフトの外に用意すべき資料がかなり幅広く存在します。また、授業者の立場からすると、授業記録や授業のVTR等も保存し、蓄積するに値するものとなります。

これらは必要だというだけでなく、実はこれまでの多くのソフト開発では、見過ごされてきた、あるいはあまり力が注がれてこなかったのも事実だと思います。あるいは特に日本の場合、そこまでコンピュータ利用による数学教育の研究が、数学教育そのものに影響を及ぼすところまでこなかったということかもしれません。

そういう意味では、Geometric Supposerなどでは、当初から膨大な問題集などと一緒に研究・開発が進められてきていることは注目に値すると思います。

### 2.1.4 教育理論の整備

そして、それを理論化するための教育理論を形成することが必要となりますが、これはもう、別のプラットフォームでの作業と言えるのかもしれません。そして、主として、我々数学教育の研究者や教育学一般の研究者がなすべき研究課題ということになるのだろうと思います。

### 2.1.5 プラットホームでの作業の整備 - ソフトの改良、ツールの開発等 -

また、これらの作業をしていると、様々なデータを抱え、それをうまく作成・管理することを望むようになってきます。例えば、オンラインヘルプがほしいとか、文書参照を簡単にしたいとか、画面データを保存し、後でまとめて印刷等をしたいなど、様々な要求が出てきます。これらは、ソフトの基本設計とは別の要因です。作業を円滑化するための「ツール」的機能です。そして、ソフト開発もある段階から先は、この意味でのツールの機能を高めていく意味での改良が中心になってきます。このような「ツール」の目的および対象は、主として2種類に分けられます。一つはそれを使った数学的探究の分析のためという目的であり、対象は数学的探究自身です。もう一つは、開発プロセスの円滑化という目的と、プログラムのコード群という対象です。

基本設計とは別の要因という意味では趣味的な要因、あるいは開発者独自の課題のよう

に思えますが、別の観点から考えると非常に重要な意味を持っています。それら、このソフトの基本設計自身は、そのソフトの根幹であると同時に、そのソフトだけでしか使えないあるいはそれに関連するソフトにしか参考にならない可能性が高いが、それに関連するツールは、そのまま他のソフトでも使えるということです。

前者の目的の場合には、他のソフトによる数学的探究の記録や学習記録等を蓄積し分析するために使える可能性が高い、あるいは、そのツールをそのまま使うことはできなくても、そこでのノウハウや考え方を移植しやすいということです。そして、このような付随的なツールを蓄積することは、様々な数学的探究の記録を蓄積し分析するためのよりよいノウハウを確立するという、いわばコンピュータ利用に関する数学教育研究のためのインフラ資産を形成することになるのです。

後者の目的の場合には、他のソフト開発をもより円滑に進められる可能性が高いという点です。実際、C/C++ 言語に関しては、これらのツールは様々なものが市販化され利用されていますが、BASIC 言語に関しては、市販されているようなものはほとんどないのが現状です（小規模・中規模の開発の場合にはほとんど不要であり、大規模なものになると日本ではほとんどCなどで開発することから起因するのではないかと思います）。

これらの二種類の要求に対応するためには、ソフト自身にその機能を組み込んでしまう方法と、外に別のソフトを作る方法とがあります。Geometric Constructor の場合、前者のほとんどはGeometric Constructor 自身に組み込んでいます。主なものについては3章を参照してください。また後者に関しては、Geometric Constructor の外部ツールとして作り、使っています。これらについては、開発編の方で触れるつもりです。

#### 2.1.6 使える環境の拡大

ソフトが一般的な道具であるためには、使える場所が制限されるべきではありません。実際、多くのソフトが9801「だけでしか」使えないというようなことがよくあります。もちろん、そのハードウェア固有の機能を使っている場合などはそのような事情は納得いく場合もありますが、数学に話を限るなら、ほとんどどのような機種でも原理的には可能なことしか行っていないのが普通です。自分だけが使うソフトならば構いませんが、「教育用ソフト」として開発するのであれば、利用可能な機種を広げておくことは単に「必要」という程度のことでなく、「社会的責任」とさえ思ふべきことだと思います。実際、このことには、次のような意味があります。

##### (1) 利用不可能な生徒を作ってしまったのか

学校に納入されている機種は一つではありません。そして、一般市場でのシェアと学校納入のシェアは違います。それにも関わらず、教育用ソフトの開発に当たって、このことはあまりに無視されていると思います。趣味として開発するのならば、仕方がないことかもしれません。また、利益の回収効率だけを考えているのならばそれも仕方がないことかもしれません。しかし、それが「教育用ソフト」であるならば、できるだけ、「利用可能な学校と不可能な学校」が生じるような事態、あるいはある生徒には有利に働くが他の生徒には働かないような道具を作ってはいけないのです。なぜなら、生徒は学校を選択できません。実は多くの場合、学校も導入するコンピュータを選択することもできません。場合によっては「入札」をしなければならないという状況のために、教育委員会でさえ自分

の思い通りにはできないこともあります。「公教育」の場で使うべきソフトと位置づけるのならば、少なくとも日本の現状では、

9801系とFM-R50系(TOWNS系)

の2系統は無視してはいけない存在ですし、世界の状況を考えるなら、

DOS/V とMacintosh

で稼働すべきなのです。

議論を明確にするために、一つの事実を明確にしておきましょう。Geometric Constructor 以外にFM系で稼働する作図ツールがどれだけあるでしょう。ほとんどないと言っていいはずですが。この事実には、正直言って私は憤りさえ感じます。無視されている生徒の数を考えてください。それだけ多くの数の「使おうと思っても使えない教師や生徒」を抱えているソフトが本当に「教育用ソフト」なのでしょう。

同時に、このことは、FM系の学校の先生方(ユーザー)の問題も示唆しています。どうして「必要だから作れ」という声が大きくなるのでしょうか。

実は、Geometric Constructor を希望される方の大半は98版を希望されます。私が送付した98用とFM用のソフトの比率は学校でのシェアと比較になりません。FM系を使っている先生方は本当に親身になって情報を収集しているのでしょうか。自分の学校の機械を有効に使おうと思い、使っているのでしょうか。そんな調子だからいつまでたっても無視されるんですよ。

(2) Windows で解消とは言い切れない

あるいは、多くの方々は「Windows になるからいいじゃないか、Windowsだったら機種は関係なくなるんだから」と仰るかもしれませんが。しかし実はこのことは別の問題も生みま

す。一つはWindows が稼働できる機器を設置しているかどうかの問題になってしまうことです。古い機種を抱えてどうにもならない学校は少なくないと思います。また、機種はそれほど古くなくても、Windows を満足に動かすためには様々な増設が必要なのに、そのような「増設」には予算が回らないと嘆いている学校も少なくないと思います。

もう一つの問題は、Windows マシンというHeavy な環境でないと動かないという制限がついてしまうことです。DOS マシンであれば大丈夫ということであれば、コンピュータ室以外でも気軽に使うことができます。予想以上に使える場所や方法が拡大します。もちろん機器が広がりますし、そのソフトを使うために必要な最低限度の経費も変化します。そのような要因は一件副次的な要因のように思われるかもしれませんが、現実にはかなり大きな影響を与えていると思います。

第三の問題は、Windows という環境は、個人が使うためのコンピュータ、つまりパーソナルコンピュータのためのシステムとしてはいいと思うのですが、学校のように、不特定多数の生徒が共有して使うためのコンピュータ、いわばパブリックコンピュータのためのシステムとして適しているかどうかはかなり疑問があるという点です。詳しいことは、別の機会に述べることにしようと思います。

## 2.2 コンピュータ利用が生む教育研究の源泉

### 2.2.0 必要性を感じた人がやらなければ誰もやらないままになってしまう

研究と言うと大袈裟に聞こえます。大学や研究所でしかやらないことのような気がします。大学や研究所で研究がなされているのは事実ですが、それ以外の人に研究ができないわけではありません。また、実際に大学や研究所に勤務している人の数を考えてみましょう。その中で自分が関心のある分野に携わっている人の数を考えてみましょう。実は、ほんの数人なのです。たとえば数学教育の研究者なんて、大学関係者は一つの県に1~4人程度です。教育産業でも開発・研究部門のスタッフは微々たるものです。内容によっては県の教育センター・研究所のような機関、あるいは大学院生等による研究によっても進められるものがありますが、いずれにしても、それらに関わる人数は大したことはありません。それだけの人数しかいませんから、「誰かがそのうちやってくれる」なんていうことではないのです。そして、特に教育研究の場合、研究室の研究だけで物事がうまくいくようなものではありません。現場の先生方の研究が必要になるのです。

コンピュータの教育利用においては、コンピュータ利用の研究ではなく、教育研究であることが重要です。コンピュータはそのための一つ的手段にしか過ぎないと考えることが、長続きする利用のためには必要なことではないかと思えます。

ところで、教育におけるコンピュータ利用に関して、なぜ教育研究が必要と考えるか、その理由を挙げたいと思えます。以下では、研究をするための源泉として、どのようなものがあるかという観点から考察していくことにします。

### 2.2.1 ソフトは教授 = 学習の環境を変えてしまう。

第一の源泉は、ソフトが教授 = 学習環境を変えてしまうという点です。これまでの、紙と鉛筆あるいは黒板などという学習環境とは全く異種の環境が成立しているという点です。学習環境が変わるということは、様々な変化を生む可能性があります。具体的には、以下でそれぞれ考察していこうと思えますが、出発点として、そのような源泉が基礎としてあることを認識しておく必要があるでしょう。

### 2.2.2 解くための道具を変えてしまう。

ソフトを使うことによって、問題を解くための道具が変わります。これまでの解決方法とは全く別のアプローチが可能になってきますし、またこれまでの解決方法がとても陳腐化してしまったり、あるいはほとんど意味がなくなってしまうことがよくあります。これまで教師が持っていた問題解決に対するセンスを根本から変えなければならない可能性があります。それが第二の源泉です。

### 2.2.3 活動を変えてしまう。

解決のための道具が変わると、同じ内容の処理が、これまででは一つの目的であったのに、ほんの短時間に済ませべき処理になってしまい、同じ時間の中で行える処理量が拡大することによって、人間にとってそれがどういう活動なのか、その意味が変わってしまいます。例えば、手作業でグラフを書くのが大変なときは、一つのグラフを書くだけで一つ

の活動として十分だったのが、グラフを書くのにほんの数秒しかかからないとすれば、グラフとして最も見やすいものはどんなグラフかを、いろいろなグラフを書きながら考えることに目標が移ります。つまり、活動自体の意味が変わるのです。

このように、活動の意味が変わることは、いろいろなことを示唆します。

第一に、これまでの活動が活動でなくなってしまうのですから、その発展として、あるいはその代わりとして、どんな活動があるのかを同定する必要があります。そして、それを中心にした授業あるいは学習が成立するかどうかを見極める必要があります。そして、そのような授業を成立させるための方法論を明確化する必要があります。このように、活動が変わるということは、様々な教育研究を必要とするのです。

#### 2.2.4 教師自身が、数学を「する」経験を実感することができる。

これは、もっと前に挙げるべき項目かもしれませんが。つまり、教師自身が、教育者としてコンピュータをどう使うかということを考える前に、一人の数学愛好者として、数学との接し方、あるいは数学の学習・研究の仕方を変え、数学を「する」経験を実感することかできることです。そして、その経験が、生徒に数学を「する」ことを支援するための原動力になるということなのです。

実際、自分が楽しめないようなことの学習を押しつけることは不自然です。長続きするはずがありません。これまでの試験という束縛によって仕方なしに学習していたかもしれない学習者は、「選択制」が進行するにつれ、数学を学習しなくなる可能性が十分にあります。そういう教科の自由競争の中でも、数学を「選んでもらえる」ようにするためには、何よりも、数学を「する」こと自体の意味を、生徒が感じられるように工夫していくことが必要です。そして、そのためには、何よりも先生自身が数学を「する」ことが大切なのです。そのような経験を深めることができるということが、一つの重要な源泉となるのです。

#### 2.2.5 追究の可能性を潜在的に拡大しているのに、意図的な指導なしでも、生徒が様々な発見をしてしまう可能性がある。

生徒に自由な追究をさせてみるとすぐに分かることですが、教師が意図していく枠など簡単に乗り越えてしまいます。こちらが想定もしていなかったようないろいろなことを勝手にしてしまいます。教材研究をしっかりとしないと、生徒は一体なにをしているのかが把握できず、行き詰まっている生徒にも助言を与えられないことさえあります。

コンピュータは、このように、自分自身での追究の可能性を潜在的に拡大しています。そのため、これまでならば意図的な指導がなければ不可能であったような学習を生徒が独力で進めていってしまう可能性が高いのです。それをどう生かすかという点にも、一つの源泉が潜んでいます。

#### 2.2.6 教育内容やカリキュラムの再検討が必要になる。

これらのことが蓄積されていくと、いずれは教育内容の再検討、カリキュラムの再検討が必要になってきます。このような再検討は、個人研究のレベルではできない研究かもしれません。しかし、そのような可能性があることを前提に考えると、様々な地道な研究成

果の蓄積が必要なことが示唆されます。

### 2.3.1 ソフト群を全く分離して研究することの不毛性

特に開発者の側の論理で考えると、ソフトはすべてとても異なっています。データ構造も異なれば、ユーザーインターフェイスも異なります。「互換性」なんてほとんどないと言っていいかもしれません。そういう観点から考えれば、先に1.0.\* で挙げた方の態度、つまり「分離せよ」という考え方は妥当だと思います。

しかし、ユーザーの側の論理、特に生徒や教師の側の論理で考えたときにはどうでしょうか。中身のシステムは大きく変わっているとはいっても、基本的にやりたいこと、基本的にできることなどはかなり共通しているはずです。そのように共通する基本的なことは、同一の次元で議論する方がいいのではないのでしょうか。

『コンピュータで数学授業を変えよう』(1995)という本の中で、次のような文章を書きました。

「『作図ツール』というのは、作図、変形、測定、軌跡等を行えるソフトの総称である。これまでの作図とコンパスによる作図、フリーハンドによる作図は静的なものであったが、作図ツールで書いた図は「動かしてみる」ことができる。基本的にはただそれだけのことなのだが、想像以上に図形の探究が変わるのだ。口で説明しても伝えにくかったことが、一目瞭然になる。「一目瞭然」とは言うものの、同じ現象を見ている、その中のどこを見ているのか、どう解釈しているのかは生徒によってまったく違う。そこを議論させるとなかなか面白い。生徒自身に動かさせるとさらに広がる。動かし方は多様だ。20台のコンピュータがあれば、20通りの実験をしているようなものである。教師が思ってもいなかった事実を生徒が発見し、考えたこともなかった問題を提案することなど日常茶飯事になってくる。そういう探究のための道具が作図ツールである。」(はじめにより)

ソフトの創成期であれば、ソフトの固有名詞が先行すべきだと思います。また、販売を担当している人ならば、成熟期であっても固有名詞が先行すべきでしょう。しかし、たとえば我々が成熟した他のソフトと接するとき、「固有名詞」としてのソフトにそれほどこだわっているのでしょうか。たとえば「エディタ」を考えてみましょう。それぞれのユーザーは手に馴染んだ具体的な「エディタ」があると思います。私の場合、98ではMIFESですし、FMRの場合にはEDIASです。人が変われば、使っている具体的なエディタは違うでしょう。しかし、エディタを使ってどういうことをするかという基本的な事柄は、それほど違うものではありません。しかも、エディタはテキストファイルという共通のデータを扱いますから、どのエディタを使っても共通のものを作りだすことができます。

そのようなエディタについて初心者の人に使い方を説明するとき、ツールとしてのエディタ論を考えると、固有の「MIFES」についての議論とか、「EDIAS」についての議論というような形で行うのでしょうか。もちろん、それら固有のソフトの特徴について議論するときは別ですが、それ以前に、「基本的にはこういうことができるし、そのための基礎的な付き合い方はこういうことだ」というノウハウをまとめる方が先に来るでしょう。そして、それが可能だということは、「エディタ」という種類のソフト、つまり一つのソフ

トではなく、複数のソフトを指す総称概念としての「エディタ」が明確であり、その「エディタ」という概念のソフトがすでに成熟し、定着していることを示していると思うのです。

「作図ツール」という言葉は私が提唱した言葉ですが、これに固執しようというつもりは全くありません。しかし、重要なのは、「一つ」のソフト、あるいはそれぞれが孤立して存在するソフトとして捉えるべきではなく、「集合」として扱うべきだということです。「作図ツール」という概念が不適切であるとすれば、それに代わる概念を提示していただきたい。そして、どういう点が「作図ツール」という概念を凌ぐ部分なのか、また具体的なそのソフトではどういう機能等がそれに対応しているのか等を建設的に議論するという姿勢が必要なのではないかと思います。

### 2.3.2 作図ツールという概念

作図ツールという概念自体は、私が創作した概念です。現在、この概念を使われる方々は、「図形を動かせる」ソフト全般に対して使われていると思いますが、当初行った定義をここで再掲しておきましょう。

#### 1.1 「作図ツール」の定義

定義：幾何での作図の仕方を反映した作図の仕方を実現しているソフトウェア、すなわちいくつかの基本的な作図手続きを繰り返して階層的に図を構成し、作図の手続きが明確な図については、(メモリ等が許す限り)任意のものを作図できるソフトウェアを「作図ツール」と呼ぶ。

注意1：以下の機能は問題解決において「作図ツール」を使う場面での役割を考えると、(以下の考察から示されるように)その重要度は非常に高い。そのため、本稿では、以下の機能を伴った作図ツールについて考察する。

測定、変形(変換)、軌跡、拡大・縮小

注意2：次のようなソフトウェアは、本稿では作図ツールと呼ばない。

(1) 特定の図形、あるいはかなり限定された範囲の図形のみに関する作図・変形などを行うソフト。特定の教材のために作られたシミュレーションソフトがある。これらはその特定の内容を理解するためには有効だが、作図全般をカバーできないので作図ツールとは呼ばない。

このような意味では、「付け加えたい任意の補助線を作図し、元の図と連動して変形できるかどうか」が作図ツールと呼べるかどうかの一つの判断基準となる。

(2) 静的な図形観に基づく作図ソフト,CADなど。利用目的を数学に求めているようなソフトでは、幾何で考えるような動的な図形の扱いができないものが多い。部品の移動などはできても幾何で考える変形などはできない。その最大の原因は、それらが静的な図形観に基づいている点にある。それらによる作図は技術科の製図などを基にするものであり、数学での作図とはかなり異なる。これらは本稿では作図ツールとは呼ばない。

(3) 作図をするためにプログラミングを必要とするもの。プログラミングを必要とするものは、別の目的を含んでいる場合が多い。また、プログラミングを習得すること自体にもかなりの時間を必要とするため、幾何で扱おうとする図形を思い通りに作

図できるようにするにはかなりの時間と労力を必要とする。専門家のためのツールにはなりうるが、一般教育の中で考える場合には、プログラミング言語としての側面が強いため、ここではツールとは言わない。重要な例として、LOGOがある。

(飯島(1991)「作図ツールの導入に伴う作図の新しい役割について」、第24回数学教育論文発表会論文集, pp.275-276)

このような定義に対して、地曳善敬氏(川崎市白山中)は次のような批判をしました。

「私は『作図ツール』という、作図に限定した概念はよくないと思う。実際、これらのソフトを使うときには、『思考の道具』として使っている。単に作図だけをさせるための道具ではない。そのような『思考の道具』としての側面を内包していない点が不十分だと考える。」(地曳氏との会話より)

ある意味で非常に的確な指摘だと思います。また、ソフトによってはそのような意図を明確に出しているものの方が多いと言えるでしょう。たとえば、カブリを例にしてみます。CABRI という一見不可解な名前は、CAier de BRoullin Informatique pou l'sapprentissage delà géomètre(幾何の鑑賞のための情報手書きノート)の大文字の部分から取っています。また、Geometer's SketchPadという名前も、幾何学者がスケッチ用紙をどう使うかを想像させる部分にその気持ちが込められていると言えるでしょう。あるいは、日本IBMのGeoBlockの場合には、「数学ラボシリーズ」という「数学ラボ」という概念の中にそれが内包されているということが出来ます。

このような主張に対して、私は次のように考えました。

「それは使い手がどう考えるかによって大きく左右される部分である。もちろん、それらの行動をユーザーが行いやすいように設計し、何らかの機能が実装してある場合もあるが、それらの意図が元々明確になかったとしても、そのように「使われる」ことは十分にありうる。このように使ってほしいと思っても使ってもらえないこともありうる。カブリは「鑑賞」のためという名前だが、「実験」のために使うことだってあるはずだ。そのような、使い手の意図によって変化しうる事柄は、最も基本的な概念からは削除し、より詳しい吟味の部分で検討した方がいい。」

たとえば「黒板」という概念を考えてみましょう。これはいろいろな使い方をすることが出来ます。そして、それらも前提にし、様々な利用のために不都合がないように黒板は設計されています。また、「黒」板でなくても、「白」板でも同様の使い方をすることも可能です。そういう意味では、黒板という道具に関わる最も抽象的で基本的な定義は、「いろいろな字や図形を簡単に描くことができ、それを多くの人が見ることが出来るもの」ではないかと思います。このように、取り合えず、必要最低限度の概念として定義したものが、上述の「作図ツール」という概念です。もちろん、それを使って様々な活動を行ったり、そのような活動を想定し、様々な部分での設計や改良等を行っていますが、そこは基本概念に含まない方がいいと思いました。むしろ、上述の概念で排除しているものとの違いを明確にする方が、数学教師にとって有用な概念だと思ったからです。

このような概念に関する考察は、概念の定義・吟味の他に、様々なソフトの比較・検討という作業を伴って行うべきだと思います。そして、特に日本の場合には、そのような作業があまり行われていないのではないかと思います。

また、「作図ツール」に相当する英語の概念は何かということが話題になることがしば

しばあります。以前は、Chote 氏がいくつかのソフトの比較のときに使っていた Geometric Construction Programという言葉は私も流用させていただきましたが、最近の概念としては、Dynamic Geometry Environmentという言葉を使っています。これは 1994.December 号のMathematics Teacher誌(NCTM)の中で、Hoyles,C. & Noss,R. が"Dynamic Geometry Environments: What's the Point?",pp.716-717 の中で使っている概念です。

### 2.3.3 Geometric Constructor 以外の作図ツール

Schumann,H.(1992),Bieler,R.(1992)が挙げているソフトとしては、次のものがある。

- (1) Cabri-Geometre (フランス)  
1988ff. Baulac,Y., Bellemain,F., Laborde,J.M., Laboratoire LSD 2, Grenoble  
・Mac, PC-9800系, 国内では、筑波出版会で扱っている。
- (2) Felix (オーストリア)  
1991, Kadunz,G., Kautschitsch,H., Jochum,G.; Universitaet Klagenfurt
- (3) Geometer's SketchPad (USA)  
1991, Jackiw,N., Key Curriculum Press  
・Mac で使える。国内ではヤノ電器が扱っている。  
・奈良女子大学附属中・高校などで実践研究を行っている。
- (4) GEOLÓG 2.0 (ドイツ)  
1990, Holland,G., Institut fuer der Mathematik, Universitaet Giessen
- (5) Geometry Inventor (Israel/USA)
- (6) Super Supposer (Israel/USA)
- (7) Geometric Supposer (USA)  
1985, Schwarz,J.L.,et al., Sunburst Communication Inc,  
・Mac, IBM-PC, しかし国内用の代理店があるかどうか分からない。  
・東大の佐伯研究室をはじめ、研究している人はいろいろといっているのだが、実践をしているという話はあまり聞かない。

また、それら以外にも、特に日本国内で開発・利用されているソフトとしては、次のものがある。

- (1) GeoBlock (日本IBM)  
PC-9800, DOS/V
- (2) Geometric Writer (新潟フジミック)  
PC-9800
- (3) 図形ランチBox (創育)  
PC-9800
- (4) 幾何学者 (沢田憲一, 大阪府中学校教諭)  
PC-9800
- (5) てんてんまる (伊達和彦, 兵庫県中学校教諭)

なお、『数学教育』，明治図書，1994.7月号には，自分で作図ツールを開発された方などの論文が数多く集められている。

それぞれのソフトごとに，それぞれの特徴があるはずですが，授業でどう使うかについては，それぞれの知見や事例を共有できる部分が多いのではないかと思います。

#### 2.3.4 作図ツールの分類

私自身はまだあまり多くのソフトを比較したことがないので分かりませんし，比較する仕事は他の方々にお任せしたいと思うのですが，以前，Schumannが，

- (1) Command Driven
- (2) Menu Driven
- (3) DeskTop

というような分類をしていました。こういう意味ではGeometric Constructor は間違いなく(2)に分類されるでしょう。間違いなく(3)に入るのはGeometer's Sketch Padです。樹下先生にGSPを見せていただいていたほどと思ったのですが，動く図形以外にも，テキスト等いろいろなものを書き込むことができます。たとえばWindowsでこの種のソフトを作ると，もともとがイベントドリブンによるプログラミングになりますから，必然的にそういう傾向のものになるかと思えます。

また，(1)に属するものとしては，以前に名大の工学部の方が開発されたというG-BASICなどが該当すると思えます（私自身はG-BASICを使ったことはありませんが，以前，数学セミナーで言及されていたことを記憶しています。）。

比較する観点は，きっと他にもいろいろあると思えます。また，考えがまとまったら，どこかで発表することにしようと思えます。

#### 2.3.5 比較のための研究課題

上述では，「考えがまとまったら，どこかで発表」と気楽に書きましたが，本当はあまり私の立場で比較するのもおかしいのであって，他の方々に行って頂きたい課題の一つです。つまり，多くのソフトをきちんと評価し，それぞれの特徴を明確にするということです。これは，最も粗い概念である「作図ツール」という概念をもっと精緻化することと言ってもいいでしょう。そして，そのような比較や分析の観点は，複数の観点から可能だと思えます。思いつくものをいくつかを列挙しておきましょう。

##### (1) ユーザーの観点

数学的探究を行うときに，どういうソフトがどう使いやすいかという観点からの分析です。

##### (2) 授業者の観点

実際に授業をする立場として，どういうソフトがどういう授業をするときに使いやすいかという観点からの分析です。ユーザーの観点からは便利な機能が，授業をするときには必ずしも便利とは言いきれません。ある程度personalに任せてしまう方がいい部分もあれば，むしろある程度の制約が明確な方がいいという場合もあるからです。

(3) ユーザーインターフェイス等の設計・実装の観点

各種のソフトにおいて、「使い勝手」が異なります。それぞれ、それなりに設計を行っているわけですが、そのようなユーザーインターフェイスを個別の分析し、比較するというのは、ソフト開発者あるいは認知心理学者の観点からは面白いのかもしれませんが。

(4) データ構造, ソフトの速さ, 大きさ, 機能など「ソフトウェア」としての比較

これはビジネスソフトの評価と同じような意味での評価です。

(5) ソフトを支える様々な副次的なサポートの観点

これはある意味では難しいかもしれませんが、ある意味では非常に本質的な部分だと思います。もっとも、これを比較しても論文にはならないでしょうが、ソフトの性格を分析するためには非常に大切な要因ではないかと思います。

### Ⅲ . Geometric Constructor における研究のためのデータ収集・整理の方法論

#### 3 . 1 Geometric Constructor における記録可能なデータの種類

Geometric Constructor では , 次のような種類の記録を取ることができます。

- |                   |                 |
|-------------------|-----------------|
| (1) 図形の保存         | 標準メニューにて        |
| (2) 図形に関する文書の保存   | F5              |
| (3) 図形に依存しない文書の保存 | F1, シフト+F1      |
| (4) 画面のデータの保存     | F7              |
| (5) 履歴            | 起動時のスイッチ /W, /R |
| (6) スナップショット      | F4, シフト +F4     |

これらをどう使うかについて , 目的別にいくつかまとめてみます。

## 3.2 記録のための目的

### 3.2.1 いろいろな図形を保存する

最も通常の利用の場合は、(1)のみで十分です。ファイル名の命名の仕方を考えておくと、いいでしょう。

### 3.2.2 自分の探究の経過が分かるように記録する

一つの図だけでは、自分の探究の経過は記録しきれないのが普通です。図形を動かしてみたり、図形に補助線を追加してみたり、いろいろなことをしながら思考を発展させていくのが普通です。最初のうちは、あまり記録を取らないままのことが多いですが、自分の探究の記録を取ることは、生徒に与えるべき課題を検討したり、生徒の活動を想定したりする上でも、非常に重要です。

私自身は、次のような工夫をしています。

(a) なるべく多くの図形を保存する。そのときに、拡張子のみを変える。

自分でどんな図を観察したかが分かるように、拡張子の番号を変えながら、なるべく多くの図を保存します。

(b) 重要な部分は、F5を使って文書を保存する。

解説があった方がいいようなときには、F5を使って図形ごとの文書を記録します。このとき、F5キーでは、拡張子を除いた部分のファイル名が同じならば、どのファイルを使っているときでもアクセス可能なので、『「001」を〜〜と動かしながら、「002」を得た。』というような記述をすることが可能です。逆に、主要部分を変えて図形を保存してしまうと、F5文書の方も別のディレクトリに保存されてしまうため、注意してください。

(c) 軌跡の様子や画面分割の様子を保存したいときにはF7を使う。

軌跡の様子などを再現したいときには(1)の方法では不十分です。これを保存したいときには、F6でハードコピーを取ったり、それをファイルとして保存するF7を使ったりします。

(d) プロセスをデモンストレーション的に残したいときには履歴を使う。

(a) ~ (c) は、論文の作成など、印刷物を作るときにはいいのですが、「動き」を表現したいときには適しません。探究のプロセスを「動き」として記録し、提示したいときには、(5)のように、GC04\*\* /Wによって、履歴を取ります。エディタで、名前部分を、解説文に直しておけば、さらにいいでしょう。

### 3.2.3 問題集を作る

1,2の発展として、独自の問題集を作ることができます。つまり、図形を保存し、それぞれの図形ごとに、問題文、ヒント、解答、発展などを用意することができます。

2と同様に、主要部分を共通にして、関連ファイルは拡張子のみを変化させることにします。そして、F5文書として、問題文等、必要なものを保存すればいいでしょう。うまく作れば、RPG(ロールプレイングゲーム)のような使い方もできるかもしれません。

### 3.2.4 生徒の記録を取って分析する

40人の生徒がそれぞれコンピュータを使っているときに、その個別の学習の様子を記録するのはなかなか大変です。VTR を一人一人に設置することも不可能です。声や表情等までは記録することができませんが、Geometric Constructor では、(5) の機能によって、どういうキーを押しながら、どういう画面を観察していたのかを記録することができます。

実際に、この機能を教室で使うためには、次のような手続きを行うといいでしょう。

(1) GC04\*\* /W のときに使う名簿のファイル(¥MENU.GC4¥NAMES) に生徒の名前を登録しておく。(一度、GC04\*\* /W を実行し、メニューエディタを使えばいい。)

(2) 生徒用の実行ファイルの AUTOEXEC.BAT を次のように修正する。

GC04\*\* /W /N

(3) なお、履歴を記録するためのフロッピィをBドライブに用意すると便利です。そのためには、

1. フロッピィをフォーマットし、¥HISなど、使いたいと思うディレクトリィを作成する。

2. オプションのパスの設定を使って、履歴用のパスを設定する。

(4) ある授業での生徒の記録を一つのフロッピィにまとめるには同じ名前のファイルがいくつもあるはずなので、注意が必要です。

また、記録の利用法としては、

(1) 授業後、注目したい生徒の記録を再生する。

(2) 授業中に、注目したい生徒の記録を再生し、みんなでそれを観察する。そのためには、

1. その生徒のGeometric Constructor を一旦終了する。

2. GC04\*\* /R と入力し、記録を読みだせるようにする。

3. LAN などを通じて、その生徒の画面を転送する。

### 3.2.5 スナップショット機能

これまでも履歴機能はありましたが、主な目的は生徒の記録をずっと取りつづけるというようなものでした。しかし、「ちょっと」でいい場合が結構あります。例えば、「この図をこんな風に動かすと面白いんだよ」というような動きをせいぜい数秒残せば使いやすいのということが結構ありました。そこで、そういうふうに、「ちょっと記録しよう」というのを、「スナップ写真」を気軽に撮るのと同じような気持ちで、「スナップショット機能」と名付け、履歴機能を変えたものを実装しました。(今までの履歴機能の使い方もそのまま使えます。)以下にスナップショット機能の特徴と使い方を説明します。

(1)

スナップショット機能は、「図形ごと」に別々のディレクトリィに保存します。つまり、その図形に関する資料を調べたいときには、

F4 :スナップショット

F5 :文書

というキーを押せば検索できることになります。

また、現在使っている図形に関して資料が保存されているかどうかは画面の左下に

文 : 文書

S : スナップショット

という文字が表示されているかどうかで分かります。

なお、これまでの文書に関する規約と同様、拡張子だけが異なる場合には、資料は共有します。

(2)

記録を撮りはじめたいときには、

1. まず標準メニューに戻る。

2. シフト + F4 キーを押す。

(このとき、各種の設定を強制的に標準に戻します。)

3. 通常と同じように操作する。

4. 終了したいときに、標準メニューに戻って、F4あるいはシフト + F4 キーを押す。

(3)

ファイルには自動的に番号が付けられますが、名前の変更は、「補助メニュー」の中の「ファイル名の変更」で行えます。なお、DOS 上でRENAME等を使って変更しても構わないのですが、

+++図形パス.GC4 ---図形ファイル

+++図形パス.HIS ---図形名 +-ファイル(1)

+ - DATA -----ファイル(2)

という構造で、同一名のファイルが(1),(2)と2つあるので、両方の名前を同じものに変更するように注意してください。

### 3.2.6 論文などで使う図をまとめて保存する

論文等で使う図は少し長くなると20個くらいになったりします。論文そのものが出来上がったなら捨ててもいいのですが、後で使うことも考えるとよく保存するのですが、「紙」のままだと結構かさばります。また、汚れる心配もあります。

また、図を作成するときも、F6で一つずつハードコピーするよりは、F7でまとめておき、後で一括して印刷した方が能率的です。

このF7での保存を、論文ごとのディレクトリに分割して保存し、ファイル名を「図1」などと、図の番号に関連して変えておけば、図をファイルとしてそのまままとめて保管することができます。

### 3.2.7 オンラインヘルプ文書をカスタマイズする

オンラインヘルプ文書は、もともと汎用の目的で作っていますから、特定の学年の生徒などを念頭において考えると必ずしも適切とは限りません。そういうときには、カスタマイズしてください。

F1キーを押して出てくる文書を編集すれば、状況関知型の文書を変更できます。

また、ヘルプ文書のパスに適当な名で文書を保存しておけば、

シフト+ F1

を押したときに読むことのできるヘルプ文書を作成することができます。

### 3.3 よりよい収集・整理のためのヒント

この項目は、まだ十分にまとめるまでには至っていませんが、取り合えず、私がどのような工夫をしているかは、G C通信のデータ等のまとめ方を参考にいただければと思います。ファイル名の付け方、パス名の付け方、分類の仕方、各種データの使い方など、文章にすると長々と説明しなければ説明できないのだけれど、説明してみたところで、「だからどうなの、当たり前のことじゃない」と言われてしまわれそうな様々なノウハウがあると思うのですが、実際の具体てきなデータをご覧いただければと思います。また、よりよい方法もあるはずですから、お気づきの点は、ご指摘いただけますと幸いです。

## IV . 研究のための基礎資料

### 4 . 1 Geometric Constructor に関する文献表

- Geometric Constructor に関するこれまでの研究の経過と文献案内 -

関連文書は以下に示すように、数だけは蓄積されてきました。しかし、自分自身は積み重ねている積もりでも、実際には、それぞれをそれぞれの意図でまとめています。書いたり発表したりした場所の事情に合わせてありますので、組織立っているとは言えません。しかし、できるだけ多くのものをリストアップしてみる方が、選択できる余裕もできますし、またなにより私自身にとって役に立ちますので、以下のようなリストを作ってみました。中には、挙げておくほどでもない私の覚書もありますが、ご容赦ください。

また、私以外の方の文献で、Geometric Constructor に関わりのあるものも挙げさせていただきます。

なお、(60)あたりまではGeometric Constructor に関わりがある研究発表の多くを把握できていたと思いますので、大体の研究成果を発表順序に従って列挙できているのではないかと思います。その辺り以降は必ずしもすべてを押さえられているとは限らなくなりました。私が知らないところでの研究・発表等が増えてきたからです。後から知ることになって挿入すると番号が狂うというようなことが予想されます。これはかなり不便なことですし、本質的なことでもありません。そこで、原則的に、(60)以降、つまり1994年以降の文献については、私自身の論文や私が関与した研究等のもののみを挙げることにしました。より詳しい文献表は別に作り、そこでは著者別のリストとすることになると思います。ほとんどの方にとっては、以下の4.1, 4.2の文献表で十分だと思いますので、今のところは共同研究者程度での配付程度を考えています。

(1)解説書

(2)簡易マニュアル

(3)プログラムの開発過程から

以上は、89年末頃の段階で、最も簡単な3点セットとしてまとめてみたものです。現在では、機能的にもかなり変更していますから、内容と不一致な点があるかと思いますが、マニュアルが未完成である現在、大体の全体像を掴むためには、まだ利用価値はあるかもしれませぬ。

(4)「computerにおける図形の動的な扱いについて」、筑波数学教育研究, vol.9 (1990), pp.105-117

(5)「作図の構成的な側面とcomputerによる支援について - 九点円の作図に関する数学的探究に焦点を当てて - 」, 数学教育研究, 上越教育大学数学教室, vol.5 (1990), pp.35-45

(6)「Computerによる動的な図形教材の開発の支援について - Geometric Constructor<sup>®</sup>を用いた探究的学習のために - 」, イブシロン, 愛知教育大学数学教室,

以上はすべて90年3月に発行したものです。(4)は動的な見方という概念との関連性と再定式化に関する議論に焦点を当て、(5)は作図の構成的な性格とcomputerとの関連を明確化することに焦点を当て、そして(6)では、ある程度マニュアル的な内容を重視して、どういうことができるかを明確化することを念頭に置いています。

これらを元にして、公的な場所での発表を、90年夏の日数教愛媛大会で行ったわけですが、その発表要項および、当日の発表原稿が、

(7)飯島, 中野, 「図形の動的な扱いとコンピュータ上での実現について」

(8)中野, 飯島, 「図形の動的な扱いをとおした問題解決の様相と指導について - コンピュータを用いて - 」

です。(中野敏明氏は、当時、上越教育大学附属中学校教諭。同校研究主任等を経て、1992.4-新潟県柏崎市立第一中学校教頭、上越市立城北中学校教頭)

また、ワーキンググループで、飯島が発表した内容も、(7)と同じです。ここでの発表要項は多少の修正を加えて次のように発表しています。

(9)飯島, 「図形の動的な扱いとコンピュータ上での実現について」愛知教育大学教科教育センター研究報告, vol.15(1991), pp.341-352

さらに、それ以降発表したものを挙げておきます。

(10) 飯島, 「関数の考えの理解と適用に対するコンピュータによる支援について - 基本的な考えの定式化と開発事例としてのGeometric Constructor - 」, 第23回数学教育論文発表会論文集(1990), pp.161-166

これは、Geometric Constructor を設計する中で自分なりに考えていた問題解決を支援するためのツールを開発するためにはどのようなことが基礎になるかをまとめたものです。(なお、この文献は加筆修正して、(27)としました。)

この論文発表会での会場で、図形に関する関数の考えについて質疑があったのですが、それを受けて、特にそのことについて詳しく考察してみたものが次のものです。

(11) 飯島, 「作図の構成的な側面とコンピュータによる支援について(その2) - 作図と変形に内在する関数的側面について - 」, イブシロン, 愛知教育大学数学教室, vol.33(1991), pp.33-54

また中野氏は実践研究として、次のものを発表しています。

(12) 中野, 「一人ひとりの良さを伸ばす教育 - コンピュータを利用した実践 - 」指導と評価, 1990, 6月号, pp.21-24

さらに、中野氏の(当時)所属している上越教育大学附属中学校では、

(13) 上越教育大学附属中学校「コンピュータで授業が変わった」, 図書文化, 1991

を発行しましたが、その中の数学科の部分では、(8)の発表に基づいてGeometric Constructor の利用などを発表しています。(なお、この本の特徴は、全教科についてコンピュータの利用法について考察している点で、数学科以外の授業のためにも大いに参考になる実践が書かれています。)

さらに、問題解決でのGeometric Constructor の利用の意味について少し考察し、まとめるようになってきました。

(14) 「Geometric Constructor を用いた問題解決における問題の変容について」, 日本

では, 解決者自身が「問題」として考えることが変容することについて少し考察してみました。また,

- (15) 「作図ツールの導入に伴う作図の新しい役割について」数学教育論文発表会論文集 24(1991), 第24回数学教育論文発表会論文集(1991), pp.275-280

では, Geometric Constructor を含めたより広い概念としての「作図ツール」という概念を定義し, 作図ツールを使って問題解決を行うときに「作図」自体が持つ役割がこれまでの定規とコンパスによる作図の場合と変化することに焦点を当てて考察しています。

また, 上越教育大学名誉教授 古藤 怜先生の退官を記念して, 上越数学教育研究会が, 次の本を出版しました。

- (16) 上越数学教育研究会 会, 『算数・数学科における Do Math の指導』, 東洋館, 1991

この中では, 森田俊雄教授が

「第2章 Do Mathの具体的様相, §3 コンピュータによるDo Math」

の中で, また中野先生が,

「実践例7 コンピュータを活用して図形の性質を追究する授業 - 中学校第2学年「中点連結定理の応用」 -」

の中で, 議論されています。

- (17) 「コンピュータで作図に関わる活動がどう変わるのか - 作図ツールに関する文献の紹介 -」新しい算数研究, 東洋館, No.250(1992), 59-62

の中では, Geometric Supposerに関する3つの文献とCabri geometreに関する1つの文献を紹介しています。

- (18) 課題提示法研究会 (飯島担当部分) 「場面から問題へ」, 数学教育, 明治図書, 1991.12月号 - 1992.2月号

では, 主として中学校で使えるような事例に関する大学生の問題解決の例を中心にした考察を行っています。

なお, この連載は,

- (19) 磯田, 大久保, 飯島編 『メディアを活用する数学科課題学習』明治図書, 1992  
として刊行されました。(定価は¥1960)

- (20) 「作図ツールを用いた問題解決における問題の変容と問題生成の一方略について - 作図の構成的な性格とコンピュータによる支援について(その3) -」イブシロン, 34(1992), 32-48

では, Geometric Constructor を導入することによって, 問題解決者の問題の変容をケーススタディによって明らかにし, さらにそれらを分析することによって, 作図ツールに適した問題生成のための一つの方略を提起し, それによって作られる問題の例を挙げています。また, それらに関する考察を元にして, 探究を支援する環境としての作図ツールに関して考察しています。

また, 高等学校でのコンピュータ利用に関して, 島根県松江教育センター第二研修課研修主事の梅瀬久男氏が, 次の論文をまとめていらっしゃいますが, その中で, 「平面幾何」に関する部分では, Geometric Constructor の利用について考察されています。

- (21) 梅瀬久男「高等学校数学科におけるコンピュータの効果的な利用について - 新学習指導要領の趣旨を踏まえた指導展開例 - 」, 研究紀要H3-3(1992)島根県立松江教育センター

91年度の私の研究室の学生の中に, 卒業研究としてGeometric Constructor を扱った人がいました。以下にその題目を挙げておきます。(91.1.31 提出)

- (22) 川井正洋「GCの利用による算数科図形指導における操作活動の発展」(48 ページ)
- (23) 松井繁幸「図形の論証指導におけるコンピュータのインパクト~生徒が証明の必要性を実感する授業」(87 ページ)
- (24) 服部智子「軌跡を再考するためのインパクトとしてのコンピュータ」(133ページ)
- (25) 花山昭四郎「作図ツールに適した問題の作り替えとその影響」(90 ページ, (本文60, 図30ページ))
- (26) 角屋直樹「動点問題を探究するためのコンピュータの役割~本来あるべき関数の在り方を求めて~」(60 ページ)
- (27) 山田修司「図形の動的な見方を伸ばすための関図~問題とその補助をするワークシート」(96 ページ)

また, ここに記録しておくべきかどうかは分かりませんが, 機会を得て, 92.6.9に鳥取県教育センターでの研修講座で, 次のタイトルのお話をさせていただきました。

GeometricConstructorに関するものだけに焦点を当てて話をさせていただく機会としては, 私にとっては学会以外では初めての経験でした。そして, そのときのセンターの所員の方々や参加された先生方との議論は, 私にとって非常に有益でした。このときの記録として残っているものは, 次の概要しかありませんが, 私にとっては意味深いものがありますので, ここに記録しておきます。

- (28) 「数学教育におけるコンピュータの効果的な利用」, 於 鳥取県教育研修センター, 1992.6.9, 概要のみ

鳥取での講座をかなり意識して, 授業に焦点を当てて, 簡単にまとめてみたものが次の文献です。

- (29) 「コンピュータで図形の授業を変えよう」, 教科通信, 教育出版, vol.29, No.12(1992), 4-6

次の文献は, 元々愛知県内の実践家の方3名に, 実践を紹介していただくということで, 新しい算数研究誌から依頼を受け, 田中氏(名古屋市高見小), 近藤氏(豊田市野見小)に続いて, 少し自分なりの意見を書いてみたいと思い, 特に教材作成に焦点を当てて, まとめてみたものです。

- (30) 「コンピュータの活用- 作図ツールによる教材作成」, 新しい算数研究, 1992.9 月号

また, これと前後して, 教科書の問題に対して, 作図ツールを使った場合に, どのような活動が可能なのかを分析してみました。その結果は, 小学校と中学校に分け, それぞれ, 次の形で発表しました。

- (31) 「作図ツールの導入に伴う学習活動の変化 - 中学校の数学の教科書の問題の分析による考察」, 日本科学教育学会, 年会論文集, 1992.7

(32) 「コンピュータによる動的な図形教材の開発と指導について - 算数の教科書の問題の分析による考察」, 日本数学教育学会大会 (横浜), 1992.8

当日配付の論文は, もう少し拡充したものを用意しました。論文としては, それを元に書き直す予定です。

研究内容という意味では前後しますが, 発行順で並べていくとこの順になるので, ここに書きますが, 前出の(11)に加筆修正したものを,

(33) 「図形における関数の考えの適用に対するコンピュータによる支援について - 基本的な考えとそれを実現するソフトウェアの開発に焦点を当てて - 」, 『数学教育の進歩』, 三輪辰郎教授退官記念論文集, 東洋館, 93.8

として発行しました。この本は, 三輪先生の退官を記念して, 主として筑波大学大学院教育学研究科, 教育研究科で指導を受けた私達の論文をまとめたもので, 限定1000部のみの発行です。私も含め, 数学教育の研究者はどのようなことを研究しているかを概観する上で, 役に立つ本だと思います。

また, 次の文献は, デモンストレーションとツールによる探究の違いを念頭においてまとめてみました。

(34) 「数学的探究のための環境としての作図ツール」第25回数学教育論文発表会論文集 (1992), 日本数学教育学会, pp.445-450

92年10.27 ~ 11.5の間, 神奈川県川崎市総合教育センターの地曳善敬先生が, 私のところにおみえになりました。いろいろな検討会を設けることができたのですが, その報告書として, 次のものを作っていました。

(35) 地曳善敬「コンピュータを用いた図形教材の開発と指導-Geometric Constructorの研究-」, 1992.12月(10 ページ)

また, 研修会用のテキストとして, 次のものを作られたそうです。

(36) 地曳善敬「Geometric Constructor (GC) を使って算数の教科書を覗いてみる」, 1992.12.5, (26 ページ)

地曳先生がお見えになった頃と重なる時期から, Geometric Constructor を使った授業の実施と検討をするための共同研究が始まりました。参加していただいたのは, 愛知教育大学名古屋中学校, 上越教育大学附属中学校, 豊田市石野中学校, 新潟県中頸城郡板倉中学校の先生方, 前述の川崎市総合教育センターの地曳善敬先生, そして, 北海道教育大学岩見沢分校の磯田正美先生, 札幌分校の大久保和義先生とその研究仲間の先生方です。

授業の実施およびその検討の結果は, 以下のように雑誌に連載させていただいております。

(37)「コンピュータで授業を変えよう」, 明治図書『数学教育』, 1993.1 ~

1993.1 飯島

1993.2 飯島, 堀部正嗣(石野中学校)

1993.3 飯島, 玉置 崇(名古屋中学校)

1993.4 飯島, 八槇直幸(名古屋中学校)

1993.5 飯島, 今町義彦(板倉中学校)

1993.6 飯島, 地曳善敬(川崎市白山中学校)

1993.7 飯島, 鈴木良隆(名古屋中学校)

- 1993.8 飯島, 松沢要一( 上越教育大附属中)
- 1993.9 飯島, 永井 聡( 名古屋中学校)
- 1993.10 飯島, 渡辺千一( 上越教育大附属中)
- 1993.11 飯島
- 1993.12 礒田, 塩田直之, 河島雅生
- 1994.1 礒田正美( 筑波大学), 竹花史康, 梅津由一
- 1994.2 礒田, 阿部 裕
- 1994.3 大久保, 梅津由一, 佐々木美佐子, 中山勝喜
- 1994.4 大久保, 梅津由一, 佐々木美佐子, 中山勝喜

この共同研究の中でもお世話になった豊田市立石野中学校の堀部先生が研究会用にまとめられたものが次の文献です。

- (38) 堀部正嗣「生徒が主体的に取り組む図形学習 - 作図ツールG Cを取り入れた角の指導を通して - 」, 1993.2.16, (10ページ)

また, 92年度の私の研究室での卒業研究は, 以下のようにこの共同研究等を元になされました。授業を対象にしたものは, そのプロトコール等も明示し, 分析しています。

(93.2.1 提出)

- (39) 大津正仁 「図形の関数的な見方と証明の関係 - 『共通性』と『不可能性』の関図による追究 - 」(110ページ)
- (40) 佐藤由紀子 「生徒が意欲的に証明に取り組める授業を目指して - 図形の論証指導におけるコンピュータの役割 - 」( 本文104 ページ, 資料あり)
- (41) 野口真里 「コンピュータを利用した星型五角形の効果的な指導のあり方について - 3回の授業の比較・検討に基づいて」( 本文93ページ, 資料14ページ)
- (42) 長谷川いち枝 「コンピュータを使った問題づくりの実際とその分析」(118ページ)
- (43) 廣瀬義隆 「『2円と2直線』の問題に関するコンピュータを用いたよりよい指導を目指して - 『2円と2直線』の問題に関する教科書の分析・比較・パソコンを用いた授業の構想 - 」(83 ページ)
- (44) 森 一寿 「新しい軌跡へのアプローチ - 方程式での軌跡からの脱却 - 」(56 ページ)
- (45) 飯島「作図ツールを使った探究例と問題例- 今町先生と松沢先生の問題に関連して -」, 数学教育研究, 上越教育大学数学教室, 1993, 37-48
- (46) 飯島「作図ツールの導入に伴う学習活動の変化 - 中学校の数学の教科書の問題の分析による考察 - 」, イブシロン, 愛知教育大学数学教室, vol.35, 1993, 50-61
- (47) 飯島「数学的問題解決を支援するソフトウェアの開発 - 作図ツールGeometric Constructor の開発の理念と過程 -」, 三輪辰郎編『数学的問題解決能力の育成におけるコンピュータの役割に関する日米比較文化的研究』, 科研費報告書, 1993, 89-117
- (48) 飯島研究室「Geometric Constructor を使った授業に関する共同研究と卒業研究」, イブシロン, 愛知教育大学数学教室, vol.35, 1993, 220-228

上越教育大学の院生の清水氏は, 次の修士論文の中で, 作図ツールによる作図と定規とコンパスによる作図の比較をしています。

- (49) 清水雅之「...」,上越教育大学大学院教育学研究科修士論文,1993  
それをまとめたものが、次の文献です。
- (50) 清水雅之「作図手続きを問題解決のストラテジーとして扱うことについて -作図ツールによる作図と定規とコンパスによる作図との比較を通して-」, 数学教育研究, 上越教育大学数学教室,8(1993), 89-96
- (51) 飯島 "Activities which can be introduced by use of Geometric Constructor",  
Proceedings of the Seventeenth International Conference for the  
Psychology of Mathematics Education, 11-259, ( 於 筑波大学),  
1993.7.18-23
- (52)(53)(54) 新潟, 鳥取, 松江での講座
- (55) 名古屋市教育センターでの初任者研修講習
- (56) 中町 (神奈川県川崎市立向ヶ丘中学校), 『二等辺三角形の問題に関する指導案』  
この授業は、川崎市立中学校数学科部会図形研究チームの研究会としても行われ、  
授業及び検討会のVTR を収録した(93.10.19)。
- (\*\*) 飯島「作図ツールを用いた数学的探究のための教材開発」,第26回数学教育論文発表  
会論文集 (上越), (1993)435-440
- (57) 松島 悟 (富山県魚津市立西部中学校) 他8名, 富山県魚津市中教研数学研究グル  
ープ, 『コンピュータを活用した選択授業の一考察 - 2学年の『図形』領域の  
指導を通して -, 1993, 北陸四県数学教育研究大会( 正式名称は分かりませ  
ん),28ページ
- (58) 梅 賢司( 島根県八束郡八束町立八束中学校), 『コンピュータを追求の道具とした  
指導法』, 第26回中国・四国数学教育研究大会, 高知大会, 第5 分科会( 教育  
機器, 問題解決),10ページ,
- なお、本研究は、他に、梅瀬久男( 島根県立松江教育センター),植田 学( 島根県美保  
関南中) が共同研究をしている。また、本研究で扱った授業と、次の足立先生による授業  
について、中学校数学科教員情報処理講座の中で研究協議を行った。なお、研究協議の様  
子はVTR に録画した。
- (59) 足立賢治( 島根県大社町立大社中学校) 『円周角の定理に関する指導案』,1993.1  
0.27,3ページ
- そのときの要項が次のものである。
- (60) 島根県教育委員会学校教育課 『平成5 年度中学校教員情報処理講座実施要項』,  
島根県松江教育センター, 93.11.17-19
- (61) 飯島『数学における作図ツールの活用について』,  
そのときの要項に、奈良女子大学附属中・高等学校数学科独自の「金槌型ツール, 大工  
型ツール」という概念に関連した考察を付与した講演を、同校公開研究会に際して行っ  
た。その要項が以下のものである。
- (62) 飯島『コンピュータを用いた授業のための教材開発と授業の設計』,93.11.22
- (63) 金田昌之( 神奈川県川崎市立日吉中学校) 『コンピュータを活用した図形指導 -作  
図ツール(Geometric Constructor) を用いて -』, 第42回神奈川県数学教育研  
究会連合会, 鎌倉大会,1993,11ページおよび指導案(6ページ,1993.10.27)

- (64) 後藤信彦(神奈川県川崎市立白鳥中学校),『三角形・四角形での指導案』(1993.1  
1.4)
- (65) 山下忠徳『動的扱いによる図形の発見とその証明過程における作図ツールの効果的  
な活用方法の研究』,川崎市総合教育センター,中間報告書,94.1.14 32p.
- (66) 井尾雅一『中学校数学科における「課題学習」の教材開発について」,鳥取県教育研  
修センター,長期研修報告,1994.3,27ページ
- (67) 飯島『コンピュータ利用による数学教育学における基本的な研究課題- インターラ  
クティブという観点からの考察- 』,イプシロン, vol.36(1994),63-81
- これを加筆修正したものが,次である。

- (68) 飯島『コンピュータ利用による数学教育学における基本的な研究課題- インターラ  
クティブという観点からの考察- 』,in『高度技術・科学社会に向けた数学の  
教材研究』,愛知教育大学数学教室,平成5年度特定研究研究成果報告  
書,1994,13-39

また,この報告書の中では,次のものもある。

- (69) 飯島『作図ツールを用いた教材開発の実際』,in『高度技術・科学社会に向けた数  
学の教材研究』,愛知教育大学数学教室,平成5年度特定研究研究成果報告  
書,1994,100-119
- (70) 地曳善敬『作図ツールで探る外心・内心』,『数学教育』1994.7臨時増刊号「意欲  
的に試みた課題学習実践事例集」,40-47

93年度の飯島研究室での卒業論文の中で,Geometric Constructor を扱ったものは次の  
4編であった(他1編)。

- (71) 黒太宣彦『二つのマイクロワールドにおける図形学習について - LOGO とGCを用い  
て -』
- (72) 寺沢雅之『「円による平面分割」の問題のコンピュータによる指導の実際 -コンピ  
ュータと他の教具の比較 -』
- (73) 飯田昌彦『コンピュータを用いた問題解決について』
- (74) 西尾雅紀,児玉美佐紀『CAL ソフトウェアに関する研究 -分類とその分類に沿った  
チェックリスト』,この文献は要約がイプシロン(1994)に掲載されている。

- (75)北谷正一(神奈川県川崎市白山中学校)『四角形と外心』,1994.6.15

この授業のVTR および,研究協議会のVTR が収録されている。

- (76) 飯島『テクノロジーがもたらす算数・数学教育の改革』,日本科学教育学会,第18  
回年会論文集,1994,27-28(宇都宮大学にて),pp.27-28

これは,課題研究3『テクノロジーが拓く新しい算数・数学教育の指導』(座長:竹之  
内(大阪国際大))の中の一つの発表として行いました。この中では他に,

森裕一『身の回りの問題解決とコンピュータ』

一山稔之『数式処理ソフトが拓く新しい解析学の指導』

瀬沼花子『グラフ電卓がもたらす方程式・不等式と関数の新しい指導』

町田彰一郎,吉田章司,池田孝司『数学とのよりよいインターフェイスを確立するた  
めのコンピュータの活用』

がありました。また,関連する課題研究として,次のものがありました。

課題研究8 『証明は死んだのか? -数学的活動, コンピュータ, そして幾何教育 -』(

座長: 能田(筑波大))

一松 信 『「証明は死んだ」のか?』

清水克彦, 垣花京子 『生徒は測定値で納得する- コンピュータソフトをもちいた授業実践から- 』

国宗 進 『中学校数学科での論証の意義 -その意義と問題点- 』

清水静海 『証明の指導の真の根拠を問い直す -幾何の指導を通じて児童・生徒は何を学習すべきか- 』

(77) 飯島 『インターラクティブな探究の状況依存性について - 作図ツールを用いた探究のための教材開発のために - 』, 第27回数学教育論文発表会論文集 (神戸), p.353-359

(78) 飯島 『コンピュータを活用した問題解決・課題学習』, クレセール(CRECER), 中学校数学科教育実践講座, 第11巻, 一人一人の主体性を育てる問題解決・課題学習, pp.269-278

(79) 飯島 『三角比の指導のポイント』, クレセール(CRECER), 中学校数学科教育実践講座, 第7巻, 確かな判断力を育てる図形と計量, pp.225-230  
・Capponi, Straesser(1992), ZDM 165-171について

(80) 飯島, 磯田, 大久保 『コンピュータで数学授業を変えよう - 作図ツールGCによる図形の指導』, 明治図書

(81) 飯島 『数学的探究の記録の手段としてのマルチメディアソフト・ハイパーメディアソフトの可能性』, 愛知教育大学教科教育センター研究報告, vol.19(1995), pp.211-220 ( 英文タイトル: Multimedia-software and hypermedia-software as a tool to record mathematical inquiry)

(82) 飯島 『「数学的探究 = F (環境) の研究」としてのコンピュータ利用の研究 - Geometric Constructor における「条件を満たす点の集合としての軌跡」の機能に関するケーススタディを手掛かりに - 』, イプシロン, vol.37(1995), pp.33-57  
なお, この論文の一部は, 次の報告書の中にも掲載しています。

(83) 三輪辰郎編著 『数学的問題解決の指導におけるコンピュータ利用に関する比較文化的研究』, 日米共同研究報告書, 1995

#### 概要

##### 1. 研究内容

##### 1.1 コンピュータ等の利用による授業のための新しいパラダイム

三輪, 橋本(横国大), 石田(横国大), 清水(東学大)

##### 1.2 コンピュータ等を利用した問題解決の指導

杉山(東学大), 能田(筑波大), 梶(東学大), 飯島(愛教大)

##### 1.3 教師の信念システム

藤井(山梨大)

##### 1.4 コンピュータ利用の現状と課題

沢田(国立教育研究所)

##### 2. 訪米の成果

### 3. これまでに行った発表内容

#### 4. 研究の経過

(84) Iijima, Y. "The feature of Geometric COstructor : Dynamic geometry environment usen in Japan", Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics", vol.14(1995), in printing

また, 1994年度の飯島研究室での卒業論文は以下の通りです。

Geometric Constructor を直接扱っているもの

- (85) 伊藤真夕美 『新たな「軌跡」への招待- 「運動する点を通る途としての軌跡」において二つのケーススタディを考える』, 77 ページ
- (86) 平野 崇 『オープンな授業におけるコンピュータの可能性 - 白山中学校における地曳先生の授業実践を手掛かりに - 』, 85ページ
- (87) 清水孝司 『ヤル気を起こさせる授業の研究 - GCを活用したオープンエンドな授業を分析して - 』 127 ページ
- (88) 赤堀公祥 『コンピュータ利用による問題解決の変化について』, 46 ページ  
Geometric Constructor を中心的テーマとしては扱っていないもの
- (89) 北洞美鈴 『実験を生かした二次曲線への挑戦』, 147ページ
- (90) 安藤哲朗, 長谷川裕城 『混沌とした関数教育の行方 - コンピュータによる関数教育革命 - 』, 191 ページ
- (91) 兵藤康臣 『数学教育におけるモーフィングの可能性について』, 59 ページ
- (92) 森田俊雄(1995) 「書評: コンピュータで数学授業を変えよう - 作図ツールGCによる図形の指導」, 数学教育, 明治図書, 1995.4, p.115

## 4.2 作図ツールに関する文献の分類

### 4.2.0 はじめに

1988年から私はGeometric Constructor の具体的な構想等を考えはじめたのですが、との当時は作図ツールに関する文献はほとんどありませんでした。入手可能な文献というのは、

Yerushalmy, M., Houde, R.A. (1986) "The Geometric Supposer: Promoting Thinking and Learning", MT, 1986, September, 418-422

くらいであり、私自身は図形を「変形」したかったため、このような仕様は満足のいくものではありませんでしたし、また大学で使えるコンピュータではGeometric Supposerは稼働するはずがないことも明確だったので、ソフトを取り寄せる積もりにもなりませんでした。

私自身のGeometric Constructor も1989年から稼働するようになりましたが、現在に至るまで、数多くのソフトが開発され、また数多くの論文が書かれるようになりました。もっとも、古藤先生（上越教育大学名誉教授）の目から見ると、小さいものが多く、学位論文にまで発展しそうなものが少ないとお感じになるようですが、それでも5年前までの状況を考えると隔世の感があります。私は幾何教育を研究してきましたし、現在でも研究しているわけですが、現代化以降、作図ツール研究のみならず、幾何教育に関する文献全体をみても、本当に少なかったのです。

1990～1992年あたりまでは、それほど研究論文、発表が多くはなかったのですが、とにかく文献はすべて列挙するという方法も可能だったのですが、現在では、それだけでも一苦勞です。そこでここでは、作図ツールに関心を持たれ、研究しようと思われている方々のため、あるいはより具体的には私の周りで研究を進めようと思っている大学生・大学院生・現場の先生方とのゼミ等での資料とすることを念頭に置き、その際に利用可能と思えるような文献をここにまとめてみることにしました。ですから、学生の卒業論文も積極的に取り上げてきます。

また、取り上げる文献で扱っているソフトはGeometric Constructor とは限りません。むしろ、他のソフトを使っているものを積極的に取り上げるようにした積もりです。しかし、「すべてを列挙」することに主眼を置いているわけではありませんから、挙がっていないものもあります。また、すべての情報を把握しているわけではありませんから、重要なのに欠如しているものもあると思います。それらについては、情報を提供いただけますとありがたいと思います。

また、ここでの分類自体もかなり暫定的なものですから、今後再構成をすることを考えています。ご意見をいただけますと幸いです。

#### 4.2.1 サーベイ

サーベイというのは様々な研究の動向をまとめた文献のことをいいます。日本語の文献はあまりありませんが、外国の文献では、次のようなものがあります。

Grouws, D.A. (1992), Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning  
NCTM, Macmillan,

##### 4. Critical Issues

Kaput, J.J. "Technology and Mathematics Education", 515-556

コメント：

これは、作図ツールに限りません。アメリカを中心とする文化圏での数学教育研究全般の動向をまとめたものであり、大変な力作です。日本では、このようなものを作れるだけの体力は到底ありません。

その中の第4部で様々なテーマを挙げていますが、その中の一つがKaputによる上記の「テクノロジーと数学教育」です。この中で作図ツールに関する記述はそれほど多くはありませんが、全体の中での位置づけを見るのにはいいでしょう。

Nesher, Kilpatrick (eds), "Mathematics and Cognition: A Research Synthesis by the International Group for the Psychology of Mathematics Education", 1990

Hershkowitz, R., "Psychological Aspects of Learning Geometry", pp.70-95

コメント：

Smith, D.A., Porter, G.J., Leinbach, L.C., Wenger, R.H. (eds)  
Computers and Mathematics  
The Use of Computers in Undergraduate Instruction  
MAA Notes No.9, 1988

Porter, G.J., Preface: The Use of Computers in Mathematics Instruction : Past History - Future Prospects

Schoenfeld, A. H. Uses of Computers in Mathematics Instruction

Computer-based drill and practice

Immediate feedback

Problem sequencing

Motivation and other unexpected benefits

Tools that do the drudgework so that you can use your brains

Gaming environments and multiple representations

Simulations

Dynamic representations

Some non-standard consequences of learning to program

Intelligent tutoring systems  
Computer-based microworlds  
Transcendent technologies and general all-purpose mathematical tools  
A brief postscript

Cunningham, S. Evaluating Mathematical Softwares  
Leinbach, R. S. The Machine in the Garden: Calculus with Computing  
Smith, D.A. A Minimalist Approach to Computer Use in Mathematics  
Hosack, J. Computer Algebra Systems  
Siegel, M.J. The Use of Computers in Teaching Discrete Mathematics  
Sandefur, J.T. & Vogt, A. Finite Differences: A Computer-Alternatives to Calculus  
Anton, H., Tucker, A., Helzer, G. The Use of Computing in the Teaching of Linear Algebra.  
Orzech, M. Using Computers in Teaching Linear Algebra  
Penn, H.L. Differential Equations Software Reviews  
Danby, J.M.A., Computer Applications in Differential Equations  
Gordon, S. Computer Use in teaching Statics  
Laurie, J., Finn, J. The Use of the Computers in Probability Course  
Jones, C.A. A Logo-Based Course in Problem Solving  
King, J.R. Geometry and Computers  
    The Method of turtle geometry  
    Foundations of turtle geometry  
    Symmetries and total curvature  
    Turtle Geometry and spirals  
    Turtle geometry and fractals  
    Tilings  
    Line conics and string figures  
    Cycloids and mechanical devices  
    Affine-geometry and home-brew turtles  
    Three-dimensional geometry  
    Algebra and geometry  
    Other topics  
    Conclusion  
Nevison, C.H. Computers in Abstract Algebra and Number Theory  
Gilmer G. & Gordon S.P. Computers in Remedial Mathematics Curriculum  
Wenger, R.H. Computers in "Transition" Mathematics Courses: Pragmatic Experience and Future Perspectives

コメント：AMMというのはアメリカ数学会のことです。数学会が、大学（学部）での数学教育がコンピュータ利用によって大きく変化することを想定し、すでに1988年にこれだけのものを作っているということ自体注目に値すると思います。そして、数学者の目から見た1988年当時の様子がかかなり忠実に反映されていると思います。

もっとも、現在の数学の中でのコンピュータ利用はまた大きく変わっていますから、ここで書かれている状況が「現在」と思うのは時代錯誤になることも注意しておく必要があるでしょう。

Zentralblatt für Didaktik der Mathematik(ZDM), 92/4

Analyzen, Computerunterstützter Geometrieunterricht Teil 1

Schumann, H. Einführung, 119-120

Entwicklungen bei didaktisch-orientierten Softwarewerkzeugen zur Geometrie

Biehler, R. Vom interaktiven Programmieren zur direkten Interaktion, 121-127

Laborde, C. Solving problems in computer based geometry environments: The influence of the features of the software, 128-135

Holland, G. Computerunterstützung beim Lösen geometrischer Konstruktionsaufgaben, 136-143

Schumann, H. Interaktives Berechnen an geometrischen Konfigurationen, 144-153

Zentralblatt für Didaktik der Mathematik(ZDM), 92/5

Analyzen, Computerunterstützter, Geometrieunterricht Teil 2

Cabri-geometre in a college classroom

Capponi, B., Strasser, R., Teaching and learning the cosine-function with Cabri-geometre, 165-171

Yerushalmy, M. Chazan, "Guided inquiry and geometry", 172-177

Kadunz, G., Kautschitsch, H., "Entwicklung und Evaluation einer Computer-Mikrowelt im Geometrieunterricht", 178-182

Hoelzi, R., "Interpretative Analyse eines Problemlöseversuchs im Zugmodus der Cabri-Geometrie", 183-190

Doorman, L.M., v.d.Kooji, H., "Using the computer in space geometry", 191-196

Strasser, R. "Didaktische Perspektiven auf Werkzeugsoftware im Geometrieunterricht der Sekundarstufe I", 197-201

Schumann, H. "Bemerkungen zu den Analysen in ZDM 92/4 und 92/5", 202-203

コメント：

ZDMというのはドイツの雑誌です。どちらかというデータベースとしての役割の方が強い傾向にありますが、Analyzenの部分は特集を組んでいるので、自分の研究テーマと一致するときはなかなかありがたい論文となります。雑誌自体がA4版であり、字が非常に細かいので、ページ数の割りには非常に内容が多いと思います。

ドイツで有力な作図ツールはCABRI とGeoLogのようです。序を書いているSchumannはCABRI に関する論文をよく書いていますが、CABRI の研究者の論文を集めるだけでなく、GOLOG のHolland やGeometric SupposerのYerushalmyらからも論文を収集しているところが非常に好感が持てると私は思います。

また、ちなみに、1990年には、コンピュータ利用に関する特集として、次のような文献群の中の一つとして、CABRI が扱われていました。

Zentralblatt für Didaktik der Mathematik(ZDM), 90/5

Hausmann,K., "Wie intelligent sind tutorielle Systeme?, Der schwierige Weg vom einfachen Lernprogramm zu einem wissensbasierten lernermodellierenden tutoriellen System", 158-163

Barz, W., "Tutorielle Systeme fuer Beweis- und Konstruktionsaufgaben im Geometrieunterricht der Sekundarstufe I", 163-170

Laborde,J.M., Straesser,R., "Cabri-Geometre: A microworld of geometry for guided discovery learning", 171-177

Schwarz, B., "A perfect student expert for function characteristics", 178-183

Tucker,R.N. "Interactive media: Developments and trends in the domain of intelligent tutoring system", 184-188

日数教 『算数・数学科における学習用ソフトウェアとその活用に関する研究』  
平成5年度文部省委託研究，第2年次研究実績報告書  
¥1400 直接日数教まで(03-3946-2267)

A. 研究の概要と今後の課題（植竹）

B. 算数・数学科における学習用ソフトウェアの活用について

C. 学習用ソフトを活用した授業の実施状況

(作図ツールを用いたものを抜粋)

7. 学習ソフトウェアを活用した授業（図形ランチボックス）

久保田（芦屋大学）, 三橋（東京都北区富士見中）

9. 図形指導を支援する教材ソフトの活用（カブリ）

大橋（横浜市保土ヶ谷中）

11. 学習用ソフト利用の二つの実験（関数ラボ, GeoBlock）

喜多見・本庄（早稲田大学高等学院）

14. GeoBlock を活用した平行四辺形に関する授業実践の報告

宮本（仙台市宮城野中）

16. Cabri Geometry を用いた図形の指導

成田（長野県豊野中）, 垣花（東京家政学院筑波短大）等

D. 資料

「情報教育指導者講座（数学）」（つくば）での配付資料

E. 参考資料

日数教滋賀大会での配付資料（ソフトの紹介）

コメント：

日本でのコンピュータ利用に関するサーベイに相当するものとしては、上記の文献あた

りがやっと「授業」の姿が見え隠れしはじめてきたのではないかと思います。作図ツールとしては、カブリとGeoBlockそして図形ランチボックスの3本が扱われているようです。なお、この研究では、市販のソフトだけを対象にして扱っています。Geometric Constructor は市販ソフトではありませんから、扱われていません。(もっとも、市販していても扱っていただいたかどうかは別問題ですが。)

特に作図ツールに関連して考えてみた場合、市販ソフト以外のものも現場では結構使われていることも考慮しないと、中学校等での現場の様子をサーベイすることにはならないと思います。そういう意味では次の文献は貴重だと思います。

明治図書『数学教育』7月号 図形指導にコンピュータを生かす

- |                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| 垣花 CABRI                        | (東京家政学院筑波短期大学) |
| 青山 熊本大学青山研究室を中心としたソフト           |                |
| CARIソフト                         | (熊本大学)         |
| 伊達 神戸市数学研究部情報教育研究委員会を中心としたソフト開発 |                |
| てんてんまる                          | (神戸市御影中)       |
| 森田 自作の作図ツール                     | (埼玉県桶川市桶川中)    |
| 荒井 川崎市立教育研究会数学部会, 教育機器研究チーム     |                |
| BASIC による自作ソフト                  | (川崎市御幸中)       |
| 中野 京都市情報処理教育センター中心に開発した自作ソフト    | (京都市桂川中)       |
| 大西 東工大との協力から開発した自作ソフト           | (横浜市保土ヶ谷中)     |
| 吉岡 FCAIを使った自作のコースウェア            | (広島市国泰寺中)      |
| 武藤 立体のシミュレーションソフトを使う            | (福島県猪苗代町猪苗代中)  |
| 車谷 東書「図形のシミュレーション」を使う           | (奈良県新庄町新庄中)    |
| 松井 岐阜県数学教育研究会コンピュータ委員会による自作ソフト  |                |
| 「数学シミュレーション」                    | (岐阜大学附属中)      |

コメント：

名前の右に書いてあるのは論文のタイトルではありません。どういうソフトかを私が書き加えたものです。なお、ここでもGeometric Constructor は登場しませんが、それはこの企画の前にGeometric Constructor を使った連載を1年以上扱っていたこと、それをきっかけにこの企画が成立したのだが、ここで改めてGeometric Constructor を取り上げる必要はないことからだと思います。

前述の日数教の本以前には見るものがないかということと必ずしもそういうわけではありません。数学セミナーの増刊という形で、次のようなものが1989年以降出されています。その概要を挙げておきましょう。

寺田, 吉村編, 「数学教育とコンピュータ」, 数学セミナー増刊, 1989

御殿場シンポジウム

正田「新学習指導要領の展開と現場への希望」

茂木「 高等学校における数学の心学習指導要領」  
 寺田「 高等学校でどのようなコンピュータ利用の教育を期待するか」  
 森本「 パソコンで何ができるか」  
 片桐「 高校数学とコンピュータ」  
 三輪「 これからの中学校数学」  
 細井「 何ができるのか，何をしたいのか」  
 吉村「 何を考えるべきか教科オーサリングの紹介」  
 島田「 数学教育から見たコンピュータ」  
 野口「 数学教育 ^ コンピュータ」  
 竹之内「 教育の現場でのコンピュータの利用」  
 沢田「 コンピュータ教育の環境と現状」  
 長野「 教育養成と現職教育」  
 下沢・ 黒石「 化学教育用コンピュータソフトの作成と流通」  
 竹谷「 教育工学から見た数学へのコンピュータ利用」  
 碓井「 CEC の役割と市販ソフトウェアの流通問題」  
 秦 「 数学教育におけるソフトウェア環境」  
 藤田「 数学教育の展望とコンピュータ」  
 一松「 コンピュータと数学の関連」  
 植竹「 コンピュータをいかに数学に利用するか」  
 佐藤「 コンピュータ利用の指導展開例」  
 御殿場シンポジウムにおけるアンケートのまとめとその考察

正田，寺田，吉村編，「教育用コンピュータハンドブック90」，数学セミナー増刊，1990

## I. コンピュータと学校教育

各学校段階別に議論している。( 正田，吉村，横地，鈴木，町田，室岡，土居)

## II. 教育用のソフトについて

主としていろいろなソフトの事例を挙げ，検討している。

1. 中学校数学シミュレーション図形編( 東京図書)
  2. 教材ソフトと実践事例算数・ 数学編( 学校図書)
  3. findout( 福武書店)
  4. パソコンで見る関数グラフィックス( 森北出版)
  5. 高校数学関数のグラフ(TDK)
  6. LETSMath ( 日本IBM)
  7. マイコンドリル高等学校数学I(教育ソフト研究所)
  8. デカルト( コンプトン)
  9. ログライター( ログジャパン)
- 座談会/ 教育用ソフトの検討の視点  
 (佐藤，寺田，長崎，根本，吉田，吉村)

### III. コンピュータについての各種の情報

CEC, 数学教育学会, 日数教

竹谷, 吉村編「数学教育とコンピュータ」, 数学教育, 臨時増刊, 明治図書, 1991.3

1. 竹谷「新学習指導要領と情報化への対応」
2. 吉村「教育の場でのコンピュータ利用」
3. 吉村「中学校数学の指導内容とコンピュータとの関連」
4. 加々美「中学校数学でコンピュータ利用が適当と考えられる分野」
5. 加々美「教科でのコンピュータ利用の形態」
6. 吉村「ソフト検討の前提/環境の設定と使い方」
7. 長崎「教育用ソフトの内容」
8. 中村「OS, コンピュータ言語, オーサリングの紹介」
9. 長崎「教育用ソフト検討の視点」
10. 吉村「教育用ソフト選定上の留意点」

正田, 吉村(1991)「コンピュータによる新しい高校数学」, 数学セミナー増刊, 教育用  
コンピュータ・ハンドブック91

#### 蒲田シンポジウム

##### I. 高校数学でのコンピュータ利用の理念とその問題点

##### II. 高校数学の各項目でのコンピュータ指導の実際

コメント：数学セミナー関係は，どちらかと言うと数学者中心のものが多いとも言えます。

以下の報告書は市販されていませんが，三輪辰郎先生（筑波大学名誉教授）が中心となって行った，数学教育専門家による研究会の研究動向が分かると思いますので，挙げておきます。

三輪辰郎他「数学的問題解決能力の育成におけるコンピュータの役割に関する日米比較文化的研究」, 科研費報告書, 1993, 186ページ

藤井齊亮, 熊谷光一, 清水美恵「日米教師のコンピュータに対する考え：質問紙による調査の結果と分析」, 1-32

熊谷光一「コンピュータに対する中学生の態度：質問紙による調査と分析」, 33-60

杉山吉茂「数学教育におけるコンピュータの利用について」, 61-70

吉田稔「数学教育とCAI」, 71-76

清水美恵「数学教育におけるソフトウェアの利用の現状」, 77-80

清水美恵「グラフィックツール"Graph Wiz"による探究的活動」, 77-88

三輪辰郎編著『数学的問題解決の指導におけるコンピュータ利用に関する比較文化的研究』, 日米共同研究報告書, 1995, 印刷中

## 概要

### 1. 研究内容

#### 1.1 コンピュータ等の利用による授業のための新しいパラダイム

三輪, 橋本(横国大), 石田(横国大), 清水(東学大)

#### 1.2 コンピュータ等を利用した問題解決の指導

杉山(東学大), 能田(筑波大), 梶(東学大), 飯島(愛教大)

#### 1.3 教師の信念システム

藤井(山梨大)

#### 1.4 コンピュータ利用の現状と課題

沢田(国立教育研究所)

### 2. 訪米の成果

### 3. これまでに行った発表内容

### 4. 研究の経過

#### 4.2.2 数学教育にとっての研究課題

##### (0) 全般的なこと

植竹恒男「研究の概要と今後の課題」, in 日数教『算数・数学科における学習用ソフトウェアとその活用に関する研究』, 平成5年度文部省委託研究, 第2年次研究実績報告書, pp.1-18

##### (1) Geometric Constructor

飯島(1994)『コンピュータ利用による数学教育学における基本的な研究課題- インターラクティブという観点からの考察-』, in 『高度技術・科学社会に向けた数学の教材研究』, 愛知教育大学数学教室, 平成5年度特定研究研究成果報告書, 1994, 13-39

#### 4.2.3 作図ツールの概要

##### (1) Geometric Supposer

Yerushalmy, M., Houde, R.A. (1986) "The Geometric Supposer: Promoting Thinking and Learning", MT, 1986, September, 418-422

Yerushalmy, M. Chazan, (1992), "Guided inquiry and geometry", ZDM, 92/5, 172-177

沢田憲一(1989), 「Geometric Supposerを利用した幾何学の学習- 探究活動を重視した幾何教育」, 第22回数学教育論文発表会論文集(金沢), 407-412

##### (2) cabri

Schumann,H.(1988), "Der Computer als Werkzeug zum Konstruieren im Geometrieunterricht", ZDM 20, 248-263

micromath 1992 summer, Cabri 特集号

Bloomfield,A. "What is Cabri-Geometry?", 23-24

Rogers,L. "Approaches to Cabri", 25-26

Faux,G. "Cabri-Geometry and nomograms", 27-29

"Starters for Cabri-Geometry", 30-31

Capponi,B. "Trigonometry with in a French Classroom", 32-33

Phillips,R. Selinger,M. "Initial reactions", 34

Rogers,L. "Nick", 34-36

Tahta,D. "Curricular Configurations", 37-39

Mason,J. "Geometrical tools", micromath, 1992, Autumn, 24-27

清水克彦(1991),「コンピュータの利用によって具体化される新しい幾何学習- 幾何図形の変形を行うソフト Cabri-geometry-」,第15回日本科学教育学会年会論文集( 鳴門), 17-20

垣花京子(1992),「新しい幾何学環境としての'GeoWorld'-「Cabri Geometry」の効果-」, 筑波数学教育研究,11A,1-10

垣花京子, 東原義訓, 清水克彦, 能田伸彦, 中山和彦(1991),「平面図形の課題におけるシミュレーションソフト「カブリ」の効果」,第15回日本科学教育学会年会論文集( 鳴門),361-364

成田顕宏, 垣花京子, 東原義訓, 中山和彦, 能田伸彦, 清水克彦(1992)「ジオワールドに求められる効果的な図形指導のあり方 -幾何学習ソフト「Cabri-geometry」を用いて-」, 第16回日本科学教育学会年会論文集( 上越),(1992), E222

垣花京子, 清水克彦, 能田伸彦, 東原義訓, 中山和彦(1992)「ジオワールドに求められる図形教材の特性」,第16回日本科学教育学会年会論文集( 上越),E223

### (3) GeoBlock

Hidaka,K.(1990) "A Tool for Learning Geometry", J.Sci. Educ. Japan, 14.2, 78-88

日高一義, 赤石雅典, 中山恭興, 宇土正浩(1992), 「制約図形操作による幾何学習へのアプローチ- 幾何学学習支援ツール「GeoBlock」を用いて-」, 第16回日本科学教育学会年会論文集( 上越),E224

### (4) Geometric Writer

金子忠雄他(1992),「数学科授業におけるコンピュータ活用のあり方 -題材「平行四辺形」を中心に-」, 数学教育研究,28,新潟大学教育学部数学教室,143-152

### (5) GEOLÓG

Holland,G.(1987), "Computersimulation des Rueckwaertsverzettens beim Loesen

geometrischer Beweisaufgaben", MU, 1987-1, 62-82

Holland, G.(1992), Computerunterstützung beim Lösen geometrischer Konstruktions-aufgaben,ZDM, 92/4, 136-143

Lutz,B., Weth,T.(1994) Beobachtungen beim Einsatz von GEOLÓG, Math in der Schule: Zur einer Unterrichtssequenz, 32/10, 557-569

#### (6) Geometer's SketchPad

吉田信也・山上成美(1994-1995) 「新しい幾何楽 - Sketch Padを使った課題学習」, 数学教育, 明治図書,1994.10~1995.3までの連載(6回) ( 奈良女子大学附属中・高等学校)

#### (7) Geometric Constructor

飯島(1990), 「図形の動的な扱いとコンピュータ上での実現について」愛知教育大学教科教育センター研究報告,vol.15(1991),pp.341-352

### 4.2.4 作図ツールの設計・ソフトの思考への影響

#### (1) cabri

Laborde,C., Straesser,R.(1990) "Cabri Geometre" a microworld of geometry for guided discovery learning", Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik", no.5, 171-190

Laborde, C.(1992), Solving problems in computer based geometry environments: The influence of the features of the software,ZDM, 92/4, 128-135

Schumann,H.(1992) "Didactic Aspects of Geometry Learning in Secondary Education Using the Computer as an Interactive Tool", JI.of Computers in Math. and Science Teaching, 11(1992),217-242

清水克彦(1993) 「道具は問題解決のプロセスをどう変えるか - コンピュータ・ソフトを事例としたその分析の観点の提出」, 三輪辰郎先生退官記念論文集, pp.242-261

#### (2) GeoBlock

Hidaka,K.(1992) "Development of GeoBlock: a Micro-World for Learning and Teaching Geometry", Lecture Notes in Computer Science, No.602, 294-306, Springer

#### (3) Geometric Constructor

飯島(1990), 「computerにおける図形の動的な扱いについて」, 筑波数学教育研究, vol.9 (1990), pp.105-117

飯島(1990), 「作図の構成的な側面とcomputerによる支援について - 九点円の作図に関する数学的探究に焦点を当てて - 」, 数学教育研究, 上越教育大学数学教室, vol.5 (1990),pp.35-45

飯島(1993), 「図形における関数の考えの適用に対するコンピュータによる支援について - 基本的な考えとそれを実現するソフトウェアの開発に焦点を当てて - 」, 『数学教育の進歩』, 三輪辰郎教授退官記念論文集, 東洋館, 93.8

飯島(1993)「数学的問題解決を支援するソフトウェアの開発- 作図ツールGeometric Constructor の開発の理念と過程-」, 三輪辰郎編『数学的問題解決能力の育成におけるコンピュータの役割に関する日米比較文化的研究』, 科研費報告書, 1993, 89-117  
飯島(1995)『数学的探究の記録の手段としてのマルチメディアソフト・ハイパーメディアソフトの可能性』, 愛知教育大学教科教育センター研究報告, vol. 19(1995), pp. 211-220

#### (4) その他

大西俊弘(1995)『高等学校数学科における幾何学習ソフトの開発と利用に関する研究- 平面上の変換を題材として』, 兵庫教育大学修士論文, 163ページ

### 4.2.5 ソフト開発の現場

#### (1) Geometric Constructor

飯島(1995)『「数学的探究 = F (環境) の研究」としてのコンピュータ利用の研究 - Geometric Constructor における「条件を満たす点の集合としての軌跡」の機能に関するケーススタディを手掛かりに - 』, イブシロン, vol. 37(1995), 印刷中

### 4.2.6 既存の教材等からの分析

#### (1) cabri

##### ・初等幾何からの素材

Schumann, H. (1989) "Satzfindung durch kontinuierliches Variieren geometrischer Konfigurationen mit dem Computer als interaktivem Werkzeug", MU, 4-1989, 22-37

Schumann, H. (1991) Interaktiven Satzfindung in der Planimetrie - ein Musterbeispiel. - , Math. Schule, 29/11, 799-808,

##### ・小学校

飯島(1992), 「コンピュータによる動的な図形教材の開発と指導について - 算数の教科書の問題の分析による考察」, 日本数学教育学会大会(横浜), 1992.8

##### ・中学校

飯島(1993)「作図ツールの導入に伴う学習活動の変化 - 中学校の数学の教科書の問題の分析による考察 - 」, イブシロン, 愛知教育大学数学教室, vol. 35, 1993, 50-61

##### ・高等学校

梅瀬久男(1992)「高等学校数学科におけるコンピュータの効果的な利用について - 新学習指導要領の趣旨を踏まえた指導展開例 - 」, 研究紀要H3-3(1992)島根県立松江教育センター

##### ・Geometric Constructor での小～高校の全般的なまとめ

飯島(1994)『作図ツールを用いた教材開発の実際』, in 『高度技術・科学社会に向けた数学の教材研究』, 愛知教育大学数学教室, 平成5年度特定研究研究成果報告書, 1994, 100-119

### 4.2.7 自分の思考プロセスの分析

#### (1) Geometric Constructor

長谷川いち枝(1993) 「コンピュータを使った問題づくりの実際とその分析」(118ページ), 愛知教育大学卒業論文(飯島研究室)

飯島(1993)「作図ツールを使った探究例と問題例- 今町先生と松沢先生の問題に関連して-」, 数学教育研究, 上越教育大学数学教室, 1993, 37-48

#### 4.2.8 課題学習等のための問題の収集

##### (1) Geometer's Sketch Pad

吉田信也・山上成美(1994-1995)「新しい幾何楽 - Sketch Padを使った課題学習」, 数学教育, 明治図書, 1994.10~1995.3までの連載(6回)(奈良女子大学附属中・高等学校)

##### (2) Geometric Constructor

井尾雅一(1994)『中学校数学科における「課題学習」の教材開発について」, 鳥取県教育研修センター, 長期研修報告, 1994.3, 27ページ

#### 4.2.9 大学生等の思考プロセスの分析

##### (1) cabri

・「ニアミス作図」という概念を提起している

清水克彦(1993)「道具は問題解決のプロセスをどう変えるか - コンピュータ・ソフトを事例としたその分析の観点の提出」, 三輪辰郎先生退官記念論文集, pp.242-261

##### (2) Geometric Constructor

飯島(1992)「作図ツールを用いた問題解決における問題の変容と問題生成の一方略について - 作図の構成的な性格とコンピュータによる支援について(その3) - 」イブシロン, 34(1992), 32-48

#### 4.2.10 授業分析(含プロトコール等)

・飯島他(1995)「コンピュータで..」の中の玉置実践の分析

大津正仁(1993)「図形の関数的な見方と証明の関係 - 『共通性』と『不可能性』の関図による追究 - 」(110ページ), 愛知教育大学卒業論文(飯島研究室)

・飯島他(1995)「コンピュータで..」の中の八槇実践の分析

佐藤由紀子(1993)「生徒が意欲的に証明に取り組める授業を目指して - 図形の論証指導におけるコンピュータの役割 - 」(本文104ページ, 資料あり), 愛知教育大学卒業論文(飯島研究室)

・飯島(1995)「『数学的探究 = ...』の中で扱っている地曳実践の分析

平野 崇(1995)『オープンな授業におけるコンピュータの可能性 - 白山中学校における地曳先生の授業実践を手掛かりに - 』, 85ページ, 愛知教育大学卒業論文(飯島研究室)

清水孝司(1995)『ヤル気を起こさせる授業の研究 - GCを活用したオープンエンドな授業

#### 4.2.11 学習環境・教具の比較

Choate, J. (1992), "Using Construction Programs in the Teaching of Geometry",  
US/Japan Seminar on the Use of Technology in Problem Solving(1992) 20 pages

三輪先生を中心とした, 日米比較研究における発表論文

Choate 氏はGroton School の教師。

比較検討しているソフトは

discoverForm(1990), the Geometric Supposer Series(1986), Geometry  
Grapher(1989), The Geometer's Sketchpad(1991), 3D Images(1990),  
Geometry(1987)

山本泰嗣(1992), 「コンピュータによる図形環境における中学生の数学学習活動に関する研  
究 -LOGO, Cabri-geometryを用いて-」, 筑波数学教育研究, 11A(1992), 19-28

黒太宣彦(1994) 『二つのマイクロワールドにおける図形学習について - LOGO とGCを用い  
て -』, 愛知教育大学卒業論文 (飯島研究室)

寺沢雅之(1994) 『「円による平面分割」の問題のコンピュータによる指導の実際 -コンピ  
ュータと他の教具の比較 -』, 愛知教育大学卒業論文 (飯島研究室)

#### 4.2.12 教材化や授業化のプロセス

・飯島他(1995) 「コンピュータで..」の中の堀部実践の成立までのプロセスの分析

野口真里(1993) 「コンピュータを利用した星型5角形の効果的な指導のあり方について  
- 3回の授業の比較・検討に基づいて」(本文93ページ, 資料14ページ), 愛知  
教育大学卒業論文 (飯島研究室)

・飯島他(1994) 「コンピュータで..」の中の玉置実践成立までのプロセスの分析

飯島(1994) 「コンピュータを活用した問題解決・課題学習」, クレセール(CRECER), 中  
学校数学科教育実践講座, 第11巻, 一人一人の主体性を育てる問題解決・課題  
学習, pp.269-278

#### 4.2.13 授業実践例

注意: サーベィなどの中で挙げてあるものは割愛しています。

また, 特にこの欄はまだ掲載していないものがあります。

特に, 論文の形式でなく, 発表形式のものがあります。

(1) cabri

Capponi, B., Strasser, R. (1992), Teaching and learning the cosine-function with  
Cabri-geometre, ZDM, 92/5, 165-171

Capponi, B. (1992) "Trigonometry with in a French Classroom", micromath, summer,  
32-33

Henning, H., Shuster, E. (1994), Induktive Satzaneignung : Beispiele mit CABRI  
GEOMETRE in der Hauptschule, Math in der Schule, 32/11, 614-621

(2) Geometric Writer

神林信之(1993)「四角形が円に内接するための条件 - 作図・計測ツールGeometric Writerを使って - 」, 数学教育, 明治図書, No.423, 1993, 4月号, 108-113

(3) GeoBlock

佐々木棟明(1991)「数学教育におけるコンピュータの機能 - ジオブロックによる三角形の外心の探索」学芸大数学教育研究, vol.3, pp.87-98

(4) Geometric Constructor

・いくつかの実践がまとめてある

飯島, 磯田, 大久保(1995)『コンピュータで数学授業を変えよう - 作図ツールGCによる図形の指導』, 明治図書

中野敏明, 松沢要一(1991) in 上越教育大学附属中学校「コンピュータで授業が変わった」, 図書文化, 1991

中野敏明(1991)「実践例7 コンピュータを活用して図形の性質を追究する授業 - 中学校第2学年「中点連結定理の応用」 - 」, in 上越数学教育研究会 会, 『算数・数学科における Do Math の指導』, 東洋館, 1991

地曳善敬(1994)『作図ツールで探る外心・内心』, 『数学教育』1994.7臨時増刊号「意欲的に試みた課題学習実践事例集」, 40-47

4.2.14 文献紹介

飯島(1992), 「コンピュータで作図に関わる活動がどう変わるのか - 作図ツールに関する文献の紹介 - 」新しい算数研究, 東洋館, No.250(1992), 59-62

飯島(1994), 「三角比の指導のポイント」, クレセール(CRECER), 中学校数学科教育実践講座, 第7巻, 確かな判断力を育てる図形と計量, pp.225-230

・Capponi, Straesser(1992), ZDM 165-171について

## 5 . 1 Geometric Constructor の対応機種

### 5.1.1 対応機種

#### [要 約]

おそらく、今後、学校に納入される機器としては、98系 (NEC, エプソン), FM 系 (富士通, 松下), Macintosh系 (Appleなど), DOS/V 系 (PC/AT互換機, 前述以外のほとんどのメーカー)あたりでほとんどをカバーできると思います。Mac 系の方々は他の作図ツールをお使いください。それ以外の機器をお使いの方々はDOS/V 系で動作する可能性があるのでお問い合わせください。それでもだめな場合は、行政による機器のリプレースをお待ちください。

#### [詳 論]

現在、使える機種は次の通りです。これは、使用コンパイラがMS-BASIC 7.1であるということによるもので、このコンパイラが使える機種になら移植できる可能性があります。

#### (1) NEC PC-9801 及び互換機

互換機の代表的なものは、エプソンの機器です。

#### (2) 富士通 FM-R50, FM-TOWNS, MARTYおよび互換機

FM-R10/30 に関してはテストをしていませんが、動作すると思います。

互換機の代表的なものは、パナソニックによる機器です。

#### (3) 富士通 FM-R60/70/80 および互換機

互換機の代表的なものは、パナソニックによる機器です。

#### (4) DOS/V 機

PC/AT 規格のものすべてです。

逆に、現在、使えない主な機種は次の通りです。

#### (-1) Mac 系のすべての機種

#### (-2) シャープ X68000 系のすべての機種

#### (-3) FM 16

これらに関しては、見通しは全く立っていません。Macintosh の場合には、cabri や Geometer's Sketch Pad など、他のソフトがありますから、それらをお使いになってください。

また、問い合わせがあったけれども機器がないため不明の機種としては、AX規格のものがありました。現在でも、分かりません。

### 5.1.2 データの互換性

図形データに関しては、どの機種で作成しても互換性があります。

画面データに関しては、640 × 400 の解像度に関しては互換性を確認しています。

履歴データやスナップショットはできるだけ依存しないようにしていますが、メニュー

構成の内容によって問題が生じる危険性、バージョンが変わったときの危険性等がありますので、基本的には、作成した環境内のみで使うことを想定した方がいいでしょう。

#### 5.1.3 操作環境の互換性

操作環境の互換性は、非常に多くの部分について互換です。若干の環境の相違からくるものは、5.1.5 を参照してください。

#### 5.1.4 解像度の違いへの対処の仕方

解像度の違いは、画面の広さに対応させています。図形の解像度を変えてはいません。

そのため、ハイレゾで適当な大きさと思って保存したものを通常の機種で読み込むと画面からはみ出たり、通常の機種で保存したものをハイレゾで読みだすと図形が小さい感じがすることがあります。

#### 5.1.5 機種ごとの問題点、使えない機能

##### (1) 9801 系

簡易エディタのスクロールが若干遅い。

実行ファイルが少し大きい。多分これは、FM系の方がより多くのBIOSをもっているため、98用のコードの方が実質的に多くなるためだと思います。

##### (2) FM-R50 系

##### (3) FM-R60 系

変形時の動きが滑らかにならない。これはVRAMの切り換えができないことに起因するので、修正不可能です。

##### (4) DOS/V 系

- ・ 入出力のファイル名として使えない漢字が多い。英数字のみを使うのなら支障はない。
- ・ グラフィックスの上に文字を書くとその部分のグラフィックスも消える。
- ・ 画面分割は実質的にできない。
- ・ メニュー等の表示において文字が反転する代わりに強調文字になる。

### 5.2.1 フロッピー 1 枚のみでの運用

Geometric Constructor では、基本的に、この形態での利用が可能であることを念頭において、開発をしています。配付ディスクにMSDOS のSYS を転送すれば、そのような形で使うことができるはずですが、

この形態の運用の特徴は、

- (1) 人数分のフロッピーを用意するだけでいい。
- (2) その授業のためのデータ等のみをフロッピーに保存し、授業用のものを作るのに適している。
- (3) 日本語FEP は多くの場合使えない。

などだと思えます。GC通信に添付しているディスクの作り方、使い方等を参考にしてください。

### 5.2.2 フロッピー 2 枚での運用

使えるディスクが 2 枚あると、データと実行ファイルとを分離することができます。しかし、単なる分離は今までの経験からすると、あまり意味がありません。むしろ一つの単元程度で使うファイルの数、容量は限られているので、少し無理をしても 1 枚にまとめる方が適切です。2 枚で運用した方がいいと思えるような場合というのは、

- (1) 日本語FEP を使いたい場合

FD2 基しかないけれど日本語FEP を使いたいという場合には辞書が必要です。その場合には 1 枚にまとめることは不可能なので、2 枚使うといいでしょう。

- (2) データが膨大にある場合

生徒に使わせるというよりも、先生方がご自身で使うときにはデータは分離しておく方が適切だと思えます。

- (3) 単に図形データを使うだけでなく、各種のデータを保存するとき

この場合も実行ファイルとデータを分けた方がいいのですが、可能なら、ハードディスクの利用の方がいいでしょう。

### 5.2.3 ハードディスクでの運用

データの蓄積、整理、分析、管理等を行う場合には、ハードディスクは不可欠です。そして、この場合には、データ等も複数のディレクトリに分割して適切な名を付け、管理するのが適しています。

しかし、生徒に使わせる場合には、これが適切かどうかは分かりません。「不要なものは見せない」方が一つの授業としては適切な場合が多いからです。「図書館で自由に探索」というような形態で使わせることも可能だと思いますが、その場合にはそれなりの文書も必要になると思えます。

### 5.2.4 フロッピーとRAM ディスクでの運用(MARTYの場合を中心に)

最近では、ノートパソコンでさえハードディスクが当たり前ですから、無理にRAMデ

イスク等を使う必要性はなくなってきました。しかし、Geometric Constructor では、「最低限の資源」という意味でのテストケースとして、「MARTY での運用が可能」ということを、一つの目標にしてみたいと思っています。そして、MARTY で快適に運用するための一つのテクニックとしては、RAM ディスクの利用が挙げられます。

具体的なことを述べるには、少し時間が必要ですから、この項目をきちんと書き上げるのは、次回の改版時にしようと思います。

### 5.3 ハードディスク等へのインストールについて

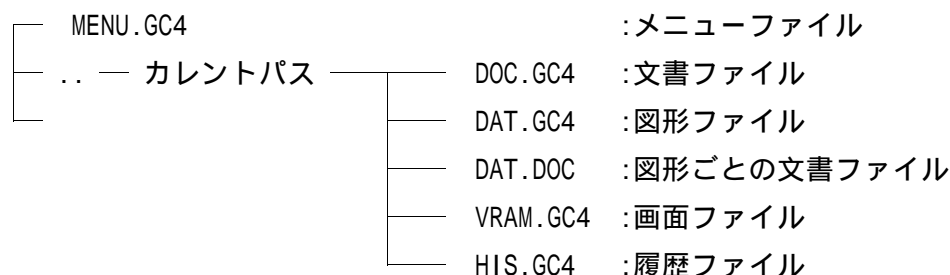
ハードディスクにインストールする場合には、次の点に気をつけてください。

(1) どのディレクトリにセーブしても構いませんが、メニューファイルはルートディレクトリに保存することがデフォルト（既定値）になっています。

たとえば「GC04」というようなディレクトリの下にすべてのディレクトリをXCOPYで写したような場合には、MENU.GC4が¥GC04¥MENU.GC4というところに移るため、そのままでは起動しくなくなります。規定値のままで動作させるためにはMENU.GC4だけをルートディレクトリにコピーしてください。

また、他の各種ファイルのパス名は、デフォルトでは、次のようになっています。

ルートディレクトリ



また、スナップショットファイルは図形ファイル名に連動して作成されます。

(2) パスの設定等は、起動するときのカレントパスにCONFIG.GC4ファイルがある場合には、その設定によって起動することができます。

ですから、たとえばGC04というパスにすべてをコピーしたような場合でも、CONFIG.GC4の中で

メニューファイル = ¥GC04¥MENU.GC4¥

と設定すれば起動するはずです。

他のパス名についても同様です。

(3) 「オプション」でのパス設定は、カレントパスのすぐ下のサブディレクトリのみを検索します。

そのため、それ以外のパスを指定したい場合は、起動時のスイッチを設定するか、あるいはエディタ等によってCONFIG.GC4での設定をする必要があります。

## 5.4 コンピュータ本体の特徴

### 5.4.1 9801系 (NEC)

#### (1) 9801 の基本的特徴

1. 純正品よりも、サードパーティのものの方がいい場合が少なくない。
2. 各種の技術情報を入手しやすい。
3. 個人ユーザーが多く、プログラミングや通信を行っている人も多い。
4. 日本向けのソフトの大半はまで98用が開発され、そこでそれなりの市場を形成した場合に他の機種にも移植される場合が多い。

そのため、最新版や特殊なソフトが使いたいときには98が不可欠ことが多い。

#### (2) FEPについて

純正のNECAI.SYS はメモリを多く消費するために、Geometric Constructor では使えません。また、今までの経験では、ATOK6,7 などを使うと、メモリが不足しやすくなり、軌跡などを取るときに、割合早い時期にメモリ不足のエラーが発生しました。

DOS に添付されているMEM.EXE や「補助」の「メモリチェック」を使いながら、適切なFEP を見つけてください。

#### (3) 外部エディタについて

純正のSEEDIT.EXE はメモリを多く消費するために、Geometric Constructor では使えません。メモリをあまり消費しないエディタを探してみてください。もし見つからなければ、内蔵の簡易エディタをお使いください。

#### (4) プリンタについて

ハードコピーは、PR-201モードに対応しています。NM系では支障があります。

#### (5) 画面の広さについて

本来、9801では25行を使うことができますのですが、FM系との互換性を保つために、24行までだけを使っています。

### 5.4.2 9801系 (エプソン)

自分自身が使っていないので、詳しいことは分かりません。98に関する唯一の互換機ですが、98に関する仕様は公開されているわけではないので、98用のほとんどのソフトは動くけれども、厳密には別の機種と思った方がいいようです。

実際、ver.4.9 ではMOUSE.SYS 等に不具合が9801RAなどいくつかの機種で生じましたが、大学にあったエプソンの機械では生じませんでした。「互換機の方が正常に動作するということもあるんだね」と友人と感心していた次第です。

一般に、最も問題になるのは、DOS のガード外しの問題程度だと思います。詳しいこと

は、エプソンの販売会社に相談するのが一番でしょう。

#### 5.4.3 FMR - 50

学校に納入される機器として、「98と同じ程度の性能の機種」という意味で、R50系が納入されているところが結構あると聞きました。R50はむしろビジネスマシンであって、教育用ならばTOWNSの方が適していると思うのですが、行政というのは不思議な世界です。ここでは、まずFM系に共通することをまとめておきます。

##### (1) FM系の基本的な特徴

1. 企業や学校などの法人ユーザーが多く、個人ユーザーの比率は高くない。
2. 98はサードパーティ中心だが、FM系は多くのものを富士通が直接扱っていることが多い。そのため、開発言語でさえ富士通が扱っているため、ハード・ソフトすべてに関する問い合わせはFMインフォメーションを通じて行える。両者に関連するトラブルの場合には便利である。
3. 多くの法人ユーザーの場合、そこに出入りしているSE(システムエンジニア)がいて、様々なトラブルはSEを通じて解消することが多い。逆に、個人ユーザーが問い合わせをしたときに、戸惑うことも多い。
4. Geometric Constructor などにとっては重要なことなのだが、コンベンショナルメモリが、98やDOS/Vよりも約120KB大きい。
5. 古い機種の頃から、実装してあるメモリが1Mである。(98は640KB)そのため、古い機種でも、DOS6.2のHIMEM.SYSなどを活用できる可能性がある。
6. 学校に納入される機種は98と同じ性能ということで中解像度のものがほとんどだが、全体的には、FMRではハイレゾが標準として構築されている。そのため、98のハイレゾ用のソフトは非常に少ないのに対してFMの場合には、ハイレゾ対応(R60系)のものも多いし、実際R50系からR60系のソフトへの移植は非常に簡単である。

##### (2) DOS, ドライバについて

FMには、いくつかの種類があります。そして、基本的に、DOS モデバイスドライバも、名前は同じでも、それぞれの機種ごとに使うものが異なっていると考えた方が無難です。そのため、CONFIG.SYS等を参考にして、必要なものを自分で再構成してみてください。

##### (3) 日本語FEP について

富士通の機種では、純正の日本語FEPとして、OAK0.SYS, OAK1.SYSが添付されています。これは、OASYSと同等の変換を実現しています。NEC等では、純正を使う人の方が少ないようですが、富士通の機種ではこれを使う方が主流です。

特に、機種によっては、辞書(OAK.DIC)がROMで実装されています。(ノート系,TOWNS系)フロッピィやメモリを圧迫しないので、これを有効に使うとなかなか快適です。

##### (4) 外部エディタとして EDIAS.EXEが使える。

シフト + F5で外部エディタを呼び出していますが、MSDOS 5.0に添付されているEDIAS.EXEはあまりメモリを消費しないので、かなり有力な候補になります。なお、DOS/VでもEDIAS.EXEは添付してあったので、便利だと思っていたのですが、両方とも、

DOS6.2ではEDIT.EXEに変わってしまいました。QBASIC.EXEを使っているようで、すべての機種でエディタが共通になってという意味ではいいのですが、はっきり言って、Geometric Constructor などではEDIAS.EXEの方が便利でした。私はDOS5.0のものをコピーしてDOS6.2でも使っています。

#### 5.4.4 FM - TOWNS

##### (1) 画面設定のこと

TOWNS では、画面の縦横比率が適切でない場合があります。ディスプレイのアスペクト切替えがある機種では、それによって修正するか、あるいは、「オプション」の中の「画面の縦横比率設定」によって修正してください。

#### 5.4.5 FMR - 60 / 70 / 80

高解像度の場合、画面が1つしか使えないため、変形するときには多少チカチカする印象がありますが、仕方のない現象です。

同じ画面を精密に表示するのではなく、解像度は同じにして、画面が広がっているというイメージで設計していますから、中解像度のデータと共有するときには、図が小さく見えます。逆に、高解像度で「普通」と思って描いた図は中解像度でははみ出してしまうこともあります。

#### 5.4.6 MARTY

MARTY では、MSDOS のソフトの動作については保証していません。しかし、MARTY の中身はTOWNS だということなので、試してみたら、TOWNS 用のMSDOS がMARTY で動作しますし、Geometric Constructor も動作しました。おそらく、大半のFMR-50用のMSDOS ソフトは動作するのではないかと思います。

そういう点から考えると、MARTYはなかなか面白い代物です。特に、FMR-50用のMSDOS ソフトを教室で1台だけを使うとき場合に、有力な候補になるのではないかと期待しています。

通常、教室で1台だけを使うときには、

- 1) パソコン + 大型ディスプレイ
- 2) パソコン + 液晶ディスプレイ + OHP
- 3) パソコン + VIDEO出力変換装置 + TV

の中のどれかを選択することになりますが、それぞれ次のような問題点を抱えています。

- 1') 大型ディスプレイはかなり高価。そして運ぶのが大変。
- 2') 教室は意外に明るい。OHP はメタハラでなければ使えない。しかし、メタハラのOHP は高価。液晶にはカラーもあるが非常に高価な上、画面が暗いので、現実的には白黒を選択せざるを得ない。

- 3') 画面が雑になる。

これに対して、MARTY を使うと、MARTY とTVだけで十分で、しかもなかなかの画面を実現しています。通常は、外部CRT 出力付のノートパソコンと変換装置で25万程度は最低必

要になるのに、MARTY は5万程度で済みます。(定価は66000 ですが、相場は50000 円です。中古になると (全く性能は変わらないのに)3万程度で売っていることもあと聞きます。) 拡張性のなさは気になりますが、使い方を割り切れば、かなり面白いマシンだと思います。

実際に使う場合には、次のようなことを考えておくといいでしょう。

#### (1)RAMドライブを使う

FDが一つしかないので、通常のFDを2枚必要とするものなどの場合には困ります。しかし、MARTY ではメモリが2Mありますから、MSDOS 用の740K以外をRAM ドライブに割当て、そこに一方分のファイルを転送するといいでしょう。

ノートと違って、揮発性ですから、使う度ごとに転送しなければいけない点は不便ですが、起動・再起動はFDなどとは比べ物にならず速いので、ファイルに何度もアクセスするソフトでは特に快適に動作すると思っいいでしょう。

#### (2) 日本語を使いたい場合

MARTY では、OAK.DIC をROM に含んでいます。しかし、私はまだうまく使ったことがありません。MARTY のROMDOSやTOWNS-OSのときだけ使えるようになっていて、MSDOS 利用のときには、OAK.DIC をRAM に転送し、それを使うようにCONFIG.SYSを設定する必要があるのかもしれない。

#### (3) プリンタへの出力

MARTY にプリンタを接続することは不可能です。(最近、サードパーティがプリンタ用のアダプタを販売するようになったようです。)しかし、Geometric Constructor の場合ならば、

|          |             |
|----------|-------------|
| 図形の保存    | 「保存」        |
| 画面データの保存 | F7キー        |
| 操作の記録    | 起動時にスイッチ /W |

ができますから、フロッピィに保存しておいて、後で別の機器を使ってハードコピー等をまとめて取ることが可能です。

### 5.4.7 DOS/V系(PC/AT互換機)

#### (1)DOS/Vの基本的特徴

- 1) 世界標準：どこの国に行っても、同様の規格のパソコンが必ずあります。
- 2) メーカーが多様：98系やFM系は基本的にNEC か富士通かという選択ですが、DOS/V系の場合、IBM は設計社であったにも係わらず、組み立てに関しては数多くあるメーカーの一つでしかありません。
- 3) Windows 仕様中心：日本の場合、Windows と共にDOS/V が使われるようになったので、Windows 仕様を基本として設計され、市販されています。

いい面ばかりが強調されますが、教育利用では、次の二つの点が問題点です。

- ・ Windows 上の教育用ソフトはまだ非常に少ない。
- ・ DOS 上の教育用ソフトもない。それを開発するコンパイラは、Windows が中心となってしまっているため、日本語化されているものは非常に少ないし、今後も出る見込みは少ない。

4) 日本語利用にはハードディスクが不可欠

- ・ 日本語利用のためにいろいろなものが必要なので、他機種のように、フロッピー一枚で Geometric Constructor を稼働することはできません。もっとも、英語版の Geometric Constructor は稼働しますが。

他にも、いろいろな利点や問題点はありますが、ここでは、上記の程度にしておきます。

Windows 用のソフトの場合、メモリは増設するだけ快適に動作することがありますが、Geometric Constructor のようなDOS のソフトの場合には、有効に使えるメモリには限界があるため、一定以上は増設しても効果がありません。むしろ、別の点に注意を払う必要が出てきます。本節では、その事情についてまとめることにします。

#### 5.5.1 要約

CPU が80386 以上であれば、DOS6.2を使い、メモリを1 ~ 2M程度にまで増設するといいでしょう。ハードディスクを使うのならば、日本語FEP もEMS を使うものを使うといいでしょう。そして、MEMMAKERを使って、できるだけコンベンショナルメモリを空けるようにするといいでしょう。

そうでない場合は、メモリを増設しても、Geometric Constructor 利用ではあまり有効ではありません。そして、DOS も3.1 あたりの古いものの方が、コンベンショナルメモリを有効に使えることになります。

#### 5.5.2 重要なのは空きコンベンショナルメモリ

DOS ソフトの場合に重要なのは、「コンベンショナルメモリ」の空き容量です。それ以外がどんなに多くても、実質的にはあまり影響はありません（例外はEMS を使うFEP など）。

#### 5.5.3 Windows 用に設定している場合の問題点

これまでのGeometric Constructor 利用において、あまりメモリが問題にならなかった理由は二つあります。

- (1) Geometric Constructor 自体が大きくなり、メモリを必要とするようになった。
- (2) コンピュータがWindows マシンとして使われるのに伴って、様々な機器等の利用により、コンベンショナルメモリが以前よりも消費されるようになった。

ここでは(2) について簡単にのべておきます。

Windows を使えるようにするためには、CPU の高速化、メモリの増加だけでは済みません。大容量ハードディスク、MO,CDROMなどのハードも必要になります。これらは機器を設置するだけでなく、それらを利用コンピュータで使えるようにするために、デバイスドライバというソフトも必要とします。例として、後述のDOS/V 用のCONFIG.SYSを分析してみましょう。

```
DEVICE=C:¥SCSI¥ASPI4DOS.SYS /D          ' SCSI 用
DEVICE=C:¥DOS¥HIMEM.SYS
DEVICE=C:¥DOS¥EMM386.EXE RAM
BUFFERS=10,0
FILES=40
```

```

DOS=UMB
LASTDRIVE=Q
FCBS=16,8
DEVICEHIGH /L:1,15072 =C:¥DOS¥SETVER.EXE
DEVICEHIGH /L:1,12464 =C:¥DOS¥BILING.SYS      日本語利用
DEVICEHIGH /L:1,22336 =C:¥DOS¥JFONT.SYS /P=C:¥DOS¥      日本語利用
DEVICEHIGH /L:1,21600 =C:¥DOS¥JDISP.SYS      日本語利用
DEVICEHIGH /L:1,17744 =C:¥DOS¥JKEYB.SYS /106 C:¥DOS¥JKEYBRD.SYS  日本語利用
DOS=HIGH
DEVICEHIGH /L:1,9680 =C:¥DOS¥ANSI.SYS
STACKS=9,256
DEVICEHIGH /L:1,18768 =C:¥UTY¥FD1200.SYS      1.25 M FD 利用
SHELL=C:¥DOS¥COMMAND.COM C:¥DOS¥ /p
DEVICE=C:¥DOS¥DBLSPACE.SYS /MOVE      ダブルスペース
DEVICEHIGH /L:1,4672 =C:¥DOS¥KKCFUNC.SYS
DEVICE=C:¥OAK¥OYAYUBI.SYS      親指ソフトキーボード
DEVICE=C:¥OAK¥FJFPV.SYS      日本語利用
DEVICE=C:¥OAK¥FJIAE.SYS      日本語利用
DEVICE=C:¥OAK¥FJOAK.SYS /D=C:¥OAK¥OASYS.DIC      日本語利用
DEVICE=C:¥OAK¥FJDATE.SYS      日本語利用
DEVICEHIGH /L:1,4128 =C:¥DOS¥$PRNESCP.SYS      プリンタ
DEVICE=C:¥SCSI¥ASPIDISK.SYS /D      SCSI HD
DEVICE=C:¥SCSI¥ASPICD.SYS /D:ASPICD0      CDROM

```

これらがどれだけのメモリを必要とするかが MEM /C コマンドによってわかるわけですが、簡単にその和を集計してみると、

| 名前       | 合計           | = | コンソール        | + | 上位メモリ      |
|----------|--------------|---|--------------|---|------------|
| MSDOS 関係 |              |   |              |   |            |
| MSDOS    | 18,589 (18K) |   | 18,589 (18K) |   | 0 (0K)     |
| HIMEM    | 1,168 (1K)   |   | 1,168 (1K)   |   | 0 (0K)     |
| EMM386   | 4,256 (4K)   |   | 4,256 (4K)   |   | 0 (0K)     |
| COMMAND  | 4,208 (4K)   |   | 4,208 (4K)   |   | 0 (0K)     |
| NLSFUNC  | 2,544 (2K)   |   | 2,544 (2K)   |   | 0 (0K)     |
| SHARE    | 8,320 (8K)   |   | 8,320 (8K)   |   | 0 (0K)     |
| DOSKEY   | 5,248 (5K)   |   | 5,248 (5K)   |   | 0 (0K)     |
| SETVER   | 800 (1K)     |   | 0 (0K)       |   | 800 (1K)   |
| ANSI     | 4,816 (5K)   |   | 0 (0K)       |   | 4,816 (5K) |
| KKCFUNC  | 4,128 (4K)   |   | 0 (0K)       |   | 4,128 (4K) |

|             |        |       |         |       |        |       |         |
|-------------|--------|-------|---------|-------|--------|-------|---------|
| 小計          |        |       | 44,333  |       | 8,944  |       | 53,277  |
| DbI Space関係 |        |       |         |       |        |       |         |
| DBLSPACE    | 39,680 | (39K) | 39,680  | (39K) | 0      | (0K)  | 39,680  |
| 日本語関係       |        |       |         |       |        |       |         |
| FJFPV       | 5,424  | (5K)  | 5,424   | (5K)  | 0      | (0K)  |         |
| FJIAE       | 4,992  | (5K)  | 4,992   | (5K)  | 0      | (0K)  |         |
| FJOAK       | 21,008 | (21K) | 21,008  | (21K) | 0      | (0K)  |         |
| FJDATE      | 1,168  | (1K)  | 1,168   | (1K)  | 0      | (0K)  |         |
| BILING      | 12,192 | (12K) | 0       | (0K)  | 12,192 | (12K) |         |
| JFONT       | 2,912  | (3K)  | 0       | (0K)  | 2,912  | (3K)  |         |
| JDISP       | 19,280 | (19K) | 0       | (0K)  | 19,280 | (19K) |         |
| JKEYB       | 5,920  | (6K)  | 0       | (0K)  | 5,920  | (6K)  |         |
| 小計          |        |       | 32592   |       | 40304  |       | 72,896  |
| SCSI関係      |        |       |         |       |        |       |         |
| ASPI4DOS    | 5,728  | (6K)  | 5,728   | (6K)  | 0      | (0K)  |         |
| ASPICD      | 11,888 | (12K) | 11,888  | (12K) | 0      | (0K)  |         |
| MSCDEX      | 40,352 | (39K) | 40,352  | (39K) | 0      | (0K)  |         |
| 小計          |        |       | 57,968  |       |        |       | 57,968  |
| その他         |        |       |         |       |        |       |         |
| OYAYUBI     | 832    | (1K)  | 832     | (1K)  | 0      | (0K)  |         |
| MOUSE       | 15,584 | (15K) | 15,584  | (15K) | 0      | (0K)  |         |
| FD1200      | 17,456 | (17K) | 0       | (0K)  | 17,456 | (17K) |         |
| \$PRNESC    | 2,992  | (3K)  | 0       | (0K)  | 2,992  | (3K)  |         |
| 小計          |        |       | 16,416  |       | 20,448 |       | 36,864  |
| 総計          |        |       | 191,120 |       | 70,496 |       | 260,685 |

となります。何も工夫をしなければ、元々ある640KB というコンベンショナルメモリの中の約260KB がそのまま消費されてしまい、実際に使おうとするソフトのために空いているメモリは、 $640 - 260 = 380$  KB しかないこととなります。

この中でも、SCSI関係で約60KB、DOS6.2 のダブルスペース関係で39KBが消費されていることに注目してください。これらがないだけでも約100KB が浮きます。逆に言えば、Windows を使うために機器を接続し、ハードディスク容量を節約するためにダブルスペースを使うことによって、コンピュータの環境は100KB も制約された中で使わなければならないことがお分かりになるかと思います。

#### 5.5.4 一つの解消方法としての、複数のCONFIG.SYS

このような問題を解消するための一つの方法は、CONFIG.SYSを複数用意することです。そして、そのための最も簡単な方法は、Geometric Constructor はフロッピィから起動するという手です。

もう一つの解消方法は、DOS6.2以降での、CONFIG.SYSの中でのメニュー設定を使う方法

です。これは詳しいことは、DOS のマニュアルをお使いください。

いずれにしても、Geometric Constructor に限らず、Windows の利用によって、多くの方々がメモリ不足に悩み、いろいろな工夫をしなければならない状態に追い込まれています。そして、( Geometric Constructor のように) 今までは動いていたソフトまでがその影響を受け、メモリ不足によって動かないということがしばしば起きています。それらに関する簡単なことを、CONFIG.SYSとの関連で、以下にまとめておこうと思います。

#### 5.5.5 DOS 6.2 とUMBの活用

上記のような事情を少しでも解消するための方法の一つが、「上位メモリ(UMB)」の利用です。MEM.EXE による結果は、次のようになっていました。

メモリの概略:

| メモリの種類   | 合計         | = | 使用中       | + | 空き         |
|----------|------------|---|-----------|---|------------|
| -----    | -----      |   | -----     |   | -----      |
| コンベンショナル | 655,360    |   | 191,120   |   | 464,240    |
| 上位       | 75,856     |   | 70,496    |   | 5,360      |
| 予約済み     | 393,216    |   | 393,216   |   | 0          |
| XMS メモリ* | 11,458,480 |   | 836,528   |   | 10,621,952 |
| -----    | -----      |   | -----     |   | -----      |
| 全メモリ     | 12,582,912 |   | 1,491,360 |   | 11,091,552 |

ここでは、コンベンショナルの他に、「上位」というものと「予約済み」というものがありますが、UMB として使えるメモリが約75K あり、その中の70KBが使われています。

UMB を使うためには、CONFIG.SYSの中での記述を DEVICE = ではなく、DEVICEHIGH = に変えること、あるいはAUTOEXEC.BATの中で LOADHIGH (LH)を使うことなどがありますが、どのデバイスを上位に回すといいかの設定等に、MSDOS に添付されている MEMMAKER.EXE を使うと便利です。

このようなUMB 等の利用のための工夫はDOS6.2で大幅に強化されたため、「要約」でも書いているように、メモリの増設だけでなく、DOS を変える必要があります。

また、詳しいことは、DOS6.2のユーザーズマニュアル等をご覧ください。

#### 5.5.6 EMSメモリの利用

もう一つの解消法が、EMS メモリの利用です。しかし、EMS はどのソフトでも使えるというわけではありません。EMS 利用が可能に作られているソフトしか使えません。

Geometric Constructor 自身の設計とプログラミングに当たって、EMS を使うようにすれば、メモリ不足の問題もかなり解消できるのかもしれませんが、そのためには、多くの問題があると同時に、動かない機器が生じるなどの副作用も考えられるため、そちらには手を出さず積もりはありません。

ということで、Geometric Constructor を使う場合にEMS を有効に使う方法というのは、せいぜい日本語FEP を使うときに、EMS 対応のものを使うかどうか程度のことに限ら

れます。実際，上記のCONFIG.SYS設定の場合でも，日本語FEP であるOAKVはEMS があればそれを使うように設定されているため，OAKV関係に必要なメモリはかなり少なくなっています。このように，EMS を使えるFEP かどうかは，具体的に，個々のFEP について調べてみないと分からないので，お使いのものについて調べてみてください。また，EMS を使うために必要な設定等があれば，それを実行してみてください。

## 5.6 CONFIG.SYSの構成と必要なドライバ

### 5.6.0 はじめに

Geomertic Constructor も次第に大きくなり、(特にWindows 用の設定やDOS6.2での機能を使うために)他のドライバでメモリをかなり使っている場合には、いろいろな支障が起こるようになってきました。ver.4.9では、大体470KBの空きコンベンショナルメモリがないと起動できませんし、その後の利用を考えると最低でも500KBできれば550KB以上の空きコンベンショナルメモリが必要です。そこで、それを解消するための工夫をそれぞれの機種に関して追加することにしました。

なお、Geomertic Constructor 内でのメモリ状況の把握は補助メニューの中の「メモリチェック」で、またパソコン自体のメモリ状況の把握は、MSDOS に添付されているMEM.EXEを使って、MEM /Cを実行すると下記のような状況を把握することができます。

この辺りの詳しいことは、今後より具体的に調べていくことになると思います。

なお、以下の調査においては、すべてDOS6.2を使いました。また、デフォルトのCONFIG.SYSの多くでは、DOS6.2の特徴であるHIMEM.SYS等は使っていません。

### 5.6.1 9801系

#### (1) 基本的なこと

何も登録しなくても動きます。

しかし、プリンタがないと不便なこともあるので、デフォルトでは、次のようにしていません。なお、日本語処理などをしたい場合には、これに追加してください。詳しくことは日本語FEP 自体の解説書あるいはMSDOS の解説書を参照してください。

#### (2) デフォルトのCONFIG.SYS

```
DEVICE=¥SYS¥print.SYS
```

```
BUFFERS=8
```

```
FILES=10
```

(MEM.EXEの結果の要約)

| 名前      | 合計             | = | コンベンショナル       | + | アップメモリ |
|---------|----------------|---|----------------|---|--------|
| MSDOS   | 87,438 (85K)   |   | 87,438 (85K)   |   | 0 (0K) |
| PRINT   | 5,312 (5K)     |   | 5,312 (5K)     |   | 0 (0K) |
| COMMAND | 5,344 (5K)     |   | 5,344 (5K)     |   | 0 (0K) |
| MOUSE   | 15,312 (15K)   |   | 15,312 (15K)   |   | 0 (0K) |
| 空き      | 541,888 (529K) |   | 541,888 (529K) |   | 0 (0K) |

### 5.6.2 FM系

#### (1) 基本的なこと

FM-Rなどの場合も、何も登録しなくても動きますが、図形の描画など、肝心の作業を行ってこないことが多々あります。次が最低の設定です。

なお、ここでは、すべて、¥SYSというディレクトリにドライバを置いています。ルートディレクトリ等に移すときには、CONFIG.SYSを変更してください。

また、日本語処理を行いたい場合には、OAKO.SYSなどを登録する必要があります。それらについては、MSDOS などのマニュアルを参照してください。

FM系の場合、R-50系、TOWNSでは実行ファイルは同じでも、例えば、GDS.SYSのように内容が異なるものを使う必要があります。また、DOSのバージョンとデバイスドライバとの対応を確認する必要もあると思います。これらのドライバは、MSDOSのシステムファイルの中に添付されていますから、MSDOSのシステムに合ったものを登録してください。

富士通の機種は、元々MSDOSで使えるメモリ（コンベンショナルメモリ）が120KB程度大きいので、他の機種と比べて、あまりメモリを気にする必要はありません。

また、古い機種でも最低1MBが実装されていますから、DOS6.2を使う場合には、HIMEM.SYS等の利用がほとんどすべての機種で有効です。

## (2) デフォルトのCONFIG.SYS

```
DEVICE=¥SYS¥CTL.SYS
```

```
DEVICE=¥SYS¥GDS.SYS
```

```
BUFFERS=8
```

```
FILES=20
```

(mem.exeの結果の要約)

| 名前      | 合計             | = | コンベンショナル       | + | 上位メモリ  |
|---------|----------------|---|----------------|---|--------|
| MSDOS   | 138,797 (136K) |   | 138,797 (136K) |   | 0 (0K) |
| CTL     | 17,392 (17K)   |   | 17,392 (17K)   |   | 0 (0K) |
| GDS     | 33,184 (32K)   |   | 33,184 (32K)   |   | 0 (0K) |
| COMMAND | 5,344 (5K)     |   | 5,344 (5K)     |   | 0 (0K) |
| 空き      | 591,664 (578K) |   | 591,664 (578K) |   | 0 (0K) |

メモリの概略:

| メモリの種類   | 合計      | = | 使用中     | + | 空き      |
|----------|---------|---|---------|---|---------|
| コンベンショナル | 786,432 |   | 194,768 |   | 591,664 |

## (3) メモリを増設し、DOS6.2を使った場合の例 (使用機器:FMR50NL)

なお、SETUP2.EXEでEMSを確保し、OAKをEMSで使う設定にしています。さらにメモリを確保することもできますが、640KBも確保できていますから、十分すぎる程です。

```
DEVICE=E:¥DOS¥HIMEM.SYS /LIM:NEW
```

```
DEVICE=E:¥DOS¥EMM386.EXE RAM
```

```
BUFFERS=8,0
```

```
FILES=50
```

```

DOS=UMB
LASTDRIVE=N
FCBS=4,0
DOS=HIGH
DEVICEHIGH /L:1,12736 =E:¥DOS¥SETVER.EXE
DEVICEHIGH /L:1,22080 =E:¥DOS¥CTL.SYS
DEVICE=E:¥DOS¥KKCFUNC.SYS
DEVICE=E:¥DOS¥OAKO.SYS
DEVICE=E:¥DOS¥OAK1.SYS /S0 /R0 /B1 /E: /O1
REM DEVICE=E:¥DOS¥APMBIOS.EXE
REM DEVICE=E:¥DOS¥POWER.EXE
REM DEVICE=E:¥DOS¥35MODRV.EXE /Ux ;xはユニット番号を指定
DEVICEHIGH /L:1,49152 =E:¥DOS¥GDS.SYS
DEVICE=E:¥DOS¥ESCP.SYS
DEVICE=E:¥DOS¥HCOPY.SYS
DEVICEHIGH /L:1,23936 =E:¥DOS¥NBPANEL.SYS

```

(MEM.EXEの結果の要約)

| 名前       | 合計             | = | コンソール          | + | 上位メモリ        |
|----------|----------------|---|----------------|---|--------------|
| MSDOS    | 82,077 (80K)   |   | 82,077 (80K)   |   | 0 (0K)       |
| HIMEM    | 3,904 (4K)     |   | 3,904 (4K)     |   | 0 (0K)       |
| EMM386   | 5,312 (5K)     |   | 5,312 (5K)     |   | 0 (0K)       |
| KKCFUNC  | 4,160 (4K)     |   | 4,160 (4K)     |   | 0 (0K)       |
| OAKO     | 18,704 (18K)   |   | 18,704 (18K)   |   | 0 (0K)       |
| OAK1     | 10,512 (10K)   |   | 10,512 (10K)   |   | 0 (0K)       |
| ESCP     | 1,936 (2K)     |   | 1,936 (2K)     |   | 0 (0K)       |
| HCOPY    | 752 (1K)       |   | 752 (1K)       |   | 0 (0K)       |
| COMMAND  | 3,216 (3K)     |   | 3,216 (3K)     |   | 0 (0K)       |
| SETVER   | 176 (0K)       |   | 0 (0K)         |   | 176 (0K)     |
| CTL      | 17,424 (17K)   |   | 0 (0K)         |   | 17,424 (17K) |
| GDS      | 5,616 (5K)     |   | 0 (0K)         |   | 5,616 (5K)   |
| NBPANEL  | 23,184 (23K)   |   | 0 (0K)         |   | 23,184 (23K) |
| SMARTDRV | 30,432 (30K)   |   | 0 (0K)         |   | 30,432 (30K) |
| DOSKEY   | 5,488 (5K)     |   | 0 (0K)         |   | 5,488 (5K)   |
| 空き       | 667,216 (652K) |   | 655,840 (640K) |   | 11,376 (11K) |

### 5.6.3 DOS/V (日本語環境)

DOS/V の場合、いろいろと拡張をしていると、それぞれにいろいろなデバイスドライバを使うため、かなりのメモリを消費しています。たとえば、私の研究室ではFMV を使っていますが、元々の設定は、(1) のようになっていますが、Geometric Constructor を実行

させたところ、メモリ不足で満足に動きませんでした。DOS/V をあまり拡張せずに使っている方はあまりしらっしゃらないでしょうから、Geometric Constructor を使うためには、別のCONFIG.SYSを用意する必要があります。

(1) デフォルトのCONFIG.SYS

```

DEVICE=C:\DOS\HIMEM.SYS
DEVICE=C:\DOS\EMM386.EXE RAM
BUFFERS=10,0
FILES=30
DOS=UMB
LASTDRIVE=E
FCBS=4,0
DEVICEHIGH =C:\DOS\SETVER.EXE
DEVICEHIGH =C:\DOS\BILING.SYS
DEVICE=C:\DOS\JFONT.SYS /P=C:\DOS\
DEVICEHIGH =C:\DOS\JDISP.SYS
DEVICE=C:\DOS\JKEYB.SYS /106 C:\DOS\JKEYBRD.SYS
DOS=HIGH
DEVICEHIGH =C:\DOS\ANSI.SYS
SHELL=C:\DOS\COMMAND.COM C:\DOS\ /p
DEVICEHIGH =C:\DOS\KKCFUNC.SYS

```

(mem.exeの結果の要約)

| 名前      | 合計             | = | コンソール          | + | 上位メモリ        |
|---------|----------------|---|----------------|---|--------------|
| MSDOS   | 14,397 (14K)   |   | 14,397 (14K)   |   | 0 (0K)       |
| HIMEM   | 1,168 (1K)     |   | 1,168 (1K)     |   | 0 (0K)       |
| EMM386  | 4,256 (4K)     |   | 4,256 (4K)     |   | 0 (0K)       |
| JFONT   | 2,880 (3K)     |   | 2,880 (3K)     |   | 0 (0K)       |
| JKEYB   | 5,888 (6K)     |   | 5,888 (6K)     |   | 0 (0K)       |
| COMMAND | 4,208 (4K)     |   | 4,208 (4K)     |   | 0 (0K)       |
| SETVER  | 560 (1K)       |   | 0 (0K)         |   | 560 (1K)     |
| BILING  | 12,160 (12K)   |   | 0 (0K)         |   | 12,160 (12K) |
| JDISP   | 19,248 (19K)   |   | 0 (0K)         |   | 19,248 (19K) |
| ANSI    | 4,784 (5K)     |   | 0 (0K)         |   | 4,784 (5K)   |
| KKCFUNC | 4,192 (4K)     |   | 0 (0K)         |   | 4,192 (4K)   |
| NLSFUNC | 2,544 (2K)     |   | 0 (0K)         |   | 2,544 (2K)   |
| DOSKEY  | 5,248 (5K)     |   | 0 (0K)         |   | 5,248 (5K)   |
| 空き      | 649,552 (634K) |   | 622,496 (608K) |   | 27,056 (26K) |

メモリの種類                      合計                      =                      使用中                      +                      空き

|         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|
| コンパクション | 655,360 | 32,864  | 622,496 |
| 上位      | 75,792  | 48,736  | 27,056  |
| 予約済み    | 393,216 | 393,216 | 0       |

#### 5.6.4 DOS / V ( 英語環境 )

##### (1) デフォルトのCONFIG.SYS

COUNTRY=1, ,a:¥DOS¥COUNTRY.SYS

DEVICE=a:¥DOS¥SETVER.EXE

DEVICE=a:¥DOS¥HIMEM.SYS

DOS=HIGH

DEVICE=a:¥DOS¥JKEYB.SYS /106 a:¥DOS¥JKEYBRD.SYS

FILES=30

DEVICE=a:¥DOS¥ANSI.SYS

(mem.exeの結果の要約)

| Name    | Total          | = | Conventional   | + | Upper Memory |
|---------|----------------|---|----------------|---|--------------|
| MSDOS   | 14,397 (14K)   |   | 14,397 (14K)   |   | 0 (0K)       |
| SETVER  | 560 (1K)       |   | 560 (1K)       |   | 0 (0K)       |
| HIMEM   | 1,168 (1K)     |   | 1,168 (1K)     |   | 0 (0K)       |
| JKEYB   | 5,888 (6K)     |   | 5,888 (6K)     |   | 0 (0K)       |
| ANSI    | 4,784 (5K)     |   | 4,784 (5K)     |   | 0 (0K)       |
| COMMAND | 4,208 (4K)     |   | 4,208 (4K)     |   | 0 (0K)       |
| MOUSE   | 14,992 (15K)   |   | 14,992 (15K)   |   | 0 (0K)       |
| Free    | 608,304 (594K) |   | 608,304 (594K) |   | 0 (0K)       |

Memory Summary:

| Type of Memory | Total   | = | Used   | + | Free    |
|----------------|---------|---|--------|---|---------|
| Conventional   | 654,336 |   | 46,032 |   | 608,304 |
| Upper          | 0       |   | 0      |   | 0       |
| Reserved       | 0       |   | 0      |   | 0       |

### 5.7.0 はじめに

MSDOS もいろいろな面で進化してきました。そのすべてをここで書こうという積もりはありません。Geometric Constructor を使う上で、DOS がどういう役割をするのか（特にメモリ関係）、また、DOS 自身がどの程度の大きさを持っているのかについて、以下で簡単に記述しようと思います。

そして、その際に、基本的には、デフォルトのCONFIG.SYSの場合に、どの程度の大きさの空きコンベンショナルメモリを生むのか、それが難しい場合には、Geometric Constructor を起動したときに、どの程度の残りの空きメモリがあるのか（補助の「メモリ」での結果）をまとめていきます。

特に、5.0、6.2の場合には、メモリとCPU が優れていれば、よりよい設定が可能なこと、しかし、「どのコンピュータでも使える設定」と考えた場合には、5.0 や6.2 はデメリットも大きいことに注意してください。

なお、以下で取り上げているものは、本研究室等で入手可能・調査可能なもののみに限られています。

#### 5.7.1 それぞれのバージョンの基本的特徴

- (1) 2.1
- (2) 3.1
- (3) 3.3
- (4) 5.0

- ・DOS 自体が大きくなった。メモリを増設していない場合などはマイナスの点である。
- ・メモリが増設してあり、CPU が286 以上の場合には、HMA にDOS を常駐させ、コンベンショナルメモリを空けてくれるため、それ以前のものよりもメモリ状況がいい。

- (5) 6.2

- ・MEMMAMERを使うことによって、UMB 等を積極的に使うことができる。(386以上)
- ・DbISpaceを使うことによって、ハードディスク容量を実質的に増やすことができる。しかし、その代償として、コンベンショナルメモリを50KBほど消費してしまう。

#### 5.7.2 NEC 98系MSDOS

far メモリ  
(マウスなし)

- |               |        |
|---------------|--------|
| (1) MSDOS 3.1 | 106544 |
| (2) MSDOS 3.3 | 89424  |
| (3) MSDOS 5.0 | 65168  |
| (4) MSDOS 6.2 | 75472  |

#### 5.7.3 NEC 98系MSDOS とマウスマイバの相性

NEC のMSDOS のどのバージョンを使うかに応じて、適切なマウドライバが異なります。そこで、以下では調査した結果を簡単にまとめておこうと思います。

| マウドライバ / DOS のバージョン                | 3.1 | 3.3 | 5.0 | 6.2 |
|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| DOS5.0以前 添付 MOUSE.SYS/COM          |     |     |     |     |
| DOS6.2 添付 MOUSE.SYS                | ×   | ×   | ×   |     |
| DOS6.2 添付 MOUSE.COM                | ×   | ×   | ×   |     |
| Quick BASIC4.5 添付 MOUSE.SYS/COM    |     |     |     |     |
| Microsoft BASIC7.1添付 MOUSE.SYS/COM |     |     |     |     |

正常に動作する

異なる動作をする

× 組み込めない(DOSのバージョンが違います)

機種によってはハングアップする

#### 5.7.4 富士通 FM 系MSDOS

TOWNS の場合

far メモリ

- |               |        |
|---------------|--------|
| (1) MSDOS 3.1 | 163984 |
| (2) MSDOS 5.0 | 143616 |
| (3) MSDOS 6.2 | 108592 |

また、MSDOS3.1の場合には、SYS コマンドを実行しても、システムのサイズが合いませんというメッセージが出て、システムを転送できません。

#### 5.7.5 富士通 TOWNS-OS

- (1) TOWNS-OS 2.1 L30A

far メモリ

MENUの中から

実行できません。

コマンドモード そのまま実行

28096

コマンドモード DOS.BAT を実行後

51760

#### 5.7.6 DOS/V MS-DOS

調査中

#### 5.7.7 DOS/V PC-DOS

調査中

### 5.8.1 プリンタに関する簡単な覚書

ついでに、簡単にプリンタに関して記述しておこうと思います。

PC-201系(NEC) : 98のみ。ほぼ問題なく使えるが、ドットインパクトの場合、あまり綺麗にならない。

NM系(NEC) : 98のみ。縦横の比率を修正する必要がある。

FM-PR 系(富士通): FMのみ。ほぼ問題なく使える。反転文字はかなりつぶれてしまう。しかし、ドットインパクトでも結構使える。(302等からの結果)

ESC/P 系(エプソン):98&FM。98の場合、縦横の比率を修正する必要あり。FMの場合には、比率の問題はない。98系で使う場合、ドットインパクトにしる、インクジェットにしる、印字が薄い感じがする。

BJ系(Canon) : プリンタによるが、ESC/P 対応ならば 98 & FM ,そうでないと98のみ。私が持っているBJ 130J(最も初期の機種)では PC-201 モードとNMモードがあるが、PC-201モードで98に使っている。印字結果は良好。現在使っている機種の中では最もいい結果が得られている。

また、一つのプリンタに複数のコンピュータを接続するための切替器を使ってみたところ、98用の切替器(\*\*\*)をESC/P系(MJ700V2)につないだところ、98系、DOS/V系では問題なかったのに、FM系では「不法な割り込み(33)が発生しました」というエラーが頻繁に起こって使えませんでした。

### 5.8.2 カラーコピーの取り方

研究室でカラープリンタを購入し、カラーでのハードコピーを行うことができたので、そのための手順等を簡単にここに記録しておこうと思います。

機種：FM系のみ。98系は不可能。

(FMの場合、HCOPY.SYS を使える。98の場合、自分でコードを書かなければならないため未対応、対応の見通しはない。)98系でカラーコピーを取りたい場合には、おそらく、PDS 等でハードコピー用の常駐ソフトがあるかと思います。それを使ってください。

研究室での利用プリンタ：EPSON, MJ-700V2C

手順：

(1) CONFIG.SYSの中のHCOPY に関する記述を次のようにする。

DEVICE=ESCP.SYS (DOS のversion は5.0 以降)

(FMPR系ならば不要)

DEVICE=HCOPY.SYS /C (あるいは /SC この方が速いがメモリを消費する)

(2) SETUP2を起動し、プリンタに関する記述をESC/P にする。

(FMPR系のプリンタならば変更する必要なし)

(3) COPYキーでコピーするためには、やはりSETUP2の中のコピーキーの設定で、

文字 +グラフィックに設定

白黒反転 に設定

なお、Geometric Constructor では、4.8C以降では、F6によるハードコピーを白黒反転に設定可能にしましたが、それ以前の版では反転にしていけないので、カラーの場合には、ほとんど真っ黒の印刷結果となってしまいます。

## 5.9.0 Geometric Constructor にとって必要なFEP の機能

日本語FEP もいろいろと進化しています。ワープロ用のFEP としてならば、また日本語入力がとても下手な人のためのFEP としてならば、いろいろな機能が必要なんだろうなあと思いますが、Geometric Constructor などでの利用の観点から見ると、かえって問題点の方が増えているような場合も少なくありません。

Geometric Constructor のようなソフトの環境下で日本語を使う場合には、次のような機能（仕様）が重視されると思います。

- (1) ある程度の単語が変換できればいい。

複文節変換でさえ必要ないし、AI変換なんて必要ない。ファイル名の入力の際に必要な日本語の変換程度ができれば十分なのである。

- (2) 必要とするコンベンショナルメモリができるだけ少ない方がいい。

ソフトの稼働において一番支障が起こるのは、コンベンショナルメモリの減少である。これをできるだけ少なく抑えるもの方がいい。

- (3) 可能ならば、EMS メモリが使える方がいい。

これは(2) との関連であるが、EMS を使えるなら、メモリを多少多く使ったとしても全く影響がなくなる。

- (4) 辞書が小さい方がいい。

フロッピィでの利用の可能性を考えるなら、辞書はできるだけ小さい方がいい。

このような観点から見た場合の結果等を簡単にまとめておこうと思います。なお、私自身が、98での日本語環境を改善しなければならない必要性がないものですから、98に関して取り上げたFEP の情報は不十分と思いますが、ご了承ください。

## 5.9.1 9801系

- (1) NECAIK.SYS (EMS 使用)

|         |       |      |       |      |   |      |
|---------|-------|------|-------|------|---|------|
| NECAIK1 | 7,120 | (7K) | 7,120 | (7K) | 0 | (OK) |
| NECAIK2 | 288   | (OK) | 288   | (OK) | 0 | (OK) |

## ・ファイルサイズ

|         |     |         |          |       |
|---------|-----|---------|----------|-------|
| NECAIK1 | DRV | 63,697  | 94-12-08 | 6:20  |
| NECAIK2 | DRV | 63,141  | 94-12-08 | 6:20  |
| NECAI   | SYS | 659,456 | 95-03-27 | 13:35 |

- (2) NECAIK.SYS (EMS 使用せず)

## ・使用メモリ

|         |       |          |      |
|---------|-------|----------|------|
| NECAIK1 | 63584 | ( 62.1K) | F860 |
| NECAIK2 | 60992 | ( 59.6K) | EE40 |

- (3) ATOK6 (EMS 使用せず)

## ・ファイルサイズ

調査中

・使用メモリ

|        |       |          |      |
|--------|-------|----------|------|
| ATOK6A | 65424 | ( 63.9K) | FF90 |
| ATOK6B | 26496 | ( 25.9K) | 6780 |

(4) VJE- (EMS 使用せず)

・ファイルサイズ

|            |        |          |
|------------|--------|----------|
| VJE.SYS    | 62337  | 87-11-12 |
| KOKUGO.DIC | 549888 | --       |

・使用メモリ

調査中

### 5.9.2 F M系

テストマシン:FM-R50NL

(1) OAK.SYS ver.4.6 ( DOS6.2添付, 複文節変換)(EMS 利用)

・ファイルサイズ

|       |     |         |          |       |
|-------|-----|---------|----------|-------|
| OAK0  | SYS | 64,816  | 93-11-11 | 18:19 |
| OAK1  | SYS | 68,466  | 94-01-18 | 16:09 |
| OASYS | DIC | 691,200 | 95-03-05 | 15:57 |

・使用メモリ

|      |        |       |        |       |   |      |
|------|--------|-------|--------|-------|---|------|
| OAK0 | 18,704 | (18K) | 18,704 | (18K) | 0 | (OK) |
| OAK1 | 10,512 | (10K) | 10,512 | (10K) | 0 | (OK) |

(2) OAK.SYS ver.4.6 ( DOS6.2添付, 複文節変換)(EMS 利用せず)

・使用メモリ

|      |         |        |         |        |   |      |
|------|---------|--------|---------|--------|---|------|
| OAK0 | 123,152 | (120K) | 123,152 | (120K) | 0 | (OK) |
| OAK1 | 63,504  | (62K)  | 63,504  | (62K)  | 0 | (OK) |

(3) OAK.SYS ver.4.5 (DOS5.0 添付, 単文節変換)(EMS 利用)

・ファイルサイズ

|      |     |       |          |       |
|------|-----|-------|----------|-------|
| OAK0 | SYS | 73728 | 92-09-29 | 15:31 |
| OAK1 | SYS | 66877 | 93-05-28 | 11:27 |

辞書はROM 辞書

・使用メモリ

|      |       |          |      |
|------|-------|----------|------|
| OAK0 | 1536  | ( 1.5K)  | 600  |
| OAK1 | 22528 | ( 22.0K) | 5800 |

(4) OAK.SYS ver.4.5 (DOS5.0 添付, 単文節変換)(EMS 利用せず)

・使用メモリ

|      |       |          |      |
|------|-------|----------|------|
| OAK0 | 35456 | ( 34.6K) | 8A80 |
|------|-------|----------|------|

5.9.3 DOS/V 系

(1) OAKV.SYS(EMS利用)

・ファイルサイズ

|       |     |         |          |      |
|-------|-----|---------|----------|------|
| FJFPV | SYS | 61,984  | 94-05-25 | 1:15 |
| FJIAE | SYS | 61,376  | 94-05-23 | 1:14 |
| FJOAK | SYS | 121,276 | 94-05-09 | 1:15 |
| OASYS | DIC | 992,256 | 93-03-18 | 1:10 |

・使用メモリ

|       |        |       |        |       |   |      |
|-------|--------|-------|--------|-------|---|------|
| FJFPV | 5,424  | (5K)  | 5,424  | (5K)  | 0 | (0K) |
| FJIAE | 4,992  | (5K)  | 4,992  | (5K)  | 0 | (0K) |
| FJOAK | 21,008 | (21K) | 21,008 | (21K) | 0 | (0K) |

(2) MSIME.SYS

調査中

## VI . Geometric Constructor のバージョンアップとサポートについて

### 6 . 1 Geometric Constructor の配付形態

#### 6.1.1 基本的留意点

「初級編」でも書きましたように，Geometric Constructor は教育研究から出発し，先生方の教育研究と教育実践を支援するためのソフトです。このソフトに関して，開発者である私がいろいろな解説を明らかにするだけでも，ソフトがどう使えるのかが明らかになるのかもしれませんが，そこにより多くの方々に参加していただき，その成果を共有しあうことが，非常に重要なのではないかと思います。そこで，配付にあたっては，次の点を考慮しています。

- ・先生方の研究と実践を支援するために，様々な情報・資料を配付可能にする
- ・先生方の研究と実践に関する情報交換を支援する
- ・入手しやすくする

#### 6.1.2 配付経路

少なくとも現時点では，以下のような配付（入手）経路を想定しています。

- (A)共同研究者・研究協力者
- (A') 公開講座・各種の講座参加者
- (B)開発者から直接入手し，開発者と直接情報交換する人
- (C)公共のライブラリ等から入手する人（登録ライブラリは末尾参照）
- (C') 県・市のセンター等の講座において参加された人
- (D)書籍等によって入手する人
- (E) A~B によって入手した人からコピーした人

#### 6.1.3 バージョンアップのサイクル

バージョンアップ等については，

- (A), (A') 随時
- (B) 一年に一回程度，（可能な限り）ユーザーに連絡する
- (C) 一年に一回程度，ユーザーへの連絡は行わない
- (D) 改版時など

を考えています。詳しい情報の提供は，A ~C には，必要に応じて行う予定です。C ~E によって入手した方で，資料・情報が必要な方は，A あるいはB になるか，あるいは公共のライブラリでの変化に注意してください。

#### 6.1.4 情報・資料の配付形態

また，研究のための情報・資料の配付形態も，次のように，いくつかの段階に分ける積もりです。

- (A)共同研究者用の情報・資料
- (B)公共のライブラリ等にソフトと一緒に保管していただく資料
- (C)希望に応じて，個別に配付する資料
- (D)書籍化し，書店で入手可能にする資料等

また，まだ現在では，(D)としてGeometric Constructor を添付している書籍はありません。現在の予定では，95年秋頃を目処にしています。なお，「ソフト」を書籍の形で販売するのではなく，A～Cの方々でも購入して読んで頂く価値が思える「書籍」として販売していく予定です。

#### 6.1.5 登録済の公共機関のライブラリ（登録順）

- ・静岡県立情報処理教育センター
- ・鳥取県教育研修センター
- ・愛知県教育センター
- ・名古屋市教育センター
- ・新潟県立教育センター
- ・山梨県教育センター
- ・魚津市教育センター
- ・高岡市教育センター
- ・福岡市教育情報ネットワーク
- ・八尾町教育センター
- ・島根県立松江教育センター

### 6.2.1 バージョンの決め方

Geometric Constructor では、次のような版数の決め方をしています。

ver.4.0 D

「英文字番号の違いは、バグの修正、機能のマイナーチェンジ、高速化等を示します。

「小数点以下の数字の違いは、機能の改良を示します。

特に、それ以前の版ではなかったような機能の追加等を意味します。

しかし、データとしては、それ以前の版のものも使えますし、逆に、この版で作ったデータを以前の版で使うこともできます。

「小数点の前の数字の違いは、大規模な修正を意味します。

使い勝手等は変わらないかもしれませんが、実質的には別のソフトと思っても過言ではない程度の改良を行っています。

そのため、一般に、それ以前の版とのデータの共有はできません。

バージョンアップは随時行っていますが、最新のものを配付しているわけではありません。最新版には、バグが潜在している可能性がありますので、ある程度使ってみて、大丈夫かどうか判断できるまでは配付しません。つまり、ある程度安全性が確保されている最新の版を配付しています。

そのため、配付する内容を変えるのは、半年に一度あるいは一年に一度程度だと思えます。なお、明らかなバグの修正や、希望がある場合には、最新版を配付いたします。

### 6.2.2 バージョンアップ情報について

配付する版のバージョンアップに関する情報は、次のように通知します。

(1) 愛知教育大学数学教育学会誌「イプシロン」でGeometric Constructor に関連する論文を毎年掲載していますが、その末尾に、最新版などに関する報告を「付記」の中で行っています。

(2) 明治図書「数学教育」や東洋館「新しい算数研究」など、算数教育・数学教育に関連する雑誌に、私がGeometric Constructor に関する論文を掲載するときに、末尾に書かせていただくことがあります。なお、定時的に掲載できるとは限りません。

(3) 県の教育センター等のライブラリで、Geometric Constructor を登録しているところには、バージョンアップがあったときには連絡いたします。そちらから入手なさった方は、ライブラリに申し出ていただければ対処していただければと思います。

(4) 直接私から配付させていただいた方には、バージョンアップの際に、その旨を直接ご連絡させていただく予定です。

### 6.2.3 バージョンアップの方法

主として2つの方法を考えています。

(1) 各都道府県の教育センター等のライブラリで、Geometric Constructor を登録させ

ていただいている場合、そのライブラリを窓口としていただく。

(2) 直接、私のところにご連絡いただく。なお、その場合、実費を添えてお申込みください。原則として、

|         |        |
|---------|--------|
| ソフトのみ   | 1000 円 |
| マニュアルのみ | 1000 円 |
| 両方      | 2000 円 |

という金額を考えております。

#### 6.2.4 送金方法

送金方法としては、次の5種類を用意しています。現金書留は当教室の事務の方の負担が増えますので、極力避けてください。切手の場合には小額のものにしてください。

(1) 郵便振替：番号 00800 - 9 - 90012

名称 作図ツール研究会 (代表 飯島康之)

(2) 銀行振込：岡崎信用金庫，知立支店，普通預金，口座番号 583832

名称 作図ツール研究会 (代表 飯島康之)

(3) 現金書留

(4) 郵便小為替

(5) 切手 (合計額2000円以下)

448 刈谷市井ヶ谷町広沢1 愛知教育大学数学教室飯島宛

tel: 0566-36-3111 内 523

### 6.3.1 基本方針

基本的に、一人で開発・保守をしているソフトですから、企業ベースで開発・保守しているソフトのような規模のことはできません。基本的に、ユーザーサポートだと思っていただく方がいいと思います。また、基本的な操作に関しては、できるだけマニュアルなしでも使えるようにソフト自体を改良していきたいと思っています。また、それ自身が独自のテーマを形成するものについては、できるだけ文書の形での整備もしていきたいと思っています。

しかし、できる範囲でのサポートはしていく積もりです。特に、教育研究・教育実践に係わる内容については、できるだけ前向きに取り組んでいきたいと思っています。例えば、この教材に使いたいけれどもうまく使えないがどうしたらいいとか、この教材をこういう指導の仕方です使ったがどうかとか、こういうことを学習させるには、こういう機能があるといいのだが改良は可能かなどということでしたら、それなりに対応できると思います。

なお、できれば、文書あるいはFAX で問い合わせいただければ幸いです。（電話の場合は、必ずしもいつも連絡がとれるとは限りませんので。）

連絡先：448愛知県刈谷市井ヶ谷町広沢1 愛知教育大学数学教室

tel: 0566-36-3111内523

FAX: 0566-36-9635

### 6.3.2 愛知教育大学公開講座とG C通信

通常の意味でのサポートとは少し意味が異なりますが、多くの方々との情報交換のための手段として、おそらくここ数年は公開講座を開催します。また、それに関連して、G C通信を発行します。G C通信は基本的には公開講座でのテキスト・資料としての役割が大きいのですが、それ以外にも、そのときに応じた関連情報を提供しようと思います。

公開講座に参加可能な方は近隣の方々に限られますので、遠方の方々には、公開講座のV T Rの送付やG C通信の送付を用意しています。詳しくは、「初級編」をご覧ください。

-----< End >-----