

図学教育へのパーソナルコンピュータの利用について (1)

井 村 俊 一

1. はじめに

本学で図学を前任者から引き継いで、丁度4年、新入生が卒業するまでを一応、一区切と考えると、この時機に大学設置基準の大幅な変更で大学での教育そのものが問われている状況下、自分なりの新しい図学教育を考えることも、あながち意味のないことではないと考えて、方法、中味を検討し、一部実施した。

引き継いだ時は前任者が非常勤という理由もあいまって、産業美術学科と美術学科の性格が異なる学科が合同で講義がおこなわれていたので、先ず、2クラスに分けて、内容も多少変更して開始した。それでも、受講者の数は必須科目として課せられている産業美術学科で80名弱、選択科目となっている美術学科でも50名前後と本来図学の教育では講義と演習(実習)が2本の柱として、必要な科目とすれば、多人数教育であることにはかわらない。また、与えられた時間数からは講義項目の中で取捨選択をせざるを得なかった。この中で、教育の2本柱の1つである演習(実習)をカットし、板書講義の制約から、簡単な図形の解説にとどまらざるを得なかったことに対して、自から深く反省の念を抱いていた。ところが最近ようやく、講義室への携帯便利なラップトップ型パーソナルコンピュータとその教育用、ディスプレイ関連装置が準備できたので、板書代りの静的なオーバーヘッドプロジェクターを越える能力をもつコンピュータの動的側面を利用した教育の展開を計画し、一部実施したので報告する。

2. 図学という科目のもつ特徴

図学が種々の専門分野向けに、教養科目や基礎科目として、開講されている特徴から、教育内容はそれぞれの専門向けに微妙にちがっている。そこで開講されている対象学部を概観すると

- (1) 工科系—工学部：機械系、土木系、
建築系、化学系、
電気系等。

ここで図学に期待されているのは製図の基礎としての能力の育成である。製図といっても内容的には機械系では正投象を主として、斜投象、軸測投象。建築、土木系では正投象に加えて透視投象を主とした、講義内容となり、化学系では、空間における結晶構造の展開に対する認識能力などが加わる。

(注) 工学部門では図形に関係する用語を一応区別して

- ・図形…投象法によって3次元のものを2次元に表現したもの。図学の基本的教授内容である。
- ・図 …図形に寸法(線)が記入されたもの。
- ・図面…図に必要な事項や図面の様式、輪郭、尺度などが記入され、図面の輪郭内は契約書の役割をもつもの。
- ・製図…図面を作成すること。
図形を4つの用語の流れにしたがって教育することを期待している立場の人が多数である。

- (2) 芸術系：美術系、デザイン系

ここで期待されるのは多様な意見があると想像されるが、筆者の考えでは造形や創作、形と美などに対する基礎力の育成で、特に形体の論理的側面を受け持つものとしている。内容的に、平面図学では平面曲線の種類と特

徴の理解と作図能力、立体図学では特に最近のデザインの特徴である複雑な曲面を扱った相貫、切断、展開、単面投象として（遠近法）の知識や作図能力、斜投象、軸測投象などの知識と作図能力など。発展的には投象の変換によるアナモルフォシス（歪像画法）の話題、従来のユークリッド幾何学図形を離れた、フラクタルの自己相似図形、繰返しのカオスの図形やトポロジ的図形の変換などが考えられ、この内容は一部実施している。

3. 図学の平均的教授項目

(A) 平面図学

平面図形の作図法

- (1) 基本的作図法…直線の垂直2等分線
角の2等分や直線のN等分、接線等。
- (2) 直線図形の作図法…正5角形の作図など正N角形の作図、ルート矩形等。
- (3) 曲線図形の作図法…円錐曲線、渦巻線、輪転線等。

(B) 立体図学

(1) 投象法の原理

複面投象…垂直投象：

第1角法、第3角法。

単面投象…斜投象、軸測投象、透視投象等。

- (2) 応用……投象図形の切断、展開、測地線、相貫、陰影等。

4. 図学とコンピューターの利用

(1) 工科系図学とコンピューター

図学にコンピューターの利用を最初にとり上げたのはこの分野の研究者達で、昭和46年頃から研究が始まったと考えられる。使用コンピューターは汎用コンピューターでプロッターを使って出図している。コンピューターの能力の進歩とソフトウェアの進歩によりいろいろな試みが研究されたが、基本は図学の手書きによる作図をコンピューターのプログラムに置き換えたものが多い。教育としては

学生が自在にコンピューターを使用できる環境になく、例外的な試みと考えられていた。ところが昭和58年頃からパーソナルコンピューターが驚く程能力を向上させると同時に価格も安価になり、何十台、大学によっては百台を越える台数を装備するところがあられ、コンピュータ使用の図学が教育的にも可能となり、その為のソフトウェアが競って学会などに発表されるようになった。また東京大学にみられるように、情報処理教育との結び付きで、数百台のパソコンを装備し、図学の枠を大きく広げた大学もある。そして当然のように専門学部の期待する方向は製図の基礎的素養の育成であるから、専門教育のCADとの関連性で、手作業の作図能力が計算機幾何学と解析幾何学により、プログラミングの能力に置き換えることも、自然な現象と考えられる。このような方向に対して、完全に手書作業を放棄することに反対する意見もある。

(2) 芸術系大学におけるコンピューターの利用
寡聞にして詳細にはわからないが、デザイン等の専門教育での利用を除くと、図学にコンピューターを利用して教育をおこなっている例を知らない。このことはまず対象の学生の素質に起因するものと思われる。デッサン、絵画、色彩構成などで選抜されて入学した学生に、プログラミングの素養、解析幾何学の素養等、数学に関係する知識を前提とするコンピュータ教育は殆ど成立し得ず、また、成立させようとの試み自体、意義のあることとは考えられない。どうしてもと考えれば2次元CAD等のソフトウェアを使って、手書の作図作業をコンピュータに代行させることぐらいが考えられるが、最先端の自動車デザイナーなども、最先端のCGを最初は使用せず、フリーの手書のイメージスケッチから発想していく人が多いことを考えれば、彼等の本質は手で描くという作業で曲線、曲面のイメージを育てていくことから考えれば専門的応用ならいざ知らず、基礎的素養の育成に対して適

当とは考えられない。とすれば工科系図学教育に見られるような形体は芸術系では参考になり得ない。とすれば、筆者の考える利用は学生側でなくて、教授側の利便である。板書により図形の解析、せいぜい静的な板書の代りのオーバーヘッドプロジェクター利用の図形の展示、このような講義の伝統的展開は現代の学生には睡眠薬の効果しかもちえないようである。学生に少しでも興味を持たせるために、コンピュータの持つ動的側面を利用すべきと結論し、曲線類は動的にディスプレイする方法、オーバーヘッドプロジェクターと原稿の組合せでは限界のあった、多数の図形の高速度での展示、容易な繰返し、従来困難をきわめた複雑曲面同士の相貫や切断の把握、透視投象における視点と視野と投象図との関係等、板書等従来の手段では不可能なまでに困難な展示を可能にしてくれる。

5. コンピューター利用の試み

図学の教授項目の中に特にコンピュータの利用が効果的と推定できるのは

(1) 平面図学における曲線図形の作図と特徴の理解。たとえば円錐曲線のいろいろなパラメータでの展示、輪転線のいろいろ。

特に動きながら図を描く動的な展示。このような試みは一部学生に実施した結果、非常に興味深く観てくれた。ただ教科書にある作図方法で機械的に作図するよりも最初に種々の条件での曲線と曲線が創成されていく過程をアニメーション形式で観察してから書くのとは当然教育効果は相違するであろう。但し、ここではあくまでもプログラムはブラックボックスとして、数式などは最少限にとどめる。

(2) 立体図学では正投象でのラバットメントによる実形図の展示、基本的にはスライド的な利用で、板書による時間の節約と多様な図の展示。立体の相貫、切断の展示や陰影の描写や時間変化これらは手書の作図で

も非常に面倒なものであり、これらの作図法でも、段階的に作図を設けて見せることにより作図方法の理解の徹底がはかれると考えられる。透視投象では手書の練習の指針となるような視点の位置と視野の関係の種々の展示により、最適視点位置の理解、斜投象、軸測投象図の多様な射線角度での展示。応用的には従来のユークリッド幾何学的図形から離れた図形のフラクタル図形やカオスの図形、これらはコンピュータグラフィックスでなければ作図不可能。以上の事柄が予定され、かつ一部実施している。

6. 必要な設備

- ・ラップトップ型パーソナルコンピューター：持ち運び便利で、最低限ハードディスク装備、カラーであること。
- ・パソコンディスプレイの図形のオーバーヘッドプロジェクター投射のための液晶パネル。
- ・オーバーヘッドプロジェクター。

7. 実施例

Fig. 1 ~ Fig. 17 に曲線図形の展開例を示す。但し、この図形は完成されたものをハードコピーでとったもので、ねらいはこれら曲線図形の動的創成プロセスである。カラーの色別を多用し、色彩効果をねらったものである。(図はモノクロプリンターでの出図のため色はわからない。)

8. おわりに

図学を担当する前から専門教育、特にデザイン教育へのパーソナルコンピューターの導入を計画し実施してきたスタッフの一員として、図学の教育に対して、最初は計算機教育を含む工科系の大学のコンピュータ導入の図学教育の形を念頭においてきた。ところがパーソナルコンピューターの電源オンのスイッチ操作だけの知識の学生がキーボードの文字の濃

淡だけでディスプレイ上に1960年代頃おこなわれていた人物画などを短時間に完成させる能力を見て、手書のスケッチ等からイメージを育てていく学生に応用としての専門教育ならいざ知らず、基礎教育として解析幾何学や計算機幾何学、プログラム教育を伴うCG教育は不適當と判断し、コンピュータ利用は教授側の手段として、多様な図形をディスプレイを通じて、展示することにより、彼等の図形に対する教養の幅を広げるという目標に切

換えた。そのための曲線図形でも完成された図ではなくて、動きながら図形が創成されていく過程をいかに効果的に展示するかということがテーマとなった。そのためのプログラムの案出や既成のプログラムの収集に努力している。今回は2次元曲線図形の一部紹介にとどめるが、次報では立体図学を含む複雑な例を報告する予定である。

(平成3年10月15日受理)

SUPERIOR TROCHOID
COMMON CYCLOID
INFERIOR TROCHOID

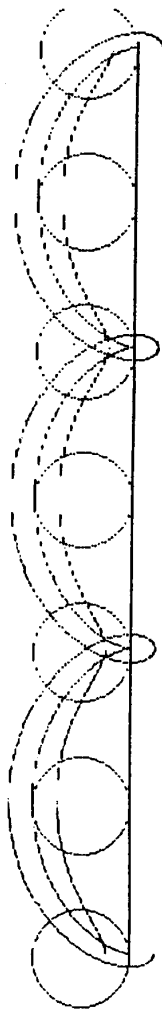


FIG. 1

EPICYCLOID

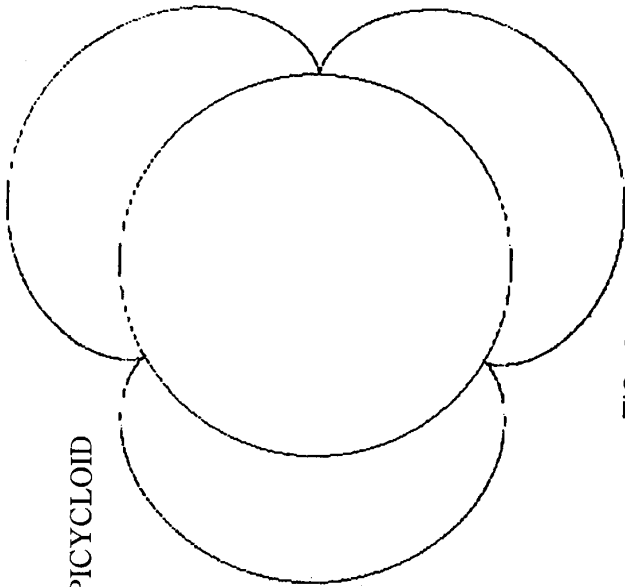


FIG. 2

EPICYCLOID
VARIATION

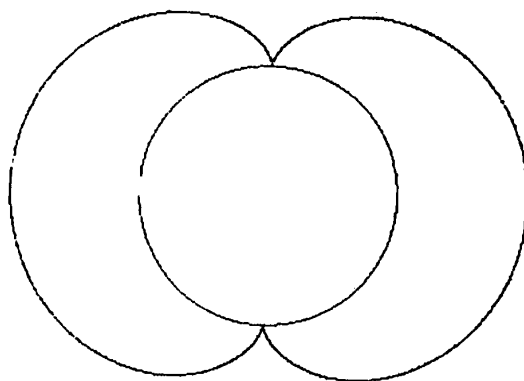


FIG. 3

SUPERIOR EPITROCHOID

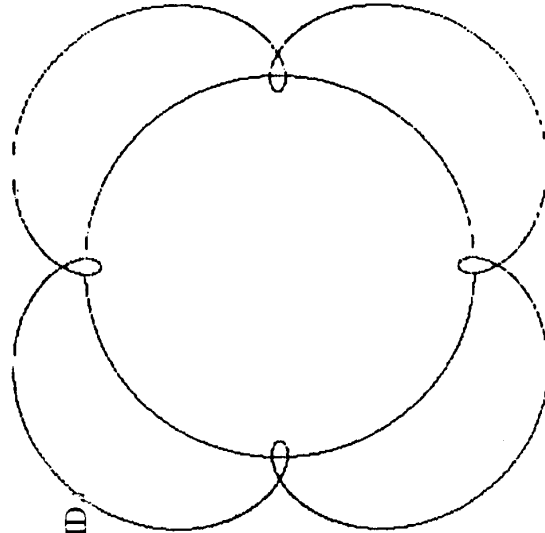


FIG. 4

HYPOCYCLOID

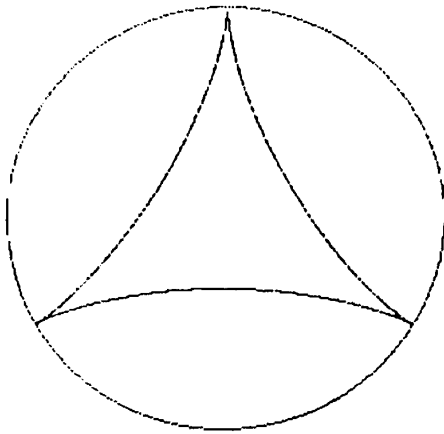


FIG. 5

SUPERIOR HYPOTROCHOID
VARIATION

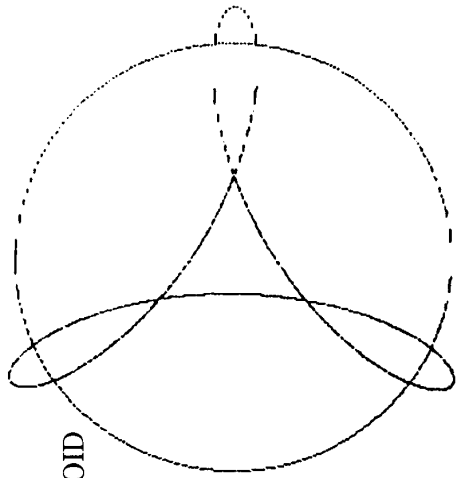


FIG. 6

SUPERIOR HYPOTROCHOID

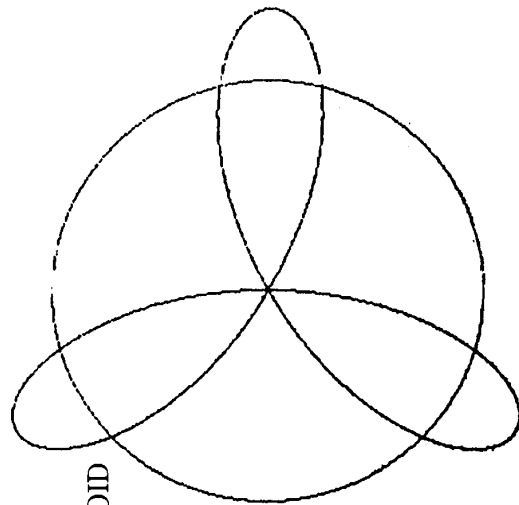


FIG. 7

HYPOCYCLOID

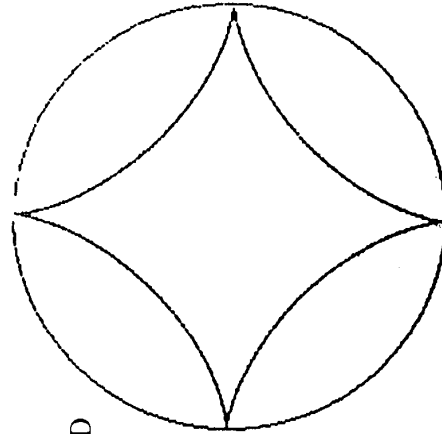


FIG. 8

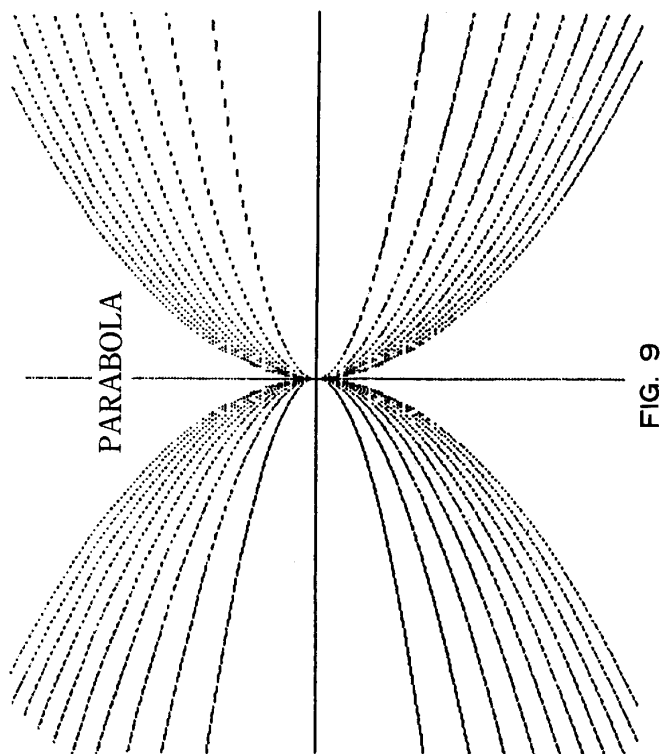


FIG. 9

橢円

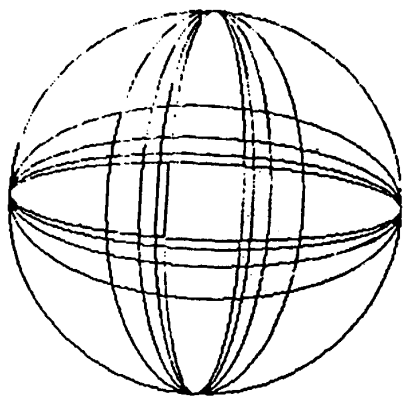
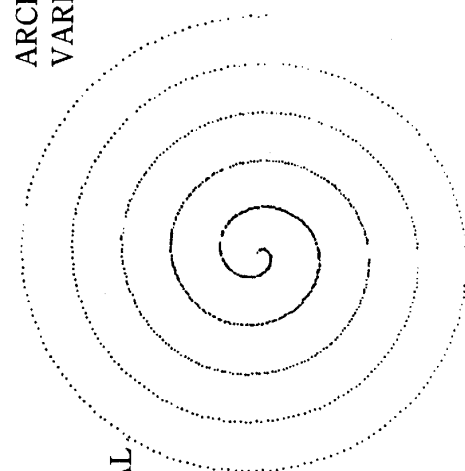
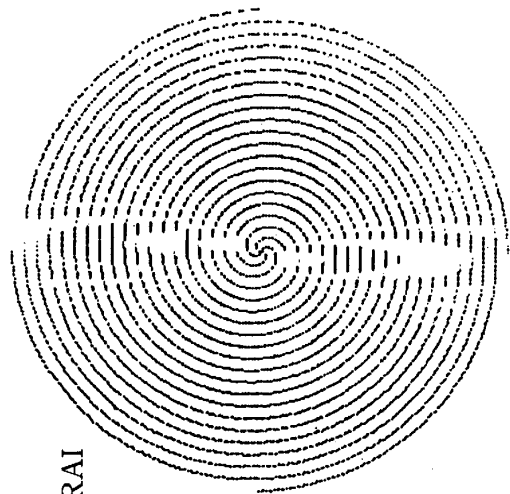


FIG. 10



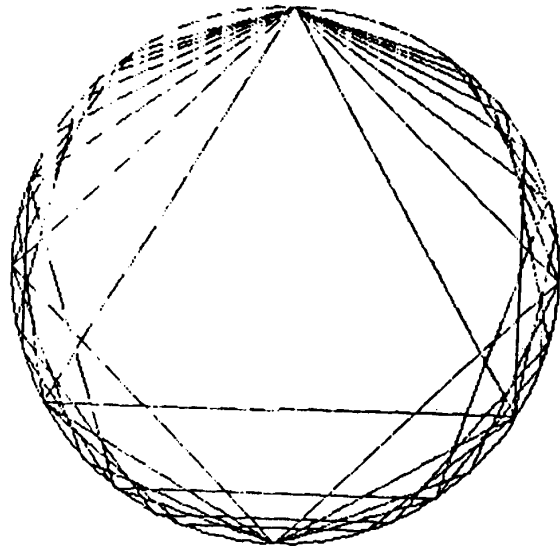
ARCHIMRDES SPIRAL

FIG. 11



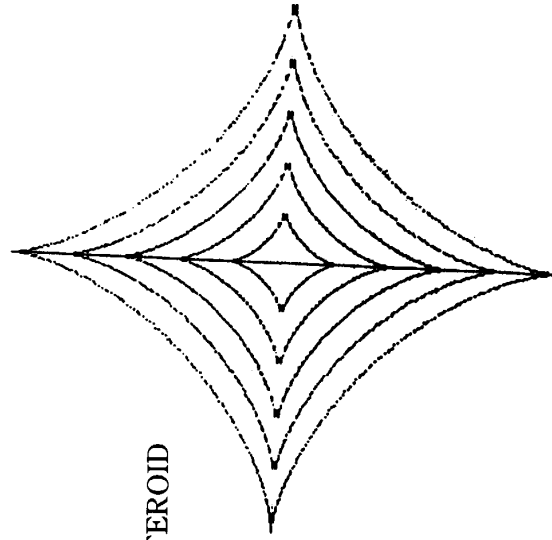
ARCHIMRDES SPIRAL
VARIATION

FIG. 12



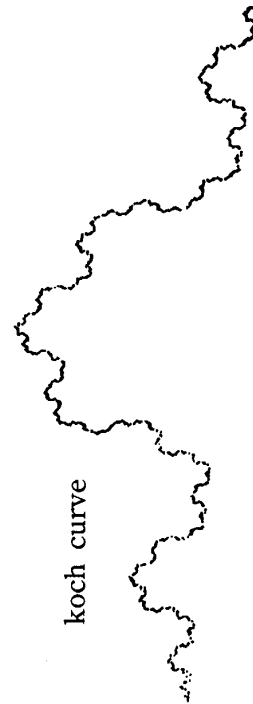
POLYGON

FIG. 13



ASTEROID

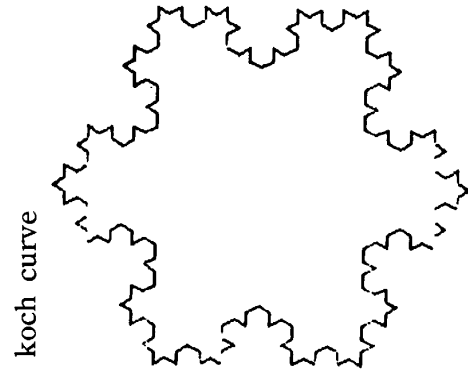
FIG. 14



koch curve

FRACTAL

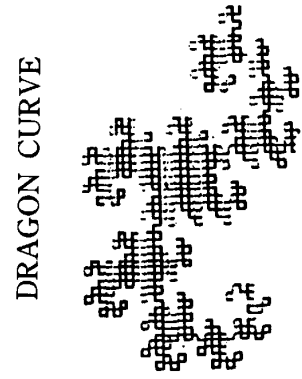
FIG. 15



koch curve

FRACTAL

FIG. 16



DRAGON CURVE

FRACTAL

FIG. 17