

本学における図学のCG教育の研究

A Study of an Effective Use of Computer Graphics for Teaching Descriptive Geometry in Our College

井上 誠 治

Seiji Inoue

本文の要旨は昭和61年7月31日、日本図学会九州支部主催の研究発表会にて発表したものである。

Abstract

Recently attempts have been made in various colleges and universities to utilize Computer Graphics in the teaching of Descriptive Geometry.

In utilizing Computer Graphics in a college of arts like ours, it is essential that computers should be regarded as tools in the same way as compasses and scales are.

Accordingly, the students should be provided with softwares for computers preset with mice and digitizers as data input devices for the computer so that they can readily make drawings without their full understanding of calculating programs for the computer.

From such a point of view, I have planned a curriculum for Computer Graphics in our college and have given some samples.

1 はじめに

近年、急速なテンポで技術革新は進んでおり、その中でコンピュータの果す役割は大きく、あらゆる分野にコンピュータは利用されており、今やその利用技術は職場上の知識としてのみならず家庭生活上にも必要欠くべからずのものとなりつつある。特に最近のCAD、CAMの進歩は著しく産業界へ急速に普及している。一方、事務分野では情報メディアの一つとしてのコンピュータグラフィックスが活用されている。米国などでは情報の伝達手段として、グラフ類が多用されているが、それにコンピュータグラフィックス（以下CG）が利用されている。国内でも最近ではテレビなどにCGがよく登場するが、織物などのデザイン、消費者への商品プ

レゼンテーションやアートデザインにもCGが利用されるなど、今後、益々新しい分野へCGは活用、利用されていくものと思われる。

かかる背景のもとに、CGの図学教育への導入、CADの製図教育への導入などについて検討したので、その概要についてのべたい。

(注) CAD (Computer Aided Design), CAM (Computer Aided Manufacturing)

2 本学に於ける図学、製図等のカリキュラム

現行の図学、製図科目について、時間、学習時期、例年の受講者数等を表1に示す。両科目共に選択科目である。但し、図学は自然科学部門の科目の一つとして本学の美術科、音楽科すべてに選択できる授業時間割を編成している。一方、製図は美術科デザイン専攻の学生に対してのみ選択できる科目である。受講生は図学で1年生の約90%、製図ではデザイン専攻の学生の100%が受講している。製図受講者は殆ど図学も受講しているので製図器材とその使い方など両科目で必要なところは図学の冒頭に行ない重複をさけている。

次に、本学ではCGは図学、製図(CADとして)にとどまらず将来、美術科各専攻のデザインなどのカリキュラムの一部に導入される可能性があるため、図学、製図とこれら関連するデザインの各科目を表2に示す。

表1

科目名	授業時間数	学習時期	必修選択の別	受講学生数
図学	100分×15/半年間	1学年の前期	選択	約160
製図	〃	1 〃 後期	〃	25

図学、製図と各専攻別デザイン

表2

専攻別		美術科				備考
		デザイン専攻	生活芸術専攻		美術専攻	
			工芸	服飾		
2学年	後期					
	前期	デザイン特講Ⅱ デザインⅢ	インテリアデザイン	テキスタイルデザイン 服飾デザインⅡ		
1学年	後期	製図 デザインⅡ	基礎デザインⅡ	服飾デザインⅠ 基礎デザインⅡ	デザインⅡ	
	前期	デザイン特講Ⅰ デザインⅠ	基礎デザインⅠ	基礎デザインⅠ	デザインⅠ	図学

3 CGの図学教育への導入とねらい

本学は美術科、音楽科の両科をもつ2年制の全国唯一の公立短期大学であるが、卒業学生に対して、更に1年間の学習ができる様に、専攻科を併設している。

図学は一般教育科目に於ける人文，社会，自然科学部門の中で開講している17の選択科目の一つであるが，美術科の学生にとって，立体感と図形表現力の育成を目的とする重要な科目であり，合せて各専攻毎に独自のカリキュラムを構成をしている各デザイン科目や製図科目等の基礎をなすものである。図学教育のCG設備はそのまま，製図教育のためのCADに利用できるし，各デザインのカリキュラムの中で，随時，CGを導入する事も可能なので，今后学内では広く利用されることになる。

ところでコンピュータは図学，製図やデザインの各科目に於ける図形表現のためのコンパス，定規や製図器と同様な新しいツールであるという認識をもっている。この新しいツールは美術科各専攻の学生にとって，唯操作のみに必要以上のエネルギーを使うことは決して望ましいものではなく，むしろ，新しいツールを使って，クリエイティブな図形表現ができることが望ましい。勿論，ツールの操作の良否と，結果としてのクリエイティブな図形表現の良否とは全く関係ないとはいえないが，CG教育のねらいは新しいコンパスそのもののハードの学習や使い方の学習にエネルギーを投入のではなく，数多くの図形を作成するなかで造形の立体感や図形表現力の向上をめざし，一步でもクリエイティブな図形表現へアプローチすることである。

4 CG教育の内容

4-1 コンピュータによる図形作成の各種

コンピュータによる図形作成には現在，次の様な各種の方法がある。

- ① 図形を数式化し，その数式で図形を作成する。
- ② キーボードより座標値等を入力し，図形を作成する。
- ③ デジタイザより入力し，図形を作成する。
- ④ 図形作成の市場ソフト（CADなど）を利用し，デジタイザやマウス等とメニューシートなどを使って図形を作成する。

4-2 本学のCG教育の方向

芸術系大学である本学では前述の如く，飽くまでコンピュータをツールとして，CGによる立体感並びにクリエイティブな図形表現能力の育成をめざすわけで，従って図形作成のためのプログラム作成に長時間を要しては本来の目的を達成することは困難である。また，学生の高校時代に於ける数学履修状況を見ても，十分な内容を学習して入学しているわけではないので，上記④によるCG教育がベターであると考えている。勿論，CGやCAD技術の概要を理解させるために①による簡単な図形作成も考えなければならないことはいうまでもない。

4-3 CG教育のカリキュラム

CG教育は現行の図学教育を補完するという基本的な考え方にそって，次の様な課題を計画している。

- ① 平面図形 4週
 - a パソコンの使用方法
 - b 正多角形と平面模様
 - c 平面曲線（放物線，楕円，うず巻き線，サイクロイド，トロコイド）

- ② 空間図形 …………… 3 週
 - ① 正投象による立体図形
 - ② 軸測投象による立体図形
 - ③ 立体図形の回転，拡大，縮小，或いは移動
- ③ 自由課題による図形作成 …………… 2 週

(注) 直線，平面等の基礎的な正投象，並びに立体の展開，切断，相貫，透視図については，残りの週で現行の図学教育を行なう。なお，透視図については全般の推進状況を見て将来CGでとりあげたい。

4-4 具体例

① 図1 サイクロイドの作図

基本円をベースに左側へ半円周長さの線を引き，その線の6等分上に同一円を6個作図，次に基本円の中心角を6分割し，左端の円も同様に6分割し，円周上の同一対応点を横に結び，基本円上の点の軌跡を結ぶ曲線即ち，サイクロイドを作図したもの。この作図方法はコンパスと定規で行う方法と同一。なお，作図にあたりサイクロイドの曲線の色は必要に応じて変えられ，またレイヤ処理にて曲線のみを取り出しも可能である。

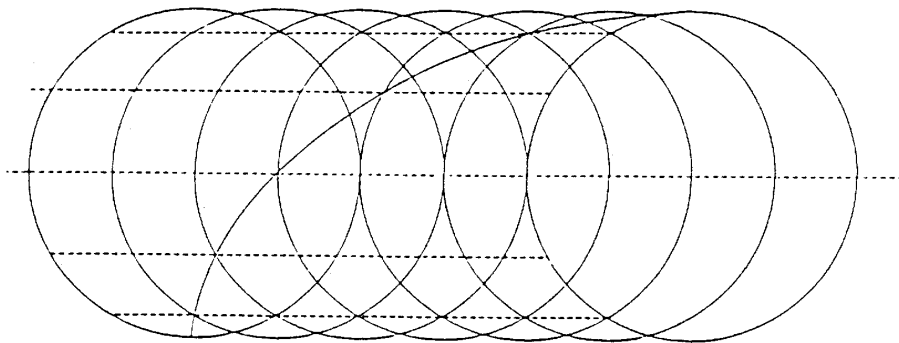


図1 サイクロイド

② 図2 サイクロイドの作図

図1の作図を利用し，基本円を中心に対称図を右側へ作図し，サイクロイドを完成した。

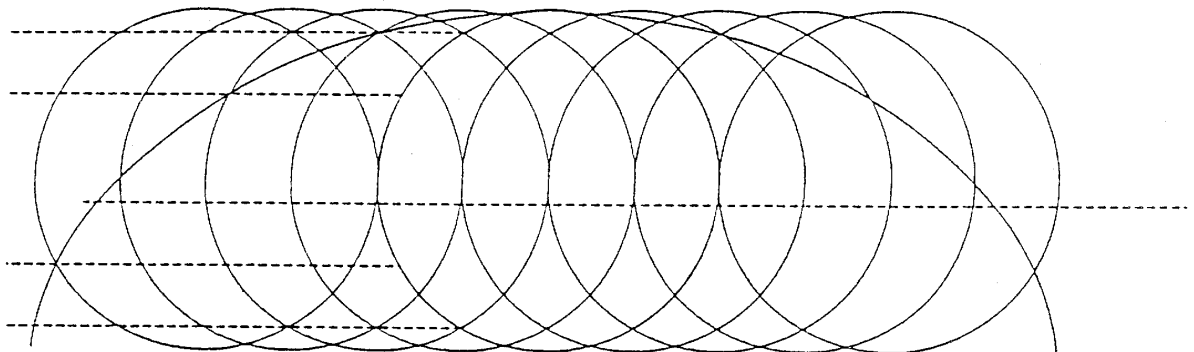


図2 サイクロイド

③ 図3 正6面体の軸測図

BASICによる6面体の作図, 各頂点の座標値は予め計算されたものを入力し作図したもの。なお, 図3に示す図形はハードコピーによるもので, CRTの図は正しいものに表示されているにも拘らずコピーはX, Y軸の縮尺が変り正しい図にはなっていない。

(注) CRT (Cathode Ray Tube)

```
10 SCREEN 0,1
20 CONSOLE ,,7
30 WINDOW(-160,-100)-(159,99)
40 CLS 3
50 X1=0:Y1=0
60 X2=0:Y2=-37
70 X3=-32:Y3=-18.5
80 X4=-32:Y4=18.5
90 X5=0:Y5=37
100 X6=32:Y6=18.5
110 X7=32:Y7=-18.5
120 LINE(X2,Y2)-(X3,Y3),7
130 LINE(X3,Y3)-(X4,Y4),7
140 LINE(X4,Y4)-(X5,Y5),7
150 LINE(X5,Y5)-(X6,Y6),7
160 LINE(X6,Y6)-(X7,Y7),7
170 LINE(X7,Y7)-(X2,Y2),7
180 LINE(X3,Y3)-(X1,Y1),7
190 LINE(X5,Y5)-(X1,Y1),7
200 LINE(X7,Y7)-(X1,Y1),7
210 END
```

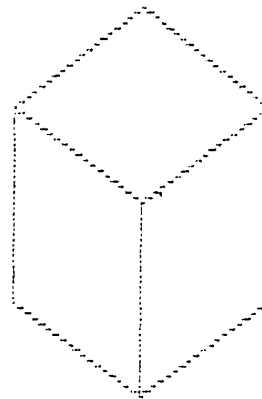


図3 正6面体 (BASICプログラムとハードコピー)

④ 図4～図15

正6面体の三次元各視点からの立体図，図4のaの図を基本にし，b，c，dと各15度Z軸を軸にし回転したもの。

図5～図15については図4のa，b，c，dを基本にし，X軸を軸にしY軸方向へ回転したもの。

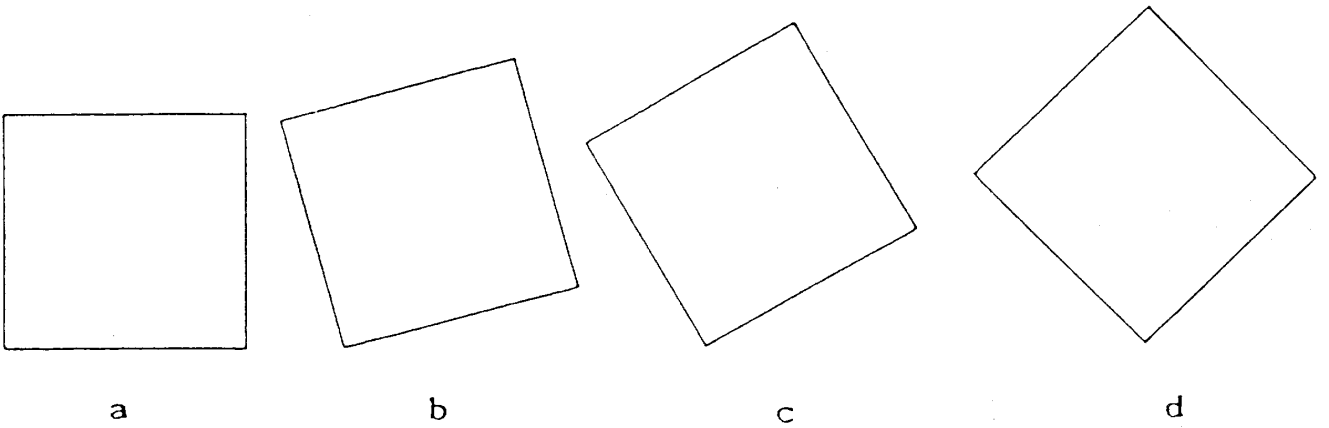


図4

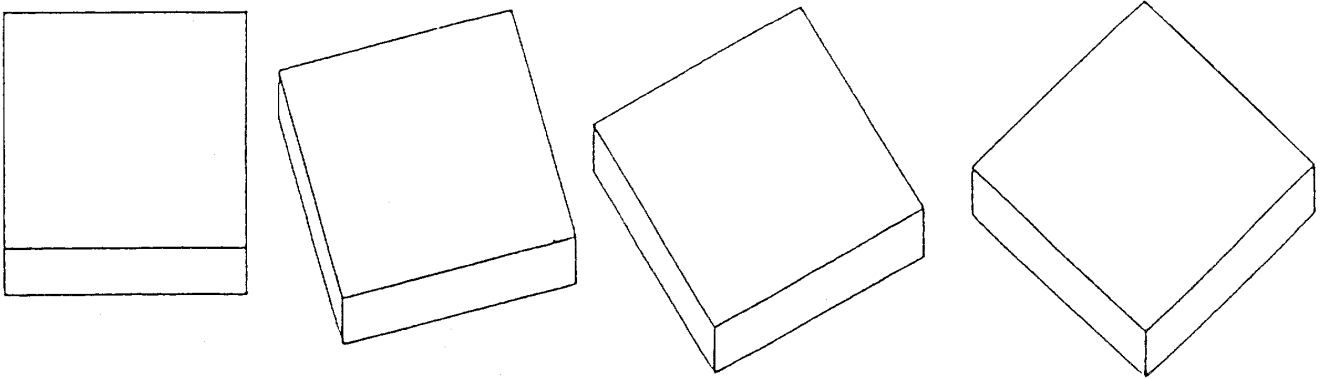


図5

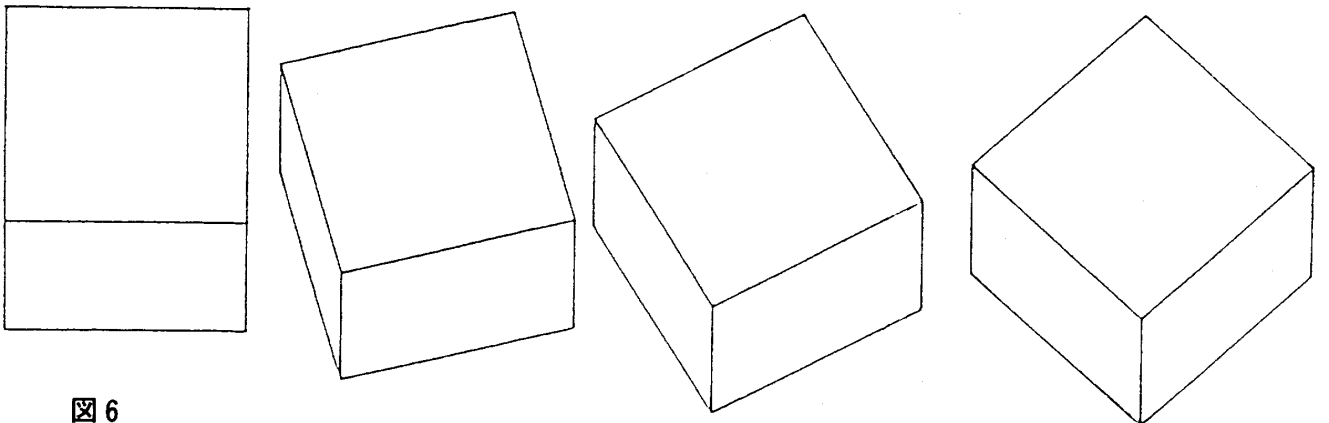


図6

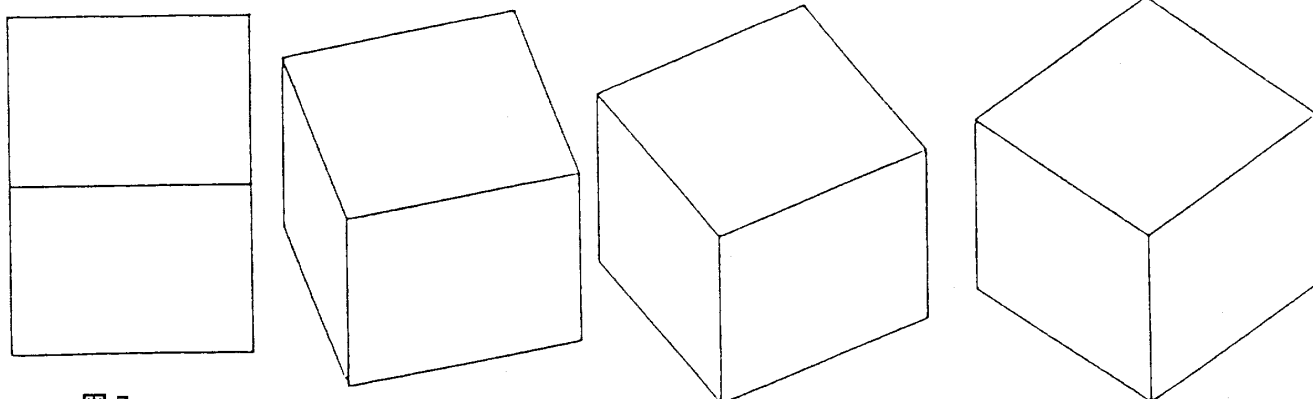


図7

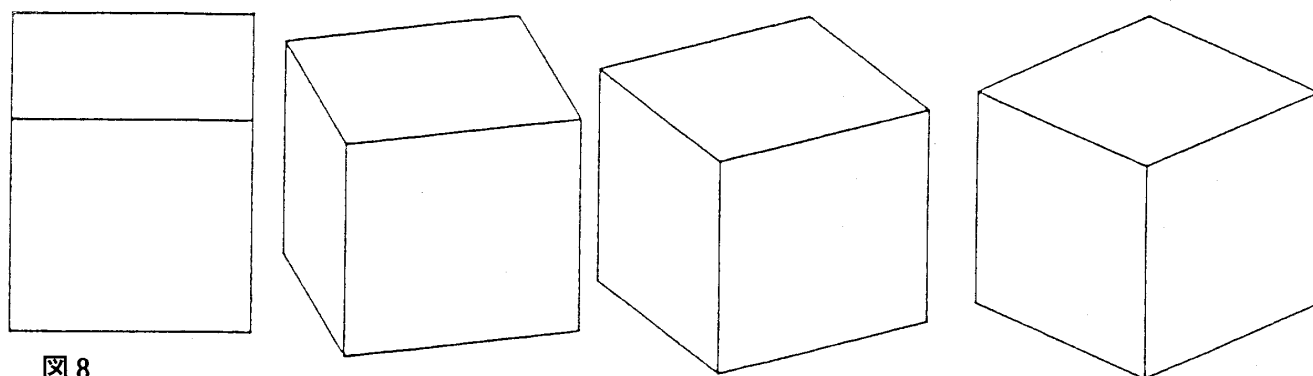


図8

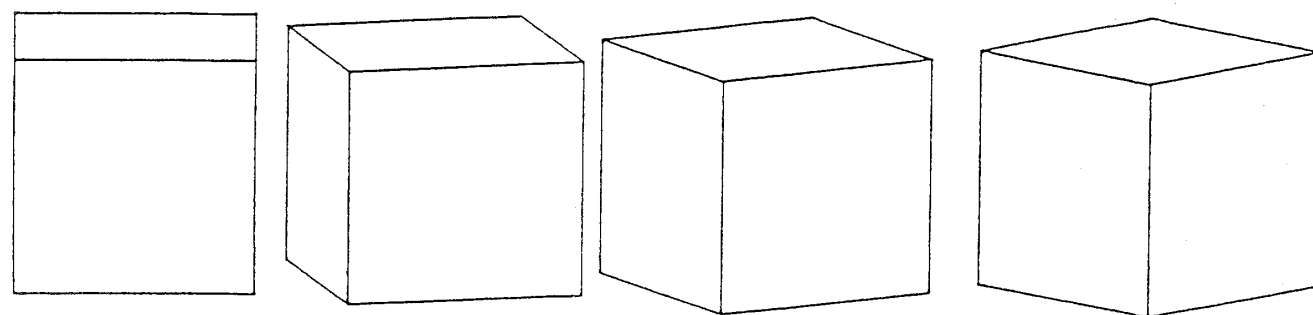


図9

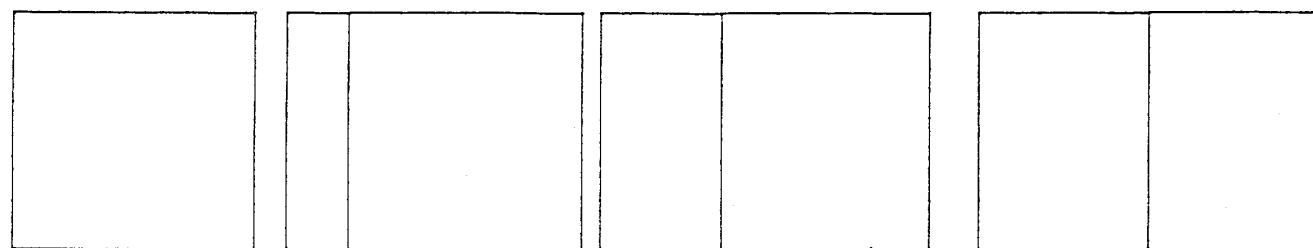


図10

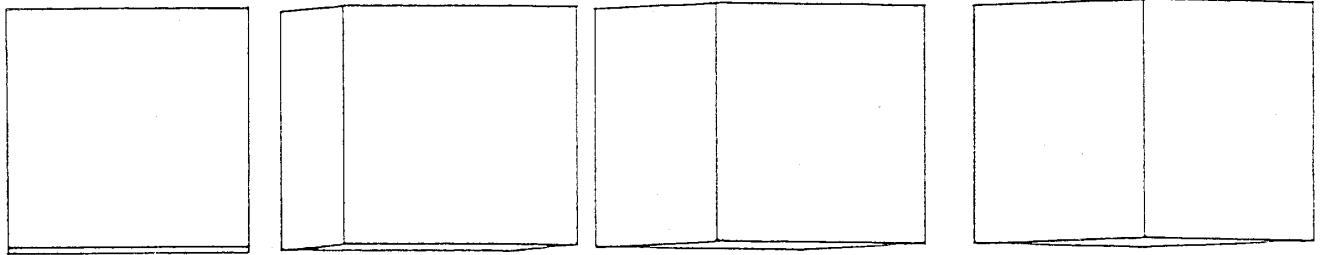


図11

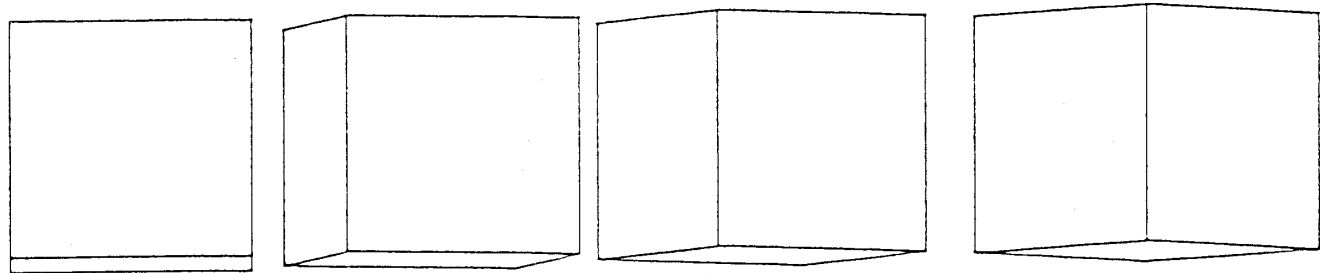


図12

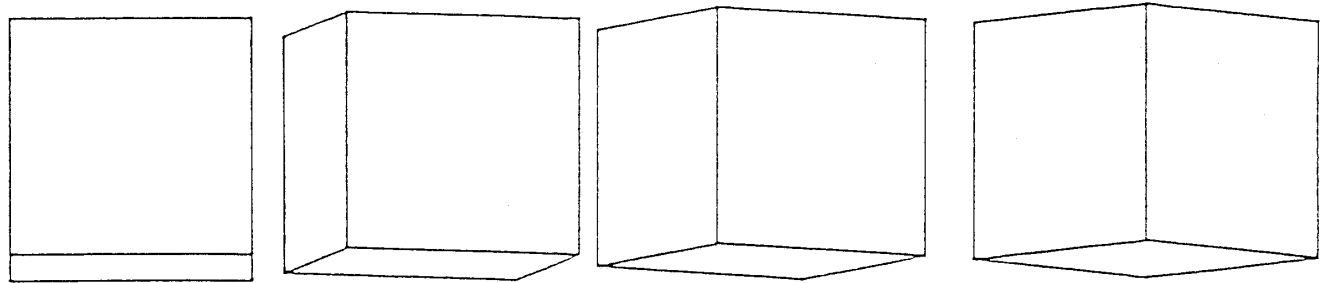


図13

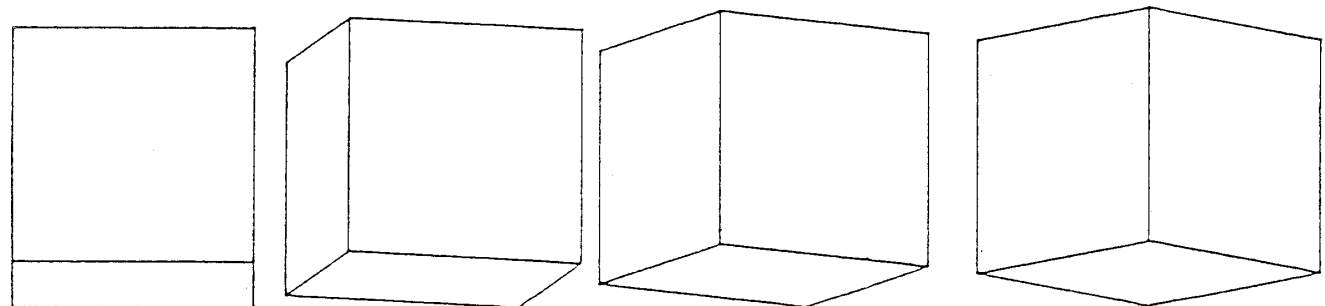


図14

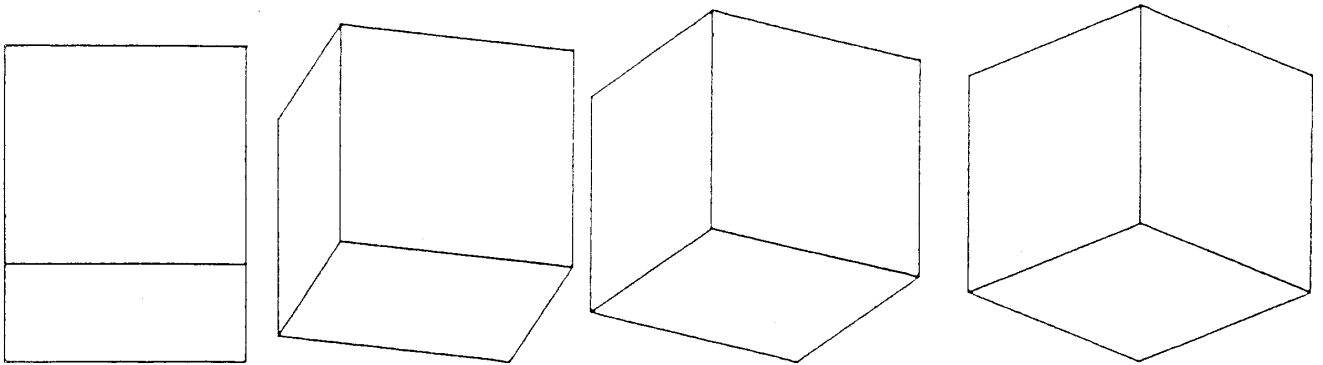


図15

- ⑤ 図16, 図17
立体図, なお図17は図16の白, 黒を反転させたもの。

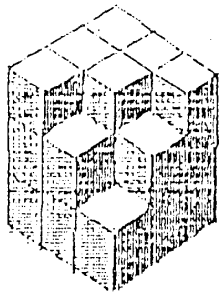


図16 立体

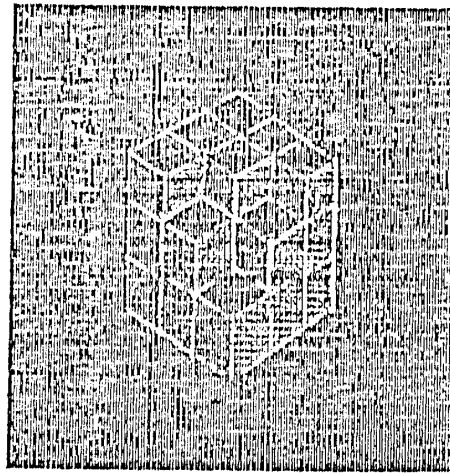


図17 立体の白黒反転

- ⑥ 図18
動物画

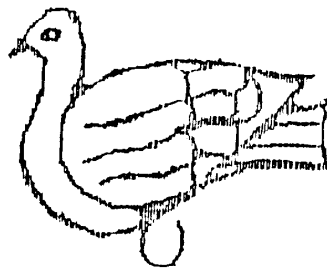


図18 動物画

以上の作図は次のソフトによって作図したものである。

- 図1, 図2…………ソフト商品名 ; F C A D - 11 (二次元のパーソナルC A D)
- 図4 ~ 図15…………ソフト商品名 ; A U T O C A D (米国製の三次元空間の任意の方向からみるワイヤフレームが可能なパーソナルC A D)
- 図16 ~ 図18…………ソフト商品名 ; I N K P O T (簡単な図形作図ソフト)

4 - 5 C G教育の得失

- ① 正6面体のサンプル図に示す如く、三次元上のあらゆる視点からの図(正6面体を回転しているとも考えてよい)が数多く容易にあたえられる。これらの図は従来の図学では作図自体時間を要するので、作図することも稀であるが、C Gを利用すれば簡単に作図できる。こういうC G教育は造形の空間概念、立体感の育成の一助となろう。
- ② 三次元の形状や二次元図形を自由に拡大、縮小、回転或いは移動ができる。所謂、形のデフォルメが容易である。また数多くの彩色検討も可能である。
- ③ 一つの図形を繰り返し使う、数種の図形を組み合わせる、或いは一定のパターンで図形の配置を変えたデザインができるなど本来コンピュータの使用が適しているもの。勿論、これらの図形と手書き図形を組合せてデザインすることも可能である。

以上はC Gのためのプログラム作成に時間を要することなく、市場のソフトのなかから適切なものを選び、それにより二次元図形或いは三次元の立体図形を作図すれば、図学教育本来の物の空間概念の把握という方向にそう教育が可能となろう。かくして、現行の図学教育の基礎教育と相まって相乗的な教育効果も発揮できるものと期待される。

一方、4 - 4 具体例の図16 ~ 図18に示す図形作図ソフトは余り適切でない例で、特に図18に示す動物画はマウスを用いたが、全く意図通りにC R T上にカーソルが動かせず、従って意になかった曲線がえられない。或いはカーソルのポインティングデバイスとしてタブレットを使えばよいのかもしれない。しかしながら、直線、曲線を作図する機能ソフトが不十分であるのでC G教育としては矢張り不適切である。

5 設備

学生の図学教育受講者約160名を4グループに分け、40名単位で授業できる機器構成とした。即ちパソコンを教師用に一台、学生二人に一台とし学生用20台である。設備システムを図19に示す。

- ① パソコンを用い教師用と学生用をネットワークで連絡し、相互にデータ画像を伝送できる。
- ② 市場のソフトを使用し、マウス或いはタブレットを用いて各種の図形を作成できる。
- ③ イメージリーダーによる手書き図形のコンピュータへの入力、ディジタイザによる任意図形や文字のコンピュータへの入力、これらを学生のC R Tに伝送し黒板代りに使用できる。
- ④ 学生の画像はパソコン4台につき一台のプリンタを付属し出力できる。プリンタよりプロッタがベターなので一部はプロッタを考えたい。

- ⑤ 教師の画像，データは学生用に一齐伝送，グループ伝送，個別送受信ができる。
- ⑥ 学生の画像，データを受信でき，また学生の作業を邪魔することなく，学生の画面を自動で順次見ていくことができる。
- ⑦ 特定の学生の画面を他の全学生へ見せることができる。

6 今後の検討課題

図学教育へのCG導入について，概要をのべたが，製図におけるCADについては，製図教育で行われている図面を随時CADにて作画させる事で製図教育の目的にそう製図技法の習得とCAD操作の習得も可能である。

今後の検討課題については，図学教育全般の中での教育効果をより高めるための透視図を含めたCG教育の見直しをしながら充実していく必要がある事と，クリエイティブなデザイン活動の因にもなりうる自由課題の指導と充実であろう。

次の問題としてはCGの教育への導入が単に図学，製図のみにとどまらず他教科，特に各デザインにも活用できるので，将来，そのためのカリキュラムの見直しが必要となろう。

7 おわりに

図学教育に於けるCG教育計画の概要についてのべたが，次の事がいえる。

- ① CGは図学教育の新しいツールとして利用できる事が分った。現行の図学教育が本来，コンパスと定規をツールとして画法幾何学の追究をめざすわけであるが，CGはツールとして，より効率的に利用できるものとする。
- ② CG教育の導入にあたってはコンピュータ技術の概要にふれるのみで，むしろソフトウェアがCAD用などのために準備しているソフトから適切なものを選び，それをもとに今後図学教育用CGを作成していけばよいのではないか。

かくすることが芸術系大学に於ける図学教育にそうCGであり，同時に，専門の各種デザインの基礎能力にもなりうる造形の立体感や図形表現能力の育成にもつながるものとする。

以上本文が関係者の御参考になれば幸いである。またCG教育の早期実現を願っている筆者にとって，皆様方の何分の御指導と御批判を賜りたい。

図19 図学教育システム概要図例

