

# 図学教育へのパーソナルコンピュータの利用について(2)

—歪絵とパーソナルコンピュータ—

井村 俊一

## 1. はじめに

パーソナルコンピュータを使って図学教育の教材作りの中で、たまたま透視図法の歴史の調査中、歪絵のことを知った。美術の専門家にとってはささいなことであろうが、図法を専門とする者にとって、“図法とは変換の規則を研究することである。”という認識から、平面に描かれている絵とそれに直立する円筒形鏡面に映る絵の意外性に関心をいただき、変換の規則に興味をもった。歪絵とは歪像画法(Anamorphosis)により、平面に歪絵を描き、その平面上に円筒形鏡を直立させ、鑑賞者は平面の歪絵と円筒形鏡面に映る正常な形の絵との対比を楽しむものである。理論的には地図投象法などに用いられる手法を参考にしながら、円筒平面とキャンバス平面との1対1対応に変換原理を求めればよい。アナモルフォシスは透視画法の極端な方法として、1550年頃から1850年頃まで流行したといわれ、詳細な技法に関しては現在に伝えられてはいない。アルブレヒト・デューラーなどの透視画法についての木版画から推測するに、徹底的な研究方法を使い、実際にキャンバスと円筒形鏡を用意し、円筒鏡面に映る画像を観察しながら“キャンバス平面に絵を描き、また円筒鏡像で修正する”という試みを繰り返して、歪絵を完成させたものと考えられる。熟練してくるにつれて、種々の重要な技法を体得したのであろう。13世紀頃から萌芽が見られた目で見えるとおりに絵を描くという執念が、ルネッサンス期に透視画法として、開花するが、それが理論としては17世紀～18世紀にかけて、ディザルグ、モンジュで完成の

域に達し、19世紀の初めに、ポンスレーの数学としての射影幾何学が大成する。このような潮流が図法としては3次元の形態を目で見えるように2次元のキャンバスに表現するそれだけにあきたらず、透視画法の3次元の性質(錯覚)を利用して、天井や壁側面に絵を描き、実際の空間より大きく見せたりする実用的な目的のために工夫する。その上、キャンバス平面上の像と円筒形鏡面に映る像というアナモルフォシス絵のまったく遊びの領域まで拡張していった。この画法を図学教育の一環として、学生に味わってもらおう。

このような目的で、パーソナルコンピュータを活用して、基本図形の歪絵や歪絵作成の補助的図面を作成したので、報告する。

## 2. 円筒形鏡面像と平面像の変換理論

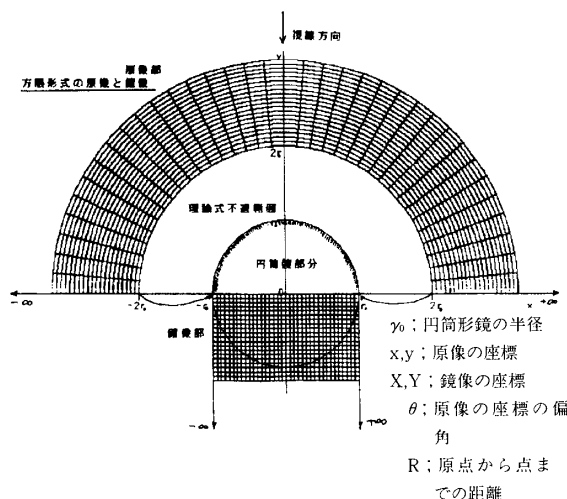


Fig. 1 変換座標図

(1)原像  $(x,y) \rightarrow$ 鏡像  $(X,Y)$  への変換



4. 正常形体鏡像とその原像とのパソコン出力例

図6～図9に鏡像が正常な形を保つための原像の形の出力例を示す。基本図形の歪絵の関係を把握するために作成した。

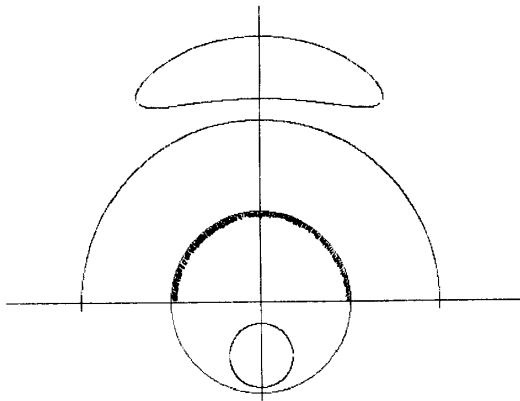


Fig 6 円の鏡像と原像

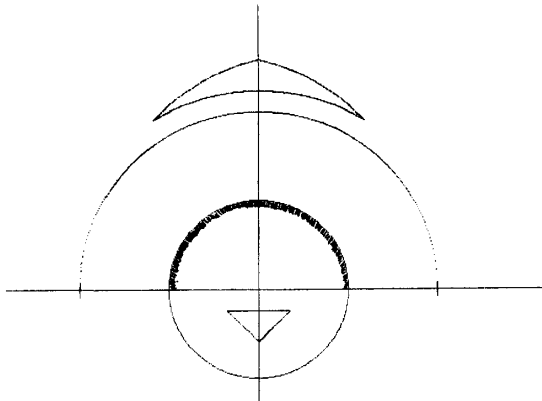


Fig 7 三角形の鏡像と原像

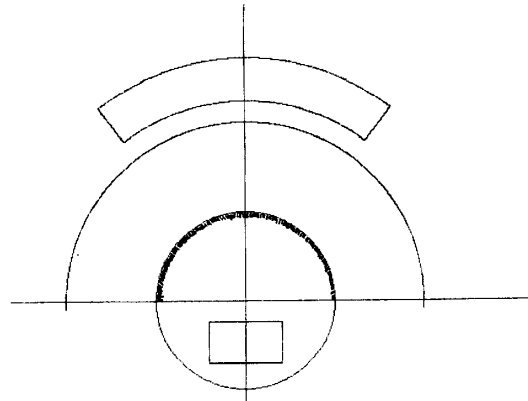


Fig 8 四辺形の鏡像と原像

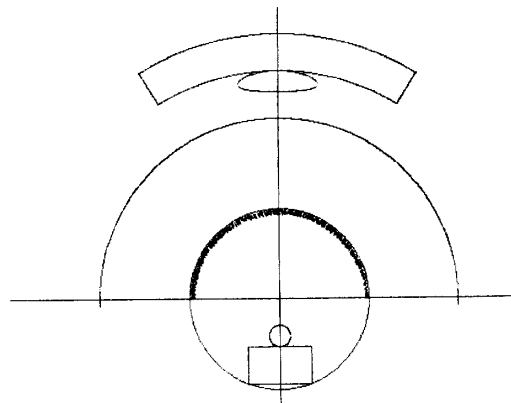


Fig 9 円と四辺形の合成の鏡像と原像

5. 方眼形式の原像と鏡像の関係

図10を参照するとわかるように鏡像部分に方眼紙形状を採用すると、原像の方は部分同

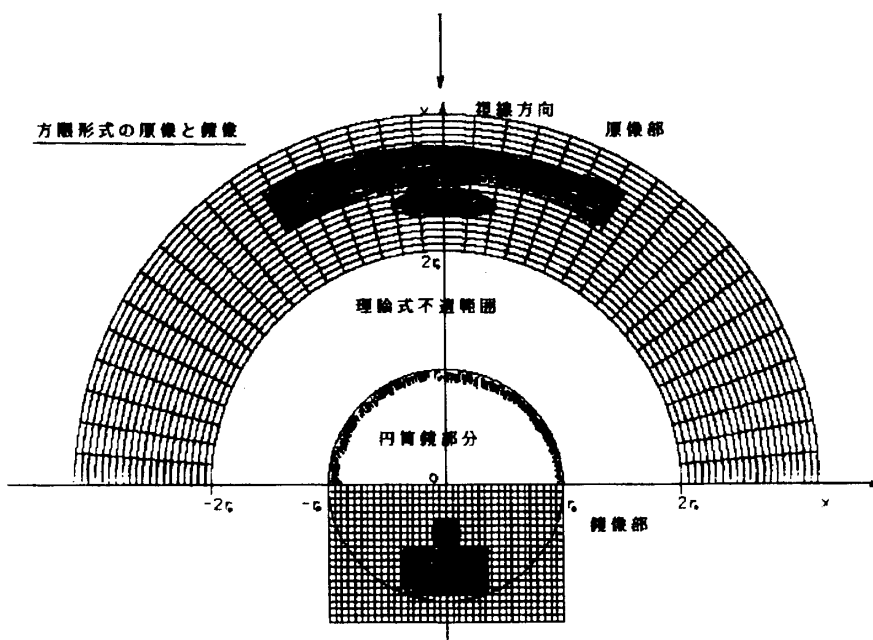


Fig10 方眼形式の原像と鏡像

心円と放射状線とで形成される扇形状方眼となる。鏡像の横軸部分は原像では同心円状、縦軸部分は原像では放射状線となる。

この対応する2種類の方眼形図面を使って、歪絵を作成することができる。すなわち、鏡像部分のます目方眼に正常な絵を描き、その絵の方眼から得られる座標を原像部の扇形方眼の対応する位置に移していけばよい。多少の労苦はやむえないが、手法的には容易に歪絵を描くことができる。

#### 6. 歪絵の検討

図11は18世紀に描かれたとされる歪絵である。円筒形鏡相当部分の半径  $r_0$  から  $2r_0$  のリング上の部分は絵の地上部分にあて、歪んでも影響しないようにしている。また、鏡像の部分も描いているが、これは絵の中の歪絵の像が、このように見えるという絵を円筒面上に描いているのである。本来鏡像は平面になるのだが鏡像の見える通りの絵を直立した円筒部分に  $90^\circ$  おこした状態で描いたものである。

額縁の部分も弓形状に円筒の上部に描いてあるが、これはその鏡像が奥行の深い位置にあることを表わしている。

#### 7. 考察

平面図形を円筒鏡面に映す図形変換をパーソナルコンピューターを使って、作成してきたが、確認するため、実際に円筒形鏡を作って実験をおこなった。円筒形鏡といっても、本物を準備できなかったので、野菜用の直径52mmのかん詰を利用して、その表面に厚さ0.1mmの鏡面シートを張付けることにより、鏡を作り、パソコンの出力図の中の鏡の部分の寸法が52mmの直径になるようにパソコンディスプレイ映像を調節した。

こうすれば、出力図上の鏡の部分に円筒鏡を立てて、鏡像を見ることができる。実際に鏡像部分を観察すると、理論の正当さが確認されたが、鏡像も平面上にあり、視点は通常、上方にある。つまり鏡像を透視的に観察することになる。そのため鏡像は浮き上がって見える。視点を上下させると、地平線上の視心部が上下すること、視角の影響もあり、奥行方向の長さが増減する。理論通りの鏡像は視点をなるべく低くすることにより得られる。

学生の実習用としては、ドットプリンターで作成した方眼図形では図の状態がよくないので、X-Yプロッターを準備することにより作成したいと考えている。

最近、駅のコンコースや屋内の広場でステンレスで装飾したものが、よく見られる。ス

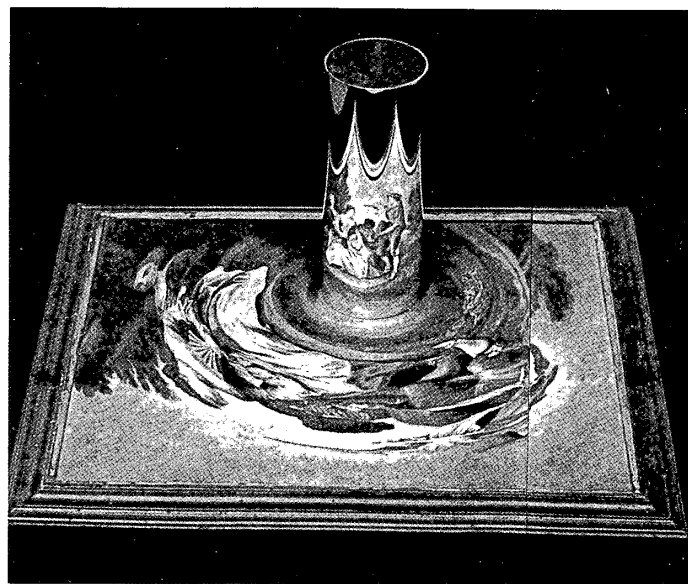


Fig11 18世紀の歪絵

ステンレス面そのものは鏡面となる。たとえば  
広場の柱に円筒形状を採用し、ステンレス鏡  
面仕上げをして、その柱の回りのフロアーに  
歪絵を描いておく。このような遊びの精神が

現代でも採用されないであろうか？

参考までに鏡像から原像を求める BASIC  
プログラムの 1 例を図12に示す。

```

10 REM 円筒鏡における鏡像(四角形虚像に対する形)■
20 CLS 3
30 CONSOLE 0,25,0,1
40 SCREEN 3,0
50 X 0=320:Y 0=280:CL=5:R 0=85:PAI=3.14159
60 '
70 WIDTH 80,25
80 CIRCLE(X 0,Y 0),R 0,CL
90 LINE(1,Y 0)-(635,Y 0),4 : LINE((X 0-7),(Y 0-2*R 0)-((X 0+7),(Y 0-2*R 0)),CL
100 LINE(X 0,1)-(X 0,395),4
110 LINE((X 0+2*R 0),(Y 0+7)-((X 0+2*R 0),(Y 0-7)),CL: LINE((X 0-2*R 0),(Y 0+7)-((X 0-2*R 0),(Y 0-7)),CL
120 FOR X=-2*R 0 TO 2*R 0 STEP.1
130 Y=SQR((2*R 0)^2-X^2):X 1=X+X 0:Y 1=-Y+Y 0:PSET(X 1,Y 1),CL
140 NEXT X
150 '
160 M=35:L=20
170 FOR X=-M TO M STEP.1
180 Y=-L
190 IF L=100 THEN 280
200 Y 1=-Y+Y 0:X 1=X+X 0:PSET(X 1,Y 1),6
210 IF X<0 THEN GOTO 220 ELSE GOTO 240
220 T=PAI*(1+X/R 0)/2:X 2=-(2*R 0-Y)*COS(T):Y 2=-TAN(T)*X 2:XX 1=X 2+X 0:YY 1=-Y 2+Y 0
230 GOTO 250
240 T=PAI*(1-X/R 0)/2:X 2=(2*R 0-Y)*COS(T):Y 2=TAN(T)*X 2:XX 1=X 2+X 0:YY 1=-Y 2+Y 0
250 PSET(XX 1,YY 1),4
260 NEXT X
270 L=L+40:GOTO 170
280 '
290 L=20
300 FOR Y=-L TO -(L+40)STEP-.1
310 X=-M
320 Y 1=-Y+Y 0:X 1=X+X 0:PSET(X 1,Y 1),6
330 T=PAI*(1+X/R 0)/2:X 2=-(2*R 0-Y)*COS(T):Y 2=-TAN(T)*X 2:XX 1=X 2+X 0:YY 1=-Y 2+Y 0
340 PSET(XX 1,YY 1),4
350 NEXT Y
360 FOR Y=-L TO -(L+40)STEP-.1
370 X=M
380 Y 1=-Y+Y 0:X 1=X+X 0:PSET(X 1,Y 1),6
390 T=PAI*(1-X/R 0)/2:X 2=(2*R 0-Y)*COS(T):Y 2=TAN(T)*X 2:XX 1=X 2+X 0:YY 1=-Y 2+Y 0
400 PSET(XX 1,YY 1),4
410 NEXT Y
420 END

```

```

10 REM 円筒鏡における鏡像(円形虚像に対する形)■
20 CLS 3
30 CONSOLE 0,25,0,1
40 SCREEN 3,0
50 X 0=320:Y 0=280:CL=5:R 0=85:PAI=3.14159
60 '
70 WIDTH 80,25
80 CIRCLE(X 0,Y 0),R 0,CL
90 LINE(1,Y 0)-(635,Y 0),4 : LINE((X 0-7),(Y 0-2*R 0)-((X 0+7),(Y 0-2*R 0)),CL
100 LINE(X 0,1)-(X 0,395),4
110 LINE((X 0+2*R 0),(Y 0+7)-((X 0+2*R 0),(Y 0-7)),CL: LINE((X 0-2*R 0),(Y 0+7)-((X 0-2*R 0),(Y 0-7)),CL
120 FOR X=-2*R 0 TO 2*R 0 STEP.1
130 Y=SQR((2*R 0)^2-X^2):X 1=X+X 0:Y 1=-Y+Y 0:PSET(X 1,Y 1),CL
140 NEXT X
150 '
160 R 1=30:H=50
170 FOR X=-R 1 TO R 1 STEP.1
180 Y=SQR(R 1^2-X^2)-H
190 Y 1=-Y+Y 0:X 1=X+X 0:PSET(X 1,Y 1),6
200 IF X>0 THEN GOTO 210 ELSE 230
210 T=PAI*(1-X/R 0)/2:X 2=(2*R 0-Y)*COS(T):Y 2=TAN(T)*X 2:XX 1=X 2+X 0:YY 1=-Y 2+Y 0
220 GOTO 240
230 T=PAI*(1+X/R 0)/2:X 2=-(2*R 0-Y)*COS(T):Y 2=-TAN(T)*X 2:XX 1=X 2+X 0:YY 1=-Y 2+Y 0
240 PSET(XX 1,YY 1),4
250 NEXT X
260 FOR X=-R 1 TO R 1 STEP.1
270 Y=-SQR(R 1^2-X^2)-H
280 Y 1=-Y+Y 0:X 1=X+X 0:PSET(X 1,Y 1),6
290 IF X>0 THEN GOTO 300 ELSE 320
300 T=PAI*(1-X/R 0)/2:X 2=(2*R 0-Y)*COS(T):Y 2=TAN(T)*X 2:XX 1=X 2+X 0:YY 1=-Y 2+Y 0
310 GOTO 330
320 T=PAI*(1+X/R 0)/2:X 2=-(2*R 0-Y)*COS(T):Y 2=-TAN(T)*X 2:XX 1=X 2+X 0:YY 1=-Y 2+Y 0
330 PSET(XX 1,YY 1),4
340 NEXT X
350 END

```

Fig12 プログラム例

(平成 4 年10月17日受理)