ラインプリンターとディジタル・グラフィックス

大阪大学教養部図学教室
吉　田　勝　行

その昔，不老不死の秘法を教える男がいるという話しを聞いて，その国の王様は家来を弟子入りさせ，その秘法を習わせたのですが，家来がまだ習いおえないでいるうちに，その仙人を自称する男は死んでしまいました。

王様がおこって家来に言うには，

『おまえがぐずぐずしていたために，せっかくの秘法が手に入らなくなってしまったではないか。』

そしてその家来を，罰として死刑にしてしまったのだそうです。

一番大切な自分自身の体を不老不死に出来ないでいて，他人である王様を不老不死にするような方法など，あろうはずもないと思われるにもかかわらず，そんないいかげんなうたう文句の存在を信じて大切な家来を殺してしまうなど，あさはかのきわみですが,『設計図の作成や図形処理に使える。』がうたい文句になっているディジタルプロッターやＣＲＴを実際に設計を行う過程等で使ってみて，『不便だ。使いものにならない。』等とこぼしている人は，まずそれらの機械を作り出した会社なりメーカーが，自社の製品を設計する過程等でそれらをちゃんと使いこなしているかどうかを調べてごらんになるべきべ，それをしないでいてぐちだけをこぼしているというのでは，この王様を笑う資格はないようです。

ＣＲＴやプロッターは，精度の良い図を数枚かいてながめるのには確かに適しているのですが，設計過程や論文をまとめる過程での図の使われ方というものを考えてみますと，最終段階で図の清書をやらせる以外に，これら機械の適性を生かす道はないように思えます。

たとえば，ある条件のもとで可能な住宅の平面図（ラインプラン）を電算機に作成させますと，たちどころに数百種類位作ることが出来ますが，この中から設計を進めて行くのに適当なラインプランを選ぶについて，図－１のようにプリントアウトしたのでは，これをもとに図を手がきでもしないかぎり検討のしようもありませんし，さりとてディジタルプロッターで数百種類もの図をえがくのは，時間の点でむりがあります。

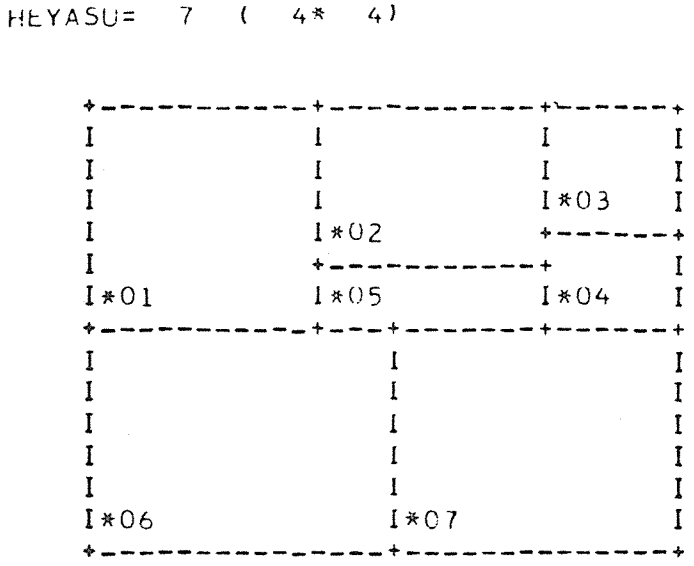
また論文をまとめる場合は，調査や実験の結果から大量のグラフを作成し,それらをながめて考察をすすめるわけですが，ＣＲＴで１枚ずつグラフをえがき出してはながめるというのより，なんらかの方法で紙の上にプリントされたグラフを同時にずらりと並べてながめた方が，はるかに能率よく結論を導びくことが出来るにちがいありません。

したがって，このように図として概略がつかめればよく，精度はそれほど要求されないが，数が多いという場合には，ＣＲＴやディジタルプロッターは，適当な装置ではありません。む

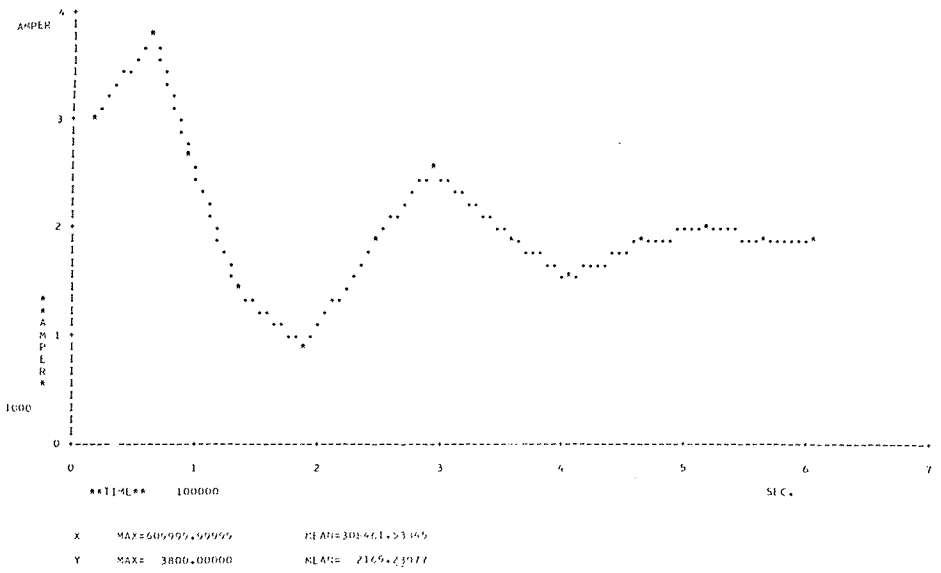
しろ日頃つかいなれているラインプリンターが，この目的にも適切であるようです。図－２は，図－１の数値を図化してラインプリンターでプリントアウトしたもので，図－１は，折れ線グラフをラインプリンターでプリントアウトしたものです。いずれの図にも，図の内容がもつ特徴がよく表われており，検討用の図としては，これで十分のようです。

```
SQR (    1)=  .0
SQR (    2)=  .0
SQR (    3)=  .0
SQR (    4)= 1.5000000000
SQR (    5)= 2.0000000000
SQR (    6)= 2.9999999999
SQR (    7)= 2.9999999999
SQR (   14)=  .0
SQR (   15)= 2.9999999999
SQR (   16)= 5.9999999998
SQR (   17)= 5.9999999998
SQR (   18)= 2.9999999999
SQR (   19)=  .0
SQR (   20)= 4.0000000000
SQR (   27)= 2.9999999999
SQR (   28)= 2.0000000000
SQR (   29)= 1.5000000000
SQR (   30)= 1.5000000000
SQR (   31)= 1.0000000000
SQR (   32)= 2.9999999999
SQR (   33)= 2.9999999999
SQR (   40)= 2.9999999999
SQR (   41)= 2.9999999999
SQR (   42)= 2.0000000000
SQR (   43)= 2.0000000000
SQR (   44)= 2.9999999999
SQR (   45)= 4.0000000000
SQR (   46)= 4.0000000000
```

図－１　住宅のラインプランを数値でプリントアウトした結果の一例



図－２　住宅のラインプランの一例（図－１の数値を図化したもの）



図－3　ラインプリンターでプリントアウトした折れ線グラフの一例

そこで，図形をアウトプットする際の端末装置として，ラインプリンターをお使いになることを，おすすめしたいと思います。

なおここで，タイトルにのべたディジタルグラフィックスというのは，ディジタルなとびとびの要素で構成されている図形を，ディジタルな手段で画く場合に必要な概念や手法をとりあつかうもので，ラインプリンターを用いて図を画く手法を開発する上で，基礎となる概念や手法等が，こういった方面から導入することが出来るのではないかと考えております。

ここでは，ラインプリンターで図をえがく際に，どのような問題があるかについて，ごく基礎的な部分を述べることにいたします。

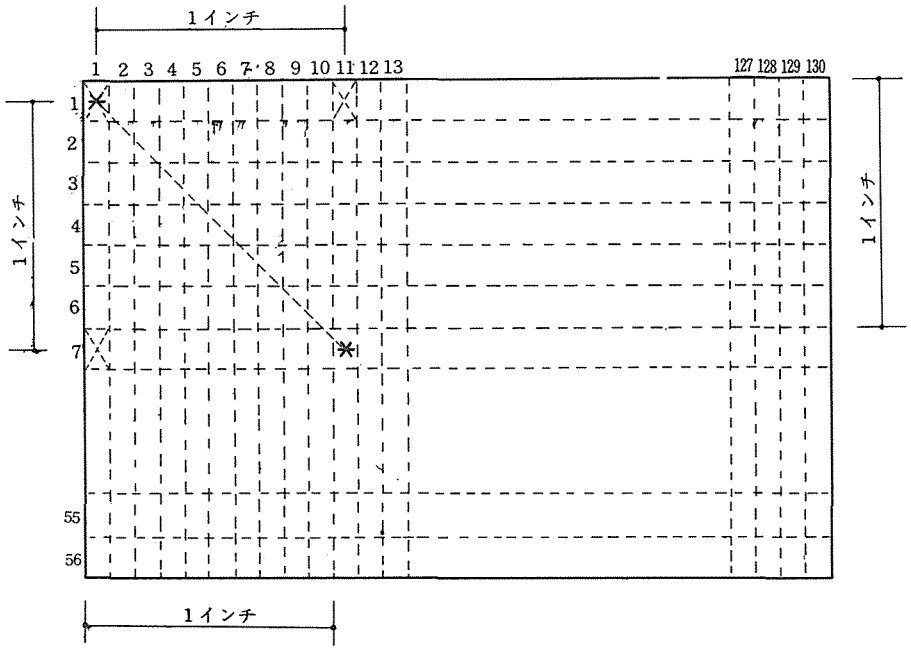
1．ラインプリンターによる図の画き方の基礎

ラインプリンターのプリント用紙1頁には，縦60個，横 133個までの活字を打つことが出来るようです。しかしながらこれを全部画面として使用した場合，プログラムミスでわずかに画面限界を越えた場合でも，エラーとして処理が中断されてしまう可能性があるので,私は図－4のように縦56個，横 130個までの範囲を画面として常用することにしております。

活字の大きさは，図－4に示すように，縦が1/6インチ，横が1/10インチです。したがって，画面の左上隅を原点とし，図のように原点と原点から縦1インチ，横1インチの位置に各々＊印をプリントするためのプログラムは，次のようになります。

```
STRING  GAMEN (56, 130 )
DO  50   I= 1  , 56
DO  50   J= 1  , 130
```

```
50   GAMEN (I,J)＝1 H△          (△印はブランク)
     GAMEN (1 , 1 ) ＝1 H*
     GAMEN (7 ,11) ＝1 H*
     WRITE (6 ,100 )( (GAMEN(I,J), J＝1 ,130) , I＝1 ,56)
100  FORMAT (1H1 ,56 (130 A1, /, 1 H△) )
     STOP
     END
```



図－4　ラインプリンターのプリント用紙上に設定出来る画面と，活字の大きさ

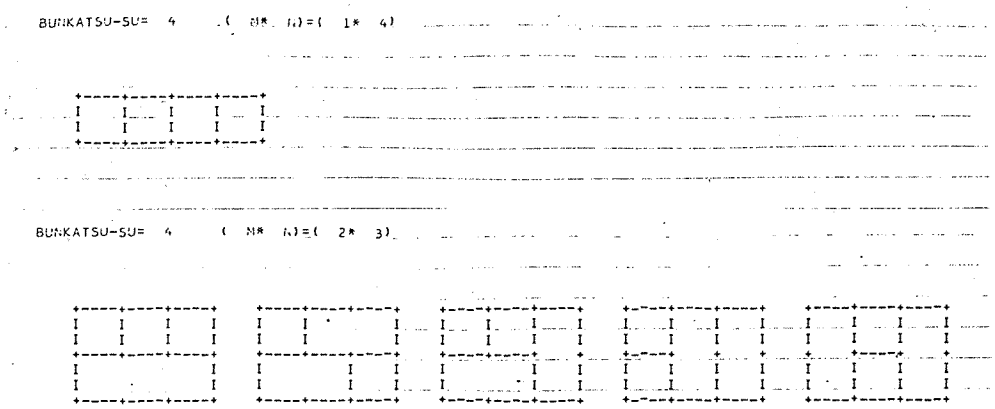
このプログラムの，２重枠でかこんだ部分に，自分の目的にあったステートメントを書きこめば，自分の求める図形が画けるわけです。

なおWRITE文をこのようにすれば，ラインプリンターは，１頁分を一挙にプリントし，プリントし終れば，それをもとにもどしてさらにその上に重ねてプリントするということが不可能です。それゆえ，例えば図－５の長方形分割図のように，１まとまりの図を横にいくつか並べてコンパクトにおさめたい場合には，計算結果をまずGAMEN内にたくわえ，１頁分がたまったところでプリントアウトさせるよう，プログラムを工夫する必要があります。

２．直線を画くプログラムを組む際に誤りやすい点について

その昔，ある男が自分の奥さんに，ズボンを作ってくれるようにたのみました。奥さんがたずねていうのに，

『今度はどんなのにいたしましょうか。』



図－５　長方形分割図（４分割の場合）

『今はいているのと同じにしてくれ。』

そこで奥さんは新しいズボンをぬいあげると，それをあちこち引きさき，つぎをあててはき古したズボンと同じにしてから旦那にわたしたのだそうです。

この奥さんのゆうずうのなさにはあきれたものですが，コンピューターはプログラムを，この奥さんのように解釈しますから，プログラマたるものは，このゆうずうのなさを相手に，日頃悪戦苦闘をしているわけで，直線をラインプリンターで画くという，割合簡単なことでさえ，目的をとげることの出来るプログラムが作成出来るようになるまでに，以下に述べるような試行錯誤の段階が，誰にも必ずあるようです。

たとえば図－４において，GAMEN（１，１）とGAMEN（７，11）を直線で結ぶことを考えてみます。次にあげる２つのアルゴリズムは，どなたでもすぐに思いつかれるものでしょう。

Ⅰ　直線からのはずれの大きさの限界値をあらかじめ設定しておく方式

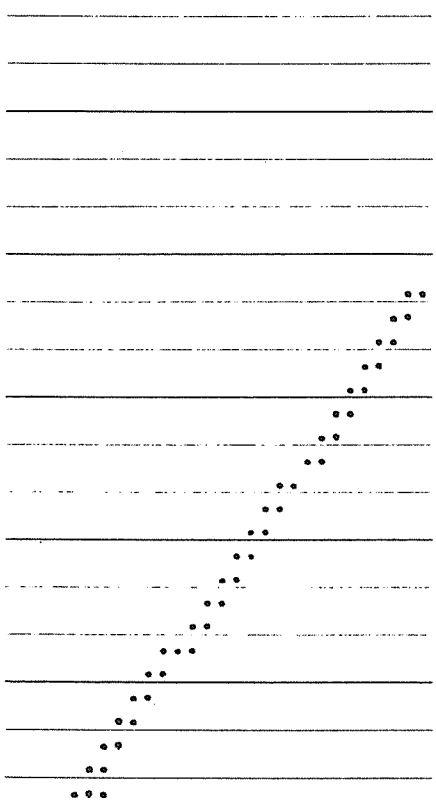
これは，GAMEN（１，１）～GAMEN（１，11），GAMEN（２，１）～GAMEN（２，11），--------，GAMEN（７，１）～GAMEN（７，11）の各点から，GAMEN（１，１）よりGAMEN（７，11）に向って引いた直線（図中では破線で表示）までの距離を各々計算し，この距離があらかじめ設定した限界値より小さい点をつらねて直線とする方式です。

Ⅱ　縦列に必ず１個＊印をわりふる方式。

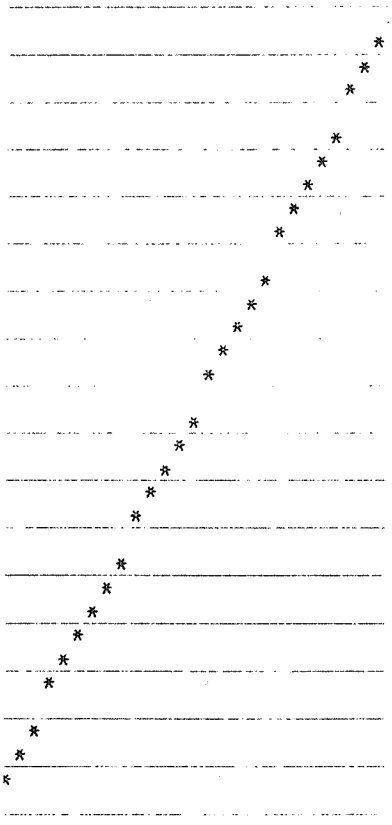
これは，任意の縦列たとえば例を４列目にとりますと，GAMEN（１，１）とGAMEN（７，11）を結ぶ直線は，GAMEN（１，４），ＧＡＭＥＮ（２，４），～GAMEN（７，４）の各マス目のうち，GAMEN（３，４）を通ることが計算によりわかりますから，このGAMEN（３，４）に＊印を入れるというように考えて直線をえがく方式です。

いずれの方式も一見正しいように見えるのですが，実際にプログラムを組んで実行してみますと，Ⅰの方式では限界値が大きいと図－６（イ）のように線が太くなり，限界値が小さすぎると線が消えてしまってうまく行きません。

Ⅱ の方式では，直線の勾配が10／６より大きくなりますと，縦列に１個＊印をわりふると



（イ）直線からのはずれの指定が
大きすぎた場合の一例



（ロ）縦例に１個＊印をわり
ふった場合の一例

図－６　ラインプリンターでかいた直線の失敗例

いう条件であるために，図－６（ロ）の例のように線がとびとびになってしまいます。もっと勾配の大きいGAMEN（７，１）とGAMEN（１，２）を結ぶ直線を考えてみますと，この方式ではGAMEN（７，１）とGAMEN（１，２）に＊印が入るだけですから，もはや直線を画いたとは言えなくなってしまいます。

こうしてみると，自分の願っていることを命令として正確に表現することは，いがいにむずかしいものです。

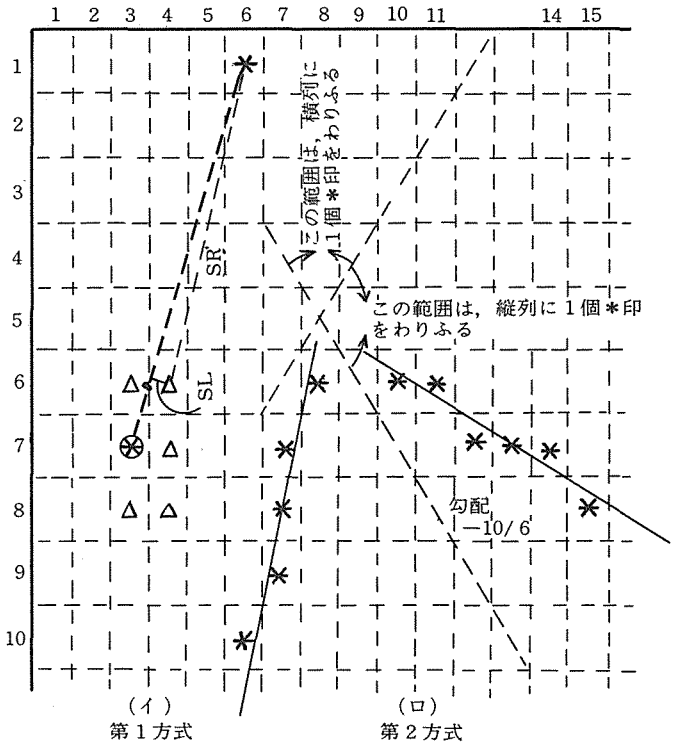
さきの旦那も表現が意をつくしたものでなかったために，ボロボロのズボンをはくはめになったのです。

旦那はこう命令すべきだったのでしょう。

『寸法と形だけは，今はいているズボンと同じにしておくれ』

３．直線を画くプログラム

２.で述べたことから考えて，直線を画くためのアルゴリズムとしては，次の２つの方式が考えられます。



図－7　直線を画く2つの方式

Ⅰ　直線をたどってゆく方式。

これは，たとえば図－7(イ)のようにGAMEN（7，3）からGAMEN（1，6）までを直線で引く場合を考えますと，次のように直線の近傍のマス目をたどりながら画いてゆく方式です。

（a）まず始点GAMEN（7，3）の周囲にある△印で示した5つの点について，その点から直線までの距離SRと，その点から終点GAMEN（1，6）までの距離ＳＬを各々計算します。

（b）ＳＬ最小の位置へ＊印を入れます。図－7の例であれば，GAMEN（6，4）に＊印を入れるわけです。

（c）ＳＬが最小で，しかもＳＲが最小である点にコントロールを移します。この例であれば，GAMEN（6，4）にコントロールを移すわけです。

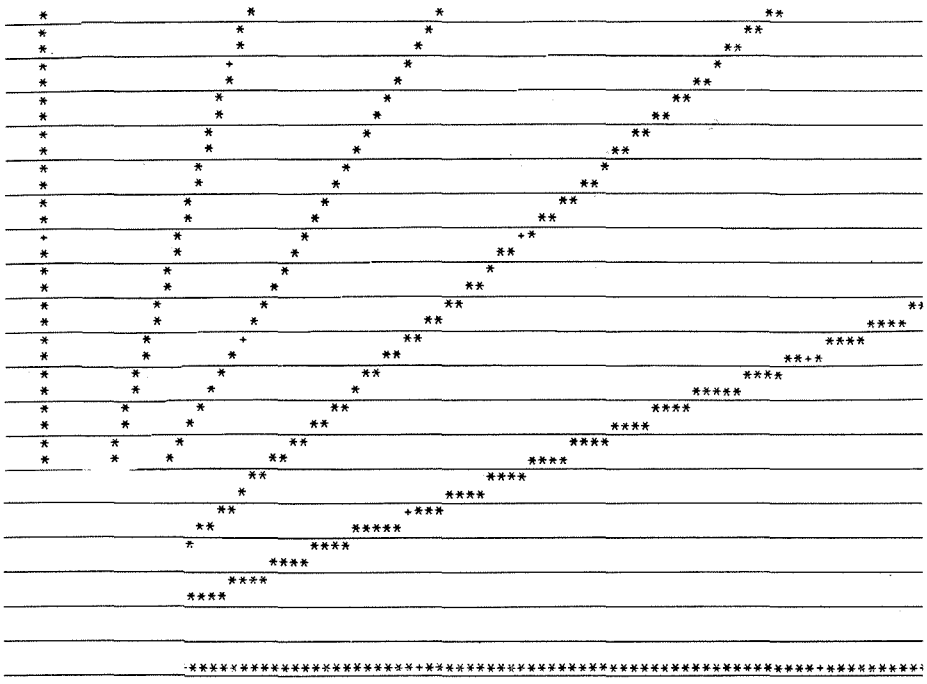
（d）コントロールが移った点GAMEN（6，4）の周囲5つの点について，(a)のようにＳＲとＳＬを計算します。そしてＳＬ最小であるGAMEN（5，4）に＊印を入れ，ＳＲ最小であるGAMEN（5，4）にコントロールを移します。

（e）このように次々にコントロールを移しては，その周囲の点のＳＲとＳＬを計算して，＊印を入れ，次にコントロールを移す点を求めるというぐあいにして，終点GAMEN（1，6）に至るわけです。

Ⅱ　縦列または横列に１個＊印をわりふる方式

これは，2.のⅡの方式を改良したもので，図－７(ロ)に示すように，あらかじめ直線の勾配を計算し，勾配の絶対値が10／６以下ならば縦列に１個＊印を割りふり，10／６より大きい場合は横列に１個＊印を割ふるというようにして，直線をえがいていく方式です。

この２つの方式のいずれを用いても，ラインプリンターにより直線が画けます。図－８にその１例を示します。



図－８　色々な勾配の直線

またアルゴリズムの面白さから考えると，Ⅰの方式の方がⅡより面白いと考えられるので，ここではⅠの方式によるプログラムを，図－９に示しておきます。まだ未整理のままですので，読みずらいことと思いますが，なにかの御参考になれば幸いです。

なおこの方式はⅡの方式にくらべ，若干計算時間が長くかかるようです。

４．立体の透視図の画き方

立体の透視図を画く場合，画面と視点を図－10のように想定すると，立体上の１点$P_1(x_1, y_1, z_1)$と視点$E(x_e, y_e, z_e)$を結ぶ視線P_1Eは，次の式で表わすことが出来ます。

$$\frac{x - x_e}{x_1 - x_e} = \frac{y - y_e}{y_1 - y_e} = \frac{z - z_e}{z_1 - z_e} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

画面は$y = \alpha$ですから，この画面と視線P_1Eの交点Ppの座標(x_p, y_p, z_p)は，$y_p = \alpha$を(1)式に代入して整理することにより，次の(2)式でえられます。

```
MAIN PROG. : MAINPG REV#:      SOURCE PROGRAM LIST                COMPILE DATE: 03/06/73(13:16'58")        PAGE: 001
MOD4EX203   FORTRAN 700 : 030  OPTIONS: DBG,AST,NOPSE,NOOVF,DLR,SRC,NOOBJ,NOMAP,NOCRS,WRN,NOPCH

    ISN    LABEL FORTRAN STATEMENT                                          LINE#

    0001          COMMON/G2/GAMEN(56,130)/OT/FIG                           DM   10
    0002          STRING GAMEN,FIG                                         DM   20
    0003          DO 100 I=1,56                                            DM   30
    0004          DO 100 J=1,130                                           DM   40
    0005     100  GAMEN(I,J)=1H                                           DM   50
    0006     200  READ(2,300)IX1,IY1,IX2,IY2,FIG,IQ                       DM   60
    0007     300  FORMAT(4I3,A1,I3)                                       DM   70
    0008          CALL DGLINE(IX1,IY1,IX2,IY2)                             DM   80
    0009          WRITE(3,400)((GAMEN(I,J),J=1,130),I=1,56)                DM   90
    0010     400  FORMAT(1H1,56(130A1/),1H )                               DM  100
    0011          IF(IQ.NE.999)GO TO 200                                   DM  110
    0012          STOP                                                     DM  120
    0013          END                                                      DM  130

SUBROUTINE : KENT   REV#:      SOURCE PROGRAM LIST                COMPILE DATE: 03/06/73(13:16'58")        PAGE: 001
MOD4EX203   FORTRAN 700 : 030  OPTIONS: DBG,AST,NOPSE,NOOVF,DLR,SRC,NOOBJ,NOMAP,NOCRS,WRN,NOPCH

    ISN    LABEL FORTRAN STATEMENT                                          LINE#

    0001          SUBROUTINE KENT(IS,IT)                                   SKN   10
    0002          COMMON/G2/GAMEN( 56,130)/OT/FIG                          SKN   20
    0003          STRING GAMEN,FIG                                         SKN   30
    0004          IF(.NOT.((IS.GE.1.AND.IS.LE. 56).AND.(IT.GE.1.AND.IT.LE.130)))
                 1  GO TO 50                                               SKN   50
    0005          GAMEN(IS,IT)=FIG                                         SKN   60
    0006     50   RETURN                                                   SKN   70
    0007          END                                                      SKN   80
```

(IX1, IY1) は始点の座標
(IX2, IY2) は終点の座標
FIG は＊印等の記号
IQ は一番終りのカードの
み 999とする

図がプリンター用紙１頁に入っているかどうかを判定し，入っている部分のみを画くサブルーチン

図－９　直線を画くプログラム（その１）

```
SUBROUTINE : DGLINE REV#:      SOURCE PROGRAM LIST                COMPILE DATE: 03/06/73(13:16'58")        PAGE: 001
MOD4EX203   FORTRAN 700 : 030  OPTIONS: DBG,AST,NOPSE,NOOVF,DLR,SRC,NOOBJ,NOMAP,NOCRS,WRN,NOPCH

    ISN    LABEL FORTRAN STATEMENT                                          LINE#

    0001          SUBROUTINE DGLINE(IX1,IY1,IX2,IY2)                       SDG   10
    0002          DIMENSION TSL(5),TSLMN(5),ITSLMN(5),TTL(5)               SDG   20
    0003          SR(IYY,IXX)=FLOAT(IABS((IYT-IYO)*IXX-(IXT-IXO)*IYY+(IXT*IYO-IXO*
                 1          IYT)))                                        SDG   31
    0004          SL(IYY,IXX)=SQRT((FLOAT(IYT-IYY)/ 6.0)**2+(FLOAT(IXT-IXX)/10.)**2)SDG   40
    0005          DEBUG TRACE
    0006          TRACE TTL,TSL,IXSG,IYSG,TSLMN,ISGL
    0007          IF(IX1.GE.IX2)GO TO 100                                  SDG   50
    0008          IF(IY1.LT.IY2)GO TO 90                                   SDG   60
    0009          IYO=IY2                                                  SDG   70
    0010          IYT=IY1                                                  SDG   80
    0011          GO TO 95                                                 SDG   90
    0012     90   IYO=IY1                                                  SDG  100
    0013          IYT=IY2                                                  SDG  110
    0014     95   ISG=IYO                                                  SDG  120
    0015     97   CALL KENT(ISG,IX1)                                       SDG  130
    0016          ISG=ISG+1                                                SDG  140
    0017          IF(ISG.LE.IYT)GO TO 97                                   SDG  150
    0018          RETURN                                                   SDG  160
          C       ***************************************************************SDG  170
          C100    CALL CLOCK(KT1)                                          SDG  170
    0019     100  CONTINUE                                                 SDG  180
    0020          IF(IX1.GT.IX2)GO TO 150                                  SDG  190
    0021          IXO=IX1                                                  SDG  200
    0022          IYO=IY1                                                  SDG  210
    0023          IXT=IX2                                                  SDG  220
    0024          IYT=IY2                                                  SDG  230
    0025          GO TO 200                                                SDG  240
    0026     150  IXO=IX2                                                  SDG  250
    0027          IYO=IY2                                                  SDG  260
    0028          IXT=IX1                                                  SDG  270
    0029          IYT=IY1                                                  SDG  280
    0030     200  CALL KENT(IYO,IXO)                                       SDG  290
    0031          IXSG=IXO                                                 SDG  300
    0032          IYSG=IYO                                                 SDG  310
    0033     300  TSL(1)=SR(IYSG-1,IXSG)                                   SDG  320
    0034          TTL(1)=SL(IYSG-1,IXSG)                                   SDG  330
    0035          TSL(2)=SR(IYSG-1,IXSG+1)                                 SDG  340
    0036          TTL(2)=SL(IYSG-1,IXSG+1)                                 SDG  350
    0037          TSL(3)=SR(IYSG,IXSG+1)                                   SDG  360
    0038          TTL(3)=SL(IYSG,IXSG+1)                                   SDG  370
    0039          TSL(4)=SR(IYSG+1,IXSG+1)                                 SDG  380
    0040          TTL(4)=SL(IYSG+1,IXSG+1)                                 SDG  390
    0041          TSL(5)=SR(IYSG+1,IXSG)                                   SDG  400
    0042          TTL(5)=SL(IYSG+1,IXSG)                                   SDG  410
    0043          TTLMX=SL(IYSG,IXSG)                                      SDG  410
    0044          JJ=1                                                     SDG  420
    0045          TSLMN(JJ)=1000000.                                       SDG  430
    0046          DO 400 I=1,5                                             SDG  440
```

SL と SR の計算

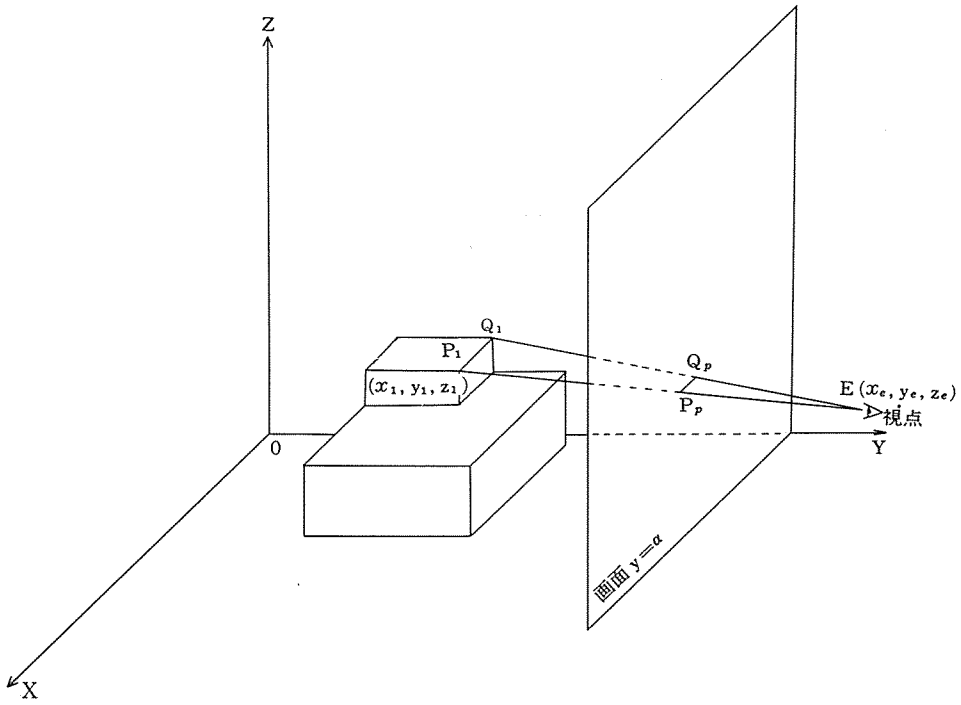
図－９　（その２）

```
SUBROUTINE : DGLINE REV#:      SOURCE PROGRAM LIST                COMPILE DATE: 03/06/73(13:16'58")      PAGE: 002
MOD4EX203    FORTRAN 700 : 030  OPTIONS: DBG,AST,NOPSE,NOOVF,DLR,SRC,NOOBJ,NOMAP,NOCRS,WRN,NOPCH

  ISN    LABEL FORTRAN STATEMENT                                          LINE#
 0047          IF(TTL(I).GT.TTLMX)GO TO 400                             SDG  441
 0048          IF(TSL(I).GT.TSLMN(JJ))GO TO 400                         SDG  450
 0049          IF(TSL(I).EQ.TSLMN(JJ))GO TO 350                         SDG  460
 0050          JJ=1                                                     SDG  470
 0051          TSLMN(JJ)=TSL(I)                                         SDG  480
 0052          ITSLMN(JJ)=I                                             SDG  490
 0053          ISGL=I                                                   SDG  500
 0054          GO TO 400                                                SDG  510
 0055    350   CONTINUE                                                 SDG  520
 0056          JJ=JJ+1                                                  SDG  530
 0057          TSLMN(JJ)=TSL(I)                                         SDG  540
 0058          ITSLMN(JJ)=I                                             SDG  550
 0059          IF(TTL(I).GE.TTL(ISGL))GO TO 400                         SDG  560
 0060          ISGL=I                                                   SDG  570
 0061    400   CONTINUE                                                 SDG  580
 0062          DO 510 I=1,JJ                                            SDG  590
 0063          IJKL=ITSLMN(I)                                           SDG  590
 0064          GO TO (501,502,503,504,505),IJKL                         SDG  600
 0065    501   CALL KENT(IYSG-1,IXSG)                                   SDG  610
 0066          GO TO 510                                                SDG  620
 0067    502   CALL KENT(IYSG-1,IXSG+1)                                 SDG  630
 0068          GO TO 510                                                SDG  640
 0069    503   CALL KENT(IYSG,IXSG+1)                                   SDG  650
 0070          GO TO 510                                                SDG  660
 0071    504   CALL KENT(IYSG+1,IXSG+1)                                 SDG  670
 0072          GO TO 510                                                SDG  680
 0073    505   CALL KENT(IYSG+1,IXSG)                                   SDG  690
 0074    510   CONTINUE                                                 SDG  700
 0075          GO TO (601,602,603,604,605),ISGL                         SDG  710
 0076    601   IYSG=IYSG-1                                              SDG  720
 0077          GO TO 610                                                SDG  730
 0078    602   IXSG=IXSG+1                                              SDG  740
 0079          IYSG=IYSG-1                                              SDG  750
 0080          GO TO 610                                                SDG  760
 0081    603   IXSG=IXSG+1                                              SDG  770
 0082          GO TO 610                                                SDG  780
 0083    604   IXSG=IXSG+1                                              SDG  790
 0084          IYSG=IYSG+1                                              SDG  800
 0085          GO TO 610                                                SDG  810
 0086    605   IYSG=IYSG+1                                              SDG  820
 0087    610   IF(IYSG.EQ.IYT.AND.IXSG.EQ.IXT)GO TO 700                 SDG  830
         C     CALL CLOCK(KT2)                                          SDG  840
         C     IF(KT2-KT1.LT.100)GO TO 300                              SDG  850
         C     WRITE(3,620)KT1,KT2                                      SDG  860
         C620  FORMAT(1H ,10HCPTIME OUT,I8,1H,,I8)                      SDG  870
 0088          GO TO 300                                                ******
 0089    700   CALL KENT(IYT,IXT)                                       SDG  880
 0090          RETURN                                                   SDG  890
 0091          END                                                      SDG  900
```

SL と SR の最小な点を求めるプログラム

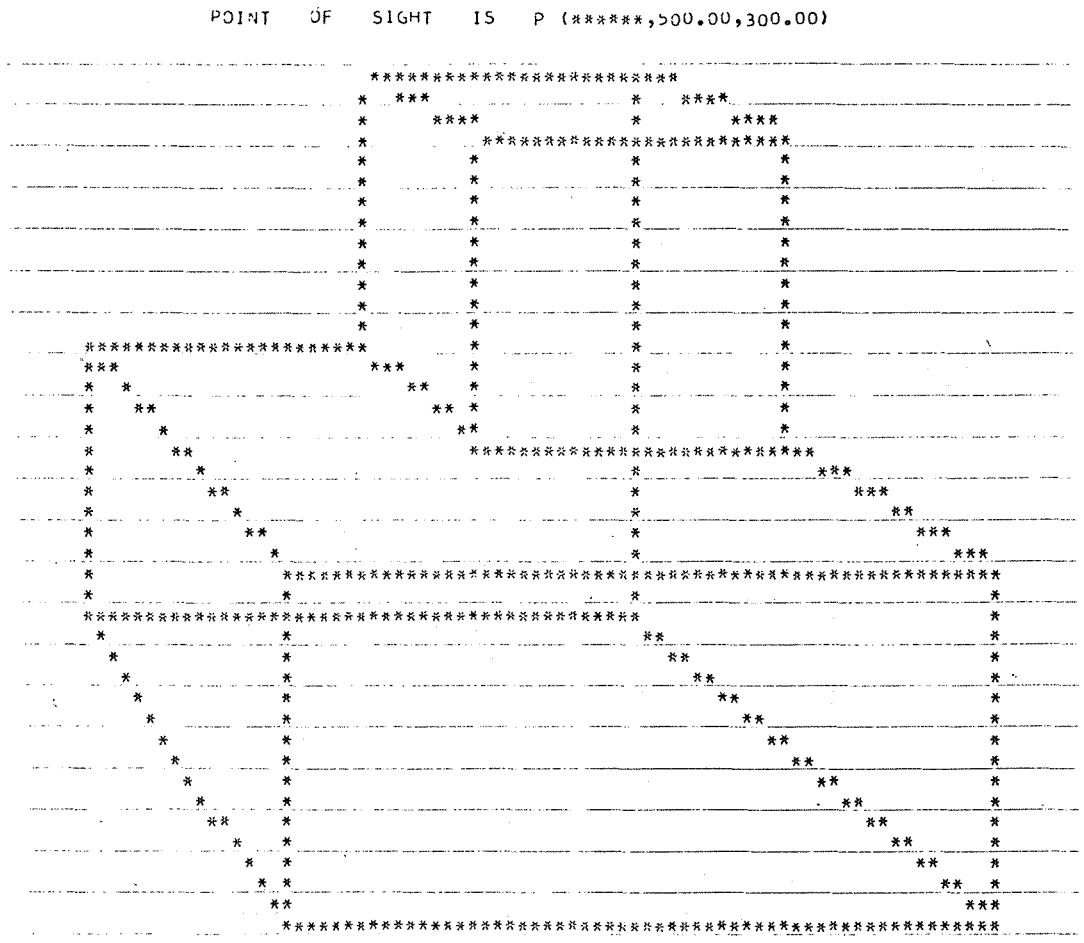
図－9　（その３）



図－10　立体の透視図の考え方

$$\left.\begin{aligned} x_p &= (\alpha - y_e) * \frac{x_1 - x_e}{y_1 - y_e} + x_e \\ z_p &= (\alpha - y_e) * \frac{z_1 - z_e}{y_1 - y_e} + z_e \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

したがって透視図を画くには，立体の各頂点について，(2)式よりx_pとz_pをそれぞれ計算しておき，GAMEN（56，130）を原点として，各頂点をx_pとz_pの値から整数化（この場合，x方向は活字10個で1インチ，Z方向は活字6個で1インチという関係を使う。）してGAMENマトリックスの中にわりつけ，わりつけた頂点同志を3.の直線を画くサブルーチンで結ぶようプログラムを作成すればよいわけです。図—11は，このようにして画いた透視図の1例です。

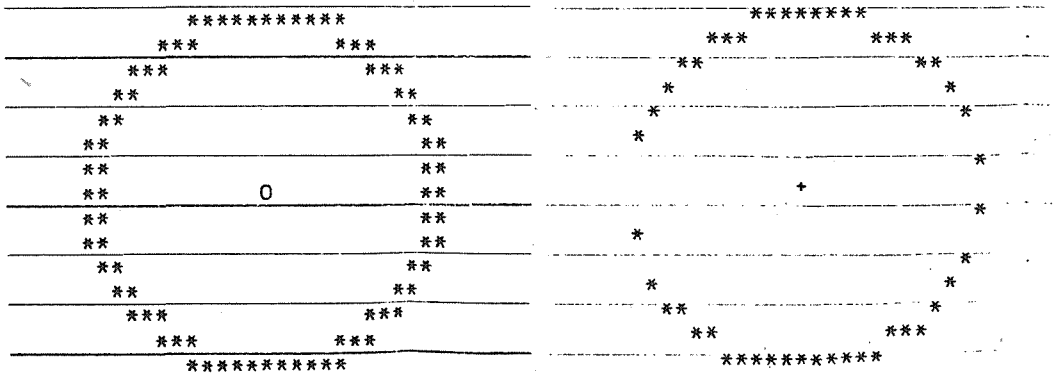


図—11　立体の透視図

なお整数化して頂点をGAMENマトリックスに割りつける時，一度GAMEN（56，130）を原点と定めたら，それを動かさないことが重要です。なぜなら，GAMEN（56，130）から2cmZ方向へ行った点はGAMEN（51，130）になりますが，同じくGAMAN（56，130）から1cmZ方向まず行き，さらにそこを新しい原点として1cmZ方向に行った点は，整数化の際の切り捨てが累積する為にGAMEN（52，130）となり，さきと同じ点にならないからです。

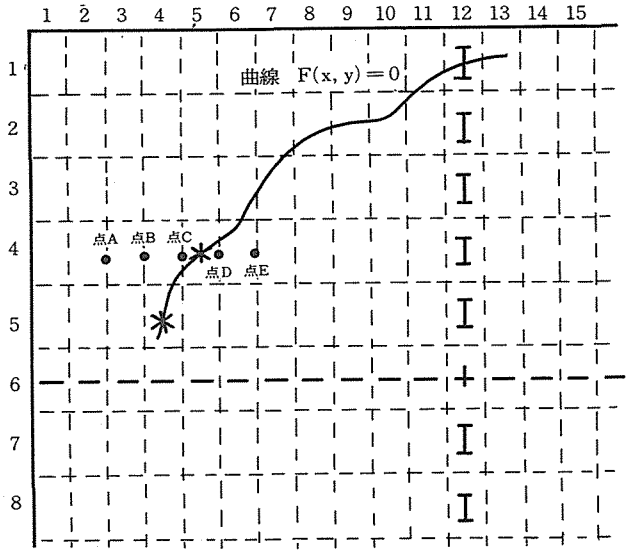
5．一般曲線の画き方

曲線を画く場合にも，2.でのべたような失敗が起りやすいことに御注意いただきたいと思います。図—12は，円の失敗例ですが，なにがまずかったかについては，もうおわかりいただけるものと思います。



（イ）円からのはずれの指定が大きすぎた場合　　（ロ）縦列に2個＊印をわりふった場合

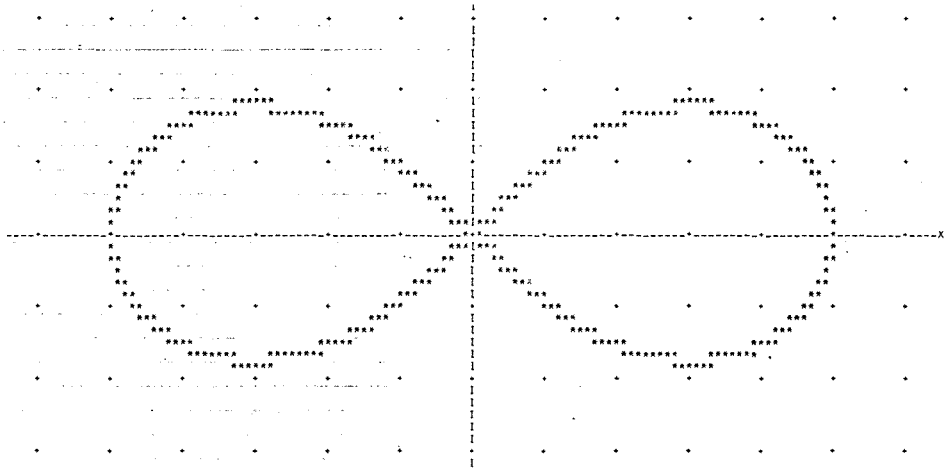
図—12　円の失敗例



図—13　一般的な曲線の概略の画き方

F(X，Y)＝0と陰関係で表わされるような一般的な曲線の概略の形を画くには，3.のⅠの方式と同じように線をたどって書いて行く方式以外に，図—13に示すような方式が考えられます。

これは，たとえば上から4行目を例にとると，まず原点をGAMEN（6，12）として点A，B,C,D,E,……等の座標を求め，この座標値をF（X,Y）に代入してその符号の正負を判定し，点Cと点Dの間で符号が変っていることを判定して，GAMEN（4，5）に＊印を入れるというようにして曲線を画いて行く方法です。



図—14　レムニスケート

図—14は，次のステートメント関数で表わされるレムスケートのグラフを，このような方法で画いたものです。

F（X,Y)＝(X＊＊2＋Y＊＊2)＊＊2－X＊＊2＋Y＊＊Z----------(3)

この方式は，あくまでも全体をおおずかみにして画くために有効なのであり，細い変化をみたり，特異点の付近を細く画くのには適していないというとこに御注意いただき大いと思います。

6．ラインプリンターによる図的表示の可能性について

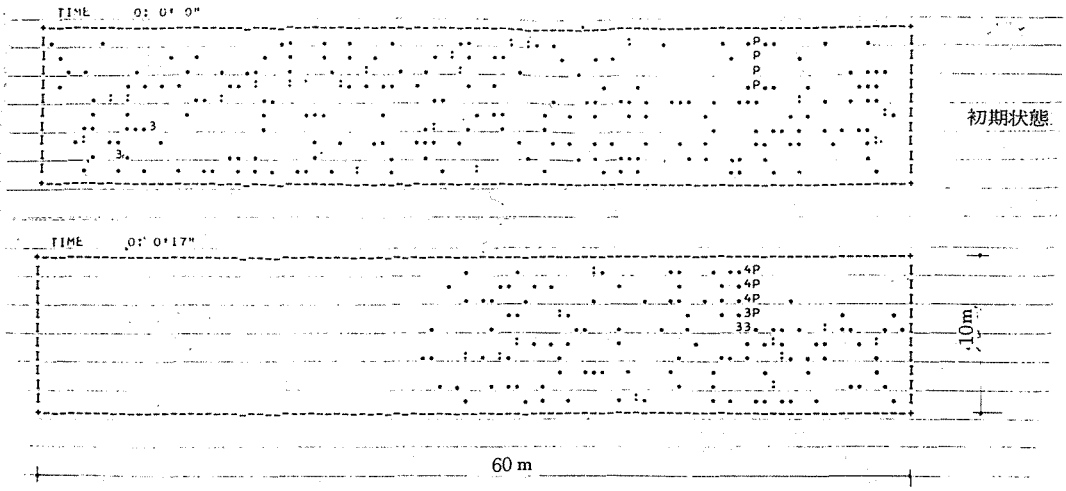
以上図形をラインプリンターで画くための基礎的な事柄について述べてきましたが，ここではさらに，図的表示としてどのようなことが可能であるかについてのべてみたいと思います。

Ⅰ　群衆流動の状態表示

図—15は，群衆流動のシミュレーション結果を，図としてラインプリンターでアウトプットしたもので，人間の逃げて行く様，障壁の前のたまり具合等が1目で読みとれます。

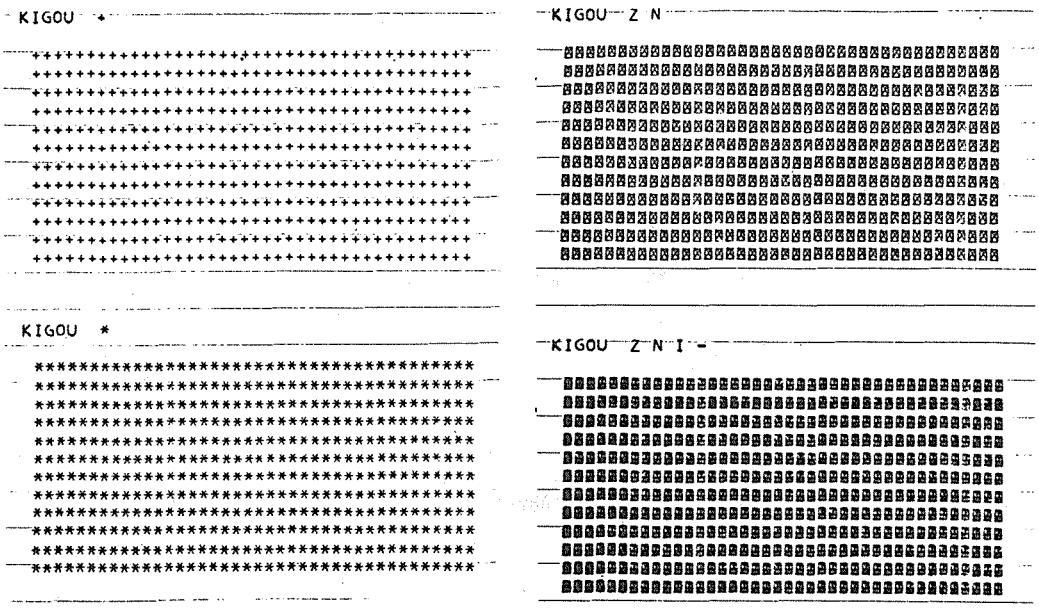
Ⅱ　マルチプリンティング

FORMAT文内に1 H＋をうまく書きこんで，ラインプリンターに重ね打ちをやらせると，図をくっきりとさせたり，濃淡をつけたりすることが可能です。図—16は，記号を変えたり，



・印は１ｍ×60cmの区画内に人間が１人いることを表わす。
：印は同じ区画内に２人，３，４の印はそれぞれ３人および４人いることを表わす。
Ｐ印は障壁の位置を示す。

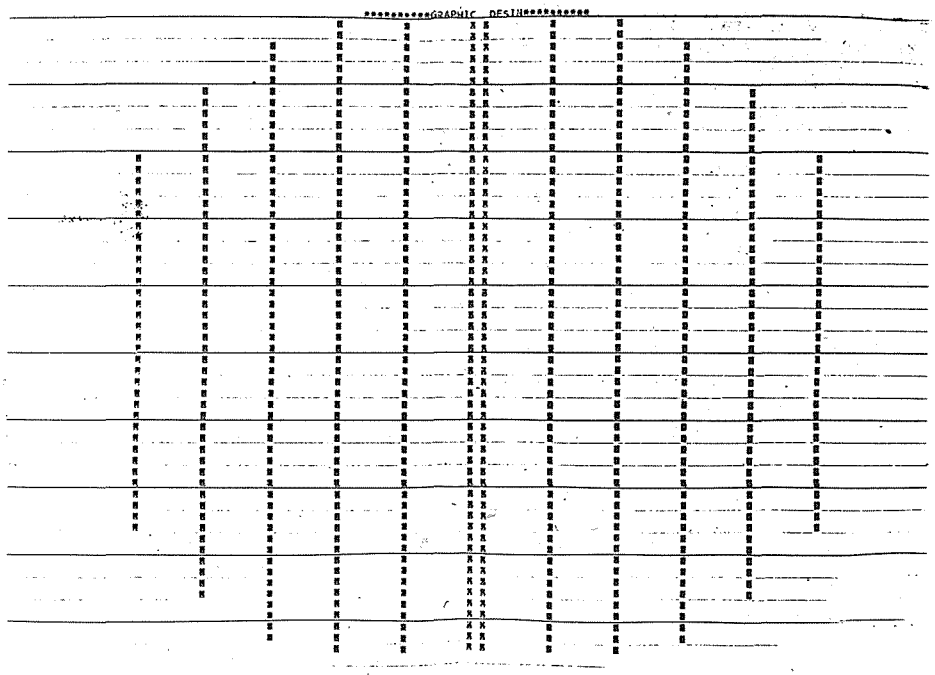
図―15　群衆流動のシミュレーション結果の表示



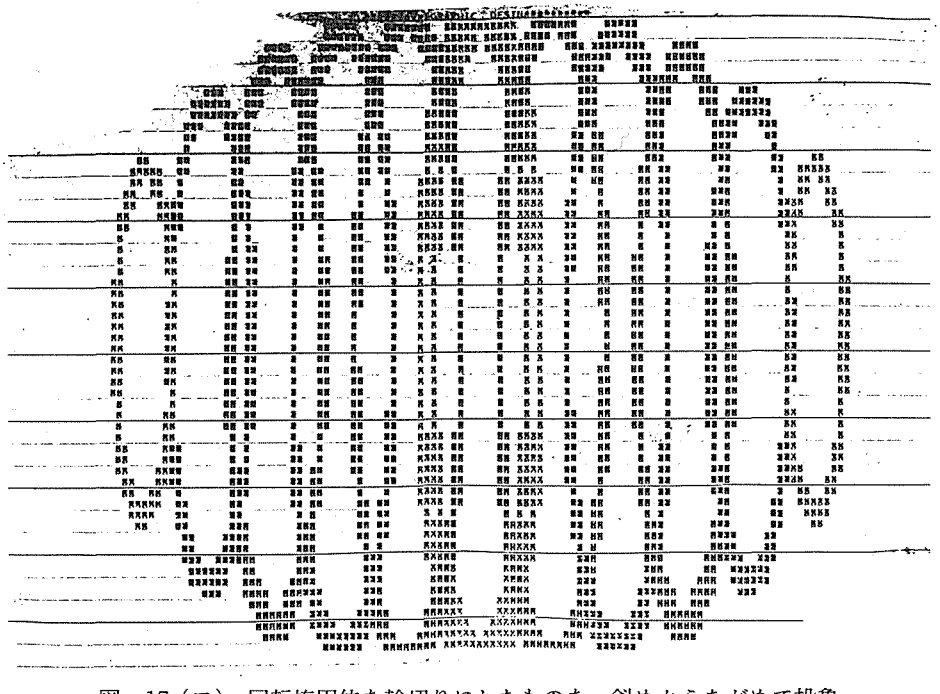
図―16　記号を変えたり，重ね打ちをすることによりえられる４段階の濃度

重ね打ちをすることによりえられた，４段階の濃淡です。記号の組み合せを変えて重ね打ちをしますと，同じ回数の重ね打ちであっても，もち味が違ってくるようです。

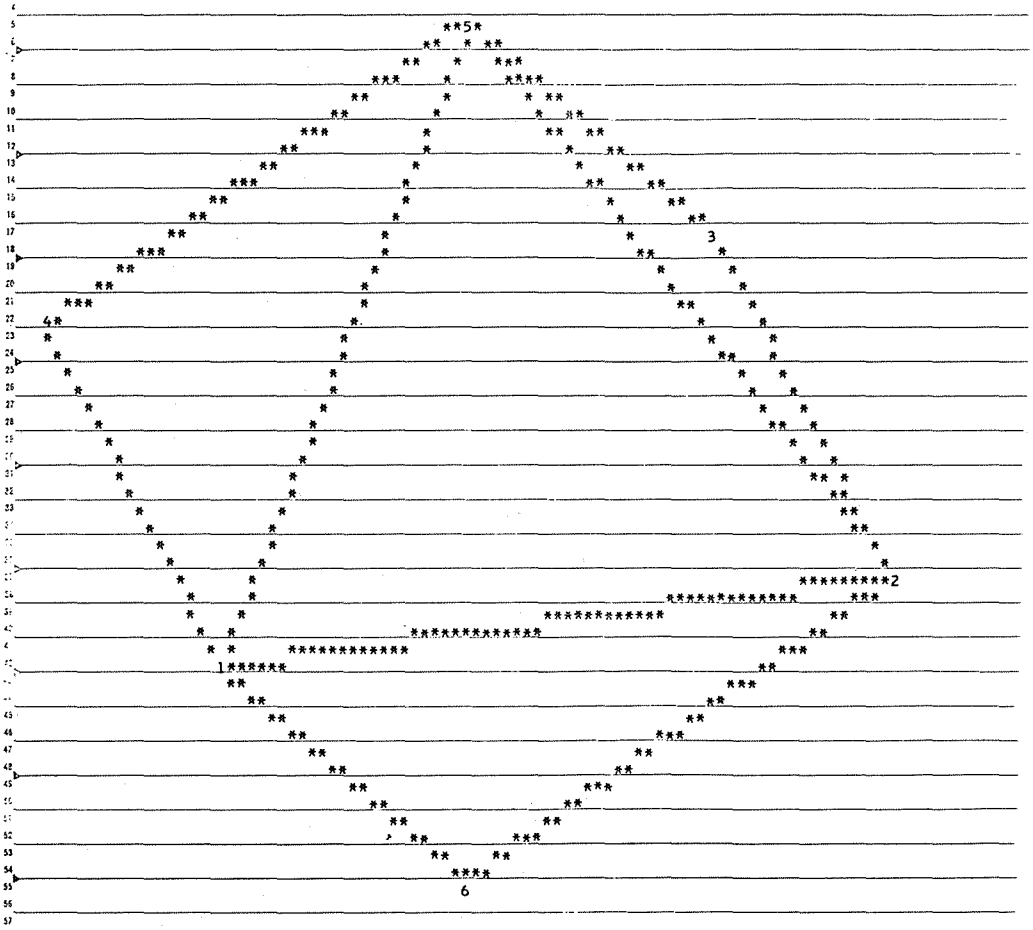
図―17は回転楕円体を輪切りにしたものを，正面から見たり，やや斜めから見たりした結果を画いたもので，重ね打ちにより，図がはっきりとえがけています。



図—17（イ） 回転楕円体を輪切りにしたものを，正面からながめて投象



図—17（ロ） 回転楕円体を輪切りにしたものを，斜めからながめて投象



図—18　8面体の投象

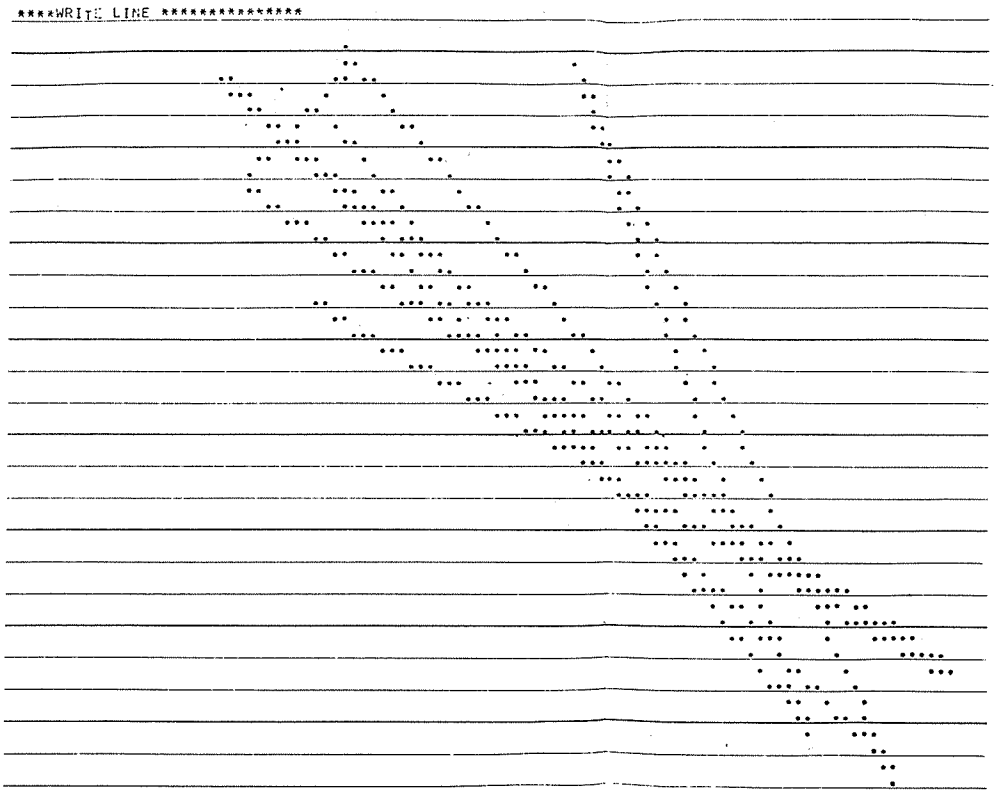
図—18は8面体のみえない線を消して投象したものですが，これにすこし手を加えることにより，みえない線を十印等で薄くうち，みえる線を重ね打ちで濃く打つプログラムの開発が可能です。

Ⅲ　コンピューターアート

コンピューターを使って何か美しいと感じられるようなものが出来ないだろうかと考えていたわけですが，図—19は，まず乱数を使って点を9つ画面上に発生させ，それらを適宜直線で結んだもので，動きのあるいいコンポジションになっているようです。

図—20は，円や楕円等の曲線を，乱数を使って構成し，重ね打ちの機能をフルに使ってプリントアウトしたもので，なかなか味のあるいい絵になっています。なお，この絵を画くについて，人間は乱数の初期値を1個定めるだけで，あとはプログラムが各種の決定を自動的に行い，画いてゆくようにしてあります。

こうしてみると，機械に美しいものを作成させるということも，決して不可能ではないようです。



図—19 直線によるコンポジション

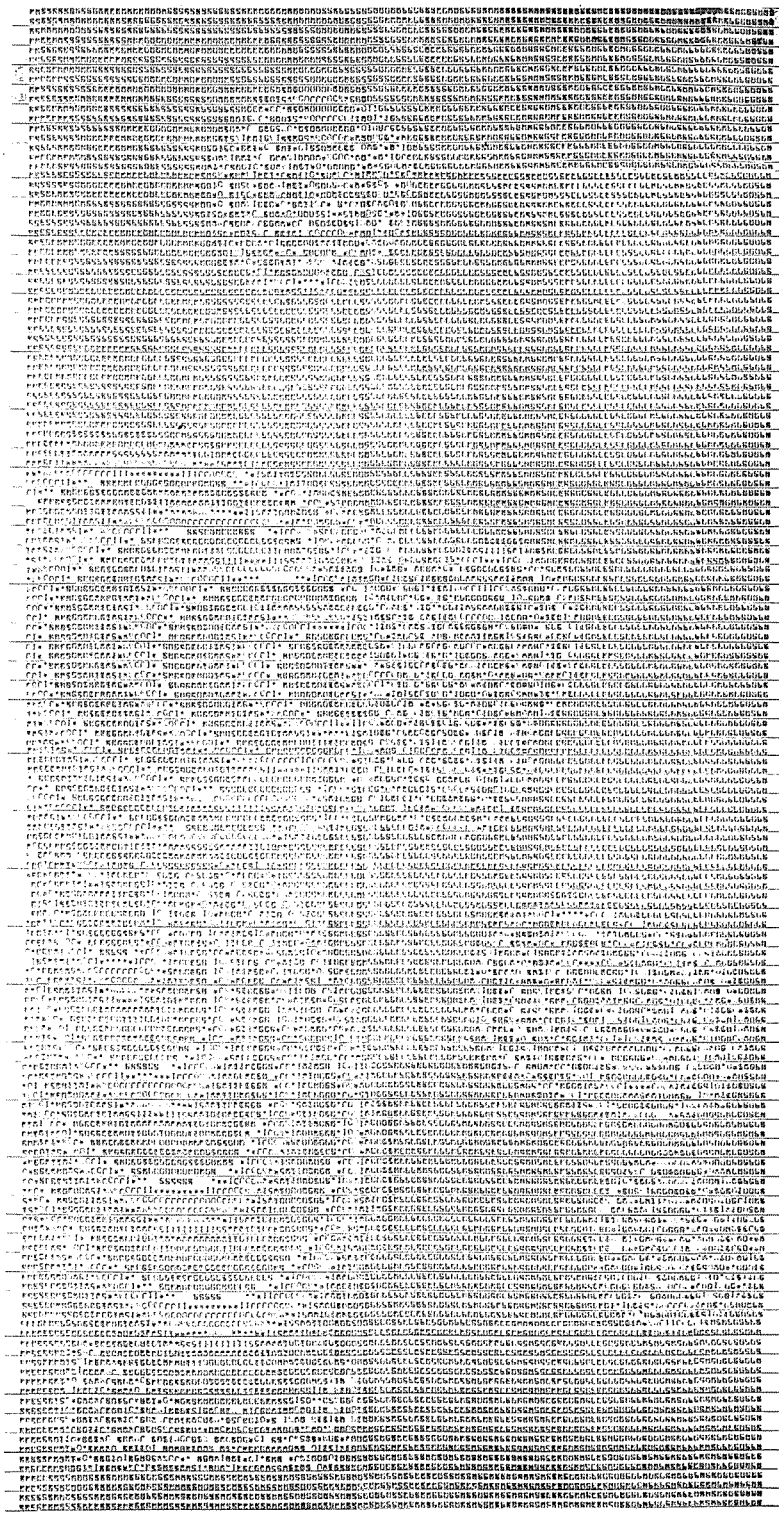
以上，私のところで開発した結果をもとに，ラインプリンターで図を画くための基礎的な問題や可能性について，おおざっぱにのべてみました。

ここにあげた図のおおくは，教養部で私のやっている低学年ゼミを受講された，篦耕治，百合本文夫，原正治，失野正隆，井聞健悟，田中茂，福本　晋，坂東敏博，各君らの協力により開発出来たものであります。

また，これらの図を画くについては，大阪大学大型計算機センターにお世話になりました。特にマルチプリンティングについては，色々と御めいわくをおかけしたのではないかと思います。

ここにあわせて，深甚の謝意を表したいと思います。

計算機関係の世界には，まだまだ歴史が浅いせいか，『不老不死の秘法である』という類の歌い文句が色々あるようです。ここでは，『ラインプリンターが図形処理に使える』という歌い文句がこの類のものでないことをのべてみたつもりでいるのですが，いかがお考えでしょうか。



図―20　コンピューターアート