

琉球大学学術リポジトリ

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学法文学部 公開日: 2010-02-16 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 米盛, 徳市, 島袋, 伸三, Yonemori, Tokuichi, Shimabukuro, Shinzo メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/15630

XYプロッターによる相関図・ 線形回帰直線作図法

米 盛 徳 市* 島 袋 伸 三**

目 次

- 1 まえがき
- 2 基本サブルーチン
 - 2-1 SCATTルーチン
 - 1) 機 能
 - 2) 呼び出し形式
 - 3) パラメータの説明
 - 4) 流れ図
 - 5) プログラム
 - 2-2 REGRESルーチン
 - 1) 機 能
 - 2) 呼び出し形式
 - 3) パラメータの説明
 - 4) 流れ図
 - 5) プログラム
- 3 使 用 例
- 4 む す び
- 5 参 考 文 献
- 6 付 録

* 琉球大学短期大学部講師

** 琉球大学法文学部助教授

1 まえがき

近年、コンピュータ技術の急速な進歩に伴って、情報処理の分野では図形処理研究が数多くなされてきた。その中において図形機能を持つXYプロッターの果たす役割は非常に大きい。本稿の目的は ①我々が日常取り扱う二つの異った事象、例えば世帯数と家庭のゴミの排出量、人件費と利益、年降雨量とサトウキビの単収などの関係を見るのによく利用される相関図 (Scatter Diagram) と線形回帰直線 (Regression Line) をXYプロッターに自動的に図化させること、②またこの作図法が誰にでも応用できる Research tool として利用できること、③さらに独自のプロッターサブルーチンのパッケージ (PSP) の一環として整理され、将来学生のコンピュータ実習に寄与すること等である。

相関図を描く場合の問題点は、①相関図のスケールングはいくらにすべきか、②相関図上にプロットする文字・記号 (以下シンボルという) は何にすべきか、③シンボルの大きさはいくらにすべきか、などである。本稿で説明されるプログラムはユーザー(利用者)がX・Y軸の長さとおよび二つの事象の何組かのデータおよびプロットされるシンボル・タイプ (表1のシンボル表参照) を与えると、XYプロッターに相関図および線形回帰直線を図化させ、さらに相関係数と線形回帰直線式を図下に表示させることにある。

以下利用するサブルーチン・プログラムの概要とその使用例を示す。なお計算および図化は琉球大学法文学部地理学教室に設置されている PANAFACOM U-100 とそれに連結したXYプロッター (6201 D) を利用した。

2 基本サブルーチン

2-1 SCATT (Scatter Diagram) ルーチン

1) 機能

このサブルーチン SCATT は N 組の座標データ $(X(1), Y(1)), (X(2), Y(2)), \dots, (X(N), Y(N))$ をそれぞれ任意の X および Y 軸の長さに収まるよう

スケーリングし、これらをプロットする役割をもつ。

座標データを軸の長さに収まるようにスケーリングするにはPSP基本サブルーチンSCALE(Data Scaling)([付録]の〔4〕参照)を利用し、呼び出し形式は

CALL SCALE (X, YOKO, N, 1)

CALL SCALE (Y, TATE, N, 1)

とする。ここで用いられるパラメータXとYは座標データXおよびYが格納されている各々の一次元配列を示し、パラメータYOKOおよびTATEはそれぞれX、Y軸の長さを、Nは1次元配列に格納されている座標データ数を、1は各々のデータが連続して格納されていることを示す。上記のCALLによりX軸上の初期値はX(N+1)に、X軸上の単位長当りの増分はX(N+2)に、Y軸上の初期値はY(N+1)に、Y軸上の単位長当りの増分はY(N+2)にそれぞれ自動的に格納される。また任意の座標データ(X(I)、Y(I))は、相関図上に座標(XI、YI)として位置付けられるが、座標(XI、YI)はX(N+1)、X(N+2)、Y(N+1)およびY(N+2)により次のように算出される。

$$XI = (X(I) - X(N+1)) / X(N+2)$$

$$YI = (Y(I) - Y(N+1)) / X(N+2)$$

座標(XI、YI)には任意のシンボル・タイプITYPE(表1のシンボル表より任意抽出)がプロットされるが、この場合センター・シンボル(コード番号0~13)と標準および特殊記号(コード番号の17、21、25、46、47を除いた14~127)においてはそれぞれ文字の原点とペンの位置に相違があるので次の処理を行う。前者は文字の原点が中央に位置するのでPSP基本サブルーチンSYMBOL([付録]の〔3〕を参照)を(XI、YI)において使用し、また後者は文字の原点が左下に位置するので原点を $\frac{1}{2}$ ×シンボルの高さ(HEIGHT)分だけサブスクリプト制御および後退制御を行った後にSYMBOLを使用する。

シンボルの右に書かれる座標番号(何組目のデータであるかを示す)は

CHARACTERS AVAILABLE IN SYMBOL ROUTINE (FACOM P5P1)

0	□	16	|	32	}	48	Σ	64		80	&	96	-	112	0
1	⊙	17	BS	33	(	49	÷	55	A	81	J	97	/	113	1
2	△	18	^	34	μ	50	≤	66	B	82	K	98	°	114	2
3	+	19	=	35	π	51	≥	67	C	83	L	99	T	115	3
4	X	20	→	36	Φ	52	△	68	D	84	M	100	U	116	4
5	◇	21	CR	37	⊖	53	[	69	E	85	N	101	V	117	5
6	⊕	22	≠	38	ψ	54	]	70	F	86	O	102	W	118	6
7	⊗	23	±	39	×	55	· \	71	G	87	P	103	X	119	7
8	Z	24	—	40	ω	56	T	72	H	88	Q	104	Y	120	8
9	Y	25	NUL	41	λ	57	J	73	I	89	R	105	Z	121	9
10	⊘	26	—	42	α	58	†	74	⊕	90	!	106	∞	122	:
11	✱	27	∫	43	δ	59	‡	75	•	91	¥	107	⊙	123	#
12	⊗	28	∩	44	€	60	←	76	<	92	×	108	%	124	@
13	|	29	∪	45	η	61	×	77	(	93	)	109	-	125	'
14	☆	30	~	46	SUP	52	↑	78	+	94	;	110	>	126	=
15	-	31	≈	47	SUB	63	↓	79	|	95	-	111	?	127	"

表1 シンボル表 (文字コード表)

必要に応じて取り入れるが、この時使用されるのはPSP基本サブルーチン NUMBER（〔付録〕の〔5〕参照）である。

なお線形回帰直線（Regression Line）を描くのに必要とされるX軸上の最大値 XMAX（Maximum value on the X-axis）とY軸上の最大値 YMAX（Maximum value on the Y-axis）はSCALEを利用して次のように算出される。

```
CALL SCALE (X, YOKO, N, -1)
```

```
CALL SCALE (Y, TATE, N, -1)
```

```
XMAX = X (N + 1)
```

```
YMAX = Y (N + 1)
```

サブルーチン SCATT の呼び出し形式、流れ図およびプログラムは次のとおりである。

2) 呼び出し形式

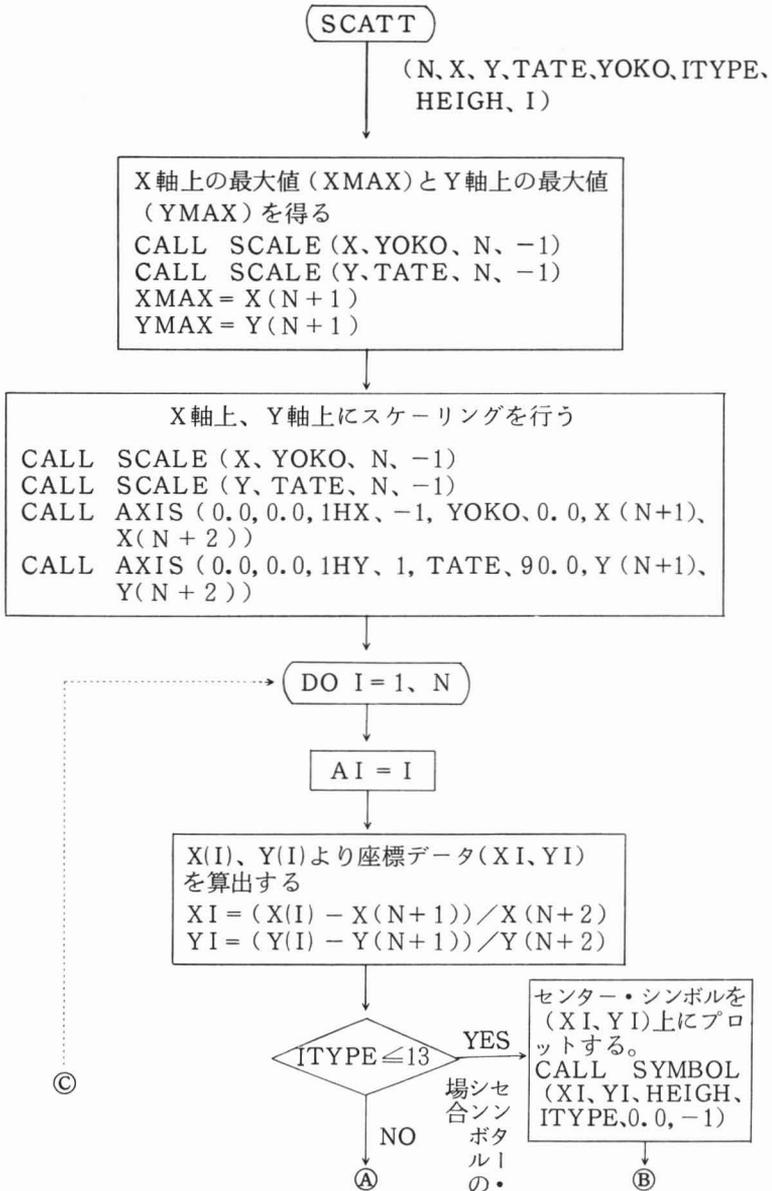
```
CALL SCATT (N, X, Y, TATE, YOKO,  
            ITYPE, HEIGH, I)
```

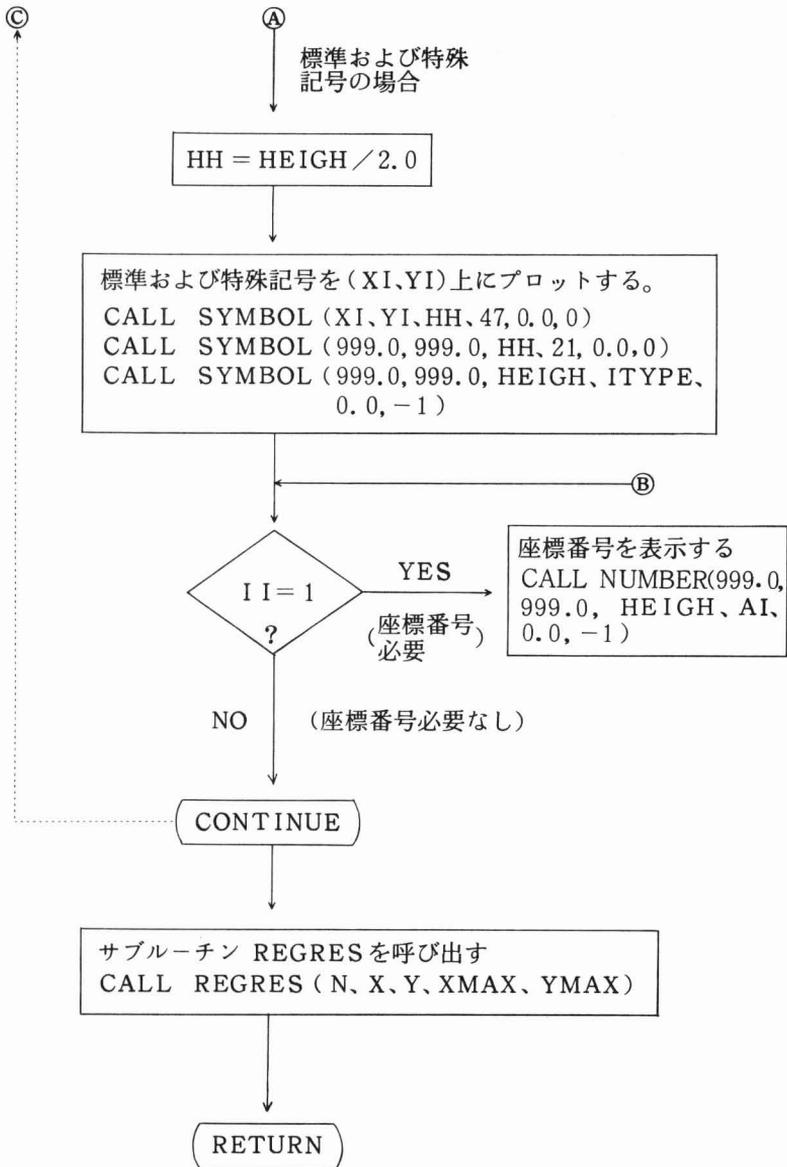
3) パラメータの説明

- (1) N：座標データ数（但し便宜上 $N < 100$ としてある）。
- (2) X、Y：座標データ X および Y の一次元配列（単位：センチ）。
- (3) TATE：Y 軸方向の長さ（単位：センチ）。
- (4) YOKO：X 軸方向の長さ（単位：センチ）。
- (5) ITYPE：シンボル・タイプ。
= 0～13（センター・シンボル）。
= 17、21、25、46、47を除いた14～127（標準および特殊記号）。
- (6) HEIGH：シンボルの大きさ（高さ）（単位：センチ）。
- (7) I：座標番号の必要性を示す。
= 1（座標番号を表示する）。
= 1以外の整数（座標番号を表示しない）。

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

4) 流れ 図





XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

5) プログラム

```

SUBROUTINE SCATT(N,X,Y,TATE,YOKO,ITYPE,HEIGH,II)
DIMENSION X(100),Y(100)
C
C----- PLOT DOTS ON THE SCATTER DIAGRAM-----
C
      CALL SCALE(X,YOKO,N,-1)
      CALL SCALE(Y,TATE,N,-1)
      XMAX=X(N+1)
      YMAX=Y(N+1)
      CALL SCALE(X,YOKO,N,1)
      CALL SCALE(Y,TATE,N,1)
      CALL AXIS(0.0,0.0,1HX,-1,YOKO,0.0,X(N+1),X(N+2))
      CALL AXIS(0.0,0.0,1HY,1,TATE,90.0,Y(N+1),Y(N+2))
      DO 11 I=1,N
      AI=1
      XI=(X(I)-X(N+1))/X(N+2)
      YI=(Y(I)-Y(N+1))/Y(N+2)
      IF(ITYPE.LE.13)GO TO 61
C----- IN THE CASE OF TOKUSHU KIGO -----
      HH=HEIGH/2.0
      CALL SYMBOL(XI,YI,HH,47,0.0,0)
      CALL SYMBOL(999.0,999.0,HH,21,0.0,0)
      CALL SYMBOL(999.0,999.0,HEIGH,ITYPE,0.0,-1)
      GO TO 17
C----- IN THE CASE OF CENTER SYMBOL -----
      61 CALL SYMBOL(XI,YI,HEIGH,ITYPE,0.0,-1)
      17 IF(II.EQ.1)CALL NUMBER(999.0,999.0,HEIGH,AI,0.0,-1)
      11 CONTINUE
C
      CALL REGRES(N,X,Y,XMAX,YMAX)
      RETURN
      END

```

2-2 REGRES (Regression Line) ルーチン

1) 機能

このサブルーチン REGRES は線形回帰直線 $Y = A * X + B$ ($y = ax + b$) の係数 A、B および相関係数 R を求めた後、相関図上に線形回帰直線を描き、さらに相関係数と線形回帰直線式においては図下に表示する役割をもつ。係数 A、B および R は N 組のデータ X(1)、X(2)、……、X(N) と Y(1)、Y(2)、……、Y(N) より次のように計算される。

$$A = \frac{N \cdot \sum_{I=1}^N X(I) Y(I) - \sum_{I=1}^N X(I) \cdot \sum_{I=1}^N Y(I)}{N \cdot \sum_{I=1}^N X(I)^2 - (\sum_{I=1}^N X(I))^2}$$

$$B = \frac{\sum_{I=1}^N X(I)^2 \cdot \sum_{I=1}^N Y(I) - \sum_{I=1}^N X(I) \cdot \sum_{I=1}^N X(I) Y(I)}{N \cdot \sum_{I=1}^N X(I)^2 - \left(\sum_{I=1}^N X(I) \right)^2}$$

$$R = \frac{N \cdot \sum_{I=1}^N X(I) Y(I) - \sum_{I=1}^N X(I) \cdot \sum_{I=1}^N Y(I)}{\sqrt{N \cdot \sum_{I=1}^N X(I)^2 - \left(\sum_{I=1}^N X(I) \right)^2} \cdot \sqrt{N \cdot \sum_{I=1}^N Y(I)^2 - \left(\sum_{I=1}^N Y(I) \right)^2}}$$

相関図上に線形回帰直線を描かせるには次のような範囲の規定が要求される。

相関図上におけるX(I)の値はX(N+1)からXMAXの範囲内(つまり、 $X(N+1) \leq X(I) \leq XMAX$)にあり、またY(I)の値はY(N+1)からYMAXの範囲内(つまり $Y(N+1) \leq Y(I) \leq YMAX$)にあるので相関図を枠組する四点は(X(N+1)、Y(N+1))、(X(N+1)、YMAX)、(XMAX、YMAX)と(XMAX、Y(N+1))となる。なお便宜上(X(N+1)、Y(N+1))と(X(N+1)、YMAX)を結ぶ線分を左辺、(X(N+1)、YMAX)と(XMAX、YMAX)を上辺、(XMAX、YMAX)と(XMAX、Y(N+1))を右辺、(X(N+1)、Y(N+1))と(XMAX、Y(N+1))を下辺と定義する。

さらに左辺上にYの座標軸を下辺上にXの座標軸を位置付けるものとする。と線形回帰直線の始点(XX1、YY1)および終点(XX2、YY2)は次のように相関図上に位置付けられる。

ア XX1=X(N+1)における線形回帰直線上のY値(YY1=A*X(N+1)+B)がY軸目盛の最大値(YMAX)より大きい場合においては(図1参照)

- ① 回帰直線の始点の座標を上辺と回帰直線の交点((YMAX-B)/A、YMAX)とする。

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

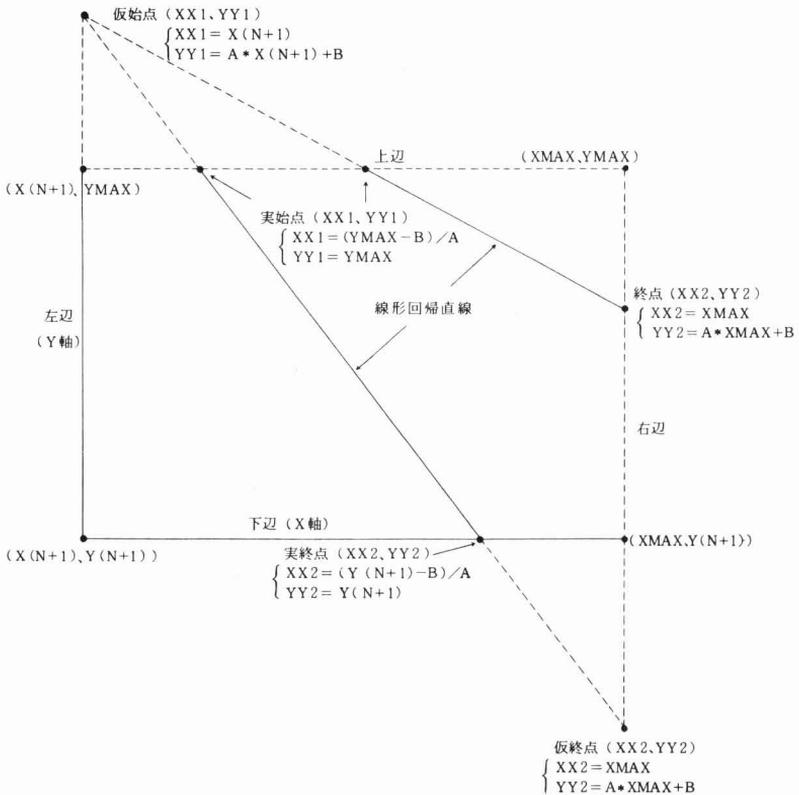


図1 $YY1 = (A \cdot X(N+1) + B) > YMAX$ の場合

② 回帰直線の終点の座標は

- (1) $XX2 = XMAX$ における線形回帰直線上のY値 ($YY2 = A \cdot XMAX + B$) がY軸目盛の最小値 $Y(N+1)$ より大きい場合は右辺と回帰直線の交点 ($XMAX, A \cdot XMAX + B$) とする。

(2) $XX_2 = X_{MAX}$ における線形回帰直線上のY値 ($YY_2 = A * X_{MAX} + B$) が $Y(N+1)$ より小さい場合は下辺と回帰直線の交点 ($(Y(N+1) - B) / A$ 、 $Y(N+1)$)とする。

イ $XX_1 = X(N+1)$ における線形回帰直線上のY値 ($YY_1 = A * X(N+1) + B$) がY軸目盛の範囲内に収まる場合においては(図2参照)

① 回帰直線の始点の座標を左辺と回帰直線の交点 ($X(N+1)$ 、 $A * X(N+1) + B$)とする。

② 回帰直線の終点の座標は

(1) $XX_2 = X_{MAX}$ における線形回帰直線上のY値 ($YY_2 = A * X_{MAX} + B$) がY軸目盛の最大値 Y_{MAX} より大きい場合は上辺と回帰直線の交点 ($(Y_{MAX} - B) / A$ 、 Y_{MAX})とする。

(2) $XX_2 = X_{MAX}$ における線形回帰直線上のY値 ($YY_2 = A * X_{MAX} + B$) がY軸目盛の範囲内に収まる場合は右辺と回帰直線の交点 (X_{MAX} 、 $A * X_{MAX} + B$)とする。

(3) $XX_2 = X_{MAX}$ における線形回帰直線上のY値 ($YY_2 = A * X_{MAX} + B$) がY軸目盛の最小値 $Y(N+1)$ より小さい場合は下辺と回帰直線の交点 ($(Y(N+1) - B) / A$ 、 $Y(N+1)$)とする。

ウ $XX_1 = X(N+1)$ における線形回帰直線上のY値 ($YY_1 = A * X(N+1) + B$) がY軸目盛の最小値 ($Y(N+1)$)より小さい場合においては(図3参照)

① 回帰直線の始点の座標を下辺と回帰直線の交点 ($(Y(N+1) - B) / A$ 、 $Y(N+1)$)とする。

② 回帰直線の終点の座標は

(1) $XX_2 = X_{MAX}$ における線形回帰直線上のY値 ($YY_2 = A * X_{MAX} + B$) がY軸目盛の最大値 (Y_{MAX})より大きい場合は上辺と回帰直線の交点 ($(Y_{MAX} - B) / A$ 、 Y_{MAX})とする。

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

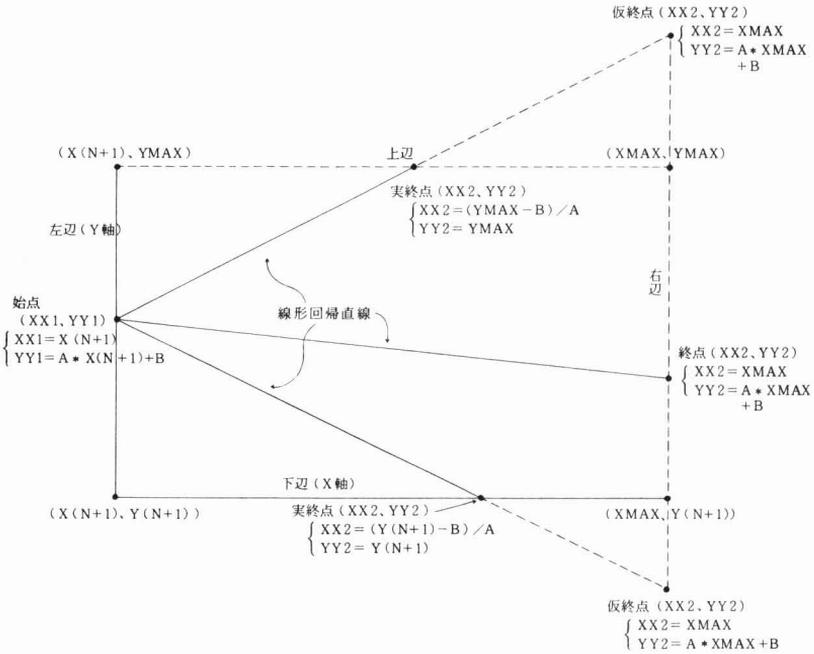


図2 $Y(N+1) \leq YY1 (= A * X(N+1) + B) \leq YMAX$ の場合

- (2) $XX2 = XMAX$ における線形回帰直線上の Y 値 ($YY2 = A * XMAX + B$) が Y 軸目盛の範囲内に収まる場合は右辺と回帰直線の交点 ($XMAX, A * XMAX + B$) となる。

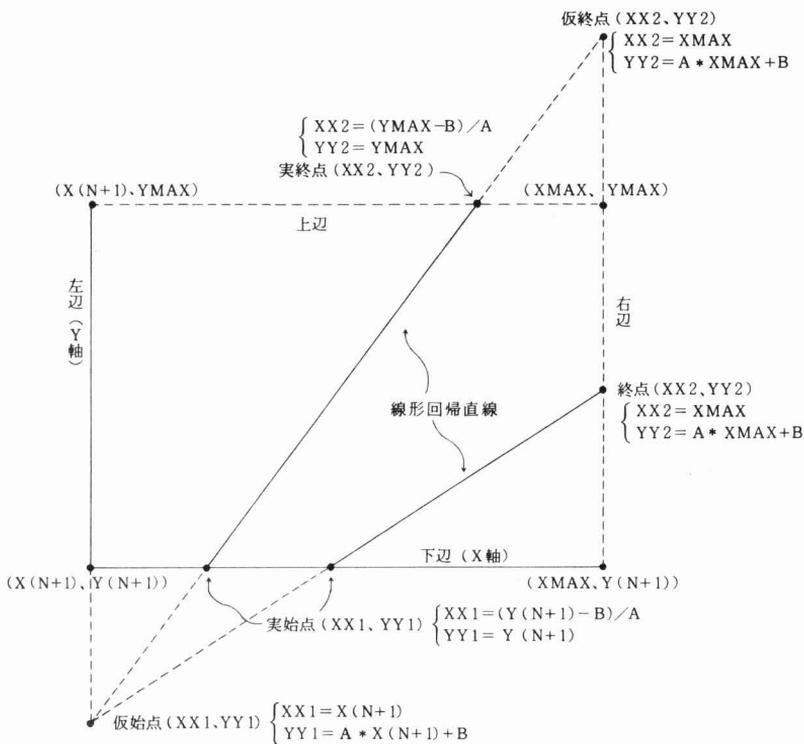


図3 $YY1(=A * X(N+1)+B) < Y(N+1)$ の場合

上記のようにして得られた始点 $(XX1, YY1)$ および終点 $(XX2, YY2)$ はさらに X 軸、Y 軸のスケージングの長さ収まるように計算され新たな始点 $(X1, Y1)$ と終点 $(X2, Y2)$ となる。つまり

$$X1 = (XX1 - X(N+1)) / X(N+2)$$

$$Y1 = (YY1 - Y(N+1)) / Y(N+2)$$

$$X2 = (XX2 - X(N+1)) / X(N+2)$$

$$Y2 = (YY2 - Y(N+1)) / Y(N+2)$$

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

であり、線形回帰直線は始点 (X1、Y1) と終点 (X2、Y2) を実線で結ぶ事により相関図上に表現される。

サブルーチンREGRES の呼び出し形式、流れ図およびプログラムは下記のとおりである。

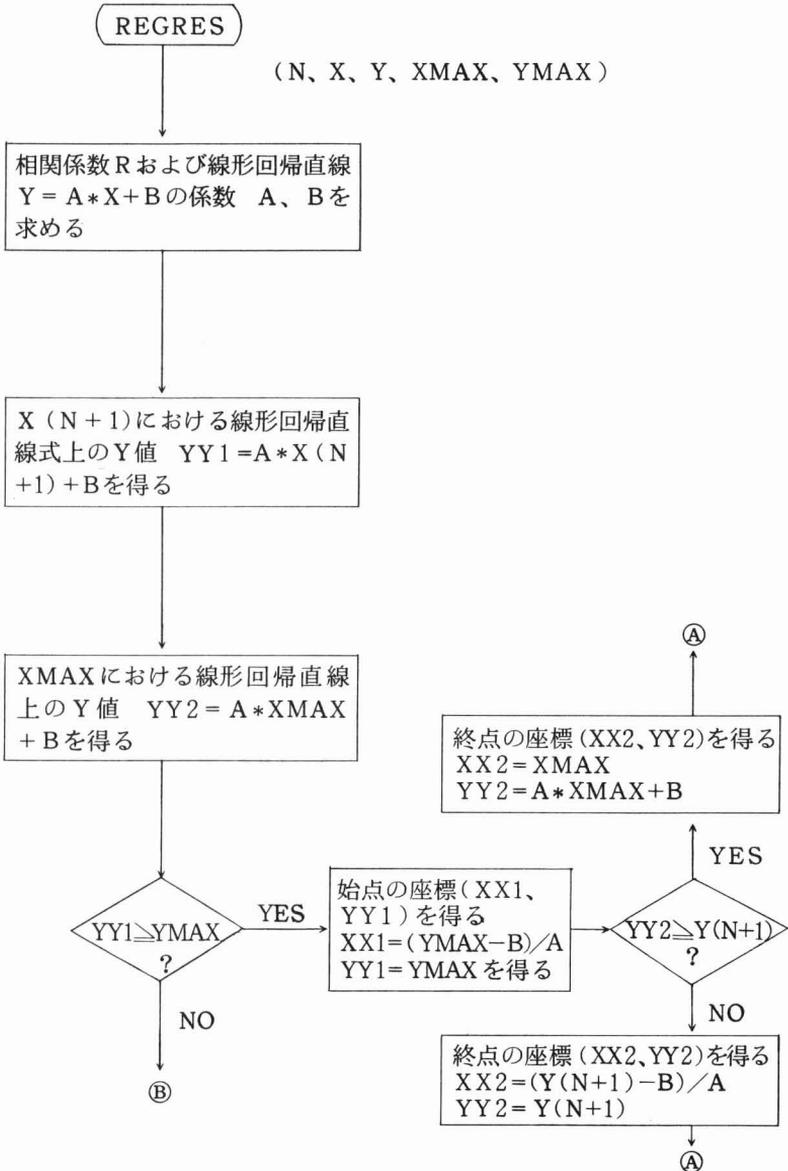
2) 呼び出し形式

```
CALL REGRES (N, X, Y, XMAX, YMAX)
```

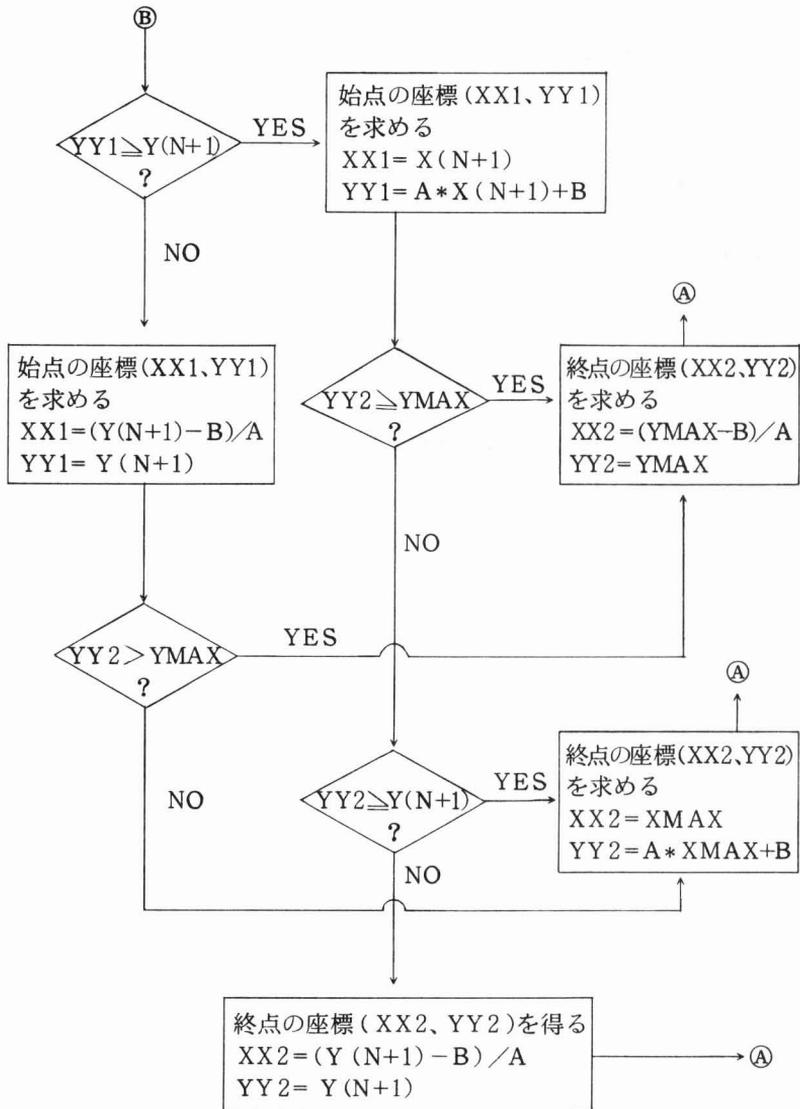
3) パラメータの説明

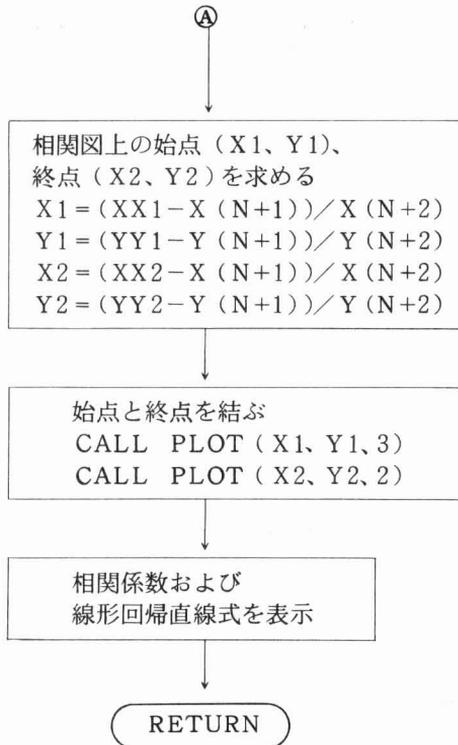
- (1) N : 座標データ数 (但し便宜上 $N < 100$ としてある)。
- (2) X、Y : 座標データ X および Y の一次元配列 (単位: センチ)。
- (3) XMAX : X 軸目盛の最大値 (単位: センチ)。
- (4) YMAX : Y 軸目盛の最大値 (単位: センチ)。

4) 流れ図



XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法





5) プログラム

```

SUBROUTINE REGRES(N,X,Y,XMAX,YMAX)
DIMENSION X(100),Y(100)
DATA S1,S2,S3,S4,S5/5*0.0/
C
C----- COMPUTE THE VALUES OF A,B, AND R OF THE REGRESSION LINE-----
C----- A : THE AVERAGE CHANGE IN Y WITH A GIVEN CHANGE IN X-----
C----- B : THE POINT OF ORIGIN OF THE REGRESSION LINE-----
C----- R : THE COEFFICIENT OF CORRELATION -----
C
DO 99 I=1,N
S1=S1+X(I)
S2=S2+Y(I)
S3=S3+X(I)*Y(I)
S4=S4+X(I)**2
S5=S5+Y(I)**2
99 CONTINUE
  
```

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

```

AN=N
R=(AN*S3-S1*S2)/(SQRT(AN*S4-S1**2)*SQRT(AN*S5-S2**2))
A=(AN*S3-S1*S2)/(AN*S4-S1**2)
B=(S4*S2-S1*S3)/(AN*S4-S1**2)
C
C----- DRAW REGRESSION LINE -----
C
    YY1=A*X(N+1)+B
    YY2=A*XMAX+B
    IF(YY1.GT.YMAX)G0 T0 101
    IF(YY1.GE.Y(N+1))G0 T0 103
    G0 T0 105
C
C---- YMAX < YY1 -----
C
101 XX1=(YMAX-B)/A
    YY1=YMAX
1021 IF(YY2.GE.Y(N+1))G0 T0 1011
    XX2=(Y(N+1)-B)/A
    YY2=Y(N+1)
    G0 T0 999
1011 XX2=XMAX
    G0 T0 999
C
C----- Y(N+1) <= YY1 <= YMAX-----
C
103 XX1=X(N+1)
    IF(YY2.GT.YMAX)G0 T0 1031
    IF(YY2.GE.Y(N+1))G0 T0 1032
    XX2=(Y(N+1)-B)/A
    YY2=Y(N+1)
    G0 T0 999
1031 XX2=(YMAX-B)/A
    YY2=YMAX
    G0 T0 999
1032 XX2=XMAX
    G0 T0 999
C
C----- YY1 < Y(N+1)-----
C
105 XX1=(Y(N+1)-B)/A
    YY1=Y(N+1)
    IF(YY2.GT.YMAX)G0 T0 1031
    G0 T0 1032
C
999 CONTINUE
    XX1=(XX1-X(N+1))/X(N+2)
    YY1=(YY1-Y(N+1))/Y(N+2)
    XX2=(XX2-X(N+1))/X(N+2)
    YY2=(YY2-Y(N+1))/Y(N+2)
    CALL PLOT(XX1,YY1,3)
    CALL PLOT(XX2,YY2,2)
C
C----- WRITE THE VALUES OF A, B, AND R -----
C
    CALL SYMBOL(2.0,-2.0,0.28,22HCOEF OF CORRELATION = ,0.0,22)
    CALL NUMBER(999.0,999.0,0.28,R,0.0,5)
    CALL SYMBOL(2.0,-3.0,0.28,2HY=,0.0,2)
    CALL NUMBER(999.0,999.0,0.28,A,0.0,5)
C
    BB=ABS(B)
    IF(B)10,11,11

```

```

10 CALL SYMBOL(999.0.999.0.0.28.11H X - .0.0.11)
GO TO 12
11 CALL SYMBOL(999.0.999.0.0.28.11H X + .0.0.11)
12 CALL NUMBER(999.0.999.0.0.28.BB.0.0.6)
RETURN
END

```

3 使用例

〔例1〕 次に示される例は座標データ数10 (N=10)、X、Y軸の長さをそれぞれ15cm (TATE= 15.0、YOKO=15.0)、シンボル・タイプを*(ITYPE =11)、シンボルの大きさ 0.07 cm (HEIGH=0.14)、座標番号表示 (II=1) とした場合における相関図、線形回帰直線、相関係数、直線式である。なお項目XとYの関係は次のとおり任意のデータを使用した。(ここでの作図結果の縮小率は65%である。)

表 2 X と Y の 関 係

グループ 番号 項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X	80.0	85.0	160.0	360.0	320.0	400.0	440.0	470.0	180.0	300.0
Y	240.0	170.0	220.0	150.0	100.0	120.0	60.0	20.0	160.0	120.0

以下主プログラムと作図結果を示す。

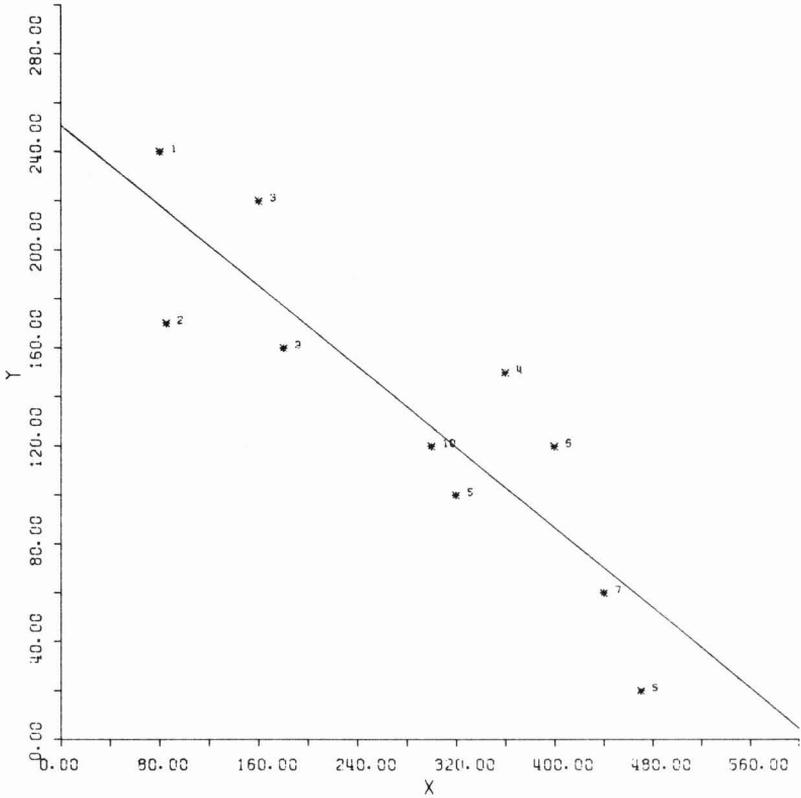
主プログラム

```

DIMENSION IB(128),X(100),Y(100)
CALL PLOTS(18,128)
READ(3,9)N,TATE,YOKO,ITYPE,HEIGH,II
9 FORMAT(14,2F4.0,13,F4.0,11)
READ(3,10)(X(I),I=1,N),(Y(I),I=1,N)
10 FORMAT(F6.0)
CALL SCATT(N,X,Y,TATE,YOKO,ITYPE,HEIGH,II)
CALL PLOT(0.0,0.0,999)
STOP
END

```

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法



COEF OF CORRELATION = -0.87751

$Y = -0.41017 X + 250.642578$

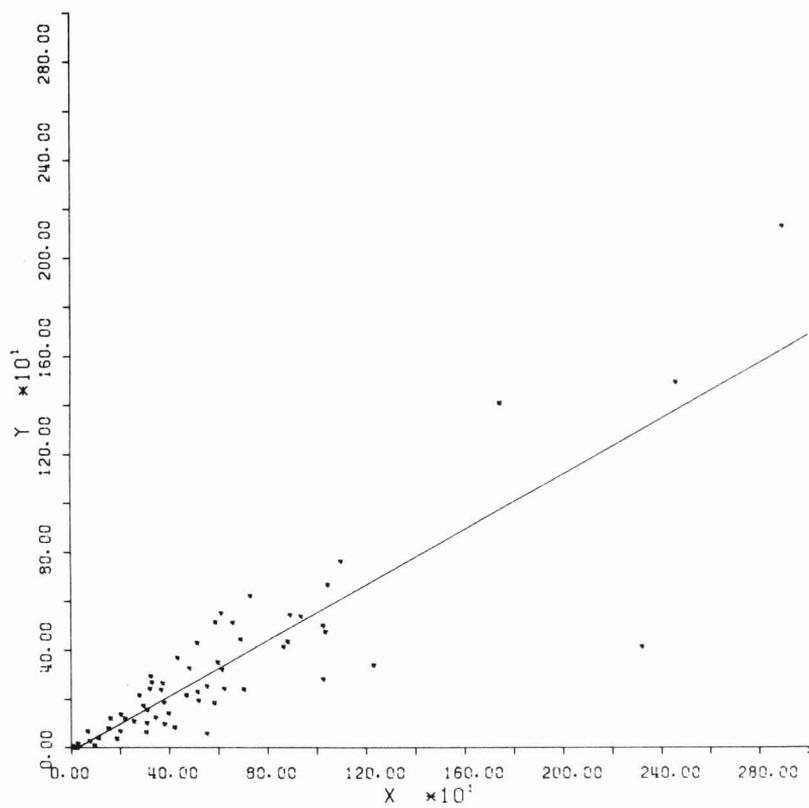
〔例 1〕 の作図結果

〔例2〕座標データ数63 (N=63)、XとY軸の長さを15.0 cm (TATE = 15.0、YOKO = 15.0)、シンボル・タイプを* (ITYPE=11)、シンボルの大きさを0.07 (HEIGHT=0.07)とした場合の相関図、線形回帰直線、相関係数および直線式である。この例においてはデータ番号(座標番号)は省略することにするのでサブルーチンSCATTのパラメータII=2とする。項目XとYの関係は次のとおりであるが、主プログラムは〔例1〕のそれと同様である。(ここでの作図結果の縮小率は65%である。)

表 3 X と Y の 関 係

グループ 番 号	X	Y	グループ 番 号	X	Y	グループ 番 号	X	Y
1	186	808	22	553	336	43	325	841
2	469	894	23	1034	1440	44	69	207
3	1097	2579	24	703	1171	45	610	972
4	153	631	25	220	547	46	481	993
5	2462	2197	26	378	787	47	865	806
6	1230	828	27	344	461	48	689	632
7	2321	1087	28	201	542	49	26	120
8	202	745	29	891	899	50	10	113
9	380	537	30	367	1112	51	97	246
10	421	433	31	295	944	52	21	136
11	310	360	32	553	1415	53	1745	233
12	613	1036	33	77	229	54	586	95
13	309	441	34	28	146	55	256	324
14	8	53	35	160	483	56	515	548
15	321	701	36	512	1221	57	2897	2150
16	329	548	37	433	1104	58	1025	659
17	935	1406	38	519	1027	59	880	636
18	122	502	39	729	1324	60	1044	1161
19	372	1005	40	596	799	61	623	336
20	583	958	41	657	1100	62	1025	626
21	307	520	42	278	658	63	397	170

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法



COEF OF CORRELATION = 0.87562

Y=0.56656 X - 14.630623

〔例 2〕の作図結果

4 むすび

〔例1〕の相関図上に示されているように一方の変数が増加するに従い他方の変数が減少する（線形）傾向をもつ場合においては両者は負の相関関係にあるといい、〔例2〕のように、一方が増加するに従い他方も増加する（線形）傾向をもつ場合においては両者は正の相関関係にあるというが、〔例1〕と〔例2〕のいずれにも属さない場合においては両者には相関関係がないという。また（線形）傾向の強弱の度合は相関係数（R）で示される。Rは-1と1の範囲内にあり、Rの値が-1に近いほど負の相関が強く（〔例1〕参照）、またRの値が1に近いほど正の相関が強い。（〔例2〕参照。）またRの値が0に近いほど線形関係は弱い。

本稿で用いられた基本サブルーチン、SCATTおよびREGRESを利用することによりXYプロッターに相関図を描かせ、現象そのものを直観的に把握できる。サブルーチンSCATTおよびREGRESはオブジェクト・モジュールとしてライブラリーに登録しておけば将来のResearch toolとして、さらに学生のコンピュータ実習用として役立てられる。次稿においてはこれを発展させた回帰曲線（ $Y = a_0 + a_1X + a_2X^2 + a_3X^3 + \dots + a_mX^m$ 、但し a_m は係数を示す）の作図法を論じたい。

5 参考文献

- ALEXANDER, J. W., 「Economic Geography」, New Jersey, PRENTICE-HALL, INC., 1963. pp. 600 - 605
- DIXON, W. J. and F. J. Massey., 「Introduction to Statistical Analysis」, N. Y., McGraw-Hill Co., 1969. pp. 193 - 221
- 富士通, 「PANAFACOM PSP 文法書」, 富士通, 1975
- King, L. K., 「Statistical Analysis in Geography」, N. J., Prentice - Hall Inc., pp. 117 - 164
- 山口正雄, 「コンピュータによる作図法」, 東京, オーム社, 1975
- 脇本和昌, 「身近なデータによる統計解析入門」, 東京, 森北出版, 1973, pp. 12 - 20

【 付 録 】

プロッター・サブルーチン文法

PSPには基本サブルーチンが10種類（PLOTS, RPLOTS, PLOT, SYMBOL, SCALE, LINE, NUMBER, AXIS, WHERE, FACTOR）とそれにオプション・サブルーチンのNEWPENがあるがここでは特に本稿で使用された基本サブルーチン6種類（PLOTS, PLOT, SYMBOL, SCALE, NUMBER, AXIS）のみを説明することにした。（詳細な説明については『PANAFACOM・PSP文法書（09SP-0170-1）』（富士通, 1975）を参照されたし。）

PSP基本サブルーチン

[1] PLOTS (Plot Start) ルーチン

1) 機能

PSPのオープン処理を行う。このサブルーチンはプロッタの初期設定をするものであるから他のすべてのPSP基本サブルーチンを呼び出す前に必ず一回呼び出さなければならない。

2) 呼び出し形式

```
CALL PLOTS (IBUF, N)
```

3) パラメータの説明

- (1) IBUF: 整数の配列名でプロットするデータが格納される出力バッファ領域を指定する。
- (2) N: 出力バッファ領域の大きさを示し、 $30 \leq N \leq 4095$ とする。

[2] PLOT (Plotting) ルーチン

1) 機能

ペンを現在の位置から指定した座標 (X, Y) まで移動させたり、線画、原点の再設定およびPSPの終了化処理を行う。

2) 呼び出し形式

```
CALL PLOT (X, Y, IPEN)
```

3) パラメータの説明

- (1) X, Y: ペンの移動を終了させる点の座標 (単位: センチ)。
- (2) IPEN: ペンのアップ・ダウンおよび原点変更を指定。
 - = 2 (ペンをダウンさせ、現在位置より座標 (X, Y) まで直線を描く)。
 - = 3 (ペンをアップさせ、現在位置より座標 (X, Y) までペンの位置を移動する)。
 - = -2 (ペンをダウンさせ、現在位置より座標 (X, Y)

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

まで直線を描いた後、座標（X、Y）を原点に再設定する）。

= -3（ペンをアップさせ、現在位置より座標（X、Y）までペンの位置を移動した後、座標（X、Y）を原点に再設定する）。

= 999（ペンをアップさせ、現在位置より座標（X、Y）へペンを移動した後、PSPを終了化し使用した出力バッファ領域を解放する）。

[3] SYMBOL (Plot Symbol) ルーチン

1) 機能

文字又は文字列（英数字（標準記号）、特殊文字（特殊記号、センター・シンボル））を描く。

2) 呼び出し形式

```
CALL SYMBOL (X, Y, HEIGHT, IBCD, THETA, N)
```

3) パラメータの説明

- (1) X、Y：描き始める文字の原点座標（単位：センチ）。
- (2) HEIGHT：文字の高さ（単位：センチ）。
- (3) IBCD：Nが正の場合、プロッターに描く文字列の文字定数又は文字列の格納されている変数名、配列名を示す。
Nがゼロの場合、上記に加え、文字の整数コードを指定する。
Nが負の場合、センター・シンボルに対応する整数コードを指定する（但し $0 \leq IBCD \leq 13$ ）。
- (4) THETA：文字又は文字列が+X方向となす角度（単位：度）。
- (5) N：整数型の定数または変数名で、プロットする文字の数およびモードを指定する。

Nが正の場合はIBCDに格納されている文字数を示し、

座標 (X、Y) に位置決めした後、文字列を描く。

Nがゼロの場合は I B C Dの右寄りの1文字又は整数コードを示し、座標 (X、Y) に位置決めした後1文字を描く。

Nが-1の場合は座標 (X、Y) に位置決めした後、整数コードで示されるセンター・シンボルを描く。

Nが-2の場合は座標 (X、Y) に線画した後、整数コードで示されるセンター・シンボルを描く。

[4] SCALE (Data Scaling) ルーチン

1) 機能

座標データを軸の長さに収まるようにスケーリングしスケーリングファクター (初期値と単位長当りの増分) を求める。

2) 呼び出し形式

```
CALL SCALE (DARRAY, AXLEN, NPT, INC)
```

3) パラメータの説明

- (1) D A R R A Y : 座標データが格納されている一次元配列を指定する。
- (2) A X L E N : 座標軸の長さ (単位: センチ) 。
- (3) N P T : データの個数。
- (4) I N C : データの配列に格納されている座標データの間隔とスケーリング・モードを指定する。

| I N C | = 1 : 連続して格納されている。

| I N C | = 2 : 1個おきに格納されている。

| I N C | = n : (n - 1) 個おきに格納されている。

I N C > 0 の場合初期値はデータ配列中の最小値に近い値をとり、単位長当りの増分は正となる。

I N C < 0 の場合データ配列中の最大値に近い値をとり、単位長当りの増分は負となる。なお初期値は D A R R A Y (N P T ・

XYプロッターによる相関図・線形回帰直線作図法

| I N C | + 1) に、単位長当りの増分 D A R R A Y (N P T ・
| I N C | + | I N C | + 1) に自動的に格納される。

[5] N U M B E R (Plot Number) ルーチン

1) 機 能

指定された座標に対して位置決めした後、浮動小数点を10進数に変換して描く。

2) 呼び出し形式

```
CALL NUMBER (X, Y, HEIGHT, FPN, THETA, N)
```

3) パラメータの説明

- (1) X、Y：描き始める文字の原点座標（単位：センチ）。
- (2) H E I G H T：文字の高さ（単位：センチ）。
- (3) F P N：描きたい数値を変数名または定数で指定。
- (4) T H E T A：文字列と+X方向となす角度（単位：度）。
- (5) N：小数点以下何桁描くかを指定する（ $-9 \leq N \leq 9$ ）。
N < -1：整数部分より、|N| - 1だけ切って描く。
N = -1：整数部分のみ描く。
N = 0：整数部分と小数点を描く。
N > 0：整数部分、小数点および小数点以下N桁描く。

[6] A X I S (Plot Axis) ルーチン

1) 機 能

指定された座標に対して位置決めした後、座標軸を描く。

2) 呼び出し形式

```
CALL AXIS (X, Y, IBCD, N, AXLEN, THETA,  
FIRST, DELTA)
```

3) パラメータの説明

- (1) X、Y：軸の始点座標（単位：センチ）。

- (2) I B C D : 座標軸の名前を文字定数で指定する。
- (3) N : 座標軸名の文字数およびモードを指定する。
- (4) A X L E N : 座標軸の長さ (単位 : センチ) 。
- (5) T H E T A : 座標軸が + X 方向となす角度 (単位 : 度) 。
- (6) F I R S T : 軸の初期値、SCALEルーチンで求めたDARRAY
(NPT・|INC|+1)を指定する。
- (7) D E L T A : 軸の目盛間 (1センチ) の増分 (単位当りの増分)、
SCALEルーチンで求めたDARRAY(NPT・
|INC|+|INC|+1)を指定する。