

数量化理論とその応用例 IX

— e_{ijk} 型数量化とそのコンピュータ・プログラム—

林 文

(1972年8月 受付)

Theory of Quantification and its Example IX
— e_{ijk} -type quantification and its computer program—

Fumi Hayashi

The theory of e_{ijk} -type quantification will be presented in detail in Annals of the Institut of Statistical Mathematics Vol. 24, No. 2, 1972. by Chikio Hayashi. In this paper its computer program (37 p.) is shown with an example.

The Institute of Statistical Mathematics

1. e_{ijk} 型数量化

2者の関係をもとにして全体 (n コ) の配置を求める問題は, e_{ij} 型数量化でなされている。今度はこれを拡張して3者の関係が得られているとき, これをもとにして, n コの空間配置を考える。3者の関係というのはたとえば, 3人ずつ組みになって共同作業をしたときのその作業能率の良し悪しとか, 三色調和など, 2者ずつの関係からわかるものでなく, 3者集ってはじめて出て来る関係を考えている。

e_{ij} 型数量化では (i, j) の関係 e_{ij} に対応するものとして, ユークリッドの距離 $\sum_{i=1}^R (x_i - x_j)^2$ (x_i は i なるものの r 次元目の数値) を使った。3者の関係をあらわすには少なくとも2次元が必要であるから, i なるものに (x_i, y_i) の数値を与えることにし, 距離のかわりに (X, Y) 平面上の $(x_i, y_i), (x_j, y_j), (x_k, y_k)$ 3点のなす三角形の面積の二乗 $\Delta_{ijk}^2 = \left(\pm \frac{1}{2} \begin{vmatrix} x_i & y_i & 1 \\ x_j & y_j & 1 \\ x_k & y_k & 1 \end{vmatrix} \right)^2$

を e_{ijk} に対応させる。ここで e_{ijk} は3者の非親近性をあらわす非負の数で与えられ, i, j, k の順序には無関係に一定としておく。負であっても取扱いはいっこうさしつかえないが簡単のため非負と定めても一般性は失われない。こうしておけば, e_{ijk} が大きければ大きいほど Δ_{ijk}^2 も大きく, e_{ijk} が小さいほど Δ_{ijk}^2 も小さくなるように x, y が求められればよい。このために, (Δ_{ijk}^2 の) 常数ははぶいて)

$$Q^2 = \frac{\sum_i \sum_j \sum_k e_{ijk}}{\sigma_x^2 \sigma_y^2} \begin{vmatrix} x_i & y_i & 1 \\ x_j & y_j & 1 \\ x_k & y_k & 1 \end{vmatrix}^2$$

を作り, Q^2 を最大になるようにする。

$$\frac{\partial Q^2}{\partial x_u} = 0, \quad \frac{\partial Q^2}{\partial y_v} = 0 \quad (u, v = 1, 2, \dots, n)$$

を解くと

$$H(y) X = \eta^2 X \tag{1}$$

$$H(x) Y = \eta^2 Y \tag{2}$$

なる固有方程式を得る。 $H(y), H(x)$ は対称でそれぞれ y のみ, x のみから成る行列である。 y に初期値を与えれば (1) の $H(y)$ が定まるので X が求められ, (2) の $H(x)$ が定まって Y が

求められる。この Y を再び (1) の $H(y)$ に入れて新しい X が求められる。これをくりかえしてゆき、(1) の η^2 と (2) の η^2 が等しくなれば、そのときの X, Y が Q^2 を最大にするものである。

初期値としては $e_{ij} = \sum_{k=1}^n e_{ijk}$ で e_{ij} 型数量化を行い、最大根に対する解を用いる。ただし、従来の e_{ij} 型では e_{ij} は親近度としてあったので符号を変えておかななくてはならない。すなわち解くべき固有方程式は

$$\begin{aligned}
 A X &= \lambda X; \quad A = (a_{ij}) \\
 a_{ii} &= \sum_{j=1}^n e_{ij} \\
 a_{ij} &= -e_{ij} \quad (i \neq j)
 \end{aligned}$$

こうして求められた X, Y のあてはまりの良さは e_{ijk} を

$$S = \begin{vmatrix} x_i & y_i & 1 \\ x_j & y_j & 1 \\ x_k & y_k & 1 \end{vmatrix}^2$$

の単調増加関数 $P(S)$ で近似したとき、

$$\eta_p^2 = 1 - \frac{\sum \sum \sum (e_{ijk} - P(S))^2}{\sigma_e^2}$$

によって判断される。

2. 実 例

ここに6人の人間がいて、3人ずつの関係についてデータがある。関係は親近度で1から10までの数で与えられている。これを10から差引いて非親近性をあらわすデータ e_{ijk} とする(第1表)。次の項で示すコンピュータ・プログラムによって計算した結果を示す。

まず初期値を決めるため $\sum_{k=1}^n e_{ijk} = -e_{ij}$ で e_{ij} 型数量化を行う。 e_{ij} のマトリックスおよび

第1表

人の組み合わせ			親近度	非親近度
鈴木	佐藤	高橋	9	1
"	"	田中	3	7
"	"	小林	4	6
"	"	渡辺	1	9
"	高橋	田中	3	7
"	"	小林	4	6
"	"	渡辺	1	9
"	田中	小林	6	4
"	"	渡辺	1	9
"	小林	渡辺	4	6
佐藤	高橋	田中	2	8
"	"	小林	3	7
"	"	渡辺	1	9
"	田中	小林	4	6
"	"	渡辺	2	8
"	小林	渡辺	3	7
高橋	田中	小林	7	3
"	"	渡辺	5	5
"	小林	渡辺	7	3
田中	小林	渡辺	9	1

e_{ij} 型数量化の結果は コンピュータ・プログラムのアウトプットの第1頁目に示されている。マトリックスは対称であるので対角線より上は省略した。対角線の要素は0となっているが、実際は未定義でよい。

第2表

	X	Y	
固有値	304.559	304.343	
固有ベクトル	-0.134214	0.622982	(鈴木)
	0.640322	-0.525622	(佐藤)
	0.143653	0.257852	(高橋)
	0.091531	0.083030	(田中)
	-0.004145	0.069102	(小林)
	-0.736858	-0.507413	(渡辺)

この最大根に対するベクトル初期値として (1), (2) の固有方程式を解くくりかえし計算に入る。

(1) の固有値 λ_x と (2) の固有値 λ_y が等しいとする基準として $\left| \frac{\lambda_x}{\lambda_y} - 1 \right| < 0.0001$ とした。

又、この条件が適当でなく収束しない場合を考えて、最大 20 回のくりかえしで終るようにした。固有値解法 (Jacobi 法) の収束条件は 0.005 とした。この例ではくりかえしは 20 回であ

ったが、この時の $\lambda_x = 304.559$, $\lambda_y = 304.343$ で $\left| \frac{\lambda_x}{\lambda_y} - 1 \right| > 0.0001$ であるが、それで十

分近いと判断した。又、この解を再び初期値として (1), (2) のくりかえし計算を行ってみたが、ほとんど変化は無かった。第2表は 20 回くりかえした結果である。この固有ベクトルが 6 人の人に与えられる値である。これを (X, Y) 平面上にプロットしたものが、最後の頁にアウトプットされる。又、参考のため、 $e_{ij} = \sum_k e_{ijk}$ を用いての e_{ij} 型数量化の結果で最大根とその次に大きい根に対応する固有ベクトルをプロットしたのももアウトプットされているが、 e_{ijk} の結果としては無視して良い。

あてはまりの良さをみるため、 $P(S)$ としては S の一次式 $P_L(S) = l_1 S + l_2$ と二次式 $P_Q(S) = k_1 S^2 + k_2 S + k_3$ をとりあげて最小二乗法で近似した。 η_p^2 は $P_L(S)$ のとき 0.258, $P_Q(S)$ のとき 0.385 であった。

統計数理研究所

3. コンピュータ・プログラム Computer program

The computer program by FORTRAN IV is shown as below in the case of $R \leq 20$ with the data input and output format.

1) Computer
HITAC 8500 in the Institute of Statistical Mathematics (Main Memory: 524 KB, 1 word: 32 bits)

2) Data Memory used for this program is about 98 KB.

Input

1) Data control card

Sample size, convergence condition in Jacobi-method and in the approximation

2) Representation

a) Sign of the elements used in graph and name of the elements

b) Meaning of e_{ijk}

3) Executive format card for data

4) Data cards

e_{ijk} (measure of dissimilarity (distance))

in the order

(1, 2, 3), (1, 2, 4), (1, 2, 5), ..., (1, 2, R), (1, 3, 4), (1, 3, 5), ..., (1, 3, R), (1, 4, 5),
 ..., (1, 4, R), ..., (1, R-1, R), (2, 3, 4), (2, 3, 5), ..., (R-2, R-1, R)

Output

- 1) Matrix of b_{ij}
 Characteristic vectors corresponding to the maximum and next characteristic roots
- 2) Mean value and variance of e_{ijk}
- 3) Sign and name of the elements
- 4) Last solution x 's and y 's
- 5) Data (e_{ijk}), expectation and difference
- 6) Pseudo-correlation ratio

$$1 - \frac{\sum_{i,j,k} (e_{ijk} - (P(S))^3)}{\sigma_e^3}$$

- 7) Graph (configuration of the elements)
 - a) first approximation
 - b) last solution

```

1 C   COMPUTER PROGRAM (FORTRAN IV) OF C.HAYASHI'S E(I,J,K)-TYPE
2 C   QUANTIFICATION BY F.HAYASHI (C-F-HAYASHI-E30CP)
3 C   INPUT DATA
4 C   1) DATA CONTROL CARD
5 C       N = SAMPLE SIZE (1,4 COLUMN)
6 C       D1 = CONVERGENCE CONDITION IN JACOBI METHOD (5,10 COLUMN)
7 C       D2 = CONVERGENCE CONDITION IN THE APPROXIMATION (11,16 COLUMN)
8 C   2) REPRESENTATION
9 C       A) ALP = SIGN USED IN GRAPH (1 COLUMN), (2,6 COLUMN ARE SPACES)
10 C      ELEM = NAME OF ELEMENT (7,46 COLUMN)
11 C      B) NAME = MEANING OF E(I,J,K) (1,80 COLUMN)
12 C   3) EXECUTIVE FORMAT CARD FOR DATA (1,80 COLUMN)
13 C   4) DATA CARDS
14 C       (FREE BUT CONFORM TO THE EXECUTIVE FORMAT CARD 3) )
15 C       EE = E(I,J,K) (MEASURE OF DISSIMILARITY(DISTANCE))
16 C          ((E(I,J,K),K=1,N-2),J=K+1,N-1),I=J+1,N)
17 DIMENSION E(20,20,20),Y(20),EE(20,20,20),X(20),FMT(20),X1(20),X2(2
18 10),ELEM(20,10),NAME(10)
19 COMMON H(20,20),S(20,20),ALP(20)
20 INTEGER ALP
21 READ(5,101)N,D1,D2
22 101 FORMAT(I4,2E6.0)
23 DO 10 I=1,N
24 10 READ(5,110)ALP(I),(ELEM(I,J),J=1,10)
25 READ(5,111)(NAME(J),J=1,10)
26 READ(5,111)(FMT(I),I=1,12)
27 110 FORMAT(A1,5X,10A4)
28 111 FORMAT(20A4)
29 N1=N-1
30 N2=N-2
31 READ(5,FMT)((EE(I,J,K),K=J,N2),J=I,N2),I=1,N2)
32 DO 11 I=1,N2
33 DO 11 J=I,N2
34 DO 11 K=J,N2
35 11 E(I,J+1,K+2)=EE(I,J,K)
36 DO 12 I=1,N
37 E(I,I,I)=0.
38 DO 12 J=1,N
39 IF(I,EQ,J)GO TO 12
40 E(I,I,J)=0.
41 E(I,J,I)=0.
42 E(J,I,I)=0.
43 12 CONTINUE
44 DO 16 I=1,N2
45 J1=I+1
46 DO 16 J=J1,N1
47 K1=J+1
48 DO 16 K=K1,N
49 E(IJK)=E(I,J,K)
50 E(I,K,J)=E(IJK)

```

```

51     E(J,I,K)=EIJK
52     E(J,K,I)=EIJK
53     E(K,J,I)=EIJK
54     16 E(K,I,J)=EIJK
55     DO 60 I=1,N
56     DO 60 J=1,N
57     H(I,J)=0,
58     DO 60 K=1,N
59     60 H(I,J)=H(I,J)+E(I,J,K)
60     WRITE(6,509)
61     WRITE(6,510)(NAME(J),J=1,10)
62     509 FORMAT(1H1,20X,'C-F-HAYASHI-E3QCP')
63     510 FORMAT('/',' E(I,J,K) ; ',10A4)
64     CONTINUE
65     103 FORMAT('///',' MATRIX OF B(I,J)   B(I,J) : SUM OF E(I,J,K) FOR EACH
66     1,J,')
67     DO 17 I=1,N
68     17 WRITE(6,104)(H(J,I),J=1,I)
69     104 FORMAT(10F12.3)
70     XMAX=H(1,2)
71     DO 220 I=1,N1
72     J1=I+1
73     DO 220 J=J1,N
74     IF(XMAX-H(I,J))221,220,220
75     221 XMAX=H(I,J)
76     220 CONTINUE
77     DO 230 I=1,N1
78     J1=I+1
79     DO 230 J=J1,N
80     H(I,J)=H(I,J)-XMAX
81     230 H(J,I)=H(I,J)
82     DO 240 I=1,N
83     H(I,I)=0,
84     DO 250 J=1,N
85     IF(I-J)251,250,252
86     251 H(I,I)=H(I,I)+H(I,J)
87     GO TO 250
88     252 H(I,I)=H(I,I)+H(J,I)
89     250 CONTINUE
90     240 H(I,I)=ABS(H(I,I))
91     CALL JACOBI(N,D1,H,S)
92     DO 70 I=1,N
93     X1(I)=S(I,1)
94     X2(I)=S(I,2)
95     X1(I)=S(I,N-1)
96     X2(I)=S(I,N-2)
97     70 X(I)=X1(I)
98     WRITE(6,105)
99     105 FORMAT('///' EIGENVECTOR',12X,'1',19X,'2',/,17X,'(FIRST APPROXIMATI
100     10N)')
101     DO 71 I=1,N
102     71 WRITE(6,106)I,X1(I),X2(I)
103     106 FORMAT(112,2E20.6)
104     R1=0,
105     KAISU=1
106     1000 DO 20 K=1,N
107     H(K,K)=0,
108     DO 21 I=1,N
109     IF(I.EQ.K)GO TO 21
110     H(K,I)=0,
111     DO 21 J=1,N
112     IF(J.EQ.K)GO TO 21
113     IF(J.EQ.I)GO TO 21
114     H(K,K)=H(K,K)+(X(I)-X(J))*#2#3.#E(I,J,K)
115     H(K,I)=H(K,I)-(X(K)-X(J))*(X(I)-X(J))*#6.#E(I,J,K)
116     21 CONTINUE
117     20 CONTINUE
118     CALL JACOBI(N,D1,H,S)
119     R2=H(1,1)
120     DO 40 I=1,N
121     Y(I)=S(I,1)
122     IF(ABS(R1/R2-1.)-D2)31,31,32
123     32 IF(KAISU.GE.20)GO TO 31
124     R1=R2
125     DO 33 I=1,N
126     33 X(I)=Y(I)
127     KAISU=KAISU+1
128     GO TO 1000
129     31 WRITE(6,201)KAISU
130     201 FORMAT('///// ITERATION',15)
131     SUMS=0,
132     SUMS2=0,
133     SUMS3=0,
134     SUMS4=0,
135     SUME=0,
136     SUMES=0,
137     SUMES2=0,
138     SUMN=0,
139     EVARI=0,
140     DO 50 I=1,N2
141     J1=I+1
142     DO 50 J=J1,N1
143     K1=J+1
144     DO 50 K=K1,N
145     DET=X(J)*Y(K)-X(K)*Y(J)+X(K)*Y(I)-X(I)*Y(K)+X(I)*Y(J)-X(J)*Y(I)
146     SS=DET**2
147     EE(I,J,K)=SS
148     EIJK=E(I,J,K)
149     EVARI=EVARI+EIJK**2
150     SUMS=SUMS+SS

```

```

151      SS2=SS**2
152      Sums2=Sums2+SS2
153      Sums3=Sums3+SS2*SS
154      Sums4=Sums4+SS2**2
155      Sume=Sume+EIJK
156      Sumes=Sumes+EIJK*SS
157      Sums2=Sums2+EIJK*SS2
158      50 SUMN=SUMN+1.
159      EMEAN=SUME/SUMN
160      EVARI=EVARI/SUMN-EMEAN**2
161      BUNBO=Sums2*SUMN-Sums**2
162      B1=(Sumes*SUMN-Sums*SUME)/BUNBO
163      B2=(Sums2*Sume-Sums*Sumes)/BUNBO
164      BUNBO=Sums4*(Sums2*SUMN-Sums**2)-Sums3*(Sums3*SUMN-Sums2*Sums)+SUM
165      152*(Sums3*Sums-Sums2**2)
166      C1=(Sumes2*(Sums2*SUMN-Sums**2)-Sumes*(Sums3*SUMN-Sums2*Sums)+Sume
167      1*(Sums3*Sums-Sums2**2))/BUNBO
168      C2=(-Sumes2*(Sums3*SUMN-Sums2*Sums)+Sumes*(Sums4*SUMN-Sums2**2)-SU
169      1ME*(Sums4*Sums-Sums2*Sums3))/BUNBO
170      C3=(Sumes2*(Sums3*Sums-Sums2**2)-Sumes*(Sums4*Sums-Sums3*Sums2)+SU
171      1ME*(Sums4*Sums2-Sums3**2))/BUNBO
172      WRITE(6,509)
173      WRITE(6,510)(NAME(J),J=1,10)
174      WRITE(6,511)EMEAN,EVARI
175      511 FORMAT(/1H,'MEAN VALUE OF E(I,J,K)',F15,5,/' VARIANCE OF E(I,J,K)
176      1',F17,5)
177      WRITE(6,513)
178      513 FORMAT(/,1H,'ELEMENTS',/)
179      DO 7 I=1,N
180      7 WRITE(6,561)I,ALP(I),(ELEM(I,J),J=1,10)
181      561 FORMAT(112,5X,A1,5X,10A4)
182      WRITE(6,512)
183      512 FORMAT(/,24X,'X',19X,'Y')
184      IF(FLOAT(KAISU)/2,-FLOAT(KAISU/2))3,2,3
185      2 RR=R1
186      R1=R2
187      R2=RR
188      DO 1 I=1,N
189      XY=X(I)
190      X(I)=Y(I)
191      1 Y(I)=XY
192      3 WRITE(6,514)R1,R2
193      514 FORMAT(/,' EIGENVALUE ',2E20,6)
194      WRITE(6,515)
195      515 FORMAT(/,' EIGENVECTOR (NUMERICAL VALUES GIVEN TO OBJECTS)'/)
196      DO 5 I=1,N
197      5 WRITE(6,516)I,X(I),Y(I)
198      516 FORMAT(112,2E20,6)
199      WRITE(6,517)
200      517 FORMAT(/,,' S : SQUARE OF TRIANGLE I,J,K')
201      WRITE(6,508)
202      508 FORMAT(' ESTIMATION1 : L1*S*L2, L1,L2 ARE OBTAINED BY LEAST SQUARE
203      1 METHOD')
204      WRITE(6,518)
205      518 FORMAT(' ESTIMATION2 : K1*S**2+K2*S+K3,K1,K2,K3 ARE OBTAINED BY LE
206      1AST SQUARE METHOD')
207      WRITE(6,507)
208      507 FORMAT(/,40X,'POLYNOMIAL LINEAR',13X,'POLYNOMIAL QUADRATIC')
209      WRITE(6,519)
210      519 FORMAT(20X,'E(I,J,K) ESTIMATION1 DIFFERENCE1 ESTIMATIO
211      1N2 DIFFERENCE2',/)
212      Q1=0.
213      Q2=0.
214      DO 6 I=1,N2
215      J1=I+1
216      DO 6 J=J1,N1
217      K1=J+1
218      DO 6 K=K1,N
219      EEIJK=EE(I,J,K)
220      EEIJK1=B1*EEIJK+B2
221      DIS1=E(I,J,K)-EEIJK1
222      Q1=Q1+DIS1**2
223      EEIJK2=C1*EEIJK**2+C2*EEIJK+C3
224      DIS2=E(I,J,K)-EEIJK2
225      Q2=Q2+DIS2**2
226      6 WRITE(6,520)I,J,K,E(I,J,K),EEIJK1,DIS1,EEIJK2,DIS2
227      SUVA=SUMN*EVARI
228      YETA1=1.-Q1/SUVA
229      YETA2=1.-Q2/SUVA
230      520 FORMAT(2H(,3I3,2H),5F15,3)
231      WRITE(6,521)YETA1,YETA2
232      521 FORMAT(/,PSEUDO CORRELATION RATIO'/' (1-SUM(E(I,J,K)-ESTIMN)**2/
233      1VAR(E(I,J,K))',F17,5,F30,5)
234      WRITE(6,522)
235      522 FORMAT(1H1,'CONFIGURATION OF THE ELEMENTS',T67,'Y',/1H, '(FIRST AP
236      1PROXIMATION)')
237      CALL GRAP(N,X1,X2)
238      WRITE(6,523)
239      523 FORMAT(1H1,'CONFIGURATION OF THE ELEMENTS',T67,'Y',/1H, '(LAST SOL
240      1UTION)')
241      CALL GRAP(N,X,Y)
242      10000 CONTINUE
243      STOP
244      END

```

```

245 SUBROUTINE JACOBI(N,D,A,S)
246 COMMON A(20,20),S(20,20)
247 DO 220 I=1,N
248 DO 220 J=1,N
249 IF(I-J)230,240,230
250 230 S(I,J)=0,
251 GO TO 220
252 240 S(I,J)=1,
253 220 CONTINUE
254 15 CONTINUE
255 DEL=ABS(A(2,1))
256 DO 17 I=3,N
257 I1=I-1
258 DO 17 J=1,I1
259 IF(DEL.LT,ABS(A(I,J)))DEL=ABS(A(I,J))
260 17 CONTINUE
261 SML=0.1*DEL
262 IF(D-DEL)18,10,10
263 18 DO 100 J=2,N
264 J1=J-1
265 DO 100 K=1,J1
266 IF(ABS(A(J,K))-SML)100,100,20
267 20 AK=A(K,K)
268 AJ=A(J,J)
269 TANB=(AJ-AK)*.5
270 TANS=ABS(TANB**2+A(K,J)*A(J,K))
271 TAN=(TANB+SQRT(TANS))/A(K,J)
272 COS1=1./SQRT(1.+TAN**2)
273 SIN1=COS1*TAN
274 SIN2=2.*COS1*SIN1
275 DO 90 L=1,N
276 IF(L-K)70,60,70
277 60 A(K,K)=AK*COS1**2+A(J,K)*SIN2+AJ*SIN1**2
278 A(J,J)=AK+AJ-A(K,K)
279 GO TO 90
280 70 IF(L-J)80,90,80
281 80 AKL=A(K,L)
282 AJL=A(J,L)
283 A(K,L)=AKL*COS1+AJL*SIN1
284 A(J,L)=AJL*COS1-AKL*SIN1
285 A(L,K)=A(K,L)
286 A(L,J)=A(J,L)
287 90 CONTINUE
288 A(J,K)=0,
289 A(K,J)=0,
290 DO 95 M=1,N
291 SJ=S(M,J)
292 SK=S(M,K)
293 S(M,J)=COS1*SJ-SIN1*SK
294 95 S(M,K)=SIN1*SJ+COS1*SK
295 100 CONTINUE
296 GO TO 15
297 10 RETURN
298 END

```

```

299 SUBROUTINE GRAP(N,X,Y)
300 DIMENSION X(20),Y(20),NUMB(10)
301 COMMON H(20,20),S(20,20),ALP(20)
302 INTEGER GRAP(61,121),BLANK,ALP
303 DATA BLANK/' ',NUMB(1)/'1',NUMB(2)/'2',NUMB(3)/'3',NUMB(4)/'4',
304 1/,NUMB(5)/'5',NUMB(6)/'6',NUMB(7)/'7',NUMB(8)/'8',NUMB(9)/'9',
305 2/,NUMB(10)/'0'/
306 DO 50 I=1,61
307 DO 50 J=1,101
308 50 GRAP(I,J)=BLANK
309 DO 51 I=1,10
310 IJ=11-I
311 I1=3*(I-1)+1
312 GRAP(I1,51)=NUMB(IJ)
313 I2=5*(I-1)+1
314 51 GRAP(31,I2)=NUMB(IJ)
315 GRAP(31,51)=NUMB(10)
316 DO 52 I=1,10
317 I1=31+3*I
318 GRAP(I1,51)=NUMB(I)
319 I2=51+5*I
320 52 GRAP(31,I2)=NUMB(I)
321 DO 60 I=1,N
322 I1=FIX((1.-Y(I))*30.+5)+1
323 I2=FIX((X(I)+1.)*50.+5)+1
324 60 GRAP(I1,I2)=ALP(I)
325 DO 70 I=1,30
326 70 WRITE(6,91)(GRAP(I,J),J=1,101)
327 WRITE(6,92)(GRAP(31,J),J=1,101)
328 DO 71 I=32,61
329 71 WRITE(6,91)(GRAP(I,J),J=1,101)
330 91 FORMAT(1H+,16X,101A1/)
331 92 FORMAT(1H+,12X,'X ',101A1/)
332 RETURN
333 END

```

C-F-HAYASHI-E3QCP

E(I,J,K) : DISSIMILARITY

MATRIX OF B(I,J) B(I,J) : SUM OF E(I,J,K) FOR EACH I,J

0.000					
23.000	0.000				
23.000	25.000	0.000			
27.000	29.000	23.000	0.000		
22.000	26.000	19.000	14.000	0.000	
33.000	33.000	26.000	23.000	17.000	0.000

EIGENVECTOR

1 (FIRST APPROXIMATION) 2

1	0.344162E 00	-0.655917E 00
2	0.638653E 00	0.645275E 00
3	0.283032E-02	-0.154413E 00
4	-0.198408E 00	-0.109895E 00
5	-0.143779E 00	-0.626124E-01
6	-0.643147E 00	0.336990E 00

ITERATION 20

C-F-HAYASHI-E3QCP

E(I,J,K) : DISSIMILARITY

MEAN VALUE OF E(I,J,K) 6.05000
 VARIANCE OF E(I,J,K) 6.04752

ELEMENTS

1	A	SUZUKI
2	B	SATO
3	C	TAKAHASHI
4	D	TANAKA
5	E	KOBAYASHI
6	F	WATANABE

X Y

EIGENVALUE 0.304559E 03 0.304343E 03

EIGENVECTOR (NUMERICAL VALUES GIVEN TO OBJECTS)

1	-0.134214E 00	0.622982E 00
2	0.640322E 00	-0.525622E 00
3	0.143653E 00	0.257852E 00
4	0.915306E-01	0.830300E-01
5	-0.414532E-02	0.691015E-01
6	-0.736858E 00	-0.507413E 00

S : SQUARE OF TRIANGLE I,J,K

ESTIMATION1 : L1S+L2, L1,L2 ARE OBTAINED BY LEAST SQUARE METHOD

ESTIMATION2 : K1S+K2+K2S+K3,K1,K2,K3 ARE OBTAINED BY LEAST SQUARE METHOD

E(I,J,K)	POLYNOMIAL LINEAR		POLYNOMIAL QUADRATIC		
	ESTIMATION1	DIFFERENCE1	ESTIMATION2	DIFFERENCE2	
(1 2 3)	1,000	5,406	-4,406	4,964	-3,964
(1 2 4)	7,000	5,457	1,543	5,118	1,882
(1 2 5)	6,000	5,572	0,428	5,451	0,549
(1 2 6)	9,000	10,704	-1,704	8,773	0,227
(1 3 4)	7,000	5,413	1,587	4,985	2,015
(1 3 5)	6,000	5,427	0,573	5,028	0,972
(1 3 6)	9,000	6,018	2,982	6,647	2,353
(1 4 5)	4,000	5,409	-1,409	4,975	-0,975
(1 4 6)	9,000	6,130	2,870	6,919	2,081
(1 5 6)	6,000	5,902	0,098	6,351	-0,351
(2 3 4)	8,000	5,438	2,562	5,061	2,939
(2 3 5)	7,000	5,498	1,502	5,237	1,763
(2 3 6)	9,000	7,872	1,128	9,762	-0,762
(2 4 5)	6,000	5,412	0,588	4,983	1,017
(2 4 6)	8,000	6,882	1,118	8,469	-0,469
(2 5 6)	7,000	6,809	0,191	8,339	-1,339
(3 4 5)	3,000	5,403	-2,403	4,957	-1,957
(3 4 6)	5,000	5,431	-0,431	5,039	-0,039
(3 5 6)	3,000	5,409	-2,409	4,973	-1,973
(4 5 6)	1,000	5,407	-4,407	4,968	-3,968

PSEUDO CORRELATION RATIO

(1-SUM(E(I,J,K)-ESTIMN)**2/VAR(E(I,J,K)))

0,25786

0,38489

