HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	わが国サラブレッド種集団の遺伝学的分析 ： III. コンピューターに依る近交係数の計算
Author(s)	村田, 節子; 渡辺, 裕
Citation	北海道大学農学部附属牧場研究報告, 7, 9-18
Issue Date	1975-06-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/48887
Type	departmental bulletin paper
File Information	7_9-18.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

わが国サラブレッド種集団の遺伝学的分析

III. コンピューターに依る近交係数の計算

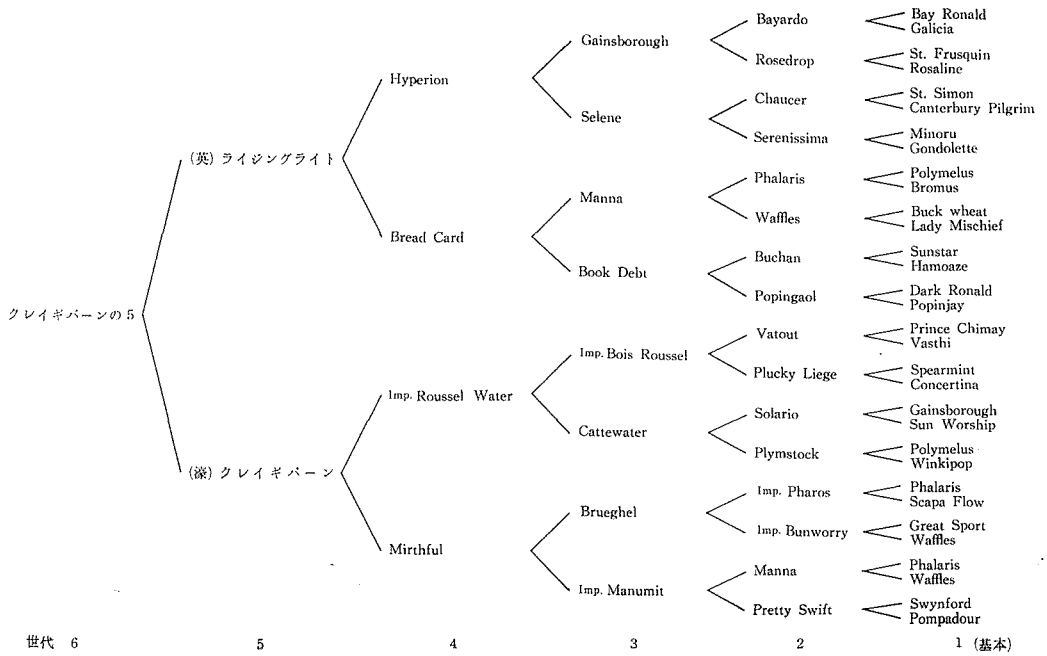
村田節子*・渡辺　裕*

1. 序　　言

CRUDEN の方法[1] に依る WRIGHT の近交係数の計算をコンピューター (FACOM 230-60) を用いて行なった。プログラムは LI 等[2] が作成したものを参考とした。材料は図-1 のようなサラブレッド繁殖雌馬の第5代迄の完全血統を用いた。

2. CRUDEN の方法を用いたコンピューターのプログラム作成上の留意点

1) 基本の世代 (第1世代) の個体間にすでに近交がある場合，その個体の近交係数 F 及び親縁係数 (coancestry matrix) A(I, J) はあらかじめ計算しておく。今回はこれを全て 0.0 とした。



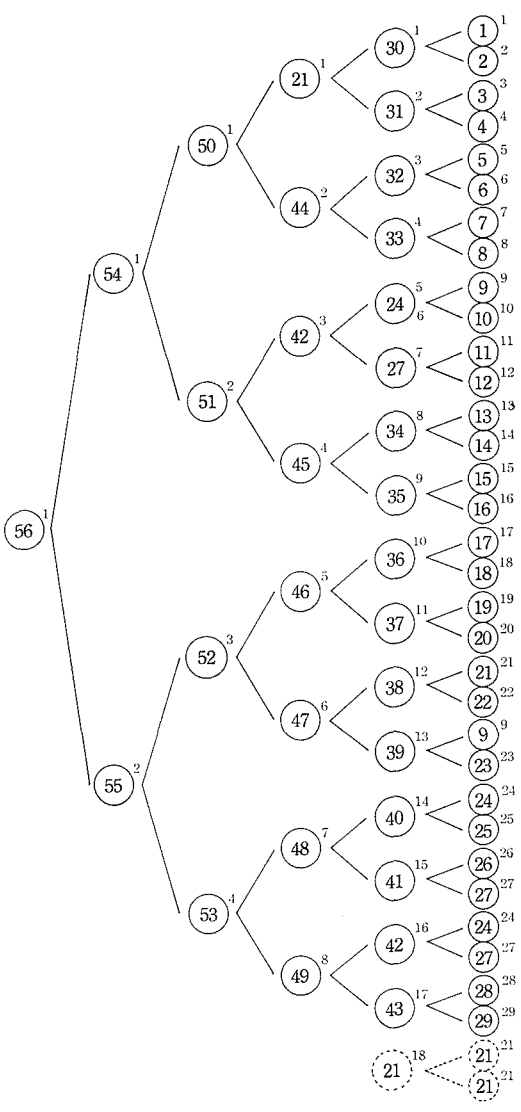
図—1

* 北海道大学農学部

2) このプログラムでは1世代に付き50頭迄計算できるが，次元を変えればもっと多数の計算も可能である。但し計算機の能力内に限る。

3) 各個体に個体番号をつける。これはその個体に固有のもので，もし異なる世代にその個体が出現しても変わることはない。又，各世代毎に各個体に血統番号をつける。これは世代が変れば，その度に変る。図-1にこれらの番号をつけると図-2の如くなる。円内が個体番号，その肩にあるのが血統番号である。

4) もし1個体が1世代おいて再び出現する場合，例えば第1世代と第3世代に出現し，第2世代には出現していないような時，その個体は第2世代にF(I)もいっしょに書き加えられなければならない。(図-2 ㉑)



図—2

5) もし1個体がある世代とその次の世代の両世代に亘って出現している場合，後の世代に出現した個体の両親の血統番号は両親とも前の世代のその個体自身の血統番号と同じにしなければならない。(図-2 ㉔ ㉗ ㉑)

但し，その両親またはそのいずれかが他の個体の親でもある場合は，後の世代の個体は2つあることにして，個体番号は2つともそのままにする。そして一方の両親の血統番号は前の世代の個体自身のものとし，他方は本来の番号のものとする。(図-2 ㉔)

3. 方　　法

1個体の近交係数$F(I)_n$は両親の親縁係数A(I, J)に等しい。[F(I)=A(I, J)]。従って，1個体の$F(I)_n$を得るにはその両親の親縁係数を計算すればよい。そこで，このプログラムでは1つの世代の各個体の$F(I)_n$を求めるのにA(I, J)を計算し，それを次の新しい親縁係数B(I, J)に置き換えることにより次の世代の各個体の$F(I)_{n+1}$

を求める方法をとった。これを図-2の一部を例にとって説明すると次のようになる。

基本の世代の F(I) と A(I, J) はあらかじめ自分で計算をして与えねばならない。

i) 第1世代

第1世代の各個体間には血縁関係は無いものとしたので $F(I)_1$ は全て 0.0 となる。

表—1

		J																											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
I	1	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0	0
	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0
	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0
	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0	0
	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0
	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0
	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0
	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5

ii) 第2世代

表-1より

$F(1)_2 = A(1,2) = 0.0$
$F(2)_2 = A(3,4) = 0.0$
$F(3)_2 = A(5,6) = 0.0$
$F(4)_2 = A(7,8) = 0.0$
$F(5)_2 = A(24,24) = F(24)_1 = 0.0$
$F(6)_2 = A(9,10) = 0.0$
$F(7)_2 = A(11,12) = 0.0$
$F(8)_2 = A(13,14) = 0.0$
$F(9)_2 = A(15,16) = 0.0$
$F(10)_2 = A(17,18) = 0.0$
$F(11)_2 = A(19,20) = 0.0$
$F(12)_2 = A(21,22) = 0.0$
$F(13)_2 = A(9,23) = 0.0$
$F(14)_2 = A(24,25) = 0.0$
$F(15)_2 = A(26,27) = 0.0$
$F(16)_2 = A(24,27) = 0.0$
$F(17)_2 = A(28,29) = 0.0$
$F(18)_2 = A(21,21) = F(21)_1 = 0.0$

$F(5)_2$ 及び $F(18)_2$ はそれぞれ $F(24)_1$, $F(21)_1$ に等しいことになる。

以上より $B(I,J)$ が得られる。

そして $F(I)_1$ は計算機内に $F(I)_0$ と置き換わって記憶され，$B(I,J)$ は $A(I,J)$ と置き換る。

表—2

		J																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
I	1	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0.25	0	0
	6	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0.125	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0	0
	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0	0.25
	13	0	0	0	0	0	0.125	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0	0	0	0
	14	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0	0.125	0	0
	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0.125	0	0
	16	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0.125	0.125	0.50	0	0
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.50	0
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25	0	0	0	0	0	0.50

4. 計算の手順

1) 各個体の近交係数

第 n 世代の F(I)＝第 n－1 世代の A(I, J)

2) I＝J の場合

$$B(I, J) = [\text{第 n 世代の } F(I) + 1.0]/2.0$$

3) 同世代の 2 個体間の親縁係数

$$B(1, 2) = \frac{[A(1, 3)+A(1, 4)+A(2, 3)+A(2, 4)]}{4.0}$$

4) 異なる世代の 2 個体間の親縁係数

$$B(2, 3) = \frac{[A(3, 3)+A(3, 3)+A(4, 3)+A(4, 3)]}{4.0}$$

5. FACOM 230-60 を用いた FORTRAN プログラム

①

```
* SOURCE STATEMENT *
C                                                                       MUR00010
C                                                                       MUR00020
C                                                                       MUR00030
C     WAGAKUNI THOROUGHBRED SHU SHUUDAN NO IDENGAKUTEKI BUNSEKI 3.      MUR00040
C                                                                       MUR00050
C     COMPUTER NI YORU KINKOUKEISUU NO KEISAN.                          MUR00060
C                                                                       MUR00070
C                                                                       MUR00080
C        MURATA SETSUKO, HOKKAIDOU DAIGAKU NOUGAKUBU, 1972              MUR00090
C                                                                       MUR00100
C     KONKAI NO ZAIRYOU WA 100 TOU MUSAKUI CHUUSHUTSU HYOUHON O         MUR00110
C     MOCHIITA.                                                         MUR00120
C                                                                       MUR00130
      INTEGER TAROU, HANAKO                                             MUR00140
      DIMENSION A(50,50), B(50,50), F(50), ID(50), NS(50), ND(50),      MUR00150
     1          NP(50), NG(50), NIG(10), TAROU(50), HANAKO(50)          MUR00160
C                                                                       MUR00170
C     PROGRAM WA 1 SEDAI NI TSUKI 50 TOU MADE, SEDAISUU WA NANDAI DEMO  MUR00180
C     KEISAN GA YURUSARERU.                                             MUR00190
C                                                                       MUR00200
C     HENSUUMEI (NAIBU SEIGYO HENSUU WA NOZOKU.) O TSUGI NI SHIMESU.    MUR00210
C                                                                       MUR00220
C        A     KIHON NO SEDAI NO COANCESTRY MATRIX.                     MUR00230
C        B     KEISAN SUBEKI SEDAI NO COANCESTRY MATRIX.                MUR00240
C        F     KINKOUKEISUU.                                            MUR00250
C        NIB   KIHON NO SEDAI NO KOTAISUU.                              MUR00260
C        NC    KEISAN SUBEKI SEDAISUU. (KIHON NO SEDAI WA NOZOKU.)      MUR00270
C        NG    SEDAI BANGOU.                                            MUR00280
C        NP    KAKU KOTAI NO KETTOU BANGOU.                             MUR00290
C        ID    KAKU KOTAI NO KOTAI BANGOU.                              MUR00300
```

```
C       NS    HAJIME NO OYA NO KETTOU BANGOU.                          MUR00310
C       ND    TSUGI NO OYA NO KETTOU BANGOU.                           MUR00320
C       NIG   HITOTSU NO SEDAI NO KOTAISUU.                            MUR00330
C       NX    HYOUHONBA NO KETTOU TOUROKU BANGOU.                      MUR00340
C       NY    HITOTSU NO GROUP NO HYOUHONBA NO BANGOU.                 MUR00350
C       NZ    HITOTSU NO GROUP NO HYOUHONBASUU.                        MUR00360
C       NW    GROUP NO BANGOU.                                         MUR00370
C                                                                      MUR00380
C                                                                      MUR00390
C     PROGRAM NO HAJIME - KONO PROGRAM NO SAIGO NI HITOTSU NO GROUP NO MUR00400
C     KINKOU KEISUU NO HEIKIN O KEISAN SURU TAME NI SS O SENGEN SURU.  MUR00410
C                                                                      MUR00420
3       1 SS=0.0                                                       MUR00430
C                                                                      MUR00440
C     HAJIME NO DATA O YOMIKOMI TITLE O KAKU.                          MUR00450
C                                                                      MUR00460
4      11 READ(5,12) NX, NW, NY, NZ, NC, NIB, NIG(1), NIG(2), NIG(3), NIG(4)MUR00470
     1, NIG(5)                                                         MUR00480
5      12 FORMAT(11I5)                                                 MUR00490
6        WRITE(6,13) NW, NY, NX                                        MUR00500
7      13 FORMAT(1H0, 5X' ***** GROUP' I2, ' NO, ' I3, ' - ' I4, ' NO KINKOUMUR00510
     1KEISUU *****')                                                   MUR00520
C                                                                      MUR00530
C     HYOUHON SHUUDAN WA HYOUHON NENDO NI YORI 6 GROUP NI WAKERARERU.  MUR00540
C                                                                      MUR00550
8        WRITE(6,14)                                                   MUR00560
9      14 FORMAT(// , 5X ' ***** SEDAI GOTO NO KEISAN NO KEKKA O TSUGINI SHIMUR00570
     1MESU. *****')                                                    MUR00580
10       DO 15 I=1,50                                                  MUR00590
11       F(I)=0.0                                                      MUR00600
12       ID(I)=0                                                       MUR00610
13       NS(I)=0                                                       MUR00620
14       ND(I)=0                                                       MUR00630
15       NG(I)=0                                                       MUR00640
16       NP(I)=0                                                       MUR00650
17       DO 15 J=1,50                                                  MUR00660
18     15 B(I,J)=0.0                                                   MUR00670
C                                                                      MUR00680
C     KIHON NO SEDAI NO TAMENI NIB, ID, OYOBI KINKOUKEISUU O YOMIKOMI  MUR00690
C     INSATSU SURU.                                                    MUR00700
```

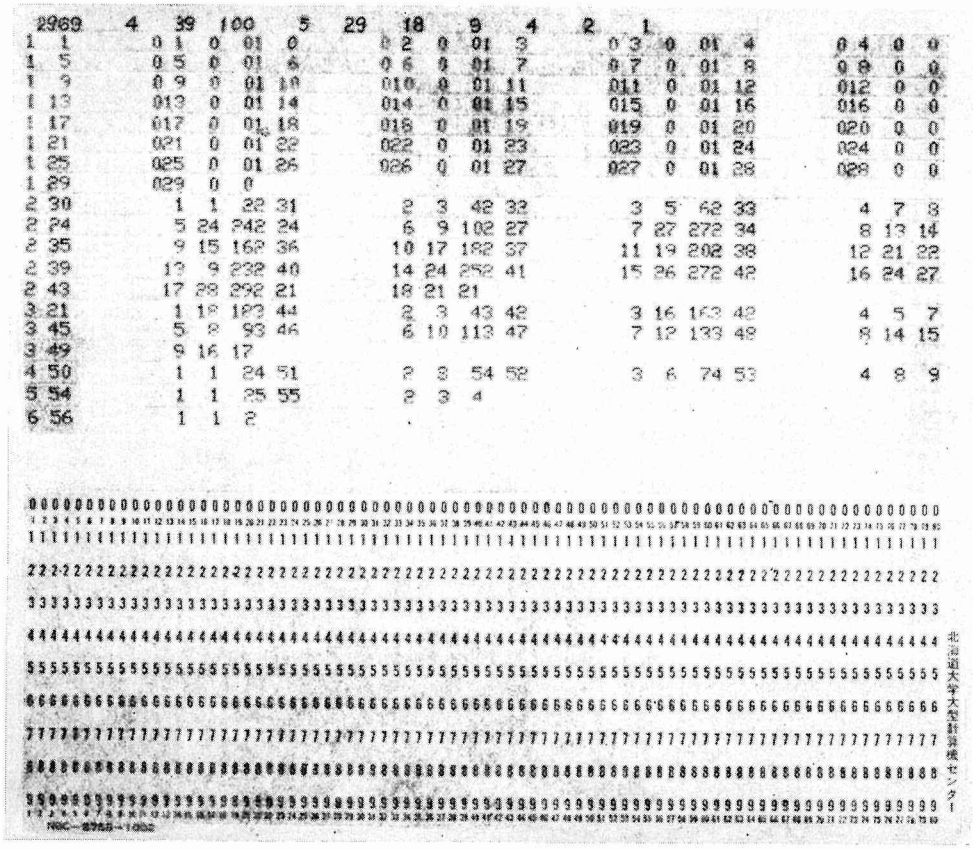
```
C                                                                      MUR00710
C     KIHON NO SEDAI TOWA DAI 1 SEDAI NO KOTO DEARU.                   MUR00720
C                                                                      MUR00730
C     TAROU=TAROU+1                                                    MUR00740
C                                                                      MUR00750
19       SM=0.0                                                        MUR00760
20       READ(5,16) ( NG(I), ID(I), F(I), NP(I), TAROU(I), HANAKO(I),  MUR00770
     1           I=1,NIB)                                              MUR00780
21     16 FORMAT(4(I1,I3,F8.6,I2,2I3))                                 MUR00790
22       WRITE(6,17) NG(1)                                             MUR00800
23     17 FORMAT(/// 5X, ' *****',I2, ' SEDAI NO KINKOUKEISUU TO KETSUEN KANMUR00810
     1KEI (NYUURYOKU CARD YORI.), *****')                              MUR00820
24       WRITE(6,18)                                                   MUR00830
25     18 FORMAT(15X, ' SEDAI', 3X, ' KOTAI NO.', 3X, ' KINKOUKEISUU', 3X, 'MUR00840
     1 KETTOU NO.', 3X, ' RYOUSHIN NO KETTOU NOS.')                    MUR00850
26       SM=SM+F(I)                                                    MUR00860
27       WRITE(6,19) (NG(I), ID(I), F(I), NP(I), TAROU(I), HANAKO(I),  MUR00870
     1           I=1,NIB)                                              MUR00880
28     19 FORMAT(12X, I7, I10, 13XF8.6, I11, I14, I9)                  MUR00890
29       SN=SM/NIB                                                     MUR00900
30       WRITE(6,20) NG(1), SN                                         MUR00910
31     20 FORMAT(1H , I12, ' SEDAI HEIKIN = ', F8.6)                   MUR00920
C                                                                      MUR00930
C     KIHON NO SEDAI NO TAMENI COANCESTRY MATRIX (A) O KEISAN SURU.    MUR00940
C                                                                      MUR00950
32       DO 23 I=1,NIB                                                 MUR00960
33       DO 23 J=1,NIB                                                 MUR00970
34       IF(I-J) 22, 21, 22                                            MUR00980
35     21 A(I,J)=0.5                                                   MUR00990
36       GO TO 23                                                      MUR01000
37     22 A(I,J)=0.0                                                   MUR01010
38     23 CONTINUE                                                     MUR01020
C                                                                      MUR01030
C     KIHON NO SEDAI NO KOTAI WA SUBETE KETSUEN KANKEI GA NAI TO SURU. MUR01040
C                                                                      MUR01050
C     DAI N SEDAI TO DAI N-1 SEDAI NO AIDA NO KETSUEN KANKEI O YOMIKOMU.MUR01060
C                                                                      MUR01070
39       DO 34 I1=1,NC                                                 MUR01080
40     24 READ(5,16) (NG(K), ID(K), DUMMY, NP(K), NS(K), ND(K), K=1,NIG(I1))MUR01090
C                                                                      MUR01100
```

```
      C     TSUGI NO SEDAI NO TAMENI ATARASHII COANCESTRY MATRIX (B) O KEISAN  MUR01110
      C     SURU.                                                              MUR01120
      C                                                                        MUR01130
      C                                                                        MUR01140
41          DO 30 I=1, NIG(II)                                                 MUR01150
42          L=NS(I)                                                            MUR01160
43          M=ND(I)                                                            MUR01170
44          IF(L-M) 25, 26, 25                                                 MUR01180
45       25 F(I)=A(L,M)                                                        MUR01190
46          GO TO 27                                                           MUR01200
47       26 F(I)=F(L)                                                          MUR01210
48       27 DO 30 J=I,NIG(II)                                                  MUR01220
49          LS=NS(J)                                                           MUR01230
50          MS=ND(J)                                                           MUR01240
51          IF(I-J) 29, 28, 29                                                 MUR01250
52       28 B(I,J)=(1.0+F(I))/2.0                                              MUR01260
53          GO TO 30                                                           MUR01270
54       29 B(I,J)=(A(L,LS)+A(L,MS)+A(M,LS)+A(M,MS))/4.0                       MUR01280
55          B(J,I)=B(I,J)                                                      MUR01290
56       30 CONTINUE                                                           MUR01300
      C                                                                        MUR01310
      C     JUUFUKU SHITA KETSUENKANKEI GA ARU MONO NI TSUITE NO KEISAN O      MUR01320
      C     OKONAU.                                                            MUR01330
      C                                                                        MUR01340
57          DO 32 I=1, NIG(II)-1                                               MUR01350
58          DO 32 J=I, NIG(II)-1                                               MUR01360
59          IF(ID(I)-ID(I+1)) 32, 31, 32                                       MUR01370
60       31 B(I,J)=B(I,J)+B(I+1,J)                                             MUR01380
61          B(J,I)=B(J,I)+B(J+1,I)                                             MUR01390
62       32 CONTINUE                                                           MUR01400
63          WRITE(6,17) NG(1)                                                  MUR01410
64          WRITE(6,18)                                                        MUR01420
65          SM=0.0                                                             MUR01430
66          DO 33 L=1,NIG(II)                                                  MUR01440
67       33 SM=SM+F(L)                                                         MUR01450
68          WRITE(6,19) (NG(L), ID(L), F(L), NP(L), NS(L), ND(L), L=1,NIG(II)) MUR01460
69          SN=SM/NIG(II)                                                      MUR01470
70          WRITE(6,20) NG(1),SN                                               MUR01480
      C                                                                        MUR01490
      C     A NO HAIRETSU O B NO HAIRETSU NI OKIKAERU.                         MUR01500
      C
```

```
                                                                               MUR01510
71          DO 34 M=1, NIG(II)                                                 MUR01520
72          DO 34 N=1, NIG(II)                                                 MUR01530
73          A(M,N)=B(M,N)                                                      MUR01540
74       34 CONTINUE                                                           MUR01550
      C                                                                        MUR01560
      C     1 GROUP NO HYOUHONBA NO KINKOUKEISUU NO HEIKINCHI O KEISAN SURU.   MUR01570
      C                                                                        MUR01580
75          SS=SS+SM                                                           MUR01590
76          IF(NY-NZ) 40, 41, 40                                               MUR01600
77       40 GO TO 11                                                           MUR01610
78       41 FC=SS/NZ                                                           MUR01620
79          WRITE(6,42) NW, FC                                                 MUR01630
80       42 FORMAT(1H , 5X,' ******* DAI' ,I3, ' GROUP NO KINKOUKEISUU NO HEIKIMUR01640
           1NCHI *******,' / 13X, ' ----- ',F8.6,' ----- ')                    MUR01650
      C                                                                        MUR01660
      C     6 BANME NO GROUP NO KEISAN GA SUMEBA KONO PROGRAM WA KANRYOU SURU. MUR01670
      C                                                                        MUR01680
81          IF(6-NW) 1, 43, 1                                                  MUR01690
82       43 STOP                                                               MUR01700
83          END
```

② 入　力

データ入力にはカードを用いた。



③ 出　力

計算結果の出力にはラインプリンターを用いた。

```
***** GROUP 4 NO.  39 - 2969 NO KINKOUKEISUU *****

***** SEDAI GOTO NO KEISAN NO KEKKA O TSUGINI SHIMESU. *****

***** 1 SEDAI NO KINKOUKEISUU TO KETSUEN KANKEI (NYUURYOKU CARD YORI.). *****
    SEDAI     KOTAI NO.     KINKOUKEISUU     KETTOU NO.     RYOUSHIN NO KETTOU NOS.
      1          1             0.0             1              0          0
      1          2             0.0             2              0          0
      1          3             0.0             3              0          0
      1          4             0.0             4              0          0
      1          5             0.0             5              0          0
      1          6             0.0             6              0          0
      1          7             0.0             7              0          0
      1          8             0.0             8              0          0
      1          9             0.0             9              0          0
      1         10             0.0            10              0          0
      1         11             0.0            11              0          0
      1         12             0.0            12              0          0
      1         13             0.0            13              0          0
      1         14             0.0            14              0          0
      1         15             0.0            15              0          0
      1         16             0.0            16              0          0
      1         17             0.0            17              0          0
      1         18             0.0            18              0          0
      1         19             0.0            19              0          0
      1         20             0.0            20              0          0
      1         21             0.0            21              0          0
      1         22             0.0            22              0          0
      1         23             0.0            23              0          0
      1         24             0.0            24              0          0
      1         25             0.0            25              0          0
      1         26             0.0            26              0          0
      1         27             0.0            27              0          0
      1         28             0.0            28              0          0
      1         29             0.0            29              0          0
  1 SEDAI HEIKIN = 0.0

***** 2 SEDAI NO KINKOUKEISUU TO KETSUEN KANKEI (NYUURYOKU CARD YORI.). *****
    SEDAI     KOTAI NO.     KINKOUKEISUU     KETTOU NO.     RYOUSHIN NO KETTOU NOS.
      2         30             0.0             1              1          2
      2         31             0.0             2              3          4
      2         32             0.0             3              5          6
      2         33             0.0             4              7          8
      2         24             0.0             5             24         24
      2         24             0.0             6              9         10
      2         27             0.0             7             27         27
      2         34             0.0             8             13         14
      2         35             0.0             9             15         16
      2         36             0.0            10             17         18
      2         37             0.0            11             19         20
      2         38             0.0            12             21         22
      2         39             0.0            13              9         23
      2         40             0.0            14             24         25
      2         41             0.0            15             26         27
      2         42             0.0            16             24         27
      2         43             0.0            17             28         29
      2         21             0.0            18             21         21
  2 SEDAI HEIKIN = 0.0

***** 3 SEDAI NO KINKOUKEISUU TO KETSUEN KANKEI (NYUURYOKU CARD YORI.). *****
    SEDAI     KOTAI NO.     KINKOUKEISUU     KETTOU NO.     RYOUSHIN NO KETTOU NOS.
      3         21             0.0             1             18         18
      3         44             0.0             2              3          4
      3         42             0.0             3             16         16
      3         42             0.0             4              5          7
      3         45             0.0             5              8          9
      3         46             0.0             6             10         11
      3         47             0.0             7             12         13
      3         48             0.0             8             14         15
      3         49             0.0             9             16         17
  3 SEDAI HEIKIN = 0.0
```

```
***** 4 SEDAI NO KINKOUKEISUU TO KETSUEN KANKEI (NYUURYOKU CARD YORI.). *****
      SEDAI     KOTAI NO.     KINKOUKEISUU     KETTOU NO.     RYOUSHIN NO KETTOU NOS.
        4          50             0.0             1              1        2
        4          51             0.0             2              3        5
        4          52             0.0             3              6        7
        4          53             0.062500        4              8        9
    4 SEDAI HEIKIN = 0.015625


***** 5 SEDAI NO KINKOUKEISUU TO KETSUEN KANKEI (NYUURYOKU CARD YORI.). *****
      SEDAI     KOTAI NO.     KINKOUKEISUU     KETTOU NO.     RYOUSHIN NO KETTOU NOS.
        5          54             0.0             1              1        2
        5          55             0.0             2              3        4
    5 SEDAI HEIKIN = 0.0


***** 6 SEDAI NO KINKOUKEISUU TO KETSUEN KANKEI (NYUURYOKU CARD YORI.). *****
      SEDAI     KOTAI NO.     KINKOUKEISUU     KETTOU NO.     RYOUSHIN NO KETTOU NOS.
        6          56             0.041016        1              1        2
    6 SEDAI HEIKIN = 0.041016
```

参 考 文 献

(1) CRUDEN, D. J. Hered. 40: 248–251. 1949.

(2) LI, F. H. E., T. H. RODERICK, and R. S. RUPP. Personal Communication. 1–25. 1970.

(3) LI, F. H. F., and T. H. RODERICK. J. Hered. 61: 37–38. 1970.