

分散分析の計算プログラムの作成とその適用に関する一考察

瀧 野 千 春

(心理学教室)

(昭和55年4月30日受理)

I

実験や調査を行なって得られたデータを処理する方法として、分散分析の方法が用いられることがよくあるが、その計算に際して、電子計算機を使用することが次第に多くなって来ている。このためには、分散分析の計算プログラムを作成し、それを適切に使用することが当然のことながら必要とされる。しかし、分散分析の方法はきわめて多様であって、比較的単純なものから複雑なものまで多くのケースが含まれている。そこで、分散分析の方法の分類について記述するが、今回の論文では、一応2要因までのケースについて、記述することにする。

分散分析の方法は、以下に示す8種類のケースに分類することができる。

(1) k 個の条件 (要因の水準数と考えてもよい) に、それぞれ n 人ずつの被験者 (別個の) が割り当てられる場合。〔1要因〕

(2) k 個の条件に割り当てられている被験者数 (n_j) が異なる場合。〔1要因〕

(3) 同一の被験者に、 k 個の条件がくり返し適用される場合で、被験者数は n 人。〔1要因〕

(4) 同一の被験者に、 $p \times q$ 個の条件が、くり返し適用される場合。このケースは、 A 、 B 2要因の場合で、 p は要因 A の、 q は要因 B の水準数 (number of levels) である。被験者数は n 人。〔2要因〕

(5) $p \times q$ 個の条件に、それぞれ n 人ずつの被験者 (別個の) が割り当てられる場合。 p 、 q はそれぞれ要因 A 、要因 B の水準数。〔2要因〕

(6) $p \times q$ 個の条件に、割り当てられる被験者数 (n_{ij}) がそれぞれ異なる場合。ただし $i = 1, 2, \dots, p; j = 1, 2, \dots, q$ とする。〔2要因〕

(7) n 人 p 人の被験者が、 n 人ずつ p 個の条件に割り当てられ、その各被験者には q 個の条件が、くり返し適用される場合。2要因のうち要因 A は *betwen* の、要因 B は *within* の要因と呼ばれる。〔2要因〕

(8) 上記の(7)と同じだが、 p 個の条件に割に当てられた被験者数 (n_i) が異なる場合。ただし $i = 1, 2, \dots, p$ とする。〔2要因〕

上記の8種類のケースのそれぞれに対応して、8種類の計算プログラムが筆者によって作成され、ANOVA (1)、ANOVA (1A)、ANOVA (2)、ANOVA (2A)、ANOVA (3)、ANOVA (3A)、ANOVA (4)、ANOVA (4A) と名称を付けることにした。ANOVA とは、Analysis of variance の略称として用いられている表現である。

なお上記の計算プログラムの基礎になっている、分散分析の計算式は実験計画 (experimental design) に関する統計学の書物に記載されているが、上述のような広範囲にわたるものは比較的少ない。筆者は Winer (1971) を参考にした。

また計算プログラムに関しては、難波・吉田 (1974)、塗師 (1979)、金田 (1974)、日比野・中田 (1979) に分散分析の計算プログラムが記述されているが、比較的簡単なもので、筆者の ANOVA (2) [上述のケース(3)に対応]、ANOVA (2A) [ケース(4)]、ANOVA (4) [ケース(7)]、ANOVA (4A) [ケース(8)] に相当する計算プログラムは見当たらない。

```

C      ANOVA(4A)
0001  DIMENSION A(10,10,20),SUM1(10,10),SUM2(10,10),SUM3(10,20),SS(10,10
*) ,AV(10,10),SD(10,10),AVA(10),AVB(10),SUMAV1(10),SUMAV2(10),SUM5(1
*) ,SUM6(10),N(10)
*) ,ANAME(9),BNAME(9)
0002  DATA ANAME/2HA1,2HA2,2HA3,2HA4,2HA5,2HA6,2HA7,2HA8,2HA9/,
*) BNAME/2HB1,2HB2,2HB3,2HB4,2HB5,2HB6,2HB7,2HB8,2HB9/
0003  READ (5,100) IP
0004  READ (5,100) IQ
0005  READ (5,100) (N(I),I=1,IP)
0006  DO 10 J=1,IQ
0007  DO 11 I=1,IP
0008  NI=N(I)
0009  READ (5,101) (A(I,J,K),K=1,NI)
0010  11 CONTINUE
0011  10 CONTINUE
0012  DO 12 J=1,IQ
0013  DO 13 I=1,IP
0014  SUM1(I,J)=0.0
0015  SUM2(I,J)=0.0
0016  NI=N(I)
0017  DO 14 K=1,NI
0018  SUM1(I,J)=SUM1(I,J)+A(I,J,K)
0019  SUM2(I,J)=SUM2(I,J)+A(I,J,K)**2
0020  14 CONTINUE
0021  13 CONTINUE
0022  12 CONTINUE
0023  DO 15 J=1,IQ
0024  DO 16 I=1,IP
0025  SS(I,J)=SUM2(I,J)-SUM1(I,J)**2/FLOAT(N(I))
0026  AV(I,J)=SUM1(I,J)/FLOAT(N(I))
0027  SD(I,J)=SQRT(SS(I,J)/FLOAT(N(I)))
0028  16 CONTINUE
0029  15 CONTINUE
0030  DO 17 I=1,IP
0031  NI=N(I)
0032  DO 18 K=1,NI
0033  DO 19 J=1,IQ
0034  SUM3(I,K)=SUM3(I,K)+A(I,J,K)
0035  19 CONTINUE
0036  18 CONTINUE
0037  17 CONTINUE
0038  ISUM=0
0039  SUM4=0.0
0040  DO 20 I=1,IP
0041  ISUM=ISUM+N(I)
0042  SUM4=SUM4+1.0/FLOAT(N(I))
0043  HM=FLOAT(IP)/SUM4
0044  20 CONTINUE
0045  DO 21 J=1,IQ
0046  SUM6(J)=0.0
0047  SUMAV1(J)=0.0
0048  DO 22 I=1,IP
0049  SUM6(J)=SUM6(J)+SUM1(I,J)
0050  SUMAV1(J)=SUMAV1(J)+AV(I,J)
0051  22 CONTINUE
0052  AVB(J)=SUM6(J)/FLOAT(ISUM)
0053  21 CONTINUE

```

```

0054      DO 23 I=1,IP
0055      SUM5(I)=0.0
0056      SUMAV2(I)=0.0
0057      DO 24 J=1,IQ
0058      SUMAV2(I)=SUMAV2(I)+AV(I,J)
0059      SUM5(I)=SUM5(I)+SUM1(I,J)
0060      24 CONTINUE
0061      AVA(I)=SUM5(I)/(FLOAT(N(I))*FLOAT(IQ))
0062      23 CONTINUE
0063      GSUM1=0.0
0064      GSUM2=0.0
0065      GSUM3=0.0
0066      GSUM4=0.0
0067      DO 25 J=1,IQ
0068      DO 26 I=1,IP
0069      GSUM1=GSUM1+SUM2(I,J)
0070      GSUM2=GSUM2+AV(I,J)
0071      GSUM3=GSUM3+AV(I,J)**2
0072      GSUM4=GSUM4+SUM1(I,J)**2/FLOAT(N(I))
0073      26 CONTINUE
0074      25 CONTINUE
0075      GSUM5=0.0
0076      GSUM6=0.0
0077      DO 27 I=1,IP
0078      GSUM5=GSUM5+SUM5(I)**2/(FLOAT(IQ)*FLOAT(N(I)))
0079      GSUM6=GSUM6+SUMAV2(I)**2
0080      27 CONTINUE
0081      GSUM7=0.0
0082      DO 28 J=1,IQ
0083      GSUM7=GSUM7+SUMAV1(J)**2
0084      28 CONTINUE
0085      GSUM8=0.0
0086      DO 29 I=1,IP
0087      NI=N(I)
0088      DO 30 K=1,NI
0089      GSUM8=GSUM8+SUM3(I,K)**2
0090      30 CONTINUE
0091      29 CONTINUE
0092      COR=GSUM2**2/(FLOAT(IP)*FLOAT(IQ))
0093      X1=GSUM6/FLOAT(IQ)
0094      X2=GSUM7/FLOAT(IP)
0095      X3=GSUM8/FLOAT(IQ)
0096      SSA=HM*(X1-COR)
0097      SSEB=X3-GSUM5
0098      SSB=HM*(X2-COR)
0099      SSAB=HM*(GSUM3-X1-X2+COR)
0100      SSEW=GSUM1-GSUM4-X3+GSUM5
0101      IDFBS=ISUM-1
0102      IDFA=IP-1
0103      IDFEW=IDFBS-IDFA
0104      IDFS=IQ*ISUM-1-IDFBS
0105      IDFB=IQ-1
0106      IDFAB=(IP-1)*(IQ-1)
0107      IDFEW=IDFS-IDFB-IDFAB
0108      AMSA=SSA/FLOAT(IDFA)
0109      AMSEB=SSEB/FLOAT(IDFB)
0110      AMSB=SSB/FLOAT(IDFB)
0111      AMSAB=SSAB/FLOAT(IDFAB)
0112      AMSEW=SSEW/FLOAT(IDFEW)
0113      FA=AMSA/AMSEB

```

```

0114      FB=AMSB/AMSEW
0115      FAF=AMSAB/AMSEW
0116      WRITE (6,102)
0117      WRITE (6,103) IDFBS
0118      WRITE (6,104) SSA, IDFA, AMSA, FA
0119      WRITE (6,105) SSEB, IDFEB, AMSEB
0120      WRITE (6,106) IDFW
0121      WRITE (6,107) SSA, IDFB, AMSB, FB
0122      WRITE (6,108) SSAB, IDFAH, AMSAB, FAB
0123      WRITE (6,109) SSEW, IDFEW, AMSEW
0124      WRITE (6,110) (BNAME(J), J=1, IQ)
0125      WRITE (6,111) (ANAME(I), (AV(I, J), J=1, IQ), I=1, IP)
0126      WRITE (6,112) (BNAME(J), J=1, IQ)
0127      WRITE (6,113) (ANAME(I), (SD(I, J), J=1, IQ), I=1, IP)
0128      WRITE (6,113) (AVA(I), I=1, IP)
0129      WRITE (6,114) (AVB(J), J=1, IQ)
0130      100 FORMAT (3I3)
0131      101 FORMAT (5F8,2)
0132      102 FORMAT (1H1,13X,2HSS,3X,2HDF,8X,2HMS,6X,1HF)
0133      103 FORMAT (1H0,3X,2HBS,10X,15)
0134      104 FORMAT (1H0,3X,2HA ,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0135      105 FORMAT (1H0,3X,2HEB,F10.2,15,F10.2)
0136      106 FORMAT (1H0,3X,2HWS,10X,15)
0137      107 FORMAT (1H0,3X,2HB ,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0138      108 FORMAT (1H0,3X,2HAB,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0139      109 FORMAT (1H0,3X,2HEW,F10.2,15,F10.2)
0140      110 FORMAT (1H0,8HMEAN(AB)/4X,3(8X,A2))
0141      111 FORMAT (1H0,A2,2X,3F10.2)
0142      112 FORMAT (1H0,8HSD(AB) /4X,3(8X,A2))
0143      113 FORMAT (1H0,7HMEAN(A),3X,3F10.2)
0144      114 FORMAT (1H0,7HMEAN(B),3X,3F10.2)
0145      STOP
0146      END

```

	SS	DF	MS	F
BS		11		
A	51.71	2	25.86	0.37
EB	637.07	9	70.79	
WS		24		
B	289.76	2	144.88	34.94
AB	174.21	4	43.55	10.50
EW	74.64	18	4.15	
MEAN(AB)				
	B1	B2	B3	
A1	6.33	10.33	10.33	
A2	6.60	9.60	15.20	
A3	6.25	18.25	11.50	
SD(AH)				
	B1	B2	B3	
A1	2.87	3.68	5.79	
A2	4.03	5.31	6.76	
A3	2.59	2.86	2.96	
MEAN(A)	9.00	10.47	12.00	
MEAN(B)	6.42	12.67	12.75	

II

上述の4種類の計算プログラムのうち、ANOVA (4A)〔ケース(8)に対応〕をとりあげ、その適用について説明する。この計算プログラムは、要因A、要因Bの水準数として p 、 q が9までを、被験者数として20までを考慮して用いられるように作成された。配列はDIMENSION宣言文の最初に見られるように3次元までの配列が用いられている。

要因Aの水準数 p 、要因Bの水準数 q を読ませた後、DO型並びの入力文で被験者数 n_i やデータ(配列A(I, J, K)で表現される)を読ませる。

計算結果は分散分析表だけの出力でなく、 $p \times q$ 個の条件について、それぞれ算術平均と標準偏差が計算される。そのために、あらかじめDATA文でA 1……A 9、B 1……B 9を入れておく。

また、要因Bをこみにした場合の要因Aの算術平均(水準数 p に対応して p 個)、要因Aをこみにした場合の要因Bの算術平均(水準数 q に対応して q 個)も計算され、表示されるようにしてある。

なお、注意すべき点は、出力を規定するFORMATで、この計算プログラムでは、 $p=3$ 、 $q=3$ の場合が例にあげてあるが、この p 、 q が変われば、それとの関係でFORMAT文が変わるのは言うまでもない。

また、 p 、 q 、 n は整数型、データは実数型で入力し、出力の際、 df のみは整数型として取扱うようにしてある。

上述のANOVA (4A)以外の計算プログラムについては、引用文献の次に、ANOVA (2)、ANOVA (3A)、ANOVA (4)が付加されている。

III

今後の問題点は、単純効果の検定(瀧野、1965)やmultiple range test(瀧野、1968)とを関連させたプログラムの開発を考えることや、3要因の実験計画を取扱う計算プログラムの作成である。前2者は算術平均の差のmatrixを作る必要があり、後者は4次元の配列を用いる必要がある。

〔付記〕この計算プログラムの作成は、奈良教育大学教育工学センター(電子計算機部門)に導入された、HITAC L-340をローカルバッチで使用して行なわれた。使用した言語は、FORTRANである。

引用文献

- 日比野省三・中田友一 1979 やさしいコンピュータ統計概論 福村出版
 金田数正 1974 FORTRANの統計実務入門 内田老鶴園新社
 難波精一郎・吉田光雄 1974 心理・教育のためのFORTRAN 誠信書房
 塗師 斌 1979 コンピュータプログラム 池田央・芝祐順(編)社会科学・行動科学のための数学入門 第9巻 新曜社
 瀧野千春 1965 分散分析における単純効果の検定について、奈良学芸大学紀要(人文・社会科学), 13, 163-170.

瀧野千春 1968 Multiple range test の適用に関する一考察, 奈良教育大学紀要, 16(1), 195-204.

Winer, B. J. 1971 *Statistical principles in experimental design*, 2nd ed., New York: McGraw-Hill.

```

      C      ANOVA(2)
0001      DIMENSION A(50,50),SUM(50),SUM2(50),SUM3(50),AV(10),SD(10)
0002      READ (5,100) N
0003      READ (5,100) K
0004      READ (5,101)((A(I,J),I=1,N),J=1,K)
0005      DO 10 J=1,K
0006          SUM(J)=0.0
0007          SUM2(J)=0.0
0008          DO 11 I=1,N
0009              SUM(J)=SUM(J)+A(I,J)
0010          SUM2(J)=SUM2(J)+A(I,J)**2
0011      11 CONTINUE
0012          AV(J)=SUM(J)/FLOAT(N)
0013          SD(J)=SQRT(SUM2(J)/FLOAT(N)-AV(J)**2)
0014      10 CONTINUE
0015          DO 12 I=1,N
0016              SUM3(I)=0.0
0017              DO 13 J=1,K
0018                  SUM3(I)=SUM3(I)+A(I,J)
0019      13 CONTINUE
0020      12 CONTINUE
0021          GSUM=0.0
0022          GSUM2=0.0
0023          GSUM3=0.0
0024          DO 14 J=1,K
0025              GSUM=GSUM+SUM(J)
0026              GSUM2=GSUM2+SUM2(J)
0027              GSUM3=GSUM3+SUM(J)**2
0028      14 CONTINUE
0029          GSUM4=0.0
0030          DO 15 I=1,N
0031              GSUM4=GSUM4+SUM3(I)**2
0032      15 CONTINUE
0033          COR=GSUM**2/(FLOAT(N)*FLOAT(K))
0034          SST=GSUM2-COR
0035          SSBS=GSUM4/FLOAT(K)-COR
0036          SSWS=SST-SSBS
0037          SSTR=GSUM3/FLOAT(N)-COR
0038          SSE=SSWS-SSTR
0039          IDFT=N*K-1
0040          IDFB=N-1
0041          IDFW=SST-IDFB
0042          IDFR=K-1
0043          IDFE=IDFW-IDFR
0044          AMSTR=SSTR/FLOAT(IDFR)
0045          AMSE=SSE/FLOAT(IDFE)
0046          F=AMSTR/AMSE
0047          WRITE (6,102)
0048          WRITE (6,103) SSBS,IDFB
0049          WRITE (6,104) SSWS,IDFW
0050          WRITE (6,105) SSTR,IDFR,AMSTR,F
0051          WRITE (6,106) SSE,IDFE,AMSE
0052          WRITE (6,107) SST,IDFT
0053          WRITE (6,108) (AV(J),J=1,K),(SD(J),J=1,K)
0054      100 FORMAT (2I3)
0055      101 FORMAT (4F8.2)
0056      102 FORMAT (1H1,13X,2HSS,3X,2HDF,8X,2HMS,6X,1HF)
0057      103 FORMAT (1H0,3X,2HBS,F10.2,15)
0058      104 FORMAT (1H0,3X,2HWS,F10.2,15)
0059      105 FORMAT(1H0,3X,2HTR,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0060      106 FORMAT(1H0,3X,2HE ,F10.2,15,F10.2)
0061      107 FORMAT (1H0,3X,2HT ,F10.2,15)
0062      108 FORMAT (1H0,4HMEAN,5F10.2/1H0,4HSD ,5F10.2)
0063      STOP
0064      END

```

```

C      ANOVA(2A)
0001      DIMENSION A(20,20,20),B(20,20),C(20,20),D(20),SUM2(20),SUM3(20),SU
      *M4(20),AV(20,20),SD(20,20),AVB(20),AVA(20)
      *ANAME(9),BNAME(9)
0002      DATA ANAME/2HA1,2HA2,2HA3,2HA4,2HA5,2HA6,2HA7,2HA8,2HA9/,
      *BNAME/2HB1,2HB2,2HB3,2HB4,2HB5,2HB6,2HB7,2HB8,2HB9/
0003      READ (5,100) N
0004      READ (5,100) IP
0005      READ (5,100) IQ
0006      READ (5,101) (((A(I,J,K),K=1,N),J=1,IQ),I=1,IP)
0007      DO 8 I=1,IP
0008      DO 9 J=1,IQ
0009      B(I,J)=0.0
0010      C(I,J)=0.0
0011      DO 10 K=1,N
0012      B(I,J)=B(I,J)+A(I,J,K)
0013      C(I,J)=C(I,J)+A(I,J,K)**2
0014      10 CONTINUE
0015      AV(I,J)=B(I,J)/FLOAT(N)
0016      SD(I,J)=SQRT(C(I,J)/FLOAT(N)-AV(I,J)**2)
0017      9 CONTINUE
0018      8 CONTINUE
0019      SUM1=0.0
0020      DO 11 I=1,IP
0021      DO 12 J=1,IQ
0022      SUM1=SUM1+C(I,J)
0023      12 CONTINUE
0024      11 CONTINUE
0025      DO 13 J=1,IQ
0026      SUM2(J)=0.0
0027      SUM3(J)=0.0
0028      DO 14 I=1,IP
0029      SUM2(J)=SUM2(J)+B(I,J)
0030      SUM3(J)=SUM3(J)+B(I,J)**2
0031      14 CONTINUE
0032      AVB(J)=SUM2(J)/(FLOAT(N)*FLOAT(IP))
0033      13 CONTINUE
0034      DO 15 I=1,IP
0035      SUM4(I)=0.0
0036      DO 16 J=1,IQ
0037      SUM4(I)=SUM4(I)+B(I,J)
0038      16 CONTINUE
0039      AVA(I)=SUM4(I)/(FLOAT(N)*FLOAT(IQ))
0040      15 CONTINUE
0041      GSUM=0.0
0042      GSUM2=0.0
0043      GSUM3=0.0
0044      DO 17 J=1,IQ
0045      GSUM=GSUM+SUM2(J)
0046      GSUM2=GSUM2+SUM3(J)
0047      GSUM3=GSUM3+SUM2(J)**2
0048      17 CONTINUE
0049      GSUM4=0.0
0050      DO 18 I=1,IP
0051      GSUM4=GSUM4+SUM4(I)**2
0052      18 CONTINUE
0053      DO 19 K=1,N
0054      D(K)=0.0
0055      DO 20 J=1,IQ
0056      DO 21 I=1,IP
0057      D(K)=D(K)+A(I,J,K)
0058      21 CONTINUE
0059      20 CONTINUE
0060      19 CONTINUE
0061      SUM5=0.0
0062      DO 22 K=1,N
0063      SUM5=SUM5+D(K)**2
0064      22 CONTINUE
0065      COR=GSUM**2/(FLOAT(N)*FLOAT(IP)*FLOAT(IQ))
0066      SST=SUM1-COR
0067      SSBS=SUM5/(FLOAT(IP)*FLOAT(IQ))-COR
0068      SSW=SST-SSBS

```

```

0069      SSA=GSUM4/(FLOAT(N)*FLOAT(IQ))-COR
0070      SSB=GSUM3/(FLOAT(N)*FLOAT(IP))-COR
0071      SSAB=GSUM2/FLOAT(N)-COR-SSA-SSB
0072      SSE=SSWS-SSA-SSB-SSAB
0073      IDFT=N*IP*IQ-1
0074      IDFBS=N-1
0075      IDFWS=N*(IP*IQ-1)
0076      IDFA=IP-1
0077      IDFB=IQ-1
0078      IDFAB=IDFA*IDFB
0079      IDFAB=IDFA*IDFB
0080      IDFE=IDFWS-IDFA-IDFB-IDFAB
0081      AMSBS=SSBS/FLOAT(IDFBS)
0082      AMSWS=SSWS/FLOAT(IDFWS)
0083      AMSA=SSA/FLOAT(IDFA)
0084      AMSB=SSB/FLOAT(IDFB)
0085      AMSAB=SSAB/FLOAT(IDFAB)
0086      AMSE=SSE/FLOAT(IDFE)
0087      FBS=AMSBS/AMWS
0088      FA=AMSA/AMSE
0089      FB=AMSB/AMSE
0090      FAB=AMSAB/AMSE
0091      WRITE (6,102)
0092      WRITE (6,108) SSBS, IDFB, AMSBS, FBS
0093      WRITE (6,109) SSWS, IDFWS, AMSWS
0094      WRITE (6,103) SSA, IDFA, AMSA, FA
0095      WRITE (6,104) SSB, IDFB, AMSB, FB
0096      WRITE (6,105) SSAB, IDFAB, AMSAB, FAB
0097      WRITE (6,106) SSE, IDFE, AMSE
0098      WRITE (6,107) SST, IDFT
0099      WRITE (6,110) (BNAME(J),J=1,IQ)
0100      WRITE (6,114) (ANAME(I),(AV(I,J),J=1,IQ),I=1,IP)
0101      WRITE (6,111) (BNAME(J),J=1,IQ)
0102      WRITE (6,114) (ANAME(I),(SD(I,J),J=1,IQ),I=1,IP)
0103      WRITE (6,112) (AVA(I),I=1,IP)
0104      WRITE (6,113) (AVR(J),J=1,IQ)
0105      100 FORMAT (3I3)
0106      101 FORMAT (5F8.2)
0107      102 FORMAT (1H1,13X,2HSS,3X,2HOF,8X,2HMS,6X,1HF)
0108      103 FORMAT (1H0,3X,2HA ,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0109      104 FORMAT (1H0,3X,2HB ,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0110      105 FORMAT (1H0,3X,2HAB,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0111      106 FORMAT (1H0,3X,2HE ,F10.2,15,F10.2)
0112      107 FORMAT (1H0,3X,2HT ,F10.2,15)
0113      108 FORMAT (1H0,3X,2HBS,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0114      109 FORMAT (1H0,3X,2HWS,F10.2,15,F10.2)
0115      110 FORMAT (1H0,8HMEAN(AB)/4X,2(8X,A2))
0116      111 FORMAT (1H0,8HSD(AB) /4X,2(8X,A2))
0117      112 FORMAT (1H0,7HMEAN(A),3X,2F10.2)
0118      113 FORMAT (1H0,7HMEAN(B),3X,2F10.2)
0119      114 FORMAT (1H0,A2,2X,2F10.2)
0120      STOP
0121      END

```



```

C      ANOVA(4)
0001  DIMENSION A(20,20,20),B(20,20),C(20,20),SUM2(20),SUM3(20),SUM4(20)
      *,SUM5(20,20),SS(10,10),AV(10,10),SD(10,10),AVA(10),AVB(10)
      *,ANAME(9),BNAME(9)
0002  DATA ANAME/2HA1,2HA2,2HA3,2HA4,2HA5,2HA6,2HA7,2HA8,2HA9/,
      *BNAME/2HB1,2HB2,2HB3,2HB4,2HB5,2HB6,2HB7,2HB8,2HB9/
0003  READ (5,100) N
0004  READ (5,100) IP
0005  READ (5,100) IQ
0006  READ (5,101) (((A(I,J,K),K=1,N),J=1,IQ),I=1,IP)
0007  DO 8 I=1,IP
0008  DO 9 J=1,IQ
0009  B(I,J)=0.0
0010  C(I,J)=0.0
0011  DO 10 K=1,N
0012  B(I,J)=B(I,J)+A(I,J,K)
0013  C(I,J)=C(I,J)+A(I,J,K)**2
0014  10 CONTINUE
0015  9 CONTINUE
0016  8 CONTINUE
0017  DO 30 J=1,IQ
0018  DO 31 I=1,IP
0019  SS(I,J)=C(I,J)-B(I,J)**2/FLOAT(N)
0020  AV(I,J)=B(I,J)/FLOAT(N)
0021  SD(I,J)=SQRT(SS(I,J)/FLOAT(N))
0022  31 CONTINUE
0023  30 CONTINUE
0024  SUM1=0.0
0025  DO 11 I=1,IP
0026  DO 12 J=1,IQ
0027  SUM1=SUM1+C(I,J)
0028  12 CONTINUE
0029  11 CONTINUE
0030  DO 13 J=1,IQ
0031  SUM2(J)=0.0
0032  SUM3(J)=0.0
0033  DO 14 I=1,IP
0034  SUM2(J)=SUM2(J)+B(I,J)
0035  SUM3(J)=SUM3(J)+B(I,J)**2
0036  14 CONTINUE
0037  AVB(J)=SUM2(J)/(FLOAT(N)*FLOAT(IP))
0038  13 CONTINUE
0039  DO 15 I=1,IP
0040  SUM4(I)=0.0
0041  DO 16 J=1,IQ
0042  SUM4(I)=SUM4(I)+B(I,J)
0043  16 CONTINUE
0044  AVA(I)=SUM4(I)/(FLOAT(N)*FLOAT(IQ))
0045  15 CONTINUE
0046  GSUM=0.0
0047  GSUM2=0.0
0048  GSUM3=0.0
0049  DO 17 J=1,IQ
0050  GSUM=GSUM+SUM2(J)
0051  GSUM2=GSUM2+SUM3(J)
0052  GSUM3=GSUM3+SUM2(J)**2
0053  17 CONTINUE
0054  GSUM4=0.0
0055  DO 18 I=1,IP
0056  GSUM4=GSUM4+SUM4(I)**2
0057  18 CONTINUE
0058  DO 20 I=1,IP
0059  DO 21 K=1,N
0060  SUM5(I,K)=0.0
0061  DO 22 J=1,IQ
0062  SUM5(I,K)=SUM5(I,K)+A(I,J,K)
0063  22 CONTINUE
0064  21 CONTINUE
0065  20 CONTINUE
0066  GSUM5=0.0
0067  DO 23 I=1,IP
0068  DO 24 K=1,N

```

```

0069      GSUM5=GSUM5+SUM5(I,K)**2
0070      24 CONTINUE
0071      23 CONTINUE
0072      COR=GSUM**2/(FLOAT(N)*FLOAT(IP)*FLOAT(IQ))
0073      SST=SUM1-COR
0074      SSBS=GSUM5/FLOAT(IQ)-COR
0075      SSA=GSUM4/(FLOAT(N)*FLOAT(IQ))-COR
0076      SSEB=SSBS-SSA
0077      SSWS=SST-SSBS
0078      SSB=GSUM3/(FLOAT(N)*FLOAT(IP))-COR
0079      SSAB=GSUM2/FLOAT(N)-COR-SSA-SSB
0080      SSEW=SSWS-SSB-SSAB
0081      IDFT=N*IP*IQ-1
0082      IDFB=N*IP-1
0083      IDFA=IP-1
0084      IDFFB=IP*(N-1)
0085      IDFW=N*IP*(IQ-1)
0086      IDFB=IQ-1
0087      IDFAB=IDFA*IDFB
0088      IDFEW=IP*(N-1)*(IQ-1)
0089      AMSA=SSA/FLOAT(IDFA)
0090      AMSEB=SSEB/FLOAT(IDFB)
0091      AMSB=SSB/FLOAT(IDFB)
0092      AMSAB=SSAB/FLOAT(IDFAB)
0093      AMSEW=SSEW/FLOAT(IDFEW)
0094      FA=AMSA/AMSEB
0095      FB=AMSB/AMSEW
0096      FAB=AMSAB/AMSEW
0097      WRITE (6,102)
0098      WRITE (6,108) SSBS, IDFB
0099      WRITE (6,103) SSA, IDFA, AMSA, FA
0100      WRITE (6,109) SSEB, IDFB, AMSEB
0101      WRITE (6,110) SSWS, IDFW
0102      WRITE (6,104) SSB, IDFB, AMSB, FB
0103      WRITE (6,105) SSAB, IDFAB, AMSAB, FAB
0104      WRITE (6,111) SSEW, IDFEW, AMSEW
0105      WRITE (6,107) SST, IDFT
0106      WRITE (6,106) (BNAME(J), J=1, IQ)
0107      WRITE (6,112) (ANAME(I), (AV(I,J), J=1, IQ), I=1, IP)
0108      WRITE (6,113) (BNAME(J), J=1, IQ)
0109      WRITE (6,112) (ANAME(I), (SD(I,J), J=1, IQ), I=1, IP)
0110      WRITE (6,114) (AVA(I), I=1, IP)
0111      WRITE (6,115) (AVB(J), J=1, IQ)
0112      100 FORMAT (2I3)
0113      101 FORMAT (3F8.2)
0114      102 FORMAT (1H1,13X,2HSS,3X,2HDF,8X,2HMS,6X,1HF)
0115      103 FORMAT (1H0,3X,2HA ,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0116      104 FORMAT (1H0,3X,2HB ,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0117      105 FORMAT (1H0,3X,2HAB,F10.2,15,F10.2,F7.2)
0118      106 FORMAT (1H0,8HMEAN(AB)/4X,4(8X,A2))
0119      107 FORMAT (1H0,3X,2HT ,F10.2,15)
0120      108 FORMAT (1H0,3X,2HBS,F10.2,15)
0121      109 FORMAT (1H0,3X,2HEB,F10.2,15,F10.2)
0122      110 FORMAT (1H0,3X,2HWS,F10.2,15)
0123      111 FORMAT (1H0,3X,2HEW,F10.2,15,F10.2)
0124      112 FORMAT (1H0,A2,2X,4F10.2)
0125      113 FORMAT (1H0,8HSD(AB) /4X,4(8X,A2))
0126      114 FORMAT (1H0,7HMEAN(A),3X,2F10.2)
0127      115 FORMAT (1H0,7HMEAN(B),3X,4F10.2)
0128      STOP
0129      END

```

Preparation and Application of Computational Programs of
Analysis of Variance Technique

Chiharu TAKINO

Department of Psychology, Nara University of Education, Nara, Japan

(Received April 30, 1980)

Analysis of variance technique is necessary to test the statistical significance of differences between arithmetic means.

The author has prepared the computational programs by **FORTRAN** language usable for **HITAC L-340** applied for eight different cases of the analysis of variance technique.

Especially, one of these programs is suitable for the two-factor experimental design with repeated measure on one factor when number of subjects is unequal.