

## 被験者間 2 要因分散分析

被験者間 2 要因、A および B、のモデルを次のようにおく。

$$Y_{ijk} = m + a_j + b_k + (ab)_{jk} + e_{ijk}$$

ここで、

$$a_j = m_j - m \quad \text{主効果}$$

$$b_k = m_k - m \quad \text{主効果}$$

$$(ab)_{jk} = m_{jk} - m_j - m_k + m \quad \text{交互作用}$$

$$= m_{jk} - (m_j - m) - (m_k - m) - m$$

である。

データ値  $Y_{ijk}$  を次のように分解する。

$$\begin{aligned} Y_{ijk} &= \bar{Y}_{...} + (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...}) + (\bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...}) \\ &\quad + \{\bar{Y}_{.jk} - (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...}) - (\bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...}) - \bar{Y}_{...}\} + (Y_{ijk} - \bar{Y}_{.jk}) \end{aligned}$$

上式の和をとって次式を得る。

$$\begin{aligned} \sum (Y_{ijk} - \bar{Y}_{...})^2 &= bn \sum (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...})^2 + an \sum (\bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...})^2 \\ &\quad + n \sum \{\bar{Y}_{.jk} - (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...}) - (\bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...}) - \bar{Y}_{...}\}^2 + \sum (Y_{ijk} - \bar{Y}_{.jk})^2 \end{aligned}$$

上式を次のように表す。

$$SS_{total} = SS_A + SS_B + SS_{AB} + SS_{S/AB}$$

ここで、

$$SS_{total} = \sum (Y_{ijk} - \bar{Y}_{...})^2$$

$$SS_A = bn \sum (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...})^2$$

$$SS_B = an \sum (\bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...})^2$$

$$SS_{AB} = n \sum \{ \bar{Y}_{.jk} - (\bar{Y}_{.j.} - \bar{Y}_{...}) - (\bar{Y}_{..k} - \bar{Y}_{...}) - \bar{Y}_{...} \}^2$$

$$SS_{S/AB} = \sum (Y_{ijk} - \bar{Y}_{.jk})^2$$

である。上式の平方和から平均平方和を次式で求める。

$$MS_A = \frac{SS_A}{a-1}$$

$$MS_B = \frac{SS_B}{b-1}$$

$$MS_{AB} = \frac{SS_{AB}}{(a-1)(b-1)}$$

$$MS_{S/AB} = \frac{SS_{S/AB}}{ab(n-1)}$$

以上より、分散分析表を表 1 のように作成する。

表 1 分散分析表

変動要因	平方和	自由度	平均平方和	F 比
要因 A	$SS_A$	$a-1$	$MS_A$	$MS_A / MS_{S/AB}$
要因 B	$SS_B$	$b-1$	$MS_B$	$MS_B / MS_{S/AB}$
A × B	$SS_{AB}$	$(a-1)(b-1)$	$MS_{AB}$	$MS_{AB} / MS_{S/AB}$
残差	$SS_{S/AB}$	$ab(n-1)$	$MS_{S/AB}$	
計	$SS_{total}$	$abn-1$		

プログラム PANOVA2Fctr.dpr は、上の分散分析表を算出するものである。このプログラムを実行すると、図 1 のフォームが表示される。

図 1 起動時のフォーム

新しくデータを設定するときは、「追加」あるいは「削除」ボタンをクリックし、それぞれの要因の水準数に合わせて StringGrid 内のセルの行数を調節する。「ラベル」欄に各水準のラベルを設定する。これらのラベルは出力で用いられる。「N =」の右側の Edit コンポーネントには、要因 A の水準と要因 B の水準の組み合わせによる各条件におけるデータ数を設定する。

表 1 要因 A 3 水準、要因 B 3 水準のデータ例

a1			a2			a3		
b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3
24	44	38	30	35	26	21	41	42
33	36	29	21	40	27	18	39	52
37	25	28	39	27	36	10	50	53
29	27	47	26	31	46	31	36	49
42	43	48	34	22	45	20	34	64

表 1 のデータの場合、要因 A が 3 水準、a1、a2、a3、要因 B が 3 水準、b1、b2、b3、であり、各水準  $a_j$  と  $b_k$  の組み合わせに対してデータが 5 個ずつであるので、図 2 のように

設定する。

Form1

要因A	ラベル
a1 ==>	a1
a2 ==>	a2
a3 ==>	a3

要因B	ラベル
b1 ==>	b1
b2 ==>	b2
b3 ==>	b3

削除(A) 追加(A) 削除(B) 追加(B)

N = 5

開じる OK 読み込み

図 2 水準数とデータ数の設定

図 2 のように設定後、「OK」ボタンをクリックする。「OK」ボタンのクリックにより図 3 のフォームが表示される。

	b1	b2	b3
1番目			
2番目			
3番目			
4番目			
5番目			

図3 データ設定用フォーム

表1の要因Aの水準a1に対するデータを図4のように設定する。

	b1	b2	b3
1番目	24	44	38
2番目	33	36	29
3番目	37	25	28
4番目	29	27	47
5番目	42	43	48

図4 データの設定

水準 a2、水準 a3 に対するデータは、ラベル「a2」、「a3」の付いたタブをクリックしてそ

それぞれのページを表示して行う。図5はタブ「a2」をクリックしたときのものである。

	b1	b2	b3
1番目			
2番目			
3番目			
4番目			
5番目			

図5 タブ「a2」をクリックしたフォーム

表1の水準a2に対するデータを図6のように設定する。

	b1	b2	b3
1番目	30	35	26
2番目	21	40	27
3番目	39	27	36
4番目	26	31	46
5番目	34	22	45

図6 水準a2に対するデータの設定

水準a3に対するデータも同様に図7のように設定する。

a1	a2	a3	b1	b2	b3
1番目	21	41	42		
2番目	18	39	52		
3番目	10	50	53		
4番目	31	36	49		
5番目	20	34	64		

図7 水準 a 3 に対するデータの設定

すべてのデータの設定後、「計算」ボタンをクリックすると計算が始る。また、設定したデータは「保存」ボタンのクリックで保存することができる。「保存」ボタンをクリックすると図8のダイアログボックスが表示される。

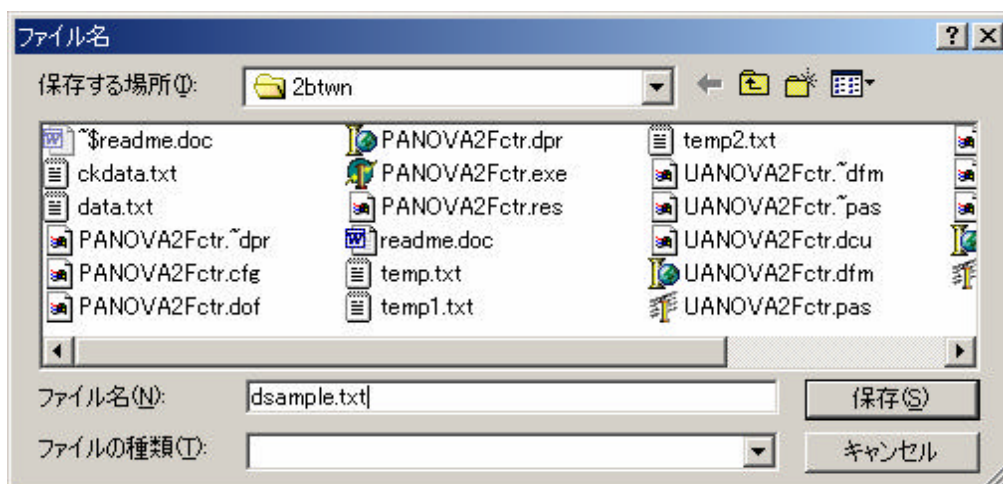


図8 データ保存用ファイル名の設定

ファイル名の設定後、ダイアログボックスの「保存」ボタンをクリックすると、設定したファイル名でデータが保存される。保存したデータは、図1のフォームにおいて「読み込み」ボタンをクリックすると読み込むことができる。「読み込み」ボタンをクリックすると

図 9 のダイアログボックスが表示される。

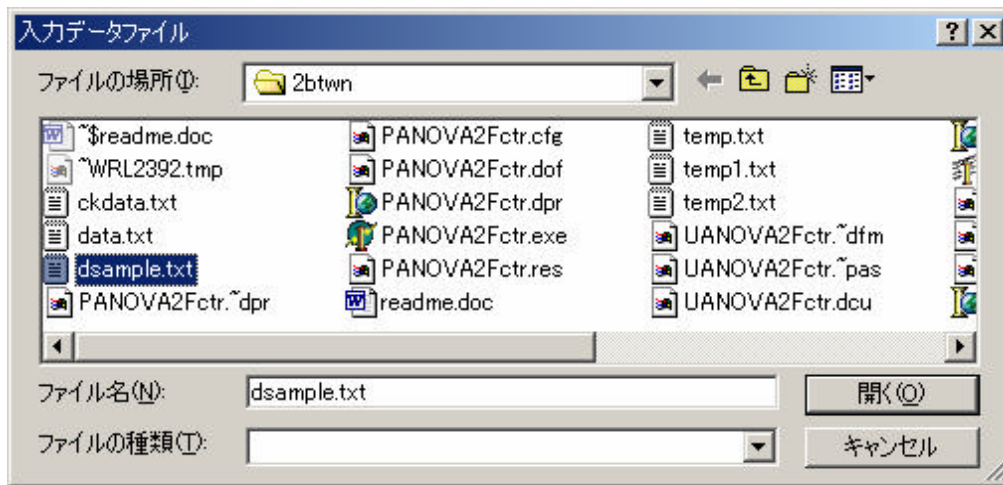


図 9 データ読み込みファイル名の設定

ファイル名の設定後、「開く」ボタンをクリックすると図 10 のように読み込まれる。

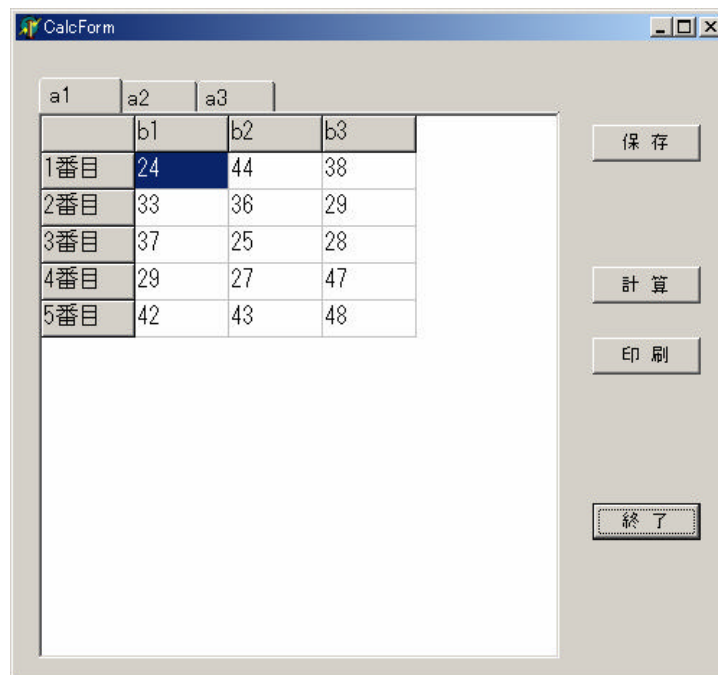


図 10 データの読み込まれた状態

設定されているデータは、「印刷」ボタンのクリックですべてプリンタに出力される。

すべてのデータが設定されている状態（図 7、図 10）において「計算」ボタンをクリックすると、分散分析の計算が始る。「計算」ボタンのクリックで、まず図 11 のダイアロ



グボックスが表示される。

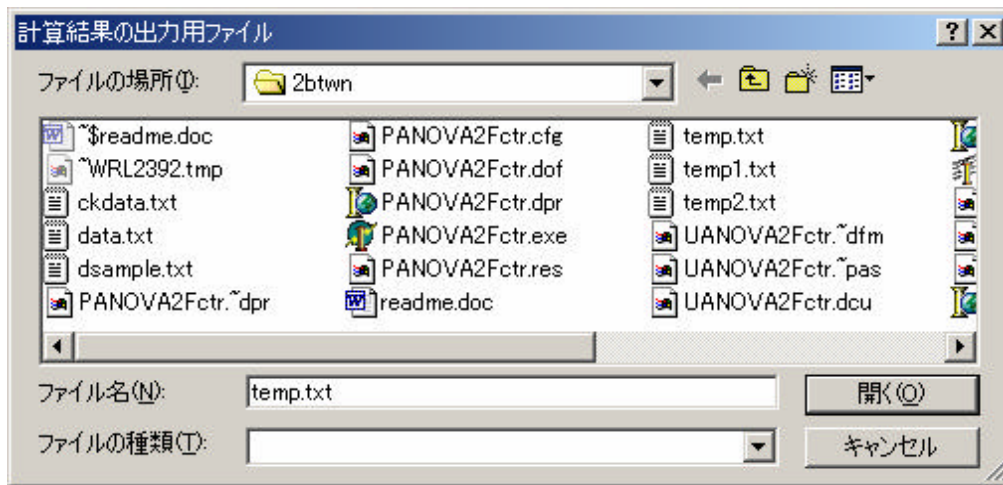


図 1 1 計算結果出力用ファイル名の設定

設定した名前のファイルに計算結果がテキストファイルとして書き出される。図 1 1 のダイアログボックスにおける「開く」ボタンのクリックで計算が始る。計算が終了すると、「終了」ボタンがアクティブになる（図 1 2）。

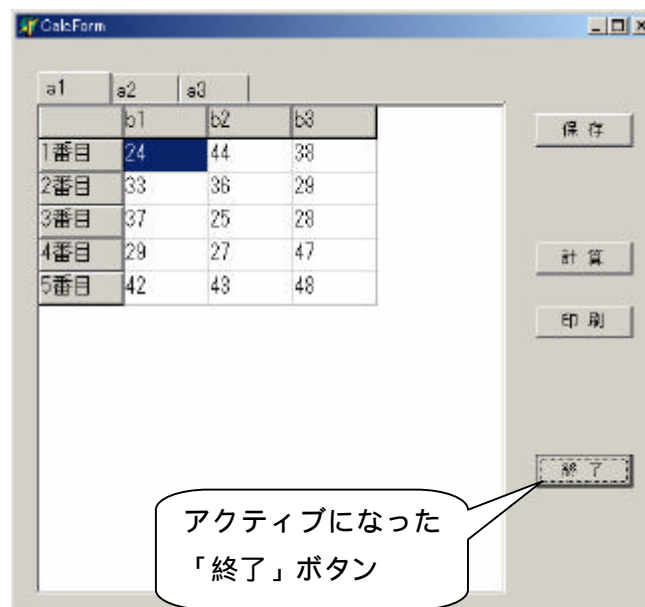


図 1 2 計算終了時のフォーム

「終了」ボタンのクリックによりプログラムの実行が終了する。実行終了後、図 1 1 で設定した名前のファイルを開いて計算結果を見ることができる。表 1 のデータの場合の計算結果の出力は、リスト 1 のようになっている。

リスト 1 計算結果例

要因 A < a1 >				
	b1	b2	b3	
1	24	44	38	
2	33	36	29	
3	37	25	28	
4	29	27	47	
5	42	43	48	
平均	33	35	38	
要因 A < a2 >				
	b1	b2	b3	
1	30	35	26	
2	21	40	27	
3	39	27	36	
4	26	31	46	
5	34	22	45	
平均	30	31	36	
要因 A < a3 >				
	b1	b2	b3	
1	21	41	42	
2	18	39	52	
3	10	50	53	
4	31	36	49	
5	20	34	64	
平均	20	40	52	
SV	SS	df	MS	F
A	190	2	95	1.52
B	1543.33333	2	771.666667	12.3466667
AB	1236.66667	4	309.166667	4.94666667
S/AB	2250	36	62.5	
Total	5220	44		

まず、要因 A の水準別に要因 B の各水準に対するデータが列として書き出され、各列の平均値がデータ列の最後に続いている。その後、分散分析表が出力されている。リスト 1 の場合の各変動要因 ( S V ) に対する p 値は以下ようになる。

$$\text{主効果 A : } P(F_{2,36} > 1.52) \approx 0.33$$

$$\text{主効果 B : } P(F_{2,36} > 12.35) \approx 0.0001$$

$$\text{交互作用 A } \times \text{ B : } P(F_{4,36} > 4.95) \approx 0.003$$

すなわち、有意水準 5 % で、主効果 A は認められないが、主効果 B および交互作用 A  $\times$  B は認められる。