

# REGW FQ Test

## ステップダウン多重比較法

条件間の全ての組み合わせの対について、それらの条件間の平均値の差の検定をステップダウン法により行う方法の1つに REGW FQ test がある。ステップごとに検定基準を調節するので、一様な基準を用いるテューキー法より検出力が高い。

REGW FQ 法の手順は以下の通りである。

(1)  $p$  個の平均値に対して分散分析を行う。すなわち、次式

$$F = \frac{MS_{\text{set of means}}}{MS_{\text{error}}} = \frac{\sum_j n_j \bar{Y}_{\cdot j}^2 - \frac{\left(\sum_j n_j \bar{Y}_{\cdot j}\right)^2}{\sum_j n_j}}{p-1} \cdot \frac{1}{MSWG} \quad (1)$$

により  $F$  値を算出する。ここで、 $\bar{Y}_{\cdot j}$  および  $n_j$  は条件  $j$  ( $j=1, \dots, p$ ) における

平均値とデータ数であり、 $MS_{\text{error}} = MSWG$  は群内平均平方和である。

$F$  値の大きさが有意に大きくないときは、平均値間に有意な差が認められないとして検定を終える。

$F$  値の大きさが有意水準  $\alpha$  に対応する値より大きいときは、平均値間に有意な差が認められるとして (2) に進む。

(2)  $r \leftarrow p$  とおき、 $r$  ステップの差  $\bar{Y}_p - \bar{Y}_1$  の検定を  $p-1$  ステップに対する基準

$Q_{p-1, df}(\alpha)$  により行う。統計量は次式

$$qREGW = \frac{\bar{Y}_p - \bar{Y}_1}{\sqrt{MS_{\text{error}}/n}}$$

である。

(3)  $r \leftarrow r-1$  とおく。

$r < 2$  ならば、検定終了である。

$r \geq 2$  ならば、(4) に進む。

(4) 検定の基準値  $Q_{r, df}(\alpha_r)$  を算出する。ただし、

$$\mathbf{a}_r = \begin{cases} \mathbf{a}, & p-1 \leq r \leq p \\ 1-(1-\mathbf{a})^{r/p}, & 2 \leq r \leq p-2 \end{cases}$$

により、 $\mathbf{a}_r$  の値をステップごとに調整する。

検定統計量は次式により算出する。

$$qREGW = \frac{\bar{Y}_{\cdot j_2} - \bar{Y}_{\cdot j_1}}{\sqrt{MS_{error}/n}} \quad (2)$$

ここで、 $|j_1 - j_2| = r - 1$  である。 $\bar{Y}_{\cdot j_1}$  および  $\bar{Y}_{\cdot j_2}$  を間に含む平均値で差が有意でない

いものがなく、 $qREGW \geq Q_{r,df}(\mathbf{a}_r)$  であれば、有意に差が認められるとする。 $\bar{Y}_{\cdot j_1}$

および  $\bar{Y}_{\cdot j_2}$  を間に含む平均値で差が有意でないものがあれば、差が有意でないこ

とが誘導される(not significant by implication)。  $qREGW < Q_{r,df}(\mathbf{a}_r)$  であれば、

有意な差は認められない。

(5)(3)に戻る。

プログラム PREGWFQ.dpr は、上の手順でステップダウン法による多重検定を行うものである。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。

Alpha(%) = 5      MSWG = ?????

	条件 1	条件 2
ラベル		
平均値		

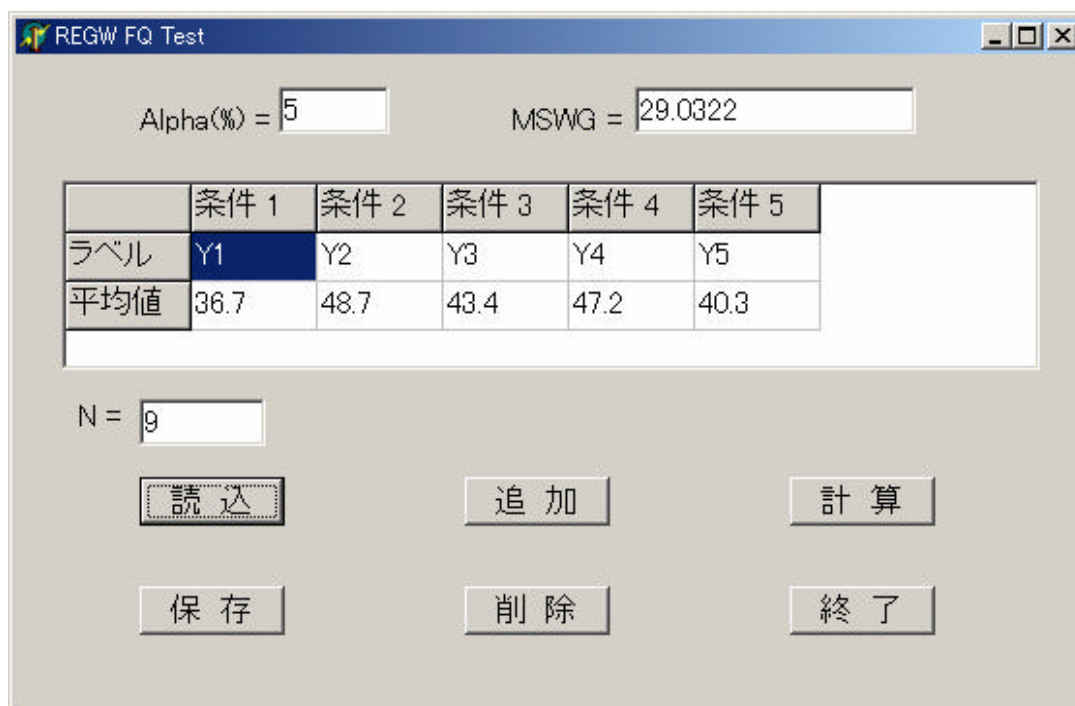
N = ???

読込      追加      計算

保存      削除      終了

図 1 実行開始時のフォーム

図 1 のフォームにおいて、「追加」ボタンをクリックするとアクティブなセルの右側に空白の列が挿入・追加され、入力できる条件数が増える。「削除」ボタンをクリックするとアクティブなセルを含む列が削除され、条件数が減る。セルは、そのセルのクリックでアクティブになる。条件数を必要なだけ用意して平均値などを図 2 のように設定する。



Alpha(%) = 5 MSWG = 29.0322

	条件 1	条件 2	条件 3	条件 4	条件 5
ラベル	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
平均値	36.7	48.7	43.4	47.2	40.3

N = 9

読込 追加 計算

保存 削除 終了

図2 平均値などの設定

図2では、それぞれの条件における平均値、およびラベルが設定されている。平均値を算出するのに用いられたデータ数は「N =」の値として9が設定されている。有意水準 $\alpha$ の値は、「Alpha(%) =」の欄に%単位で設定されている。 $MS_{error}$ の値は「MSWG =」の欄に設定されている。設定されたデータは、「保存」ボタンのクリックでファイルに保存することができる。「保存」ボタンのクリックでファイルに保存されたデータは、「読込」ボタンのクリックで読み出すことができる。

図2のようにすべての値を設定した後、「計算」ボタンをクリックすると計算が始まる。「計算」ボタンをクリックすると、計算結果を書き出すファイルの名前の設定を求めるダイアログボックスが表示される(図3)。

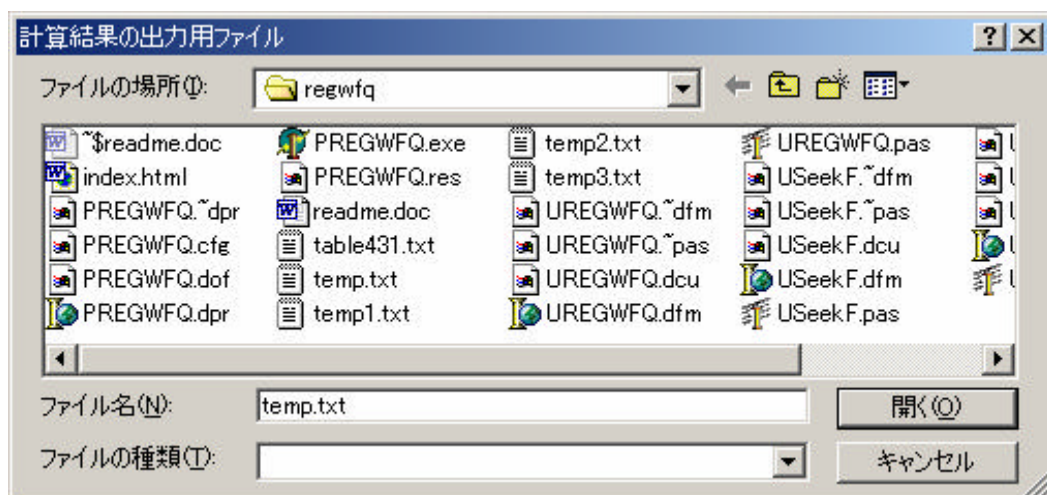


図3 出力用ファイル名の設定

図3のダイアログボックスにおいて設定された名前のテキストファイルが作成され、計算結果が書き出される。このテキストファイルに出力された内容は、プログラムの実行終了後エディタで開いて見ることができる。ファイル名の設定後、「開く」ボタンをクリックすると計算が始まる。計算中は、図4のように計算の途中経過を表示するフォームが提示される。

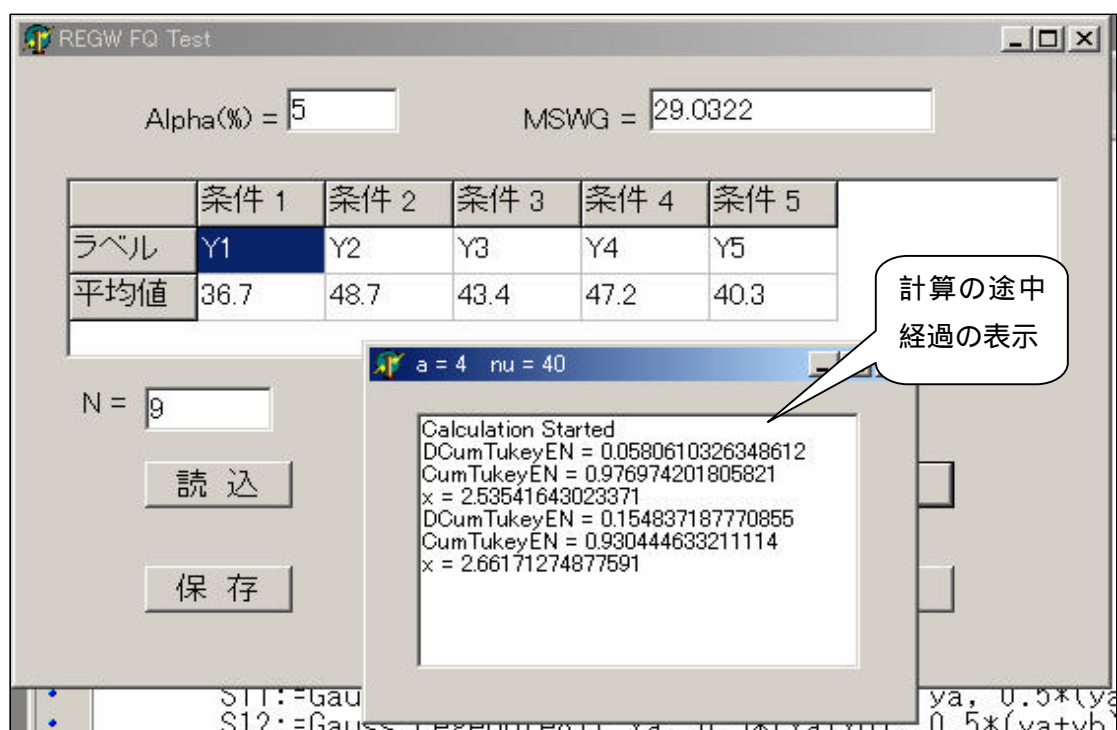


図4 計算の途中経過の表示

計算が終了すると図5のメッセージボックスが表示される。

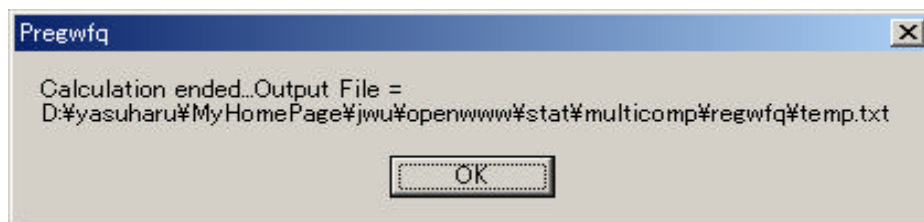


図5 計算の終了時に表示されるメッセージボックス

メッセージボックスには、図3のダイアログボックスで設定した出力用ファイル名がパス名付で表示されている。「OK」ボタンのクリックでメッセージボックスは閉じられて、プログラムの実行終了となる。

計算終了後の出力ファイルの内容は、図2で設定されている値の場合、リスト1のようになっている。

リスト1 計算結果の出力例

データ =			
条件 1	Y1	36.7	
条件 2	Y2	48.7	
条件 3	Y3	43.4	
条件 4	Y4	47.2	
条件 5	Y5	40.3	
N = 9			
MSWG = 29.032			
Alpha = 5%			
a	= 5		
nu	= 40		
F	= 2.606	df1 = 4	df2 = 40
F test statistic = 7.5122			
The Omnibus F test is Significant.			
The REGW FQ procedure started.			
After sorting mean values...			
	my[1]	= 36.7	
	my[5]	= 40.3	
	my[3]	= 43.4	
	my[4]	= 47.2	
	my[2]	= 48.7	

r = 4	q = 3.7907	Alpha = 5%		
r = 3	q = 3.7454	Alpha = 3.0307%		
r = 2	q = 3.418	Alpha = 2.0308%		
q statistics				
<L,R> = <1,5> -->	<<Mean[1],Mean[2]>	q = 6.681	==> SIG	r = 5
<L,R> = <1,4> -->	<<Mean[1],Mean[4]>	q = 5.846	==> SIG	r = 4
<L,R> = <2,5> -->	<<Mean[5],Mean[2]>	q = 4.677	==> SIG	r = 4
<L,R> = <1,3> -->	<<Mean[1],Mean[3]>	q = 3.73	==> NSIG	r = 3
<L,R> = <2,4> -->	<<Mean[5],Mean[4]>	q = 3.842	==> SIG	r = 3
<L,R> = <3,5> -->	<<Mean[3],Mean[2]>	q = 2.951	==> NSIG	r = 3
<L,R> = <1,2> -->	<<Mean[1],Mean[5]>	q = 2.004	==> NSIGI	r = 2
<L,R> = <2,3> -->	<<Mean[5],Mean[3]>	q = 1.726	==> NSIGI	r = 2
<L,R> = <3,4> -->	<<Mean[3],Mean[4]>	q = 2.116	==> NSIGI	r = 2
<L,R> = <4,5> -->	<<Mean[4],Mean[2]>	q = 0.8352	==> NSIGI	r = 2

リスト1では、先ず図2のフォームにおいて設定された値が出力されている。  
つづいて、 $P(F > F_a) = \alpha/100$ となる値  $F_a = 2.606$ 、および(1)式により算出された値  $F = 7.5122$ が書き出されている。 $F = 7.5122 > F_a = 2.606$ なので、omnibus F test において平均値に有意に差が認められる。

Omnibus F test で有意に差が認められたので、ステップダウンによる検定に進む。まず、平均値が書き出され、続いてステップサイズごとの検定の基準値  $Q_{p-1,df}(\alpha_r)$  と有意水準  $\alpha_r$  の値が  $r = p-1, \dots, 2$  の順に出力されている。その後、平均値の差の検定が(2)式の統計量によってステップサイズ  $r = p, \dots, 2$  の降順に行われる。差が有意に認められるときはSIG、有意に差が認められないときはNSIGが記されている。NSIGIは誘導(implication)によって有意でないことを表すものである。

## 参考文献

- Kirk, R.E., Experimental Design: Procedures for the Behavioral Sciences, 3rd Edition.  
Brooks/Cole Publishing Company, 1995.  
永田 靖・吉田道弘「統計的多重比較法の基礎」サイエンティスト社、1997。