

上，將 Q1 和 Q3 兩個序列 Block 起來，按滑鼠右鍵點選 **Open / as Group**，在 Group 視窗點選 **View / Test of Equality ...**，出現 Test Between Series 的對話方塊，選擇 Variance 則可得到下列結果。

Method	df	Value	Probability
F-test	(16, 16)	1.026847	0.9584
Siegel-Tukey		0.344435	0.7305
Bartlett	1	0.002722	0.9584
Levene	(1, 32)	0.018411	0.8929
Brown-Forsythe	(1, 32)	0.009926	0.9213

◆圖 3-12 Q1 和 Q3 兩個序列 Test of Equality 之變異數結果

由結果之  $p\text{-value} = 0.9584 > \alpha = 0.05$ ，因此不拒絕變異數相等的虛無假設。但因為  $\sigma^2$  仍為未知，故採用  $t$  檢定。在 Q1 與 Q3 的 Group 視窗點選 **View / Test of Equality ...**，出現 Test Between Series 的對話方塊，選擇 Mean 則可得到如圖 3-13 結果。

Method	df	Value	Probability
t-test	32	2.978206	0.0055
Satterthwaite-Welch t-test*	31.99439	2.978206	0.0055
Anova F-test	(1, 32)	8.869713	0.0055
Welch F-test*	(1, 31.9944)	8.869713	0.0055

\*Test allows for unequal cell variances

◆圖 3-13 Q1 和 Q3 兩個序列 Test of Equality 之均數結果

由上述 EViews 報表中可看出  $p\text{-value} = 0.0055 < \alpha = 0.05$ ，故拒絕  $H_0$ ，表示第 1 季的報酬率顯著不同於第 3 季，且明顯地第 1 季報酬大於第 3 季之報酬。

## ❖ 變異數分析 (Analysis of Variance, ANOVA)

### 1. 基本說明

以上幾節談論的都是兩常態母體間平均數與標準差是否相等的檢定方法，但若同時要對於兩個以上的母體進行檢定，則上述之統計方法並不適用，因此才發展出變異數分析之統計檢定。例如，如果我們要分析是否台股每一季（四季）之平均投資報酬相同，上一節之方法便不適用了。

簡而言之，變異數分析就是針對多個母體平均數是否相等所設計的統計檢定方法。利用一個或多個反應變數，測驗當事件中的因子改變下，應變數對因子改變所產生的反應。舉例說明，有位研究生為了測試不同季節對於台灣股市大盤指數報酬率是否有所影響，因此將一年分為四季（因子）並分別算出大盤季報酬率，檢定四季的報酬率間是否有顯著的不同。

變異數分析的主要觀念是利用各組資料平均數與各組資料彙總所構成的整體資料平均數間之差異做比較，來檢定平均數是否相等的檢定方法。上例中，研究生為了檢定四季的報酬率間是否不同，因此選定一種因子，即季節，試圖找出不同季節對於台股報酬的影響，在此一檢定中，研究者只以季節一個因子作為母體分類的基準，此種方法稱為一因子變異數分析。

但影響台股大盤報酬率的因素很多，並不只有季節，例如，證交稅徵收與否、央行調降存款準備率、美國道瓊工業指數前晚的表現與公司配發股利的多寡…等，皆為影響股市的重要經濟因素，在檢定季節因素時，為了排除掉其他因素對於檢定結果的影響，以便能確實觀察到主要因素的影響效果，最常採用方法的便是完全隨機設計，藉此消除掉其他因子對於結果的影響。



## 2. 一因子變異數分析的檢定方法

令  $\bar{Y}_i = \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}$ ，表示第  $i$  因子水準的樣本平均數， $n_i$  表第  $i$  組

之樣本數。

$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}$ ，表示總樣本平均數， $n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$ 。

表 3-8 一因子變異數分析表

變異數來源	平方和 SS	自由度 df	均方和 MS	F
因子（組間）	SST	$k-1$	$MST = \frac{SST}{k-1}$	$\frac{MST}{MSE}$
隨機（組內）	SSE	$n-k$	$MSE = \frac{SSE}{n-k}$	
總和	SS	$n-1$	$MS = \frac{SS}{n-1}$	

其中，

## (1) 總差異平方和（Total Sum of Squared Deviation）：

$SS = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y})^2$ ，為所有觀察值與總平均數之間的差異平方總和

## (2) 組間差異平方和（Treatment Sum of Squares）：

$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2$ ，為各樣本間的差異

## (3) 組內差異平方和（Error Sum of Squares）：

$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$ ，為各樣本本身的隨機誤差項

## (4) 組間差異均方和（Treatment Mean Squares）：

$MST = \frac{SST}{k-1}$ ， $k-1$  為 SST 的自由度

## (5) 組內差異均方和（Error Mean Square）：

$MSE = \frac{SSE}{n-k}$ ， $n-k$  為 SSE 的自由度

在一因子變異數分析中，SS 可被分解成 SST 與 SSE 兩項，形成下列式子：

SS（總變異）= SST（組間變異）+ SSE（組內變異）

$$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$$

為了計算上的方便，常用下列公式來求算 SS、SST 和 SSE 的值：

$$SS = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - n\bar{Y}^2$$

$$SST = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (\bar{Y}_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^k n_i \bar{Y}_i^2 - n\bar{Y}^2$$

$$SSE = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^k n_i \bar{Y}_i^2$$

一因子變異數分析的統計假說：

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$ （即因子對應變數沒有影響）

$H_1: \mu_i$  不全相等（即因子對應變數有影響）

在假設母體之分配為常態分配及符合一些基本條件下，我們可以下列  $F$  檢定統計量來進行檢定。

檢定統計量為：

$$F = \frac{MST}{MSE}$$

當檢定  $H_0$  是否為真時，將檢定統計量  $F$  與在顯著水準  $\alpha$  下查表所得之臨界值相比，若  $F > F_{\alpha(k-1, n-k)}$  則拒絕  $H_0$ ；反之，若  $F < F_{\alpha(k-1, n-k)}$  則不拒絕  $H_0$ 。

在上一節中，提到我們試圖驗證是否第 1 季投資報酬率較第 3 季為佳，若現在我們為使檢定的結果更能讓人信服，決定將 4 季的報酬率採用變異數分析來驗證，看看是否 4 季的平均季報酬有顯著的不同？（ $\alpha = 0.05$ ）

進入工作檔 QTaiwan，在 Original 的工作頁上，將 Q1~Q4 四個序列 Block 起來，按滑鼠右鍵點選 **Open / as Group**，在 Group 視窗點選 **View / Test of Equality ...**，出現 Test Between Series 的對話方塊，選擇 Mean 則可得到下列結果（圖 3-14）。（注意變異數分析係檢定多個母體的平均數是否相等，因此必須選擇 Mean）

Test for Equality of Means Between Series			
Date: 09/12/08 Time: 22:14			
Sample: 1991 2007			
Included observations: 17			
Method	df	Value	Probability
Anova F-test	(3, 64)	2.615311	0.0586
Welch F-test*	(3, 35.1585)	3.266655	0.0326
*Test allows for unequal cell variances			
Analysis of Variance			
Source of Variation	df	Sum of Sq.	Mean Sq.
Between	3	0.199290	0.066430
Within	64	1.625629	0.025400
Total	67	1.824919	0.027238

◆圖 3-14 Q1~Q4 四個序列 Test of Equality 之均數結果

我們可經由 EViews 所計算出的機率值得到答案， $p\text{-value} = 0.0586 > \alpha$ ，不拒絕  $H_0$ ，表示四季的報酬率沒有顯著不同，即台股沒有所謂季節效應的存在。

之前的計算中顯示，第 1 季的報酬率最高，第 4 季次之，第 2 季再次之，第 3 季的表現最差，並檢定出第 1 季報酬率顯著大於第 3 季，為何使用 ANOVA 檢定會得出四季的報酬率沒有顯著不同的結果？主要是因為採用 ANOVA 檢定時，將風險、標準差的概念加入，整體考慮四季時，第 1 季未顯著優於其他各季。

ANOVA 分析必須假設母體之分配為常態分配，但鑑於有些財金資料常常不符合常態分配，使用 ANOVA 分析結果之穩健性亦受質疑。因此，面對此問題，我們可以採用無母數統計方法，如果是成對樣本資料可採用 Wilcoxon 符號等級檢定（Wilcoxon Signed-Rank Test）；若是分組組別有三個以上時，即可使用 Kruskal-Wallis（KW）檢定，其詳細內容可參閱其他統計書籍。