

WELCOME !

統計訓練課程 程量
GE & 重複測量

生統小組何惠卿

102.5.10

內容大綱

- 單一樣本重複測量分析方法
- 多組樣本重複測量分析方法

單一樣本重複測量分析方法



無母數分析Friedman's test



Hotelling's T²



Repeated measures ANOVA

EX1：單一樣本重複測量-題目

某藥商研發的新藥上市前，欲檢測其不同時間的治療效果，在某醫學中心進行臨床試驗，以22個病人分別於5個時間點測量其服用該藥物後的血糖值。

EX1：單一樣本重複測量-常態檢定

The screenshot shows the SPSS Statistics interface with the following steps highlighted:

- Analysis (A) - Descriptive (E):** The "Descriptive" option under the "Analysis" menu is circled in red.
- Precheck Data (E):** The "Precheck Data" option under the "Descriptive" menu is circled in red.
- Subject:** The variable "Subject" is selected in the "Subject" list.
- Dependent List:** The variables "week1" and "week2" are selected in the "Dependent List".
- Statistics (S):** The "Histogram" checkbox is selected and circled in red.
- Normality Test: Histogram Dialog:** This dialog is open, showing options for histograms and Levene's test.
 - Box Plots:** Options for combined factor level (radio button selected), combined dependent variable (radio button), and none (radio button).
 - Normality Test:** The "Normality test attached" checkbox is selected and circled in red.
 - Levene's Test:** Options for none (radio button selected), power estimation (radio button), log transformation (radio button), and no transformation (radio button).
 - Continue:** The "Continue" button is circled in red.
- Buttons at the bottom:** "確定" (OK), "貼上之後 (P)" (Paste), "重設 (R)" (Reset), "取消" (Cancel), and "輔助說明" (Help).

EX1：單一樣本重複測量-常態檢定

常態檢定

	Kolmogorov-Smirnov 檢定 ^a			Shapiro-Wilk 常態性檢定		
	統計量	自由度	顯著性	統計量	自由度	顯著性
week1	.108	22	.200*	.959	22	.472
week2	.140	22	.200*	.952	22	.343
week3	.096	22	.200*	.951	22	.334
week4	.136	22	.200*	.922	22	.084
week5	.111	22	.200*	.940	22	.201

a. Lilliefors 顯著性校正

*. 此為真顯著性的下限。

P>0.05 => 表示符合常態分佈 假設

如其中一個變數不符合，建議使用無母數分法

EX1：單一樣本重複測量-法1 無母數分析Friedman's test

分析(A) 直效行銷(M) 統計(S)

- 報表(P) ▶
- 敘述統計(E) ▶
- 表格(B) ▶
- 比較平均數法(M) ▶
- 一般線性模式(G) ▶
- 概化線性模式(D) ▶
- 混合模式(O) ▶
- 相關(C) ▶
- 迴歸(R) ▶
- 對數線性(O) ▶
- 神經網路(W) ▶
- 分類(Y) ▶
- 維度縮減(D) ▶
- 尺度(A) ▶
- 無母數檢定(N)** ▶
- 預測(T) ▶

-  單一樣本(O)...
-  獨立樣本(I)...
-  相關樣本(R)...
-  歷史對話記錄(L) ▶**

-  卡方...
-  二項式(B)...
-  連檢定(R)...
-  單一樣本 K-S 檢定(1)...
-  二個獨立樣本(2)...
-  K 個獨立樣本(K)...
-  二個相關樣本(L)...
-  K 個相關樣本(S)...**

EX1：單一樣本重複測量-法1 無母數分析Friedman's test



- Kendall's W 檢定：次序資料
- Cochran's Q 檢定：(0 1) 二元類別資料

EX1：單一樣本重複測量-法1

無母數分析Friedman's test

描述性統計量

	個數	平均數	標準差	最小值	最大值	百分位數		
						第 25 個	第 50 個(中位數)	第 75 個
week1	22	136.455	23.0377	99.0	176.0	114.750	138.500	156.000
week2	22	138.182	23.0747	100.0	179.0	117.500	140.000	159.250
week3	22	133.227	20.7110	101.0	167.0	116.750	134.000	149.750
week4	22	131.455	21.4159	102.0	166.0	108.000	131.000	146.250
week5	22	127.500	22.2213	94.0	163.0	105.500	127.000	143.250

檢定統計量^a

個數	22
卡方	28.577
自由度	4
漸近顯著性	.00001

- P<0.05 => 表示不同時間的治療效果存在統計上顯著差異
- 手動利用 Wilcoxon signed-rank test 執行22比較(類似事後檢定)

a. Friedman 檢定

EX1：單一樣本重複測量-法1

Wilcoxon signed-rank 執行22比較

分析(A) 直效行銷(M) 統計(S)

- 報表(P)
- 敘述統計(E)
- 表格(B)
- 比較平均數法(M)
- 一般線性模式(O)
- 概化線性模式(?)
- 混合模式(X)
- 相關(C)
- 迴歸(R)
- 對數線性(O)
- 神經網路(W)
- 分類(Y)
- 維度縮減(D)
- 尺度(A)
- 無母數檢定(N)
- 預測(I)

- 單一樣本(O)...
- 獨立樣本(I)...
- 相關樣本(R)...
- 歷史對話記錄(L)...

- 卡方...
- 二項式(B)...
- 連檢定(R)...
- 單一樣本 K-S 檢定(1)...
- 二個獨立樣本(2)...
- K個獨立樣本(K)...
- 二個相關樣本(L)...
- K個相關樣本(S)...

EX1：單一樣本重複測量-法1

Wilcoxon signed-rank 執行22比較



EX1：單一樣本重複測量-法1

Wilcoxon signed-rank 執行22比較

檢定統計量^c

	week2 - week1	week3 - week1	week4 - week1	week5 - week1	week3 - week2	week4 - week2	week5 - week2	week4 - week3	week5 - week3	week5 - week4
Z 檢定	-1.632	-2.309 ^b	-2.453	-3.217	-2.340	-2.845 ^b	-3.391	-1.395	-3.548	-2.700
漸近顯著性 (雙尾)	.103	.021	.014	.001	.019	.004	.001	.163	0.0004	.007

a. 以負等級為基礎。

b. 以正等級為基礎。

c. Wilcoxon 符號等級檢定

- $P<0.05 \Rightarrow$ 表示兩個時間的治療效果存在統計上顯著差異
- 5取2有10種事後比較, $\alpha=0.05 \Rightarrow$ 8組時間互比有差
- 嚴謹作法需 $p < [\alpha / 10] = 0.005 \Rightarrow$ 4組時間互比有差

EX1：單一樣本重複測量-法2

Hotelling's T²

- 基本假設： 符合常態分佈
- 假設檢定： $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$
- 檢定統計量：

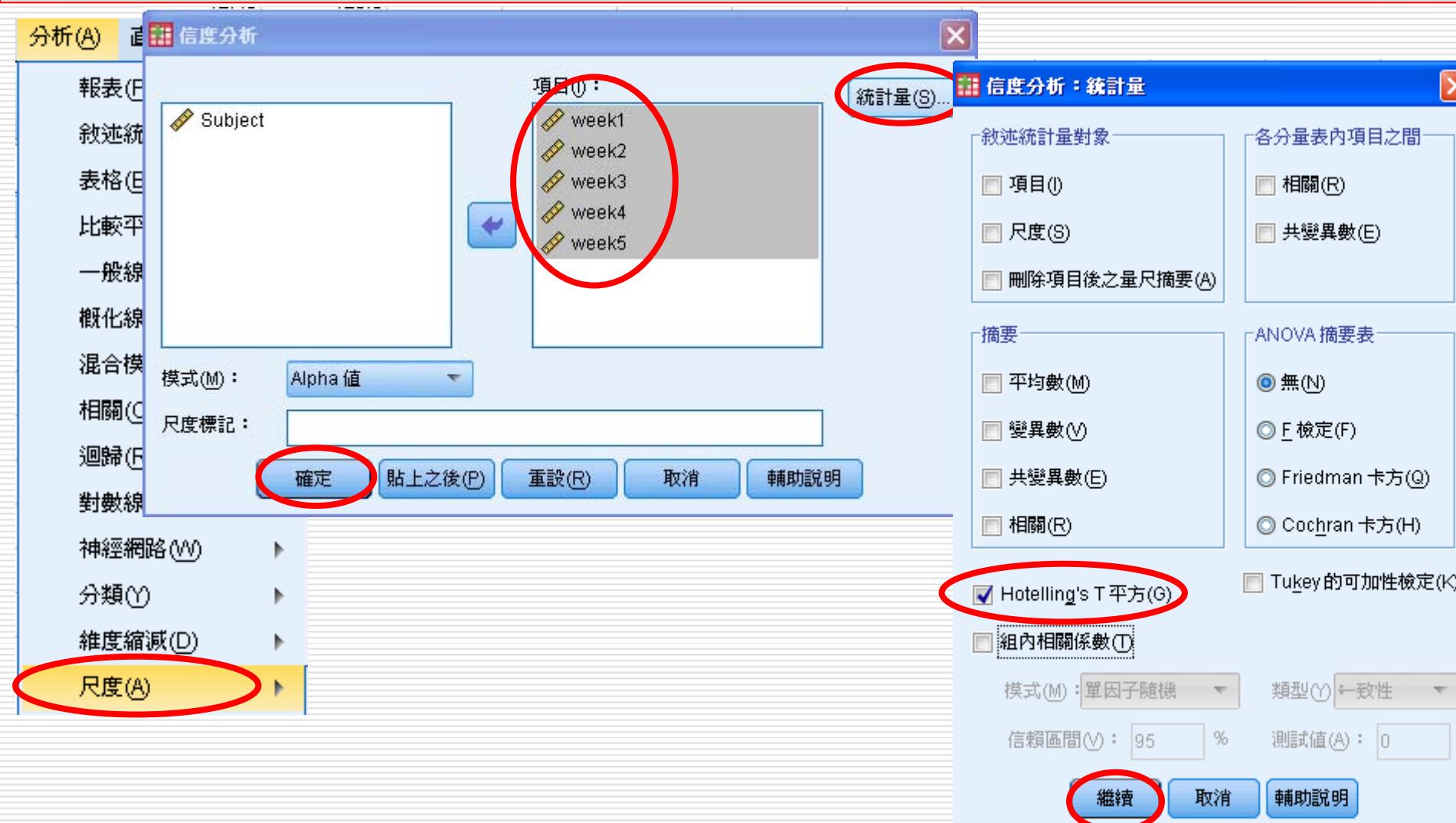
$$F = \frac{(n-t+1)}{(n-1)(t-1)} \frac{\bar{y}' s^{-1} \bar{y}}{n}$$

The term $\bar{y}' s^{-1} \bar{y}$ is circled in red.

→ Hotelling's T²

EX1：單一樣本重複測量-法2

Hotelling's T²



EX1：單一樣本重複測量-法2

Hotelling's T²

Hotelling's T 平方測試

Hotelling's T 平方	F	df1	df2	Sig
38.025	8.148	4	18	.001

假設檢定： $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

檢定統計量： $n=22$ $t=5$

$$F = (22-5+1)/[(22-1) \times (5-1)] \times T^2$$

$$= (18)/(21 \times 4) \times 38.025$$

$$= 8.148$$

EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA

➤ 模式：

$$y_{ij} = \mu + \pi_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, t$$

Subject effect (random) Visit (重複測量)

➤ 基本假設：來自獨立，且為常態分佈

$$\pi_i \stackrel{\text{indep}}{\sim} N(0, \sigma_\pi^2), \quad \varepsilon_{ij} \stackrel{\text{indep}}{\sim} N(0, \sigma_e^2) \quad \pi_i \perp \varepsilon_{ij}$$

EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA

► 共變異矩陣(Exchangeable matrix)：任2個 visit間不管遠近，相關程度皆一樣(與時間無關的研究即合理)

$$\begin{bmatrix} \sigma_{\pi}^2 + \sigma_e^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 \\ \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 + \sigma_e^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 \\ \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \dots & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 \\ \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \dots & \sigma_{\pi}^2 \\ \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 & \sigma_{\pi}^2 + \sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

1. $V(y_{ij}) = \sigma_{\pi}^2 + \sigma_e^2$
總變異 = 個體 + 誤差

2. $Cov(y_{ij}, y_{kj}) = 0, i \neq k$

不同 subject 間無相關

3. $Cov(y_{ij}, y_{ik}) = \sigma_{\pi}^2, j \neq k$

同一 subject, 不同 visit
間相關程度一樣

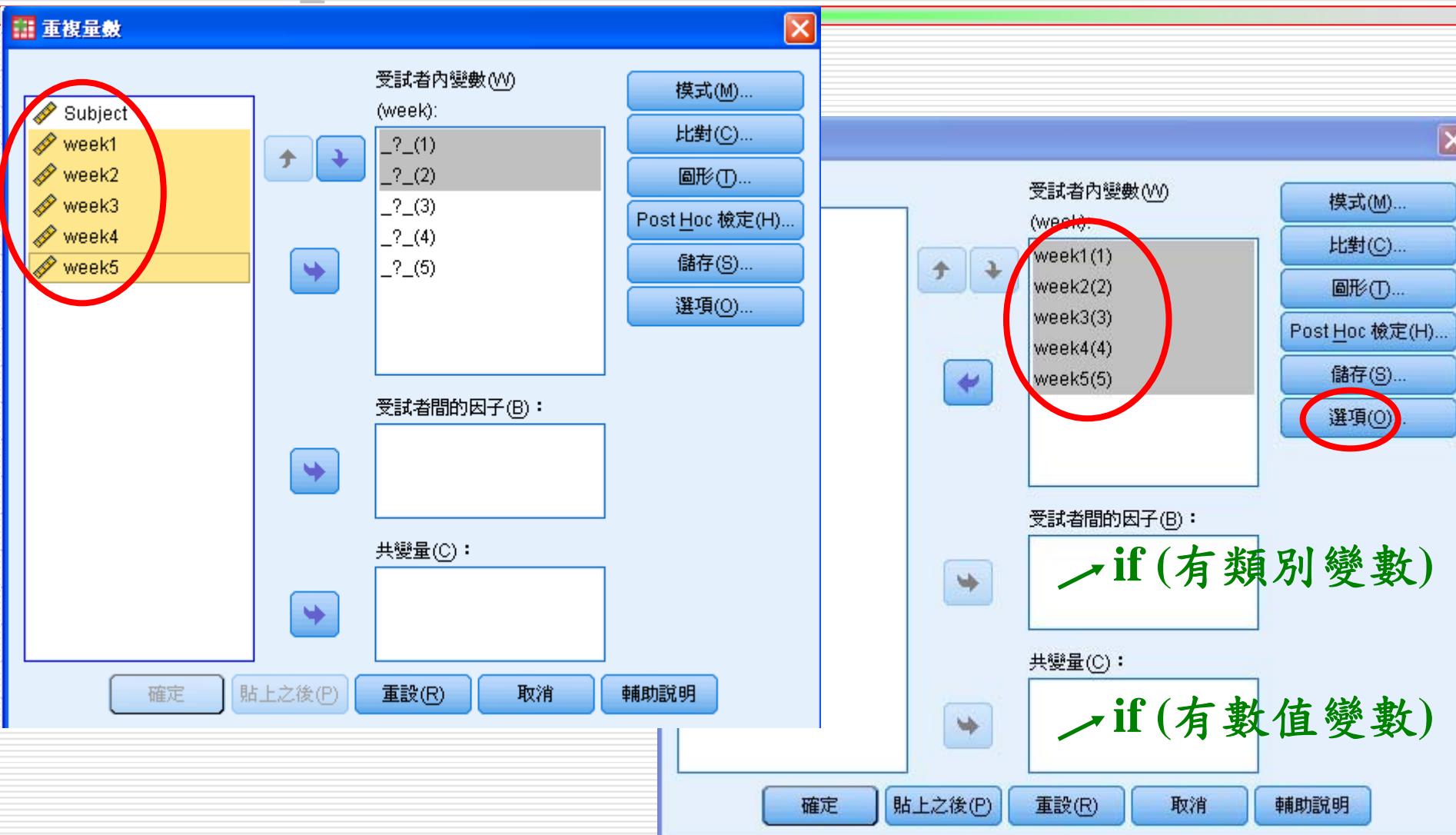
EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA



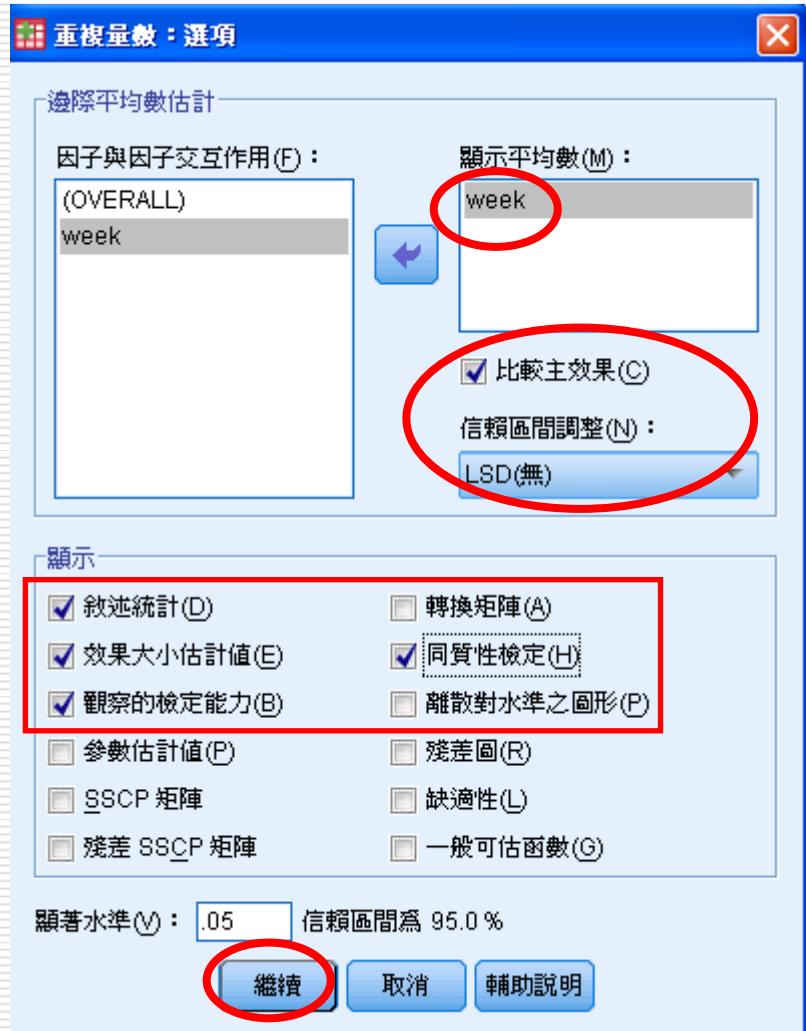
EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA



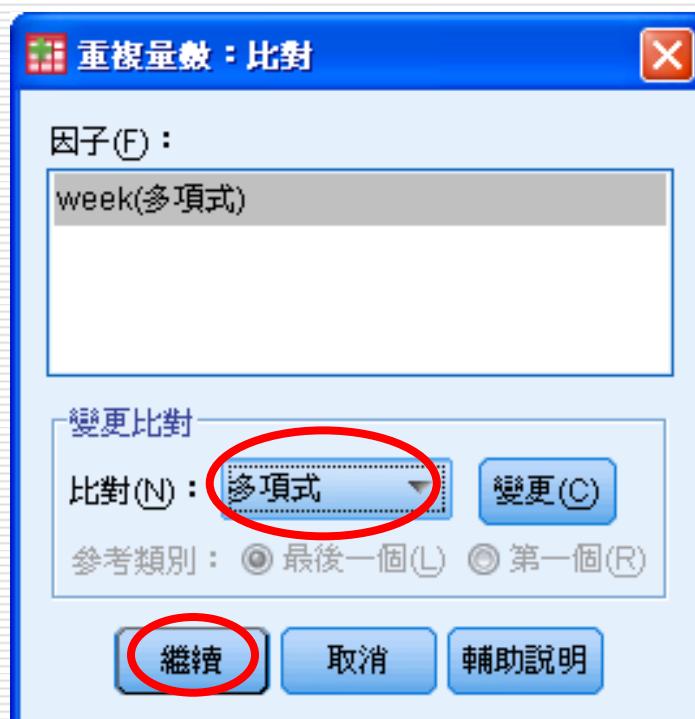
EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA



EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA



EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA

敘述統計

	平均數	標準離差	個數
week1	136.455	23.0377	22
week2	138.182	23.0747	22
week3	133.227	20.7110	22
week4	131.455	21.4159	22
week5	127.500	22.2213	22

➤ 週數間平均血糖值先遞增再遞減趨勢

Mauchly 球形檢定^b

受試者內效應項	Mauchly's W	近似卡方分配	df	顯著性	Epsilon ^a		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	下限
week	.119	41.255	9	0.00000	.483	.531	.250

檢定正交化變數轉換之依變數的誤差 共變量矩陣的虛無假設，是識別矩陣的一部份。

a. 可用來調整顯著性平均檢定的自由度。改過的檢定會顯示在 "Within-Subjects Effects" 表檢定中。

b. Design: 認距
受試者內設計: week

球面性(sphericity)檢定：

- 重複測量單因子變數除需符合變異數一般假設外，還需符合球面性假設。
- Mauchly's W=0.119, p-value<0.0001，資料不符球面性假設。

EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA

測量:MEASURE_1

來源		型III 平方和	df	平均平方和	F	顯著性	淨相關 Eta 平方	Noncent. 參數	觀察的檢定能力
week	假設為球形	1557.909	4	389.477	12.769	.00000	.378	51.077	1.000
	Greenhouse-Geisser	1557.909	1.931	806.618	12.769	.00006	.378	24.663	.994
	Huynh-Feldt	1557.909	2.123	733.672	12.769	.00003	.378	27.115	.996
	下限	1557.909	1.000	1557.909	12.769	.00179	.378	12.769	.926
誤差 (week)	假設為球形	2562.091	84	30.501					
	Greenhouse-Geisser	2562.091	40.560	63.169					
	Huynh-Feldt	2562.091	44.592	57.456					
	下限	2562.091	21.000	122.004					

球面性(sphericity)檢定：

- 如資料符合球面性假設，選「假設為球形」對應的P值。
- 如資料不符球面性假設，三法選一
- 一般選「Greenhouse-Geisser」較嚴謹，而「Huynh-Feldt」對應的P值為三法中最小，較易顯著。
- 週數效果week對應P值=0.00006，表示不同週數(week)測得的血糖值存在顯著差異，需進行事後比較

EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA

估計值

測量:MEASURE_1

week	平均數	標準誤差	95% 信賴區間	
			下界	上界
1	136.455	4.912	126.240	146.669
2	138.182	4.920	127.951	148.413
3	133.227	4.416	124.045	142.410
4	131.455	4.566	121.959	140.950
5	127.500	4.738	117.648	137.352

成對比較

測量:MEASURE_1

(I) week	(J) week	平均差異 (I-J)	標準誤差	顯著性 ^a	差異的 95% 信賴區間 ^a	
					下界	上界
1	2	-1.727	.983	.093	-3.771	.317
	3	3.227	1.553	.050	-.002	6.456
	4	5.000*	1.869	.014	1.113	8.887
	5	8.955*	2.144	.0004	4.497	13.412
2	1	1.727	.983	.093	-.317	3.771
	3	4.955*	1.881	.016	1.042	8.867
	4	6.727*	1.959	.002	2.654	10.800
	5	10.682*	2.198	.0001	6.110	15.254
3	1	-3.227	1.553	.050	-6.456	.002
	2	-4.955*	1.881	.016	-8.867	-1.042
	4	1.773	.996	.089	-.298	3.843
	5	5.727*	1.224	.0001	3.181	8.273
4	1	-5.000*	1.869	.014	-8.887	-1.113
	2	-6.727*	1.959	.002	-10.800	-2.654
	3	-1.773	.996	.089	-3.843	.298
	5	3.955*	1.251	.0047	1.353	6.556
5	1	-8.955*	2.144	.000	-13.412	-4.497
	2	-10.682*	2.198	.000	-15.254	-6.110
	3	-5.727*	1.224	.000	-8.273	-3.181
	4	-3.955*	1.251	.005	-6.556	-1.353

- 5取2有10種事後比較(LSD), $\alpha = 0.05 \Rightarrow 7$ 組時間互比有差
- 嚴謹作法需 $p < [\alpha / 10] = 0.005 \Rightarrow 5$ 組時間互比有差

EX1：單一樣本重複測量-法3

Repeated measures ANOVA

受試者內對比的檢定

測量:MEASURE_1

來源	week	型III平方和	df	平均平方和	F	顯著性	淨相關 Eta 平方	Noncent. 參數	觀察的檢定能力 ^a
week	線性	1335.291	1	1335.291	17.953	0.0004	.461	17.953	.981
	二次方	105.195	1	105.195	11.017	0.0033	.344	11.017	.886
	三次方	44.550	1	44.550	2.425	.134	.104	2.425	.318
	階數 4	72.873	1	72.873	3.697	.068	.150	3.697	.450
誤差 (week)	線性	1561.909	21	74.377					
	二次方	200.519	21	9.549					
	三次方	385.750	21	18.369					
	階數 4	413.912	21	19.710					

a. 使用 alpha = .05 計算

估計值

測量:MEASURE_1

week	平均數	標準誤差	95% 信賴區間	
			下界	上界
1	136.455	4.912	126.240	146.669
2	138.182	4.920	127.951	148.413
3	133.227	4.416	124.045	142.410
4	131.455	4.566	121.959	140.950
5	127.500	4.738	117.648	137.352



➤ Week執行多項式趨勢檢測，顯示週數間的平均血糖值有遞減線性趨勢

EX1：單一樣本重複測量 三種方法比較表

方法 特色	Hotelling's T^2	無母數 Friedman's test	Repeated measures ANOVA
常態分佈	●	✗	●
事後檢定	✗	手動搭配 Wilcoxon signed-rank	● LSD
檢定結果 week	顯著 P=0.001	顯著 P=0.00001	顯著 P=0.00006

多組樣本重複測量分析方法



Repeated measures ANOVA



MANOVA



Mixed model



GEE

(Generalized Estimating Equation)

多組樣本重複測量- 三種方法比較表

方法 特色	Repeated measures ANOVA	Mixed model	GEE 廣義估計 方程式
常態分佈假設	●	●	✗ 半母數估計方法
依變項資料型態	數值	數值	數值/類別
小樣本數	✗	✗	●
重複資料輸入型態	横向	縱向	縱向
Random effect	✗	●	✗
Time-varying covariate	✗	●	●

EX2：多組樣本重複測量-題目

在某醫學中心進行臨床試驗，欲檢測男女生在連續四周不同時間的治療效果，男生18位，女生12位，共30位受試者分別於4個時間點測量其對服用該藥物後的血糖值。

EX2：多組樣本重複測量-法1

Repeated measures ANOVA

➤ 模式：

Visit (重複測量)

(group*time , 交互作用)

$$y_{hij} = \mu + \gamma_h + \tau_j + (\gamma \times \tau)_{hj} + \pi_{i(h)} + \varepsilon_{hij},$$

group effect

Subject effect (不同個體差異)

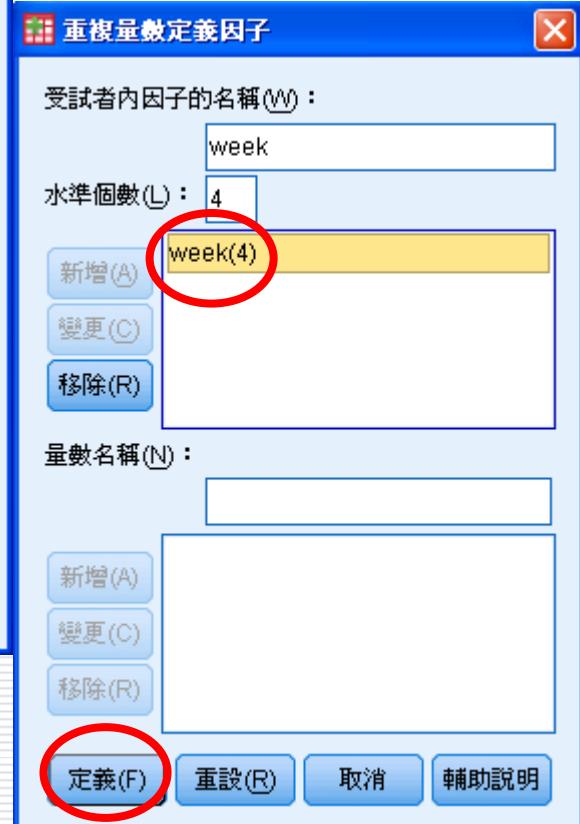
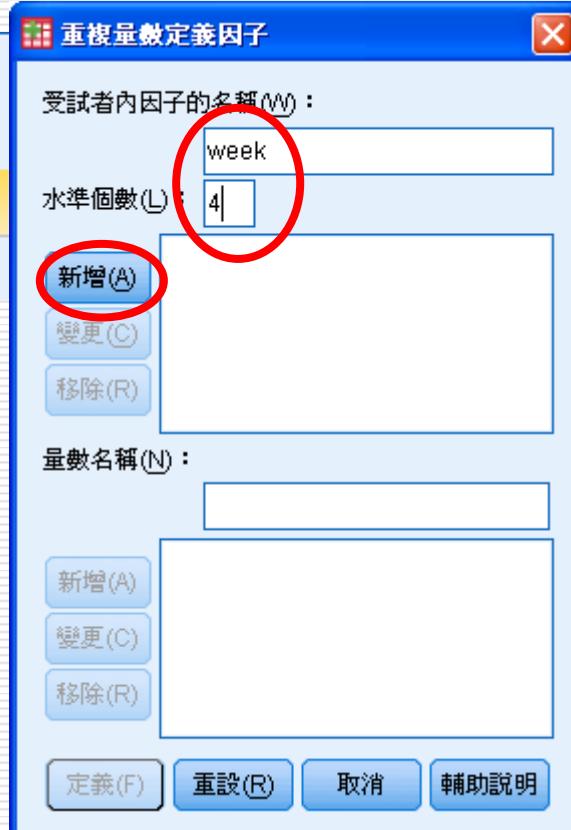
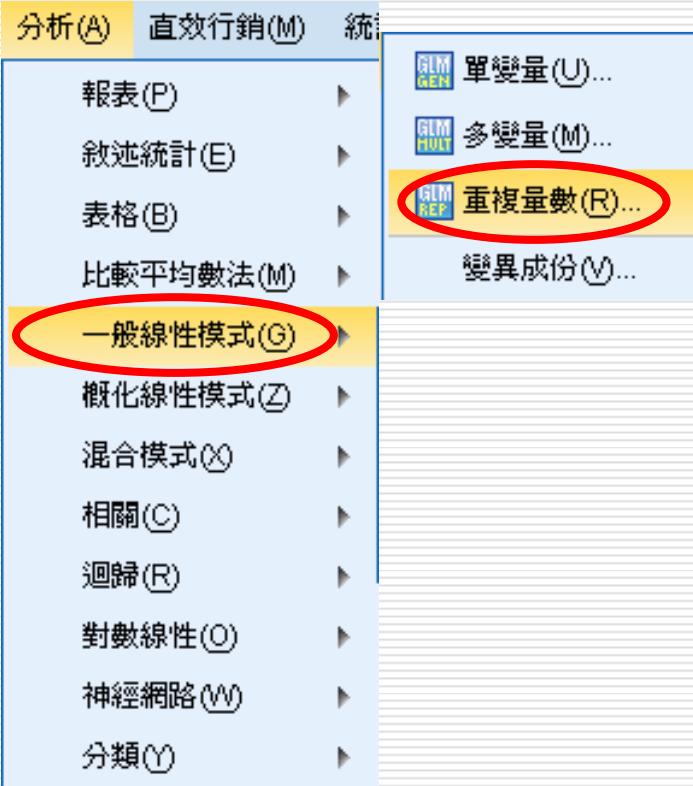
$$h = 1, 2, \dots, s \quad i = 1, 2, \dots, n_h \quad j = 1, 2, \dots, t$$

➤ 基本假設：來自常態分佈

$$\pi_{i(h)} \sim N(0, \sigma_\pi^2), \quad \varepsilon_{hij} \sim N(0, \sigma_e^2)$$

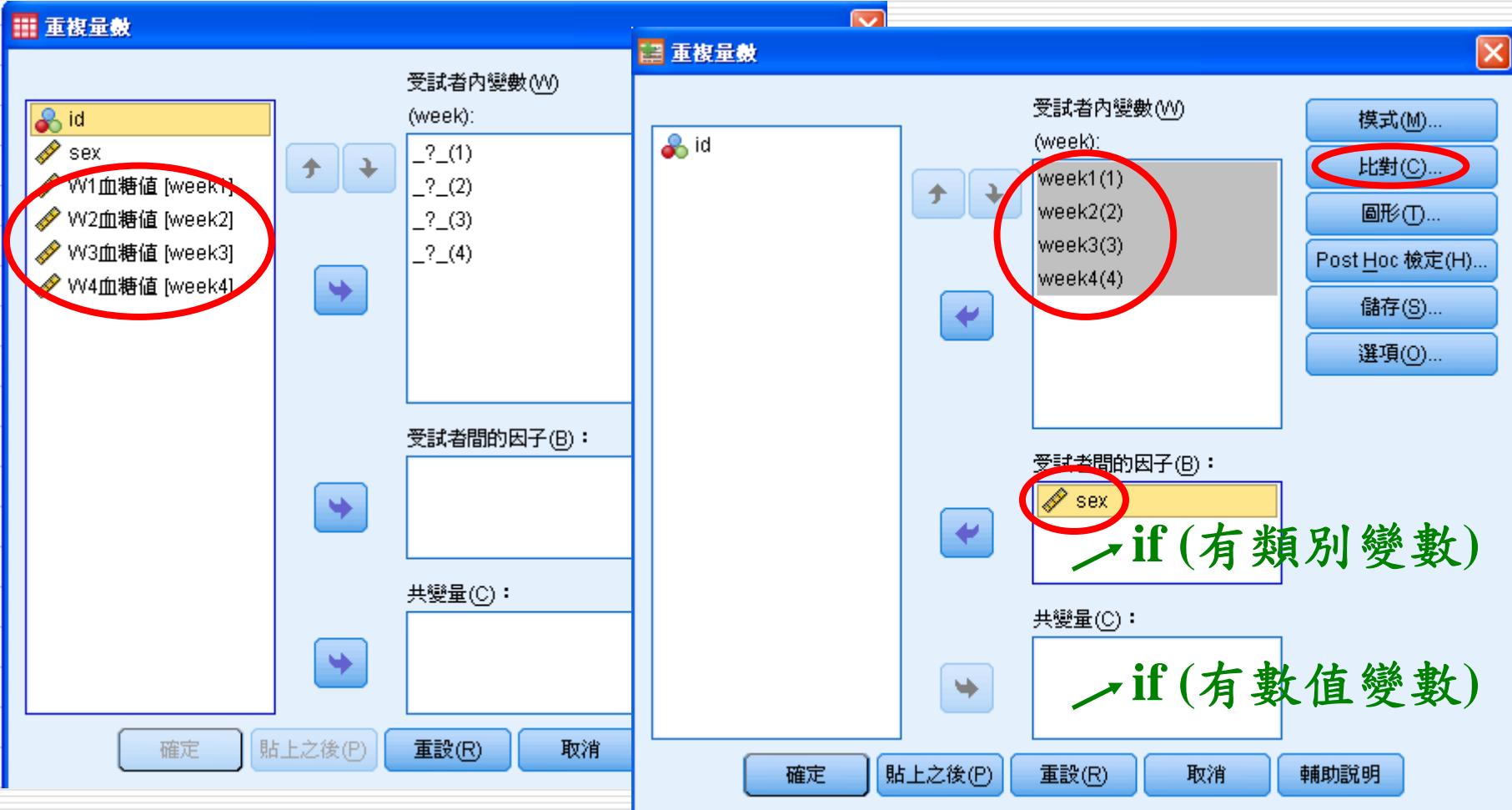
EX2：多組樣本重複測量-法1

Repeated measures ANOVA



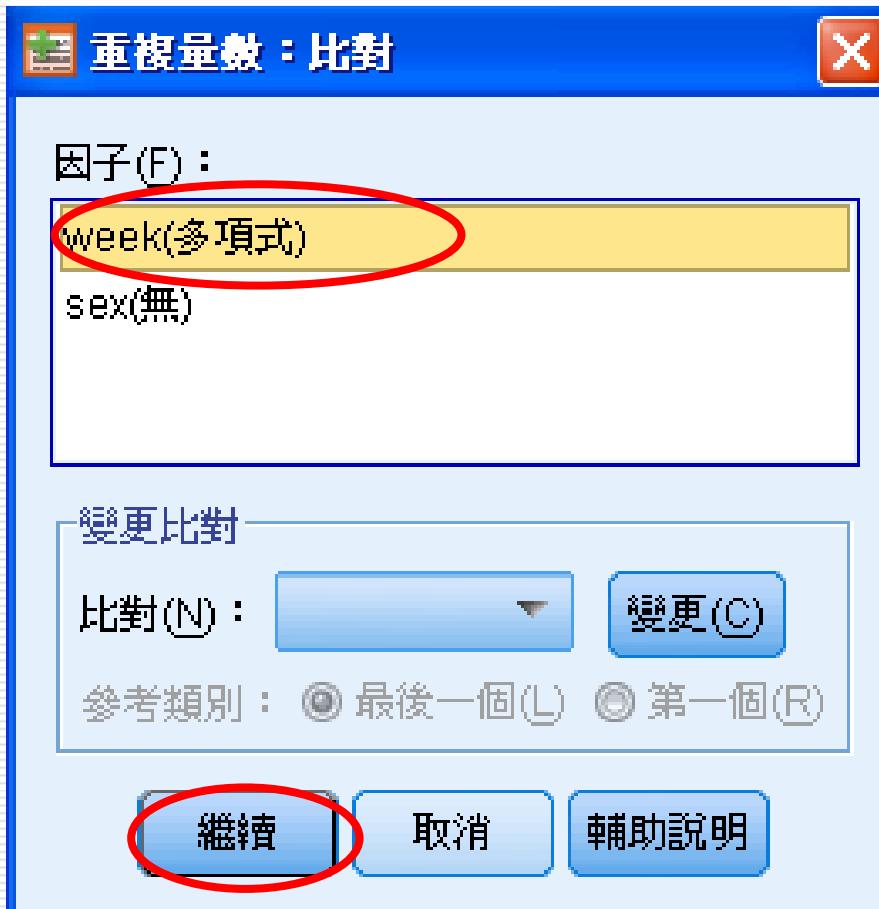
EX2：多組樣本重複測量-法1

Repeated measures ANOVA



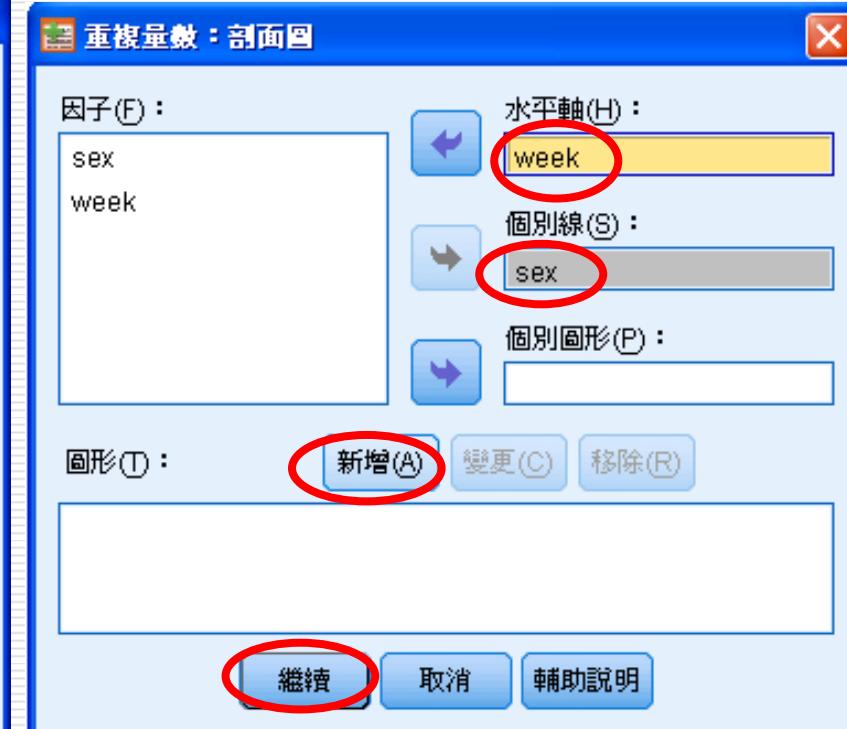
EX2：多組樣本重複測量-法1

Repeated measures ANOVA



EX2：多組樣本重複測量-法1

Repeated measures ANOVA



EX2：多組樣本重複測量-法1

Repeated measures ANOVA

重複量數

受試者內變數(V)：
(week):
week1(1)
week2(2)
week3(3)
week4(4)

受試者間的因子(B)：
sex

共變量(C)：

模式(M)...
比對(C)...
圓形(I)...
Post Hoc 檢定(H)...
儲存(S)...
選項(O)...

確定 **貼上之後(P)** **重設(R)** **取消** **輔助說明**

重複量數：選項

邊際平均數估計

因子與因子交互作用(F)：
(OVERALL)
sex
week
sex*week

顯示平均數(M)：
sex
week

比較主效果(C)

信賴區間調整(N)：
LSD(無)

顯示

敘述統計(D) 轉換矩陣(A)
 效果大小估計值(E) 同質性檢定(H)
 觀察的檢定能力(B) 離散對水準之圓形(P)
 參數估計值(P) 殘差圓(R)
 SSCP 矩陣 缺適性(L)
 殘差 SSCP 矩陣 一般可估函數(G)

顯著水準(V) : .05 信賴區間為 95.0 %

繼續 **取消** **輔助說明**

EX2：多組樣本重複測量- Restructure資料轉置

- 橫向輸入：Repeated measures ANOVA 資料輸入格式屬此類，如重複測量(t 次)的資料有其中一次missing，整筆資料將不被列入執行。
- 縱向資料：為讓研究所有受試者的資料充分利用，可使用 Mixed model 及 GEE 方法，但執行分析前，須先將橫向資料轉為縱向資料。
- 優點：不需每一次的重複測量值都有才是有效樣本，分析時只刪除單次 missing 值，而保留其他次測量值。

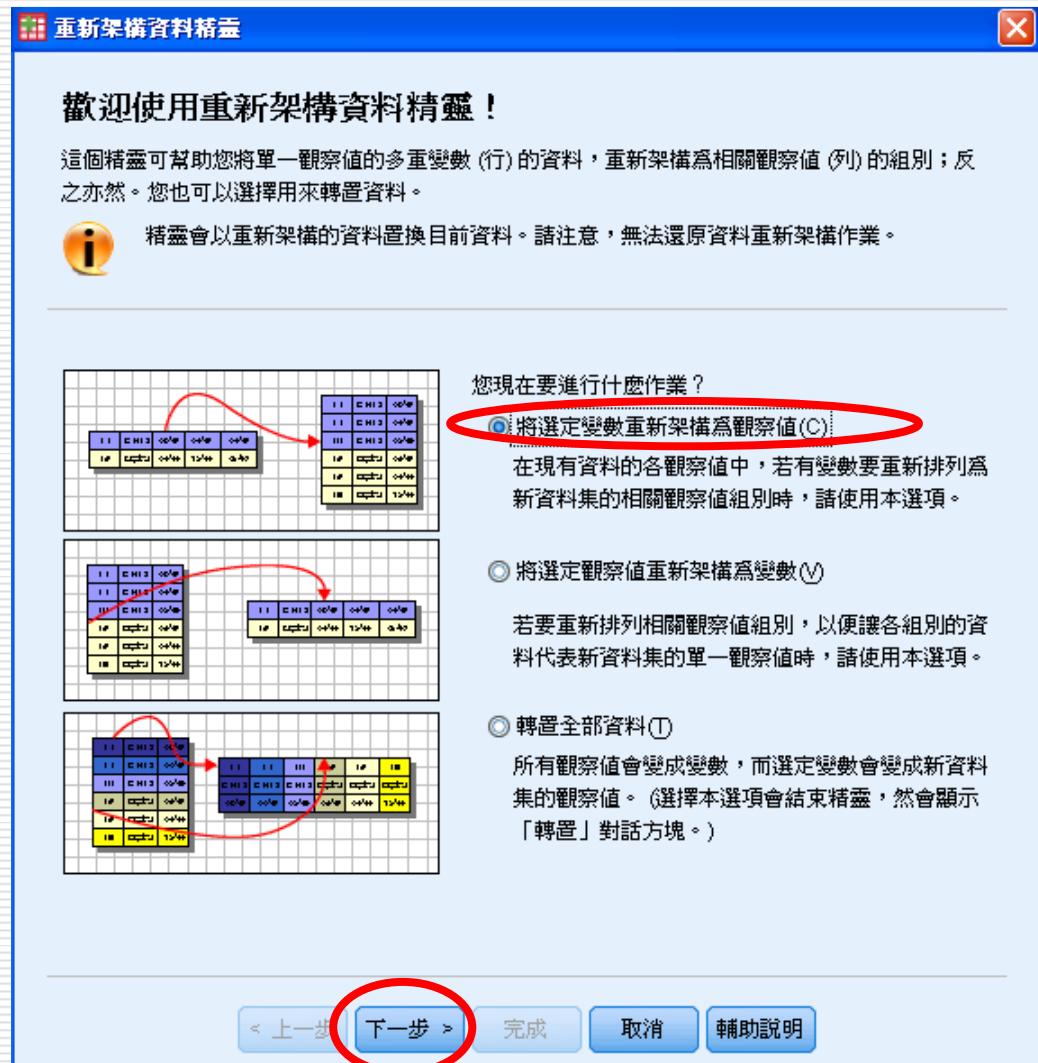
EX2：多組樣本重複測量- Restructure資料轉置



橫轉縱

縱轉橫

轉置



EX2：多組樣本重複測量- Restructure 資料轉置

重新架構資料精靈 - 步驟 7 之 2

觀察值變數：變數組別數目

以選擇將選定變數重新架構為新檔案之相關觀察值組別。

一組稱為變數組別的相關變數，代表一個變數上的測量單位。

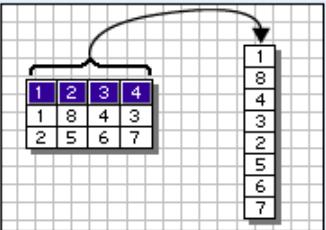
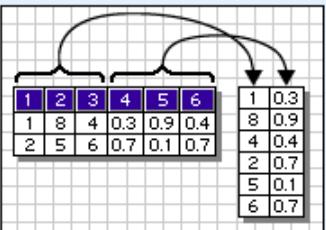
例如，變數可能是寬度。若以三種不同測量單位記錄，每個代表不同時點--w1、w2 以及 w3；則會以變數組別排列資料。

若檔案中的變數超過一個以上，變數通常會記錄在變數組別中。例如，高度記錄為 h1、h2 以及 h3。

要重新架構的變數組別有多少？

一個 (例如，w1、w2 以及 w3)(M)

大於一 (例如，w1、w2、w3 以及 h1、h2、h3 等)(M)
多少(H) ? 2

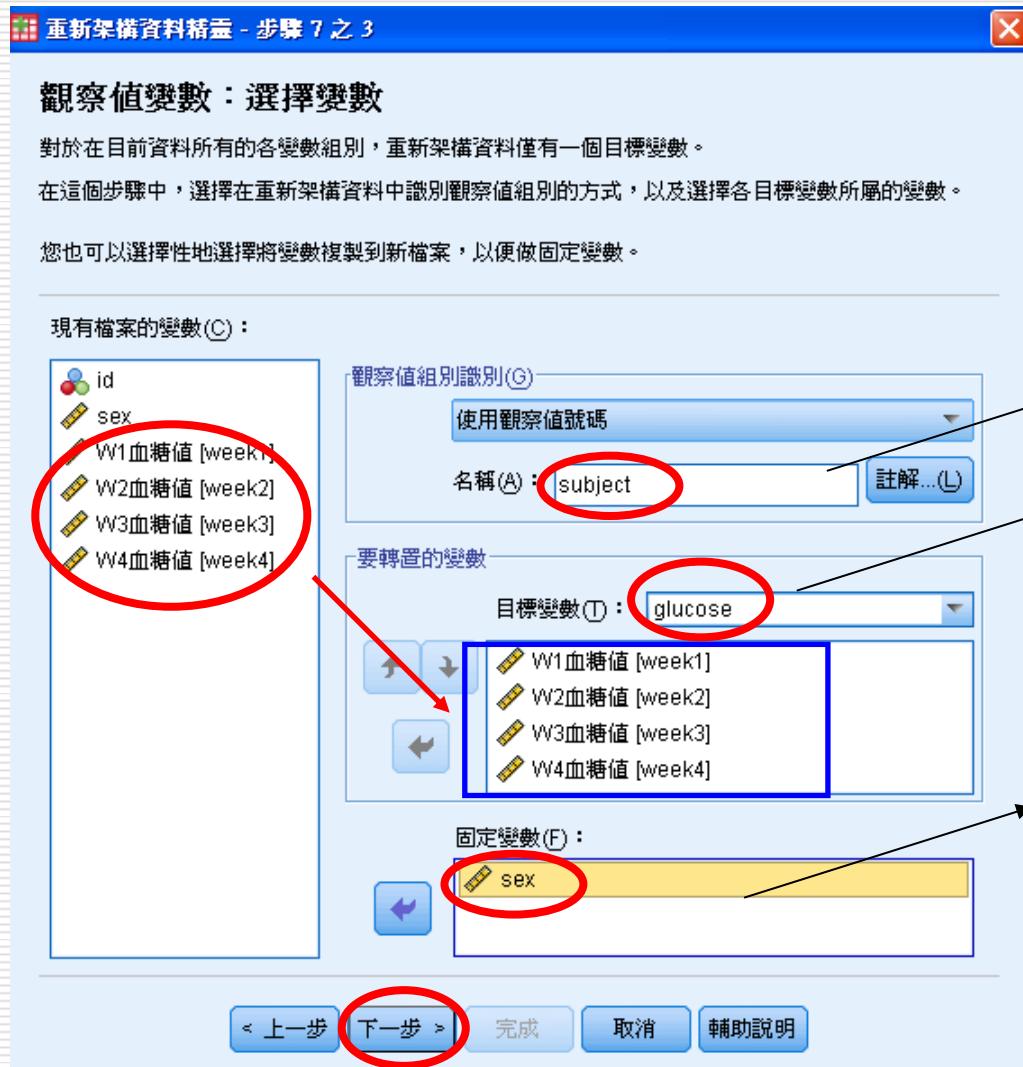



< 上一步 **下一步 >** 完成 取消 輔助說明

僅一組重複測量變數
eg: 血糖值

2組以上重複測量變數
eg: 血糖值及血壓值

EX2：多組樣本重複測量- Restructure資料轉置



另建一個新的受試者編號變數名稱

將t次重複測量值轉成1個變數(可自行設定變數名稱)

不隨時間(visit)改變

EX2：多組樣本重複測量- Restructure資料轉置

重新架構資料精靈 - 步驟 7 之 4

觀察值變數：建立指標變數

在目前資料中，變數組別的值會顯示在多重變數的單一觀察值。例如，單一觀察值含有 w1、以及 w3 的值。

在新資料中，變數組別的值會顯示在單一變數的多重觀察值中。例如，這裡有三個觀察值，w1、w2 以及 w3 各使用一個。

索引是新變數，可識別從原始觀察值建立的新觀察值組別。例如，名稱為「w」的索引具有及 3 的數值。

1	1	1	0.07
1	1	2	0.11
1	1	3	0.05
2	1	1	0.08
2	1	2	0.04
2	1	3	0.06

1	1	1	1	0.07
1	1	1	2	0.11
1	1	1	3	0.05
1	1	2	1	0.08
1	1	2	2	0.04
1	1	2	3	0.06

1	1	0.08	2	0.07
2	1	0.11	2	0.11
3	1	0.07	2	0.05
4	1	0.06	2	0.08
5	1	0.09	2	0.04
6	1	0.02	2	0.06

您要建立多少指標變數？

一個(O)

當變數組別記錄單因子、處理方式或情況的效果時用本功能。

一個以上(M)

有多少(H) ?

當變數組別記錄一個以上之因子、處理方式或情況時，請使用本功能。

無(E)

若指標資訊儲存在要轉置的其中一個變數集，請使用能。

< 上一步 **下一步 >** 完成 取消 輔助說明

重新架構資料精靈 - 步驟 7 之 5

觀察值變數：建立一個指標變數

以選擇建立一個指標變數。變數數值可為組別中的序號或變數名稱。

在表格中，可以指定指標變數的名稱和註解。

指標數值的種類為何？

序號(S)

指標數值(D) : 1, 2, 3, 4

變數名稱(A)

指標數值(D) : week1, week2, week3, week4

編輯指標變數名稱和註解(X) :

	名稱	標記	水準	指標數值
1	week		4	1, 2, 3, 4

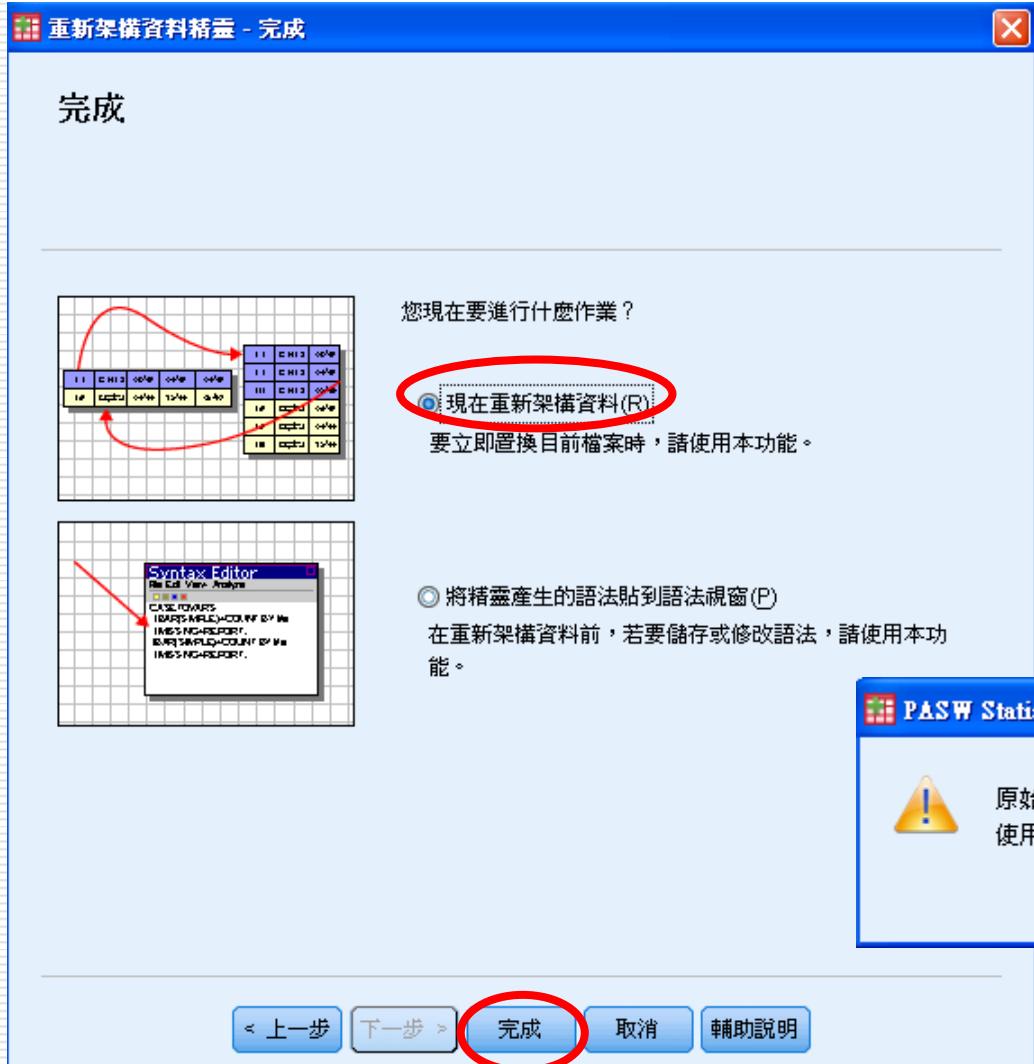
**將t次重複測量轉成1個指標變數
(可自行設定時間變數名稱)**

< 上一步 **下一步 >** 完成 取消 輔助說明

EX2：多組樣本重複測量- Restructure 資料轉置



EX2：多組樣本重複測量- Restructure 資料轉置



EX2：多組樣本重複測量-法2

Mixed model

- 分析(A) 直效行銷(M) 統
- 報表(P)
- 敘述統計(E)
- 表格(B)
- 比較平均數法(M)
- 一般線性模式(G)
- 概化線性模式(?)
- 混合模式(X)**
- 相關(C)
- 迴歸(R)
- 對數線性(O)
- 神經網路(W)
- 分類(Y)
- 維度縮減(D)



共變異矩陣(二者相同)

➤ Repeated measures ANOVA : Exchangeable

➤ Mixed model: compound symmetry

相依前：一階

AR(1)

AR(1) : 異質

ARMA(1,1)

複合對稱

複合對稱：相關矩陣

複合對稱：異質

對角線

EX2：多組樣本重複測量-法2

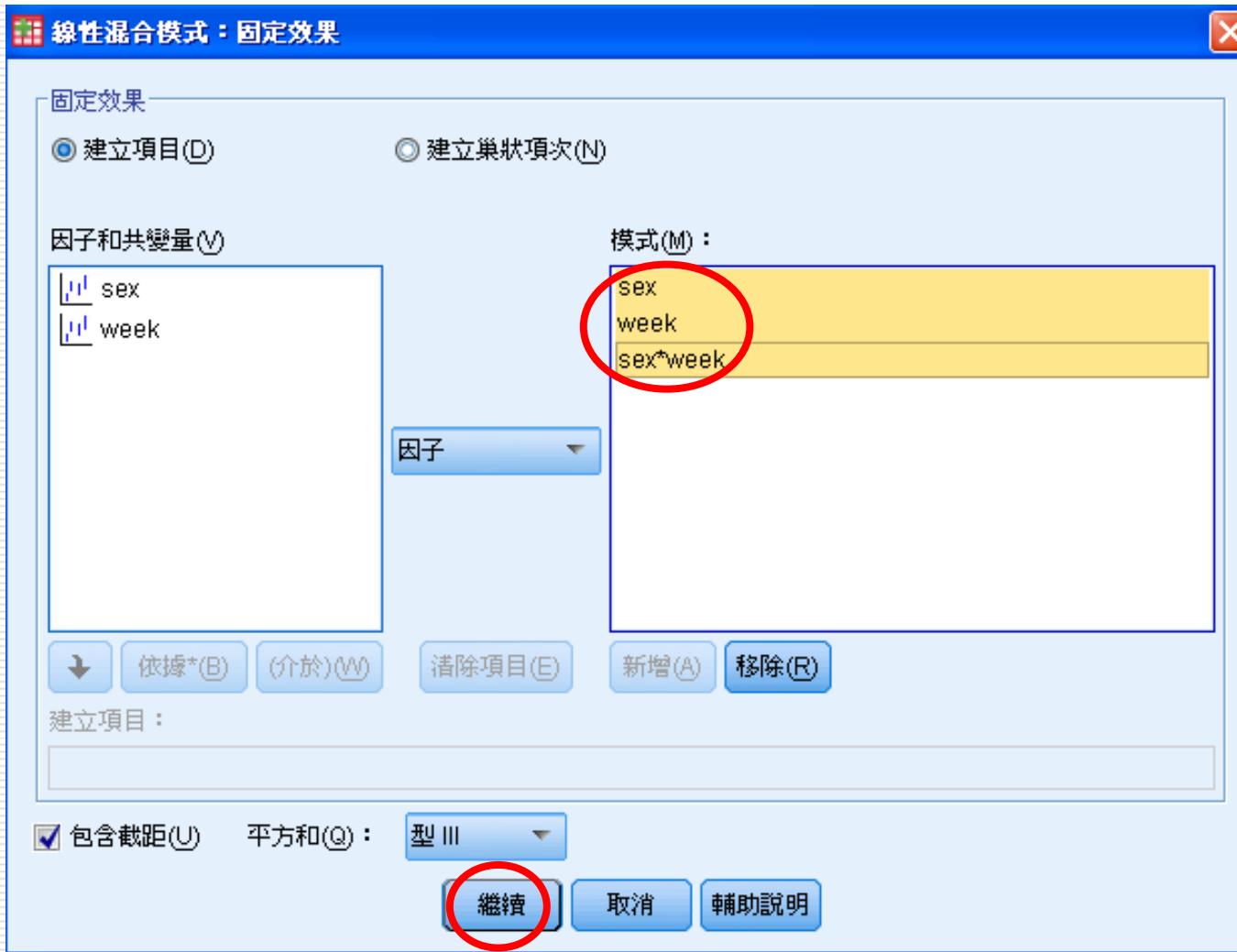
Mixed model



放入所有類別變數

EX2：多組樣本重複測量-法2

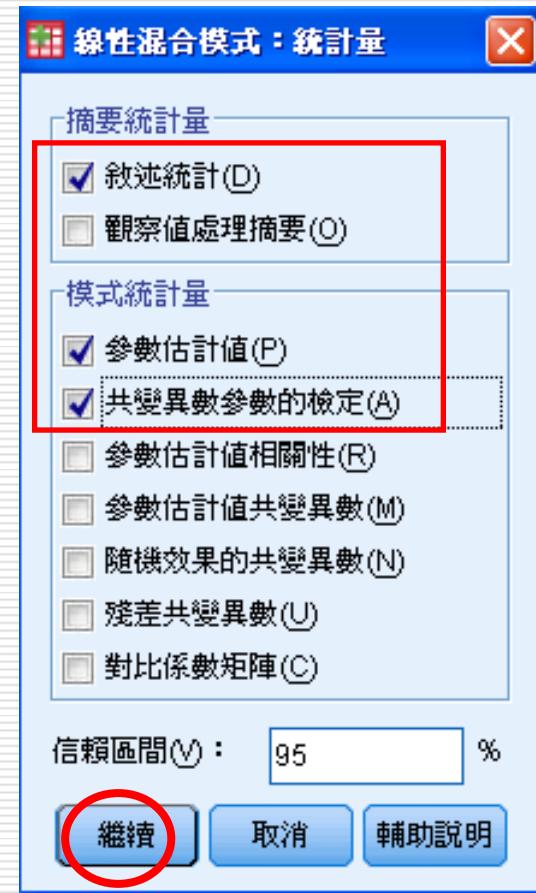
Mixed model



group*visit的交互作用必放，如變數很多，有些不重要的交互作用可不放

EX2：多組樣本重複測量-法2

Mixed model



EX2：多組樣本重複測量-法2

Mixed model

線性混合模式

依變數(D)：
血糖值 [glucose]

因子(F)：
sex
week

共變量(C)：
殘差加權(R)：

確定 貼上之後(P) 重設(R) 取消 輔助說明

平均數

平均數(F)：
顯示平均數(M)：
sex
week

EM 平均數(M)...

儲存(A)...

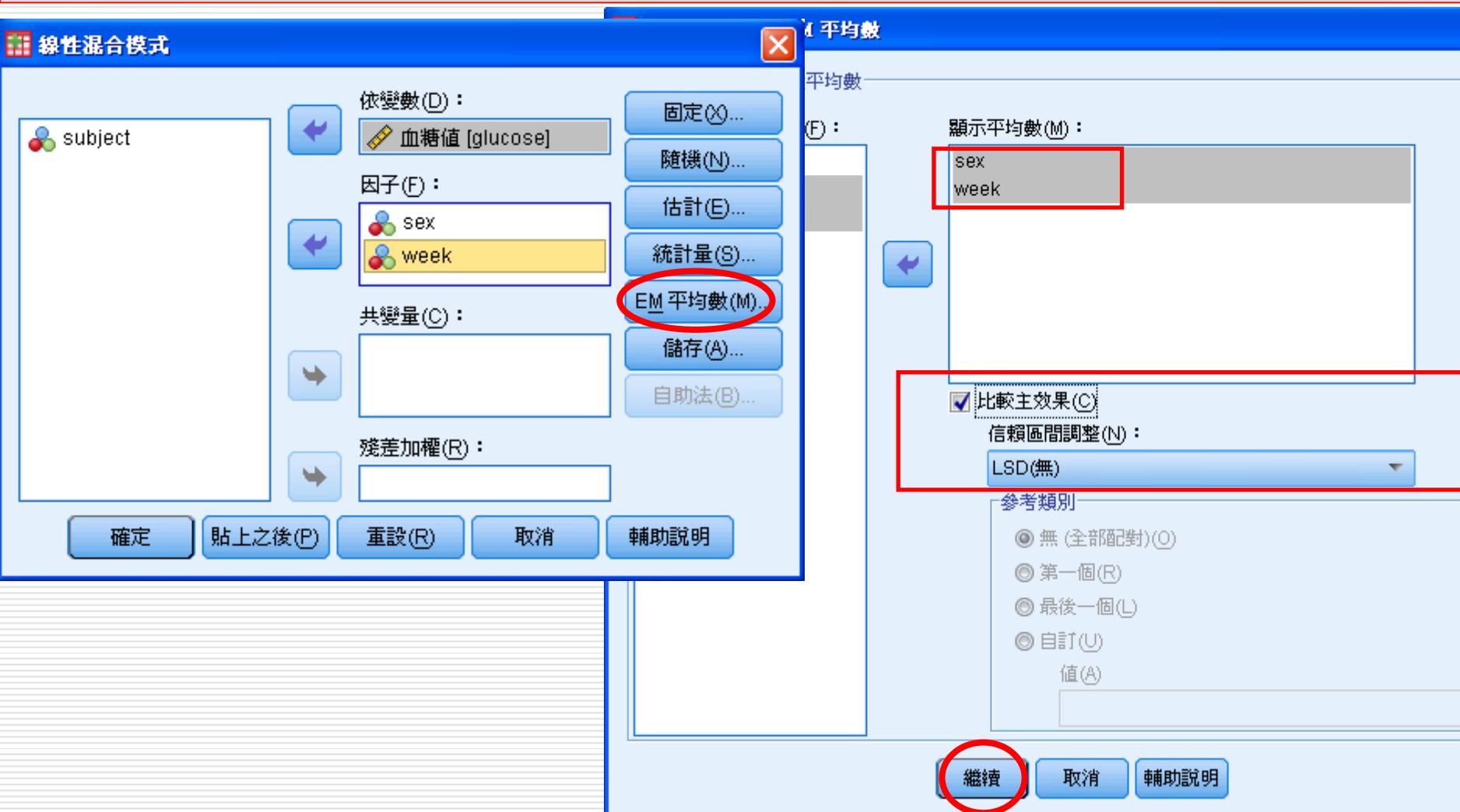
自助法(B)...

比較主效果(C)

信賴區間調整(N)：
LSD(無)

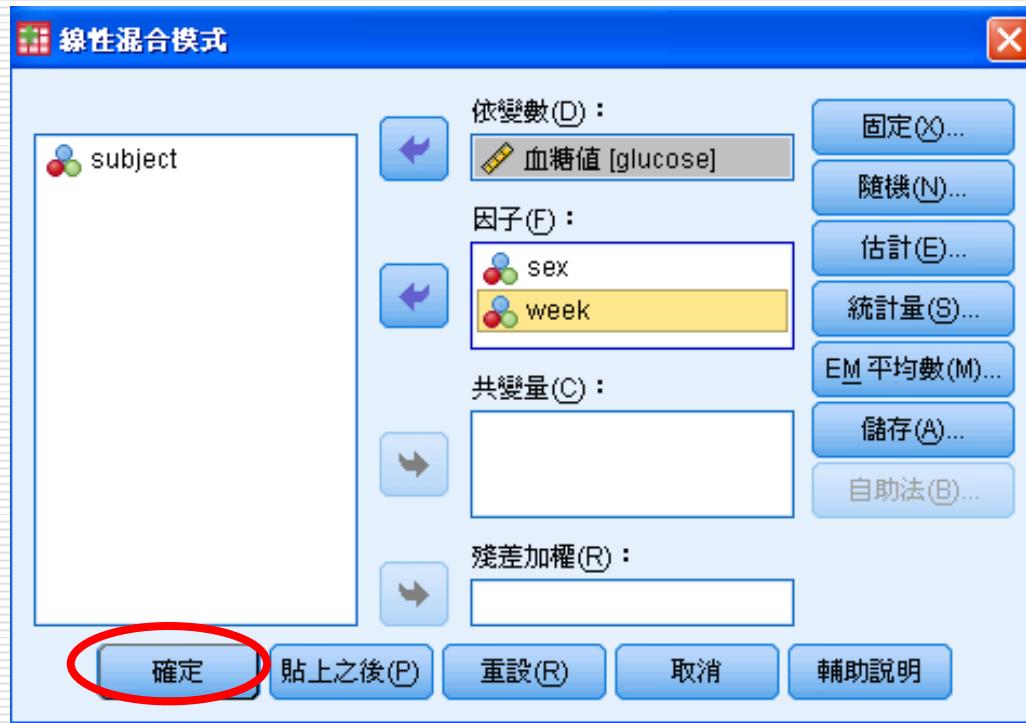
參考類別
 無 (全部配對)(O)
 第一個(R)
 最後一個(L)
 自訂(U)
值(A)

繼續 取消 輔助說明



EX2：多組樣本重複測量-法2

Mixed model



EX2：多組樣本重複測量-法3 GEE (廣義方程式)

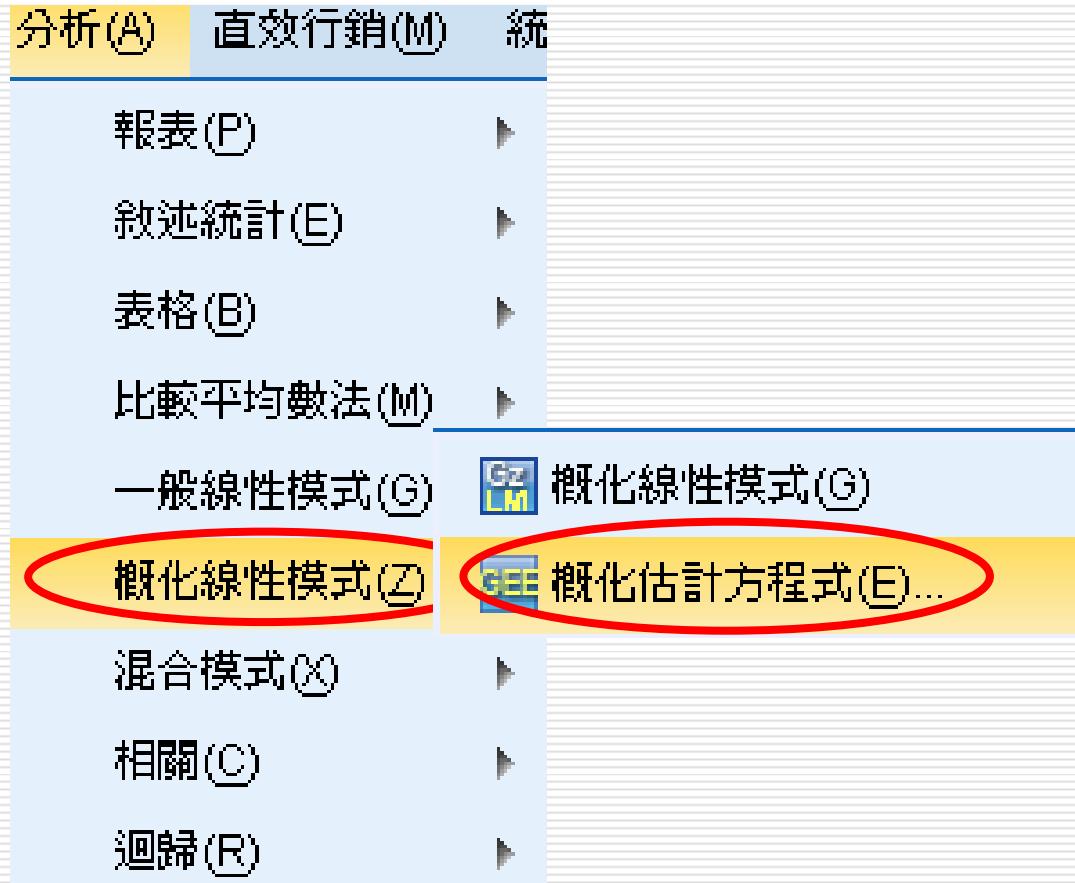
1. GEE(Generalized Estimating Equation)：是一個估計方法，不是一個model

2. 為半母數方法(semi-parametric)
3. 假設少，而其估計仍具有好性質
4. 適用於類別或數值型資料
5. Robust穩健性質，不因假設變動，而嚴重影響估計結果

機率分佈	連結函數	
常態 normal	單位 identity	μ_i
二項式 Binomial	Logit	$\log \left[\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right]$
卜瓦松 Poisson	Log	$\log \mu_i$
伽瑪 Gamma	Reciprocal	$\frac{1}{\mu_i}$

EX2：多組樣本重複測量-法3

GEE



EX2：多組樣本重複測量-法3 GEE

概化估計方程式

重複 模式類型 回應(E) 預測 模式 估計 統計量 EM 平均數 儲存 輸出

變數(V) : sex 血糖值 [glucose]

受試者變數(S) : subject (紅圈)

受試者內變數(W) : week (紅圈)

依受試者和受試者內變數排序觀察值①

共變異數矩陣

穩健估計式(O) 模式估計式(D) (紅圈)

工作中相關矩陣

結構(S) : 可交換 (紅圈) M:

依非多餘參數的數目調整估計式(A)

最大疊代(A) : 100

更新矩陣(E) 更新之間的疊代(I) : 1

收斂條件

至少需為一個收斂準則指定大於 0 的最小值。

最小 : 類型(O) :

參數估計值中的變更(C) 1E-006 組絕對

Hessian 收斂(H) 組絕對

確定 貼上之後(P) 重設(R) 取消 輔助說明

獨立 AR(1): 與第1期相關強，與其他期僅微弱相關

可交換 M個相依 M-dependent: 當期response僅與前m期有相關

M個相依 非結構化

共變異矩陣(三者相同)

- Repeated measures ANOVA : Exchangeable
- Mixed model: compound symmetry (複合對稱)
- GEE : Exchangeable(可交換)

EX2：多組樣本重複測量-法3

GEE

量化估計方程式

模式類型 (回應(E) 預測 模式 估計 統計量 EM 平均數 儲存 輸出)

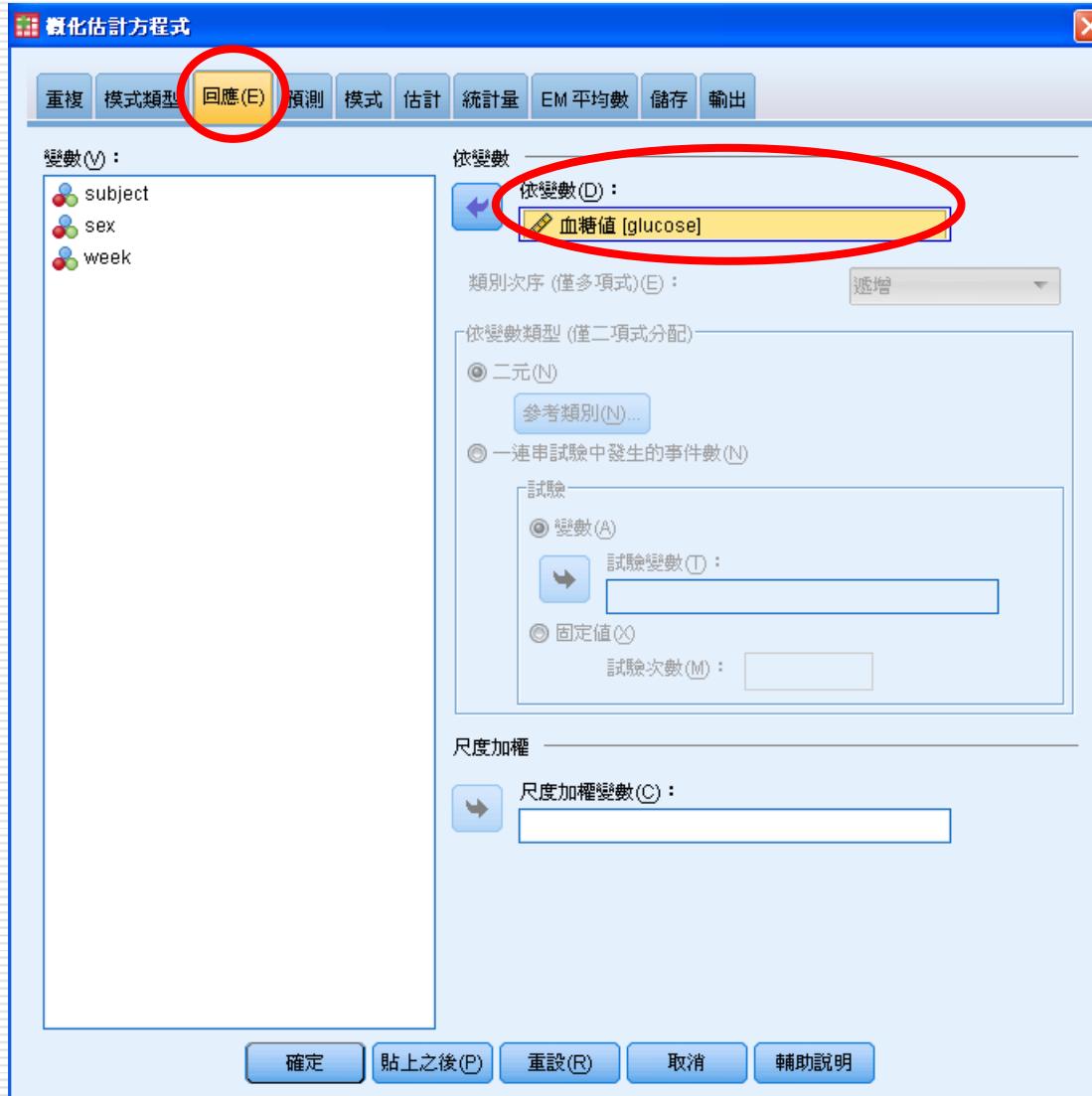
選擇下列其中一個模式類型，或指定自訂的分配和連結函數組合。

尺度回應	次序回應
<input type="radio"/> 線性(L)	<input type="radio"/> 次序 Logistic(O)
<input type="radio"/> 含有對數連結的Gamma(G)	<input type="radio"/> 次序 Probit(D)
個數	事件/試驗資料的二元回應
<input type="radio"/> Poisson 對數線性(S)	<input type="radio"/> 二元 Logistic(B)
<input type="radio"/> 含有對數連結的負值二項式(N)	<input type="radio"/> 二元 Probit(A)
組合	區間受限存活(I)
<input type="radio"/> 含有對數連結的Tweedie(T)	
<input type="radio"/> 含有識別連結的Tweedie(W)	
自訂(C)	
自訂(C)	
分配： <input type="button" value="常態"/>	連結函數(F)： <input type="button" value="單位(I)"/>
參數 <input type="radio"/> 指定值(Y) 數值(M) : 1 <input type="radio"/> 估計值(M)	幕次(E) :

確定 貼上之後(P) 重設(R) 取消 輔助說明

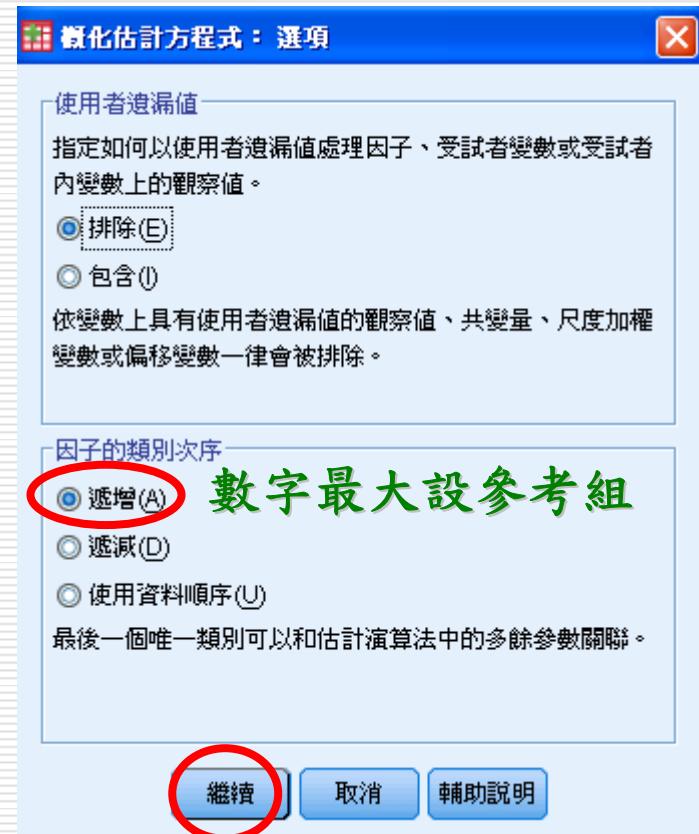
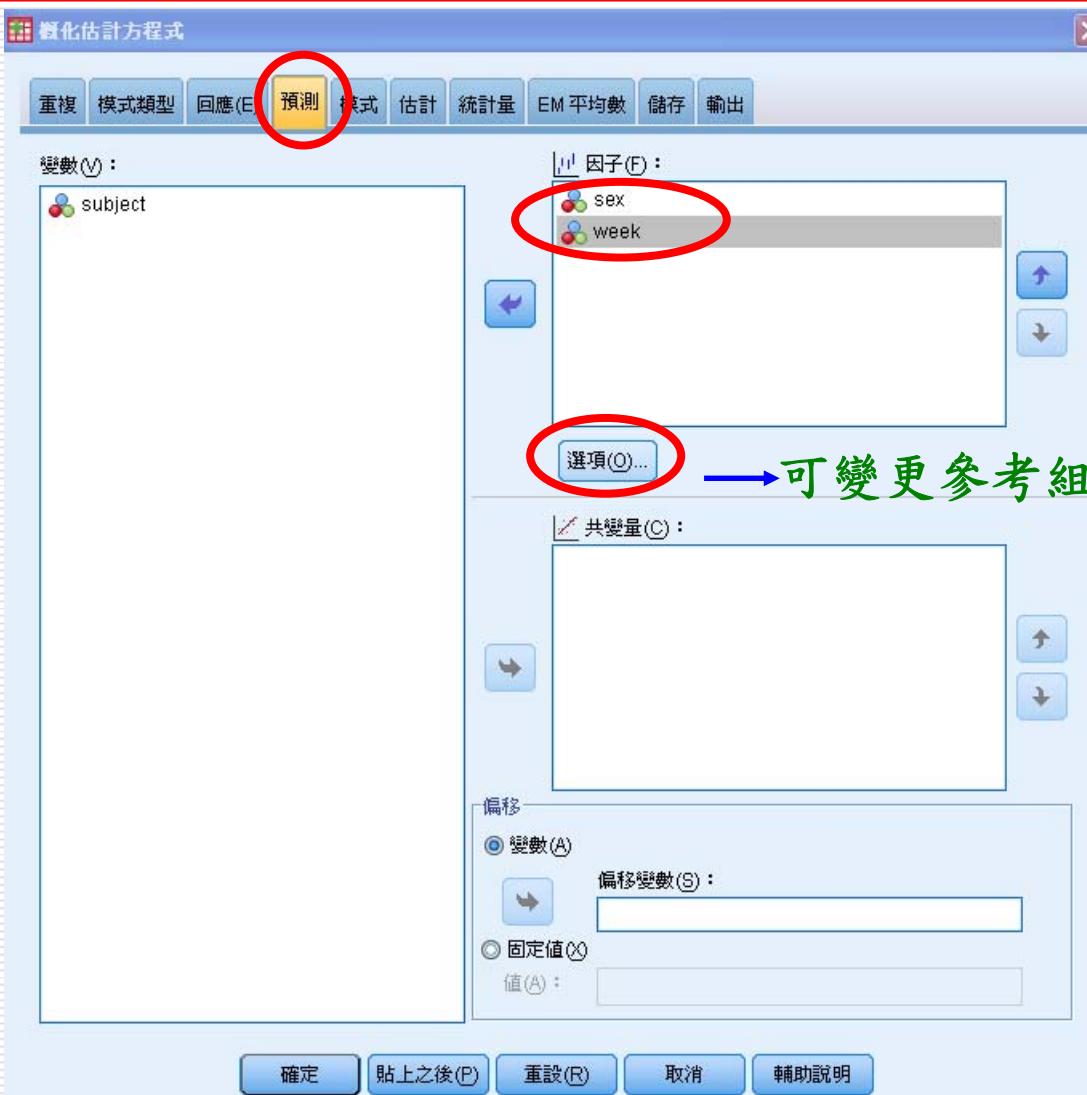
機率分佈	連結函數	
常態 normal	單位 identity	μ_i
二項式 Binomial	Logit	$\log \left[\frac{\pi_i}{1 - \pi_i} \right]$
卜瓦松 Poisson	Log	$\log \mu_i$
伽瑪 Gamma	Reciprocal	$\frac{1}{\mu_i}$

EX2：多組樣本重複測量-法3 GEE

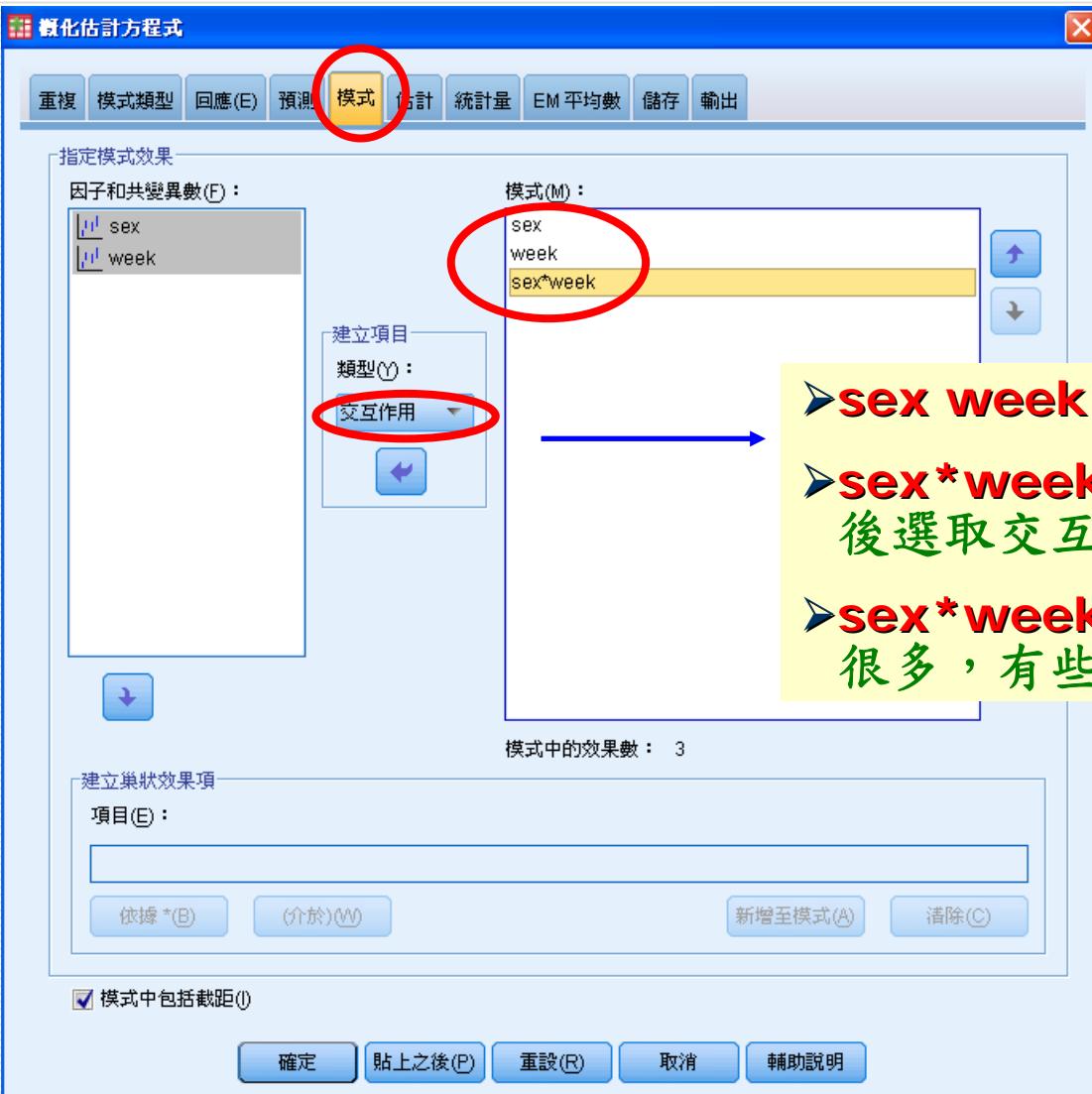


EX2：多組樣本重複測量-法3

GEE

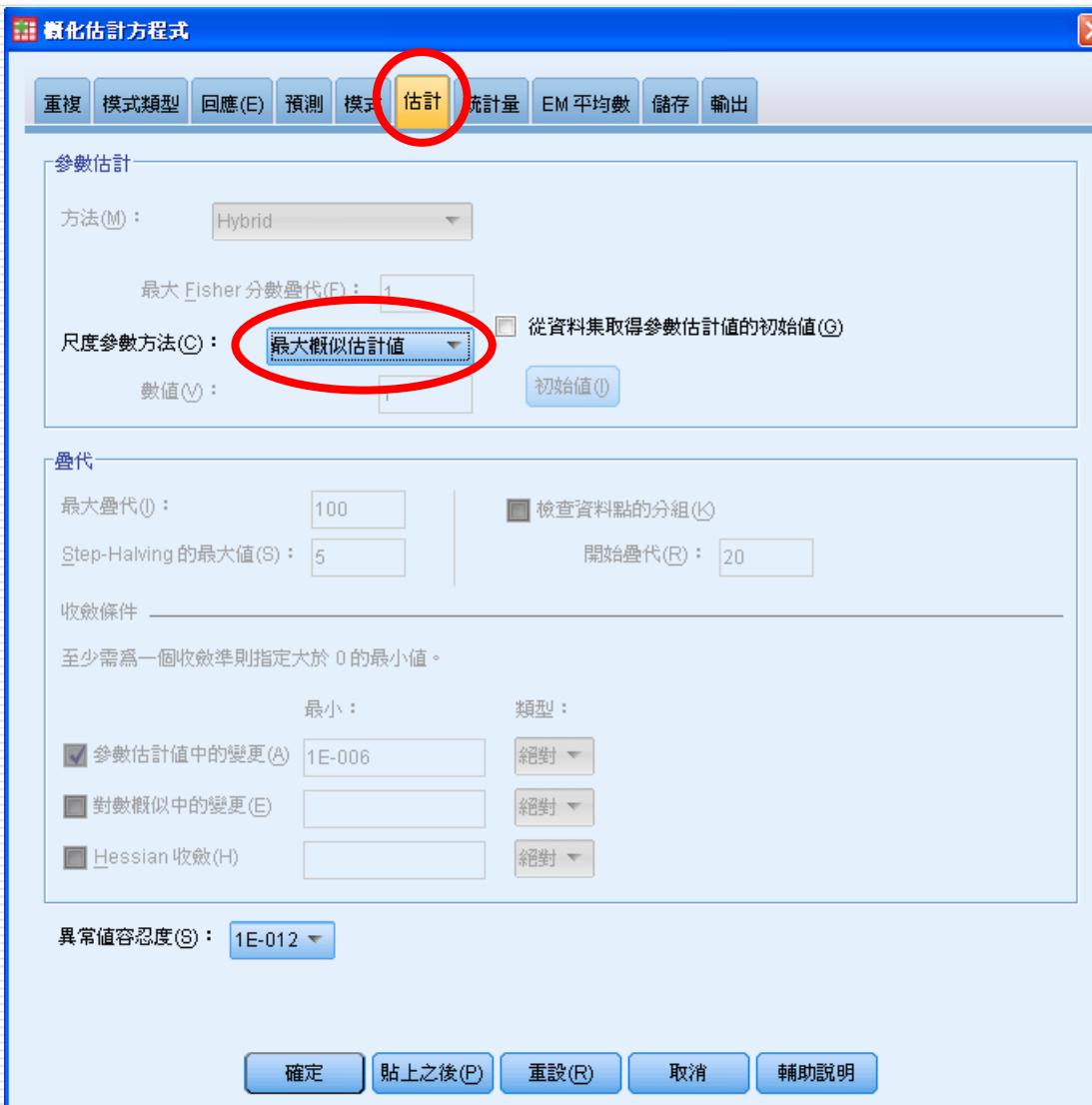


EX2：多組樣本重複測量-法3 GEE



- **sex week**(主作用)
- **sex*week**(同時將此2變數點住，然後選取交互作用)
- **sex*week**(交互作用項必放，如變數很多，有些不重要的交互作用可忽略)

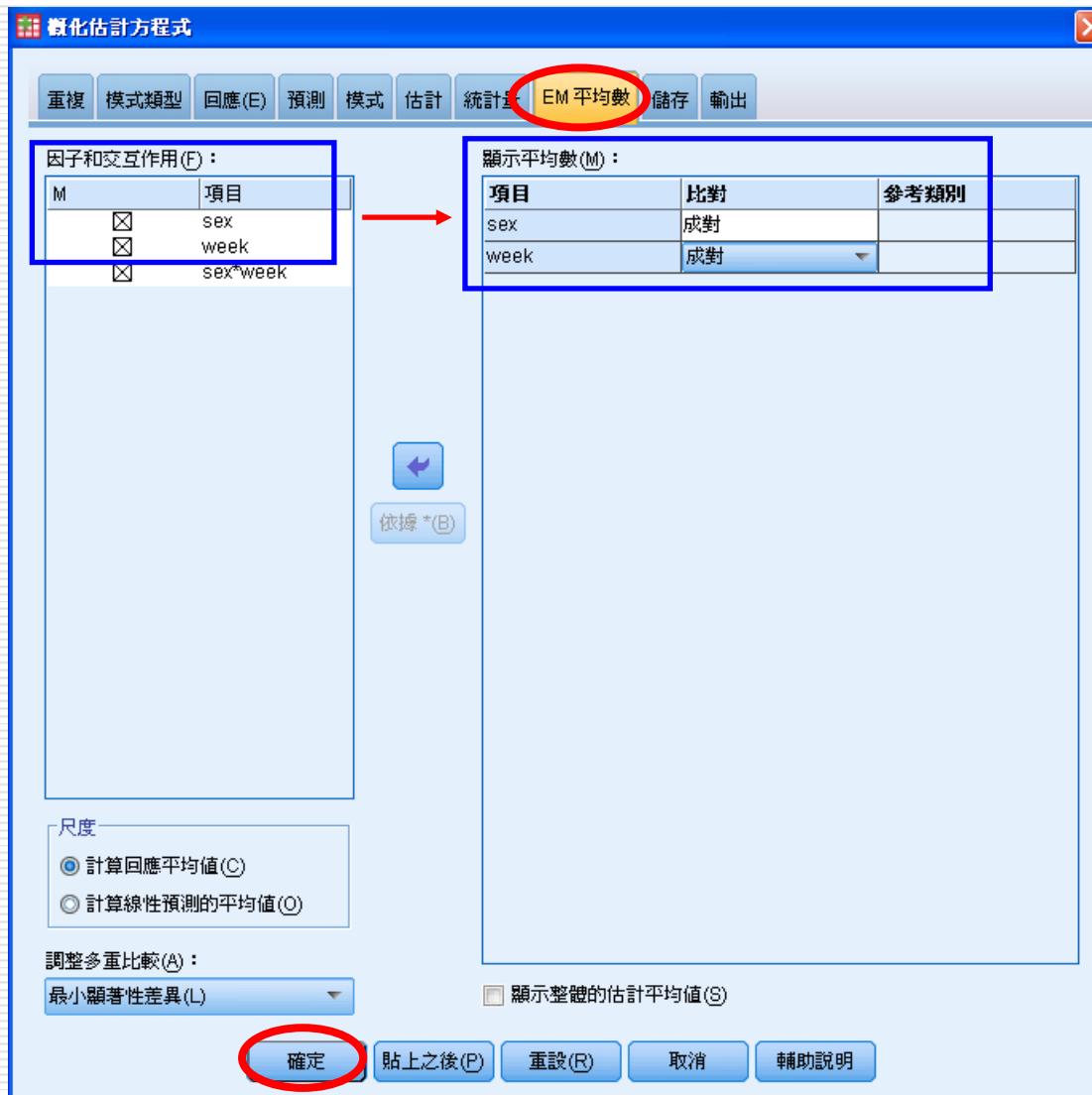
EX2：多組樣本重複測量-法3 GEE



EX2：多組樣本重複測量-法3 GEE



EX2：多組樣本重複測量-法3 GEE



研究部 生統小組簡介

組織架構與成員簡介

➤ 藍祚鴻 研究部部副主任

■ 何惠卿	4019	<u>hcho@vghtc.gov.tw</u>
■ 徐倩儀	4047	<u>chiann@vghtc.gov.tw</u>
■ 張光喜	4081	<u>kuanghsi@vghtc.gov.tw</u>

➤ 生統小組網頁(研究部網頁右下/其他資源/生物統計小組)

http://www.vghtc.gov.tw/GipOpenWeb/wSite/lp?ctNode=49626&mp=6000&idPath=49379_49626

➤ 服務項目

個案分析/統計諮詢/審稿回覆/統計課程教學/羅博士論文寫作諮詢

➤ 生物統計服務：101/12/31前院內部科單位主管蓋章核可免費!!!
102/1/1配合醫院政策，改部科成本轉帳!!!

Thank you

For your
attention!!

