

## 95-99 試驗設計學 期中考古題

### I. 簡答題:

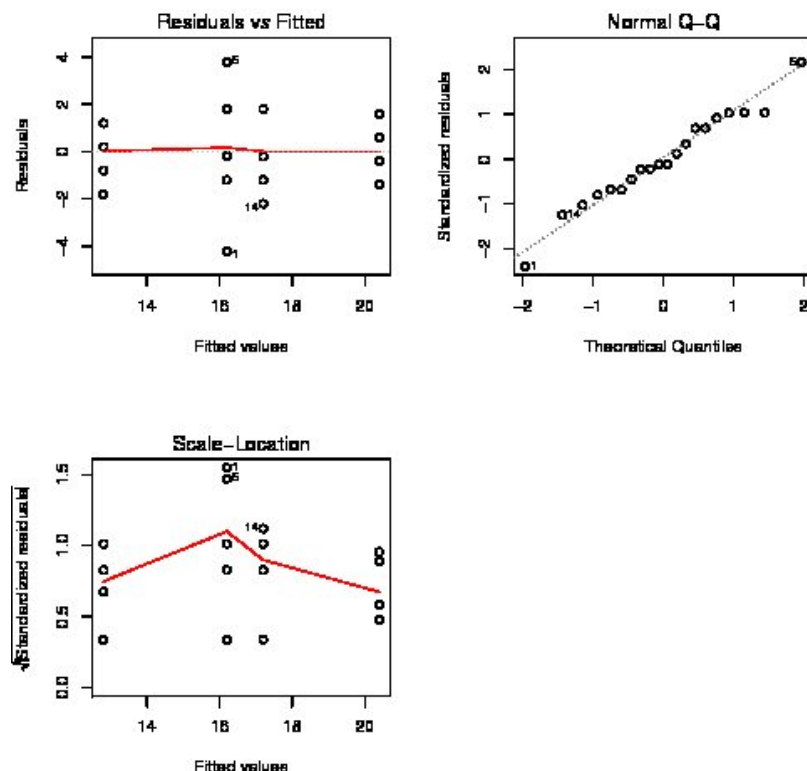
1. 列出試驗設計基本原則。(95年)
2. 無偏估值 (unbiased estimator)(96年)
3. 中央極限定理 (central limit theorem)(96年)
4. 抽樣分佈 (sampling distribution)(96年)(97年)
5. 變方分析對誤差項的基本假設為何? 這些假設中又以何者影響變方分析結果最嚴重? (96年)
6. 比較三組以上均值不宜進行兩兩均值比較, 須採用變方分析的原因為何?(96年)
7. 利用下列亂數, 說明如何隨機化一個處理變級為 5, 各變級重複數為 3 的完全隨機設計 (CRD)。(96年)  
7 1 4 8 1 9 3 7 6 9 8 4 3 5 3 7 6 9 2 6 5 7 7 1 2 2 1 2 3 6  
5 7 8 3 2 6 1 3 1 3 3 1 5 2 2 9 2 9 2 5 7 5 5 2 6 3 3 3 2 4
8. replication (97年)
9. relative efficiency (97年)
10. full model and reduced model (97年)
11. 何謂「隨機化」(Randomization)?(99年)
12. 說明 experimental study 與 observational study 的差異之處。(99年)

## II. 計算與問答:

1. 某製藥公司欲比較 3 種痛風新藥 (T15, T40, T50) 及目前市售藥品 (control) 的療效, 每種藥品隨機決定 5 位痛風患者服用, 並計錄從服藥到藥品開始發揮止痛效果的時間 (以分鐘計), 資料如下表。依據下頁結果與附表回答以下問題:(95年)

處理	重複					Mean	Variance
	1	2	3	4	5		
Control	12	15	18	16	20	16.2	9.2
T15	20	21	22	19	20	20.4	1.3
T40	17	16	19	15	19	17.2	3.2
T50	14	13	12	14	11	12.8	1.7

- (a) 分別以 means model 與 effects model 表示上述資料。
- (b) 此筆資料採用變方分析是否恰當? 說明原因。
- (c) 討論 4 種藥品療效是否相同 (令  $\alpha = 0.05$ )? 若有不同療效, 則何者最佳?
- (d) 估計 means model 與 effects model 中的未知母數 (unknown parameters)。
- (e) 求 T15 與 control 平均藥效發揮時間差之 95% 信賴區間。(Note:  $t_{0.025,16} = 2.12$ )



## Analysis of Variance Table

Response: y

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trt	3	146.950	48.983	12.723	0.0001661 ***
Residuals	16	61.600	3.850		

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
=====

Bartlett test of homogeneity of variances

data: y by trt

Bartlett's K-squared = 4.4086, df = 3, p-value = 0.2206  
=====

##### Levene's Test #####

## > my = rep(tapply(y,trt,median),each=5)

## > z = abs(y-my)

## > anova(lm(z~trt))

## Analysis of Variance Table

Response: z

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
trt	3	5.7500	1.9167	1.4744	0.2591
Residuals	16	20.8000	1.3000		

=====

Tukey multiple comparisons of means  
95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = y ~ trt)

\$trt

	diff	lwr	upr	p adj
T15-Control	4.2	0.6495678	7.7504322	0.0178456
T40-Control	1.0	-2.5504322	4.5504322	0.8507449
T50-Control	-3.4	-6.9504322	0.1504322	0.0629607
T40-T15	-3.2	-6.7504322	0.3504322	0.0849720
T50-T15	-7.6	-11.1504322	-4.0495678	0.0000786
T50-T40	-4.4	-7.9504322	-0.8495678	0.0128974

=====

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Dunnett Contrasts

Fit: lm(formula = y ~ trt)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	p value
T15 - Control == 0	4.200	1.241	3.384	0.0102 *
T40 - Control == 0	1.000	1.241	0.806	0.7616
T50 - Control == 0	-3.400	1.241	-2.740	0.0377 *

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
(Adjusted p values reported)

2. 比較鳶尾花三種品種 (setosa, versicolor, virginica) 花萼長度是否不同, 每品種各收集 5 朵花量其花萼長度, 結果如下:

Species	Observations					Mean	Variance
Setosa	5.7	4.8	5.1	5.1	4.9	5.12	0.122
Versicolor	5.7	5.0	5.5	6.4	5.8	5.68	0.257
Virginica	6.3	6.2	6.1	6.1	6.3	6.20	0.010

- (a) 寫出此試驗的 cell means model 與 treatment effect model 。
- (b) 寫出虛無假設與對立假設 (以 cell means model 的符號表示) 。
- (c) 完成以下變方分析表 (1) 至 (6) 的空格:

變異來源	自由度(df)	平方和(SS)	均方(MS)	$F$ 值
鳶尾花品種	(1)	2.917	(4)	(6)
誤差	(2)	1.556	(5)	
總和	(3)	4.473		

- (d) 若變方分析表  $F$  值的  $p$ -value 為 0.0018, 且令  $\alpha = 0.01$ , 針對此試驗結果提出結論。

3. 利用完全隨機設計，調查蕃茄植物組織在四種不同成份之培養基中的生長情況，結果記錄如下：(96年)(97年)

培養基種類	組織生長 (mm × 10)				
Control	45	39	40	45	42
3% Glucose	25	28	30	29	33
3% Fructose	28	31	24	28	27
3% Sucrose	31	37	35	33	34

- (a) 寫出此試驗的 full cell means model 與 full treatment effect model 。
- (b) 寫出虛無假設與對立假設 (以 treatment effect model 的符號表示) 。
- (c) 完成以下變方分析表 (1) 至 (7) 的空格:

變異來源	自由度(df)	平方和(SS)	均方(MS)	<i>F</i> 值	<i>p</i> -value
培養基種類	(1)	653.20	(5)	(7)	0.0001
誤差	(2)	(4)	(6)		
總和	(3)	763.20			

- (d) 根據變方分析表中 *p*-value 對蕃茄植物組織在四種不同成份之培養基中的生長情況提供結論。
- (e) 計算你/妳在 (a) 所寫的 treatment effect model 中各處理變級效應的估計值。
- (f) 計算 25 個殘差值 (residuals)。這些殘差是否有極端值 (outlier)?
- (g) 求 3% Sucrose 與 Control 平均組織生長差的 95% 信賴區間。此信賴區間代表的意義為何? (Note:  $t_{0.025,16} = 2.12$ )

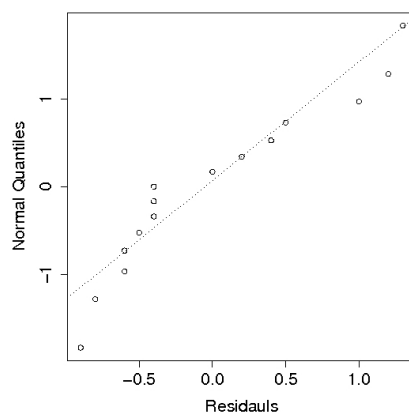
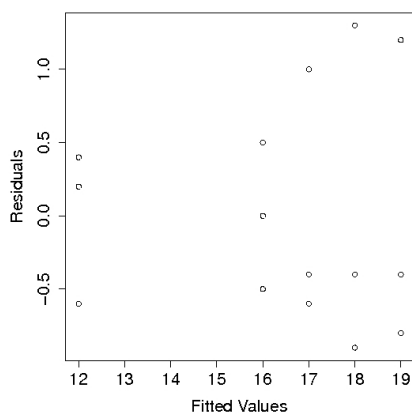
4. 利用完全隨機設計 (CRD)，比較五種不同種植密度所得的作物產量，所得試驗資料如下表。(99年)

重複	種植密度				
	10	20	30	40	50
1	12.2	16.0	18.6	17.6	18.0
2	11.4	15.5	20.2	19.3	16.4
3	12.4	16.5	18.2	17.1	16.6
平均 ( $\bar{y}_{i.}$ )	12.0	16.0	19.0	18.0	17.0

- (a) 以 treatment effects model 表示上述資料。  
 (b) 根據 treatment effects model 所使用的符號, 寫出虛無假設與對立假設。  
 (c) 完成以下變方分析表, 並對比較五種不同種植密度所得的作物產量做出適當結論 (設  $\alpha = 0.05$ )。

變異來源	自由度	平方和	均方	$F$ 值	$p$ -value
種植密度	(1)	(4)	(6)	(8)	< 0.001
誤差	(2)	(5)	(7)		
總和	(3)	95.08			

- (d) 計算 treatment effects model 中，各處理效應的估計值。  
 (e) 計算所有 15 個殘差 (residuals) 並利用殘差判定是否有極端值存在。  
 (f) 以下兩個圖型分別用來判定變方分析的哪些基本假設? 判定結果為何?



姓名：\_\_\_\_\_ 學號：\_\_\_\_\_ (5 分)

## 1. 簡答題 (各 5 分):

(a) 變方分析中誤差均方 (MSE) 與處理均方 (MStrt) 分別在何種情況下可視為誤差變方 ( $\sigma^2$ ) 的無偏估值？

(b) 檢驗以下兩對比是否直交。

$$\Gamma_1: \mu_2 + \mu_3 - \mu_4 - \mu_5 = 0$$

$$\Gamma_2: 4\mu_1 - \mu_2 - \mu_3 - \mu_4 - \mu_5 = 0$$

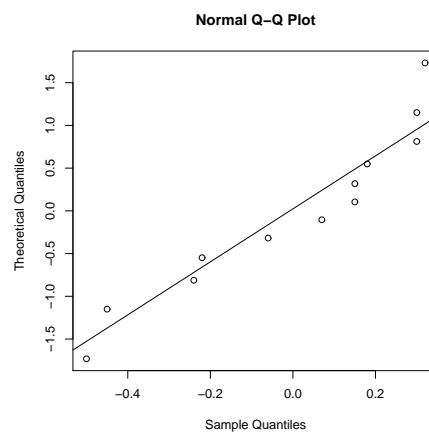
## 2. 單選題 (各 5 分):

\_\_\_\_\_ (a) 變方分析對誤差項的基本假設以何者影響變方分析結果最輕微？  
1) 變方同質性 2) 獨立性 3) 常態分布性 4) 以上三者同樣重要。

\_\_\_\_\_ (b) 比較三組以上平均值不宜在變方分析前直接進行兩兩比較，因為  
1) Type I error 過度膨脹 2) Type II error 過度膨脹  
3) Type I error 與 Type II error 過度膨脹 4) 以上皆非

\_\_\_\_\_ (c) 估計統計模式所用的最小平方法的概念是讓何者最小？  
1) 處理平方和 2) 處理自由度 3) 誤差平方和 4) 誤差自由度

\_\_\_\_\_ (d) 右圖是在檢驗：  
1) 平均值是否相等  
2) 資料是否來自常態分布  
3) 是否進行足夠的隨機化  
4) 資料是否互相獨立



\_\_\_\_\_ (e) 變方分析在變方同質性假設不成立時，應採用的替代方案為何？  
1) Tukey's HSD test 2) Levene's test  
3) Scheffe's test 4) Variable transformation

## 3. 計算與問答:

在 6 種不同生長時期對小麥施用氮肥，各處理重複 4 次，並記錄小麥莖桿內硝酸鹽氮 (nitrate nitrogen) 的濃度如下表：

重複	施用氮肥時機					
	1	2	3	4	5	6
1	34.98	40.89	42.07	37.18	37.99	34.89
2	41.22	46.69	49.42	45.85	41.99	50.15
3	36.94	46.65	52.68	40.23	37.61	44.57
4	39.97	41.90	42.91	39.20	40.45	43.29
平均 ( $\bar{y}_{i.}$ )	38.28	44.03	46.77	40.62	39.51	43.23

(a) 寫出此試驗的 treatment effect model (需包含統計模式、符號說明、基本假設及所有限制式) (7分)。

(b) 以上述符號表示變方分析的虛無假設與對立假設 (6分)。

(c) 完成以下變方分析表並做出適當結論 (設  $\alpha = 0.05$ ) (20分)。

變異來源	自由度	平方和	均方	$F$ 值	$p$ -value
氮肥施用時機	(1)	(4)	(6)	(8)	0.004
誤差	(2)	(5)	(7)		
總和	(3)	506.33			

(d) 計算 treatment effects model 中，各處理效應的估計值 (12分)。



(e) 利用殘差 (residuals) 判定是否有極端值存在 (10分)。

(f) 解釋以下 R 統計分析結果 (5分)。

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Dunnett Contrasts

Fit: aov(formula = y ~ trt)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t )
2 - 1 == 0	5.755	2.911	1.977	0.2157
3 - 1 == 0	8.492	2.911	2.918	0.0366 *
4 - 1 == 0	2.337	2.911	0.803	0.8851
5 - 1 == 0	1.232	2.911	0.423	0.9909
6 - 1 == 0	4.947	2.911	1.700	0.3358

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
(Adjusted p values reported -- single-step method)