

姓名:_____ 學號:_____

Part I. 是非題 (True-or-False questions):

若下列敘述正確, 在空白處填入 T; 若敘述不正確, 在空白處填入 F, 並寫出其為否定的理由。

Decide if each of the following statements is true or false and place a T or F to the left of each statement.

If the statement is false then explain WHY you think it is false.

- _____ 1. 在完全隨機設計組合相交的複因子設計中 (CRD + crossed factorial design), 利用 F-tests 分析兩因子 A 與 B 的主效應與交感效應, 發現兩因子交感效應 $A \times B$ 及 A 因子主效應顯著, 則下一步可以在 B 因子各自的變級下, 定義並檢驗 A 因子變級組成的對比。After conducting the F-tests for main effects and interactions in a CR factorial experiment (CRD + crossed two-factor factorial design) involving two factors A and B, the experimenter finds that the two-way interaction, $A \times B$, is significant. An appropriate follow-up technique would be to define several contrasts involving the levels of factor A, and test them separately at each of the levels of B.
- _____ 2. 裂區設計中通常指定較重要的因子為大區因子。In the split-plot design, it is typical to assign the more important factor as the whole-plot factor.
- _____ 3. 均衡不完全區集設計 (BIBD) 中, 每組成對處理在各區集均出現一次。In a balanced incomplete block design (BIBD), each pair of treatments appear once in every block.
- _____ 4. 完全隨機設計 (CRD) 與隨機完全區集設計 (RCBD) 的隨機化過程不同處在於 RCBD 是在各區集內隨機分配試驗單位, 而 CRD 則無任何隨機化的限制。The randomization in a completely randomized design (CRD) differs from the randomization in a randomized complete block design (RCBD) is that in the CRD there is no restriction on the randomization whereas in the RCBD there is a separate randomization within each block.
- _____ 5. 某研究人員利用單因子試驗設計對 A 因子效應進行 F-test, 發現 A 因子效應顯著, 因此她選擇了許多非直交對比欲了解各對比的效應為何, 則她應採用 Scheffe's test。The experimenter conducts the F-test for a single-factor experiment for Factor A. She finds a significant treatment effect. She then selects many non-orthogonal contrasts in the levels of Factor A. The method to test whether the contrasts are significant is to use Scheffe's test.

II. 簡答題 (Short-answer questions):

以最多兩句話回答下列問題。Answer each of the following questions in at most two sentences.

1. 均衡不完區集設計 (BIBD) 之“均衡”與“不完全”是指? In a balanced incomplete block design (BIBD), what is balanced and what is incomplete?

2. 舉出兩項使用裂區設計 (split-plot design) 的時機。Give two occasions of applying split-plot designs.

3. 共變方分析 (analysis of covariance, ANCOVA) 對共變數的基本假設為何? What assumptions do we make concerning the covariate in the use of analysis of covariance (ANCOVA)?

4. 某機構進行複因子試驗設計比較用四種不同的漂白水 (Factor D) 在三種不同水溫 (Factor T) 下清洗衣物的潔白程度。若 D 與 T 因子存在交感效應, 則對 D 與 T 主效應顯著性的解讀產生何種影響? A organization conducts a factorial experiment to compare the whiteness of clothes washed using four different detergents (Factor D) and three water temperature (Factor T). If a significant D by Y interaction is observed, how would it affect the interpretation of significances of the main effects?

5. 若兩因子 A 與 B (各自有兩個變級) 相交複因子試驗設計結果顯示 A、B 有顯著交感效應且 A 因子的主效應也顯著; 但 B 因子主效應不顯著。畫出任一種 A、B 兩因子可能的交感圖, 並說明為何不可能在兩因子交感顯著的情況下, 兩個因子的主效應的 F-tests 結果均不顯著。In a crossed two-factor factorial experiment involving two Factors A and B (2 levels for either factor), the F-tests show a significant $A \times B$ interaction and a significant main effect for Factor A; but the main effect of Factor B is not significant. Show one possible interaction plot for the above data and explain why it is not possible for the main effects of both factors to be not significant whereas the interaction are significant.

III. 計算題:

以下三項試驗, 分別回答以下 (a) - (c) 三項問題:

For the following three experiments, answer the following information:

- (a) 寫出該試驗對應的 effects model; 答案必須詳細定義模式中採用的代號, 並提供所有與模式相關的限制式與基本假設。Write the **effects model** to describe the experiment. Completely identify all terms in your model and include all conditions (constraints and distributional assumptions).

(b) 完成隨提所附的變方分析表。Complete the given **ANOVA table**. (Note: SOV = source of variance 變異來源; SS = Sum of Squares 平方和; DF = Degree of Freedoms 自由度; MS = Mean Squares 均方。)

(c) 令 $\alpha = 0.05$, 對該試驗結果提供詳細結論。At the $\alpha = 0.05$ level, draw **overall conclusions** concerning this experiment.

1. 一位草皮專家研究六種草皮品種 ($V_1 - V_6$) 在 3 種種植密度 ($C_1 - C_3$) 下的耐受度。他採用主區為完全區集設計 (RCBD) 的裂區設計 (Split-plot design), 區集有三變級 ($B_1 - B_3$)。每個區集包含六個主區, 分別隨機種植一種草皮品種; 每個大區內又包含三條小區, 各小區隨機安排種植密度。觀測值為樣本的乾重。A turf specialist is studying the durability of six varieties ($V_1 - V_6$) of turf grass in combination with three levels of compacting ($C_1 - C_3$). He adopts the split-plot design with a randomized complete block design (RCBD) in the whole plot; three blocks ($B_1 - B_3$) are used in the study. At each block, there are six plots and the turf varieties are randomly assigned to the plots. Each plot is then divided into three strips and a level of compacting is randomly assigned to each strip. The response variable is the amount of dry matter obtained from a sample taken on each strip.

(a)

(b)

SOV	SS	DF	MS	F_0
Block (B)	9.04			
Variety (V)	12.20			
Whole Plot Error($B \times V$)	2.80			
Compacting (C)	2.30			
$B \times C$	0.92			
$V \times C$	4.40			
Subplot Error	3.40			

(c)

2. 研究三種清洗牛奶桶的方法 (Solution: $S_1 - S_3$) 抑制細菌生長的效果, 實驗在實驗室中進行, 每天限制進行三次實驗。由於試驗日期不同為可能的變異來源, 因此實驗者決定採用隨機完全區集設計 (RCBD), 以實驗日期 (Day) 為區集, 取四天 (4區集) 的資料。Three different washing solutions ($S_1 - S_3$) are being compared to study their effectiveness in retarding bacteria growth in the milk containers. The analysis is done in a laboratory, and only three trials can be run on any day. Because days could represent a

potential source of variability, the experimenter decides to use a randomized complete block design (RCBD). Observations are taken for four days (4 blocks: $B_1 - B_4$).

(a)

(b)

SOV	SS	DF	MS	F_0
Day (B)	1106.92			
Solution (S)	703.50			
Error	51.83			

(c)

3. 研究某化學機制的產量時，發現影響產量的兩個最重要因子分別為壓力 (Pressure) 與溫度 (Temperature)。選擇壓力的三個變級 ($P_1 - P_3$) 與溫度的三個變級 ($T_1 - T_3$) 進行兩因子相交試驗，每個處理組合有兩重複。The yield of a chemical process is being studied. The two most important variables are thought to be the pressure and the temperature. Three levels of pressure ($P_1 - P_3$) and three levels of temperature ($T_1 - T_3$) are selected, and a crossed factorial experiment with two replicates for each pressure and temperature combination is performed.

(a)

(b)

SOV	SS	DF	MS	F_0
Pressure (P)	0.76778			
Temperature (T)	0.30111			
$P \times T$	0.06889			
Error	0.16000			

(c)

IV. 組合題：由右邊欄位中選擇與左邊欄位各敘述的唯一最佳組合，並將答案填入左邊欄位各敘述前端空白處。Write the ONE letter from the right column which best matches each of the statements in the left column. Place your answer in the space beginning at each statement.

- | | |
|--|--|
| _____ 1. 比較實驗組與對照組處理均值的方法。Method to compare means of treatments to the mean of a control. | A. Least significant difference (LSD) procedure |
| _____ 2. 當常態分布假設不成立時，比較處理效應的方法。Method used to compare treatment effects when normality assumption is not valid. | B. Dunnett's procedure |
| _____ 3. 兩兩均值比較欲避免遺漏有顯著差異的均值時採用的方法。Pairwise comparison of means when failing to detect significantly different pairs is important. | C. Box-Cox transformation |
| _____ 4. 常態分布資料檢驗變方同質性的統計法。Evaluation of equal variance assumption for normal data. | D. Kruskal-Wallis test |
| _____ 5. 檢驗數個非直交對比的統計法。Examines non-orthogonal contrasts. | E. Normal probability plot |
| _____ 6. 兩兩均值比較欲避免誤判過多均值有顯著差異時採用的方法。Pairwise comparison of means when falsely declaring too many pairs significant is important. | F. Levine's test |
| _____ 7. 檢驗變方分析中常態性假設的方法。Method for testing for normality assumption in ANOVA. | G. Bartlett's test |
| _____ 8. 單因子變方分析時當有兩向區集時採用的設計。Design in which there are two blocking factors in ANOVA for single factor. | H. Tukey's HSD procedure |
| _____ 9. 變方分析時若觀測值受一個連續型 nuisance factor 影響採用的校正方法。Method for adjusting response variables when they are affected by one continuous nuisance factor. | I. Scheffe's test |
| _____ 10. 非常態分布資料檢驗變方同質性的統計法。Evaluation of equal variance assumption for non-normal data. | J. Bonferroni procedure |
| | K. Completely randomized design (CRD) |
| | L. Randomized complete block design (RCBD) |
| | M. Latin square design (LSD) |
| | N. Analysis of Covariance (ANCOVA) |

96上 試驗設計學 期末考

I. 簡答題:

1. 進行共變方分析 (Analysis of Covariance, ANCOVA) 時, 對共變數 (covariate) 有什麼限制?
2. 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?
3. 何謂 nuisance factor?
4. 兩對比 $c_1 = 3\mu_1 - \mu_2 - \mu_3 - \mu_4$ 與 $c_2 = -2\mu_2 + \mu_3 + \mu_4$ 是否直交? 說明你/妳認為是直交或不直交的理由。
5. 說明均衡不完全區集設計 (BIBD) 的適用時機。

II. 是非題: 若下列敘述正確, 在空白處填入 T; 若敘述不正確, 在空白處填入 F, 並寫出其為否定的理由。

- _____ 1. 利用 CRD 比較處理均值, 變方分析結果顯示均值有顯著差異, 欲接續進行兩兩均值比較試驗, 但擔心過多成對處理被誤判為顯著差異時, 採用 Tukey's HSD 進行兩兩均值比較比 Fisher's LSD 進行兩兩均值比較恰當。
- _____ 2. 利用 CRD 比較 5 處理, 變方分析結果顯示均值有顯著差異時, 最多可檢驗 $\binom{5}{2} = 10$ 個直交對比是否顯著。
- _____ 3. 均衡不完全區集設計 (BIBD) 中, 每組成對處理在各區集均出現一次。
- _____ 4. 裂區設計 (split-plot design) 通常指定較重要的因子為小區因子。
- _____ 5. 在兩因子 (A, B) 之複因子試驗設計中, 不可能有 A 因子主效應不顯著, 但 B 因子主效應及 AB 交感效應顯著的情況 (提示: 能否畫出 A 因子主效應不顯著, 但 B 因子主效應及 AB 交感效應顯著的交感圖?)。

III. 計算題: 以下三項試驗, 分別回答以下 (a) - (c) 三項問題:

- (a) 寫出該試驗對應的 treatment effects model; 答案必須詳細定義模式中採用的代號, 並提供所有與模式相關的限制式與基本假設。
- (b) 完成隨題所附的變方分析表。(Note: SOV = 變異來源; SS = 平方和; DF = 自由度; MS = 均方)
- (c) 令 $\alpha = 0.05$, 對該試驗結果提供詳細結論。
1. 設今由三個國小, 每校抽四年級兩班, 每班抽三個學生進行國語成績測驗, 試比較三校及四年級各班之國語成績是否有差別。

(a)

(b)

SOV	SS	DF	MS	F_0	p -value
學校 S	220.11				0.7067
班級 C(S)	162.33				0.9108
誤差	3694.67				

(c)

2. 設今有 A、B、C、D 四種甘藷品種進行蛋白質含量比較測驗，利用四部分分析儀、四位技術員同時進行，採用拉丁方設計。

(a)

(b)

SOV	SS	DF	MS	F_0	p -value
甘藷品種	47.25				0.01087
分析儀	3.25				0.61126
技術員	27.25				0.03780
誤差	10.00				

(c)

3. 一位草皮專家研究三種牧草品種 ($V_1 - V_3$) 及 4 次收割時間 ($D_1 - D_4$) 所得草收量是否有異。他採用主區為完全區集設計 (RCBD) 的裂區設計 (Split-plot design)，區集有四變級 ($B_1 - B_4$)。每個區集包含 3 個主區，分別隨機種植一種草皮品種；每個大區內又包含 4 條小區，各小區隨機安排收割時間。觀測值為草收量。

(a)

(b)

SOV	SS	DF	MS	F_0	p -value
區集 (B)	5.249				0.3547
牧草品種 (V)	166.652				0.0001
大區誤差 ($B \times V$)	8.008				
收割時間 (D)	106.704				0.0001
$B \times D$	12.172				
$V \times D$	5.548				0.8362
小區誤差	37.065				

(c)

IV. 組合題：由右邊欄位中選擇與左邊欄位各敘述的唯一最佳組合，並將答案填入左邊欄位各敘述前端空

白處。

- | | |
|---|--|
| _____ 1. 單因子變方分析時當有單向類別型區集時採用的設計。 | A. Least significant difference (LSD) procedure |
| _____ 2. 非常態分布資料檢驗變方向質性的統計法。 | B. Dunnett's procedure |
| _____ 3. 常態分布資料檢驗變方向質性的統計法。 | C. Box-Cox transformation |
| _____ 4. 檢驗變方分析中常態性假設的方法。 | D. Kruskal-Wallis test |
| _____ 5. 變方分析時若觀測值受一個連續型 nuisance factor 影響採用的校正方法。 | E. Normal probability plot |
| _____ 6. 檢驗數個非直交對比的統計法。 | F. Levine's test |
| _____ 7. 當常態分布假設不成立時，比較處理效應的方法。 | G. Bartlett's test |
| _____ 8. 決定樣本大小的方法。 | H. Tukey's HSD procedure |
| _____ 9. 比較實驗組與對照組處理均值的方法。 | I. Scheffe's test |
| _____ 10. 當資料不符合變方同質假設時應該採用的方法。 | J. OC curves |
| | K. Completely randomized design (CRD) |
| | L. Randomized complete block design (RCBD) |
| | M. Latin square design (LSD) |
| | N. Analysis of Covariance (ANCOVA) |

I. 組合題: 由右欄中選擇與左欄各敘述的唯一最佳組合, 並將答案填入左欄各敘述前端空白處。

- | | |
|--|----------------------------|
| _____ 1. 檢驗變方分析中常態性假設的方法。 | A. Scheffe's test |
| _____ 2. 比較實驗組與對照組處理均值的方法。 | B. Dunnett's procedure |
| _____ 3. 常態分布資料檢驗變方同質性的統計法。 | C. Box-Cox transformation |
| _____ 4. 單因子變方分析時當有兩向類別型區集時採用的設計。 | D. Kruskal-Wallis test |
| _____ 5. 當常態分布假設不成立時, 比較處理效應的方法。 | E. Normal probability plot |
| _____ 6. 兩兩均值比較欲避免遺漏有顯著差異的均值時所採用的方法。 | F. Levene's test |
| _____ 7. 非常態分布資料檢驗變方同質性的統計法。 | G. Bartlett's test |
| _____ 8. 當資料不符合變方同質假設時應該採用的方法。 | H. Tukey's HSD procedure |
| _____ 9. 欲比較兩族群均值是否相同, 且兩族群變方已知時採用的統計方法。 | I. Fisher's LSD procedure |
| _____ 10. 欲比較兩常態分布族群變方是否相同所採用的統計方法。 | J. OC curves |
| | K. 完全隨機設計 (CRD) |
| | L. 隨機完全區集設計 (RCBD) |
| | M. 拉丁方設計 (LSD) |
| | N. 變積分析 (ANCOVA) |
| | O. z -test |
| | P. t -test |
| | Q. F -test |
| | R. Bonferroni procedure |

II. 計算題: 以下三項試驗, 分別回答以下 (a) - (c) 三項問題

(a) 寫出該試驗對應的 treatment effects model; 答案必須詳細定義模式中採用的代號, 並提供所有與模式相關的限制式與基本假設。

(b) 完成隨提所附的變方分析表。

(c) 令 $\alpha = 0.05$, 對該試驗結果提供詳細結論。

1. 令 5 位技術員分別在 3 天中調查採自同地區土壤樣本中的含氮量, 以“天”為區集進行 RCB, 測驗 5 位技術員的調查結果是否一致。

(a)

(b)

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p -value
天		4915.73			< 0.0001
技術員		1683.07			0.0018
誤差					
總和		6877.73			

(c)

2. 進行馬鈴薯種植密度 (D_1 、 D_2 、 D_3) 與品種 (V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4) 之複因子試驗, 以 CRD 設計重複 3 次, 欲測驗種植密度、品種之主效應, 與兩者的交感效應是否存在。

(a)

(b)

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p -value
品種		42.528			0.0032
密度		4.222			0.4180
品種 \times 密度		8.889			0.7011
誤差					
總和		111.639			

(c)

3. 設有 A_1 、 A_2 、 A_3 三種植物, 利用巢式設計進行試驗, 以檢驗品種間及各品種葉片部位間鈣質含量有無差別。

(a)

(b)

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p -value
品種		2.268			0.0007
葉片部位		1.423			0.0367
誤差					
總和		4.256			

(c)

III. 簡答題:

1. 若採用 Bonferroni procedure 同時計算 5 個處理均值的信賴區間, 則每個對比的 α 值需設多少, 以使整體的顯著水準不為 0.05?
2. 複因子設計進行變方分析為何討論主效應顯著性前須討論交感效應的顯著性?
3. 進行 RCBD 遇有缺值時該如何處理?
4. 均衡不完全區集設計 (BIBD) 之“均衡”有兩層含意, 分別為何?

IV. 是非題: 若下列敘述正確, 在空白處填入 T; 若敘述不正確, 在空白處填入 F, 並寫出其為否定的理由。

- _____ 1. 利用 CRD 比較 5 處理, 變方分析結果顯示處理均值有顯著差異時, 最多可同時檢驗 5 個直交對比是否顯著。

- _____ 2. 欲同時檢定 $3\mu_1 - \mu_2 - \mu_3 - \mu_4 = 0$ 與 $\mu_1 + \mu_2 - \mu_3 - \mu_4 = 0$ 可採用 Scheffe's test。
- _____ 3. 試驗設計學可學習如何決定樣本大小及如何妥當安排各試驗單位接受的處理。
- _____ 4. 均衡不完全區集設計 (BIBD) 之“不完全”代表實驗並未完全結束半途中斷。

I. 組合題: 由右欄中選擇與左欄各敘述之唯一最佳組合, 並將答案填入左欄各敘述前端空白處。

- | | |
|---|----------------------------|
| _____ 1. 兩兩均值比較時欲避免誤判過多
均值有顯著差異時採用的方法。 | A. Scheffe's test |
| _____ 2. 用於實驗初期探索階段時的兩兩
均值比較法。 | B. Dunnett's procedure |
| _____ 3. 統計模式中誤差項的估計值。 | C. Variable transformation |
| _____ 4. 用以決定試驗設計的重複數。 | D. Kruskal-Wallis test |
| _____ 5. 非常態分布資料檢驗變方同質性的
統計法。 | E. Normal probability plot |
| _____ 6. 當資料不符合變方同質假設時應
該採用的方法。 | F. Levene's test |
| _____ 7. 由兩常態分佈族群各自獨立取出
的兩樣本, 兩樣本變方的比值呈
現的抽樣分佈。 | G. Bartlett's test |
| _____ 8. 複因子試驗設計時, 用以描述某
一因子在不同變級時觀測值的平
均表現量差異。 | H. Tukey's HSD procedure |
| _____ 9. 用以比較實驗組與對照組均值是
否有差異的多重比較法。 | I. Fisher's LSD procedure |
| _____ 10. 使各觀測值符合獨立性基本假設
而施行的步驟。 | J. OC curves |
| | K. Chi-square distribution |
| | L. F distribution |
| | M. t distribution |
| | N. Randomization |
| | O. Interaction |
| | P. Main effect |
| | Q. Residual |
| | R. Bonferroni procedure |
| | S. Contrast |

II. 簡答題:

1. 變方分析有哪些基本假設?

2. 以下兩對比是否直交? 是或不是的原因為何? 若該處理共有五變級, 則最多可找到幾條兩兩互相直交的對比?

	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5
C_1	0	1	1	-1	-1
C_2	4	-1	-1	-1	-1

3. 單因子隨機完全區集設計的變方分析表中，不列區集 F 值的原因有二，分別為何？

III. 問答題：以下個小題，分別回答以下 (a) - (c) 三項問題：

(a) 此試驗研究單因子或複因子？感興趣（欲探討其效應大小）的因子為何？各有幾變級 (levels)？

(b) 此試驗是否具有干擾因子 (nuisance factor)？若有，干擾因子為何？

(c) 此研究應採用何種試驗設計？（無論是單因子或複因子，在 CRD, RCBD, LSD, BIBD, ANCOVA 中擇一採用）

1. 欲比較三水稻品種利用三種行株距種植時產量是否有差異，但水稻種植區域的土地含水量不同，依土壤含水量可劃分為 4 大區，每區各有 12 塊種植區。

2. 檢驗 A 牌電池的壽命是否隨溫度不同而有變化，從大潤發購入同批生產品質近似的電池，用以測試在 4 種不同溫度下電池的壽命。

3. 實驗目的在比較 6 種甘藷品種的蛋白質含量，為節省時間利用 8 台精密度不同的機器同時進行分析，但每部機器一批只能分析 3 品種。

4. 有三植物品種，各品種取 3 個部位的葉片，以檢驗品種間及各品種葉片部位間鈣質含量有無差別。

IV. 計算題：

兩因子 A, B 各有兩變級進行 CRD, 各處理組合有三重複，資料如下表。完成以下六題。

處理	重 複			總和
	I	II	III	
A ₁ B ₁	28	25	27	80
A ₂ B ₁	36	32	32	100
A ₁ B ₂	18	19	23	60
A ₂ B ₂	31	30	29	90

1. 計算 A, B 因子各自的主效應與 AB 交感效應。

2. 畫出 A, B 交感圖。

3. 寫出此試驗的 treatment effect model; 答案必須詳細定義模式中採用的代號、限制式與基本假設。

4. 完成下列變方分析表。

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p-value
A		208.33			0.0001
B		75.00			0.0024
A × B		8.33			0.1826
誤差					
總和		323.00			

5. 令 $\alpha = 0.05$, 則以上變方分析表提供什麼結論?

6. 利用 Fisher's LSD 比較 A, B 因子兩變級各自是否有顯著差異。(Note: 設 $\alpha = 0.05$, $t_{0.025,8} = 2.306$)

I. 組合題: 由右欄中選擇與左欄各敘述之唯一最佳組合, 並將答案填入左欄各敘述前端空白處。

- | | |
|--|-----------------------------|
| _____ 1. 非常態分布資料檢驗變方同質性的統計法。 | A. Scheffe's test |
| _____ 2. 檢驗變方分析中常態性假設的方法。 | B. Dunnett's procedure |
| _____ 3. 誤差變方 σ^2 之無偏估值。 | C. Box-Cox transformation |
| _____ 4. 兩兩均值比較欲避免遺漏有顯著差異的均值時所採用的方法。 | D. Kruskal-Wallis test |
| _____ 5. 兩兩均值比較欲避免誤判過多均值有顯著差異時所採用的方法。 | E. Normal probability plot |
| _____ 6. 欲比較兩常態分布族群變方是否相同所採用的統計方法。 | F. Levene's test |
| _____ 7. 欲比較兩族群均值是否相同, 且兩族群變方已知時採用的統計方法。 | G. Bartlett's test |
| _____ 8. 決定樣本大小的方法。 | H. Tukey's HSD procedure |
| _____ 9. 統計值的機率分布。 | I. Fisher's LSD procedure |
| _____ 10. 變方分析時若觀測值受一個連續型 nuisance factor 影響採用的校正方法。 | J. OC curves |
| | K. Probability distribution |
| | L. Sampling distribution |
| | M. 誤差均方 (MSE) |
| | N. 變積分析 (ANCOVA) |
| | O. z -test |
| | P. t -test |
| | Q. F -test |
| | R. Bonferroni procedure |

II. 簡答題:

1. 何謂 nuisance factor?
2. 隨機完全區集設計 (RCBD) 與均衡不完全區集設計 (BIBD) 適用時機差異之處?
3. 寫出一個 4×4 的標準方 (standard Latin square)。

4. 變積分析分爲兩個步驟進行，其中第一個步驟目的在檢驗變積分析的哪個基本假設？

5. 隨機完全區集設計 (RCBD) 與拉丁方設計 (LSD) 估計缺值時採用的最小平方法是使何者最小？

III. 是非題：若下列敘述正確，在空白處填入 T；若敘述不正確，在空白處填入 F，並寫出其爲否定的理由。

____ 1. 裂區設計 (BIBD) 小區因子與大區因子的估計精確度並無差異。

____ 2. 試驗設計學可學習如何決定樣本大小及如何妥當安排各試驗單位接受的處理。

____ 3. 選用最佳試驗設計可以完全排除試驗誤差 (experimental error)。

IV. 計算題：以下三項試驗，分別回答以下 (a) - (c) 三項問題：

(a) 寫出該試驗對應的 treatment effects model; 答案必須詳細定義模式中採用的代號，並提供所有與模式相關的限制式與基本假設。

(b) 完成隨提所附的變方分析表。

(c) 令 $\alpha = 0.05$ ，對該試驗結果提供詳細結論。

1. 欲檢驗 4 種殺菌劑的殺菌效果，令 4 位技術員分別採 4 間實驗室製備的菌液，以“技術員”及“實驗室”爲區集進行 LSD，測驗 4 種殺菌劑的藥效是否相同。

(a)

(b)

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p -value
殺菌劑	(1)	145.69	(7)	(11)	0.0052
實驗室	(2)	467.19	(8)		
技術員	(3)	17.19	(9)		
誤差	(4)	(6)	(10)		
總和	(5)	652.94			

(c)

2. 測試某化學藥劑在 5 種不同壓力下的合成效率，但壓力管柱只能同時置入 3 個樣本，因此以壓力管柱為區集，進行均衡不完全區及設計 (BIBD)，各壓力處理重複 6 次。

(a)

(b)

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p -value
壓力	(1)	3688.58	(6)	(9)	< 0.0001
管柱	(2)	1394.67	(7)		
誤差	(3)	(5)	(8)		
總和	(4)	5576.67			

(c)

3. 記錄台北市 3 個區公所內 2 個行政單位的加班時數，各重複 2 次，採用兩因子巢式設計比較各單位的工作量是否有顯著差異。

(a)

(b)

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p -value
區公所	(1)	13.76	(6)	(9)	0.400
行政單位 (nested in 區公所)	(2)	16.36	(7)	(10)	0.021
誤差	(3)	(5)	(8)		
總和	(4)	43.88			

(c)

- _____ 1. 單因子變方分析時，當有兩向類別型干擾因子時應採用的試驗設計法。
- _____ 2. 檢驗變方分析中常態性假設的方法。
- _____ 3. 誤差變方 σ^2 之無偏估值。
- _____ 4. 爲了改善不符合變方同質假設的資料時應採行的步驟。
- _____ 5. 用以比較實驗組與對照組均值是否有顯著差異的多重比較法。
- _____ 6. 單因子變方分析中，考慮單向區集、但區集內試驗單位數小於處理變級數時應採用的試驗設計法。
- _____ 7. 檢驗多個非直交對比之顯著性的統計法。
- _____ 8. 當資料不符合常態分布性假設時，欲比較各處理變級均值差異應採行的替代方案。
- _____ 9. 決定樣本大小的方法。
- _____ 10. 影響變方分析結果最劇的基本假設。

- A. Scheffe's test
- B. Dunnett's procedure
- C. Variable transformation
- D. Kruskal-Wallis test
- E. Normal probability plot
- F. Levene's test
- G. Bartlett's test
- H. Tukey's HSD procedure
- I. Fisher's LSD procedure
- J. OC curves
- K. 完全隨機設計 (CRD)
- L. 隨機完全區集設計 (RCBD)
- M. 均衡不完全區集設計 (BIBD)
- N. 拉丁方設計 (LSD)
- O. 誤差均方 (MSE)
- P. Equal variance
- Q. Independence
- R. Normality

II. 名詞解釋：

1. 干擾因子 (nuisance factor)
2. 最小平方法 (the least square method)
3. 抽樣分布 (sampling distribution)
4. 相對效率 (relative efficiency)
5. 殘差 (residual)

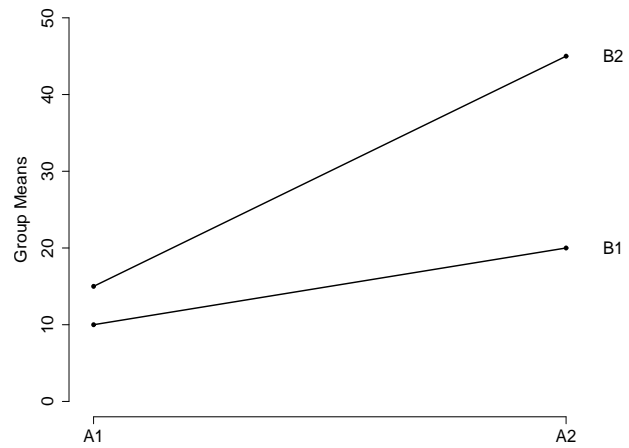
III. 是非題：若下列敘述正確，填入 T；若敘述不正確，填入 F 並寫出其爲否定的理由。

- _____ 1. 以下兩對比互相直交

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

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

- _____ 2. 不同試驗設計法在決定各試驗單位接受的處理，至於樣本大小不屬於試驗設計學的研究範圍。



IV. 計算題：以下三項試驗，分別回答以下 (a) - (c) 三項問題：

- (a) 寫出該試驗對應的 treatment effects model; 答案必須詳細定義模式中採用的代號, 並提供所有與模式相關的限制式與基本假設。
- (b) 完成隨提所附的變方分析表。
- (c) 令 $\alpha = 0.05$, 對該試驗結果提供詳細結論。

1. 比較老鼠在 2 個不同時間 (8 AM、5 PM) 及飼養維他命 B₁ 3 種不同用量 (10 μ g、20 μ g、30 μ g) 所得之增重結果, 採用兩因子相交設計, 各處理組合重複 4 次。

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p-value
時間	(1)	20.3175	(7)	(11)	< 0.0001
維他命用量	(2)	6.6150	(8)	(12)	< 0.0001
時間 \times 維他命用量	(3)	1.1325	(9)	(13)	0.0176
誤差	(4)	(6)	(10)		
總和	(5)	30.0650			

2. 記錄台北市 3 個區公所內 2 個行政單位的加班時數, 各重複 2 次, 採用兩因子巢式設計比較各單位的工作量是否有顯著差異。

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p-value
區公所	(1)	13.76	(6)	(9)	0.400
行政單位 (nested in 區公所)	(2)	16.36	(7)	(10)	0.021
誤差	(3)	(5)	(8)		
總和	(4)	43.88			

3. 利用 3 台分析儀分析比較 4 種甘藷品種蛋白質含量, 以分析儀為區集, 採用隨機完全區集設計。

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p-value
甘藷品種	(1)	2.268	(6)	(9)	0.0076
分析儀	(2)	1.423	(7)		
誤差	(3)	(5)	(8)		
總和	(4)	4.256			

I. 組合題: 由右欄中選擇與左欄各敘述之唯一最佳組合。

- _____ 1. 用以比較數個非直交對比是否顯著的多重比較法。
- _____ 2. 檢驗常態分布資料是否符合變方同質性的統計法。
- _____ 3. 檢驗非常態分布資料是否符合變方同質性的統計法。
- _____ 4. 檢驗資料是否符合常態分布性假設的圖型。
- _____ 5. 影響變方分析結果最劇的基本假設。
- _____ 6. 試驗單位同質時應採用的試驗設計。
- _____ 7. 單因子變方分析中, 考慮單向區集、但區集內試驗單位數小於處理變級數時應採用的試驗設計法。
- _____ 8. 單因子變方分析中, 欲排除單向連續型干擾因子造成之影響應採用的試驗設計法。
- _____ 9. 欲比較來自常態分布之兩樣本的變方是否相同所採用的統計法。
- _____ 10. 計算樣本大小的方法。

- A. Scheffe's test
- B. Dunnett's procedure
- C. *t*-test
- D. *F*-test
- E. Normal probability plot
- F. Levene's test
- G. Bartlett's test
- H. Tukey's HSD procedure
- I. Fisher's LSD procedure
- J. OC curves
- K. 完全隨機設計 (CRD)
- L. 隨機完全區集設計 (RCBD)
- M. 均衡不完全區集設計 (BIBD)
- N. 拉丁方設計 (LSD)
- O. 變積分析 (ANCOVA)
- P. Equal variance
- Q. Independence
- R. Normality

II. 簡答題:

- 1. 舉一個複因子試驗設計中兩因子為「交叉」 (crossed two-factor factorial design) 的例子
- 2. 解釋名詞: Randomization 隨機化
- 3. 本課程讓你/妳印象最深刻的部份是?

III. 是非題：若下列敘述正確，填入 T；若敘述不正確，填入 F 並寫出其為否定的理由。

____ 1. 較複雜的試驗設計 (例如: RCB) 的「誤差平方和」一定比簡單的試驗設計 (例如: CRD) 的「誤差平方和」更小。

____ 2. 均衡不完全區集設計 (BIBD) 之「不完全」代表試驗並未完全結束半途中斷。

____ 3. 拉丁方設計 (LSD) 可透過增加樣本數減少第二型錯誤 (type II error) 發生的機率。

IV. 計算題：以下三項試驗，分別回答以下 (a) - (c) 三項問題：

(a) 寫出該試驗對應的 treatment effects model; 答案必須詳細定義模式中採用的代號，並提供所有與模式相關的限制式與基本假設。

(b) 完成隨提所附的變方分析表。

(c) 根據 Fisher's LSD, 兩處理效應有顯著差異的「臨界值」。(Note: $t_{0.025,8} = 2.306$; $t_{0.025,9} = 2.262$)

1. 比較老鼠採用 3 中不同用量維他命 ($10\mu g$ 、 $20\mu g$ 、 $30\mu g$) 飼養所得之增重結果，採用完全隨機設計 (CRD)，各處理組合重複 4 次。

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p-value
維他命用量	(1)	23.615	(5)	(7)	0.001
誤差	(2)	(4)	(6)		
總和	(3)	30.065			

2. 利用分析儀比較 7 種甘藷品種蛋白質含量, 各品種重複 3 次, 但是分析儀每分析 3 樣本後必須重新校正, 因此採用均衡不完全區集設計 (BIBD), 以每次校正為區集, 共校正 7 次 (區集數 = 7)。

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p -value
甘藷品種	(1)	2.268	(6)	(9)	0.017
儀器校正	(2)	1.423	(7)		
誤差	(3)	(5)	(8)		
總和	(4)	4.256			

I. 組合題 (每題 4 分): 由右欄中選擇與左欄各敘述之唯一最佳組合。

- | | |
|--|---|
| <p>_____ 1. 用以比較兩兩均值是否顯著中較保守 (較容易顯著) 的多重比較法。</p> <p>_____ 2. 用以比較實驗組與對照組均值是否顯著的多重比較法。</p> <p>_____ 3. 檢驗常態分布資料是否符合變方同質性的統計法。</p> <p>_____ 4. 檢驗資料是否符合常態分布性假設的圖型。</p> <p>_____ 5. 影響變方分析結果最劇的基本假設。</p> <p>_____ 6. 區集為連續型變數時應採用的試驗設計。</p> <p>_____ 7. 考慮兩向區集且令處理變級數等於列(行)區集變級數的試驗設計。</p> <p>_____ 8. 當資料不符合常態分布基本假設時的替代方案。</p> <p>_____ 9. 複因子試驗設計時，用以描述某一因子在不同變級時觀測值的平均表現量差異。</p> <p>_____ 10. 使各觀測值符合獨立性基本假設而施行的步驟。</p> | <p>A. Scheffe's test</p> <p>B. Dunnett's test</p> <p>C. Tukey's HSD procedure</p> <p>D. Fisher's LSD procedure</p> <p>E. Normal probability plot</p> <p>F. Levene's test</p> <p>G. Bartlett's test</p> <p>H. Kruskal-Wallis test</p> <p>I. 主效應 (main effect)</p> <p>J. 交感效應 (interaction)</p> <p>K. 完全隨機設計 (CRD)</p> <p>L. 隨機完全區集設計 (RCBD)</p> <p>M. 均衡不完全區集設計 (BIBD)</p> <p>N. 拉丁方設計 (LSD)</p> <p>O. 變積分析 (ANCOVA)</p> <p>P. Equal variance</p> <p>Q. Independence</p> <p>R. Normality</p> <p>S. 隨機化 (randomization)</p> |
|--|---|

II. 單選題 (每題 4 分):

- _____ 1. 根據以下變方分析表，平方和應為
(a) 1.1 (b) 1.4 (c) 0.4 (d) 0.6

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值
處理	3	2.3		
區集	4			
誤差	12	0.6		
總和	19	4.3		

- _____ 2. (呈上題) F 值需大於以下哪一個臨界值代表處理效應顯著 (設 $\alpha = 0.05$) ?
(a) $F_{0.05,3,12} = 3.49$ (b) $F_{0.95,3,12} = 0.11$ (c) $F_{0.05,3,19} = 3.13$ (d) $F_{0.95,3,19} = 0.12$
- _____ 3. 若某次試驗殘差由小至大排序分別為
-1.32 -1.28 -0.28 -0.20 -0.09 0.02 0.07 0.10 0.10 0.12 0.16 1.61
且變方分析表求得之 $MSE = 0.083$ ，則本次試驗的極端值有_____個。
(a) 0 (b) 1 (c) 2 (d) 3
- _____ 4. 測試某化學藥劑在 5 種不同壓力下的合成效率，由壓力管柱控制壓力大小，但不同壓力管柱可能造成

不同效應，且每一壓力管柱只能同時置入 3 個樣本，若以壓力管柱為區集，此時該採用何種試驗設計最為恰當？

(a) CRD (b) RCBD (c) BIBD (d) LSD

5. 比較老鼠採用 3 中不同用量維他命($10\mu\text{g}$ 、 $20\mu\text{g}$ 、 $30\mu\text{g}$) 飼養所得之增重結果，假設老鼠全取自同一胎，且每一胎的老鼠的生理狀況近似，此時該採用何種試驗設計最為恰當？

(a) CRD (b) RCBD (c) BIBD (d) LSD

6. 假設兒童玩具之甲醯胺 (formamide) 殘留量檢驗標準為不得超過 2 ppm，假設殘留量符合常態分布，今抽測 40 件，得樣本平均含量為 2.04 ppm，樣本變方為 0.12，欲檢定該批玩具是否符合檢驗標準，應採用何種統計法？

(a) one-sample t-test (Case 3) (b) two-sample independent t-test (Case 4 or 5)

(c) one-sample Chi-squared test (Case 6) (d) two sample F-test (Case 7)

7. 收集 5 位素食者和 7 位非素食者之膽固醇含量如下，假設兩母群體為常態分佈，欲探討素食者之膽固醇含量之變異是否比非素食者之膽固醇含量變異要低，應採用何種統計法？

(a) one-sample t-test (Case 3) (b) two-sample independent t-test (Case 4 or 5)

(c) one-sample Chi-squared test (Case 6) (d) two sample F-test (Case 7)

8. 欲比較「輪作」與「不輪作」兩種耕作方式所得之作物產量是否有差異，假設作物產量服從常態分布，兩種耕作方式各重複施作 4 次，經試驗後所得產量以 two-sample independent t-test (Case 5) 所得的「不輪作」平均產量減「輪作」平均產量的 95% 信賴區間為 (4.358, 5.462)，代表在 $\alpha = 0.05$ 的顯著水準下，

(a) 「輪作」平均產量顯著較高 (b) 「不輪作」平均產量顯著較高

(c) 「輪作」與「不輪作」之作物產量沒有差異 (d) 以上皆非。

9. 欲檢驗 3 種不同殺菌劑的殺菌效果，由實驗室 2 位研究生分別製備菌液，將不同殺菌劑分別施用於菌液並記錄每管菌液的吸光值。以上敘述的試驗單位為何？

(a) 每管菌液 (b) 每位研究生 (c) 每瓶殺菌劑 (d) 實驗室。

10. (呈上題) 以上敘述的區集為何？

(a) 每管菌液 (b) 每位研究生 (c) 每瓶殺菌劑 (d) 實驗室。

III. 問答題：

1. 假設某試驗有兩項區集，因此決定採用拉丁方設計比較 3 種不同處理變級 (A、B、C) 之平均值差異，請利用以下隨機數字，進行拉丁方設計的隨機化。(7分)

8055739259247919188119856423416158008638743214116126889775947651
5355560855995105562263048727984595930933424261957258049094545584
5380217971535930831002348068641385039604710079477592432618334403
3753621565436883459837529268826972403344863998449771676602456298
87356849414930294091153992650216974110429614

姓名：_____ 學號：_____

2. 假設某研究生依據均衡不完全區集設計 (BIBD) 的原理設計如下試驗比較 6 種不同處理變級 (A、B、C、D、E、F) 之平均值差異，請驗證該研究生設計的試驗是否符合 BIBD 之「均衡」的規定。(7分)

區集					
I	II	III	IV	V	VI
A	C	B	A	C	A
B	D	E	B	D	E
C	E	F	D	F	F

3. 本課程讓你/妳印象最深刻的部份是？(6分)

I. 組合題 (每題 4 分): 由右欄中選擇與左欄各敘述之唯一最佳組合。

- | | |
|--|--|
| _____ 1. 區集為連續型變數時應採用的試驗設計。The design should be conducted when there is one 'continuous' nuisance factor. | A. Scheffe's test |
| _____ 2. 當資料不符合變方同質假設時可採用的調整方式。The method to adjust the data when equal variance assumption is not valid. | B. Dunnett's test |
| _____ 3. 影響變方分析結果最劇的基本假設。The most important assumption of analysis of variance. | C. Tukey's HSD procedure |
| _____ 4. 決定樣本大小的方法。The method to determine the sample size. | D. Fisher's LSD procedure |
| _____ 5. 誤差變方 σ^2 之無偏估值。The unbiased estimate for the variance of the error term. | E. Normal probability plot |
| _____ 6. 用以比較實驗組與對照組均值是否有差異的多重比較法。The multiple comparison procedure to compare treatment means 'with a control'. | F. Levene's test |
| _____ 7. 檢驗數個非直交對比的統計法。The multiple comparison procedure to compare non-orthogonal contrasts. | G. Bartlett's test |
| _____ 8. 非常態分布資料檢驗變方同質性的統計法。The way to justify equal variance assumption for non-normal data. | H. Kruskal-Wallis test |
| _____ 9. 單因子變方分析時, 當有兩向類別型干擾因子時應採用的試驗設計法。The design should be conducted when there are two restrictions (nuisance factors) on randomization. | I. Mean squared error (MSE) |
| _____ 10. 當常態分布假設不成立時, 比較處理效應的方法。The alternative to compare treatment means when normality assumption is not valid. | J. 變數轉換 (variable transformation) |
| | K. 完全隨機設計 (CRD) |
| | L. 隨機完全區集設計 (RCBD) |
| | M. 均衡不完全區集設計 (BIBD) |
| | N. 拉丁方設計 (LSD) |
| | O. 變積分析 (ANCOVA) |
| | P. Equal variance |
| | Q. Independence |
| | R. Normality |
| | S. Operating characteristic (OC) curves |

II. 計算題：

1. 利用隨機完全區集設計 (RCBD) 進行肥料試驗, 記錄植物組織樣本中的磷含量來比較五種不同肥料處理, 試驗結果如下表 A fertilizer trial on a grass was conducted in a randomized complete block design (RCBD) by a management scientist. Five fertilizer treatments were randomly assigned to plots in each of five blocks. The data are 100 × (percent phosphorous) in a plant tissue sample from each plot.

處理 Treatment	Block					總和 Total
	1	2	3	4	5	
不施肥 (No fertilizer)	7.6	8.1	7.3	7.9	9.4	40.3
50 lb. N	7.3	7.7	7.7	7.7	8.2	38.6
100 lb. N	6.9	6.0	5.6	7.4	7.0	32.9
50 lb. N + 75 lb. P ₂ O ₅	10.8	11.2	9.0	12.9	11.6	55.5
100 lb. N + 75 lb. P ₂ O ₅	9.6	9.3	12.0	10.6	10.4	51.9
總和 Total	42.2	42.3	41.6	46.5	46.6	219.2

- (a) 完成以下變方分析表並提出結論。Complete the ANOVA table and provide the conclusion accordingly. (30分)

SOV	DF	SS	MS	<i>F</i>	<i>p</i> -value
Treatment					< 0.001
Block					
Error					
Total					

- (b) 利用單一對比檢定施用肥料與否對植物組織含磷量是否有顯著效應。Write the single contrast for the effect of no fertilizer versus the four fertilizer treatments and test whether the effect is significant. (Note: $t_{0.025,16} = 2.12$) (10分)

- (c) 若‘不施肥’之處理在第三區集為缺值, (1) 利用最小平方法計算缺值, (2) 寫出將缺值代入之變方分析表的自由度。 Suppose that the data of ‘No fertilizer’ in the 3rd block is missing. (1) Estimate the missing data by the least squared method, and (2) provide the degrees of freedom for the ANOVA table using the estimated value. (10分)

SOV	DF
Treatment	
Block	
Error	
Total	

2. 令你/妳印象最深刻的試驗設計法為何? 原因? What is the most impressive experimental design to you? Why? (10分)