

一、某作物學家擬比較 A、B 兩臺礦物微量元素測定儀器的精準度。因此，他隨機抽取 8 個茶葉樣品，每個樣品由同一個操作員分別用 A、B 兩臺儀器來測定其 Al(鋁)含量(ppm)。

(1) 請討論下列兩種不同測量順序(設計)的可能缺點 (10 分)

設計 1 : AB; AB; AB; AB; AB; AB; AB; AB.

設計 2 : AB; AB; BA; AB; BA; BA; AB; AB.

(2) 請問你是否可以提出補救上述兩種設計可能缺點的設計。(5 分)

二、某作物學家欲瞭解 A、B、C 三種肥料的效果是否一樣，他對三種肥料所栽種的作物各隨機抽取 5 個試驗單位，並測量其產量(假設為常態分布)，結果如下：

	樣本數(n)	平均(\bar{x})	標準差(s)
A 肥料	5	80.5	4.6
B 肥料	5	72.3	4.2
C 肥料	5	65.2	4.1

(1) 假設三種肥料所栽種的作物的產量之族群變方相等，請在顯著水準 0.05 之下，用 F 分布檢定 $H_0: \mu_A = \mu_B = \mu_C$ 。(10 分)

(2) 進一步請在 0.05 的顯著水準下，以最小顯著差異測驗法(Least Significance Difference, LSD)，來比較兩兩品種的平均差異。(5 分)

(3) LSD 的方法一般而言屬於較不保守(conservative)，請闡述其意義。(5 分)

註： $F_{0.05,2,12} = 3.885$; $F_{0.05,3,12} = 3.490$; $F_{0.05,2,15} = 3.682$; $F_{0.05,3,15} = 3.287$

$t_{0.025,12} = 2.179$; $t_{0.05,12} = 1.782$; $t_{0.025,15} = 2.131$; $t_{0.05,15} = 1.753$

三、某作物學家擬評估某個大豆品種在四個不同肥料 T1、T2、T3、T4 的產量，田間試驗採取每個處理重複五次的隨機完全區集設計(RCBD)進行。試驗數據(各試區的產量:kg/plot)經由變方分析後，證實四個不同肥料處理的平均產量有顯著性差異存在，而且試驗機差變方 $MSE=30.2$ ，各個處理之平均產量如下：

$\bar{y}_1 = 12.5$, $\bar{y}_2 = 15.6$, $\bar{y}_3 = 17.5$, $\bar{y}_4 = 22.6$ 。

作物學家有興趣探討下列三個對比(contrasts):

$\Gamma_1 = \mu_1 - \mu_2$, $\Gamma_2 = \mu_1 + \mu_2 - 2\mu_3$, $\Gamma_3 = \mu_1 + \mu_2 + \mu_3 - 3\mu_4$;

μ_1 、 μ_2 、 μ_3 、 μ_4 表示四處理的族群平均。

(1) 請用 0.05 的顯著水準檢定 $H_0: \Gamma_1 = 0$ vs $H_1: \Gamma_1 \neq 0$ 。(5 分)

(2) 請說明為什麼 Γ_1 、 Γ_2 、 Γ_3 稱為一組直交對比(orthogonal contrasts)；並請討論對於一組直交對比在作統計檢定或估計時的性質。(10 分)

註： $F_{0.95,1,12} = 4.75$; $F_{0.95,1,14} = 4.60$; $F_{0.95,1,16} = 4.49$; $F_{0.95,1,19} = 4.38$

見背面

四、試驗設計中含有三因子 A、B、C，各有 a、b、c 變級，其中 A、B 因子為固定型效應因子 (fixed effect factor)，C 因子則為隨機型效應因子 (random effect factor)，對三因子進行交叉複因子設計 (crossed factorial design)，各變級組合重複 r 次，以下列統計模式表示：

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + c_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha c)_{ik} + (\beta c)_{jk} + (\alpha\beta c)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$$i = 1, \dots, a; j = 1, \dots, b; k = 1, \dots, c; l = 1, \dots, r$$

其中 σ_c^2 為 c_k 變方、 σ_{ac}^2 為 $(\alpha c)_{ik}$ 因子變方、 σ_{bc}^2 為 $(\beta c)_{jk}$ 因子變方、 σ_{abc}^2 為 $(\alpha\beta c)_{ijk}$ 因子變方、 σ^2 為誤差變方。

- (1) 以統計模式使用的符號，分別寫出檢驗 A、B、C 因子主效應 (main effect) 是否存在的虛無假設 (null hypothesis) 及對立假設 (alternative hypothesis)。(10 分)
- (2) 列出所有主效應與交感效應的均方期望值。(15 分)
- (3) 以統計模式使用的符號，推導 α_1 的最小平方估計式。作答需包含推導過程，直接寫出答案者不予計分。(10 分)
- (4) 完成以下變方分析表，並利用提供之 p-value 做出結論。(15 分)

變異來源	自由度	平方和	均方	F 值	p-value
A	2	1023.36			0.014
B	3	423.82			0.069
C	2	7.19			0.989
AB		1211.97			< 0.001
AC		137.89			0.099
BC		209.47			0.081
ABC		166.11			0.788
Error	36	770.50			