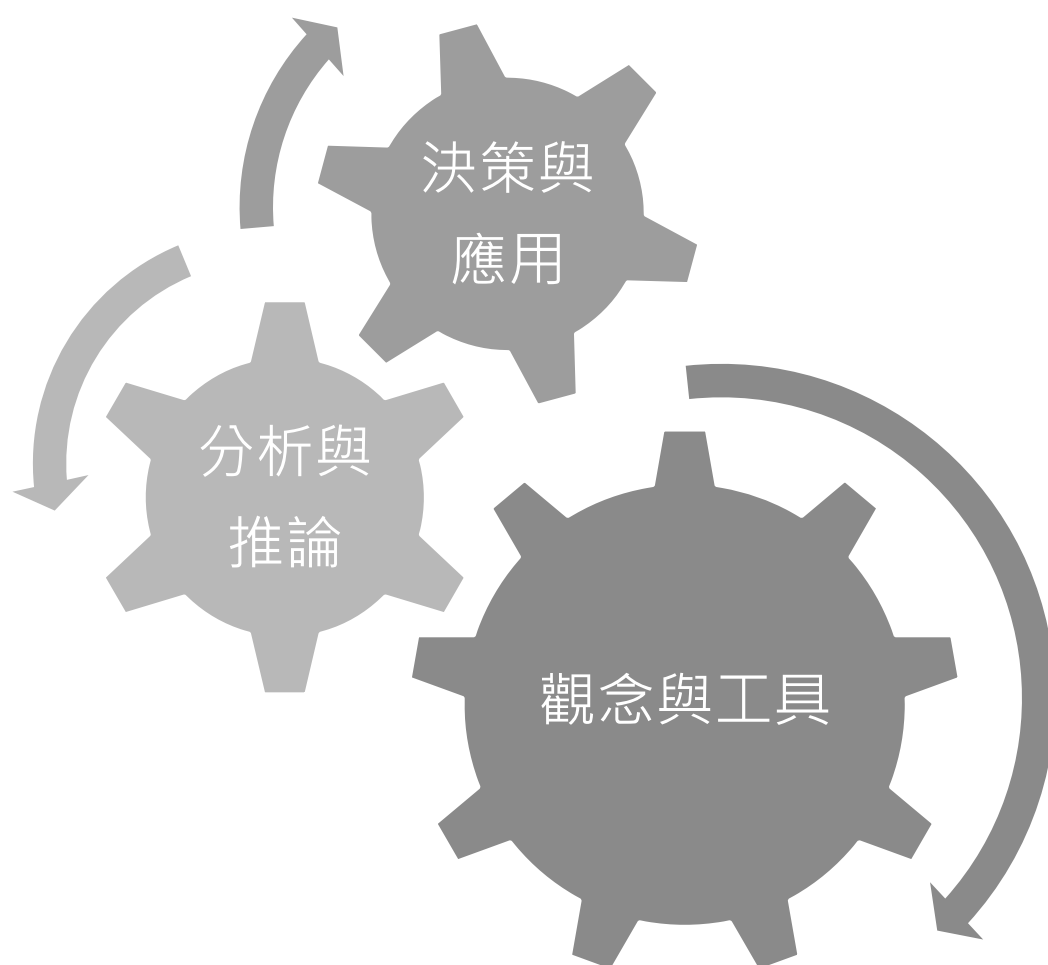


基礎統計

=自編講義=



黃老師的數位教材

目 錄

第一章 統計的基本概念	1
1-1 統計學的分類：	1
1-2 統計專有名詞	1
1-3 資料的分類	1
1-4 統計資料的衡量尺度	2
綜合練習 1	3
第二章 統計圖表	4
2-1 統計表	4
2-2 統計圖	4
2-3 次數分配表編製	6
2-4 枝葉圖(stem-plot)	8
綜合練習 2	8
第三章 敘述統計量	9
3-1 集中趨勢量數	9
3-2 離散趨勢量數	10
3-3 柴比雪夫與經驗法則	14
第三章之 EXCEL 應用	15
綜合練習 3	16
第四章 機率論	17
4-1 樣本空間及事件	17
4-2 排列與組合	17
4-3 機率理論	18
4-4 事件機率	19
4-5 聯合機率(Joint probability)	20
4-6 邊際機率(Marginal probability)	21
4-7 條件機率(Conditional probability)	21
4-8 貝氏定理	22
綜合練習 4	23
第五章 離散型隨機變數	24
5-1 離散型機率分配	24
5-2 期望值及變異數	24
5-3 二項分配(Binomial distribution)	25
5-4 卜式分配(Poisson distribution)	26

5-5 超幾何分配(Hypergeometric distribution)	26
綜合練習 5	27
第六章 連續型隨機變數	28
6-1 常態分配	28
第六章之 EXCEL 應用	31
綜合練習 6	32
第七章 抽樣分配	33
7-1 抽樣方法	33
7-2 大數法則及中央極限定理	34
7-3 樣本平均數之抽樣分配	34
7-4 樣本比例之抽樣分配	35
第七章之 EXCEL 應用	36
綜合練習 7	37
第八章 統計估計	38
8-1 母體平均數之區間估計	38
8-2 母體比例之區間估計	39
8-3 樣本數估計	40
8-4 母體比例的樣本數	41
綜合練習 8	41
第九章 假設檢定	42
9-1 假設檢定基本概念	42
9-2 母體平均數檢定	44
9-3 母體比例之檢定	46
綜合練習 9	47
第十章 簡單迴歸與相關	48
10-1 相關分析	48
10-2 迴歸分析	49
綜合練習 10	50
第十一章 統計軟體應用	51
11-1 問卷	51
11-2 資料編輯	53
11-3 次數分配	53
11-4 因素分析	53
11-5 信度分析	54
11-6 t 檢定	54
11-7 變異數分析	55
11-8 相關	56
11-9 迴歸	56

表 A 平方及平方根.....	57
表 B 二項分配機率值表.....	58
表 C 卜式分配機率值表.....	61
表 D 標準常態累加機率值表.....	63
表 E t 分配臨界值表.....	64
表 F χ^2 分配臨界值表.....	65
附錄 部分習題答案.....	66

第一章 統計的基本概念

狹義的統計學是指以數字表示的事實或資料；廣義的統計學是指蒐集、整理、呈現、分析及解釋資料，並藉科學的方法，進而由分析的結果，加以推論，而獲得合理且有效的結論，並做出適切決策的一門學科。

1-1 統計學的分類：

統計依討論內容可分成：

1.敘述統計(descriptive statistics)

資料的收集、整理、呈現、分析與解釋等步驟，以數值、表格、圖形來描述資料概況的方法。

2.推論統計(inferential statistics)

利用樣本資料分析的結果對母體資料的某些特性，做合理的估計與推測。

1-2 統計專有名詞

1.母體(population)

具有某些共同特質的元素或個體所組成的群體，也就是調查者所要研究的全體對象所成的集合。

2.樣本(sample)

母體的部分集合，從母體中抽取若干元素，這些元素就稱為樣本。

3.參數(parameter)或稱母數

指描述母體特性的統計測量數。

4.統計量(statistic)

描述樣本特性的統計測量數

5.普查(census)

針對整個母體的資料進行調查。

6.抽樣(sampling)

由母體抽出樣本的程序或方法。

7.實驗(experiment)

刻意對某些個體加上某項處理(treatment)，以期能夠觀察其反應。

8.觀察(observation)

利用觀看及記錄，不與研究對象有任何接觸的資料蒐集方式。

1-3 資料的分類

統計資料的種類：

1.依資料取得方式

◎一手資料(原始資料)：調查、實驗、觀察

◎二手資料(次級資料)：網路、圖書館、政府機構、企業單位

2.依資料發生時間

◎橫向面資料或靜態資料 ◎縱向面資料、動態資料或時間序列資料

3.依資料型態

◎質性(定性、類別)資料 ◎量化(定量、數量)資料

4.依資料數學性質

◎離散資料

◎連續資料

5.依資料涵蓋範圍

◎普查資料

◎抽樣資料

6.依資料呈現方式

◎分組資料

◎未分組資料

1-4 統計資料的衡量尺度

1.名義量尺

◎主要用來衡量資料的類別型態

◎資料不可以四則運算

2.順序量尺

◎具有上述量尺的性質，主要用來衡量有大小或者先後、程度上的順序資料

◎不可以四則運算

3.區間量尺

◎具有上述二種量尺的性質，有固定間距，但不具倍數關係

◎無固定之原點

◎可做加減運算

4.比率量尺

◎具有上述三種量尺的性質，兩數值間的比值具有意義

◎有絕對的原點

◎資料間可做加、減、乘、除四則運算

(例 1)：下列資料分別屬於何種尺度？

1.水果到貨量

2.智商

3.溫度

4.汽車銷售量排行榜

5.雨量

6.血壓

7.颱風級數

解：

- 1.比率尺度 2.區間尺度 3.區間尺度 4.順序尺度 5.比率尺度 6.比率尺度
- 7.順序尺度

<速解>

- (1)名義：不可加減
- (2)順序：不可加減，有順序
- (3)區間：可加減，有固定間距
- (4)比率：可加減乘除，有固定間距，有絕對原點
(0 代表沒有)

綜合練習 1

- 1.某一地區居民有 200 萬人，隨機抽出 50 人，調查其對某項議題的贊成與否，若有 40 人贊成，隨後調查者就宣布此地區有 160 萬人贊成，此為何種統計例子？
- 2.高雄居民針對捷運延伸至屏東是否贊成，抽出 1000 人，有 400 人贊成，就是有 40%贊成，指出此為何種統計例子？1000 人是什麼？400 人贊成是什麼？有 40%贊成是什麼？
- 3.下列資料屬於何種尺度：
(1)學歷 (2)收入

第二章 統計圖表

2-1 統計表

將蒐集到的資料，以文字或數字方式，整理成表格的形式稱為統計表。

例如：調查班上 50 人之居住地，經資料整理後如下：

居住地	人數	百分比	累計人數	累計百分比
高雄市	14	28%	14	28%
台北市	4	8%	18	36%
台中市	11	22%	29	58%
桃園市	10	20%	39	78%
新北市	4	8%	43	86%
台南市	5	10%	48	96%
其他	2	4%	50	100%
合計	50	100%		

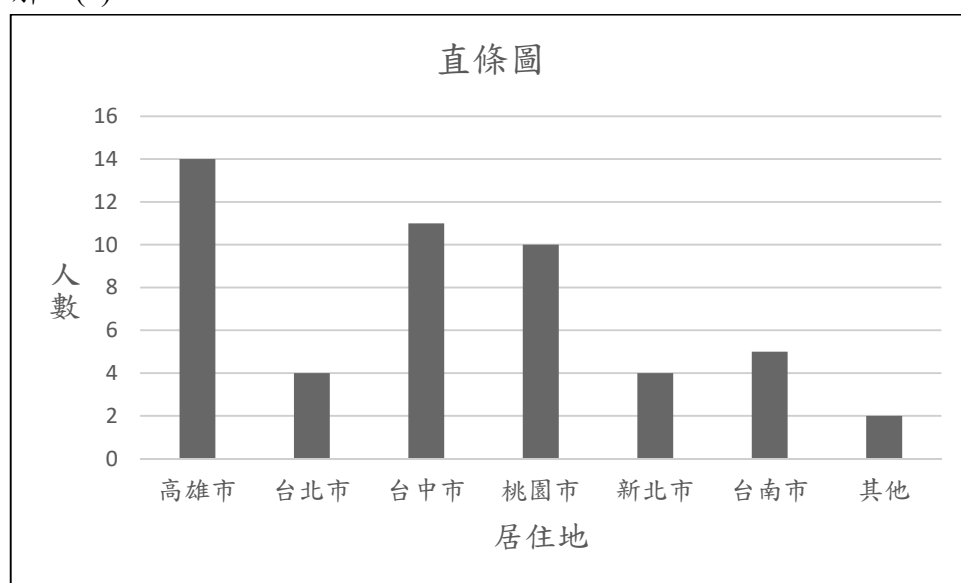
2-2 統計圖

將蒐集到的資料，以文字或數字方式，整理成圖形的形式稱為統計圖。

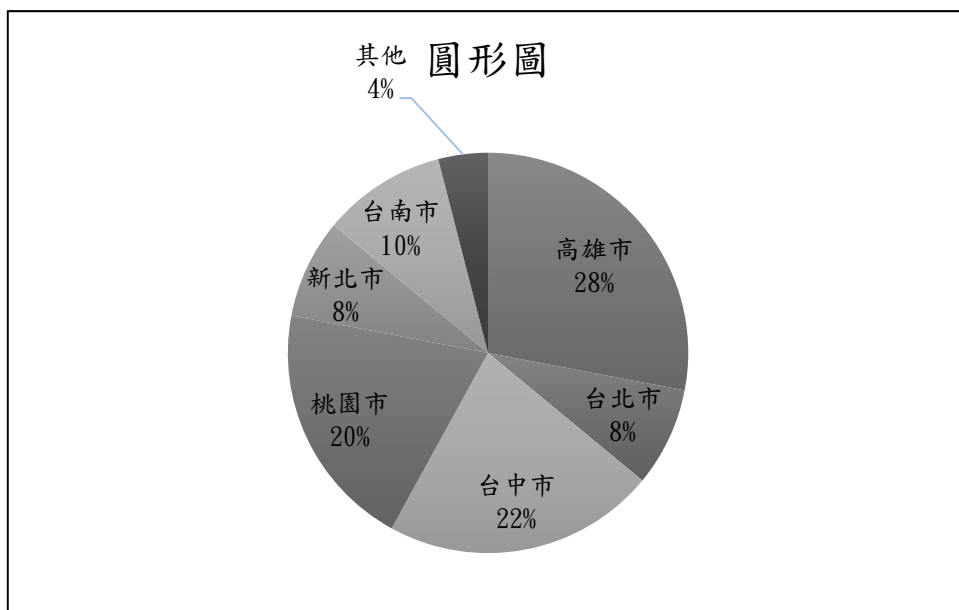
(例 1)：

利用 2-1 之統計表資料：居住地及人數，使用 Excel 軟體，完成
(1)直條圖(Bar Graph) (2)圓形圖(Pie chart)。

解：(1)



(2)

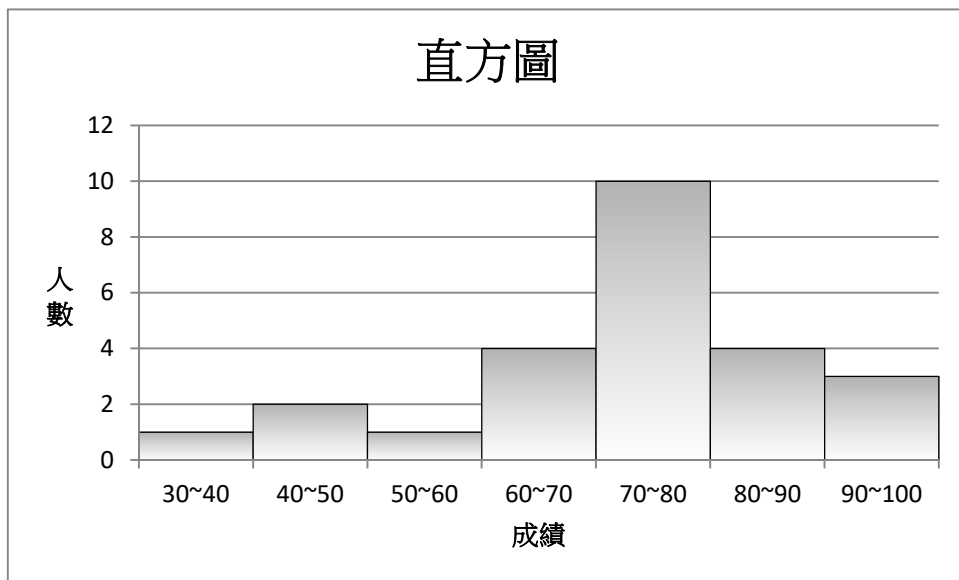


(例 2)：將下列成績，利用 Excel 軟體，完成直方圖(Histogram)：

80,72,45,78,82,63,71,92,75,32,61,75,47,94,81,

65,68,73,84,75,79,58,78,85,96

解：



2-3 次數分配表編製

1. 類別資料之次數分配表編製：

依類別分組，計算各組之次數，以統計表顯示資料分布之情況。

(例 3)：某班有十二名學生電腦品牌分別為：

Asus、Acer、Asus、Asus、HP、Acer、Asus、HP、Asus、Acer、Acer、Asus

則其次數分配表及相對次數表各為何？

解：

電腦品牌	劃記	次數	相對次數	百分比
Asus		6	6/12=0.50	50%
Acer		4	4/12=0.3333	33.33%
HP		2	2/12=0.1667	16.67%
合計		12	1.00	100%

2. 數量資料之次數分配表編製步驟：

(1) 求全距(range)，以 R 表示

$R = \text{最大值} - \text{最小值}$

(2) 決定組數 k

$2^k \geq n$

k 為組數，n 為觀察值之個數

(3) 決定組距

$$\text{組距} = \frac{R}{k}$$

(4) 選擇上下限

(5) 計算組中點

$$\text{組中點} = \frac{\text{組下限} + \text{組上限}}{2}$$

(6) 計算各組次數

(例 4)：某班期中考基礎統計如下表：

45	65	70	45	50	78	65	70	42	58
85	92	95	78	65	82	92	95	78	75
55	82	75	90	95	75	82	71	62	86
73	79	76	73	83	73	83	76	63	84
78	65	79	73	72	72	55	79	71	72

則其次數分配表及相對次數表各為何？

解:

(1)求全距

$$R = \text{最大值} - \text{最小值} = 95 - 42 = 53$$

(2)決定組數

$$2^k \geq n, 2^k \geq 50, 64 \geq 50, \text{所以 } k=6$$

(3)決定組距

$$\text{組距} = \frac{R}{k} = \frac{53}{6} = 8.8333$$

為方便分組採用 10 為組距

(4)選擇上下限

因為最小值為 42，故採用 40 為該組下限，而組距為 10，故採用 50 為該組上限

(5)計算組中點

$$\text{第一組組中點} = \frac{40+50}{2} = 45$$

(6)各組次數

組別	組限	組距	組中點	劃記	次數
1	$40 \leq x < 50$	10	45		3
2	$50 \leq x < 60$	10	55		4
3	$60 \leq x < 70$	10	65		6
4	$70 \leq x < 80$	10	75		23
5	$80 \leq x < 90$	10	85		8
6	$90 \leq x < 100$	10	95		6
合計					50

(7)相對次數表

組別	組限	次數	相對次數	百分比
1	$40 \leq x < 50$	3	$3/50=0.06$	6%
2	$50 \leq x < 60$	4	$4/50=0.08$	8%
3	$60 \leq x < 70$	6	$6/50=0.12$	12%
4	$70 \leq x < 80$	23	$23/50=0.46$	46%
5	$80 \leq x < 90$	8	$8/50=0.16$	16%
6	$90 \leq x < 100$	6	$6/50=0.12$	12%
合計		50	1.00	100%

2-4 枝葉圖(stem-plot)

- 1.將觀測值分成枝和葉兩個部分，葉就是最後那一位數字，枝除了最後一位數字之外的所有數字。
- 2.將枝由小到大，從上往下寫成一直行。
- 3.將每片葉子寫在它所屬的枝的右邊，再由小到大排成一行。

(例 5)：

一組數據如下，畫出其枝葉圖：

21 50 39 37 62 35 23 56 59 56

解：

步驟 1

枝	葉
2	1 3
3	9 7 5
4	
5	0 6 9 6
6	2

步驟 2

枝	葉
2	1 3
3	5 7 9
4	
5	0 6 6 9
6	2

綜合練習 2

- 1.一組數據如下，畫出其枝葉圖：

(1) 6 11 22 16 105 6

(2) 112 111 56 65 55

(3) 75 76 29 85 132

- 2.利用例題 2 之資料，使用 Excel 軟體，完成折線圖。

第三章 敘述統計量

描述統計資料之特性的統計量數有二項：

1. 集中趨勢量數：眾數(Mode)、中位數(Median)、平均數(Mean)
2. 離散趨勢量數：全距(Range)、標準差(Standard Deviation)、變異數(Variance)、變異係數(Coefficient of Variation)、四分位(Quartile)、四分位距(Inter-quartile Range)、十分位(decile)、百分位(Percentile)

3-1 集中趨勢量數

1. 平均數(mean)

(1) 母體平均數(population mean)：以 μ 表之，若母體有 N 個，分別為 x_1, x_2, \dots, x_N ，則其數學式如下：

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_N}{N}$$

(2) 樣本平均數(sample mean)：以 \bar{x} 表之，若樣本資料有 n 個，分別為 x_1, x_2, \dots, x_n ，則其數學式如下

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

(例 1)：抽樣出來的數據如下：

3, 4, 1, 4, 6 求平均數。

解：

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{3+4+1+4+6}{5} = \frac{18}{5} = 3.6$$

2. 中位數(median)

將資料由小到大排序，位置居中者，就稱為該組資料之中位數，一般以 Me 表示。資料若有極端值，使用中位數來代表集中趨勢量數最適宜。

(例 2)：抽樣出來的數據如下：

3,4,1,4,6 求中位數。

解：

(1)將資料排序

1,3,4,4,6

(2)位置

$$i = 5 * \frac{1}{2} = 2.5 \cong 3$$

(3) $Me = X_3 = 4$

<速解>

(1)由小到大排序

(2)找位置及求值

$i = \text{個數} * \text{代表值}$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{小數} \rightarrow \text{無條件進位，所對應值} \\ \text{整數} \rightarrow (\text{對應值} + \text{下一個對應值})/2 \end{array} \right\}$

3.眾數(Mode)

一組資料中出現次數最多的數值，一般以 Mo 表示，若次數皆相同則無眾數。

(例 3)：抽樣出來的數據如下：

3,4,1,4,6 求眾數。

解：

因 4 出現次數最多次，所以 $Mo = 4$

3-2 離散趨勢量數

1.四分位數(quartile)：

將一組資料分割成 4 等分，此 3 個數值稱為四分位數，通常以 Q_i 表示

$$Q_1 = P_{25}, Q_2 = P_{50} = Me, Q_3 = P_{75}$$

(例 4)：抽樣出來的數據如下：

3,4,1,4,6 求 Q_1 及 Q_3 。

解：

將資料排序

1,3,4,4,6

(1) Q_1 位置

$$i = 5 * \frac{1}{4} = 1.25 \cong 2$$

所以 $Q_1 = X_2 = 3$

(2) Q_3 位置

$$i = 5 * \frac{3}{4} = 3.75 \cong 4$$

所以 $Q_3 = X_4 = 4$

2. 百分位數(percentile)：

將資料依大小順序排列，取 99 個等分點，每一等分點皆稱為百分位數

(例 5)：某班級共 50 人，某次統計學成績如下所示：

22	25	26	29	29	40	42	43	46	56
57	59	60	60	60	61	62	64	66	68
70	71	71	72	75	76	76	77	78	79
82	82	85	85	86	86	86	88	88	86
89	90	91	91	92	92	96	94	96	97

試求出 P_{25}, P_{30} 。

(1) P_{25} 位置

$$i = 50 * \frac{25}{100} = 12.5 \cong 13$$

$$\text{所以 } P_{25} = X_{13} = 60$$

(2) P_{30} 位置

$$i = 50 * \frac{30}{100} = 15$$

$$\text{所以 } P_{30} = \frac{X_{15} + X_{16}}{2} = \frac{60 + 61}{2} = 60.5$$

3. 全距(range, R)

$R = \text{最大值} - \text{最小值}$

(例 6)：設有一組樣本資料如下：

3, 4, 1, 4, 6 試求全距。

解：

$$R = X_{\text{MAX}} - X_{\text{MIN}} = 6 - 1 = 5$$

4. 四分位距(Inter-quartile Range, IQR)

$$IQR = Q_3 - Q_1$$

(例 7)：設有一組樣本資料如下：

3, 4, 1, 4, 6 試求四分位距

解：

先排序 1, 3, 4, 4, 6

$$Q_1 = 3$$

$$Q_3 = 4$$

$$IQR = 4 - 3 = 1$$

5. 變異數(variance)與標準差(standard deviation)

(1)母體變異數

(公式 1)

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x - \mu)^2}{N}$$

(公式 2)

$$\sigma^2 = \frac{\sum x^2 - N\mu^2}{N}$$

(公式 3)

$$\sigma^2 = \frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

(2)母體標準差

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

(3)樣本變異數

(公式 1)

$$S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}$$

(公式 2)

$$S^2 = \frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}$$

(公式 3)

$$S^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

(4)樣本標準差

$$S = \sqrt{S^2}$$

證明： $\sum (X - \mu)^2 = \sum X^2 - N\mu^2$ 證： $\sum (X - \mu)^2 = \sum (X^2 - 2X\mu + \mu^2) = \sum X^2 - 2\mu \sum X + \sum \mu^2$ $= \sum X^2 - 2\mu N\mu + N\mu^2 = \sum X^2 - 2N\mu^2 + N\mu^2 = \sum X^2 - N\mu^2$ 註： $\sum X = N\mu$; $\sum \mu^2 = N\mu^2$

(例 8)：設有一組樣本資料如下：

3,4,1,4,6

試求變異數及標準差

解：

利用公式 1:

$$S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}$$

X	$x - \bar{x}$	$(x - \bar{x})^2$
3	-0.6	0.36
4	0.4	0.16
1	-2.6	6.76
4	0.4	0.16
6	2.4	5.76
18		13.2

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{18}{5} = 3.6$$

$$S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{13.2}{5-1} = \frac{13.2}{4} = 3.3$$

$$S = \sqrt{3.3} = 1.8166$$

利用公式 3:

$$S^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

X	X^2
3	9
4	16
1	1
4	16
6	36
18	78

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{18}{5} = 3.6$$

$$S^2 = \frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)} = \frac{5 * (78) - (18)^2}{5(5-1)} = \frac{390 - 324}{20}$$

$$= \frac{66}{20} = 3.3$$

$$S = \sqrt{3.3} = 1.8166$$

6. 變異係數(coefficient of variation)

變異係數為標準差除以平均數再乘以 100%

$$\text{變異係數(CV)} = \frac{\text{標準差}}{\text{平均數}} * 100\%$$

(例 9)：設有一組樣本資料如下：

3,4,1,4,6

試求變異係數

解：

$$cv = \frac{s}{x} = \frac{1.8166}{3.6} \times 100\% = 0.5046 \times 100\% = 50.46\%$$

3-3 柴比雪夫與經驗法則

1. 柴比雪夫不等式(Chebyshev's Theorem)

◎柴比雪夫不等式主要用在不知母體分配的情況下，估計某變數所涵蓋範圍的機率

◎必須先知道母體平均數與變異數才能利用柴氏不等式求其機率

◎至少有 $1 - 1/k^2$ 的資料，在距離平均數 k 個標準差的範圍內

$$P(|X - \mu| \leq k\sigma) \geq 1 - 1/k^2$$

2. 經驗法則(Empirical Rule)

◎經驗法則主要用在資料呈單峰對稱分配或鐘型分配時，估計某變數所涵蓋範圍的機率

◎約有 68% 的資料，在距離平均數 1 個標準差的範圍內

約有 95% 的資料，在距離平均數 2 個標準差的範圍內

約有 99.7% 的資料，在距離平均數 3 個標準差的範圍內

3. 柴比雪夫與經驗法則之比較表

K(多少個 σ)	柴比雪夫	經驗法則
1	無	68%
2	至少 3/4	95%
3	至少 8/9	99.7%
4	至少 15/16	100%

(例 10)：有 100 位學生修課，期中考成績之平均數為 70，標準差為 5。有多少學生的分數介於 60 與 80 之間(1)用柴比雪夫(2)用經驗法則，分別算出？

$$K = \frac{80-70}{5} = 2$$

(1)柴比雪夫

$$100 \times 3/4 = 75, \text{ 至少 } 75 \text{ 人}$$

(2)經驗法則

$$100 \times 0.95 = 95, \text{ 95 人}$$

第三章之 EXCEL 應用

●打開資料分析的步驟：

檔案→選項→增益集→分析工具箱→執行→☒分析工具箱→確定

(實例 1): 下列資料，利用 Excel 之資料分析，算出摘要統計量

80,72,45,78,82,63,71,92,75,32,61,75,47,94,81,65,68,73,84,75,79,58,78,85,96

解：

1. 資料分析→敘述統計→確定

2. 輸入範圍→☒輸出範圍→☒摘要統計→確定

The screenshot shows the Excel 'Data Analysis' task pane with 'Descriptive Statistics' selected. The 'Input Range' is set to '\$A\$1:\$A\$25'. The 'Output Range' is set to '\$C\$1'. The 'Summary of Statistics' checkbox is checked. The 'Confidence Level for Mean' is set to 95%.

On the right, a table displays the calculated summary statistics:

	欄1
平均數	72.36
標準誤	3.050071
中間值	75
眾數	75
標準差	15.25036
變異數	232.5733
峰度	0.982027
偏態	-0.9073
範圍	64
最小值	32
最大值	96
總和	1809
個數	25

綜合練習 3

1. 有一組樣本資料值為 8, 3, 10, 3, 11, 4 請計算其平均數、眾數、中位數、全距、Q1、Q2、Q3、IQR、變異數、標準差、變異係數。
2. 若母體有 10 個，平均數為 16，標準差為 5，其中有一數正確應為 23，卻誤為 32，問修正後平均數及標準差應為多少？
3. 全班有 55 人，若平均數為 72 分，標準差為 4 分，欲算出 64 分到 80 分有多少人？
 - (1) 若利用柴比雪夫，有多少人？
 - (2) 若利用經驗法則，有多少人？
4. 項目 A 及 B 資料如下：

	項目 A	項目 B
平均數	10	5
變異數	25	16

項目 A 及 B 何項風險較大？

第四章 機率論

4-1 樣本空間及事件

1. 樣本空間 (Sample Space)

統計實驗所有可能結果之集合，稱為樣本空間 (Sample Space)；並以 S 為其代表符號。而每一個實驗的可能的結果，稱之為「樣本點」 (sample point) 或「出象」 (outcome)。

(例 1)：

(1) 擲一顆骰子，其樣本空間為何？

(2) 擲二顆骰子，其樣本空間為何？

解：

(1)

$S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ ，其中的 1、2、3、4、5、6 為樣本點。

(2)

$S = \{(1, 1), (1, 2), (1, 3), (1, 4), (1, 5), (1, 6), (2, 1), (2, 2), (2, 3), \dots, (6, 3), (6, 4), (6, 5), (6, 6)\}$ ，共 36 個樣本點。

2. 事件(Event)

事件是樣本空間的子集合(部份集合)。以 E 為其代表符號。事件又可分為以下兩種：

(1) 簡單事件 (simple event)：只包含一個樣本點的事件。

(2) 複合事件 (composite event)：包含二個或二個以上樣本點的事件。

例如：

◎令 A 表投擲一顆骰子點數為 5 的事件， B 表投擲一顆骰子點數大或等於 5 的事件，則 $A = \{5\}$ ， $B = \{5, 6\}$ ， A 、 B 均為樣本空間 $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ 之子集合，故 A 、 B 為不同的兩個事件，且 A 為簡單事件， B 為複合事件。

◎令 C 表投擲二顆骰子點數總和為 9 的事件，則 $C = \{(3, 6), (4, 5), (5, 4), (6, 3)\}$ 為一複合事件。

4-2 排列與組合

1. 排列(permutation)

自一含有 n 個元素的集合中，一次抽取 r 個元素(或每抽取一個，抽出不放回，連續抽取 r 個)，則共有 p_r^n 個不同排列的樣本點，公式為：

$$P_r^n = \frac{n!}{(n-r)!}$$

(例 2)：

王先生的銀行存款欲設定四個不相同的數字的密碼，問共有幾種方式可設定？

解：

$$P_4^{10} = \frac{10!}{6!} = 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 = 5040$$

2. 組合(combination)

自一含有 n 個元素的集合中，一次抽取 r 個元素，不考慮 r 個被抽中元素的順序，共有 C_r^n 個組合，其公式為：

$$C_r^n = \frac{n!}{r!(n-r)!}$$

(例 3)：

自 5 位科長中，隨機抽取 2 位，則共有多少樣本點？

解：

$$C_2^5 = \frac{5!}{2!3!} = 10$$

4-3 機率理論

1. 古典機率理論：機會均等 $P(E) = \frac{1}{N}$

2. 客觀機率理論：相對次數 $P(E) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n(E)}{n}$

3. 主觀機率理論：對事件的信心度 $P(E)$ = 對此事件所認定的機率

◎ 機率之定理：

$$1.0 \leq P(E) \leq 1$$

$$2. P(S) = 1$$

古典機率方法 (classical probability method)：

在一隨機試驗中，在每一個結果產生的可能性一致的條件下，事件的機率為事件的元素個數除以樣本空間之樣本點的個數，即事件 E 的機率

$$P(E)=n(E)/n(S)$$

其中 $n(E)$ 、 $n(S)$ 分別代表事件 E 及樣本空間 S 的元素個數。

(例 4)：

投擲一顆骰子兩次，點數和為 6 的機率為何？

解：

$$S=\{(1,1),(1,2),\dots,(6,6)\}, \quad n(S)=36$$

$$E=\{(1,5),(2,4),(3,3),(4,2),(5,1)\}, \quad n(E)=5$$

$$P(E)=5/36$$

<速解>

	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
2	3	4	5	6	7	
3	4	5	6	7		
4	5	6	7			
5	6	7				
6	7					

(例 5)：

擲二枚硬幣，出現一枚正面的機率？

解：

因為 $S=\{\text{正正}, \text{正反}, \text{反正}, \text{反反}\}$

$E=\{\text{正反}, \text{反正}\}$

$$\text{所以 } P(E)=2/4=0.5$$

4-4 事件機率

1. 事件之集合運算

◎A 與 B 之交集(Intersection) 記作 $A \cap B$

◎A 與 B 之聯集(Union) 記作 $A \cup B$

$$P(A \cup B)=P(A)+P(B)-P(A \cap B)$$

2. 互斥事件(mutually exclusive events)

對任何二個事件 A、B，若 $A \cap B = \emptyset$ (空集合)，則稱 A、B 為「互斥事件」。

3. 餘事件(complement)

不包含事件 A 之樣本點所形成的集合，稱之為事件 A 之「餘事件」，記為 A^c 或 \bar{A} 。

4. 獨立事件

當事件 B 的發生與事件 A 的發生無關時，我們稱 A、B 為「獨立事件」(independent events)。

$$P(A \cap B) = P(A) \times P(B)$$

$$5. P(\bar{A} \cup \bar{B}) = P(\overline{A \cap B}) = 1 - P(A \cap B) \quad P(\bar{A} \cap \bar{B}) = P(\overline{A \cup B}) = 1 - P(A \cup B)$$

(例6)

$P(A)=0.4$ ， $P(B)=0.5$ ， $P(A \cap B)=0.3$ ，求：

(1) $P(\bar{A} \cup \bar{B})$ (2) $P(\bar{A} \cup B)$ (3) $P(A \cap \bar{B})$

解：

$$(1) P(\bar{A} \cup \bar{B}) = P(\overline{A \cap B}) = 1 - P(A \cap B) = 1 - 0.3 = 0.7$$

$$(2) P(\bar{A} \cup B) = P(\bar{A}) + P(B) - P(\bar{A} \cap B) = (1 - P(A)) + P(B) - (P(B) - P(A \cap B)) = 0.6 + 0.5 - (0.5 - 0.3) = 0.9$$

$$(3) P(A \cap \bar{B}) = P(A) - P(A \cap B) = 0.4 - 0.3 = 0.1$$

<速解>

$$(1) P(\bar{A} \cup \bar{B}) = P(\bar{A}) + P(\bar{B}) - P(\bar{A} \cap \bar{B}) = 0.6 + 0.5 - 0.4 = 0.7$$

$$(2) P(\bar{A} \cup B) = P(\bar{A}) + P(B) - P(\bar{A} \cap B) = 0.6 + 0.5 - 0.2 = 0.9$$

$$(3) P(A \cap \bar{B}) = 0.1$$

<速解>

	A	\bar{A}	
B	0.3	0.2	0.5
\bar{B}	0.1	0.4	0.5
	0.4	0.6	1.0

(例7)

若 A、B 是獨立事件， $P(A)=0.4$ ， $P(B)=0.5$ ，求：

(1) $P(A \cap B)$ (2) $P(\bar{A} \cup B)$ (3) $P(A \cap \bar{B})$

解：

$$(1) P(A \cap B) = P(A) \times P(B) = 0.4 \times 0.5 = 0.2$$

$$(2) P(\bar{A} \cup B) = P(\bar{A}) + P(B) - P(\bar{A} \cap B) = (1 - P(A)) + P(B) - (P(B) - P(A \cap B)) = 0.6 + 0.5 - (0.5 - 0.2) = 0.8$$

$$(3) P(A \cap \bar{B}) = P(A) - P(A \cap B) = 0.4 - 0.2 = 0.2$$

4-5 聯合機率(Joint probability)

二個或二個以上事件同時發生的機率

例如事件 A 與事件 B 發生的機率為 $P(A \cap B)$

4-6 邊際機率(Marginal probability)

二個或二個以上事件，若只計算單一事件發生的機率，不管其他事件發生的機率。

例如事件 A 的邊際機率為：

$$P(A)=P(A \cap B)+P(A \cap \bar{B})$$

4-7 條件機率(Conditional probability)

已知事件 B 發生下，事件 A 發生之機率，記作 $P(A|B)$ 。

$$P(A|B)=P(A \cap B)/P(B)$$

(例8)：已知某公司有 A、B 兩種產品，其良品與不良品個數如表

	產品 A	產品 B
良品	480	450
不良品	20	50

(1)任選一件產品為 A 產品的機率為何？ (邊際機率)

(2)任選一件產品為 A 產品且不良品的機率為何？ (聯合機率)

(3)隨機抽取一件 B 產品，其結果為不良品的機率為何？ (條件機率)

解：

樣本空間 S 代表所有產品所成的集合，事件 G 表良品事件，事件 F 表不良品事件，則


$$P(A)=n(A)/n(S)=(480+20)/(480+20+450+50)=500/1000=0.5$$

$$P(A \cap F)=20/1000=0.02$$

$$P(F|B)=P(B \cap F)/P(B)=(50/1000)/(500/1000)=50/500=0.1$$

<速解>

	產品 A	產品 B	
良品 G	480	450	930
不良品 F	20	50	70
	500	500	1000



	A	B	
G	0.48	0.45	0.93
F	0.02	0.05	0.07
	0.5	0.5	1.0

4-8 貝氏定理

(例 9)：已知某廠商有 A 及 B 兩種產品，分別占全部產品 70% 及 30%，若 A 產品的不良率為 10%，B 產品的不良率為 20%，則

(1) 不良品的機率為何？

(2) 此產商生產的不良品，來自 A 產品的機率為何？

解：

方法 1:

$$P(A \cap \text{不良}) = 0.7 * 0.1 = 0.07$$

$$P(A \cap \text{良}) = 0.7 * 0.9 = 0.63$$

$$P(B \cap \text{不良}) = 0.3 * 0.2 = 0.06$$

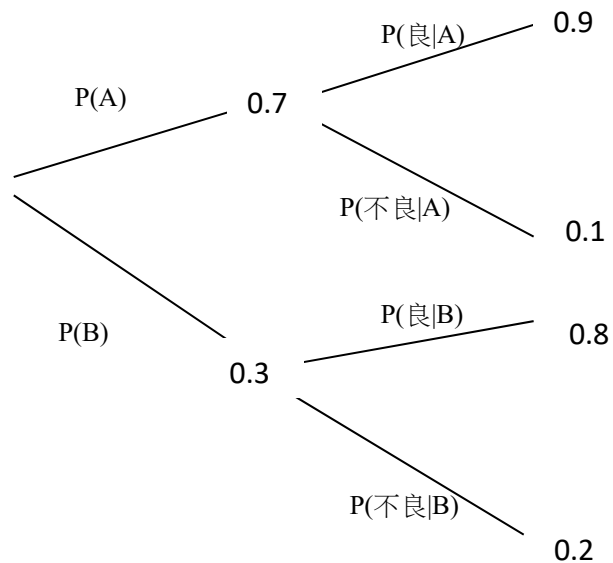
$$P(B \cap \text{良}) = 0.3 * 0.8 = 0.24$$

$$(1) P(\text{不良}) = 0.13$$

$$(2) P(A | \text{不良}) = 0.07 / 0.13 = 7/13$$

	A	B	
良	0.63	0.24	0.87
不良	0.07	0.06	0.13
	0.7	0.3	1.0

方法 2: 樹枝法



$$(1) P(\text{不良}) = P(A) * P(\text{不良}|A) + P(B) * P(\text{不良}|B) = 0.7 * 0.1 + 0.3 * 0.2 = 0.13$$

$$(2) P(A | \text{不良}) = (0.7 * 0.1) / (0.7 * 0.1 + 0.3 * 0.2) = 7/13$$

綜合練習 4

1. 擲二顆骰子

- (1) 出現點數和為 7 的機率？
- (2) 出現點數和為 7 或第一顆為 4 點的機率？
- (3) 出現點數和為 7 或有一顆為 4 點的機率？

2. 令 A、B 分別表示擲一顆骰子兩次點數和為 6 及點數和為奇數的事件，請問 A、B 是否為獨立事件？或為互斥事件？

3. 若 A、B 是獨立事件， $P(A)=0.6$ ， $P(B)=0.3$ ，求：

- (1) $P(A|B)$ 與 $P(\bar{A}|B)$
- (2) $P(A \cap B)$ 與 $P(A \cap \bar{B})$
- (3) $P(A \cup B)$ 與 $P(A \cup \bar{B})$

4. 若 $p(A)=0.3$ ， $p(B)=0.2$ ， $p(A \cup B)=0.4$

- (1) $P(A \cap B)=?$
- (2) $P(\bar{A} \cup B)=?$

5. 某公司有員工 50 人，其性別及婚姻狀況之資料如下：

婚姻狀況 性別	已婚	未婚
男	16 人	14 人
女	12 人	8 人

今隨機由該公司抽取一員工，則，

- (1) 為女員工的機率？
 - (2) 為男員工且已婚者的機率？
 - (3) 已知為女員工，則已婚者的機率？
6. 某工廠生產 A、B 兩產品，已知 A、B 兩種產品分別占總產品數的 60% 及 40%，且 A 產品的不良率為 0.01，B 產品的不良率為 0.05。試問，
- (1) 此工廠生產出不良品的機率？
 - (2) 此工廠生產出的不良品中，A 產品的機率？
7. 公司需 2 名職員，報考者有四位，其資料如下：

姓名	趙一	錢二	孫三	李四
性別	男	男	女	男
畢業學校	高餐	景文	高餐	文化

- (1) 已知錄取至少有一名為高餐，則是趙一的機率為何？
- (2) 兩位高餐皆被錄取的機率為何？
- (3) 已知有男生被錄取，則是趙一的機率為何？

第五章 離散型隨機變數

5-1 離散型機率分配

以擲二枚硬幣為例，隨機變數 x 為出現正面的次數。因此， $x = 0, 1, 2$ ，此隨機變數的機率函數為：

$$f(x) = \begin{cases} 1/4 & X=0,2 \\ 2/4 & X=1 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

隨機變數 x 的機率分配表為：

x	$f(x)$
0	1/4
1	2/4
2	1/4

(例1)：

x	1	2	3	4
$f(x)$	1/4	3/8	1/4	1/8

求(1) $P(1 \leq X \leq 3)$ (2) $P(X > 3)$

解：

$$(1) P(1 \leq X \leq 3) = P(X=1) + P(X=2) + P(X=3) = 1/4 + 3/8 + 1/4 = 7/8$$

$$(2) P(X > 3) = P(X=4) = 1/8$$

5-2 期望值及變異數

1. 期望值

重複進行多次實驗預期會出現的值或結果。

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i f(x_i) = \mu$$

2. 變異數

$$V(X) = \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2 f(x_i) = E[(X - \mu)^2] = E(X^2) - [E(X)]^2$$

(例2)：

x	0	1	2
f(x)	1/4	1/2	1/4

求(1) $E(X)$ (2) $V(X)$ (3) $\sigma(X)$

解：

$$E(X) = 0 \times \frac{1}{4} + 1 \times \frac{1}{2} + 2 \times \frac{1}{4} = 1$$

$$E(X^2) = 0^2 \times \frac{1}{4} + 1^2 \times \frac{1}{2} + 2^2 \times \frac{1}{4} = \frac{1}{2} + 1 = \frac{3}{2}$$

$$V(X) = E(X^2) - [E(X)]^2 = \frac{3}{2} - 1^2 = \frac{1}{2}$$

$$\sigma(X) = \sqrt{0.5} = 0.7071$$

<速解>

①		②
X	f(x)	X ²
0	1/4	0
1	2/4	1
2	1/4	4

 $E(X) = \text{①} = \text{兩兩相乘再相加}$ $E(X^2) = \text{②} = \text{兩兩相乘再相加}$ $V(X) = \text{②} - \text{①}^2$ **5-3 二項分配(Binomial distribution)**

◎二項分配又稱二項實驗，其特性如下：

- (1)實驗共進行 n 次，每次實驗過程均相同
- (2)每次實驗的結果只有二種，成功或失敗
- (3)每次實驗成功的機率為 p，失敗的機率為 $q=1-p$
- (4)每次實驗互相獨立

◎X 為二項分配，在 n 次實驗中恰有 x 次成功的之機率密度函數為：

$$P(X = x) = C_x^n p^x (1 - p)^{n-x}$$

◎二項分配之平均數及變異數分別為：

$$E(X) = np$$

$$V(X) = np(1-p)$$

(例 3):

假設產品之瑕疵比例為 20%，從中隨機抽取 3 個產品，抽中 2 個瑕疵品之機率為何？若抽 20 個，則平均多少個為瑕疵品？

解：

$$(1) P(X = 2) = C_2^3 (0.2)^2 (0.8)^1 = 0.096$$

$$(2) E(X) = np = 20 \times 0.2 = 4 \text{ 個}$$

5-4 卜式分配(Poisson distribution)

◎卜式分配之機率密度函數為：

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

λ =區間內之平均數

$e=2.71828$ (自然指數)

◎卜式分配之平均數及變異數分別為：

$$E(X)=\lambda$$

$$V(X)=\lambda$$

(例 4):

假設某人平均打一頁的字會出現 3 個錯字

(1)打一頁的字出現錯字 2 個字的機率為何？

(2)打三頁的字沒有出現錯誤的機率為何？

(3)打五十頁的字，平均錯字有幾個？

解：

$$(1)P(X = 2) = \frac{e^{-3} 3^2}{2!} = 0.2240$$

$$(2)\lambda=3 \times 3=9$$

$$P(X = 0) = \frac{e^{-9} 9^0}{0!} = 0.0001$$

$$(3)E(X)=\lambda=50 \times 3=150 \text{ 個}$$

5-5 超幾何分配(Hypergeometric distribution)

在母體中，有 K 個物件被歸類為成功，N-K 個物件被歸類為失敗，則在 n 次實驗中，恰有 x 次成功的機率，其機率密度函數為：

$$P(X = x) = \frac{C_x^K C_{n-x}^{N-K}}{C_n^N}$$

n=試驗次數

N=母體個數

K=母體中成功個數

◎超幾何分配之平均數及變異數分別為：

$$E(X) = K \times \frac{n}{N}$$

$$V(X) = K \times \frac{n}{N} \times \frac{N-K}{N} \times \frac{N-n}{N-1}$$

(例 5):

袋中有 3 紅球 2 白球，每次抽一球，抽出不放回，若抽 2 次，則抽中 1 紅 1 白的機率為何？

解：

設抽中紅球為 x

$$P(X = 1) = \frac{C_1^3 C_1^2}{C_2^5} = \frac{6}{10} = 0.6$$

綜合練習 5

1. 已知 X 機率分配表如下：

X	1	2	3	4
f(X)	1/5	2/5	1/5	?

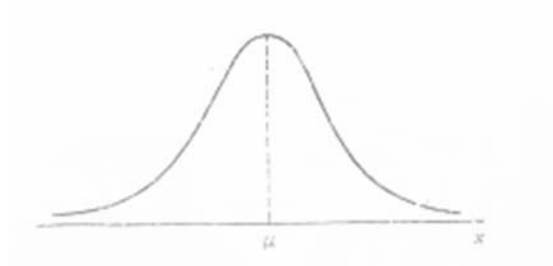
求(1)f(4)=?

(2) $\sigma(X)$ =?

- 隨機投擲一顆骰子二次，令 X 表投擲此骰子二次的點數和，試求隨機變數 X 之機率函數。
- 隨機投擲一個銅板三次，令 X 表出現正面的次數，試求隨機變數之機率函數及累積機率分配。
- 設有三男二女，隨機抽出二人組委員會，求男生之期望值？
- 已知一班級中有男生 10 人，女生 40 人。今隨機抽取 4 位同學作調查，
 - (1)全部為女生的機率為何？
 - (2)男生 3 人及女生 1 人的機率為何？
- 假設校門口平均每分鐘有 5 部汽車通過。求，
 - (1)每分鐘有 10 部汽車通過的機率為何？
 - (2)平均每小時有多少汽車通過？
- 袋中有 3 紅球 2 白球，每次抽一球，抽出放回，若抽 2 次，則抽中 1 紅 1 白的機率為何？
- 已知二項分配之平均數及變異數分別為 7 及 6，則其 p 及 n 為何？

第六章 連續型隨機變數

6-1 常態分配



1. 常態分配的特質

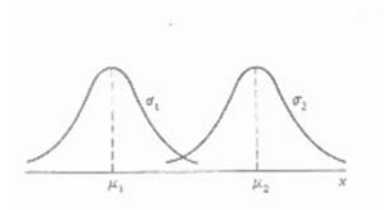
- (1) 常態分配是以 μ 為中心的對稱分配。
- (2) 常態分配曲線下面的面積總和等於 1。
- (3) 常態分配 $f(x)$ 在 $X=\mu\pm\sigma$ 時有一轉折點。
- (4) 常態分配曲線的兩尾無限延伸。
- (5) 常態分配的機率範圍可分為三種情況。

◎ 常態隨機變數的值落在離開平均數 1 個標準差等距的範圍(即 $\mu\pm\sigma$)之機率為： $P(\mu-\sigma < X < \mu+\sigma) = 0.6826$

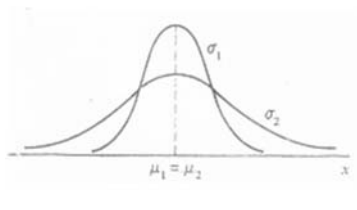
◎ 常態隨機變數的值落在離開平均數 2 個標準差等距的範圍(即 $\mu\pm 2\sigma$)之機率為： $P(\mu-2\sigma < X < \mu+2\sigma) = 0.9544$

◎ 常態隨機變數的值落在離開平均數 3 個標準差等距的範圍(即 $\mu\pm 3\sigma$)之機率為： $P(\mu-3\sigma < X < \mu+3\sigma) = 0.9974$

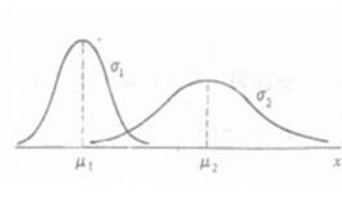
2. 平均數與變異數異同之圖形比較



$$\mu_1 < \mu_2, \sigma_1 = \sigma_2$$



$$\mu_1 = \mu_2, \sigma_1 < \sigma_2$$



$$\mu_1 < \mu_2, \sigma_1 < \sigma_2$$

3. 若隨機變數為常態分配，以 $N(\mu, \sigma^2)$ 表示，其機率密度函數為：

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

μ =平均數， σ =標準差， $e=2.71828$ (自然指數)， $\pi=3.14159$

4. 標準常態化:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

(例 1): 假設隨機變數 Z 為標準常態分配，利用標準常態分配表求出下列機率值。

(1) $P(0 \leq Z \leq 2) = ?$

(2) $P(Z > 1.64) = ?$

(3) $P(-0.5 \leq Z \leq 1.5) = ?$

(4) $P(Z \geq -1.26) = ?$

(5) $P(1 \leq Z \leq 2) = ?$

解：

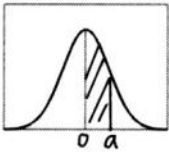
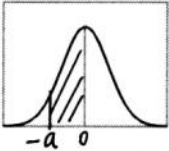
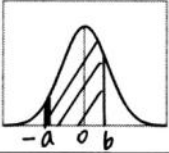
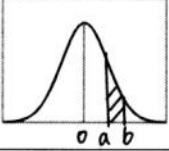
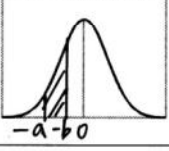
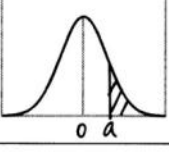
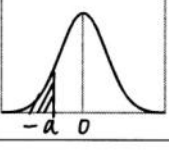
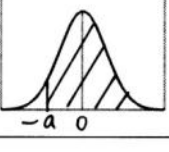
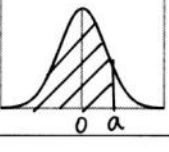
(1) $P(0 \leq Z \leq 2) = 0.4772$

(2) $P(Z > 1.64) = 0.5 - P(0 \leq Z \leq 1.64) = 0.5 - 0.4495 = 0.0505$

(3) $P(-0.5 \leq Z \leq 1.5) = P(-0.5 \leq Z \leq 0) + P(0 \leq Z \leq 1.5) = P(0 \leq Z \leq 0.5) + P(0 \leq Z \leq 1.5)$
 $= 0.1915 + 0.4332 = 0.6247$

(4) $P(Z \geq -1.26) = P(-1.26 \leq Z \leq 0) + 0.5 = P(0 \leq Z \leq 1.26) + 0.5 = 0.3962 + 0.5 = 0.8962$

(5) $P(1 \leq Z \leq 2) = P(0 \leq Z \leq 2) - P(0 \leq Z \leq 1) = 0.4772 - 0.3413 = 0.1359$

	圖形	機率
1		$=P(0 \leq Z \leq a)$
2		$=P(0 \leq Z \leq a)$
3		$=P(0 \leq Z \leq a) + P(0 \leq Z \leq b)$
4		$=P(0 \leq Z \leq b) - P(0 \leq Z \leq a)$
5		$=P(0 \leq Z \leq a) - P(0 \leq Z \leq b)$
6		$=0.5 - P(0 \leq Z \leq a)$
7		$=0.5 - P(0 \leq Z \leq a)$
8		$=0.5 + P(0 \leq Z \leq a)$
9		$=0.5 + P(0 \leq Z \leq a)$

(例 2): 假設隨機變數 Z 為標準常態分配，求出下列之數值 k

(1) $P(Z < k) = 0.8531$

(2) $P(k < Z < 1.66) = 0.8$

解：

$$(1) P(Z < k) = 0.8531 \Rightarrow 0.5 + P(0 \leq Z \leq k) = 0.8531 \Rightarrow P(0 \leq Z \leq k) = 0.3531$$

$$\Rightarrow k = 1.05$$

$$(2) P(k < Z < 1.66) = 0.8 \Rightarrow P(k \leq Z \leq 0) + P(0 \leq Z \leq 1.66) = 0.8$$

$$\Rightarrow P(0 \leq Z \leq -k) + P(0 \leq Z \leq 1.66) = 0.8 \Rightarrow P(0 \leq Z \leq -k) + 0.4515 = 0.8$$

$$\Rightarrow P(0 \leq Z \leq -k) = 0.8 - 0.4515 = 0.3485 \Rightarrow -k = 1.03 \Rightarrow k = -1.03$$

(例 3): 假設隨機變數 X 具有常態分配且 $\mu = 10$ 、 $\sigma^2 = 25$ ，則

(1) $P(X < 15) = ?$

(2) $P(12 \leq X \leq 15) = ?$

解：

$$(1) P(X < 15) = P\left(\frac{X - \mu}{\sigma} < \frac{15 - 10}{5}\right) = P(Z < 1) = 0.5 + P(0 \leq Z \leq 1) = 0.5 + 0.3413 = 0.8413$$

$$(2) P(12 \leq X \leq 15) = P\left(\frac{12 - 10}{5} \leq \frac{X - \mu}{\sigma} \leq \frac{15 - 10}{5}\right) = P(0.4 \leq Z \leq 1)$$

$$= P(0 \leq Z \leq 1) - P(0 \leq Z \leq 0.4) = 0.3413 - 0.1554 = 0.1859$$

(例 4): 某校 500 名學生基礎統計成績為常態分配，平均 80 分，變異數 16 分，求成績在 68 分與 86 分間的機率為多少？

解：

$$P(68 \leq X \leq 86) = P\left(\frac{68 - 80}{4} \leq \frac{X - \mu}{\sigma} \leq \frac{86 - 80}{4}\right) = P(-3 \leq Z \leq 1.5)$$

$$= P(-3 \leq Z \leq 0) + P(0 \leq Z \leq 1.5) = P(0 \leq Z \leq 3) + P(0 \leq Z \leq 1.5) = 0.4987 + 0.4332 = 0.9319$$

第六章之 EXCEL 應用

(實例 1): 假設隨機變數 Z 為標準常態分配，求出下列機率值。

(1) $P(0 \leq Z \leq 2) = ?$

(2) $P(-0.5 \leq Z \leq 1.5) = ?$

解：

(1)

$$=NORMDIST(2, 0, 1, TRUE)-0.5$$

$$=0.47725$$

(2)

$$=NORMDIST(1.5, 0, 1, TRUE)-NORMDIST(-0.5, 0, 1, TRUE)$$

$$=0.624655$$

(實例 2): 假設隨機變數 X 具有常態分配且 $\mu=10$ 、 $\sigma^2=25$ ，則

$$(1) P(X < 15) = ?$$

$$(2) P(12 \leq X \leq 15) = ?$$

解：

$$=NORMDIST(15, 10, 5, TRUE)$$

$$=0.841345$$

$$=NORMDIST(15, 10, 5, TRUE)-NORMDIST(12, 10, 5, TRUE)$$

$$=0.185923$$

綜合練習 6

1. 假設隨機變數 Z 為標準常態分配，求出下列機率值。

$$(1) P(Z \leq -2) = ?$$

$$(2) P(-1.5 \leq Z \leq -0.5) = ?$$

$$(3) P(Z \geq -1.5) = ?$$

$$(4) P(-1.25 \leq Z \leq 0) = ?$$

$$(5) P(Z \leq 1.5) = ?$$

2. 求下列常態分配之值

$$(1) P(-1.5 \leq Z \leq a) = 0.8726, \text{ 則 } a = ?$$

$$(2) P(0.3 \leq Z \leq a) = 0.3203, \text{ 則 } a = ?$$

3. 假設隨機變數 X 具有常態分配且 $\mu=2$ 、 $\sigma^2=25$ ，求出下列機率值

$$(1) P(X < 10) = ?$$

$$(2) P(X \geq 6) = ?$$

$$(3) P(4 < X < 7) = ?$$

4. 假設基礎統計學期中考成績呈現常態分配且其平均成績為 60 分，標準差為 15 分。隨機抽取一名學生的成績，則成績超過 70 分的機率為何？

5. 假設某入學考試成績呈現常態分配，且其平均分數為 90 分，標準差 5 分。若欲錄取前 20% 的學生，則其最低錄取分數為何？

第七章 抽樣分配

7-1 抽樣方法

四種常用之隨機抽樣方法。

1.簡單隨機抽樣 (simple random sampling)：母體中所有可能的樣本，其被抽出的機率均相等的抽樣方法。一般常用抽籤法及亂數表法兩種方式。

◎抽籤法：將母體資料加以編號，再抽出所需之樣本。

◎亂數表法：將母體資料加以編號，依據亂數表的號碼抽取樣本。

	1~5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	36~40
1	96785	80611	34685	65191	72368	19084	66191	32084
2	10825	76142	38134	45677	95470	64884	97107	53488
3	86859	49239	79498	56836	54556	94973	89702	52496
4	23404	37047	39263	31466	78460	31158	73571	15200
5	87554	92226	77595	64579	45630	17678	97310	61950
6	19859	58322	48283	11556	69630	44655	98076	28645
7	20460	31353	93940	42581	95901	77839	52420	94286
8	36478	67663	82434	83289	49766	64573	48341	24745
9	50632	38030	44608	31677	85697	86030	98620	92817
10	21136	78012	83198	31287	37805	25679	55380	74513
11	12822	14547	23045	80602	51618	14019	75914	11580
12	69536	18815	62535	58718	57070	29557	19754	40315
13	97750	55325	86302	77254	62777	96019	26991	96585
14	31466	17280	69157	78523	11531	85851	27837	37121
15	98332	98164	41299	29941	97066	29928	73459	87062
16	17041	49607	64755	84689	12058	33531	48039	83736
17	95951	25486	41068	78633	97390	68586	22103	36712
18	92968	42263	70256	73483	72657	92127	77081	24075
19	66691	35599	11001	56207	27925	41029	51137	54968
20	68776	63205	42087	54705	76735	62989	16233	78389

(例 1)：班上 50 人，要抽出 5 人到國際會議廳聽演講，用亂數表法，若從第 5 列第 3 行開始抽，則那 5 位被抽中？

解：

將 50 位編成 01~50

55,④⑨,②②,②⑥,77,59,56,④③,79,45,63,①①

故 5 位為 49,22,26,45,01

2.系統抽樣 (systematic sampling)：將母體資料依序由 1 至 N 加以編號，並以抽樣間隔 k ，利用簡單隨機抽樣的方式，從 1 到 k 抽出第一個樣本，以此數為起點，每隔 k 個抽取一個樣本，直到抽取所需之樣本為止。

◎抽樣間隔 $k = \text{母體個數 } N / \text{樣本個數 } n$

3.分層抽樣(stratified sampling)：將母體資料按其相異性分為若干個次群體，稱之為層，任兩個層的交集為空集合，所有層的聯集為整個母體，利用簡單隨機抽樣法，依其母體的比率抽出各層之樣本。

4.集群抽樣(cluster sampling)：將母體依其相似性分成若干個次群體，稱之為集群，任兩個集群的交集為空集合，所有集群的聯集為整個母體，利用簡單隨機抽樣法，抽出若干集群。

7-2 大數法則及中央極限定理

◎大數法則(law of large number)：

從一母體隨機抽出 n 個樣本，當樣本大小 n 很大($n \geq 30$)時，則抽出的樣本平均數 \bar{X} 接近母體平均數 μ 。

◎中央極限定理(central limit theorem)：

從一母體隨機抽出 n 個樣本，當樣本大小 n 很大($n \geq 30$)時，則抽出的樣本平均數 \bar{X} 之分配接近常態分配。

7-3 樣本平均數之抽樣分配

若母體為常態分配 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ ，自母體中隨機抽取 n 個為樣本，則

$$\bar{X} \sim N\left(\mu, \frac{\sigma^2}{n}\right)$$

◎樣本平均數標準常態化

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu_{\bar{X}}}{\sigma_{\bar{X}}} = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

◎樣本平均數的平均數 $\mu_{\bar{X}} = E(\bar{X}) = \mu$

◎樣本平均數的變異數 $\sigma_{\bar{X}}^2 = \frac{\sigma^2}{n}$

◎樣本平均數的標準差(標準誤) $\sigma_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sigma^2}{n}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$

(例 2)：母體具常態分配 $N(3, 0.04)$ ，抽出 25 個，則

(1) 樣本平均數大於 3.01 之機率

(2) 樣本平均數介於 2.9 到 3.1 之機率

解：

$$(1) P(\bar{X} > 3.01) = P\left(\frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} > \frac{3.01 - 3}{\frac{0.2}{\sqrt{25}}}\right) = P\left(Z > \frac{0.01}{\frac{0.2}{5}}\right) = P(Z > 0.25) \\ = 0.5 - P(0 \leq Z \leq 0.25) = 0.5 - 0.0987 = 0.4013$$

$$(2) P(2.9 \leq \bar{X} \leq 3.1) = P\left(\frac{2.9 - 3}{\frac{0.04}{\sqrt{25}}} \leq \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \leq \frac{3.1 - 3}{\frac{0.04}{\sqrt{25}}}\right) = P\left(\frac{-0.1}{\frac{0.2}{5}} \leq Z \leq \frac{0.1}{\frac{0.2}{5}}\right) \\ = P(-2.5 \leq Z \leq 2.5) = 2 \times P(0 \leq Z \leq 2.5) = 2 \times 0.4938 = 0.9876$$

(例 3)：某國小全校學生的體重呈現常態分配，且其平均體重為 45 公斤，標準差為 4 公斤。隨機抽出 25 位學生為樣本，其平均體重大於 50 公斤之機率為何？

解：

$$P(\bar{X} > 50) = P\left(Z > \frac{50 - 45}{\frac{4}{\sqrt{25}}}\right) = P(Z > 6.25) = 0$$

(例 4)：假設某學校學生每週上圖書館的時間呈現常態分配，平均為 12 小時，變異數為 25 小時，若隨機抽 100 位學生，其每週上圖書館的時間平均為 13 至 14 小時之機率為多少？

解：

$$P(13 \leq \bar{X} \leq 14) = P\left(\frac{13 - 12}{\frac{5}{\sqrt{100}}} \leq \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \leq \frac{14 - 12}{\frac{5}{\sqrt{100}}}\right) = P(2 \leq Z \leq 4) \\ = P(0 \leq Z \leq 4) - P(0 \leq Z \leq 2) = 0.5 - 0.4772 = 0.0228$$

7-4 樣本比例之抽樣分配

樣本比例 \bar{P} 抽樣分配之期望值 $\mu_{\bar{P}} = E(\bar{P}) = P$

樣本比例 \bar{P} 抽樣分配之變異數 $\sigma_{\bar{P}}^2 = \frac{P(1-P)}{n}$

樣本比例 \bar{P} 抽樣分配之標準差 $\sigma_{\bar{P}} = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$

需為無限母體或有限母體但樣本數 n 與母體數 N 之比小或等於 0.05，才能使用上述之變異數，否則須修正成：

$$\sigma_{\bar{P}}^2 = \frac{N-n}{N-1} \times \frac{P(1-P)}{n}$$

◎樣本比例標準常態化

$$Z = \frac{\bar{P} - \mu_{\bar{P}}}{\sigma_{\bar{P}}} = \frac{\bar{P} - P}{\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}}$$

(例 5)：

騎機車上學的比例 $P=0.6$ ，則隨機抽出 100 位，其樣本比例會落在母體比例 0.55~0.65 之範圍內的標準誤及機率各為何？

解：

$$(1)\sigma_{\bar{P}} = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}} = \sqrt{\frac{0.6(1-0.6)}{100}} = 0.049$$

$$(2)P(0.55 \leq \bar{P} \leq 0.65) = P\left(\frac{0.55 - 0.6}{0.049} \leq \frac{\bar{P} - P}{\sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}} \leq \frac{0.65 - 0.6}{0.049}\right)$$

$$=P(-1.02 \leq Z \leq 1.02) = 2P(0 \leq Z \leq 1.02) = 2 \times 0.3461 = 0.6922$$

第七章之 EXCEL 應用

(實例 1)：以全班為母體，學號為抽樣對象，利用 Excel 之資料分析，隨機抽取樣本數 5 個，學號不能重複。

解：

1. 資料分析 → 抽樣 → 確定

2. 輸入範圍 → 隨機 樣本數 → 輸出範圍 → 確定

綜合練習 7

1. 常態分配 $N(80, 25)$ ，則
 - (1) 抽出 16 個，樣本平均低於 78 之機率
 - (2) 抽出 25 個，樣本平均介於 78 至 82 之機率
2. 假設某產品之重量呈現常態分配，且平均數 100 公克，變異數為 25 公克，今隨機抽取該產品 16 件作為樣本，則樣本平均數小於 102 公克之機率為何？
3. 某品牌之鮪魚罐頭，每罐重量呈常態分配，平均重量為 500 公克，標準差為 24 公克。現抽驗 16 罐，則該 16 罐的平均重量在 490 至 510 公克之間的機率為多少？
4. 麵包店每天營收為常態分配，平均 2 萬元，標準差為 8000 元，今隨機抽取 36 家麵包店，求此 36 家麵包店每天營收總和(總金額)介於 69 萬元至 78 萬元之機率為多少？

第八章 統計估計

8-1 母體平均數之區間估計

1. σ 已知

隨機變數 X 之平均數 μ 未知，變異數為 σ^2 ，由抽樣樣本 n 個，取得樣本平均數為 \bar{X} ，則母體平均數 μ 之 $(1-\alpha) \times 100\%$ 信賴區間為：

$$\bar{X} \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \left[\bar{X} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

說明：

$$P\left(-z_{\frac{\alpha}{2}} \leq Z \leq z_{\frac{\alpha}{2}}\right) = 1 - \alpha \Rightarrow P\left(-z_{\frac{\alpha}{2}} \leq \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \leq z_{\frac{\alpha}{2}}\right) = 1 - \alpha$$

$$\Rightarrow P\left(-z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \bar{X} - \mu \leq z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha \Rightarrow P\left(\bar{X} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{X} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha$$

母體平均數 μ 之 $(1-\alpha) \times 100\%$ 信賴區間為：

$$\left[\bar{X} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right]$$

2. σ 未知，大樣本 ($n \geq 30$)

母體平均數 μ 之 $(1-\alpha) \times 100\%$ 信賴區間為：

$$\bar{X} \pm z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} = \left[\bar{X} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \right]$$

3. σ 未知，小樣本 ($n < 30$)

母體平均數 μ 之 $(1-\alpha) \times 100\%$ 信賴區間為：

$$\bar{X} \pm t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} = \left[\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}, \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \right]$$

(例 1) 母體為常態分配且變異數為 16，若隨機抽 25 個樣本，平均數為 80，求母體平均數之 95% 的信賴區間？

解：

$$z_{0.025} = 1.96$$

信賴區間為：

$$\left[\bar{X} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right] = \left[80 - 1.96 \frac{4}{\sqrt{25}}, 80 + 1.96 \frac{4}{\sqrt{25}} \right]$$

$$= [80 - 1.568, 80 + 1.568] = [78.432, 81.568]$$

(例 2) 母體為常態分配，若隨機抽 36 個樣本，平均數為 205，標準差為 18，求母體平均數之 90% 的信賴區間？

解：

$$z_{0.05} = 1.645$$

信賴區間為：

$$\left[\bar{X} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}, \bar{X} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \right] = \left[205 - 1.645 \frac{18}{\sqrt{36}}, 205 + 1.645 \frac{18}{\sqrt{36}} \right]$$

$$= [205 - 4.935, 205 + 4.935] = [200.065, 209.935]$$

(例 3) 母體為常態分配，若隨機抽 16 個樣本，平均數為 27，標準差為 2，求母體平均數之 99% 的信賴區間？

解：

$$v = df = n - 1 = 16 - 1 = 15$$

$$t_{15, 0.005} = 2.9467$$

信賴區間為：

$$\left[\bar{X} - t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}, \bar{X} + t_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}} \right] = \left[27 - 2.9467 \frac{2}{\sqrt{16}}, 27 + 2.9467 \frac{2}{\sqrt{16}} \right]$$

$$= [27 - 2.9467(0.5), 27 + 2.9467(0.5)] = [27 - 1.4734, 27 + 1.4734]$$

$$= [25.5266, 28.4734]$$

8-2 母體比例之區間估計

樣本比例 \bar{P} 抽樣分配之期望值 $\mu_{\bar{P}} = E(\bar{P}) = P$

樣本比例 \bar{P} 抽樣分配之變異數 $\sigma_{\bar{P}}^2 = \frac{P(1-P)}{n}$

母體比例之 $(1-\alpha)\times 100\%$ 信賴區間為：

$$\left[\bar{p} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}, \bar{p} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \right]$$

由於 P 值未知，所以信賴區間改為：

$$\left[\bar{p} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}, \bar{p} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \right]$$

但為避免低估， \bar{p} 常設定為 0.5，以保持抽樣誤差最大，確保區間估計的準確性，所以信賴區間改為：

$$\left[\bar{p} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{0.5(1-0.5)}{n}}, \bar{p} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{0.5(1-0.5)}{n}} \right] = \left[\bar{p} - z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{1}{2\sqrt{n}}, \bar{p} + z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{1}{2\sqrt{n}} \right]$$

◎本節只介紹大樣本，即 $n \times p \geq 5$ 且 $n \times (1-p) \geq 5$

(例 4)自一批產品隨機抽出 36 個檢查，發現有 9 個為不良品，求不良率之 95%的信賴區間？

解：

$$\bar{p} = \frac{9}{36} = 0.25$$

$$Z_{0.025} = 1.96$$

信賴區間為：

$$\begin{aligned} & \left[\bar{p} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}, \bar{p} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \right] \\ &= \left[0.25 - 1.96 \sqrt{\frac{0.25 \times 0.75}{36}}, 0.25 + 1.96 \sqrt{\frac{0.25 \times 0.75}{36}} \right] \end{aligned}$$

$$= [0.25 - 1.96(0.0722), 0.25 + 1.96(0.0722)]$$

$$= [0.25 - 0.1415, 0.25 + 0.1415] = [0.1085, 0.3915]$$

8-3 樣本數估計

估計樣本數

$$n \geq \left(\frac{z \sigma}{d} \right)^2$$

(例 5)：產品之大小範圍為 12~17cm，標準差為 3cm，估計誤差希望有 99% 在 2cm 以內，則至少應抽取多少樣本，才能達此標準？

解：

$$n \geq \left(\frac{Z_{\alpha/2} \sigma}{d} \right)^2 = \left(\frac{2.575 \times 3}{2} \right)^2 = \left(\frac{7.725}{2} \right)^2 = (3.8625)^2 = 14.9189 \cong 15$$

至少應抽取 15 個

8-4 母體比例的樣本數

估計母體比例之樣本數

$$n \geq \frac{z_{\alpha/2}^2 p(1-p)}{d^2} \quad \text{或} \quad n \geq \frac{z_{\alpha/2}^2 \bar{p}(1-\bar{p})}{d^2} \quad \text{或} \quad n \geq \frac{z_{\alpha/2}^2 (0.25)}{d^2} = \frac{z_{\alpha/2}^2}{4d^2}$$

(例 6)：假若某百貨公司對消費者 900 位調查結果發現，有 396 位對服務感到滿意，在 95% 的信賴水準下，d 為 0.025，則需要多大的樣本

解：

$$\bar{p} = \frac{396}{900} = 0.44$$

$$n \geq \frac{z_{\alpha/2}^2 \bar{p}(1-\bar{p})}{d^2} = \frac{(1.96)^2 (0.44)(1-0.44)}{(0.025)^2} = 1514.5124 \cong 1515$$

綜合練習 8

- 母體為常態分配且標準差為 12，若隨機抽 36 個樣本，平均數為 205，標準差為 18，求母體平均數之 90% 的信賴區間？
- 某校學生之身高具有常態分配，今隨機抽取該校學生 64 人測量其身高，得其平均數為 168 公分，標準差 6 公分，請問以 168 作為全校學生平均身高之點估計量時，在 95% 信賴水準下，其最大估計誤差為何？
- 在一常態母體中，已知其母體變異數 25，若某人想以其樣本平均數估計此母體平均數使得估計之誤差介於 1 之間，請問在信賴水準 95% 之條件下，此人需抽取多少樣本？
- 某圖書館滿意度調查中，發現在隨機抽查的 120 位讀者中有 80 位滿意，求：
 - (1) 讀者對圖書館滿意度之 99% 信賴區間。
 - (2) 若母體比例值之抽樣誤差不大於 3%，則需再抽取多少樣本？
- 500 位學生的午餐用餐時間為常態分配， $\sigma^2=36$ ，今欲使樣本與母體之估計誤差不會超過 0.8，在 99% 的信賴度下，應抽多少樣本？

第九章 假設檢定

先對母體特性做一適當的描述，然後利用抽出的樣本來推論(檢定)此描述是否正確，此一過程或統計方法就稱假設檢定(hypothesis testing)。

9-1 假設檢定基本概念

1. 建立假設

- (1) 虛無假設(null hypothesis)：針對母體參數所建立的假設性陳述，通常以 H_0 來表示。
- (2) 對立假設 (alternative hypothesis)：當有證據顯示虛無假設為假時的陳述，通常以 H_1 來表示。

2. 假設之實例

◎假設零件規格長度平均為 2cm，如果平均長度大於或小於 2cm，這些零件將在組裝時產生品質問題，某品檢員發現有零件為 2.1cm，要質疑其可靠性，因此虛無假設與對立假設如下：

$$H_0: \mu = 2$$

$$H_1: \mu \neq 2$$

◎3 公斤包裝的米，若包裝不實，將影響信譽，現在消費者買一包米後，發現只有 2.97 公斤，要質疑其可靠性，因此虛無假設與對立假設如下：

$$H_0: \mu \geq 3$$

$$H_1: \mu < 3$$

◎某款汽車平均每公升汽油可行駛 10 公里，現有一研究小組發明一種新的化油器系統來增加每公升汽油可行駛的里程數。該小組測試結果，新的化油器可以行駛 11 公里，因此虛無假設與對立假設如下：

$$H_0: \mu \leq 10$$

$$H_1: \mu > 10$$

3. 假設檢定的二種錯誤

真實狀況 決策	H_0 為真	H_0 為假
拒絕 H_0	α (Type I error)	正確(1- β)
接受 H_0	正確(1- α)	β (Type II error)

(例 1)：

雷達有不明飛行物

H_0 ：一切正常，只是有干擾

H_1 ：有敵機來襲

下列為何種錯誤？

(1)錯誤警報？

(2)疏忽而未放警報？

解：

(1) α 錯誤，型 I 錯誤(正常沒敵機，卻放警報)

(2) β 錯誤，型 II 錯誤(有敵機，卻沒放警報)

(例 2)：

H_0 ：該生具有潛力

H_1 ：該生不具潛力

下列為何種錯誤？

(1)本校錄取該生，發現表現不佳？

(2)本校沒錄取該生，該生卻在他校表現優異？

解：

(1) β 錯誤，型 II 錯誤(該生不具潛力，本校卻錄取該生)

(2) α 錯誤，型 I 錯誤(該生具潛力，本校卻沒錄取該生)

4.常用的 Z 值表

信心水準 $1-\alpha$	顯著水準 α	雙尾	左尾	右尾
90%	0.1	-1.645 及 1.645	-1.283	1.283
95%	0.05	-1.96 及 1.96	-1.645	1.645
97.5%	0.025	-	-1.96	1.96
99%	0.01	-2.575 及 2.575	-2.328	2.328
99.5%	0.005	-	-2.575	2.575

5.檢定之步驟：

(1)建立假設

(2)選擇檢定統計量

(3)決定棄卻域

(4)計算檢定統計量

(5)下決策(下結論)

9-2 母體平均數檢定

檢定的方法有三種：臨界值(critical value, CV)檢定法、P 值(P value)檢定法、Z 值(Z value)檢定法，方法雖不同，但檢定出來的結果相同，由於考慮易懂特性，本教材只介紹 Z 值檢定法。

1. σ 已知(不論大、小樣本)

檢定型態	雙尾	左尾	右尾
建立假設	$H_0: \mu = \mu_0$ $H_1: \mu \neq \mu_0$	$H_0: \mu \geq \mu_0$ $H_1: \mu < \mu_0$	$H_0: \mu \leq \mu_0$ $H_1: \mu > \mu_0$
棄卻域(拒絕域)	$ Z > z_{\alpha/2}$	$Z < -z_{\alpha}$	$Z > z_{\alpha}$
計算檢定統計量	$Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$		
決策	當 $ Z > z_{\alpha/2}$ 時， 拒絕 H_0	當 $Z < -z_{\alpha}$ 時， 拒絕 H_0	當 $Z > z_{\alpha}$ 時， 拒絕 H_0

2. σ 未知，大樣本($n \geq 30$)

同上表，只是用 S 代替 σ

3. σ 未知，小樣本($n < 30$)

檢定型態	雙尾	左尾	右尾
建立假設	$H_0: \mu = \mu_0$ $H_1: \mu \neq \mu_0$	$H_0: \mu \geq \mu_0$ $H_1: \mu < \mu_0$	$H_0: \mu \leq \mu_0$ $H_1: \mu > \mu_0$
棄卻域(拒絕域)	$ T > t_{v, \alpha/2}$	$T < -t_{v, \alpha}$	$T > t_{v, \alpha}$
計算檢定統計量	$T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$		
決策	當 $ T > t_{v, \alpha/2}$ 時， 拒絕 H_0	當 $T < -t_{v, \alpha}$ 時， 拒絕 H_0	當 $T > t_{v, \alpha}$ 時， 拒絕 H_0

(例 3)：

某廠商宣稱其罐裝食品平均重量為 1.5 磅，今自其中抽 49 罐，得平均重量為 1.47 磅，標準差為 0.21 磅，在 $\alpha = 0.01$ 下，欲檢測此罐裝食品重量不足 1.5 磅是否正確？

解：

(1)

$$H_0: \mu \geq 1.5$$

$$H_1: \mu < 1.5$$

$$(2) n=49, S=0.21, \alpha = 0.01, z_{0.01} = -2.328$$

(3)棄卻域 $Z < -2.328$

$$(4) Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} = \frac{1.47 - 1.5}{\frac{0.21}{\sqrt{49}}} = -1$$

(5) $-1 > -2.328$ ，故接受 H_0 ，拒絕 H_1 ，沒有不足 1.5 磅

(例 4)：

新生註冊所需時間平均為 50 分鐘，標準差為 16 分鐘，若隨機抽樣 16 名學生為調查，發現平均值為 42 分鐘，以 $\alpha=0.1$ 檢測是否不等於 50 分鐘？

解：

$$(1) H_0: \mu = 50$$

$$H_1: \mu \neq 50$$

$$(2) \sigma = 16, n = 16, \alpha = 0.1, z_{0.05} = \pm 1.645$$

(3)棄卻域 $|Z| > 1.645$

$$(4) Z = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{42 - 50}{\frac{16}{\sqrt{16}}} = -2$$

(5) $-2 > 1.645$ ，故接受 H_1 ，即不等於 50 分鐘

(例 5)：

校外住宿生之通勤所需時間平均為 40 分鐘，若隨機抽樣 16 名學生為調查，發現平均值為 38 分鐘，變異數為 25 分鐘，以 $\alpha=0.01$ 檢測是否不等於 40 分鐘？

解：

$$(1) H_0: \mu = 40$$

$$H_1: \mu \neq 40$$

$$(2) n=16, S=5, v=16-1=15, \alpha = 0.01, t_{15,0.005} = \pm 2.9467$$

(3)棄卻域 $|T| > 2.9467$

$$(4) T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{S}{\sqrt{n}}} = \frac{38 - 40}{\frac{5}{\sqrt{16}}} = -1.6$$

(5) $-1.6 < 2.9467$ ，故接受 H_0 ，拒絕 H_1 ，沒有不等於 40 分鐘

9-3 母體比例之檢定

檢定型態	雙尾	左尾	右尾
建立假設	$H_0: P=P_0$ $H_1: P \neq P_0$	$H_0: P \geq P_0$ $H_1: P < P_0$	$H_0: P \leq P_0$ $H_1: P > P_0$
棄卻域(拒絕域)	$ Z > z_{\alpha/2}$	$Z < -z_{\alpha}$	$Z > z_{\alpha}$
計算檢定統計量	$Z = \frac{\bar{P} - P_0}{\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}}$		
決策	當 $ Z > z_{\alpha/2}$ 時， 拒絕 H_0	當 $Z < -z_{\alpha}$ 時， 拒絕 H_0	當 $Z > z_{\alpha}$ 時， 拒絕 H_0

(例 6)：

候選人評估其得票率為 34% 方可當選，今隨機抽出 100 位選民做調查，有 33 位支持，以 $\alpha=0.05$ 來檢測此候選人是否可順利當選？

解：

(1)

$$H_0: P \geq 0.34$$

$$H_1: P < 0.34$$

$$(2) \bar{p} = \frac{33}{100} = 0.33, n=100, \alpha = 0.05, z_{0.05} = -1.645$$

(3) 棄卻域 $Z < -1.645$

$$(4) Z = \frac{\bar{P} - P_0}{\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}} = \frac{0.33 - 0.34}{\sqrt{\frac{0.34(0.66)}{100}}} = \frac{-0.01}{0.0474} = -0.211$$

(5) $-0.211 > -1.645$ ，故接受 H_0 ，拒絕 H_1 ，即可順利當選

(例 7)：

一個 50 人的樣本中，有 34 人喜歡吃乾麵，以 $\alpha=0.01$ 檢定是否喜歡吃乾麵者多於喜歡吃牛肉麵？

解：

(1)

$$H_0: P \leq 0.5$$

$$H_1: P > 0.5$$

$$(2) \bar{p} = \frac{34}{50} = 0.68, n=50, \alpha = 0.01, z_{0.01} = 2.328$$

(3) 棄卻域 $Z > 2.328$

$$(4) Z = \frac{\bar{P} - P_0}{\sqrt{\frac{P_0(1-P_0)}{n}}} = \frac{0.68-0.5}{\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{50}}} = \frac{0.18}{0.0707} = 2.546$$

(5) $2.546 > 2.328$ ，故接受 H_1 ，即喜歡吃乾麵者多於喜歡吃牛肉麵

綜合練習 9

1. 住宿生每日上網時間平均為 90 分鐘，變異數為 16 分鐘，若隨機抽樣 25 名學生為調查，發現平均值為 85 分鐘，以 $\alpha=0.05$ 檢測是否不等於 90 分鐘？
2. 某校讀書時間每天時間平均為 50 分鐘，標準差為 12 分鐘，若隨機抽樣 36 名學生為調查，發現平均值為 52 分鐘，標準差為 16 分鐘，以 $\alpha=0.05$ 檢測是否大於 50 分鐘？
3. 某廠商宣稱其麵粉每袋平均重量為 25 磅，今自其中抽 64 袋，得平均重量為 24.5 磅，標準差為 4 磅，在 $\alpha=0.05$ 下，欲檢測此廠商重量不足 25 磅是否正確？
4. 某罐裝咖啡標示其咖啡因含量低於 42c. c.，今隨機抽取 36 罐此品牌咖啡作檢查，發現其平均咖啡因的含量為 45c. c.，標準差 12c. c.，請利用 $\alpha=0.05$ 來檢定其標示是否為真？
5. 某廠牌巧克力之重量的變異數為 225，現隨機抽取 25 包，得平均重量為 106 公克。試問在 $\alpha=0.01$ 下，檢定巧克力之重量是否大於 100。
6. 今調查某候選人之支持率，假設隨機抽出樣本數 1,000，其中支持者佔 615 位，則：
 - (1) 算出其支持比例。
 - (2) 在 $\alpha=0.05$ 下，檢定此位候選人之支持度是否超過 6 成？

第十章 簡單迴歸與相關

10-1 相關分析

1. 相關的種類可依下列方式來區分

(1) 依變數的個數

◎簡單相關：隨機變數為兩個

◎複相關：隨機變數為兩個以上

(2) 依相關的方向

◎正相關

◎負相關

(3) 依相關的程度

◎完全相關

◎不完全相關

◎無相關

(4) 依相關的型態

◎直線相關

◎曲線相關

2. 簡單相關之樣本相關係數

$$r_{xy} = \frac{S_{XY}}{S_X S_Y} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y - \bar{Y})^2}}$$

$$= \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sqrt{\sum X^2 - n\bar{X}^2} \sqrt{\sum Y^2 - n\bar{Y}^2}} = \frac{n\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

(例 1)：資料如下：

求下列之樣本相關係數

x	2	1	5	0
y	5	3	6	2

解：

X	Y	X ²	Y ²	XY
2	5	4	25	10
1	3	1	9	3
5	6	25	36	30
0	2	0	4	0
ΣX=8	ΣY=16	ΣX ² =30	ΣY ² =74	ΣXY=43

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

$$= \frac{4 \times 43 - 8 \times 16}{\sqrt{4 \times 30 - 8^2} \sqrt{4 \times 74 - 16^2}} = \frac{172 - 128}{\sqrt{56} \sqrt{40}} = \frac{44}{\sqrt{2240}} = \frac{44}{47.3286} = 0.9297$$

10-2 迴歸分析

迴歸直線(regression line)是一條直線，描述當解釋變數 x 的值改變時，反應變數 y 的值怎樣跟著變動。我們常用迴歸直線來預測：對於某一個給定的 x 值， y 值會是什麼。

一般簡單迴歸直線方程式為：

$$\hat{Y} = \alpha + \beta \hat{X}$$

◎數字 α 是截距 (intercept)，當 $x=0$ 時的 y 值。

◎數字 β 是直線的斜率 (slope)，就是 x 增加一個單位時 y 改變的量。

β 之估計式為：

$$\beta = r \cdot \frac{S_y}{S_x} = \frac{S_{xy}}{S_x^2} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2} = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

α 之估計式為：

$$\alpha = \bar{Y} - \beta \bar{X}$$

(例 2)：

已知資料如下：

x	4	5	9	12
y	9	8	6	3

(1)求迴歸直線方程式

(2)若 $X=10$ ， $Y=?$

解：

(1)

X	Y	XY	X ²
4	9	36	16
5	8	40	25
9	6	54	81
12	3	36	144
$\Sigma X=30$	$\Sigma Y=26$	$\Sigma XY=166$	$\Sigma x^2=266$

$$\bar{x} = \frac{30}{4} = 7.5, \bar{y} = \frac{26}{4} = 6.5$$

$$\beta = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2} = \frac{166 - 4(7.5)(6.5)}{266 - 4(7.5)^2} = \frac{166 - 195}{266 - 225} = \frac{-29}{41} = -0.7073$$

$$\alpha = \bar{Y} - \beta\bar{X} = 6.5 - (-0.7073)(7.5) = 11.8048$$

迴歸直線方程式為 $Y=11.8048-0.7073X$

(2)當 $X=10$

$$Y=11.8048-0.7073(10)=11.8048-7.073=4.7318$$

綜合練習 10

1. 已知資料如下：

x	1	2	4	6	7
y	3	6	8	10	15

(1) 求出兩變數之樣本相關係數。

(2) 求出迴歸直線方程式。

(3) 請利用上述之迴歸直線求 $x=10$ 時， y 之點估計量值為何。

第十一章 統計軟體應用

11-1 問卷

第一部份：基本資料

- 1.性別：☐男生 ☐女生
- 2.每週平均投入基礎統計的時間約：
☐少於1小時 ☐1小時 ☐2小時 ☐3小時 ☐4小時以上
- 3.基礎統計數位學習平台課程：☐沒使用 ☐有使用
- 4.基礎統計期中考，我成績大約為：
☐少於60分 ☐60-69分 ☐70-79分 ☐80-89分 ☐90分以上
- 5.基礎統計期末考，我期望的成績大約為：
☐少於60分 ☐60-69分 ☐70-79分 ☐80-89分 ☐90分以上
- 6.我高中(職)所就讀的是：☐普通高中 ☐高職 ☐綜合高中 ☐其他
- 7.我高中(職)的數理能力：☐非常弱 ☐弱 ☐普通 ☐好 ☐非常好

第二部份：統計焦慮量表

	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
1.只要看到或聽到統計，我就感到緊張	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.我最害怕的科目是統計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.同學在討論統計，我會感到緊張	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.我會因為明天要考統計，而睡不著覺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.演算統計，會讓我感到不安	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.當別人看著我寫統計習題，會讓我覺得煩躁不安	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.不論我如何用功準備統計，我仍然對統計感到害怕	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.我討厭統計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.我時常夢見統計考不好，被父母責罵或被同學嘲笑	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.我希望每天都上統計課*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.上統計課，我總覺得時間過得特別慢	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.上統計課，我喜歡上台算統計*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

13.上統計課，我常感到心跳加快	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14.我有信心學好統計*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15.我希望能擺脫統計的壓力*	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16.考統計時，我常因緊張而把該會的都忘記	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17.即使這次統計考得好，我仍對下次考試沒信心	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18.考完統計，我的心情仍然無法放鬆	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19.統計考試時，我越想考好，就越覺得心慌	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20.統計考試時，我總想起數理能力差而感到緊張	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21.不管我很努力，我的統計還是考不好	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22.統計考完時，我常會為我的作答感到擔心	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23.統計考試時，我常緊張而手心出汗	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24.我擔心父母對我的統計成績感到失望	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25.我覺得統計很艱深，難以理解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26.吃飯時，如果想到統計，就有吃不下飯的感覺	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27.當要做統計題目時，我的頭腦就一片空白。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28.我覺得自己比其他同學更害怕統計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

第三部份：統計態度量表

	非常 不同意	不 同意	普 通	同 意	非常 同意
1.我認為統計所學的內涵對將來是有用的	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.在日常生活中，我會使用到統計	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.我認為統計是一門很重要的科目	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.我很喜歡上統計課	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.我不害怕老師問我統計問題	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.學習統計是有趣的，並能讓我很開心	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.上統計課時，我感到輕鬆自在	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.我能與同學討論統計問題，並算出答案	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.我會將我的統計想法說給別人聽	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.我覺得跟同學討論統計是一件快樂的事	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11.當我提出統計想法時，會清楚表達，讓同學了解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12.當我遇到不會的統計問題，我會去請教別人	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11-2 資料編輯

	名稱	類型	寬度	小數	標記	值	遺漏	欄	對齊	測量	角色	[b]
1	no	數字的	3	0		無	無	3	靠右	尺寸(S)	輸入	
2	cl	字串的	2	0	性別	無	無					
3	a1	數字的	4	0	性別	無	無					
4	a2	數字的	4	0	投入時間	[1, 少於1小...	無					
5	a3	數字的	4	0	學習平台	[1, 沒使用]	無					
6	a4	數字的	4	0	期中評量	無	無					
7	a5	數字的	4	0	期末評量	無	無					
8	a6	數字的	4	0	高中(國)	[1, 普通高中...	無					
9	a7	數字的	4	0	數學能力	[1, 非常弱]	無					
10	b1	數字的	4	0		無	無					
11	b2	數字的	4	0		無	無					
12	b3	數字的	4	0		無	無					
13	b4	數字的	4	0		無	無					
14	b5	數字的	4	0		無	無					
15	b6	數字的	4	0		無	無					
16	b7	數字的	4	0		無	無					
17	b8	數字的	4	0		無	無					
18	b9	數字的	4	0		無	無					
19	b10	數字的	4	0		無	無					
20	b11	數字的	4	0		無	無					
21	b12	數字的	4	0		無	無					
22	b13	數字的	4	0		無	無					

11-3 次數分配

- 1.分析→敘述統計→次數分配表
- 2.選取左邊項目進入右邊變數→☒顯示次數分配表

11-4 因素分析

- 1.分析→維度縮減→因子
- 2.選取左邊項目進入右邊變數
3.
 - (1)描述統計量→☒未轉軸之統計量, ☒Kmo 與 Bartlett 的球形檢定
 - (2)萃取：主成份, ☒相關矩陣, ☒未旋轉因子解, ☒特徵值：1
 - (3)轉軸法：☒最大變異法(因子無關, 若有關用直接斜交法), ☒轉軸後的解
 - (4)選項：☒完全排除遺漏值☒依據因素負荷排序☒絕對值捨棄之下限(讓 0.5 以下不顯示)

※Bartlett 要顯著。

※KMO： 0.9 以上 極佳 0.8 以上 良好 0.7 以上 中度
0.6 以上 普通 0.5 以上 較差 0.5 以下 拒絕

11-5 信度分析

1.分析→尺度→信度分析

2.選取左邊項目進入右邊項目

3.模式→Alpha 值

4.統計量→☒項目，☒尺度，☒刪除項目後之量尺摘要

※全體總信度 0.8 以上，個別層 0.7 以上，且各變項 item to total 0.5 以上

信度分析摘要表

分量表	題數	構面	構面之 Cronbach's α	分量表之 Cronbach's α
統計焦慮	4,6,9,13,28	生理焦慮	0.812	0.959
	1,2,3,5,18,21,26,27	心理焦慮	0.912	
	7,16,17,19,20,22,23,24	考試焦慮	0.930	
	8,10,11,12,14,25	信心缺乏	0.780	
統計態度	4,7,10	情感態度	0.775	0.908
	8,9,11	認知能力	0.880	
	5,6	困難態度	0.654	
	1,2,3	價值態度	0.844	

11-6 t 檢定

獨立樣本 T 檢定

1.分析→比較平均數法→獨立樣本 T 檢定

2.挑選檢定變數

3.挑選分組變數→定義組別→組別 1 及組別 2

※看 Levene 檢定，若顯著看下一行 t 值是否顯著，否則看上一行 t 值是否顯著

有無使用數位學習平台與統計焦慮之差異分析表

	(1)沒使用		(2)有使用		T 值	比較
	平均數	標準差	平均數	標準差		
生理焦慮	2.503	0.765	2.464	0.755	0.439	
心理焦慮	2.844	0.862	2.634	0.752	2.230*	(1)>(2)
考試焦慮	2.906	0.891	2.794	0.891	1.080	

信心缺乏	3.335	0.699	3.140	0.691	2.425*	(1)>(2)
------	-------	-------	-------	-------	--------	---------

*表示 $p<0.05$ ，**表示 $p<0.01$

11-7 變異數分析

單因子變異數分析

1.分析→比較平均數法→單因子變異數分析

2.依變數、因子

3.選項→☒描述性統計量， ☒變異數同質性(不顯著才可做 ANOVA，否則用無母數)

4. Post-Hoc 檢定，☒Scheffe

高中職數理能力與統計焦慮差異分析表

	(1) 非常弱		(2) 弱		(3) 普通		(4) 好		(5) 非常好		F 值	Scheffe 事後比較
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差		
生理焦慮	3.124	0.756	2.507	0.600	2.375	0.667	2.128	0.613	1.952	0.743	22.057**	1>2>5; 1>3,4,5
心理焦慮	3.480	0.706	2.938	0.587	2.620	0.660	2.210	0.737	2.018	0.782	34.690**	1>2>4,5; 1>3>4,5
考試焦慮	3.573	0.763	3.041	0.781	2.733	0.748	2.323	0.815	2.131	0.775	26.078**	1>2>4,5; 1>3>4,5
信心缺乏	3.788	0.623	3.420	0.569	3.110	0.574	2.849	0.675	2.818	0.773	22.585**	1>2>4,5; 1>3

*表示 $p<0.05$ ，**表示 $p<0.01$

11-8 相關

pearson 相關

1.分析→相關→雙變數

2.選取左邊項目進入右邊變數

2. ☒相關係數

0.7~0.99	高	0.4~0.69	中	0.1~0.39	低	0~0.09	無關或微弱相關
----------	---	----------	---	----------	---	--------	---------

11-9 迴歸

1.迴歸→線性

2.依變數：Y,自變數：X(多個)，方法→輸入

迴歸分析表

項目	未標準化係數		標準化係數		t	顯著性
	B 之估計值	標準誤	Beta	分配		
(常數)	4.809	.135			35.639	.000
生理焦慮	.027	.065	.032		.407	.684
心理焦慮	-.115	.092	-.147		-1.248	.213
考試焦慮	.168	.064	.234		2.632	.009
信心缺乏	-.672	.056	-.736		-11.990	.000
F=69.383**, R=0.696, R ² =0.485						

** 表示 $p < 0.01$; * 表示 $p < 0.05$

表 A 平方及平方根

n	n^2	\sqrt{n}	$\sqrt{10n}$
1.0	1.00	1.0000	3.1623
1.1	1.21	1.0488	3.3166
1.2	1.44	1.0954	3.4641
1.3	1.69	1.1402	3.6056
1.4	1.96	1.1832	3.7417
1.5	2.25	1.2247	3.8730
1.6	2.56	1.2649	4.0000
1.7	2.89	1.3038	4.1231
1.8	3.24	1.3416	4.2426
1.9	3.61	1.3784	4.3589
2.0	4.00	1.4142	4.4721
2.1	4.41	1.4491	4.5826
2.2	4.84	1.4832	4.6904
2.3	5.29	1.5166	4.7958
2.4	5.76	1.5492	4.8990
2.5	6.25	1.5811	5.0000
2.6	6.76	1.6125	5.0990
2.7	7.29	1.6432	5.1962
2.8	7.84	1.6733	5.2915
2.9	8.41	1.7029	5.3852
3.0	9.00	1.7321	5.4772
3.1	9.61	1.7607	5.5678
3.2	10.24	1.7889	5.6569
3.3	10.89	1.8166	5.7446
3.4	11.56	1.8439	5.8310
3.5	12.25	1.8708	5.9161
3.6	12.96	1.8974	6.0000
3.7	13.69	1.9235	6.0828
3.8	14.44	1.9494	6.1644
3.9	15.21	1.9748	6.2450
4.0	16.00	2.0000	6.3246
4.1	16.81	2.0248	6.4031
4.2	17.64	2.0494	6.4807
4.3	18.49	2.0736	6.5574
4.4	19.36	2.0976	6.6332
4.5	20.25	2.1213	6.7082
4.6	21.16	2.1448	6.7823
4.7	22.09	2.1679	6.8557
4.8	23.04	2.1909	6.9282
4.9	24.01	2.2136	7.0000
5.0	25.00	2.2361	7.0711
5.1	26.01	2.2583	7.1414
5.2	27.04	2.2804	7.2111
5.3	28.09	2.3022	7.2801
5.4	29.16	2.3238	7.3485

n	n^2	\sqrt{n}	$\sqrt{10n}$
5.5	30.25	2.3452	7.4162
5.6	31.36	2.3664	7.4833
5.7	32.49	2.3875	7.5498
5.8	33.64	2.4083	7.6158
5.9	34.81	2.4290	7.6811
6.0	36.00	2.4495	7.7460
6.1	37.21	2.4698	7.8102
6.2	38.44	2.4900	7.8740
6.3	39.69	2.5100	7.9373
6.4	40.96	2.5298	8.0000
6.5	42.25	2.5495	8.0623
6.6	43.56	2.5690	8.1240
6.7	44.89	2.5884	8.1854
6.8	46.24	2.6077	8.2462
6.9	47.61	2.6268	8.3066
7.0	49.00	2.6458	8.3666
7.1	50.41	2.6646	8.4261
7.2	51.84	2.6833	8.4853
7.3	53.29	2.7019	8.5440
7.4	54.76	2.7203	8.6023
7.5	56.25	2.7386	8.6603
7.6	57.76	2.7568	8.7178
7.7	59.29	2.7749	8.7750
7.8	60.84	2.7928	8.8318
7.9	62.41	2.8107	8.8882
8.0	64.00	2.8284	8.9443
8.1	65.61	2.8460	9.0000
8.2	67.24	2.8636	9.0554
8.3	68.89	2.8810	9.1104
8.4	70.56	2.8983	9.1652
8.5	72.25	2.9155	9.2195
8.6	73.96	2.9326	9.2736
8.7	75.69	2.9496	9.3274
8.8	77.44	2.9665	9.3808
8.9	79.21	2.9833	9.4340
9.0	81.00	3.0000	9.4868
9.1	82.81	3.0166	9.5394
9.2	84.64	3.0332	9.5917
9.3	86.49	3.0496	9.6437
9.4	88.36	3.0659	9.6954
9.5	90.25	3.0822	9.7468
9.6	92.16	3.0984	9.7980
9.7	94.09	3.1145	9.8489
9.8	96.04	3.1305	9.8995
9.9	98.01	3.1464	9.9499

表 B 二項分配機率值表

$$P(X = x) = C_x^n p^x (1 - p)^{n-x}$$

		p											
n	x	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.99
2	0	0.9025	0.8100	0.6400	0.4900	0.3600	0.2500	0.1600	0.0900	0.0400	0.0100	0.0025	0.0001
	1	0.0950	0.1800	0.3200	0.4200	0.4800	0.5000	0.4800	0.4200	0.3200	0.1800	0.0950	0.0198
	2	0.0025	0.0100	0.0400	0.0900	0.1600	0.2500	0.3600	0.4900	0.6400	0.8100	0.9025	0.9801
3	0	0.8574	0.7290	0.5120	0.3430	0.2160	0.1250	0.0640	0.0270	0.0080	0.0010	0.0001	0.0000
	1	0.1354	0.2430	0.3840	0.4410	0.4320	0.3750	0.2880	0.1890	0.0960	0.0270	0.0071	0.0003
	2	0.0071	0.0270	0.0960	0.1890	0.2880	0.3750	0.4320	0.4410	0.3840	0.2430	0.1354	0.0294
	3	0.0001	0.0010	0.0080	0.0270	0.0640	0.1250	0.2160	0.3430	0.5120	0.7290	0.8574	0.9703
4	0	0.8145	0.6561	0.4096	0.2401	0.1296	0.0625	0.0256	0.0081	0.0016	0.0001	0.0000	0.0000
	1	0.1715	0.2916	0.4096	0.4116	0.3456	0.2500	0.1536	0.0756	0.0256	0.0036	0.0005	0.0000
	2	0.0135	0.0486	0.1536	0.2646	0.3456	0.3750	0.3456	0.2646	0.1536	0.0486	0.0135	0.0006
	3	0.0005	0.0036	0.0256	0.0756	0.1536	0.2500	0.3456	0.4116	0.4096	0.2916	0.1715	0.0388
	4	0.0000	0.0001	0.0016	0.0081	0.0256	0.0625	0.1296	0.2401	0.4096	0.6561	0.8145	0.9606
5	0	0.7738	0.5905	0.3277	0.1681	0.0778	0.0313	0.0102	0.0024	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.2036	0.3281	0.4096	0.3602	0.2592	0.1563	0.0768	0.0284	0.0064	0.0005	0.0000	0.0000
	2	0.0214	0.0729	0.2048	0.3087	0.3456	0.3125	0.2304	0.1323	0.0512	0.0081	0.0011	0.0000
	3	0.0011	0.0081	0.0512	0.1323	0.2304	0.3125	0.3456	0.3087	0.2048	0.0729	0.0214	0.0010
	4	0.0000	0.0005	0.0064	0.0284	0.0768	0.1563	0.2592	0.3602	0.4096	0.3281	0.2036	0.0480
	5	0.0000	0.0000	0.0003	0.0024	0.0102	0.0313	0.0778	0.1681	0.3277	0.5905	0.7738	0.9510
6	0	0.7351	0.5314	0.2621	0.1176	0.0467	0.0156	0.0041	0.0007	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.2321	0.3543	0.3932	0.3025	0.1866	0.0938	0.0369	0.0102	0.0015	0.0001	0.0000	0.0000
	2	0.0305	0.0984	0.2458	0.3241	0.3110	0.2344	0.1382	0.0595	0.0154	0.0012	0.0001	0.0000
	3	0.0021	0.0146	0.0819	0.1852	0.2765	0.3125	0.2765	0.1852	0.0819	0.0146	0.0021	0.0000
	4	0.0001	0.0012	0.0154	0.0595	0.1382	0.2344	0.3110	0.3241	0.2458	0.0984	0.0305	0.0014
	5	0.0000	0.0001	0.0015	0.0102	0.0369	0.0938	0.1866	0.3025	0.3932	0.3543	0.2321	0.0571
	6	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0041	0.0156	0.0467	0.1176	0.2621	0.5314	0.7351	0.9415
7	0	0.6983	0.4783	0.2097	0.0824	0.0280	0.0078	0.0016	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.2573	0.3720	0.3670	0.2471	0.1306	0.0547	0.0172	0.0036	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0406	0.1240	0.2753	0.3177	0.2613	0.1641	0.0774	0.0250	0.0043	0.0002	0.0000	0.0000
	3	0.0036	0.0230	0.1147	0.2269	0.2903	0.2734	0.1935	0.0972	0.0287	0.0026	0.0002	0.0000
	4	0.0002	0.0026	0.0287	0.0972	0.1935	0.2734	0.2903	0.2269	0.1147	0.0230	0.0036	0.0000
	5	0.0000	0.0002	0.0043	0.0250	0.0774	0.1641	0.2613	0.3177	0.2753	0.1240	0.0406	0.0020
	6	0.0000	0.0000	0.0004	0.0036	0.0172	0.0547	0.1306	0.2471	0.3670	0.3720	0.2573	0.0659
	7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0016	0.0078	0.0280	0.0824	0.2097	0.4783	0.6983	0.9321
8	0	0.6634	0.4305	0.1678	0.0576	0.0168	0.0039	0.0007	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.2793	0.3826	0.3355	0.1977	0.0896	0.0313	0.0079	0.0012	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0515	0.1488	0.2936	0.2965	0.2090	0.1094	0.0413	0.0100	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0054	0.0331	0.1468	0.2541	0.2787	0.2188	0.1239	0.0467	0.0092	0.0004	0.0000	0.0000
	4	0.0004	0.0046	0.0459	0.1361	0.2322	0.2734	0.2322	0.1361	0.0459	0.0046	0.0004	0.0000
	5	0.0000	0.0004	0.0092	0.0467	0.1239	0.2188	0.2787	0.2541	0.1468	0.0331	0.0054	0.0001
	6	0.0000	0.0000	0.0011	0.0100	0.0413	0.1094	0.2090	0.2965	0.2936	0.1488	0.0515	0.0026
	7	0.0000	0.0000	0.0001	0.0012	0.0079	0.0313	0.0896	0.1977	0.3355	0.3826	0.2793	0.0746
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0007	0.0039	0.0168	0.0576	0.1678	0.4305	0.6634	0.9227

表 B(續) 二項分配機率值表

$$P(X = x) = C_x^n p^x (1 - p)^{n-x}$$

n	x	p											
		0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.99
9	0	0.6302	0.3874	0.1342	0.0404	0.0101	0.0020	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.2985	0.3874	0.3020	0.1556	0.0605	0.0176	0.0035	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0629	0.1722	0.3020	0.2668	0.1612	0.0703	0.0212	0.0039	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0077	0.0446	0.1762	0.2668	0.2508	0.1641	0.0743	0.0210	0.0028	0.0001	0.0000	0.0000
	4	0.0006	0.0074	0.0661	0.1715	0.2508	0.2461	0.1672	0.0735	0.0165	0.0008	0.0000	0.0000
	5	0.0000	0.0008	0.0165	0.0735	0.1672	0.2461	0.2508	0.1715	0.0661	0.0074	0.0006	0.0000
	6	0.0000	0.0001	0.0028	0.0210	0.0743	0.1641	0.2508	0.2668	0.1762	0.0446	0.0077	0.0001
	7	0.0000	0.0000	0.0003	0.0039	0.0212	0.0703	0.1612	0.2668	0.3020	0.1722	0.0629	0.0034
	8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0035	0.0176	0.0605	0.1556	0.3020	0.3874	0.2985	0.0830
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0020	0.0101	0.0404	0.1342	0.3874	0.6302	0.9135
10	0	0.5987	0.3487	0.1074	0.0282	0.0060	0.0010	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.3151	0.3874	0.2684	0.1211	0.0403	0.0098	0.0016	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0746	0.1937	0.3020	0.2335	0.1209	0.0439	0.0106	0.0014	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0105	0.0574	0.2013	0.2668	0.2150	0.1172	0.0425	0.0090	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.0010	0.0112	0.0881	0.2001	0.2508	0.2051	0.1115	0.0368	0.0055	0.0001	0.0000	0.0000
	5	0.0001	0.0015	0.0264	0.1029	0.2007	0.2461	0.2007	0.1029	0.0264	0.0015	0.0001	0.0000
	6	0.0000	0.0001	0.0055	0.0368	0.1115	0.2051	0.2508	0.2001	0.0881	0.0112	0.0010	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0008	0.0090	0.0425	0.1172	0.2150	0.2668	0.2013	0.0574	0.0105	0.0001
	8	0.0000	0.0000	0.0001	0.0014	0.0106	0.0439	0.1209	0.2335	0.3020	0.1937	0.0746	0.0042
	9	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0016	0.0098	0.0403	0.1211	0.2684	0.3874	0.3151	0.0914
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0010	0.0060	0.0282	0.1074	0.3487	0.5987	0.9044
12	0	0.5404	0.2824	0.0687	0.0138	0.0022	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.3413	0.3766	0.2062	0.0712	0.0174	0.0029	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.0988	0.2301	0.2835	0.1678	0.0639	0.0161	0.0025	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0173	0.0852	0.2362	0.2397	0.1419	0.0537	0.0125	0.0015	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.0021	0.0213	0.1329	0.2311	0.2128	0.1208	0.0420	0.0078	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
	5	0.0002	0.0038	0.0532	0.1585	0.2270	0.1934	0.1009	0.0291	0.0033	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.0000	0.0005	0.0155	0.0792	0.1766	0.2256	0.1766	0.0792	0.0155	0.0005	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0000	0.0033	0.0291	0.1009	0.1934	0.2270	0.1585	0.0532	0.0038	0.0002	0.0000
	8	0.0000	0.0000	0.0005	0.0078	0.0420	0.1208	0.2128	0.2311	0.1329	0.0213	0.0021	0.0000
	9	0.0000	0.0000	0.0001	0.0015	0.0125	0.0537	0.1419	0.2397	0.2362	0.0852	0.0173	0.0002
	10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0025	0.0161	0.0639	0.1678	0.2835	0.2301	0.0988	0.0060
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0029	0.0174	0.0712	0.2062	0.3766	0.3413	0.1074
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0022	0.0138	0.0687	0.2824	0.5404	0.8864
15	0	0.4633	0.2059	0.0352	0.0047	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.3658	0.3432	0.1319	0.0305	0.0047	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.1348	0.2669	0.2309	0.0916	0.0219	0.0032	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0307	0.1285	0.2501	0.1700	0.0634	0.0139	0.0016	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.0049	0.0428	0.1876	0.2186	0.1268	0.0417	0.0074	0.0006	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	5	0.0006	0.0105	0.1032	0.2061	0.1859	0.0916	0.0245	0.0030	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.0000	0.0019	0.0430	0.1472	0.2066	0.1527	0.0612	0.0116	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0003	0.0138	0.0811	0.1771	0.1964	0.1181	0.0348	0.0035	0.0000	0.0000	0.0000

表 B(續) 二項分配機率值表

$$P(X = x) = C_x^n p^x (1 - p)^{n-x}$$

n x		p											
		0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.99
15	8	0.0000	0.0000	0.0035	0.0348	0.1181	0.1964	0.1771	0.0811	0.0138	0.0003	0.0000	0.0000
	9	0.0000	0.0000	0.0007	0.0116	0.0612	0.1527	0.2066	0.1472	0.0430	0.0019	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0001	0.0030	0.0245	0.0916	0.1859	0.2061	0.1032	0.0105	0.0006	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0074	0.0417	0.1268	0.2186	0.1876	0.0428	0.0049	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0016	0.0139	0.0634	0.1700	0.2501	0.1285	0.0307	0.0004
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0032	0.0219	0.0916	0.2309	0.2669	0.1348	0.0092
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0047	0.0305	0.1319	0.3432	0.3658	0.1303
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0047	0.0352	0.2059	0.4633	0.8601
20	0	0.3585	0.1216	0.0115	0.0008	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	1	0.3774	0.2702	0.0576	0.0068	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	2	0.1887	0.2852	0.1369	0.0278	0.0031	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	3	0.0596	0.1901	0.2054	0.0716	0.0123	0.0011	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	4	0.0133	0.0898	0.2182	0.1304	0.0350	0.0046	0.0003	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	5	0.0022	0.0319	0.1746	0.1789	0.0746	0.0148	0.0013	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	6	0.0003	0.0089	0.1091	0.1916	0.1244	0.0370	0.0049	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	7	0.0000	0.0020	0.0545	0.1643	0.1659	0.0739	0.0146	0.0010	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	8	0.0000	0.0004	0.0222	0.1144	0.1797	0.1201	0.0355	0.0039	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
	9	0.0000	0.0001	0.0074	0.0654	0.1597	0.1602	0.0710	0.0120	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000
	10	0.0000	0.0000	0.0020	0.0308	0.1171	0.1762	0.1171	0.0308	0.0020	0.0000	0.0000	0.0000
	11	0.0000	0.0000	0.0005	0.0120	0.0710	0.1602	0.1597	0.0654	0.0074	0.0001	0.0000	0.0000
	12	0.0000	0.0000	0.0001	0.0039	0.0355	0.1201	0.1797	0.1144	0.0222	0.0004	0.0000	0.0000
	13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0146	0.0739	0.1659	0.1643	0.0545	0.0020	0.0000	0.0000
	14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0049	0.0370	0.1244	0.1916	0.1091	0.0089	0.0003	0.0000
	15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0013	0.0148	0.0746	0.1789	0.1746	0.0319	0.0022	0.0000
	16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0046	0.0350	0.1304	0.2182	0.0898	0.0133	0.0000
	17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0123	0.0716	0.2054	0.1901	0.0596	0.0010
	18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0031	0.0278	0.1369	0.2852	0.1887	0.0159
	19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0068	0.0576	0.2702	0.3774	0.1652
20	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0115	0.1216	0.3585	0.8179	

表 C 卜式分配機率值表

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

x	λ									
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0	0.9048	0.8187	0.7408	0.6703	0.6065	0.5488	0.4966	0.4493	0.4066	0.3679
1	0.0905	0.1637	0.2222	0.2681	0.3033	0.3293	0.3476	0.3595	0.3659	0.3679
2	0.0045	0.0164	0.0333	0.0536	0.0758	0.0988	0.1217	0.1438	0.1647	0.1839
3	0.0002	0.0011	0.0033	0.0072	0.0126	0.0198	0.0284	0.0383	0.0494	0.0613
4	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007	0.0016	0.0030	0.0050	0.0077	0.0111	0.0153
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0007	0.0012	0.0020	0.0031
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0005
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

表 C(續) 卜式分配機率值表

x	λ										
	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5
0	0.2231	0.1353	0.0821	0.0498	0.0302	0.0183	0.0111	0.0067	0.0041	0.0025	0.0015
1	0.3347	0.2707	0.2052	0.1494	0.1057	0.0733	0.0500	0.0337	0.0225	0.0149	0.0098
2	0.2510	0.2707	0.2565	0.2240	0.1850	0.1465	0.1125	0.0842	0.0618	0.0446	0.0318
3	0.1255	0.1804	0.2138	0.2240	0.2158	0.1954	0.1687	0.1404	0.1133	0.0892	0.0688
4	0.0471	0.0902	0.1336	0.1680	0.1888	0.1954	0.1898	0.1755	0.1558	0.1339	0.1118
5	0.0141	0.0361	0.0668	0.1008	0.1322	0.1563	0.1708	0.1755	0.1714	0.1606	0.1454
6	0.0035	0.0120	0.0278	0.0504	0.0771	0.1042	0.1281	0.1462	0.1571	0.1606	0.1575
7	0.0008	0.0034	0.0099	0.0216	0.0385	0.0595	0.0824	0.1044	0.1234	0.1377	0.1462
8	0.0001	0.0009	0.0031	0.0081	0.0169	0.0298	0.0463	0.0653	0.0849	0.1033	0.1188
9	0.0000	0.0002	0.0009	0.0027	0.0066	0.0132	0.0232	0.0363	0.0519	0.0688	0.0858
10	0.0000	0.0000	0.0002	0.0008	0.0023	0.0053	0.0104	0.0181	0.0285	0.0413	0.0558
11	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007	0.0019	0.0043	0.0082	0.0143	0.0225	0.0330
12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0016	0.0034	0.0065	0.0113	0.0179
13	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0013	0.0028	0.0052	0.0089
14	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0005	0.0011	0.0022	0.0041
15	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0004	0.0009	0.0018
16	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0007
17	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003
18	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
19	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

表 C(續) 卜式分配機率值表

$$P(X = x) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^x}{x!}$$

x	λ										
	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	11	12	15	20
0	0.0009	0.0006	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0064	0.0041	0.0027	0.0017	0.0011	0.0007	0.0005	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000
2	0.0223	0.0156	0.0107	0.0074	0.0050	0.0034	0.0023	0.0010	0.0004	0.0000	0.0000
3	0.0521	0.0389	0.0286	0.0208	0.0150	0.0107	0.0076	0.0037	0.0018	0.0002	0.0000
4	0.0912	0.0729	0.0573	0.0443	0.0337	0.0254	0.0189	0.0102	0.0053	0.0006	0.0000
5	0.1277	0.1094	0.0916	0.0752	0.0607	0.0483	0.0378	0.0224	0.0127	0.0019	0.0001
6	0.1490	0.1367	0.1221	0.1066	0.0911	0.0764	0.0631	0.0411	0.0255	0.0048	0.0002
7	0.1490	0.1465	0.1396	0.1294	0.1171	0.1037	0.0901	0.0646	0.0437	0.0104	0.0005
8	0.1304	0.1373	0.1396	0.1375	0.1318	0.1232	0.1126	0.0888	0.0655	0.0194	0.0013
9	0.1014	0.1144	0.1241	0.1299	0.1318	0.1300	0.1251	0.1085	0.0874	0.0324	0.0029
10	0.0710	0.0858	0.0993	0.1104	0.1186	0.1235	0.1251	0.1194	0.1048	0.0486	0.0058
11	0.0452	0.0585	0.0722	0.0853	0.0970	0.1067	0.1137	0.1194	0.1144	0.0663	0.0106
12	0.0263	0.0366	0.0481	0.0604	0.0728	0.0844	0.0948	0.1094	0.1144	0.0829	0.0176
13	0.0142	0.0211	0.0296	0.0395	0.0504	0.0617	0.0729	0.0926	0.1056	0.0956	0.0271
14	0.0071	0.0113	0.0169	0.0240	0.0324	0.0419	0.0521	0.0728	0.0905	0.1024	0.0387
15	0.0033	0.0057	0.0090	0.0136	0.0194	0.0265	0.0347	0.0534	0.0724	0.1024	0.0516
16	0.0014	0.0026	0.0045	0.0072	0.0109	0.0157	0.0217	0.0367	0.0543	0.0960	0.0646
17	0.0006	0.0012	0.0021	0.0036	0.0058	0.0088	0.0128	0.0237	0.0383	0.0847	0.0760
18	0.0002	0.0005	0.0009	0.0017	0.0029	0.0046	0.0071	0.0145	0.0255	0.0706	0.0844
19	0.0001	0.0002	0.0004	0.0008	0.0014	0.0023	0.0037	0.0084	0.0161	0.0557	0.0888
20	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003	0.0006	0.0011	0.0019	0.0046	0.0097	0.0418	0.0888
21	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0003	0.0005	0.0009	0.0024	0.0055	0.0299	0.0846
22	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0002	0.0004	0.0012	0.0030	0.0204	0.0769
23	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0006	0.0016	0.0133	0.0669
24	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0003	0.0008	0.0083	0.0557
25	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004	0.0050	0.0446
26	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0029	0.0343
27	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0016	0.0254
28	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0181
29	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0125
30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0083
31	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0054
32	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0034
33	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0020
34	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012
35	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007
36	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004
37	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002
38	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
39	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001
40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

表 D 標準常態累加機率值表

 $P(0 \leq Z \leq z) = \alpha$

z	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0359
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0753
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224
0.6	0.2257	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2517	0.2549
0.7	0.2580	0.2611	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2995	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999

表 E t 分配臨界值表

$$P(t \geq t_{v,\alpha}) = \alpha$$

v	α									
	0.0025	0.005	0.01	0.02	0.025	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25
1	127.3213	63.6567	31.8205	15.8945	12.7062	6.3138	3.0777	1.9626	1.3764	1.0000
2	14.0890	9.9248	6.9646	4.8487	4.3027	2.9200	1.8856	1.3862	1.0607	0.8165
3	7.4533	5.8409	4.5407	3.4819	3.1824	2.3534	1.6377	1.2498	0.9785	0.7649
4	5.5976	4.6041	3.7469	2.9985	2.7764	2.1318	1.5332	1.1896	0.9410	0.7407
5	4.7733	4.0321	3.3649	2.7565	2.5706	2.0150	1.4759	1.1558	0.9195	0.7267
6	4.3168	3.7074	3.1427	2.6122	2.4469	1.9432	1.4398	1.1342	0.9057	0.7176
7	4.0293	3.4995	2.9980	2.5168	2.3646	1.8946	1.4149	1.1192	0.8960	0.7111
8	3.8325	3.3554	2.8965	2.4490	2.3060	1.8595	1.3968	1.1081	0.8889	0.7064
9	3.6897	3.2498	2.8214	2.3984	2.2622	1.8331	1.3830	1.0997	0.8834	0.7027
10	3.5814	3.1693	2.7638	2.3593	2.2281	1.8125	1.3722	1.0931	0.8791	0.6998
11	3.4966	3.1058	2.7181	2.3281	2.2010	1.7959	1.3634	1.0877	0.8755	0.6974
12	3.4284	3.0545	2.6810	2.3027	2.1788	1.7823	1.3562	1.0832	0.8726	0.6955
13	3.3725	3.0123	2.6503	2.2816	2.1604	1.7709	1.3502	1.0795	0.8702	0.6938
14	3.3257	2.9768	2.6245	2.2638	2.1448	1.7613	1.3450	1.0763	0.8681	0.6924
15	3.2860	2.9467	2.6025	2.2485	2.1314	1.7531	1.3406	1.0735	0.8662	0.6912
16	3.2520	2.9208	2.5835	2.2354	2.1199	1.7459	1.3368	1.0711	0.8647	0.6901
17	3.2224	2.8982	2.5669	2.2238	2.1098	1.7396	1.3334	1.0690	0.8633	0.6892
18	3.1966	2.8784	2.5524	2.2137	2.1009	1.7341	1.3304	1.0672	0.8620	0.6884
19	3.1737	2.8609	2.5395	2.2047	2.0930	1.7291	1.3277	1.0655	0.8610	0.6876
20	3.1534	2.8453	2.5280	2.1967	2.0860	1.7247	1.3253	1.0640	0.8600	0.6870
21	3.1352	2.8314	2.5176	2.1894	2.0796	1.7207	1.3232	1.0627	0.8591	0.6864
22	3.1188	2.8188	2.5083	2.1829	2.0739	1.7171	1.3212	1.0614	0.8583	0.6858
23	3.1040	2.8073	2.4999	2.1770	2.0687	1.7139	1.3195	1.0603	0.8575	0.6853
24	3.0905	2.7969	2.4922	2.1715	2.0639	1.7109	1.3178	1.0593	0.8569	0.6848
25	3.0782	2.7874	2.4851	2.1666	2.0595	1.7081	1.3163	1.0584	0.8562	0.6844
26	3.0669	2.7787	2.4786	2.1620	2.0555	1.7056	1.3150	1.0575	0.8557	0.6840
27	3.0565	2.7707	2.4727	2.1578	2.0518	1.7033	1.3137	1.0567	0.8551	0.6837
28	3.0469	2.7633	2.4671	2.1539	2.0484	1.7011	1.3125	1.0560	0.8546	0.6834
29	3.0380	2.7564	2.4620	2.1503	2.0452	1.6991	1.3114	1.0553	0.8542	0.6830
30	3.0298	2.7500	2.4573	2.1470	2.0423	1.6973	1.3104	1.0547	0.8538	0.6828
40	2.9712	2.7045	2.4233	2.1229	2.0211	1.6839	1.3031	1.0500	0.8507	0.6807
50	2.9370	2.6778	2.4033	2.1087	2.0086	1.6759	1.2987	1.0473	0.8489	0.6794
60	2.9146	2.6603	2.3901	2.0994	2.0003	1.6706	1.2958	1.0455	0.8477	0.6786
70	2.8987	2.6479	2.3808	2.0927	1.9944	1.6669	1.2938	1.0442	0.8468	0.6780
80	2.8870	2.6387	2.3739	2.0878	1.9901	1.6641	1.2922	1.0432	0.8461	0.6776
90	2.8779	2.6316	2.3685	2.0839	1.9867	1.6620	1.2910	1.0424	0.8456	0.6772
100	2.8707	2.6259	2.3642	2.0809	1.9840	1.6602	1.2901	1.0418	0.8452	0.6770
∞	2.8070	2.5758	2.3263	2.0537	1.9600	1.6449	1.2816	1.0364	0.8416	0.6745

表 F χ^2 分配臨界值表

$$P(\chi^2 \geq \chi^2_{v,\alpha}) = \alpha$$

v	α									
	0.005	0.01	0.025	0.05	0.1	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995
1	7.8794	6.6349	5.0239	3.8415	2.7055	0.0158	0.0039	0.0010	0.0002	0.0000
2	10.5966	9.2103	7.3778	5.9915	4.6052	0.2107	0.1026	0.0506	0.0201	0.0100
3	12.8382	11.3449	9.3484	7.8147	6.2514	0.5844	0.3518	0.2158	0.1148	0.0717
4	14.8603	13.2767	11.1433	9.4877	7.7794	1.0636	0.7107	0.4844	0.2971	0.2070
5	16.7496	15.0863	12.8325	11.0705	9.2364	1.6103	1.1455	0.8312	0.5543	0.4117
6	18.5476	16.8119	14.4494	12.5916	10.6446	2.2041	1.6354	1.2373	0.8721	0.6757
7	20.2777	18.4753	16.0128	14.0671	12.0170	2.8331	2.1673	1.6899	1.2390	0.9893
8	21.9550	20.0902	17.5345	15.5073	13.3616	3.4895	2.7326	2.1797	1.6465	1.3444
9	23.5894	21.6660	19.0228	16.9190	14.6837	4.1682	3.3251	2.7004	2.0879	1.7349
10	25.1882	23.2093	20.4832	18.3070	15.9872	4.8652	3.9403	3.2470	2.5582	2.1559
11	26.7568	24.7250	21.9200	19.6751	17.2750	5.5778	4.5748	3.8157	3.0535	2.6032
12	28.2995	26.2170	23.3367	21.0261	18.5493	6.3038	5.2260	4.4038	3.5706	3.0738
13	29.8195	27.6882	24.7356	22.3620	19.8119	7.0415	5.8919	5.0088	4.1069	3.5650
14	31.3193	29.1412	26.1189	23.6848	21.0641	7.7895	6.5706	5.6287	4.6604	4.0747
15	32.8013	30.5779	27.4884	24.9958	22.3071	8.5468	7.2609	6.2621	5.2293	4.6009
16	34.2672	31.9999	28.8454	26.2962	23.5418	9.3122	7.9616	6.9077	5.8122	5.1422
17	35.7185	33.4087	30.1910	27.5871	24.7690	10.0852	8.6718	7.5642	6.4078	5.6972
18	37.1565	34.8053	31.5264	28.8693	25.9894	10.8649	9.3905	8.2307	7.0149	6.2648
19	38.5823	36.1909	32.8523	30.1435	27.2036	11.6509	10.1170	8.9065	7.6327	6.8440
20	39.9968	37.5662	34.1696	31.4104	28.4120	12.4426	10.8508	9.5908	8.2604	7.4338
21	41.4011	38.9322	35.4789	32.6706	29.6151	13.2396	11.5913	10.2829	8.8972	8.0337
22	42.7957	40.2894	36.7807	33.9244	30.8133	14.0415	12.3380	10.9823	9.5425	8.6427
23	44.1813	41.6384	38.0756	35.1725	32.0069	14.8480	13.0905	11.6886	10.1957	9.2604
24	45.5585	42.9798	39.3641	36.4150	33.1962	15.6587	13.8484	12.4012	10.8564	9.8862
25	46.9279	44.3141	40.6465	37.6525	34.3816	16.4734	14.6114	13.1197	11.5240	10.5197
26	48.2899	45.6417	41.9232	38.8851	35.5632	17.2919	15.3792	13.8439	12.1981	11.1602
27	49.6449	46.9629	43.1945	40.1133	36.7412	18.1139	16.1514	14.5734	12.8785	11.8076
28	50.9934	48.2782	44.4608	41.3371	37.9159	18.9392	16.9279	15.3079	13.5647	12.4613
29	52.3356	49.5879	45.7223	42.5570	39.0875	19.7677	17.7084	16.0471	14.2565	13.1211
30	53.6720	50.8922	46.9792	43.7730	40.2560	20.5992	18.4927	16.7908	14.9535	13.7867
35	60.2748	57.3421	53.2033	49.8018	46.0588	24.7967	22.4650	20.5694	18.5089	17.1918
40	66.7660	63.6907	59.3417	55.7585	51.8051	29.0505	26.5093	24.4330	22.1643	20.7065
45	73.1661	69.9568	65.4102	61.6562	57.5053	33.3504	30.6123	28.3662	25.9013	24.3110
50	79.4900	76.1539	71.4202	67.5048	63.1671	37.6886	34.7643	32.3574	29.7067	27.9907
55	85.7490	82.2921	77.3805	73.3115	68.7962	42.0596	38.9580	36.3981	33.5705	31.7348
60	91.9517	88.3794	83.2977	79.0819	74.3970	46.4589	43.1880	40.4817	37.4849	35.5345
70	104.2149	100.4252	95.0232	90.5312	85.5270	55.3289	51.7393	48.7576	45.4417	43.2752
80	116.3211	112.3288	106.6286	101.8795	96.5782	64.2778	60.3915	57.1532	53.5401	51.1719
90	128.2989	124.1163	118.1359	113.1453	107.5650	73.2911	69.1260	65.6466	61.7541	59.1963
100	140.1695	135.8067	129.5612	124.3421	118.4980	82.3581	77.9295	74.2219	70.0649	67.3276

附錄 部分習題答案

綜合練習 3

1. $M_o=3, Q_1=3, Q_3=10, IQR=7$
2. $\mu=15.1$
3. (1)至少 42 人；(2)53 人

綜合練習 4

3. (2) $P(A \cap \bar{B})=0.42$; (3) $P(A \cup \bar{B})=0.88$
4. (1)0.1; (2)0.8
5. (1)0.4; (2)0.32; (3)0.6
7. (1)3/5; (2)1/6; (3)1/2

綜合練習 5

1. (1)1/5; (2)1.0198

綜合練習 6

1. (1)0.0228(2)0.2417(5)0.9332
2. (1) $a=1.55$
3. (1)0.9452(3)0.1859
4. 0.2514
5. 94.21

綜合練習 7

1. (1)0.0548; (2)0.9544
2. 0.9452

綜合練習 8

1. [201.71, 208.29]
3. 至少 97
5. 至少 373

綜合練習 9

1. (1) $H_0: \mu=90$; $H_1: \mu \neq 90$
(2) $\pm z = \pm 1.96$
(3)棄卻域 $|Z| > 1.96$
(4) $Z = -6.25$
(5) $|-6.25| > 1.96$ ，故接受 H_1