

第二版

統計學

STATISTICS



林俊亨 · 陳 喆 · 陳家祥 · 彭小萍 編著



普林斯頓國際有限公司

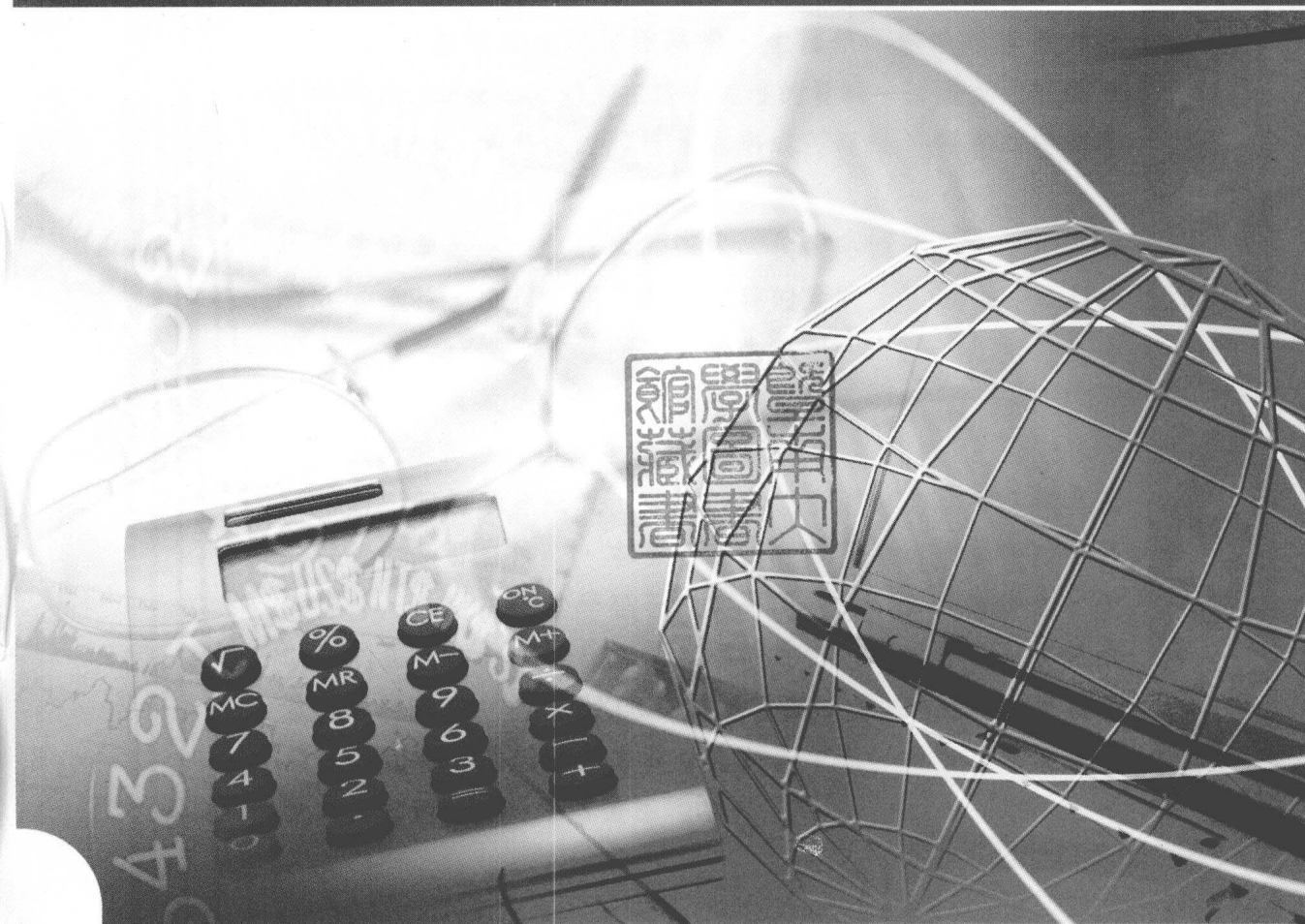
STATIST

第二版

港台書

統計學

STATISTICS



林俊亨 · 陳 喆 · 陳家祥 · 彭小萍 編著



普林斯頓國際有限公司

STATISTICS

國家圖書館出版品預行編目資料

統計學 / 林俊亨等編著，-- 二版修訂，-- 臺北縣
五股鄉：普林斯頓國際，民 95
面： 公分
含索引

ISBN 978-986-7097-23-1 (平裝)

1. 統計學

510

95014779

統計學 (書號：512285)

中華民國 95 年 8 月 10 日二版修訂

編 著：林 俊 亨 陳 喆
 陳 家 祥 彭 小 萍

發行人：楊 明 德

出版者：普 林 斯 頓 國 際 有 限 公 司

電 話：(02)89903296 郵撥：19681186

網 址：w w w . p r i n - c e t o n . c o m . t w

住 址：台北縣五股工業區五工三路116巷3號

有著作權・翻印必究

定價：520 元整

ISBN-13 : 978-986-7097-23-1

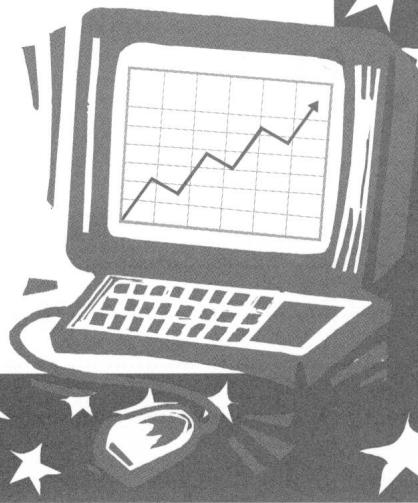
ISBN-10 : 986-7097-23-8

序

無法否認的，隨著計算工具的發展及電腦的普及，現今各個領域的科學都有愈來愈多的資料需要處理分析，而且其中大部分的領域資料，如各種工程學、經濟學、生物學，都伴隨著很大的不確定性 (uncertainty)。在這一堆的資料中所隱含的密碼，需要透過一些模式化的解析才能形成可以被理解及追尋的有效資訊。

統計學正是提供這樣的模式，使用邏輯及數學的方式解釋各式資料，使我們找出具有意義的資訊，節省時間並解決問題。對於一個商管學院的大學生來說，商用統計學素養是最基本的，有效地在學習過程中獲得更大的啟發，進而推及實務上應用是老師與學生們共同的目標。

對一個初學者來說，選擇一本程度適切的書研讀將有助於往後的學習自信心，本書除了參考許多先進的著作內容與編排外，針對基礎數學底子較為薄弱的商、管學院學生，予以歸納並整合一本適合初次接觸統計學的學生研讀，在較大量的資料運算中也以 EXCEL 試算軟體解決基礎統計學應用的問題，而書中的編排的方式著重於學中做，若對本書有任何批評與指教，還盼不吝連絡賜教。





第

1

章

緒 論

1

1-1	統計學概念	1
1-2	統計學的基本概念	2
1-3	統計之商業應用	4
1-4	統計及電腦應用	15
	習 題	17

第

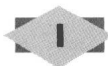
2

章

圖表的描述

19

2-1	導 論	19
2-2	資料的型態	20
2-3	量資料之圖表法	26
2-4	圓餅圖、長條圖及線形圖	44
2-5	散佈圖	54
2-6	結 論	60



習題	61
附錄 2.A Excel 之簡短介紹	63

第 3 章

圖示法的藝術及科學 65

3-1 導論	65
3-2 圖形的優質性	65
3-3 圖形的欺瞞性	74
習題	80

第 4 章

敘述性量數 83

4-1 導論	83
4-2 集中趨勢量數	83
4-3 差異量數	94
4-4 標準差之解讀	103
4-5 相對位置之測量和箱形圖	108
4-6 分組資料之量數	111
4-7 關聯性量測	113
4-8 資料探究原則	125
4-9 摘要	125
習題	128
附錄 4.A 加總符號	130

第 5 章

機率理論 133

5-1 導論	133
5-2 集合基本概念	133

5-3	機率理論	137
5-4	機率的基本運算	145
5-5	獨立、互斥及相關	151
5-6	貝氏定理	155
	習題	160

第 6 章

機率分配概論 161

6-1	隨機變數	161
6-2	機率分配	165
6-3	Chebyshev 定理	185
	習題	160

第 7 章

常用機率分配 187

7-1	二項分配	187
7-2	超幾何分配	190
7-3	幾何分配	192
7-4	波瓦松分配	194
7-5	常態分配	195
7-6	指數分配	201
7-7	分配間的轉換	203
	習題	205
	附錄 7.A EXCEL 使用說明	206

第 8 章

抽樣及抽樣分配 211

8-1	抽樣的基本概念	211
-----	---------	-----

8-2	抽樣方法	214
8-3	估計誤差	217
8-4	抽樣分配	218
8-5	樣本平均數 ($\bar{X}$) 抽樣分配	219
8-6	實務上如何應用 $\bar{X}$ 之抽樣分配	226
	習題	229
	附錄 8.A EXCEL 的使用	230

第

9

章

估計

237

9-1	導論	237
9-2	估計的概念	238
9-3	點估計量的性質	240
9-4	母體平均數 μ 的區間估計 (σ 已知或可用 S 替代之情況)	242
9-5	樣本數的選擇	247
	習題	248
	附錄 9.A EXCEL 的使用	249

第

10

章

假設檢定

253

10-1	假設檢定的基本概念	253
10-2	假設檢定的方法	263
10-3	母體平均數的假設檢定 — 大樣本	267
10-4	母體平均數的假設檢定 — 小樣本	280
10-5	母體比例的假設檢定	286
10-6	再論型 I 誤差和型 II 誤差	293
10-7	樣本數的選擇	297
	習題	301
	附錄 10.A EXCEL 的使用	303

第

11

章

母體變異數的推論

307

11-1	樣本變異數 $\hat{S}^2$ 的抽樣分配	307
11-2	卡方分配的特性	308
11-3	常態母體變異數 σ^2 的區間估計	309
11-4	母體變異數 σ^2 的假設檢定	311
	習 題	315
	附錄 11.A EXCEL 的使用	316

第

12

章

二個母體比較的推論

319

12-1	二個母體平均數差異的推論	321
12-2	二個母體變異數差異的推論	334
12-3	二母體比例差異的推論	339
	習 題	345
	附錄 12.A EXCEL 應用說明	346

第

13

章

卡方檢定

351

13-1	概 述	351
13-2	卡方適合度檢定	355
13-3	列聯表的卡方檢定	360
	習 題	367
	附錄 13.A EXCEL 使用說明	369

第 14 章**變異數分析****377**

14-1 導 論	377
14-2 單因子變異數分析	377
14-3 二因子變異數分析	388
14-4 多重比較	393
14-5 EXCEL 使用說明	397
習 題	398

第 15 章**迴歸分析****403**

15-1 迴歸分析意義	403
15-2 簡單迴歸分析	404
15-3 迴歸參數估計之推論	407
15-4 預測與預測區間	411
15-5 迴歸分析之變異數分析	414
15-6 相關係數	417
15-7 殘差分析	420
15-8 複迴歸分析	422
15-9 共線性與自我相關	427
15-10 定性自變數迴歸分析	429
15-11 EXCEL 使用說明	431
習 題	432

附錄 A 437**索 引 463**

1

CHAPTER



緒 論

1-1 統計學概念

由於社會的進步，時代的變遷，人類所面臨的各種現象愈複雜，爲了在這些雜亂紛陳而具不確定的現象下，能找出其通則，因此一種有系統的科學方法便產生，這即是所謂的統計學 (statistic)。換言之，統計學除研究在不確定的情況下，有系統的以科學方法，經由對資料的蒐集、整理、分析、推論等程序，將毫無系統的各種現象轉化爲有意義、可以解釋的資訊，進而獲得合理的判斷及正確之決策。

由此可知，統計學是以解決問題爲導向的學科，而要能解決問題，則必須先蒐集和問題相關的資料，而後運用統計方法輔以統計理論，以提供合理的解決方法。而我們強調「統計學能幫助人類在面對不確定的現象下做出決策」，這是統計的另一本質。因爲今天我們面對許多經濟上、社會上、工商業或政治等現象，往往是不確定的，因此爲了要能在這不確定的環境下做出決策，統計學便是一個很重要的工具與方法。

統計學的主要內容，包含統計理論和統計方法。統計理論是統計方法建立的基礎，是研究和闡明統計方法的理論；而統計方法則爲運用在蒐集陳述、分析與解釋資料的程序。其說明如下：

統計理論

一般可分為數理統計 (mathematical statistic) 與應用統計 (applied statistics)。數理統計主要著重於以數學原理來闡明統計方法之理論，證明各種統計公式之來源；而應用統計則偏重在如何將統計方法應用於各種科學研究、企業經營及行政措施等，如：生物統計、政府統計與經濟統計等。

統計方法

偏重解決實際的問題，在客觀性及驗證性等科學特徵下進行，其步驟包含：蒐集、整理、陳示、分析、解釋統計資料，通常依據分析之結果，進而加以推論，以推得全部研究對象之特性。依據統計方法的幾個步驟，可將統計學範圍區分為敘述統計 (descriptive statistics) 與推論統計 (inferential statistics)。所謂敘述統計是包括統計方法中的蒐集、整理、分析與解釋資料等步驟，亦即僅就統計資料本身特性之描述，並不將其分析結果，推論至更大範圍；故又可稱為描述統計學。然而若依據分析結果，進而推論某些事實現象者，則屬於推論統計的範圍，因此又稱為歸納統計學。簡而言之，推論統計是根據分析部份資料（稱之為樣本）的結果，對更大範圍資料（稱之為母體）之某些特性，作一合理的推測與估計。

1-2 統計學的基本概念

統計學的主要目的在於解決問題，而欲達到此目的則必須先蒐集與問題相關的資料；但在蒐集資料上，由於所採用的方法與涉及的範圍不同，則所蒐集的資料其基本性質亦不同。簡言之，若所蒐集的範圍是與問題有關的全部資料，則稱之為母體；如果僅涉及其中某一部份資料，則稱為樣本。

因此，統計推論的主要目的是由樣本資料推論母體參數。亦即，樣本為母體之子集合，而由母體中抽取樣本的方法，可以分為普查與抽樣調查；所抽取的樣本依抽樣的程序，又可以分為隨機樣本與非隨機樣本。

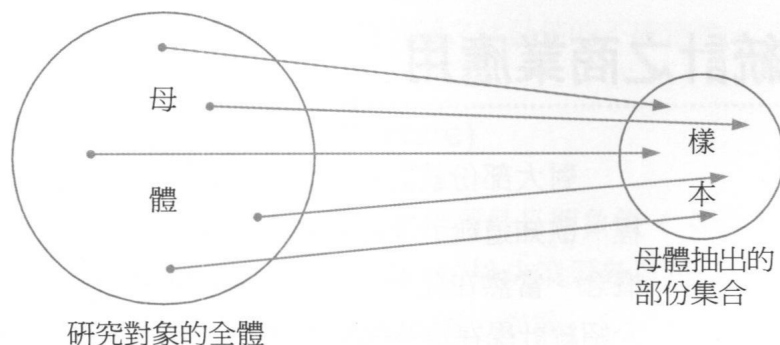
若以統計學的術語而言，可將上述觀念做以下之說明：

母 體 (population)

所謂母體是指研究對象所有基本單位之集合，亦即機率論中所稱的宇集 (universal set)。由母體資料計算而得並可以表示此母體之特徵的量數，稱之為母數 (parameter)，又稱為參數。例如母體平均數 (μ)、母體變異數 (σ^2)、母體比例 (P) 等後面章節我們將定義這些符號。若母體個數 N 為有限個，則此母體稱之為有限母體 (finite population)；若母體個數 N 為無限多個，則稱此母體為無限母體 (infinite population)。

樣 本 (sample)

所謂樣本是指母體中部份基本單位的集合，即機率論中的子集 (subset)。由樣本資料計算而得，並可表示樣本之特徵量數，稱為統計量 (statistics)。如樣本平均數 ($\bar{x}$)、樣本變異數 (S^2)、樣本比例 ($\hat{P}$) 等。



普查與抽樣調查 (census and sample survey)

研究者對母體做全面性的觀察，亦即母體中所有個體資料皆在調查範圍之內，此稱為普查 (census)。若從母體中抽取部份樣本作爲調查標的，則稱為抽樣調查 (sample survey)，簡稱為抽查。但實務上，極少以普查爲調查方式，因爲母體通常極爲龐大，而且普查有時對於母體具高度破壞性（如檢查燈泡的壽命，必須等到燈絲燒斷才能測得其結果）。事實上，抽查只要方法適當，選擇足夠多且有效樣本對母體進行推論，不但省時省力，而且使得統計學中抽樣理論更具其價值。

隨機樣本 (random sample)

統計上，能用以推論母體的樣本必須爲隨機性樣本。即依機率自母體中隨機抽取樣本，不會因個體之特性、人爲之意志或其它因素而不同，如此所抽取的樣本稱為隨機樣本 (random sample)。反之，若自母體中各元素被抽取的機會不相等，某些個體被抽取的可能性遠高於其他個體，這種過程即爲非隨機抽樣，所抽取的樣本稱為非隨機樣本 (nonrandom sample)。由於非隨機抽樣不能客觀地代表母體特性，因此一般統計學上所討論的抽樣理論皆屬隨機抽樣。

1-3 統計之商業應用

對大部份統計初學者若尙未修過財務、行銷及作業管理等課程，欲知道統計學在這些領域的應用，必須先對這些領域有一些概念。當然在此無法介紹這些領域的所有概念，但在本章中，可介紹統計學在這些領域中所扮演的重要及支援角色。

組織功能 (organizational functions)

一般公司的組織建立常以功能來分類，則此運作常被稱為組織功能化 (functional organization)。在此種形式下，組織主要執行三種功能：財務、行銷及作業管理。除此，組織亦進行數個次要功能如會計、人力資源及資訊系統。

財務管理 (financial management)

財務管理 (financial management) (簡稱財務) 是處理其公司針對它的產品及服務所做的相關財務決策。

每一個公司都可能必須在如何取得資產來生產、如何募款來為這些資產做財務管理、及如何日復一日的在管理資產上做決定，公司的財務管理便是著重在這些決定的財務觀念上。

資本預算化 (capital budgeting)

資本預算化 (capital budgeting) 是針對公司生產、分析及選擇它將投資介入的計畫之過程。如在作業管理部份其組織的主要活動是產品及服務之傳送，因此，最重要的決策便是公司生產線的組合，公司應選擇何種產品，服務及市場來推動業務。

一旦新產品或計畫研發成功，此計畫之財務可行性需被評估，須考慮的項目有資產（如土地、建築物及設備）購置之成本、可預估利潤及與此計畫相關之操作成本。爾後介紹的機率概念將有助於處理這些在計畫中與金錢有關之估計值的不確定性。

資本結構 (capital structure)

每家公司的兩種主要資金來源是長期負債（如債券）及流動資產（如股票）。公司的資本結構決策須參考在長期財務應用上有關長期負債與流動資產之比例，欲為一公司決定資本結構，須先了解股票及債券價值的基本原理，爾後在本書中我們將介紹此概念。

工作資本管理 (working capital management)

一旦管理階層已選好欲投入的計畫並安排相關財務支援，下一階段即必須投注心力管理的便是工作資本 (working capital)——亦即公司目前的資產及可信賴度。金錢必須被小心管理，蒐集可收款帳戶並避免壞帳，財務上的來源（如銀行貸款）必須妥善管理並支付可負擔的帳務。

股票及債券價值 (stock and bond valuation)

對財務資產如股票及債券的基本認識，在財務管理上是很重要的，而了解股票及債券價值在進行資本預算及資本結構決策時是必須的常識。簡而言之，了解股票及債券的投資價值是投資管理 (investment management) 的核心。

由於過去十多年有數億美元流入基金及股票市場，投資者漸能了解投資風險及報酬率。在財務及投資領域有一種定理，即投資報酬率與風險成正比，亦即風險越高，可預期的投資報酬率越大（投資報酬率即利潤除以投資金額），大多數的人都主觀的認定此種正向關係應成立，但正確的關係式卻很難以描述。市場模式 (market model) 便常被用來分析此種關係，市場模式著重在討論個別股票與各主要股票指數（如道瓊工業指數）之關係，但在討論此模式之前，我們必須先考慮風險測量，這在爾後之章節中將介紹之。

了解資本市場 (understanding capital markets)

對一個財務主管而言，了解長期財務資產如股票及債券交易的資本市場之主要特徵是很重要的。一個良好運作的資本市場可提供管理者有關不同風險種類的財務基金價格及其報酬率之訊息，統計方法可應用來分析資本市場並彙整其特徵如股票及債券報酬分佈的形狀等。

行銷管理 (marketing management)

傳統上，行銷以 4P's 定義之，即產品 (product)、價格 (price)、促銷 (promotion) 及分佈 (place)。行銷管理 (marketing management) 是企業的功能運作區，著重於產品的開發，並結合價格、促銷及地點分佈。管理者必須在此 4 領域下決定以符合顧客所需並達成公司的目標。

現代化的行銷管理哲學，不僅考慮 4P's，更著重於提昇服務及顧客滿意度，而且同時亦能符合公司的目標。

市場區隔 (market segmentation)

大量市場 (mass marketing) 指一個公司的單一產品佔整個市場行銷的大部份。大量市場常存在於除了價格及可供應量外，沒有其他競爭差異性的民生用品（如石油等），但一般而言，大量市場可透過目標市場 (target marketing) 來滿足整體市場中特定區段的需求。

例如可口可樂公司也是從單一飲料的大量市場轉而生產數種不同飲料。光由可樂產品，就有經典可口可樂、可樂、健怡可樂及低咖啡因健怡可樂，每一種產品都著重在不同的市場區隔，通常統計方法在認定市場區隔上扮演著重要的角色。

由於沒有特定的方式來區隔市場，管理階層必須考慮數種不同的變數（或特徵）來區隔市場，進行市場調查以蒐集不同市場觀點的資料，而且用統計方法來定義市場區隔，管理階層接著使用行銷 4 要素：產品、價格、促銷及分佈來計算並進行目標市場策略的應用。

產 品 (product)

產品 (product) 一詞可代表物品、服務、人物、景點或創意。當認定一新產品並開始與作業管理群合作進行開始的發展工作時，產品行銷計畫者必須考慮的問題如：想達成的品質水準、