

初等商用統計學

原著者 Wonnacott Wonnacott

譯著者 李麗貞

曉園出版社

NT 480.00

9 789571 204543

本封面是現代畫家蘇新田的藝術作品
——「風景中磁力線的循環作用」

初等商用統計學

原著者 Wonnacott Wonnacott

譯著者 李麗貞

曉園出版社

初等商用統計學 / R. J. Wonnacott, T. H.
Wonnacott原著(4/e);李麗貞譯.--初版.--臺
北市:曉園,1992
732面;17.5×23.5公分
ISBN 957-12-0454-4(平裝)

I. 統計學

518

81005488



書名 初等商用統計學

原著者 R.J. Wonnacott, T.H. Wonnacott

譯著者 李麗貞

發行人 黃旭政

發行所 曉園出版社有限公司

臺北市青田街7巷5號

電話 3949931(六線) 傳真 3417931

郵撥帳號 1075734-4

門市部 北市新生南路三段96號之3

電話 3627375 傳真 3637012

印刷行 復大印刷廠

新聞局局版台業字第1244號

版次 1992年10月

定價 新台幣

160元

本著作中文本經大

授權本社發行

ISBN 957-12-0454-4

譯 序

本書(Introductory Statistics for Business and Economics)係美國、加拿大等地區最暢銷的統計學教科書之一。自公元一九七二年初版開始，以迄至今的第四版，在這廿年間發行至世界各地，廣泛受到各界人士的喜愛。在台灣也不例外，歷年來，已成為各大專院校研修統計學必備的進階書籍。

這本書能成為暢銷書不是沒有理由的。首先，兩位作者皆受過嚴謹的數學、統計及經濟學之訓練，並分別獲有哈佛大學經濟學博士及普林斯敦大學統計學博士學位。以其數學、統計及經濟學的涵養，撰寫此書最為恰當不過。

另外，更重要的是，本書包含基本的古典統計學及近代統計學，由敘述統計至統計推論，均有技巧的逐步推演。自廿一章以後，還討論決策樹、指數、抽樣設計、時間序列等重要課題，涵蓋頗具份量的內容，讀者閱後，定能優游於統計學領域內，除了對統計學重要的基本觀念清楚瞭解之外，又能具有進一步鑽研較具深度專題的能力。同時，本書的例題範圍極廣，舉凡商學、社會學、管理學、農學、醫學等可能碰到的統計問題均以十分生動的內容敘述，誘導讀者研讀統計學的興趣。

譯者對原文逐字推敲，力求譯文順暢，確信應能使讀者讀之而釋手不卷；然如有疏漏，尚祈各界先進不吝指正。

李麗貞

民國81年8月11日

於美國喬治亞大學統計研究所

原 序

本書乃係修習商學及經濟學的學生之統計學入門教材。雖是兩學期的課程設計，但前面八章至十二章亦適用於一學期的課程。我們的目的是使統計學很生動、很實在且非常清楚。

致學生

統計學是一門研究如何在未知領域開啓一扇窗之精密設計的學問，讀完本書，你將發掘到一片美好的天地正待你利用統計觀念加以開拓。

本書並非一本小說，也絕不可以看小說的方式來讀它。當你讀到一連串的例題時，最好先試着自己解答。唯有親自花時間思考後（最好亦已得到解答），再參考我們所提供的解答，如此的學習效果將更佳。此外，每一節末尾的練習題亦應採用這種方式。本書所列的問題之計算，都儘可能地使其簡單化，以讓讀者能專注於觀念上的瞭解，而非浪費無謂的算術計算時間。同時，爲了使其更符合實際用途，我們儘可能使用真實數據，或至少是一部分的真實資料。本書教你演算的目的，並非訓練你精於計算，而是要讀者能體會到其觀念所在。因此，使用簡單的數據就足以達成此目的。（實際生活上的數據，規模往往很龐大，但其計算一般都可委由電腦來完成。）

備選的習題與章節，都標上星號（*），例如，有些需以電腦套裝軟體求解的習題。我們希望喜歡電腦的學生可以領教到電腦的威力。但同時我們也將這些習題列爲選擇性的題目，使得其他學生即使不用電腦也能精通課本的內容。

本書最後的附錄，附上了所有奇數題的簡單答案。而這些問題的完整解答，我們另編了一本學生手冊。（註：有關解答，曉園出版社有出版。）

致教師

在本書中，我們以例題介紹新觀念；直至學生得到清楚而直觀的概念後，才引入一般理論。我們僅在較深入的章節中，方列出一些基本的科學理念，並以最簡單的數學達成此目的。唯一必備的知識是高中的代數。（喜歡微積分的讀者在書後的附錄中偶爾可利用到。）

本書顯示出看似分離且獨立的各章中之邏輯關係。例如：信賴區間與假設檢定的對等性； t 檢定與 F 檢定；變異數分析與利用虛擬變數之迴歸分析。在每一種情形下，我們的動機是幫助讀者瞭解隱含在內的邏輯，以使得他們能解決實際的問題。

我們將重點放在迴歸模型上，不僅因為迴歸模型被視為是實務統計學家之最有用的工具，而且是因為其為瞭解如相關與變異數分析這些方法的關鍵。且詳細探討非線性與多重迴歸，並強調在觀察研究中，多重迴歸在降低偏誤上的價值。

本書的設計有極大的彈性。基本的古典統計學列於前十五章中，而後面十章包括特別但重要的課題，如無母數統計量、指數、決策樹、貝氏推論、時間序列等。教師可由這十章中任選合適之內容教授。

為使教師能安排最合適的課程，部分章節可縮減或延後再教，並不致太影響其連貫性——第 1, 3, 5, 7, 9 章。且標有星號的部分可完全略過，而無任何影響。

為了使本書的篇幅合理化，我們大約刪掉 50 個主題（如排列與組合、布阿松分配、變異數的信賴區間、對局論等）。然而我們將之保留於教師手冊中，以供教師參考，且於必要時可影印供學生使用。

教師手冊中並有偶數題習題的詳解，以補學生手冊之不足。

除了教師手冊與學生手冊之外，另出版含約一千個問題之題庫，分為印刷與磁碟兩版。

關於新版

由於越來越多的例行性與技術性之事物均由電腦代勞，所以學生發展

人類特有的技巧——想像力與判斷力，就更形重要。由此引發了新版中的大多數變化，具體而言：

(1)若你想立即知道什麼是新的，閱讀每章末的「最後的挑戰」即知。此最後一個複習題是非常好的練習，因為學生可瞭解到如何用新技巧去得到實際問題——通常是摘自論文的真實問題——之富想像力的解答。這是我們試著注入真實生活品味的一種方式。

(2)更強調電腦的運用。為使其簡單且具威力，我們使用一種友善的交談套裝軟體 MINITAB。

藉著列印出電腦的輸入與輸出，本書使所有的讀者（包括那些原先想逃避電腦者）易於熟悉這種承擔統計之煩人工作的工具。（而其副作用是，讀者可免於看到複雜的「計算公式」。）

(3)我們並加強提示那些技巧是恰當的——例如，16-1 節的平均數與中位數、9-6 與 10-3 節之假設檢定、13-5 節之簡單與多重迴歸、16-7 節之無母數與穩健統計量。

(4)我們添加了一些新章節，範圍廣泛，由第二章的圖表與常識，至第八章的自啓法皆是。

(5)微積分與證明均移至書後的附錄中，以列為選讀章節。

在過去的幾版中，我們以簡要且可讀的方式，介紹了許多實用且現代的課題。〔其細節可參考 Kotz, Johnson, 與 Read (1982 - 88) 合編的百科全書，該書非常詳盡，甚至不需參考其所列的參考書目。〕對從業者而言，有許多課題是必要的，但無法於普通的入門書中查到的。值得一提的是（星號代表是本版的新內容）：

- | | |
|---------------|------------------------|
| ● 以隨機化消除偏誤 | * 穩健估計，包括無母體統計 |
| ● 實驗資料的分析 | ● 極大機率估計 |
| * 圖形與常識 | ● 貝氏估計與決策 |
| * 投標的期望值 | ● 決策樹 |
| * 自啓法 | ● Box-Jenkins ARIMA 預測 |
| ● 說明迴歸效用的路徑分析 | ● 附錄中的證明 |

致 謝

幫助我們的人實在太多了，所以無法一一致謝。但特別感謝 David Bellhouse, Clayton Block, 與我們的主編 Brad Wiley 及 Valerie Hunter。

亦誠摯感謝閱過前幾版的老師與讀者給我們的建議，尤其是西安大略大學這裡商學 306、經濟學 135 與 255，及統計學 135 的學生們。最後，我們感謝初稿的複閱者，由於他們的批評使本書更臻完美：

Roger Even Bove 博士
West Chester University

John Hillas 教授
Ohio State University

Victor E. McGee 教授
Amos Tuck School
Dartmouth College

David Meredith 教授
San Francisco State University

作者簡介

此兩位作者皆曾在西安大略大學攻讀數學、統計和經濟。Ron 後來在哈佛大學取得經濟學博士學位，而 Tom 亦在普林斯敦大學獲得統計學博士學位。他們曾在衛斯里安、明尼蘇達、杜克和加州柏克萊等大學擔任教授，目前則皆任教於西安大略大學。

他們為 Wiley 出版公司寫過好幾本書，包括計量經濟學與初等統計學。Ron 與另一兄弟 Paul 也合寫過好幾本書，包括美國與加拿大之間之自由貿易（哈佛大學出版社），及經濟學（亦由 Wiley 出版）。Tom 曾發表許多有關統計學在醫學及社會科學上之應用的論文。

他們的共同興趣包括：莫札特的音樂、滑雪與網球。Ron 也喜歡打高爾夫球，而 Tom 則喜歡踢橄欖球及唱四重唱。更值得一提的是，這兩位作者都擁有一位賢內助及美滿的家庭以為其精神支柱。

目 錄

第一篇 基本機率與統計 1

第一章 統計學的本質 3

1. 隨機抽樣：民意調查 3 / 2. 隨機性實驗：醫院行政管理的檢定 9 / 3. 觀察值的研究與隨機化的實驗 13 / 4. 本書之架構 18 / 第一章摘要 18 / 複習題 19

第二章 敘述統計 23

1. 次數表與圖形 23 / 2. 分配的集中量數 28 / 3. 分配的離散度 36 / 4. 利用電腦來計算有關的統計量數 42 / 5. 線性轉換 44 / 6. 使用相對次數來計算有關之統計量數 47 / 7. 正確使用與錯誤使用圖表 49 / 第二章摘要 58 / 複習題 59

第三章 機 率 63

1. 導論 63 / 2. 機率模型 65 / 3. 複合事件 72 / 4. 條件機率 77 / 5. 獨立 80 / 6. 貝氏定理：倒置樹狀圖 84 / 7. 有關機率的其他理論 88 / 第三章摘要 93 / 複習題 94

第四章 機率分配 97

1. 離散隨機變數 97 / 2. 平均數與變異數 100 / 3. 二項分配 103 / 4. 連續分配 109 / 5. 常態分配 112 / 6. 隨機變數的函數 117 / 7. 投標之期望值 123 / 第四章摘要 127 / 複習題 128

第五章 兩個隨機變數 133

1. 分配 133 / 2. 包含兩個隨機變數的函數 139 / 3. 協方差 142 / 4. 兩個隨機變數的線性組合 147 / 第五章摘要 153 / 複習題 153 / 第一章至第五章複習題 157

第二篇 平均數與比例值的推論 161

第六章 抽樣 163

1. 隨機抽樣 164 / 2. 樣本平均數的動差 170 / 3. 抽樣分配的形態 173 / 4. 比例值(百分比) 179 / 5. 小規模母體的抽樣 186 / 6. 蒙地卡羅 188 / 第六章摘要 195 / 複習題 196

第七章 點估計 201

1. 母體與樣本 201 / 2. 不偏估計式的有效性 202 / 3. 偏誤估計式與不偏估計式的有效性 207 / 4. 一致估計式 212 / 第七章摘要 215 / 複習題 216

第八章 信賴區間 221

1. 單一的平均數 221 / 2. 小樣本 t 228 / 3. 兩個平均數之差：獨立樣本 231 / 4. 兩個平均數：成對樣本 234 / 5. 比例 239 / 6. 自啓法 242 / 第八章摘要 246 / 複習題 247

第九章 假設檢定 251

1. 使用信賴區間進行假設檢定 251 / 2. p -值(單尾的情形) 256 / 3. 古典的假設檢定 262 / 4. 再論古典檢定 267 / 5. 作業特性曲線 272 / 6. 二尾檢定 275 / 第九章摘要 280 / 複習題 281

第十章 變異數分析(ANOVA) 283

1. 一因子之變異數分析 283 / 2. 二因子之變異數分析 293 / 3. 信賴區間 300 / 第十章摘要 303 / 複習題 303 / 第六章至第十章複習題 305

第三篇 迴歸：兩個或更多變數之關連 309

第十一章 直線配適 311

1. 導論 311 / 2. 普通最小平方方法(OLS) 313 / 3. OLS 與

WLS 的優點 318 / 第十一章摘要 320 / 複習題

第十二章 簡單迴歸 323

1. 迴歸模型 323 / 2. 抽樣的變異性 327 / 3. β 的信賴區間與檢定 330 / 4. 已知 X 的水準下, 預測 Y 334 / 5. 模型的延伸 339 / 第十二章摘要 340 / 複習題 340

第十三章 多重迴歸 345

1. 為何使用多重迴歸分析 345 / 2. 迴歸模型與其 OLS 配適 348 / 3. 信賴區間與統計檢定 353 / 4. 將迴歸係數視為乘數因子 357 / 5. 簡單迴歸與多重迴歸的比較 363 / 6. 路徑分析 369 / 第十三章摘要 372 / 複習題 373

第十四章 迴歸理論延伸 377

1. 虛擬 (0-1) 變數 377 / 2. 利用迴歸進行變異數分析 (ANOVA) 386 / 3. 最簡單的非線性迴歸 390 / 4. 利用對數消除非線性 393 / 5. 利用殘差圖檢查迴歸模型 401 / 第十四章摘要 405 / 複習題 405

第十五章 相關 411

1. 簡單相關 411 / 2. 相關與迴歸 418 / 3. 兩條迴歸直線 424 / 4. 多重迴歸上的相關 429 / 5. 多元共線性 434 / 第十五章摘要 439 / 複習題 439 / 第十一章至第十五章複習題 443

第四篇 古典與貝氏推論 447

第十六章 無母數統計量與穩健統計量 449

1. 導論：平均數或中位數？ 449 / 2. 中位數的符號檢定 450 / 3. 中位數的信賴區間 453 / 4. 魏耳康等級檢定 456 / 5. 一般形式之等級檢定 458 / 6. 獨立性之連檢定 462 / 7. 穩健統計量：刪減與加權 465 / 第十六章摘要 473 / 複習題 474

第十七章 卡方檢定 477

1. 多項的 χ^2 檢定：擬合優度 477 / 2. 獨立性的 χ^2 檢定：列聯表 482 / 第十七章摘要 488 / 複習題 488

第十八章 極大機率估計 491

1. 導論 491 / 2. 幾個常見例子中的MLE 493 / 3. 均勻分配之MLE 498 / 4. 一般形式之MLE 501 / 第十八章摘要 504 / 複習題 504

第十九章 貝氏推論 507

1. 事後分配 507 / 2. 母體比例 π 512 / 3. 常態模型中的平均數 μ 520 / 4. 常態迴歸線的斜率 β 526 / 5. 貝氏收縮估計值 529 / 6. 古典與貝氏估計值之比較 535 / 第十九章摘要 536 / 複習題 536

第二十章 貝氏決策理論 541

1. 極大化利得（或極小化損失） 541 / 2. 以點估計作決策 546 / 3. 古典與貝氏統計之比較 551 / 第二十章摘要 553 / 複習題 553

第五篇 有關商學與經濟學的課題 555

第二十一章 決策樹 557

1. 基本樹 557 / 2. 檢定以修正機率：貝氏定理 564 / 3. 以效用理論處理逃避風險的問題 568 / 第二十一章摘要 572 / 複習題 572

第二十二章 指數 577

1. 物價指數 577 / 2. 其他指數 580 / 3. 實用的指數 583 / 第二十二章摘要 586 / 複習題 587

第二十三章 抽樣設計 589

1. 分層抽樣 589 / 2. 其他的抽樣設計 596 / 第二十三章摘要 598 / 複習題 599

第二十四章 時間序列 601

1. 時間序列的二個特性 601 / 2. 以迴歸分解與預測 603 /
3. 傳統的對移動平均數之比率 612 / 4. 以指數修均法預測
616 / 5. 以Box-Jenkins 模型預測 618 / 6. 廣義最小平方法
619 / 第二十四章摘要 623 / 複習題 624

第二十五章 聯立方程 627

1. 導論：OLS的偏誤 627 / 2. 補救方法：工具變數 630 /
3. 二階段最小平方法(2SLS) 634 / 第二十五章摘要 637
/ 複習題 638

附 錄 639

附 表 667

參考文獻 683

奇數題答案 689

常用符號的意義 707

索 引 711

基本
機率
與統計



1

統計學的本質

有些人總是認為「統計」只不過是某些數據的蒐集彙總罷了！但事實上，這只是「統計」一詞原始的含義——某一國家重要人口與經濟訊息的彙整數據。然而，時至今日，它所包含的意義已不僅止於此，近年來它已融入為一套科學的分析方法，而被廣泛地運用在企業界以及所有的社會與自然科學的領域裡。為了說明現代統計學所發揮的功能，以下我們將舉兩個例子說明它在我們日常生活中的應用：(1)選舉前的民意調查；(2)醫院行政管理業務的評估。

1-1 隨機抽樣：民意調查

A. 隨機樣本的可靠性

在每屆總統大選之前，蓋洛普 (Gallup poll) 民意調查均估計出每位候選人可能的得票數，並預測當選者。很明顯地，欲從全部的選民中逐一清點每位候選人的可能得票數，是一件很不切實際的工作。相反的，蓋洛普民意調查的作法是：以一群選民作為樣本，然後調查此一樣本中，民主黨可能獲得票數的百分比，再以此樣本百分比去推估全部選民（母體）中民主黨可能獲得票數的百分比。

然而，他們如何去選取此一樣本呢？從過去一些錯誤的經驗當中，我們或許可以得到一些教訓，例如，在1936年當民意調查尚屬萌芽階段時，「自由文摘」的編輯部曾試圖預測該年美國總統大選。他們所選取的樣