

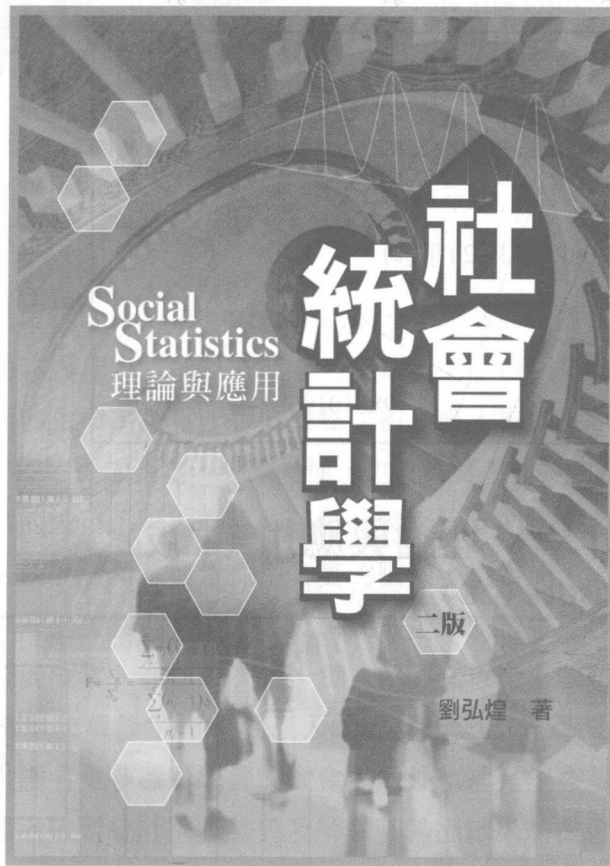
Social
Statistics
理論與應用

社會統計學

二版

劉弘煌 著

$$F = \frac{S_B^2}{S_W^2} = \frac{\frac{\sum_{j=1}^K n_j (\bar{y}_j - \bar{X})^2}{K-1}}{\frac{\sum_{j=1}^K (n_j - 1) S_j^2}{n_T - 1}}$$



社會統計學

理論與應用（二版）

Social Statistics (2E)



劉弘煌 著

國家圖書館出版品預行編目資料

社會統計學：理論與應用 = Social
statistics / 劉弘煌著. —二版. —臺北市
雙葉書廊, 2009.06
面: 公分
參考書目: 面
ISBN 978-986-6672-39-2 (平裝)

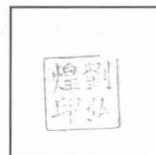
1. 社會統計

540.14

98010106

社會統計學：理論與應用（二版） Social Statistics (2E)

作 者 劉弘煌
發行人 張福隆
主 編 邱瓊薇
執行編輯 吳婧瑜
美術設計 李開蓉
出 版 社 雙葉書廊有限公司
地 址 台北市羅斯福路三段 269 巷 12 號 1 樓
電 話 (02)2368-4198
傳 真 (02)2365-7990
網 頁 <http://www.yehyeh.com.tw>
讀者服務 pub@yehyeh.com.tw
登 記 證 局版北市業字第 239 號
出版日期 西元 2009 年 6 月 二版一刷
修訂日期 西元 2012 年 2 月



ISBN : 978-986-6672-39-2

著作權所有◎侵害必究

本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回更換

版權聲明：書中引用之商標及圖文版權分屬各公司所有，本書純屬介紹之用，並無任何侵害之意。

社會統計學：理論與應用（二版）

Social Statistics (2E)

再版序

Preface

《社會統計學》第一版付梓以來，感謝眾多讀者採用本書做為參考資料，將本書作為「統計入門」的書籍，此次再版是希望賦予本書新的內容與新的生命，把第一版的優點保留下來，再加上新的補充與詮釋，讓本書的內容更加豐富、易讀易懂，也更具實用性與知識性。

筆者前後花了將近兩年的時間，幾乎等於把整本書重寫了一遍，書中提到的統計資料都盡量採用真實的數據，也增加了許多電腦繪圖，除了增加圖形的美感與質感外，更重要的是幫助讀者更容易從圖形中了解理論之間的關聯。在本版次中，每一章課文皆有「問題與思考」單元，幫助讀者對該章節主題有更深入的理解；大部分章節都增加了一些例題，提供讀者更多觀摩學習的機會；此外也補充一些統計電腦的習題，以增加讀者練習統計電腦軟體及解讀其輸出結果的機會。另外，本書也附有完整的習題解答以及協助教師上課使用的 Power Point 檔，本檔案也很適合做為同學上課的講義。書中一些較深的內容〔標題上標有星號（*）者〕，主要是給對統計有興趣的讀者作為進階參考，初學者可略過，並不影響研讀上的連貫性。

在進行本書的改版工作時，筆者仍舊抱著如同初版「戰戰兢兢」的心情，堅持「追求完美，近乎苛求」的態度，往往為了「吟成一個字，撚斷數莖鬚」，一字一句都斟酌再三，力求盡心完成本書的寫作。

本書之完成要感謝雙葉書廊張福隆先生之邀請，劉懷生先生及羅曼瑄、劉欣怡、吳婧瑜小姐之協助與編輯小組的努力，也感謝在寫書期間家人的體諒與支持，謹以本書獻給有志於學習社會統計學的讀者。

劉弘煌 謹誌

2009 端午

自序

Preface

筆者 1993 年從美國回國後就在實踐大學社會工作學系從事社會統計學的教學，加上出國進修前約有十年的時間教授商學院的統計學，在這將近二十年的教學經驗裡，深覺教授統計學是一門吃力不討好的事情，尤其主修社會學科的學生多半對數字的東西較不感興趣，大家都知道統計對將來的研究很重要，但要初學者弄懂統計確實是一件不容易的事情。

在教學過程中慢慢累積了一些教學大綱及講義，幫助學生了解統計學裡的一些觀念，常常利用週末或暑假的期間把講義整理得更完整，每年一些熱心的學生都會問本人：「老師的統計書出來了沒有！」這一問居然前後也有五、六年的時間，兩年前雙葉書廊的張福隆先生，邀請本人寫一本「社會統計」的專書，才真正有了完成時限的迫切感。這期間我的講義也由老電腦的軟體 Ami Pro 3.0 轉成 Word 6.0，再轉成 Win98 Word 2000，轉換的過程很多公式都要重新輸入，這都是非常耗時費力的工作，所幸這部分的工作有廖嘉莉同學協助，使本人日後的修正工作減輕了許多。

要成為完善的教科書還有很多工作必須同時進行，如內容的鋪陳要注意全書的一貫性，習題的安排更花了很多的心血，希望一方面能反映課文理論內容的實際演練，另一方面要讓學生覺得它們都是日常生活的一些例子，同時要注入「本土化」的親切感。接下來，要注意讀者的學習經驗與程度，本書嘗試以深入淺出的方式書寫，讓初學者明白易懂，為顧及有學習經驗的讀者，從第四章開始每一章末皆有「問題與思考」的補充，這是為希望更進一步了解該章內容的讀者所設計的。另外，每一章後皆有該章的重要詞彙及公式彙整，少數章節加上*號者，是對初

學者較深且較複雜的部分，教師可跳過這些章節，並不會影響與其他章節內容的連接與理解。

電腦與網路的使用使學習統計有了好幫手，尤其愈來愈完善的統計軟體更使得統計的分析工作變得更容易，所以學習如何將資料利用統計軟體來協助處理，及在網路上學習統計，也是本書提倡的學習重點。計算工作可交由電腦來做，讀者應多花時間在分析結果的解釋上，學習用適當的統計方法來分析統計資料，並能對分析的結果做適當的詮釋。本書中介紹了一些如 BASIC、EXCEL、SAS、SPSS 等統計軟體的使用方法，就是希望讀者能利用統計軟體協助計算的工作。書後附有分析方法的流程圖，另有完整的習題解答與供教師使用的教學大綱，希望對教師的教學及同學的學習都有所助益。

本書的完成要感謝父母對我的栽培，實踐大學校長、院長及同仁的鼓勵，歷屆學生的支持與打氣，助理曾麗雪同學協助完成統計表的繕打，雙葉書廊劉懷生、陳文龍及編輯小組的努力，最後要感謝家人長期的支持，有她（他）們在背後的精神支持，是我持續努力的泉源！

作者雖然盡力，但因才學有限，錯誤之處還請大家不吝指正為盼！

劉弘煌 於實踐大學

2003.3.20

目錄

Contents

再版序 i

自序 ii

Chapter 1 緒論 1

- 1.1 統計及統計學的意義與功用 2
- 1.2 敘述統計與推論統計 4
- 1.3 社會科學研究的目的 5
- 1.4 社會科學理論建構的方法 7
- 1.5 社會科學研究的方法 9

Chapter 2 基本的統計概念 13

- 2.1 群體與樣本 14
- 2.2 概念的操作化定義 15
- 2.3 變數與資料 17
- 2.4 資料蒐集方法 25
- 2.5 資料分析方法 29
- 2.6 統計資料的解釋與運用 32

Chapter 3 敘述統計(一)：資料的組織與整理 37

- 3.1 次數分配表(名目資料) 38
- 3.2 比例與百分比 40
- 3.3 比與比率 41

- 3.4 簡單次數分配表（順序、等距、比率資料） 45
- 3.5 分組次數分配表（等距、比率資料） 46
- 3.6 分組次數分配表的編製 47
- 3.7 百分等級 53
- 3.8 有小數點或極端值的次數分配表 58
- 3.9 交叉分類表 60
- 3.10 圖示 66

Chapter 4 敘述統計(二)： 集中趨勢與離散趨勢之測量 93

- 4.1 集中趨勢量數 94
- 4.2 離散趨勢量數 105

Chapter 5 機率 133

- 5.1 機率是什麼 134
- 5.2 與機率有關之名詞 135
- 5.3 機率理論 137
- 5.4 機率的性質 139
- 5.5 機率的運算法則 139
- 5.6 貝氏法則／貝氏定理 146
- 5.7 機率分配 148
- 5.8 機率分配的平均數（期望值）與標準差 150
- 5.9 隨機變數的期望值與變異數 152

Chapter 6 機率分配 163

- 6.1 二項機率分配 164
- 6.2 二項機率表 168
- 6.3 二項機率分配之應用 170
- 6.4 常態機率分配 170

6.5 常態曲線的理論模式與應用 173

6.6 常態曲線下的面積與機率 174

Chapter 7 抽樣分配與區間估計 195

7.1 抽樣方法 197

7.2 抽樣誤差 212

7.3 平均數的抽樣分配 213

7.4 群體平均數 μ 的估計——點估計與區間估計 220

7.5 t 分配 227

7.6 群體比例 P 的估計 230

7.7 補充例題 231

Chapter 8 假設檢定 245

8.1 假設 248

8.2 平均數的抽樣分配 252

8.3 平均數差的抽樣分配 254

8.4 顯著水準 255

8.5 第一類錯誤與第二類錯誤 258

8.6 顯著水準的選擇 260

8.7 α 與 p -value 265

8.8 檢力 267

8.9 檢定的步驟 270

8.10 單一群體平均數 μ 的假設檢定 271

8.11 兩群體平均數差 $\mu_1 - \mu_2$ 的假設檢定 276

8.12 單一群體比例 P 的假設檢定 281

8.13 兩群體比例差 $P_1 - P_2$ 的假設檢定 285

8.14 成對樣本平均數的檢定 290

8.15 檢定單一及兩個群體平均數所需具備的假定與條件 295

Chapter 9 變異數分析 307

- 9.1 變異數分析的設計邏輯 310
- 9.2 單因子變異數分析 316
- 9.3 平均數間的多重比較 323
- 9.4 效果值的使用 334
- 9.5 變異數分析使用 F 統計量時應注意的事項 335
- 9.6 變異數分析步驟 335

Chapter 10 無母數檢定 363

- 10.1 卡方檢定 365
- 10.2 中位數檢定 378
- 10.3 曼-懷氏 U 檢定 381
- 10.4 克-瓦氏單變數變異數分析 393
- 10.5 魏氏成對樣本等級符號檢定 396
- 10.6 傅利曼 K 組相關樣本等級檢定 398

Chapter 11 相關分析 415

- 11.1 相關的方向 416
- 11.2 相關的形式 418
- 11.3 相關的強度 420
- 11.4 相關的用途 422
- 11.5 相關係數 424
- 11.6 散佈圖的重要性 432
- 11.7 偏相關 435
- 11.8 使用皮爾森相關係數之條件 443

Chapter 12 迴歸分析 455

- 12.1 迴歸分析的意義 456
- 12.2 迴歸模型 457

- 12.3 迴歸直線方程式 457
- 12.4 迴歸直線的解釋 461
- 12.5 在迴歸分析中資料所需具備的條件 463
- 12.6 預測的誤差與消滅誤差之比例 463
- 12.7 迴歸與相關之關係 467
- 12.8 迴歸方程式之檢定 468
- 12.9 多元迴歸模型與方程式 470
- 12.10* 迴歸方程式中的虛擬變數 479

Chapter 13 無母數相關的測量 505

- 13.1 史畢爾曼的等級—順序相關係數 506
- 13.2 肯德爾 τ 係數 513
- 13.3 古德曼及克魯斯卡的伽瑪係數 518
- 13.4 Φ (Phi) 係數 524
- 13.5 列聯係數 526
- 13.6 克雷瑪的 V 係數 528
- 13.7 蘭布達係數 530
- 13.8 肯德爾和諧係數 535
- 13.9 肯德爾偏相關係數 541

附錄 565

- 一、機率表 566
- 二、統計分析內容概要圖 590
- 三、統計分析決策圖 591
- 四、參考書目 592

習題解答 596

索引 641

統計學是一門介紹如何蒐集、整理、分析及解釋資料的科學。社會科學或自然科學的研究者依研究目的，採用適當的方法蒐集資料並整理之，再用不同的統計方法分析並解釋資料，以幫助人們在不確定的狀況下做決策。不論是歸納或演繹邏輯的理論建構方法，或是在質化或量化研究方法的運用上，統計學知識都扮演著重要的角色。

Chapter 01

緒 論

STATISTICS

本章內容

- 統計及統計學的意義與功用
- 社會科學研究的目的
- 社會科學研究的方法
- 敘述統計與推論統計
- 社會科學理論建構的方法

統計學是一門蒐集、整理、描述、展示、分析及解釋資料的科學。其用途是透過對資料的描述和分析以了解事實，並幫助人們在不確定的狀況下做決策。它也是使雜亂無章的資料變成有用資訊的一門科學。本章將介紹統計學的重要性及其分類，並從社會科學研究的目的與方法了解統計在整個社會科學研究中擔任的角色。



1.1 統計及統計學的意義與功用

統計（statistics，複數）給人的印象可能是一堆數字或統計圖表的集合。從字面上看統計（statistics）一詞源於拉丁字「status」（狀態、情勢），其原意為「state」，是由早期為課稅徵兵以調查一個國家（state）的人口等資料演變而來的一門科學。統計一般指的是資料（data），也有人說：「統計是事實與數據。」統計把大量的資訊濃縮成簡單的數據或敘述，例如，我們常在報章雜誌或電視新聞報導上看到某地某月某日的氣溫和降雨率，或某國人口出生率、犯罪率、離婚率，或其人民的年平均國民所得等統計資料。至於統計學（statistics，單數），是指「一套幫助我們組織、分析、解釋、展示資料特性的方法及規則」，我們可以將科學看成是一套觀察的方法，統計的方法或程序則是幫助我們將觀察的資料以較精確或易於理解的方式呈現。因此，統計是數據與事實，而統計學是一套描述與分析資料的科學方法。以現代的意義可以定義為：統計學是一門蒐集、整理、描述、展示、分析及解釋資料的科學，可幫助人們在不確定的狀況下做決策。

現代人的生活中每天都面臨很多事情要做決策，而且在做出決策之前，這些事情都有不確定的成分，使我們無法完全掌握所有的狀況。例如：父母要為小孩選學區、股票投資者要了解股市行情、各種產品的生產或投資決策、行銷人員在行銷商品時要先作市場調查、社工人員要了解案主的狀況；此外，如選舉前的民意調查、學生考試前的猜題、上班族對開

車路況的了解等，在在都需要去蒐集、整理、描述或分析相關資訊，以做為預測、決策或行動之參考。同樣的，政府施政、工商單位或福利機構的年度計畫或決策也需仰賴很多統計資料來達成。在理論或應用研究方面，統計學這門科學早已被廣泛應用在很多社會科學及自然科學的研究上，舉凡人類行為、社會變遷、醫學、海洋生物及太空科學的研究，科學家們應用了許多統計學知識來分析研究資料，找出隱藏在數據背後的奧秘。統計思考在現今已經逐漸變為現代人必備的能力，尤其在電腦如此普及的今天，如果具備統計知識又能利用電腦處理統計資料，電腦的功效才算真正得到發揮，而決策品質也必能大幅提升。

將來要從事社會科學研究或正要學習統計學知識者，首先要了解統計學幾乎是每一學門必修的課程，不但是研究學問必備的工具，而且無所不在，因此以正確的學習態度去面對它比逃避它更好。統計學裡難免有很多數學運算，但統計學並非數學，而且計算工作現已有很多強大的統計電腦軟體可以代勞，我們應把更多注意力放在理解及解釋統計的結果上。很多人可能將來不會從事研究工作，但卻可能有機會閱讀別人的研究報告、看別人做好的統計分析或統計報表，此時，具備統計素養（statistical literacy）就變成現實的需要，也是多了一把開啟科學之門的鑰匙，在日常生活上也會幫助你成為一位懂得蒐集資料、擅長利用資訊的人。

統計學依照學習的重點可分為：(1)以探討統計理論或公式來源為主的**數理統計學**（mathematical statistics）；(2)以探討統計方法（statistical methods）在不同領域應用為主的**應用統計學**（applied statistics）。**社會統計學**（social statistics）以探討統計方法在社會科學研究上的應用為主，屬於應用統計學的範疇。至於統計方法主要可分為：(1)蒐集、整理及描述或展示資料以產生有意義資訊的**敘述統計**（descriptive statistics）；(2)分析從群體中抽出的少量樣本資料，而將結果推論（一般化）或預測到整個群體的**推論統計**（inferential statistics），或稱為**分析統計**（analytical statistics）。晚近發展的**實驗設計**（experimental design）由田間實驗發展而來，在社會科學領域裡常以此種方法來討論兩個變數之間是否為因果關係，屬於另一種統計方法。實驗設計已單獨成為一門學科，本書僅作簡單介紹。



1.2 敘述統計與推論統計

從事社會科學研究的人在做研究時，通常會根據研究的問題蒐集很多資料（data）或資訊（information），這些資料可能以不同的形式出現：可能是一群學生的成績；可能是一些現成的統計數字；也可能是問卷調查的資料。這些資料在未經整理前可能都是一些令人頭昏眼花或感覺混淆的數據，敘述統計的功能就在於統計學家應用一些法則或程序，將蒐集到的某一種或不同種類的資料按其特性（如考試成績、性別、教育程度、年齡、身高或收入等資料，以後將以「變數」或「變項」稱之）以更有用且更有意義的方式呈現出來。例如，我們從某次社會統計的考試成績資料，統計各不同分數的人數或以每十分的區間計算每一組得分的人數，或畫出各組人數的分布圖；也可以計算各組得分人數的百分比、排名次、計算全班平均分數，或以平均數為中心看分數的分散情形；也可以比較其他科目的分數，甚至看看兩種不同科目之間得分有無關係等。以上的計算或整理都屬於敘述統計學的範圍。

社會科學家以圖、表、數字的方式，將一開始蒐集來的雜亂資料變成有意義的資訊，基本上其初步的目的已經達成，但統計學家並不因此而滿足。試想我們在選舉期間看到的民意調查，研究者通常是訪問少數選民，再據此作出一些統計數據，如某某候選人的支持率百分比，我們會更關心這些結果是否在選舉當天（全體選民投票時）果真如此呈現！這就是推論統計方法所要處理的問題，也就是如何透過從全體選民中抽選的樣本資料去估計、預測全體選民的狀況，其中還需考慮此推論或一般化的誤差有多大，或控制誤差在某一範圍內要抽選多少選民以作為預測根據等問題。此外，如果要比較兩種教學方法的優劣，研究者可能會利用兩組人來做實驗，如果實驗的結果是甲方法比乙方法好，接下來的問題是這個結果是否可以適用於全體？也就是重複作此實驗仍會得到同樣的結果，則研究者較有信心把結果推論到全體。如果這個結果只是碰巧得來的，再換一組人來做實驗其結果可能剛好相反，這種因運氣（機會）成分或誤差太大而導致

的結果，研究者便沒有信心把結果推論到全體。

所以「敘述統計」是一種資料整理及簡化的技術，敘述統計結果之描述僅止於資料蒐集的對象；「推論統計」是從樣本資料推論群體的決策技術，推論統計結果之描述可超出資料蒐集的對象，而將結果推論到資料蒐集所來自的全體。

1.3 社會科學研究的目的

社會科學家在不同的環境下從事各種蒐集及分析資料的活動，這些活動稱之為「研究」。這些研究活動的目的雖然不能截然區分，但通常可分為三大類：

一 蒐集資訊

很多統計活動的目的主要在蒐集及提供我們感興趣事情的正確資訊。例如，我們希望知道社會系或社工系的大學畢業生初入社會第一年的平均薪水或工作的領域，青少年網咖族的父母職業分佈或教養方式，合法立案的安養院或電動玩具業者所佔的百分比是多少，或實施營養午餐一年後學童體重改變（增減）的情形、國內跨國婚姻的人數等。

這些資訊的蒐集活動主要強調對研究的狀況提供正確描述，這些描述本身就很有價值。在此，我們並不會去關心這些資料與其他事件的關係，例如我們並不想知道社會系畢業生初入社會的平均薪水為什麼是 X 元？或為何其薪水比某些科系的畢業生高或低的原因？我們只想知道跨國婚姻中來自不同國家的人數或百分比，並不去探究這些異國伴侶為何會嫁或娶台灣人？也就是在某些狀況下，我們蒐集資料的目的是看研究的對象或現象是什麼（what it is），而不打算去解釋為什麼會這樣（why it so）。