

修訂二版

心理與教育 統計學

Statistics in Psychology & Education

余民寧 著

搭配統計軟體SPSS實作

在最短時間內
理解並掌握統計學的應用



 三民書局

Psychology

修訂二版

心理與教育 統計學

Statistics in Psychology & Education

余民寧 著

心理與教育統計學 / 余民寧著. — 修訂二版四刷.

——臺北市：三民，2007

面；公分

參考書目：面

ISBN 957-14-4156-2 (平裝)

1. 教育統計學

520.28

93019216

◎ 心理與教育統計學

著作人 余民寧

發行人 劉振強

著作財產權人 三民書局股份有限公司

臺北市復興北路386號

發行所 三民書局股份有限公司

地址 / 臺北市復興北路386號

電話 / (02)25006600

郵撥 / 0009998-5

印刷所 三民書局股份有限公司

門市部 復北店 / 臺北市復興北路386號

重南店 / 臺北市重慶南路一段61號

初版一刷 1995年3月

初版七刷 2004年10月

修訂二版一刷 2005年1月

修訂二版二刷 2005年9月修正

修訂二版四刷 2007年6月

編號 S 520660

基本定價 拾壹元陸角

行政院新聞局登記證局版業字第〇二〇〇號

有著作權，不得侵害

ISBN 957-14-4156-2 (平裝)

修訂二版序

自從本書「心理與教育統計學」初次出版以來，時光呼嘯而過，至今也已將屆十年。環顧過去十年，屬於初等統計學範疇的教科書中，統計學的內容部分並沒有明顯改變，但因為受到資訊科技進步的影響，所有書中舉出的電腦習作範例，皆須從過去 DOS 作業系統下的 SPSS/PC 版說明，改變成以目前主流的視窗作業系統下 SPSS for Windows 版的說明。因此，本書藉此機會，一併增加 SPSS for Windows 版的範例操作說明，以作為本書初版內容的補充。

本書的修訂，除增加 SPSS for Windows 版的範例操作說明外，同時亦校正過去版本的排版錯誤之處，期能以最完善的風貌再版問世。本書的修訂，筆者要特別感謝國立政治大學教育研究所碩士謝進昌先生，除撥冗協助範例的操作示範說明外，並費心協助校稿。而在本書修訂的整個編輯、排版、與校對過程中，筆者更要感謝劉振強先生領導下的三民書局編輯部所有工作同仁，沒有他們不辭辛勞的幕後協助，本書真的無法以最完善的風貌再版問世。最後，筆者要感激十多年來陪伴我研究、閱讀、撰稿、和校稿的內子沈恂如，她的鼓勵、支持、與細心照顧，才是筆者不斷努力、接受挑戰、與嘗試創新的最大動力來源。

筆者才疏學淺，本書立論若有疏忽之處，尚懇請學界先進不吝指正。

余民寧 謹識

中華民國 93 年 12 月於政大教育系

推薦序

二十世紀以來，統計方法在自然科學和社會科學使用的次數急遽增加，教育學和心理學由於強調實徵性研究，大量使用問卷調查、心理測驗、田野實驗和實驗室實驗，所得的資料均經量化處理。這些量化資料的歸納、分析和推論均須借助於統計學。因此統計學已成教育與心理研究的重要工具，也是閱讀和瞭解他人研究報告應備的能力。

統計學目前是國內心理學和教育學相關科系的必修學分，也是許多學生最畏懼的學科。這些學生之所以畏懼統計學，原因有二，首先是他們過去的數學基礎不佳，其次是目前的統計教科書公式和符號太多，數字運算過於龐雜。余教授所出版的這本書條理清晰，沒有複雜的統計符號、公式證明和龐雜的數字運算。每章前均有學習重點提示，後有摘要，很適合數學基礎不佳的學生。

本書內容涵蓋集中量數、變異量數、標準分數、常態分配、相關與迴歸、卡方考驗、變異數分析、共變數分析等常用的統計方法，是一本很好的統計入門書籍，由於其言簡意賅，也是學過統計者在做實徵研究或準備考試時，複習統計的好教本。

目前一般統計書大部份只談統計方法，沒有教導學生如何使用現成的良好電腦統計套裝軟體，使得這些學生即使熟悉統計方法，也無法借助電腦的協助完成研究，這缺點將使研究過程變為過度的冗長，甚至無法完成。余教授這本書每章介紹完統計方法後，均有電腦習作，教導如何藉由社會科學電腦統計套裝軟體程式 (SPSS) 處理研究資料，是一本很好的研究用統計參考書。

由於本書上述的優點，本人非常樂於寫序推薦！

林邦傑 謹識

民國 83 年 12 月於國立政治大學

初版序

量化與電腦化可謂是當今心理與教育研究的兩大趨勢；即蒐集大樣本資料進行量化分析與資料分析時均需仰賴電腦輔助計算，而身為量化研究法工具之一的統計學，遂有逐漸成為各大學及研究所共同必修課程的潮流。本書即著眼於此，嘗試將量化分析的觀念與電腦輔助計算的學習法，導入「初等心理與教育統計學」裡，期望師範院校學生與關心教育的社會大眾等，都能具備基礎統計學概念，以增強吸收高深知識的能力，作為日後研習或閱讀學術報告和專業書籍的準備。

本書的完成，筆者要感激曾與筆者共事的國立政治大學附設實驗學校全體教職員工，沒有他們的敬業精神與合作無間，筆者實在無法專心從事課餘時的著述。在整個邀稿、編輯和校對過程中，筆者要感謝三民書局劉振強先生的遠見與魄力，及三民書局幕後工作同仁的辛勞。更要感謝政大林教務長邦傑承允撥冗為拙著撰寫序文，使本書增色不少。也要感謝政大教育研究所張芳全與鄭明長兩位先生的仔細校閱「自我測驗及練習作業」的解答部份，益增本書的可讀性。最後，更要感激內子沈恂如在筆者撰寫期間的鼓勵、支持與細心校對。

筆者才疏學淺，著述立論經驗欠豐，雖經校對再三，疏漏之處，尚懇請各方先進不吝指正。

余民寧 謹識

民國 83 年 12 月於政大教育系



心理與教育統計學

目次

修訂二版序

推薦序

初版序

第一章 導論

第一節	統計學的重要性和分類	1
第二節	為什麼要研究心理與教育統計學	5
第三節	有關變項的一些基本概念	7
第四節	運算符號的基本概念和使用統計套裝軟體程式須知	14
第五節	本書的結構和使用建議	29
本章摘要		31
自我測驗		32
練習作業		33

第二章 次數分配表與統計圖 35

第一節	次數分配表的製作	35
第二節	統計圖的製作	40
第三節	次數分配的形狀和性質	48
第四節	電腦習作	51

本章摘要	59
自我測驗	60
練習作業	61

第三章 集中量數 63

第一節 集中量數的意義和種類	63
第二節 算術平均數	64
第三節 中位數	69
第四節 眾數	71
第五節 集中量數的討論	73
第六節 其他集中量數	76
第七節 電腦習作	81
本章摘要	86
自我測驗	87
練習作業	89

第四章 變異量數 91

第一節 變異量數的意義和種類	91
第二節 全距	92
第三節 平均差	93
第四節 標準差	94
第五節 四分差	104
第六節 變異量數的討論	106
第七節 其他罕用的變異量數	108
第八節 電腦習作	110

本章摘要.....	116
自我測驗.....	117
練習作業.....	119

第五章 標準分數與常態分配 121

第一節 相對地位量數.....	122
第二節 常態分配.....	133
第三節 偏態與峰度.....	146
第四節 常態化標準分數.....	150
第五節 電腦習作.....	153
本章摘要.....	159
自我測驗.....	161
練習作業.....	162

第六章 簡單相關與迴歸分析 165

第一節 簡單相關的意義和種類.....	166
第二節 積差相關的計算.....	168
第三節 相關係數的解釋和應用.....	173
第四節 相關係數與變異數、共變數之間的關係.....	176
第五節 簡單迴歸分析.....	180
第六節 電腦習作.....	197
本章摘要.....	209
自我測驗.....	210
練習作業.....	212

第七章 推論統計學導論 213

第一節 機率的概念	214
第二節 期望值的概念	220
第三節 推論統計學的基本概念	232
本章摘要	252
自我測驗	254
練習作業	256

第八章 區間估計與假設考驗 257

第一節 區間估計	258
第二節 統計考驗力與樣本大小的決定	262
第三節 一個母群體參數的假設考驗	266
第四節 兩個母群體參數的假設考驗	283
第五節 電腦習作	306
本章摘要	315
自我測驗	317
練習作業	319

第九章 卡方考驗 321

第一節 卡方分配及其用途	322
第二節 適合度考驗	324
第三節 百分比同質性考驗	327
第四節 獨立性考驗	332
第五節 改變的顯著性考驗	335
第六節 卡方考驗的特性與校正	340

第七節 電腦習作	343
本章摘要	351
自我測驗	352
練習作業	353

第十章 變異數分析 355

第一節 單因子變異數分析	357
第二節 變異數分析的基本假設和特性	373
第三節 事後比較	388
第四節 趨勢分析	402
第五節 電腦習作	409
本章摘要	422
自我測驗	424
練習作業	425

第十一章 共變數分析 427

第一節 共變數分析的意義和基本假設	427
第二節 獨立樣本的共變數分析	431
第三節 相依樣本的共變數分析	447
第四節 電腦習作	453
本章摘要	466
自我測驗	467
練習作業	468

第十二章 其他相關統計法 471

第一節 ϕ 相關與列聯相關	472
第二節 二系列相關、點二系列相關與四分相關	477
第三節 等級相關	486
第四節 一致性係數	494
第五節 相關比	497
第六節 電腦習作	500
本章摘要	504
自我測驗	505
練習作業	507

第十三章 結 論 509

參考書目	513
附錄一 計算過程的證明	517
附錄二 自我測驗及練習作業的解答	523
附錄三 統計機率分配表	531
索 引	547



第一章 導 論

本章學習重點

1. 統計學可以分成哪幾類？每一類的內涵各是什麼？
2. 研究心理與教育統計學的動機和目的是什麼？
3. 變項可以分成哪幾種？各有什麼特性？
4. 在統計學中常用的基本代數運算公式為何？
5. 常用的統計套裝軟體程式有哪些？如何接近並使用這些程式？

第一節 統計學的重要性和分類

統計學 (statistics) 是一門應用數量的方法 (quantitative method) 來收集、整理、分析和解釋研究資料，並由研究樣本 (sample) 的性質來推論未知的母群體 (population) 性質，期能在不確定的情況下作成決策的科學方法。統計學所處理的資料是數字資料，因此與數學關係密切，是數學的一種主要分支。同時，統計學沒有固定的研究對象與領域，幾乎所有學科領域和對象皆能適用，由於其理論基礎極為嚴謹與科學化，因此，根據此理論基礎所作成的決策或推論也極為嚴謹和科學，所以，統計學可以算是一種科學方法或決策工具。

統計學包含三大內涵：統計資料、統計理論與統計方法，亦即包含統計資料的整理、分析與推論，以便由樣本所顯示的特徵推論到母群體特徵的所有理論與方法。在統計方法與理論出現之前，已有統計資料的存在，統計學在經過近三個世紀的發展，目前已由數學領域中分化出來，逐漸成為一門獨立的科學。由當今的大學或研究所課程的安排可知，統計學在各種學科領域

中的應用已逐漸受到重視，並且有被列為共同必修科目，作為方法學基礎訓練的趨勢。統計學的重要性，由此可見其一斑。

統計學的分類有許多種，有的根據其內容抽象程度或實用程度來分，計可分成：數理統計學 (mathematical statistics) 與應用統計學 (applied statistics) 兩者。前者是在探討各種統計方法的數學原理與各種統計公式的來源，是一門極為抽象、理論化，且大量使用數學符號與概念的統計學，不容易被一般人所瞭解；而後者則著重在如何將各種統計方法應用到實際的學科領域的問題解決上，是一門較為實用取向，且使用數學符號與概念較少的統計學，比較容易被一般人所瞭解和學習。心理與教育統計學 (Statistics for Psychology and Education) 是在探討如何應用有關的統計方法，來研究並解決各種心理與教育問題和現象的一種統計學，因為比較強調實用性，所以是屬於應用統計學的一種。

有的則依據內容性質來分，計可分成：描述統計學 (descriptive statistics)、推論統計學 (inferential statistics) 和實驗設計 (experimental design) 三者。根據統計學發展的時間先後而言，前二者發展較早，後者則為近代的產物。由於心理與教育統計學所探討的範圍包含這三者，因此，本節擬扼要介紹其內容如下：

一、描述統計學

統計學的最初發展雛形，是與政府部門整理它的資料（如：戶口普查、清點財產等）有關。政府原先所收集到的只是一堆雜亂無章的資料，因為需要從中整理出有意義的訊息，以有助於瞭解現況和策劃將來，因此才有描述統計學的誕生。描述統計學便是使用計算、測量、描述、劃記和排序等方法，將一堆原本是雜亂無章的資料加以整理、摘要、陳述、分析和解釋，使人容易瞭解該資料所含的意義及其所傳遞的訊息，但僅就所收集到的資料本身作討論和分析，並不將其所發現的意義推廣到更大的範圍者。在實際的教育與心理學情境中，使用到描述統計學的機會很多。例如：「教育部要明瞭國家當前的高等教育人力，以便規劃未來高等教育的政策」、「某教師想知道他所任教班級學生的平均成績是多少」、「某輔導教師想瞭解該校行為不良學生的人格特質，以便安排適當的輔導策略」等，都是需要使用描述統計學。

二、推論統計學

推論統計學的誕生，起源於研究者企圖瞭解整個研究母群體的特性，但由於母群體的人數過於龐大，無法一一收集到全部的資料，因此只能抽取局部樣本數作為研究對象，再根據樣本研究所得的結果來推論整個母群體的特性，並且要附帶陳述這種推論為正確的可能性 (likelihood) 和可能犯錯的機率 (probability) 有多大。以這種研究目的為主的統計學，便是推論統計學；換句話說，凡是以隨機的 (random) 方式，自母群體中抽取適當的樣本（這種過程即稱作抽樣 (sampling)）進行研究，再根據樣本研究所得的結果來推論母群體的特性，並且附帶陳述可能發生的誤差有多大的統計方法，便是推論統計學。例如：假設「某研究者想瞭解全國大學生的平均智力有多高，或想瞭解全臺北市學童罹患齲齒的百分比有多高」，因為研究經費、時間、人力、物力及樣本的流失等因素的限制，他絕對無法一一收集全國大學生或全臺北市學童的資料。因此，他只能抽取少部份具有代表性的 (representative) 樣本來進行研究，再根據樣本研究所得的結果來推論全國大學生的平均智力或全臺北市學童罹患齲齒的百分比。由於這種推論結果，並非是根據母群體中的全體人數來進行的，因此，一定會有推論誤差存在，所以研究者必須附帶陳述這種推論所可能犯的錯誤機率有多大，以便讓其他讀者明瞭此一研究結果的正確性有多高。這種推論活動的過程，便是推論統計學的特性。由此可見，在推論統計學裡，研究者所真正關心的對象是母群體的特性，而不是在描述樣本的本質。

推論統計學又因母群體中的條件不同，計可分成：參數統計學 (parametric statistics) 與非參數統計學 (nonparametric statistics) 兩種。前者是指所有的母群體分配為常態分配 (normal distribution) 的推論方法，而後者是指其他母群體分配不是常態的推論方法。茲將參數統計學與非參數統計學間的異同點，扼要陳述於表 1.1 裡。

由於許多教育與心理學研究領域中的測量都是間接進行的，所擬探討的母群體特性也大多數是未知的，因此，推論統計學對教育與心理學者而言，更加重要。但是推論統計學的內涵，仍是以描述統計學為其基礎，再加上一些假設考驗與推論的方法而成，因此，描述統計學的學習仍然是最基本的，

表 1.1 參數統計學與非參數統計學之比較

參數統計學	非參數統計學
①母群體分配為常態分配	①母群體分配不為常態分配
②發展較早	②發展較晚
③主要以參數為推論對象	③以母群體或參數為推論對象
④量的母群體推論方法	④量的或質的母群體推論方法
⑤常使用統計附表	⑤不常使用統計附表

不可以忽略它的重要性。

三、實驗設計

實驗設計算是統計學中較為晚近發展出來的一門學科。它的主要目的是在透過實驗操弄自變項，然後觀察依變項產生什麼樣的變化，以瞭解這二者間的因果關係，並考驗所提的實驗假設 (experimental hypothesis) 是否為真。在實驗進行前，研究者必須針對整個實驗的進行步驟有個周詳的計畫，這些計畫內容可能包括：計畫操弄什麼樣的自變項、觀察什麼樣的依變項、控制什麼樣的干擾變項或測量誤差、考驗什麼樣的研究假設、抽取多大的樣本數、使用什麼樣的統計方法來進行分析、及考慮什麼樣的設計方式最為經濟有效等，這些內涵及步驟都必須詳述在實驗計畫裡。由於實驗設計的方式不同，所選用的統計分析方法便不相同，因此所得的研究結果亦可能不一樣。所以，研究者在設計實驗計畫時，不得不慎重考慮各種相關因素及控制各種可能影響實驗效度的來源，期使實驗研究的結果能夠經濟有效地達到實驗目的。

舉例來說，假設「某研究者想比較某二種新的教學方法的優劣，以作為決定是否在國民小學中推行的依據」。他可能計畫採用兩個同質性較高的班級（如：智力、動機、成就等都大致相當）學生作為樣本，分別單獨接受其中一種新的教學法，然後再比較這兩個班級的學習成績之好壞；他也可以計畫只採用同一個班級學生為樣本，先後各接受一種新的教學法，然後再比較這前後兩次學習成績之好壞。由此可見，實驗進行的方法有許多種，每種方法都有其優缺點，但必須全賴事前妥善的規劃和設計，才能經濟有效地達成實驗的目的。如果我們採用的實驗方法不同，設計所需考慮的因素和使用統計考驗的方法就會不同，所得結果也會不一樣。一般說來，實驗是透過操弄或控制自變項的手段，來觀察依變項是否照預期的方向產生改變，因此，依變

項的改變結果可以歸因於是受操弄自變項的結果，也就是說，實驗研究的結果往往具有因果關係的解釋效力。然而，在一般觀察性或相關性研究（如：意見調查、態度測量等）中，我們亦有可能獲得如同實驗研究結果一樣的結果，但這種研究結果並不具有因果關係的解釋效力，因為其間並未有實驗操弄的介入或理論文獻的依據，所以在下結論時就應該特別小心，避免遽下具有因果關係的結論。有關上述這些過程的說明，都是屬於實驗設計的範圍，但是後兩種結論的差異，讀者宜仔細加以分辨和特別注意。

第二節 為什麼要研究心理與教育統計學

統計學的發展有愈來愈受重視，甚至列為大學或研究所的共同必修課程之趨勢。這項趨勢的涵意對修讀教育學與心理學的學生來說亦然，研究心理與教育統計學也是主要的必修課程之一。而明瞭為什麼要學習心理與教育統計學的原因和目的，將有助於提升學生的學習動機。國內的心理與教育統計學家（朱經明，民 79；林清山，民 81）就一致認為下列幾點是修讀教育學與心理學的學生為什麼要研究心理與教育統計學的理由：

一、為了從事專業工作的需要

許多從事教育或心理專業工作的人，如：學校的輔導老師、學校心理學家、專業諮商與輔導人員、社會工作者、觀護人等，常會遇到受輔者（client）一些心理層面或教育層面的問題。例如：某位學生有學習障礙問題或心理困擾問題，這時的輔導老師或心理學家常常需要借助各種標準化成就測驗或心理測驗的施測，來找出學生的學習障礙或心理困擾的主要原因，然後才能對症下藥，採取有效的解決方法或輔導措施。此時，輔導老師或心理學家就必須要具備一些統計學方面的知識，才能正確地實施測驗和解釋測驗結果，再根據診斷與分析結果，提出一些解決問題的建言與策略。假若輔導老師或心理學家並不具備一些統計學方面的知識，則他們很可能會濫用或誤用這些心理測驗，而導致誤診或錯失治療的時機，甚至加重學生的問題。

二、為了從事研究工作的需要

許多教育問題的改革或教育政策的訂定，都必須先經過實驗後才能確定。例如：教育部嘗試「甄試入學」的大學入學改革方案、臺北市教育局嘗試「國