

心理與教育 統計學

STATISTICS FOR PSYCHOLOGY

Arthur Aron & Elaine N. Aron 著

黃瓊蓉 編譯



PE 學富文化事業有限公司

心理與教育統計學

Arthur Aron & Elaine N. Aron / 著

黃瓊蓉 / 編譯

 學富文化事業有限公司

國家圖書館出版品預行編目資料

心理與教育統計學／Arthur Aron, Elaine N. Aron

原著；黃瓊蓉編譯．-- 2版．-- 臺北市：

學富文化, 2005[民 94]

面；公分

參考書目：面

含索引

譯自：Statistics for Psychology, 3rd ed

ISBN 986-7840-64-X (平裝)

1. 教育統計學

520.28

94002231

初版一刷 2000 年 7 月

2 版一刷 2005 年 5 月

心理與教育統計學

"Translation copyright © 2005 by Pro-Ed Publishing Company

(Original English language title from Proprietor's edition of the Work)

Copyright © 2003 by Prentice Hall, Inc. All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Prentice-Hall, Inc. a Pearson Education company."

著 者 Arthur Aron & Elaine N. Aron

譯 者 黃瓊蓉編譯

出 版 者 學富文化事業有限公司

發 行 人 于雪祥

台北市大安區 106 新生南路三段 60 巷 9 號

TEL : 02-23620918 FAX : 02-23622701

proedp@ms34.hinet.net

法律顧問 宇州國際法律事務所 廖正多律師

電腦排版 汎宇印刷設計有限公司

印 刷 佳基印刷事業股份有限公司

定 價 新台幣 580 元 (不含運費)

I S B N : 9 8 6 - 7 8 4 0 - 6 4 - X

本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤、請寄回更換

版權所有 © 翻印必究

原 序

本書的目的在幫助學生瞭解統計，我們強調意義與概念的瞭解，不是符號與數字的瞭解。強調意義與概念的瞭解，才能有助於多數學生的學習。主修心理學的同學，往往不是微積分的熱愛者，他們通常對於概念較為敏感。在過去三十年的教學經驗中，我們相信在其他科表現很好的學生，統計也一樣有好的表現。然而我們必須強調想要把統計學好，比學習其他科目需要下更多的功夫。以下將簡介統計學的功用與如何學習統計學。

為什麼要學習統計？

一、學習統計有助於瞭解研究報告

如果你主修心理學，多數課程都強調研究結果，研究結果通常經過統計分析，如果不瞭解統計學的基本邏輯，就無法從統計的術語、統計表格或統計圖獲得意義，對於研究結果只能有膚淺的瞭解。

二、自己進行研究時，也需具備統計學的知識

主修心理學的學生多數會繼續唸研究所，而選擇臨床心理學、諮商心理學或其他的應用領域為主修，所有的主修都需要作研究。學習如何作研究，也是研究所教學的重心，作研究牽涉統計方法的使用。本書在給予學生紮實的統計學基礎，以便學生能順利地進行研究，並藉由嫻熟統計學的基本邏輯與思考模式，奠定學習進階統計課程的基礎。

本書的重點在瞭解統計，而不是統計的運用，然本書各章仍有助於進行一些基本的資料分析。

三、學習統計學能增進分析與批判能力

主修心理學的學生對人較感興趣，並懷抱淑世的理想；然主修心理學的學生並未拒絕抽象思考，事實上許多學生對於哲學層次的抽象思考非常有興趣。然而學生有時以非常膚淺的方式瞭解此抽象的領域，心理學的所有領域都在幫助學生精確地思考，以正確地評估訊息，並將此邏輯運用於更高層次的領域。

如何輕鬆地學習統計學？

我們有五項建議：

一、將注意力集中在概念上

將統計學視為數學或邏輯。閱讀時把注意力放在瞭解概念與原則，做習題時，必須思考每一步驟的邏輯。如果將重心放在計算出正確的數字，獲益將非常有限，考試成績也可能不理想。

二、確定嫻熟所有概念後，才繼續學習新的章節

學習統計學需要日積月累的功夫，新的概念是建築在舊的概念上，因此若無法瞭解某一概念，最好停下來，重新閱讀一次或想一次；如果自己讀、自己想仍無法瞭解，最好有其他人幫忙，直到瞭解每一概念。如果似懂非懂，可使用每章的練習題確定是否完全瞭解。一遍又一遍的閱讀本書的章節，並不是愚笨的表現，多數學生必須閱讀每章許多次，且閱讀的速度比閱讀一般的教科書慢。尤其閱讀統計學的教科書時，必須全神貫注，才能夠瞭解箇中意義。為了充分地瞭解，需有充分的時間，一讀再讀。

三、努力不懈

因為學習統計學需要日積月累的功夫，如果缺課或未作複習，要聽懂新的內容就會愈來愈難了。

四、尤其是本書的前半部，需要多花時間認真研讀

本書的前半部分尤其重要，因為學習較難的統計方法，必須以簡單的方法為基礎。然在學習之始，往往是學習最散漫的時候。若能努力地學習本書的前半部，後面的學習會更為容易；如果學習之初未能好好的學習，以後的學習會更為困難。

五、互相幫助

解釋統計學的概念是增進瞭解的最佳方法，因此協助不懂的同學，不僅有助於有學習困難同學，提供協助者也能從中獲益。因此建議學生能夠組織讀書會，成員可以包括有學習困難的同學與程度較佳的同學。有學習困難的同學往往會挑戰程度較佳同學的想法，對於澄清概念很有幫助。也可以找住的較近的同學組織讀書會，因為聯繫容易。

結 語

我們非常喜愛教授統計學，學生也一次又一次的跟我們說，「亞倫教授，我的統計學成績贏過全班 90%的人，連我自己都無法置信！」或者「統計學真有趣，它是最喜歡的一門課。」我們希望你也有類似經驗。

Arthur Aron
Elaine N. Aron

譯者序

翻譯本書的主要目的，在翻譯一本適合大學生使用的教科書；所以譯者在翻譯的過程中，刪去兩章進階的統計方法。雖然目標在翻譯初等統計學，譯者發現本書可以是研究生的補充用書，或研究者的參考書籍；因為本書的一些特色對於需要撰寫論文的研究者而言，極有幫助。例如每章都有專節討論每種統計方法的爭議、限制或最新發展，研究者若能充分瞭解各種統計方法的限制，應可避免統計方法的誤用，也可以減少對於濫用量化方法的批評。且本書大多使用真實的例子，不僅較為生動活潑，也結合了研究法的相關知識；因此本書是一本淺顯且能與實際研究配合的書籍。

譯者對於作者最為景仰之處在於作者對於爭議性問題的處理，例如書中提到假設考驗的最主要的爭議是：當無法拒絕虛無假設，所得的研究結論並非虛無假設獲得支持，而是「研究結果沒有定論 (inconclusive)」；而目前主流的教科書鮮有人介紹此項爭議。讀者可以比較此論點與主流教科書看法的差異，對於假設考驗的正用與誤用應有更深入的瞭解與體會。

本書翻譯的工作得以順利完成，需感謝學富文化公司在編輯、校對、製作索引等工作的協助，兩位編輯部同仁勞苦功高；同事吳璧如教授的精神支持，是不可或缺的動力，在此一併致謝。

黃瓊蓉于白沙山莊

目 錄

原 序 ◆ I

譯者序 ◆ V

1 資料的排序 ◆ 1

- 1.1 統計學的分類 ◆ 2
- 1.2 次數分配表 ◆ 2
- 1.3 次數分配表的作法 ◆ 5
- 1.4 歸類次數分配表 ◆ 6
- 1.5 歸類次數分配表的製作 ◆ 8
- 1.6 直方圖 ◆ 11
- 1.7 次數分配多邊圖 ◆ 13
- 1.8 次數分配的型態 ◆ 16
- 1.9 爭論與限制 ◆ 21
 - 摘 要 ◆ 22
 - 作 業 ◆ 23

2 平均數、變異數、標準差和 z 分數 ◆ 27

- 2.1 算術平均數 ◆ 28
- 2.2 其他的集中量數 ◆ 32
- 2.3 變異數與標準差 ◆ 34
- 2.4 Z 分數 ◆ 41
 - 摘 要 ◆ 47
 - 作 業 ◆ 48

3 相關 ◆ 51

- 3.1 自變項 (預測變項) 與依變項 ◆ 52
- 3.2 以圖表示相關:散佈圖 ◆ 53
- 3.3 相關的形態 ◆ 55
- 3.4 計算直線相關的程度:皮爾遜積差相關係數 ◆ 61

- 3.5 聯合各項步驟與範例 ◆ 65
- 3.6 考驗相關係數的顯著性 ◆ 71
- 3.7 解釋相關係數的議題 ◆ 72
- 3.8 爭論與最新發展:相關係數的大小 ◆ 75
- 3.9 研究報告中的相關係數 ◆ 77
 - 摘 要 ◆ 78
 - 作 業 ◆ 79

4 預 測 ◆ 89

- 4.1 雙變項預測的專有名詞 ◆ 90
- 4.2 Z 分數的雙變項預測模式 ◆ 90
- 4.3 原始分數的雙變項預測模式 ◆ 93
- 4.4 迴歸線 ◆ 95
- 4.5 誤差與誤差降低的比例 ◆ 97
- 4.6 雙變項預測的範例 ◆ 102
- 4.7 多元迴歸與多元相關 ◆ 105
- 4.8 爭論與限制 ◆ 111
 - 摘 要 ◆ 112
 - 作 業 ◆ 113

5 推論統計的重要概念：

常態分配曲線、機率、母群與樣本 ◆ 119

- 5.1 常態分配 ◆ 120
- 5.2 機 率 ◆ 126
- 5.3 樣本與母群 ◆ 129
- 5.4 常態曲線、機率、樣本與母群的關係 ◆ 132
- 5.5 爭論與限制 ◆ 132
 - 摘 要 ◆ 135
 - 作 業 ◆ 136

6 假設考驗 ◆ 141

- 6.1 假設考驗的範例 ◆ 142

6.2 假設考驗的主要邏輯 ◆ 143

6.3 假設考驗的步驟 ◆ 144

6.4 雙側與單側假設考驗 ◆ 150

6.5 爭議與限制 ◆ 155

摘 要 ◆ 155

作 業 ◆ 156

7 樣本平均數的假設考驗 ◆ 159

7.1 平均數的次數分配 ◆ 160

7.2 建構平均數的分配 ◆ 160

7.3 平均數次數分配的特性 ◆ 162

7.4 樣本平均數的假設考驗 ◆ 169

7.5 估計與區間估計 ◆ 174

7.6 爭議與限制：信賴區間與顯著性考驗 ◆ 178

摘 要 ◆ 180

作 業 ◆ 180

8 統計考驗力與實驗效果 ◆ 183

8.1 統計考驗力的意義 ◆ 184

8.2 α 、 β 和統計考驗力 ◆ 186

8.3 統計考驗力的計算 ◆ 189

8.4 統計考驗力表 ◆ 192

8.5 影響統計考驗力的因素 ◆ 193

8.6 實驗效果 ◆ 193

8.7 樣本大小 ◆ 199

8.8 影響統計考驗力的其他原因 ◆ 202

8.9 統計考驗力於設計研究的角色 ◆ 204

8.10 使用統計考驗力評估研究結果 ◆ 206

8.11 統計考驗力、實驗效果與信賴區間 ◆ 208

8.12 後設分析 ◆ 209

8.13 爭論與限制：統計顯著性的爭議-實驗效果與統計顯著性 ◆ 209

摘 要 ◆ 211

作 業 ◆ 212

9 相依樣本 t 考驗 ◆ 215

- 9.1 t 考驗的簡介：單一樣本 t 考驗 ◆ 216
- 9.2 相依樣本 t 考驗 ◆ 228
- 9.3 t 考驗的假定 ◆ 236
- 9.4 相依樣本 t 考驗的實驗效果與統計考驗力 ◆ 236
- 9.5 爭論與限制 ◆ 239
 - 摘要 ◆ 239
 - 作業 ◆ 240

10 獨立樣本的 t 考驗 ◆ 247

- 10.1 獨立樣本 t 考驗的基本策略 ◆ 248
- 10.2 實施獨立樣本 t 考驗的步驟 ◆ 253
- 10.3 獨立樣本 t 考驗的假定 ◆ 261
- 10.4 獨立樣本 t 考驗的實驗效果與統計考驗力 ◆ 261
- 10.5 爭論與限制 ◆ 264
 - 摘要 ◆ 265
 - 作業 ◆ 266

11 變異數分析的簡介 ◆ 271

- 11.1 變異數分析的基本邏輯 ◆ 272
- 11.2 實施變異數分析 ◆ 278
- 11.3 使用變異數分析，實施假設考驗 ◆ 285
- 11.4 變異數分析的假定 ◆ 288
- 11.5 變異數分析的實驗效果與統計考驗力 ◆ 288
- 11.6 爭論與限制：隨機分派與系統的選擇 ◆ 291
 - 摘要 ◆ 292
 - 作業 ◆ 293

12 變異數分析的結構模式 ◆ 297

- 12.1 結構模式的原理 ◆ 298
- 12.2 使用結構模式實施變異數分析 ◆ 301
- 12.3 變異數分析摘要表 ◆ 303

- 12.4 各組人數不等的變異數分析 ◆ 304
- 12.5 使用結構模式計算變異數分析步驟的摘要 ◆ 309
- 12.6 多重比較 ◆ 310
- 12.7 各組人數不相等時，變異數分析的假定 ◆ 312
- 12.8 實驗效果與統計考驗力 ◆ 313
- 12.9 爭論與限制 ◆ 314
 - 摘 要 ◆ 315
 - 作 業 ◆ 315

13 多因子變異數分析 ◆ 321

- 13.1 多因子設計和交互作用的基本邏輯 ◆ 322
- 13.2 因子變異數分析的基本邏輯 ◆ 334
- 13.3 統計考驗力與實驗效果 ◆ 352
- 13.4 多因子變異數的特例與擴展 ◆ 355
- 13.5 爭議限制和最新發展 ◆ 357
 - 摘 要 ◆ 359
 - 作 業 ◆ 360

14 卡方考驗 ◆ 369

- 14.1 卡方與卡方的適合度考驗 ◆ 370
- 14.2 卡方的獨立性考驗 ◆ 378
- 14.3 卡方的假定 ◆ 387
- 14.4 卡方獨立性考驗的實驗效果和統計考驗力 ◆ 388
- 14.5 爭論與限制 ◆ 390
 - 摘 要 ◆ 391
 - 作 業 ◆ 392

15 非常態化母群的處理策略：

資料轉換、等級考驗、電腦密集的方法 ◆ 397

- 15.1 標準假設考驗方法的假設 ◆ 398
- 15.2 資料轉換 ◆ 400
- 15.3 等級考驗 ◆ 408

15.4 電腦密集的方法 ◆ 412

15.5 爭 議 ◆ 419

摘 要 ◆ 419

作 業 ◆ 420

附 錄 ◆ 423

參考書目 ◆ 431

漢英索引 ◆ 439

1 資料的排序

1.1 統計學的分類

1.2 次數分配表

1.3 次數分配表的作法

1.4 歸類次數分配表

1.5 歸類次數分配表的製作

1.6 直方圖

1.7 次數分配多邊圖

1.8 次數分配的形態

1.9 爭論與限制

在追求真理的過程中，常常需要收集資料；資料若未經統計處理，很難顯示其意義。因此爲了順利溝通研究結果，必須學習統計學。

1.1 統計學的分類

統計學主要可分爲兩大類：

1. **描述統計** (descriptive statistics)：其目的在整理或摘要資料，使資料所蘊含的意義易於讓人瞭解；本書第一章至四章在介紹描述統計的方法。學習描述統計的方法，有其本身的重要性，且嫻熟描述統計的方法是學習推論統計的必要基礎。
2. **推論統計** (inferential statistics)：根據研究所收集的資料，作資料範圍以外的推論。

1.2 次數分配表

亞倫等學者 (Aron, Paris, & Aron, 1995) 爲了瞭解學生對教育統計學的焦慮程度，對選修教育統計學的 151 名學生實施一項測驗，以瞭解學生的焦慮程度。評量的方法是採取**李克特式量表** (Likert scale)，點數的範圍是 0 至 10 分；其中，0 代表一點也不緊張，10 代表非常緊張。以下是 151 名學生對教育統計學焦慮程度的資料：

4, 7, 7, 7, 8, 8, 7, 8, 9, 4, 7, 3, 6, 9, 10, 5, 7, 10, 6, 8, 7, 8, 7, 8, 7, 4, 5, 10, 10, 0, 9, 8, 3, 7, 9, 7, 9, 5, 8, 5, 0, 4, 6, 6, 7, 5, 3, 2, 8, 5, 10, 9, 10, 6, 4, 8, 8, 8, 4, 8, 7, 3, 8, 8, 8, 8, 7, 9, 7, 5, 6, 3, 4, 8, 7, 5, 7, 3, 3, 6, 5, 7, 5, 7, 8, 8, 7, 10, 5, 4, 3, 7, 6, 3, 9, 7, 8, 5, 7, 9, 9, 3, 1, 8, 6, 6, 4, 8, 5, 10, 4, 8, 10, 5, 5, 4, 9, 4, 7, 7, 7, 6, 6, 4, 4, 4, 9, 7, 10, 4, 7, 5, 10, 7, 9, 2, 7, 5, 9, 10, 3, 7, 2, 5, 9, 8, 10, 10, 6, 8, 3

若想要將學生焦慮程度的資料傳達給有興趣的教師，可將 151 筆資料唸一次；唸 151 筆的資料需要花費一些時間；在唸的過程中，雖然可以發現一些大致趨勢 (例如，焦慮程度是 1 分出現的次數並不多，即焦慮程度低的人很少見。)，但這不是最正確的方法。想要瞭解一組資料的分配形態，可以製作**次數分配表** (frequency table)。表 1-1 是 151 名學生對教育統計學焦慮程度的次數分配表，此次數分配表能顯示各評分點被選擇的次數。

表 1-1 學生焦慮程度的次數分配表

焦慮程度	次 數	百分比
10	14	9.3
9	15	9.9
8	26	17.2
7	31	20.5
6	13	8.6
5	18	11.9
4	16	10.6
3	12	7.9
2	3	2.0
1	1	0.7
0	2	1.3

資料來源：Aron, Paris, & Aron (1995)。

變項、數值、分數

在討論如何製作次數分配表之前，需介紹有關的專有名詞。例如何謂**變項(variables)**？**數值(values)**？**分數(scores)**？表 1-1 的次數分配表顯示焦慮程度此變項每一數值的發生次數，所以數值是指變項的數值大小；以焦慮程度為例，它可能的數值有 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、10。而變項的數值不一定是整數，它也可以是 4、-18、367.12 等數字。此數字可以代表類別，例如用 0 代表男生，用 1 代表女生。

變項是一種特徵，變項數值的改變，代表特徵的改變。例如在範例 1-1 中，焦慮程度是學生的特徵之一，數值的改變代表焦慮程度的改變。而分數是指某人在某變項的數值，例如美文焦慮程度的分數是 6 分，而秀芳的分數是 8 分。心理與教育研究都與變項、數值和分數有關，它們的正式定義似乎有些模糊，實際上，其的意義卻十分明顯。

測量的尺度：數值變項或名義變項

心理與教育研究的變項大多像表 1-1 的例子，它們的分數都是數值，這些數值代表具備某項特徵的程度或數量。例如焦慮變項的分數越高，就代

表學生越焦慮；此類變項稱為**數值變項** (numeric variable)，或稱為**量的變項** (quantitative variable)。

數值的變項最主要包含兩類：(1) **等距變項** (equal-interval variable)：此變項有相同的基本單位。(2) **次序變項** (rank-order variable)：此變項能顯示相對地位。學業成績就是等距變項，因為 88 分與 83 分的差距為 5 分，此 5 分的差距等於 77 分與 72 分間的差距。若將學生的成績排名次，第一名與第二名成績的差異，與第二名與第三名成績的差異可能不同；且無法得知第一名與第二名的差異是多少？也無法得知第二名與第三名的差異是多少？所以名次是次序的變項。次序變項傳遞較少的訊息，其資料的精確程度不及等距變項。

另一類資料是**名義變項** (nominal variable)，又稱為**類別的變項** (categorical variable)。性別就是類別的變項，因為性別變項數值的不同，代表類別的差異。

以上變項的分類是根據**測量尺度** (scale of measurement) 加以分類，研究者可依研究目的收集不同類型的變項。例如某位研究者想要瞭解腦傷患者的辨識能力，研究者可以測量腦傷患者辨識物體的數目，則研究者所收集的資料是等距的變項。研究者也可將患者分為全盲、能知道位置但無法辨識物件的患者、能辨識物件但無法知道位置的患者、能知道方位並能辨識物件但有其它的異常的患者、與正常等種類，此時研究者所收集的資料是名義的變項。

心理與教育研究大多與數值變項有關，本書也以探討等距變項為主。第十四章將討論次序變項的統計方法，有關名義變項的統計方法將留在第十五章來說明。

剛才以學生的焦慮程度為例，製作次數分配表，此次數分配表的變項雖是數值變項，但次數分配表主要在處理名義變項的資料；因為次數分配表能顯示名義變項各項數值發生的次數。例如研究者可以為單親家庭的教養方式製作次數分配表，以顯示各類教養方式出現的次數，而教養方式即是一項名義變項。