

教育科學研究法

馬信行 著

五南圖書出版公司 印行



G40-034

24081



教育科學研究法

馬信行 著

國立政治大學教育系教授

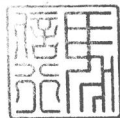


五南圖書出版公司 印行



IIAR
教育科學研究法

編 著／馬 信 行
責任編輯／劉 瑋 琦
校 對 者／石 曉 蓉、劉 馨 嵐



出 版 者／五南圖書出版有限公司

登 記 號：局版台業字第 0598 號
地 址：台北市大安區 106
 和平東路二段 339 號 4 樓
電 話：(02)27055066 (代表號)
傳 真：(02)27066100
劃 撥：0106895-3
網 址：<http://www.wunan.com.tw>
電子郵件：wunan@wunan.com.tw

發 行 人／楊 榮 川

中部門市／五南文化廣場

總 店：台中市中區 400 中山路 2 號
電 話：(04)2260330
沙 鹿 店：台中縣沙鹿鎮 433 中正街 77 號
電 話：(04)6631635

排 版／五南電腦排版有限公司
製 版／欣緯彩色製版有限公司
印 刷／容大印刷事業有限公司
裝 訂／乙順裝訂行

中華民國 87 年 9 月初版一刷
中華民國 88 年 9 月初版二刷

ISBN 957-11-1625-4

基本定價 13.2 元
(如有缺頁或倒裝，本公司負責換新)

序

這次教育改革的推動大部分教育學者被排除在外，值得我們教育界深思，表示教育專業並沒受到外界之肯定。試想關於醫學的改革、建築的革新，我們敢不讓醫生或建築師主導嗎？因為醫學與建築的專業受到社會認可。本書在此種社會衝擊下產生，期望透過教育科學的研究工具，生產教育知識。要產生專業知識，一定要使知識成為具有可重複驗證性。物理學等硬科學的教科書也都是可重複驗證之理論所沉澱而成。實驗心理學及經濟學也已朝此方向努力，故也奠下較教育學穩固的基礎。教育實證研究在 1960 年代才開始蔚為風潮，本書期望對教育科學化運動有所助力。

本書分四章，第一章為教育研究基本概念，第二章為教育研究所遇到的資料性質，第三章為資料分析方法，第四章為研究報告寫作方法。本書最大的特色是將統計方法的步驟，逐步分解，讓讀者了解統計的來龍去脈，使得對電腦的結果報表有確切的了解。「一篇好的研究會因為不會應用高層次的統計分析方法，而成為差的研究，因為很多珍貴的發現，會因為不應用高層次的統計分析而喪失，但一篇測量不精確的研究，不會因為應用了高層次的統計分析方法而成為好的研究」。本書是提供研究者利器以充分的分析其珍貴的原始資料。

本書是筆者歷十幾年教育研究法課程之教學經驗累積而成，筆者要感謝幾位恩師：首先是高職時代的何世陽老師，有他的愛心與鼓勵，筆者才有機會接受高等教育。在研究所階段，深受當時臺大心理系系主任劉英茂教授影響，筆者的碩士論文由他與呂俊甫教授共同指導。畢業後因求職無門，最後由他收容當專任研究助理。他嚴謹的治學態度，使筆者感到研究的三要素是：(1)研究的目的是在建立，或修

正，或推翻理論；(2)測量要精確；(3)要應用高層次的統計分析工具。筆者留德期間，輔修社會學，當時受教於 *Düsseldorf* 大學社會學系主任 *Richard Münch*。他慣用邏輯符號來表達理論。此對筆者往後治學的方法有很深的影響。在政大教育系任教期間，由於研究結果要將理論以符號表達時，仍發現數學基礎不足，故到應數系旁聽陳天進教授的微積分及線性代數各六學分。本書用筆算過程結果會與電腦執行結果一致，完全是旁聽陳教授課程所奠定的基礎。以上幾位恩師使筆者銘感五內，終身不敢忘。最後在撰寫本書過程中，受幾位研究助理的協助繕打整理，她們是崔儀君、蔡佳芬、陳秋雯、楊曼華、及方怡文等小姐，在此謹表謝意。

筆者數學底子有先天不良，故本書仍可能有不成熟之處，期望教育界先進不吝指正，不勝感激。

馬信行
於政大教育系
民 87 年 8 月

目次

科學原則

第一節 產生科學定律的條件 3

第二節 實證研究的要素 4

資料蒐集

第一節 文獻收集方法 15

第二節 實證資料的收集方法 16

壹、實證資料的種類 16

貳、收集實證數據方法 18

發計質研究 19

一、人種誌法 19

二、行動研究法 22

三、內容分析法 23

四、個案研究法 26

五、歷史法 33

六、比較法 35

發計量研究 37

一、調查法 37

(一)問卷調查法 40

- (二)實地調查法 51
- (三)觀察法 51
- (四)訪問法 54
- (五)電話訪問法 55
- 二、實驗法 55
 - (一)內效度問題 55
 - (二)外效度問題 63
- 三、統計報告分析 66
- 四、統合分析法 66

資料分析方法

第一節 對於類別尺度與等級尺度資料的分析方法 83

壹、 χ^2 考驗 84

- (一)單因子，期望機率一樣之情形 84
- (二)單因子，期望機率不一樣之情形 85
- (三)雙因子之 χ^2 考驗 86
- (四)重複量數之 χ^2 考驗 88

貳、等級相關 89

- (一)Spearman 的等級相關 89
- (二)Kendall 的和諧係數 90

第二節 對於等距尺度與等比尺度資料的分析 92

壹、相關係數 93

- (一)積差相關 93
- (二)淨相關 96

貳、單變量推論統計 99

一、t 考驗 99

- (一)用於組間獨立的 t 考驗 99

(二)用於組間不獨立的 t 考驗	101
變異數分析	102
一、單因子「用於組間獨立的 F 考驗」	103
二、單因子「用於組間不獨立(配對樣本)的 F 考驗」	107
三、雙因子用於組間獨立的 F 考驗	111
四、雙因子用於組間不獨立的 F 考驗	119
五、用於組間獨立的三因子變異數分析	124
六、用於重複量數的三因子變異數分析	134
(一)被試接受一個變項的重複測量	134
(二)被試接受兩個變項的重複測量	141
共變異數分析	151
一、組間獨立之單因子共變異數分析	151
二、組間獨立之二因子共變異數分析	158
迴歸分析	165
一、單迴歸	165
二、多元迴歸	171
(一)迴歸係數估計值之演算	181
(二)迴歸係數的標準誤之演算	183
(三)多元共線性問題	185
(四)殘差的自我相關問題	186
(五)殘差不均勻性的檢定	189
時間數列分析	190
一、教育上所用各種預測方法之簡述	190
二、各種推估方法與時間數列預測法準確度上的比較	197
三、時間數列分析之基本概念	199
(一)自我相關函數之計算	206
(二)偏自我相關函數之計算	212

(三)自我相關係數之標準誤與偏自我相關係數之標準誤之求法	219
(四)差分算子	220
(五)後移算子	221
四、ARIMA 模式	222
(一)AR(P) 模式	222
(二)MA(q) 模式辨認	232
(三)ARMA 之模式辨認	237
(四)季節性 ARIMA(p,d,q) 之辨認	245
五、參數估計	249
六、預測	250
七、轉換函數模式	252
(一)適用轉換函數模式之時機	252
(二)轉換函數模式之一般模式	253
(三)衝擊反應函數的求法	254
(四)從衝擊反應函數 $\omega(B)$ 與 $\delta(B)$	256
(五)轉換函數模式之計算舉例	258
(六)模式之適合度檢定	263
(七)轉換函數模式之教育研究實例—高職教師數之預測	264
參、多變量分析	294
變異區別分析	294
一、兩組的區別分析	294
(一)Fisher 的區別方法	294
(二)多變量常態機率密度法	303
二、用於多組的區別分析	307
(一)Fisher 的區別方法	307
(二)多變量常態機率密度法	331

三、結語	333
多變量變異數分析	334
一、單因子多變量變異數分析	334
二、用於獨立樣本之二因子多變量變異數分析	347
羣集分析	363
一、集結階層法	363
(一)連鎖法	364
(二)最小變異數法	369
主成分分析	377
典型相關分析	390
一、基本概念	390
二、典型相關計算過程之分解	393
因素分析	435
一、正交的因素模式	436
二、估計參數的方法	438
三、因素轉軸	440
(一)從共變異數矩陣求因素負荷量	445
(二)從相關矩陣求出因素負荷量	448
(三)轉軸	449
(四)因素分數	452
線性結構關係	468
一、LISREL 模式	469
二、參數估算	472
三、結構方程模式之適合度檢定	492
四、誤差共變異數矩陣不正定 (nonpositive definite) 問題	497
五、線性結構式在教育上的應用	499
對數線性模式分析	502

一、對數線性模式	502
(一)在飽和模式下參數之估計	505
(二)縮減模式下參數之估計	508
二、對數化變異數分析	523

研究報告的寫法

第一節 研究報告的結構	531
第二節 編輯格式的規定	540

附 錄

附錄 A：希臘字母之小寫，大寫與讀音	555
附錄 B：標準常態機率	556
附錄 C：t 考驗之顯著性臨界值	557
附錄 D： χ^2 考驗之顯著性臨界值	558
附錄 D： χ^2 考驗之顯著性臨界值（續）	559
附錄 E：F 考驗之顯著性臨界值	560
附錄 E：F 考驗之顯著性臨界值（續 1）	561
附錄 E：F 考驗之顯著性臨界值（續 2）	562
附錄 E：F 考驗之顯著性臨界值（續 3）	563
附錄 E：F 考驗之顯著性臨界值（續 4）	564
附錄 E：F 考驗之顯著性臨界值（續 5）	565
附錄 F：積差相關係數顯著性臨界值	566
附錄 G：Durbin-Watson 之 d 統計： d_u 與 d_l 之顯著點（ $\alpha = 0.05$ ）	567
附錄 G：Durbin-Watson 之 d 統計： d_u 與 d_l 之顯著點（ $\alpha = 0.01$ ）	568

附錄 H：Spearman 之等級相關係數之顯著性臨界值 569

附錄 I：隨機號碼 570

附錄 I：隨機號碼（續 1） 571

附錄 I：隨機號碼（續 2） 572

附錄 I：隨機號碼（續 3） 573

參考書目
英漢對照索引

圖目錄

- 圖 2-1：要求在家作功課寫作業對平常考與筆記成績的影響 31
- 圖 2-2：以多基線設計研究警告對曠課及勒索行為的效果 33
- 圖 2-3：整組縱橫研究之模式 39
- 圖 2-4：觀察一致百分率的求法 52
- 圖 3-1：AB 交互作用之情形 132
- 圖 3-2：*Durbin-Waston* 值檢定圖 189
- 圖 3-3：向量 $X' = [X_1, X_2]$ 與 $Y' = [Y_1, Y_2]$ 所夾之角 296
- 圖 3-4：典型相關及典型負荷量因徑圖 427
- 圖 3-5：典型交叉負荷量（重疊指數）因徑圖 428
- 圖 3-6：因徑分析圖 468
- 圖 3-7：台灣 359 個鄉鎮市區之社會地位對其社會之教育投資之影響
之 *LISREL* 模式 471
- 圖 3-8：以表 3-113 之資料作 *LISREL* 分析所得之模式 491
- 圖 3-9：社會地位與社會分工複雜度對個人教育投資與「社會對教育的投資」的影響因徑 500
- 圖 3-10：社會分工複雜度單獨對個人教育投資的影響因徑 501

表目錄

表 2-1：偏遠山地國小與山下的市區國小在學校環境因素的比較	21
表 2-2：德國學徒制與台灣學徒制的比較併排	36
表 2-3：問卷中對理由部分之次數分析	42
表 2-4：問卷調查用之問卷舉例	43
表 2-5：「是否贊成自學方案」之 χ^2 考驗	72
表 2-6：高雄市七所高中評估自學組與聯招組在第一、二次段考成績之差異——效應量加權與不加權之比較	75
表 3-1：民 79 年刑案嫌疑人的各教育程度百分比分佈與十五歲以上人口各教育程度分佈之比較	85
表 3-2：民 85 學年度日間部男女生各類組錄取人數表	86
表 3-3：民 85 學年度男女生各類組錄取人數之期望值	87
表 3-4：教育系學生對教育研究應以何者為主之意見調查	88
表 3-5：兩位評鑑委員對十所被評學校之等級評定	90
表 3-6：三位評鑑委員對十所被評學校之等級評定	91
表 3-7：各縣市高教率與刑案率之數據	95
表 3-8：各縣市之平均教育程度，平均職業聲望及平均每人所繳所得稅	97
表 3-9：在組間獨立之下，兩組學生批判性思考的次數	100
表 3-10：實驗組被實施批判性思考教學之前與之後所測得的批判性思考次數	101
表 3-11：單因子變異數分析計算公式	104
表 3-12：用於組間獨立的單因子 ANOVA 之 SAS 程式檔	106

- 表 3-13：用於組間獨立的單因子 ANOVA 之變異數分析表 107
- 表 3-14：用於重複量數的單因子變異數分析公式 107
- 表 3-15：實驗組被實施批判性思考教學之前與之後所測得的批判性思考次數 109
- 表 3-16：用於組間不獨立的單因子 F 考驗之 SAS 程式檔 110
- 表 3-17：用於組間不獨立的單因子 F 考驗之變異數分析表 110
- 表 3-18：不同的社經背景與性別的國小三年級學生之成就動機分數 111
- 表 3-19：用於組間獨立的二因子變異數分析計算公式 112
- 表 3-20：用於組間獨立的二因子 F 考驗 SAS 程式檔 116
- 表 3-21：「雙因子用於組間獨立的 F 考驗」之分析結果電腦報表 117
- 表 3-22：不同性別的國小三年級學生接受訓練後成就動機改變的情形 120
- 表 3-23：用於重複量數的二因子變異數分析計算公式 122
- 表 3-24：用 SAS 分析「用於重複量數的二因子變異數分析」之程式檔 123
- 表 3-25：用於重複量數的二因子變異數分析計算值 124
- 表 3-26：不同性別、不同社經階層，不同區域的三年級小學生之成就動機分數 125
- 表 3-27：用於獨立樣本的三因子變異數分析計算公式 129
- 表 3-28：用於組間獨立的三因子變異數分析計算值 130
- 表 3-29：「用於組間獨立的三因子變異數分析」之程式檔 131
- 表 3-30：用 Scheffe 的方法對三個自變項實施事後比較考驗 133
- 表 3-31：性別、社經階層不同的國小三年級學生接受訓練期間，成就動機改變的情形 134
- 表 3-32：用於重複量數的三因子變異數分析計算公式 136
- 表 3-33：用於重複量數的三因子變異數分析計算值 140

表 3-34 : 「用於重複量數的三因子變異數分析」之程式檔	141
表 3-35 : 不同社經背景的國小三年級學生，接受訓練課程前後與期間在成就動機與學業成績變動的情形	142
表 3-36 : 用於重複量數三因子變異數分析計算公式	144
表 3-37 : 用於重複量數三因子變異數分析計算值	149
表 3-38 : 「用於重複量數三因子變異數分析」之程式檔	150
表 3-39 : 三組被試生物課成績與 IQ 分數	152
表 3-40 : 單因子組間獨立的共變異數分析表	154
表 3-41 : 用於組間獨立之單因子共變異數分析之計算值	155
表 3-42 : 組間獨立之單因子共變異數分析之 SAS 程式檔	156
表 3-43 : 三組理化成績之前後測	159
表 3-44 : 組間獨立二因子共變異數分析摘要表	164
表 3-45 : 組間獨立二因子共變異數分析程式檔	164
表 3-46 : 以 SAS 做二元迴歸分析的程式檔	175
表 3-47 : 二元迴歸分析之結果	176
表 3-48 : 台灣地區平均所得稅與核心家庭對刑案率影響之迴歸分析摘要表	180
表 3-49 : 使用 SAS 之 IML 計算二元迴歸分析過程之程式檔	181
表 3-50 : 各變項對 GNP 的迴歸分析	187
表 3-51 : 對國小學生數預測之比較	198
表 3-52 : 對高中、高職及五專新生人數預測之比較	198
表 3-53 : 對人口預測之比較	199
表 3-54 : 我國特殊教育學校數之時間數列分析之 SAS/ETS 程式檔	204
表 3-55 : 對我國特殊教育學校數之時間數列之模式辨識	207
表 3-56 : 對特教校數時間數列之自我相關函數求法舉例	213
表 3-57 : 用 SAS/IML 計算偏自我相關函數之程式檔	215
表 3-58 : 用 SAS/IML 計算偏自我相關函數之結果檔	216

- 表 3-59：實際自我相關函數與 r_t^* 之理論自我相關函數 226
- 表 3-60：季節性 ARIMA 所使用符號與連續性 ARIMA 所使用者之差異 245
- 表 3-61：1950 到 1984 年台灣人口資料以 $d = 1$ ， $\phi_1 = 0.9893$ ， $\phi_1 = -0.2887$ 所做之預測值 251
- 表 3-62：從白化後的瓦斯爐進氣量及廢氣中二氧化碳濃度之時間數列所估計出來的交叉相關函數及衝擊反應函數 259
- 表 3-63：高職教師預測模式之比較 266
- 表 3-64：以轉換函數模式預測高職教師數之 SAS/ETS 程式檔 267
- 表 3-65：以轉換函數模式預測高職教師數之結果檔 268
- 表 3-66：以轉換函數模式預測高職教師數之衝擊反應函數 289
- 表 3-67：以轉換函數模式預測高職教師數五年後預測誤差之檢討 293
- 表 3-68：用 SAS/IML 對三組樣本作區別分析之程式檔 318
- 表 3-69：用 SAS/IML 對三組樣本作區別分析之結果報表 319
- 表 3-70：用 SAS/IML 之 DISCRIM 作區別分析之程式檔 324
- 表 3-71：用 SAS/IML 之 DISCRIM 作區別分析之結果報表 324
- 表 3-72：單因子多變量變異數分析表 337
- 表 3-73： Λ 值轉換成 F 值及其自由度之公式 339
- 表 3-74：用 SAS 執行單因子多變量變異數分析之程式檔 340
- 表 3-75：用 SAS 執行單因子多變量變異數分析之結果檔 340
- 表 3-76：以 SAS/IML 演算單因子多變量變異數分析之程式檔 344
- 表 3-77：以 SAS/IML 演算單因子多變量變異數分析之結果檔 344
- 表 3-78：二因子多變量變異數分析之實驗設計及其觀察值 348
- 表 3-79：二因子多變量變異數分析之計算公式 350
- 表 3-80： Λ 值轉換成 F 值之公式 351
- 表 3-81： Λ 值轉換成 x^2 值之公式 351
- 表 3-82：二因子多變量變異數分析用 SAS/IML 逐步演算之程式檔