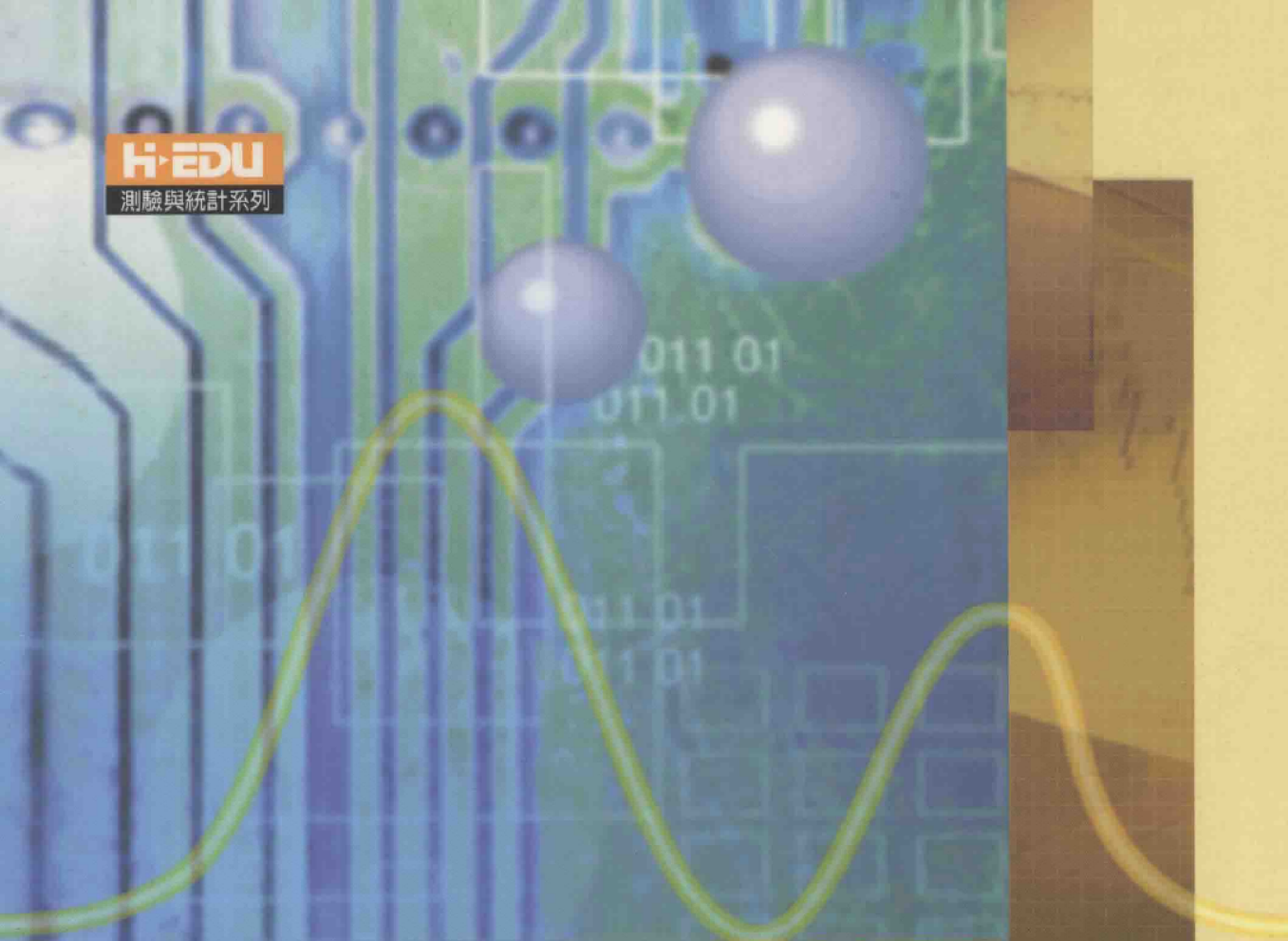


H·EDU

測驗與統計系列

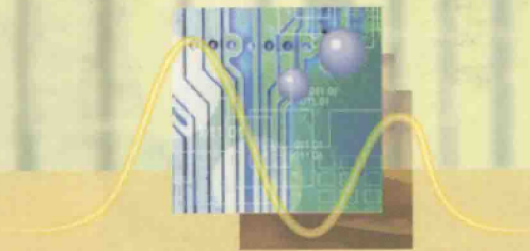
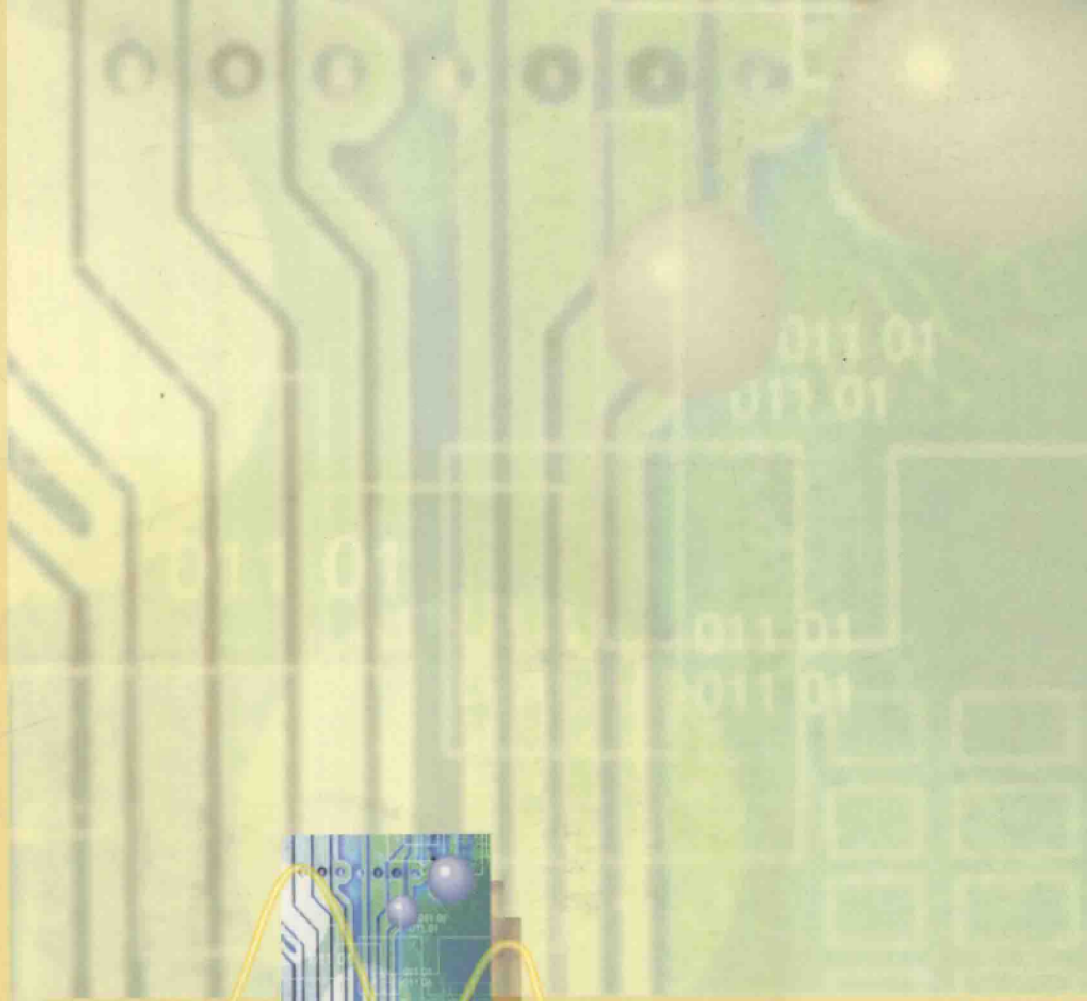


潛在變項模式 SIMPLIS的應用

Latent Variable Models
The Application of SIMPLIS

余民寧◎著

(本書附贈範例舉隅光碟)



高等教育出版
www.edubook.com.tw

ISBN 957-814-687-6



9 789578 146877



54MFA00201

潛在變項模式

SIMPLIS 的應用

Latent Variable
Models:
The Application of
SIMPLIS

余民寧 著

高等教育出版

國家圖書館出版品預行編目資料

潛在變項模式：SIMPLIS 的應用 = Latent variable models: the application of
SIMPLIS / 余民寧著. -- 初版. -- 臺北市：

高等教育, 2006 [民 95]

面：公分

含參考書目：面

含索引

ISBN 957-814-687-6 (平裝)

1. 多變量分析 2. 統計 — 電腦程式

511.2

94025436

潛在變項模式：SIMPLIS 的應用

Latent Variable Models: The Application of SIMPLIS

作 者	余民寧
出 版	高等教育文化事業有限公司
地 址	台北市 100 館前路 12 號 10 樓
電 話	(02)2388-5899
傳 真	(02)2389-2500
郵 撥	18814763 高等教育文化事業有限公司
登 記 證	局版北市業字第 390 號

總 經 銷 知識達股份有限公司
傳 真 (02)2312-2288

出版日期 2006 年 2 月初版

定 價 680 元

ISBN 957-814-687-6

網址: www.edubook.com.tw

本書之文字、圖形、設計均係著作權所有，若有抄襲、模仿、冒用情事，依法追究。
如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回本公司調換。

筆者於1987年秋天到美國伊利諾大學（香檳校區）就讀博士班，隔年春天即接觸到「線性結構關係模式」（即 LISREL）課程，那時，剛好是 Hayduck（1987）的新作剛出版不久，授課教授 James Wardrop 就是採用該書作為本課程的教科書。當時，伴隨學習的電腦軟體程式是 LISREL 6.0 版（1986），是掛在大電腦版的 SPSSX 程式中，作為其中的一個子模組。該 LISREL 程式語法是 DOS 作業系統下的語法，使用者必須記住許多指令或查詢使用手冊，才能順利使用，以我們目前的眼光來看，它可以說是一種不具「親和性」的電腦軟體程式，與當時的統計套裝軟體程式 SPSS/PC 版一樣，實在看不出它有任何的發展潛力。直到個人電腦的 WINDOWS 作業系統誕生，LISREL 的 SIMPLIS 語法版出現為止，這種看法才完全改觀。

曾幾何時，LISREL 鹹魚翻身了，雖然代之而起的名稱為「SEM」（structural equation modeling），但其發展緣由是其來有自的。筆者於1991年畢業時，剛好遇到美國國防部釋放出網際網路（internet）通訊系統，隨後幾年，微軟公司的 WINDOWS 作業系統誕生並取得主導作業系統市場的地位，同時，全球資訊網（World Wide Web, WWW）的誕生亦逐漸取得網際網路的主流地位，才使得於1993年改版後的 LISREL 8.0 版（此版起增加 SIMPLIS 和 PRELIS 語法）開始逐漸受到學術界的重視。之後，國際間成立了 SEM 專屬學術期刊（1994 年）、各國學術社群陸續成立、相關的研討會亦接踵舉辦、各種專書及學術論文亦大量出版，透過網際網路、電子郵件、媒體的傳播，於是炒熱了 SEM 的議題，SEM 儼然已經成為當前應用統計學方法的主流。台灣亦在2004年成立「統計方法學學會」，正式成為全球推廣應用 SEM 方法學的學術團體之一。

由於課程安排的緣故，筆者首度於政治大學教育研究所任教博碩士班合開的「潛在變項模式」（Latent Variable Models）課程，是始於1999年春天，離我初學 LISREL 方法時，已經間隔11年。這11年裡，正是 SEM 大力進展的年代。雖然經過幾年的研究、教學與自修閱讀經驗，筆者深深覺察到，也是筆者上課前對選課學生的期許和建議：要學好 LVM，是不容易，但不是不可能，最好能夠愈早具備下列基礎愈好：

1. 學習動機和毅力。
2. 基礎統計學（如：心理與教育統計學）。

- 3.操作 SPSS 統計套裝程式的技術與經驗。
- 4.線性代數（含：矩陣原理）。
- 5.多變量統計學（至少包含：迴歸分析、路徑分析與因素分析等專題）。

如果讀者只具備上述前三項基礎，則大概最多只能習得LVM的皮毛（只知其然，不知其所以然），若能同時具備後二項基礎，則可以習得LVM的精髓（不僅能知其然，又能知其所以然）。因此，學習SEM的效果良好與否，全與讀者本身的背景條件有關。條件愈豐富，則學習成效愈好；反之，則否，不如先把背景知識補足之後，再來學習也不遲。能夠循序漸進，反而才是學習好統計學方法的不二法門，而欲學習好SEM，更是需要如此。

就如筆者於第一章第四節所比擬者：「凡是量化研究中需要使用到一般線性模式者，吾道皆可以SEM一以貫之！」這股SEM的發展勢力，已經逐漸凌駕到一般線性模式之上，甚至有完全取而代之之勢。凡是計量方法學的擁護者和研究者，皆值得花時間去瞭解什麼是SEM或LVM，才能夠在這股方法學演進的洪流中生存下去，不致遭到被淘汰的命運。有鑑於SEM的發展，已經進入到另一個進階的發展里程碑，在這之前，也許該稱呼本書所指稱的SEM為傳統的、古典的或導論的SEM；未來，還有許多SEM的進階議題值得深入研究、等待被開發、被介紹出來與讀者見面。因此，本書的目的僅作為SEM或LVM方法學的導論性教科書而已，並以SIMPLIS語法作為實徵資料的範例說明，非常適合在研究所階段作為計量方法學課程的進階教科書之一，但未深入涉及SEM的進階議題。因此，筆者衷心企盼對此方法學有同好的有志之士，一起來共襄盛舉，再拓深加廣SEM的版圖，讓計量方法學得以早日統一，造福未來的學子。

本書的準備與撰寫，已經歷時多年。今天能夠順利出版，筆者要感謝高等教育出版公司的擘劃、歷屆畢業學生提供寶貴的資訊回饋、研究夥伴們的嘗試錯誤與努力不懈，以及選修此課程向隅的學生們給我壓力；同時，也要感謝政治大學教育系博士生游森期、李仁豪、謝進昌等人的仔細校稿與偵錯，真高興他們也能夠成為此SEM社群的一份子。最後，筆者更要感謝在這段寫作的日子裡，百般照顧呵護我生活起居與身體健康的內子——沈恂如，沒有她的鼓勵、支持與費心持家，不知道本書會寫到何年何月才能夠完成、才能夠順利出版？真謝謝您們！幫我成就一本著作！

若本書有任何疏漏、錯誤或校稿不確實的地方，責任該全部由筆者來負責，筆者由衷祈求學界先進們，能夠不吝指教！

余 民 寧 謹識

2006 年 1 月 1 日於政大志希樓研究室

目
錄

contents

> > >

> > 第一章 導論

- 第一節 發展簡史 3
- 第二節 基本符號與定義 7
- 第三節 相關研究資訊 13
- 第四節 為什麼要學習潛在變項模式? 24
- 第五節 本書結構與導讀 27

第一篇 理論篇

> > 第二章 背景知識

- 第一節 相關分析 33
- 第二節 迴歸分析 39
- 第三節 路徑分析 44
- 第四節 因素分析 49

> > 第三章 潛在變項模式簡介

- 第一節 學習步驟 55
- 第二節 測量模式 57
- 第三節 結構模式 64
- 第四節 因果模型圖 67

> > 第四章 潛在變項模式建構

- 第一節 模式敘列 73
- 第二節 模式辨識 83
- 第三節 參數估計 87
- 第四節 適配度檢定 94
- 第五節 模式修正 96
- 第六節 交叉驗證 102

> > 第五章 適配度檢定

- 第一節 適配度的檢定原理 111

第二節	整體適配度指標	114
第三節	比較適配度指標	120
第四節	精簡適配度指標	124
第五節	其他適配指標	127
第六節	適配指標的判斷規準	130

>>第六章 電腦程式與路徑關係圖

第一節	電腦程式的執行程序	137
第二節	LISREL 程式指令摘要	140
第三節	SIMPLIS 程式指令摘要	151
第四節	路徑關係圖	163
第五節	基本模型圖及範例程式	168

>>第七章 相關研究議題

第一節	一些衍生的問題	185
第二節	多群組樣本分析	196
第三節	交互作用模式分析	200
第四節	潛在成長曲線模式分析	209
第五節	多層次結構方程式模型	212

第二篇 基礎實作篇

>>第八章 程式與範例舉隅一：迴歸模式分析

第一節	研究問題	225
第二節	模式建立	226
第三節	實徵資料分析	227
第四節	結果解釋	230

>>第九章 程式與範例舉隅二：路徑分析

第一節	研究問題	237
第二節	模式建立	238

第三節 實徵資料分析 239

第四節 結果解釋 246

>>第十章 程式與範例舉隅三：測量模式分析

第一節 研究問題 255

第二節 模式建立 256

第三節 實徵資料分析 257

第四節 結果解釋 262

>>第十一章 程式與範例舉隅四：驗證性因素分析

第一節 研究問題 271

第二節 模式建立 273

第三節 實徵資料分析 274

第四節 結果解釋 284

>>第十二章 程式與範例舉隅五：不可逆式結構模式分析

第一節 研究問題 293

第二節 模式建立 294

第三節 實徵資料分析 296

第四節 結果解釋 310

>>第十三章 程式與範例舉隅六：可逆式結構模式分析

第一節 研究問題 319

第二節 模式建立 320

第三節 實徵資料分析 321

第四節 結果解釋 331

>>第十四章 程式與範例舉隅七：次序變項的結構模式分析

第一節 研究問題 340

第二節 模式建立 342

第三節 實徵資料分析 343

第四節	結果解釋	351
-----	------	-----

第三篇 進階應用篇

>>第十五章	程式與範例舉隅八：多群組樣本測量模式分析	
第一節	研究問題	359
第二節	模式建立	360
第三節	實徵資料分析	361
第四節	結果解釋	370
>>第十六章	程式與範例舉隅九：多群組樣本結構模式分析	
第一節	研究問題	380
第二節	模式建立	381
第三節	實徵資料分析	384
第四節	結果解釋	416
>>第十七章	程式與範例舉隅十：CFA 在 MTMM 方法上的應用	
第一節	研究問題	439
第二節	模式建立	441
第三節	實徵資料分析	444
第四節	結果解釋	465
>>第十八章	程式與範例舉隅十一：交互作用效果結構模式分析	
第一節	研究問題	469
第二節	模式建立	471
第三節	實徵資料分析	473
第四節	結果解釋	486
>>第十九章	程式與範例舉隅十二：潛在成長曲線模式分析	
第一節	研究問題	491
第二節	模式建立	493

第三節	實徵資料分析	495
第四節	結果解釋	511
>> 第二十章	程式與範例舉隅十三：多層次結構模式分析	
第一節	研究問題	527
第二節	模式建立	529
第三節	實徵資料分析	530
第四節	結果解釋	535
參考書目	537	
名詞索引	561	

>>第一章 導 論

- 表 1-1 希臘字母對照表 8
- 表 1-2 一個完整的 LISREL 模型所輸出之八大參數矩陣 10
- 表 1-3 SEM 電腦程式一覽表 22

第一篇 理論篇

>>第二章 背景知識

- 表 2-1 各種相關係數 35
- 表 2-2 三個變項之間的相關係數矩陣 42
- 圖 2-1 由三個變項所構成的四種可能路徑模式 46
- 圖 2-2 時間管理對學業成就的假想因果關係（路徑）模式圖 47
- 表 2-3 經校正萎縮後的五個變項之間的相關係數矩陣 47
- 圖 2-3 驗證後的時間管理對學業成就的因果關係（路徑）
模式圖 48

>>第三章 潛在變項模式簡介

- 圖 3-1 五種測量模式的路徑關係圖 60
- 圖 3-2 完整與局部測量下的測量模式路徑關係圖 62
- 圖 3-3 四種結構模式的路徑關係圖 65
- 圖 3-4 結構模式的路徑關係圖 67
- 表 3-1 常用的 SEM 矩陣符號及其說明 69
- 表 3-2 常用的 SEM 圖示符號及其說明 69
- 圖 3-5 完整的結構方程式模型路徑關係圖 70

>>第四章 潛在變項模式建構

- 圖 4-1 結構模式的概念化說明流程圖 75
- 圖 4-2 測量模式的概念化說明流程圖 77
- 圖 4-3 完整的結構方程式模型路徑關係圖範本 80
- 表 4-1 根據圖 4-3 所撰寫成的 SIMPLIS 語法範例 82

表 4-2	將路徑關係圖轉換成 LISREL 程式指令的數學方程式規則	83
表 4-3	SEM 或 LVM 模式中可能採取的模式修正方向	98
表 4-4	模式的敘列搜尋指引	99
表 4-5	交叉驗證的各種類型	103
表 4-6	交叉驗證的 SIMPLIS 語法範例	108

>> 第五章 適配度檢定

表 5-1	LISREL 程式中的各種適配指標範例	113
表 5-2	LISREL 程式適配指標之使用的建議判斷標準	133

>> 第六章 電腦程式與路徑關係圖

表 6-1	LISREL 語法中各矩陣格式預設值對照表	147
表 6-2	LISREL8-SIMPLIS 程式繪製路徑關係圖的各種功能鍵	165
圖 6-1	B 鍵的基本模式路徑關係圖	166
圖 6-2	S 鍵的結構方程式模型路徑關係圖	166
圖 6-3	X 鍵的 X 變項測量模式路徑關係圖	167
圖 6-4	Y 鍵的 Y 變項測量模式路徑關係圖	167
圖 6-5	R 鍵的誤差項共變數路徑關係圖	168
圖 6-6	多元迴歸模型	168
圖 6-7	不可逆式路徑分析模型	169
圖 6-8	可逆式路徑分析模型	170
圖 6-9	單一因素測量模型 (X 自變項部分)	171
圖 6-10	單一因素測量模型 (Y 依變項部分)	172
圖 6-11	二階因素測量模型	173
圖 6-12	多向度因素測量模型 (有關聯的因素)	174
圖 6-13	簡單多特質多方法測量模型	175
圖 6-14	簡單的結構模型	177
圖 6-15	可逆效果的結構模型 (有關聯的殘差)	178
圖 6-16	不可逆效果的結構模型 (有關聯的殘差)	178
圖 6-17	完整的結構方程式模型 (含測量模式與結構模式)	179
圖 6-18	交叉驗證模型 (以驗證性因素分析為例)	180

>>第七章 相關研究議題

表 7-1 四種模式檢定的情形	191
-----------------	-----

第二篇 基礎實作篇

>>第八章 程式與範例舉隅一：迴歸模式分析

表 8-1 影響國內生產毛額之因素的共變數矩陣及平均數	226
圖 8-1 第八章範例的假想路徑關係圖	226
表 8-2 第八章範例的 SIMPLIS 語法檔 (ch8.spl)	227
表 8-3 第八章範例的參數估計結果檔 (ch8.OUT)	228
圖 8-2 第八章範例的適配後路徑關係圖 (ch8.PTH)	230

>>第九章 程式與範例舉隅二：路徑分析

表 9-1 時間管理對學業成就的影響之相關係數矩陣	238
圖 9-1 第九章範例的假想路徑關係圖	239
表 9-2 第九章範例的 SIMPLIS 語法檔 (ch9.spl)	239
表 9-3 第九章範例的參數估計結果檔 (ch9.OUT)	240
圖 9-2 第九章範例的適配後路徑關係圖 (ch9.PTH)	246
表 9-4 第九章範例中各變項間的總影響效果	252

>>第十章 程式與範例舉隅三：測量模式分析

表 10-1 能力與抱負測量之間的相關係數矩陣	256
圖 10-1 第十章範例的假想路徑關係圖	256
表 10-2 第十章範例的 SIMPLIS 語法檔 (ch10.spl)	257
表 10-3 第十章範例的參數估計結果檔 (ch10.OUT)	258
圖 10-2 第十章範例的適配後路徑關係圖 (ch10.PTH)	262

>>第十一章 程式與範例舉隅四：驗證性因素分析

表 11-1 九個心理測驗的相關係數矩陣	272
圖 11-1 九個心理測驗的驗證性因素分析假想路徑關係圖 (A)	273

圖 11-2	九個心理測驗的第二階驗證性因素分析假想路徑關係圖 (B)	274
表 11-2	第十一章範例 (A) 的 SIMPLIS 語法檔 (ch11-A.spl)	275
表 11-2-1	修改過的第十一章範例 (A) 的 SIMPLIS 語法檔 (ch11-A1.spl)	276
表 11-3	第十一章範例 (A) 適配後的參數估計結果檔 (ch11-A1.OUT)	277
圖 11-3	第十一章範例 (A) 的適配後路徑關係圖 (ch11-A1.PTH)	282
表 11-4	第十一章範例 (B) 的 SIMPLIS 語法檔 (ch11-B.spl)	282
表 11-5	第十一章範例 (B) 適配後的參數估計結果檔 (ch11-B.OUT)	283
圖 11-4	第十一章範例 (B) 的適配後路徑關係圖 (ch11-B.PTH)	284

>>第十二章 程式與範例舉隅五：不可逆式結構模式分析

表 12-1	工作表現與滿足感之間的相關係數矩陣、平均數與標準差	294
圖 12-1	第十二章範例的假想路徑關係圖 (A)	295
圖 12-2	第十二章範例的假想路徑關係圖 (B)	295
表 12-2	第十二章範例 (A) 的 SIMPLIS 語法檔 (ch12-A.spl)	296
表 12-3	第十二章範例 (A) 的參數估計結果檔 (ch12-A.OUT)	297
圖 12-3	第十二章範例 (A) 的適配後路徑關係圖 (ch12-A.PTH)	303
表 12-4	第十二章範例 (B) 的 SIMPLIS 語法檔 (ch12-B.spl)	303
表 12-5	第十二章範例 (B) 的參數估計結果檔 (ch12-B.OUT)	304
圖 12-4	第十二章範例 (B) 的適配後路徑關係圖 (ch12-B.PTH)	310

>>第十三章 程式與範例舉隅六：可逆式結構模式分析

表 13-1	背景與期望變項之間的相關係數矩陣與標準差	320
--------	----------------------	-----

圖 13-1	第十三章範例的假想路徑關係圖	321
表 13-2	第十三章範例的原始 SIMPLIS 語法檔 (ch13.spl)	322
表 13-3	第十三章範例的最後修正 SIMPLIS 語法檔 (ch13-C.spl)	323
表 13-4	第十三章範例修正後的參數估計結果檔 (ch13-C.OUT)	324
圖 13-2	第十三章範例的適配後路徑關係圖 (ch13-C.PTH)	330

>>第十四章 程式與範例舉隅七：次序變項的結構模式分析

表 14-1	計算多分差相關係數矩陣的 PRELIS 程式語法	341
表 14-2	積差相關係數、多分差相關係數及漸進共變數矩陣	342
圖 14-1	使用次序變項之驗證性因素分析的假想路徑關係圖	342
表 14-3	第十四章範例 (A) 的 SIMPLIS 語法檔 (ch14-A.spl)	343
表 14-4	第十四章範例 (B) 的 SIMPLIS 語法檔 (ch14-B.spl)	344
表 14-5	第十四章範例 (A) 適配後的參數估計結果檔 (ch14-A.OUT)	344
表 14-6	第十四章範例 (B) 適配後的參數估計結果檔 (ch14-B.OUT)	348
圖 14-2	第十四章範例 (A) 的適配後路徑關係圖 (ch14-A.PTH)	351
圖 14-3	第十四章範例 (B) 的適配後路徑關係圖 (ch14-B.PTH)	352

第三篇 進階應用篇

>>第十五章 程式與範例舉隅八：多群組樣本測量模式分析

表 15-1	不同群組的語文與數學性向測驗的共變數矩陣	360
圖 15-1	第十五章範例的假想路徑關係圖	361
表 15-2	第十五章範例的初始 SIMPLIS 語法檔 (ch15.spl)	361
表 15-3	第十五章範例的最後 SIMPLIS 語法檔 (ch15-C.spl)	362
表 15-4	第十五章範例的最後參數估計結果檔 (ch15-C.OUT)	363
圖 15-2	第十五章範例的適配後路徑關係圖 (ch15-C.PTH)	370