

序

管理、行銷、資訊系統，以及其他社會科學領域的研究者，愈來愈投入於更好地理解組織或行為因素交織而成的複雜關係「黑箱」。偏最小平方結構方程模式（PLS-SEM）是一個簡便的工具，其協助研究者針對前述複雜的交互關係進行估計，即便它們常常涉及到相當多的構念與指標，以及之間的直接、間接或調節關係。然而，最近的研究更多關注於對中介以及調節變項等的理解。舉例來說，研究者對於探索不同個人、組織或環境次群組在結構關係的可能差異。要處理這樣的議題，研究者會需要評估資料中的可觀測與無法觀測異質性。同樣地，研究者也瞭解到效果的值不會是永遠一致的，而是會有增或減，故研究者必須探討到非線性關係模式的可能性。

而這些愈趨複雜的模式需求，也凸顯了進階分析方法的重要性，舉例來說，PLS-SEM 中的重要進階發展包含了：

- 進行模式設定之實證性檢驗的驗證性四分差分析（Gudergan, Ringle, Wende, & Will, 2008），
- 檢驗區別效度的異質—同質相關比（Henseler, Ringle, & Sarstedt, 2015），
- 用來辨識與處理無法觀測異質性的預測取向分群分析（Becker, Rai, Ringle, & Völckner, 2013），
- 不同之多群組分析方法（Sarstedt, Henseler, & Ringle, 2011），
- 綜合模式方法的測量不變性檢定（Henseler, Ringle, & Sarstedt, 2016）。

上述許多方法，例如無法觀測異質性之處理、多群組比較、不變性以及驗證性四分差分析，已可見於以共變數為基礎之 SEM（CB-SEM），但直到最近才有方法學學者將它們引入 PLS-SEM 中。而重要

性—表現圖分析以及連續性調節變項分析則是只見於 PLS-SEM。

具備前述 PLS-SEM 相關進階方法的掌握能力是極有益處的，因為它們可協助研究者評估 PLS-SEM 估計，且愈來愈被期刊編輯或審稿者所要求。然而，這些方法仍需要研究者對其複雜性及使用時機的完整理解，才能正確而有意義地運用在不同研究情境的資料分析中。

隨著方法的進展，愈來愈多有關不同 SEM 方法優缺的爭議亦不斷，這樣的辯論有益於學者間建設性的討論，以及方法學的不斷推展與改進。然而，學術社群最近有些關於 PLS-SEM 略為主觀的討論。Antonakis、Bendahan、Jacquart 與 Lalive (2010, p. 1103) 批評：「不管怎樣的情況都實在無須使用 PLS，並應促動研究者停止使用這個方法」，還有其他作者認為 PLS-SEM 「很難去論述其正當性」(Rönkkö & Evermann, 2013, p. 443)。先拋開這些意不在對話的論調以及相關陳述，他們也凸顯了有關 PLS-SEM 的批評都常常是提供錯誤的或缺乏完整論述的理由，來排擠研究者對 PLS-SEM 的使用 (Rigdon, 2016)。這些誤解來自於對該方法的基本原理，特別是測量哲學部分的理解 (例如，Rigdon, 2012; Sarstedt, Hair, Ringle, Thiele, & Gudergan, 2016)。「從透過多個指標間接觀察之潛在變項所組成的路徑模式來看，PLS 與 ML-LISREL 對其他 SEM 方法來說，應被視為一種補充而非競爭的方法。PLS 與 LISREL 的主要差異在其潛在變項個別觀察值的明確估計」(Wold, 1982, p. 5)。更具體地說，PLS 是一個以綜合模式為基礎的 SEM 方法，其透過指標的線性組合來形成綜合變項 (Lohmöller, 1989)，並作為研究者觀察之概念的替代項 (Rigdon, 2016)。此法不同於共同因素為基礎的 CB-SEM，其將構念視為可解釋指標項共變數的共同因素。雖然這個差異很早就被提及 (例如，Jöreskog & Wold, 1982; Schneeweiß, 1991)，但最近才有研究開始討論到其對 PLS-SEM 使用之意涵 (Rigdon, 2012; Sarstedt, Hair, Ringle, Thiele, & Gudergan, 2016; Hair, Hult, Ringle, Sarstedt, & Thiele, in press)。同一時間，最近一些研

究也開始提出不同的方法用來校正 PLS-SEM 共同因素模式的估計結果，使其趨於與 CB-SEM 之結果一致（例如，Bentler & Huang 2014; Dijkstra & Henseler 2015a, 2015b; Dijkstra & Schermelleh-Engel, 2014）。

作為《結構方程模式：偏最小平方法 PLS-SEM》（*Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*）第 2 版（Hair, Hult, Ringle, & Sarstedt, 2017）的延伸，我們編寫這本 PLS-SEM 進階方法的書有幾個理由。首先，PLS-SEM 方法在近年已有相當大的進展；但也因為進展快速，針對其如何實際運用，特別是易讀、使用者友善的著作付之闕如。本書之目的即在於協助研究者對這些進階方法具備良好理解以及執行的能力。第二，隨著研究問題愈趨複雜以及資料取得程度的提升，執行進階的 SEM 分析，很多時候往往只有 PLS-SEM 才能做得到。本書不僅是針對進階方法單純做介紹，更會針對其應用時機做討論。第三，對於 PLS-SEM 何時較其他 SEM 方法更適用或不適用有許多的錯誤理解需要釐清。這會造成研究結果的錯誤以及打擊研究者使用該方法與其進階方法的信心。

簡言之，本書能幫助研究者在使用進階 PLS-SEM 方法的信心以及使用的正確性。本書探討了何種研究情境下，PLS-SEM 並不是適當的 SEM 方法選項，也說明了在何種狀況下，PLS-SEM 不僅是正確的 SEM 方法，且可能是唯一可以使用的方法。最後，本書能協助研究者在撰寫研究報告以及期刊文章時，能正確地使用進階 PLS-SEM 方法以及有效地溝通其發現。透過這本書，我們強調 PLS-SEM 進階方法不該是盲目地被使用，而是需要小心配合適當的研究情境脈絡以及資料特性去選用。

基於我們多年教學經驗和推廣 PLS-SEM 至更多讀者的目標，本書的書寫方式與《結構方程模式：偏最小平方法 PLS-SEM》（再版）（Hair et al., 2017）一致。故我們減少類似這主題其他相關文章中大量出現的方程式、公式、希臘符號等的比重。我們盡量詳細地解釋這些進階方

法的基本概念與背景知識，並提供一般性的原則供研究者作為理解以及評估分析結果的依據。

另外，為了促進讀者的學習，我們整本書都採用同樣的個案研究做說明。該個案係取自一個已發表的企業聲望研究（Eberl, 2010）。我們認為這個個案對不同領域的讀者應該都很容易理解。本書使用的軟體皆為 SmartPLS 3（www.smartpls.com）。本書每一章最後都附有複習以及重要的思考問題，也針對關鍵詞做定義，協助讀者有更好的理解。最後，我們也列出建議讀本與參考書目供有興趣的讀者對特定議題自主做更深且廣的精進。

本書章節以及學習輔助資源都是依各章開頭的學習成果 / 目標來做編排，各章最後的摘要亦是。我們希望透過這樣的編排，對學生以及教師都能有的更好的理解與使用。本書網址（www.pls-sem.com）亦提供許多的學習資源協助 PLS-SEM 的學習與使用。

我們希望以此表達對許多學術同儕與學生的洞見及建議的感謝。首先，特別感謝 Sönke Albers（Kühne Logistics University）、Haya Ajjan（Elon University）、Murad Ali（King Abdulaziz University）、NecmiAvkiran（University of Queensland）、Barry J. Babin（Louisiana Tech University）、Jan-Michael Becker（University of Cologne）、Diógenes de Souza Bido（Universidade Presbiteriana Mackenzie）、Roger Calantone（Michigan State University）、Gabriel Cepeda Carrión（University of Seville）、Wynne W. Chin（University of Houston）、Alain Yee Loong Chong（University of Nottingham）、Adamantios Diamantopoulos（University of Vienna）、Theo Dijkstra（University of Groningen）、Markus Eberl（TNS Infratest）、Andreas Eggert（University of Paderborn）、Vincenzo Esposito Vinzi（ESSEC Business School）、David Garson（North Carolina State University）、Oliver Götz（Reutlingen University）、Anne Gottfried（University of Southern

Mississippi) 、Lars Grønholdt (Copenhagen Business School) 、Karl-Werner Hansmann (University of Hamburg) 、Sven Hauff (University of Hamburg) 、Jörg Henseler (University of Twente) 、Roland Holten (Goethe University Frankfurt) 、Lucas Hopkins (Florida State University) 、Geoffrey S. Hubona (R-Courseware) 、G. Tomas M. Hult (Michigan State University) 、Ida Rosnita Ismail (Universiti Kebangsaan Malaysia) 、Dave Ketchen (Auburn University) 、Hengky Latan (Diponegoro University) 、Marcel Lichters (Otto-von-Guericke-University Magdeburg) 、Anne Martensen (Copenhagen Business School) 、Annette Marie Mills (University of Canterbury) 、Arthur Money (Henley Business School) 、Erik Mooi (University of Melbourne) 、Christian Nitzl (Universität der Bundeswehr München) 、Arun Rai (Georgia State University) 、Sascha Raithel (Freie Universität Berlin) 、Thurasamy Ramayah (Universiti Sains Malaysia) 、S. Mostafa Rasoolimanesh (Universiti Sains Malaysia) 、Nicole F. Richter (University of Southern Denmark) 、Edward E. Rigdon (Georgia State University) 、James A. Robins (Vienna University of Economics and Business) 、José Luis Roldán (University of Seville) 、Alexander Rossmann (Reutlingen University) 、Phillip Samouel (University of Kingston) 、Gastón Sánchez (University of California, Berkeley) 、Rainer Schlittgen (University of Hamburg) 、Tobias Schütz (ESB Business School) 、Manfred Schwaiger (Ludwig-Maximilians-Universität München) 、Harjit Sekhon (Coventry University) 、Abdel Monim Shaltoni (Alfaisal University) 、Mac (Wen-Lung) 、Shiau (Ming Chuan University) 、Galit Shmueli (National Tsing Hua University) 、Rudolf R. Sinkovics (Alliance Manchester Business School) 、Donna Smith (Ryerson University) 、Detmar W. Straub (Georgia State University) 、Michel

Tenenhaus (HEC Paris)、Nelly Todorova (University of Canterbury)、Laura Trinchera (NEOMA Business School)、Sven Wende (SmartPLS GmbH)、以及 Anita Whiting (Clayton State University)、他們給予我們相當多有益的評論。我們也感謝以下審查委員提供的回饋：David Hemsworth (Nipissing University)、Rajesh Iyer (Bradley University)、Jay Memmott (University of South Dakota)、Brent Smith (Saint Joseph's University)、以及 James N. Smith (Nova Southeastern University)。此外，和他們也感謝 Hamburg University of Technology (TUHH) 及 Otto-von-Guericke-University Magdeburg 的博士生和研究團隊，即 Kati Barth、Katrin Engelke、Andreas Fischer、Amra Kramo-Čaluk、Frauke Kühn、Anke Lepthien、Doreen Neubert、Jana Rosenbusch、Victor Schliwa、Sandra Schubring 以及 Kai Oliver Thiele 的支持。最後，在 SAGE，我們感謝整個出版團隊，尤其是 Kelly DeRosa、Sarah J. Duffy、Leah Fargotstein 和 Yvonne McDuffee。

我們希望透過這本書，PLS-SEM 的功用以及益處得以觸及到更多更廣的研究者與實務者。最後，若您有任何有關改進本書的評論、建議或想法，請與我們聯繫，我們歡迎任何有關本書概念或內容的回饋！

*Joseph F. Hair Jr., University of South Alabama Marko Sarstedt,
Otto-von-Guericke-University Magdeburg, Germany, and University of
Newcastle, Australia*

*Christian M. Ringle, Hamburg University of Technology, Germany,
and University of Newcastle, Australia*

Siegfried P. Gudergan University of Newcastle, Australia

審定序

本書作為《結構方程模式：偏最小平方法 PLS-SEM》（*Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling*）的延伸之作，其主要特色與重要性有二。首先，PLS-SEM 方法在近年已有相當進展，對於分析社會科學中愈趨複雜的關係模式需求，也提出了不少進階的分析方法。舉例來說，本書作者介紹了 PLS-SEM 中的重要進階議題，包含了進行模式設定之實證性檢驗的驗證性四分差分析、用以檢驗區別效度的異質－同質相關比、用來辨識與處理不可觀察異質性的預測取向分群分析、用來探索不同個人、組織或環境次群組在結構關係可能差異的多群組分析方法，以及綜合模式方法的測量不變性檢定等。這些議題在相關中文書籍中付之闕如，本書除了介紹前述方法外，更探討適用 PLS-SEM 的研究情境，協助研究者能正確地選用分析策略以及正確地探討、溝通其發現。此外，本書延續了《結構方程模式：偏最小平方法 PLS-SEM》的書寫邏輯，整本書都採用同樣的個案研究作為說明範例，並以圖示的方式詳解分析步驟。章節最後的思考問題，以及建議讀本，亦有助於讀者更快地理解與掌握該方法。故本書對於希望以進階方法探究複雜社會科學中的關係情形，但又對於數學統計算法背景知識較為缺乏者，實有相當的參考價值。

康寧大學校長

吳政達 教授