

序

《統計分析入門與應用 SPSS（中文版）+ SmartPLS 4（CB-SEM+PLS-SEM）》這本著作更新內容有，1. 新增 SmartPLS CB-SEM & GSCA-SEM 內容，2. 更新 SmartPLS 回歸，Process, PLS-SEM，Reflective & Formative，中介&調節 實務操作，3. 新增調節最新分析分析指導方針，4. 更新期刊對 SEM 最新要求&常見研究分析錯誤和建議解決方式...等等最新實務操作。科學研究的核心在於持續探索人、事、物的真理，其最終目標是追求「真、善、美」。即便無法達到完全的完美，我們仍盡全力貼近事實與真相。在過去 20 多年中，我們專注於多變量分析的學習與實踐，累積了豐富的經驗，並提供一系列正確且實用的多變量分析研究論文參考範例。這些範例涵蓋量表設計、敘述性統計、相關分析、卡方檢定、平均數比較、因素分析、迴歸分析、區別分析、邏輯迴歸、單因素變異數分析、多變量變異數分析、典型相關分析、信度與效度分析、聯合分析、多元尺度分析、集群分析、回歸（Regression）模型、路徑分析（Path analysis）、Process 功能分析，以及結構方程模式（SEM）等第二代統計技術。最終，我們完成了這本著作，旨在幫助更多需要進行資料分析的讀者，特別是那些希望能夠正確報告多變量分析結果的人士。我們期望此書能成為資料分析過程中的有力助手，幫助讀者掌握核心技術並應用於實務中。

近年來，多變量統計分析慢慢地產生巨大變化，例如：SEM 的演進、以評估研究模式的適配。發展量表，CB-SEM 和 PLS-SEM 的區別，GSCA-SEM 分析，辨別模式的指定，反映性和形成性指標的發展和模式的指定，二階和高階潛在變數的使用，中介和調節變數的應用，Formative（形成性）的評估、中介因素的 5 種型態、調節效果的多種型態、測量恆等性（Measurement Invariance）、MGA 呈現的範例、被中介的調節（中介式調節）、被調節的中介（調節式中介）。作者歷經多場演講和工作坊，也參加多場講座、培訓班、研討會，很多參加者表示不清楚如何正確的提供分析結果，另外，我們審過很多投稿到期刊的論文後，發現很多論文寫得不錯，但是由於分析或報告結果不精確，而被拒稿了。《統計分析入門與應用 SPSS（中文版）+ SmartPLS 4（CB-SEM+PLS-SEM）》的完成可以幫助更多需要正確報告多變量分析的研究者，順利發表研究成果於研討會、期刊和碩博士論文。

感謝眾多讀者對於《多變量分析最佳入門實用書 SPSS + LISREL》、《統計分析 SPSS (中文版) + PLS_SEM (SmartPLS)》和《統計分析入門與應用 SPSS (中文版) + SmartPLS 3 (PLS_SEM)》第二版&第三版&第四版的厚愛，本書已經是第五版本。

《統計分析入門與應用 SPSS (中文版) + SmartPLS 4 (CB-SEM+PLS-SEM)》新增和更新的內容包括：1. 新增 SmartPLS CB-SEM 內容和實務操作，2. 新增 SmartPLS GSCA-SEM 內容和實務操作，3. 更新 SmartPLS 回歸，Process, PLS-SEM, Reflective & Formative, 中介&調節實務操作，4. 新增最新調節分析指導方針，5. 新增內生性 (Endogeneity) 實務操作，6. 新增混合方法 Mixed method 內容，7. 更新期刊對 SEM 最新要求 & 常見研究分析錯誤和建議解決方式。

本書的完成，謝謝基峰資訊的全力幫助，感謝家人的支持，老婆的幫忙，還有陳豪、袁野、王嘯群、劉暢、周夢如、石佳興、蔣善澤、王源浩、張哲綸…等的資料收集與分析，許秉瑜教授、Patrick Y.K. Chau 教授在研究上的指導與協助，李有仁教授和王存國教授在研究上的指導，鄧景宜教授、廖耕億教授、江彥逸教授、汪志堅教授、周思畏教授、梁直青教授、戴敏育教授、陳世智教授、范錚強教授、周子銓教授、陳純德教授、廖則竣教授、翁頌舜教授、王貞淑教授、劉懿德教授、虞曉芬教授、蘇新寧教授、黃偉教授、王刊良教授、左美雲教授、陳熹教授、童昱教授、朱慶華教授、楊雪教授、葉強教授、郭熙銅教授、魯耀斌教授、鄧朝華教授、王惠文教授、姚忠教授、歐陽桃花教授、裘江南教授、杜榮教授、牟健教授、李玉海教授、曹高輝教授、池毛毛副教授、孫元教授、王剛教授、顧立平崗位教授、劉位龍教授、夏火松教授、趙晶教授、朱鎮教授、王芳教授、肖雪副教授、李永紅教授、尹麗英老師、李正衛教授、葉許紅教授、徐瑀婧副教授、郭佳副教授、曹聰副教授、李一然講師、余譯青老師、朱文龍教授、曹蓉教授、崔旭教授、程慧平教授、馬寶君教授的討論與鼓勵，以及長庚大學湯明哲校長、李書行院長、詹錦宏副院長、于卓民所長的支持。

更感謝 Prof. Detmar Straub, Prof. Chris Westland, Prof. Kwok Kee Wei, Prof. Joseph F. Hair Jr., Prof. Christian Ringle, Prof. Marko Sarstedt, Prof. Wynne Chin, Prof. Jörg Henseler, Prof. Ned Kock, Prof. Han Zhang, Prof. Andrew N. K. Chen, Prof. Yulin Fang, Prof. T. Ramayah, Prof. Hiram Ting, Prof. Jason Bennett Thatcher, Prof. Yogesh Dwivedi, Prof. Viswanath Venkatesh, Prof. Andrew Burton-Jones, Prof. Sarker, Suprateek, Prof. Christy M. K. Cheung, Prof. Sia Choon Ling Prof. Jacky Cheah, Prof. Galit Shmueli, Prof. Soumya Ray, Prof. Alain Chong 和 Prof. Rico Lam 在中介和調節分析，反映性和形成性指標與模式的說明、二階和高階因果關係、多群組比較分析、進階議題、以及內生性 (Endogeneity) 和必要條件分析 (NCA) 相關議題上的協助，使得本書可以更加完善，以幫助更多辛勞的研究者。最後要感謝每一位讀者，有您們的支持，才能有更好的書出現。

長庚大學資管系教授 蕭文龍 敬上
Shiau, Wen-Lung
mac@cgu.edu.tw

本書所獲得的讚譽

Professor Shiau is widely recognized as one of Taiwan's leading scholars in structural equation modeling (SEM). With an extensive record of publications in quantitative research methodologies, he has made significant contributions to the field. In this book, he not only provides a comprehensive introduction to SPSS techniques but also integrates cutting-edge concepts and advanced methodologies using SmartPLS. The book covers a broad spectrum of topics, including the historical development of SEM, formative assessment, mediation, moderation, measurement invariance, multi-group analysis, mediated moderation, moderated mediation, and mixed methods research.

— Provost, Beijing Normal University-Hong Kong Baptist University United International College, Zhuhai, China

— Emeritus Editor of Information and Management (I&M)
Patrick Y.K. Chau

Professor Mac Shiau (Wen-Lung Shiau) is an internationally renowned expert in structural equation modeling (SEM), with a particular specialization in partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM). His extensive contributions to the field have significantly advanced both theoretical and applied research. In this book, Professor Shiau comprehensively introduces Regression, Process, CB-SEM, and PLS-SEM methodologies while exploring advanced analytical techniques, including measurement invariance assessment, multi-group analysis, mediation, moderation, and more. With a clear and structured approach, this book serves as an essential guide for understanding and applying modern statistical modeling techniques.

I strongly recommend this book to researchers and practitioners alike who seek to deepen their knowledge of statistical modeling and enhance their research capabilities. It is an invaluable resource for both academic and professional advancement.

—Prof Wei Kwok Kee, President, SIM Global Education

Prior to his current appointment, Prof Wei was the Founding Dean of the School of Continuing and Lifelong Education (SCALE) at the National University of Singapore (NUS) from 2016 to 2020. He was Dean of the College of Business from 2007 to 2012 and Head of the Department of Information Systems from 2002 to 2007 at the City University of Hong Kong (CityU). He was the Founding Head of the Department of Information Systems at NUS from 1998 to 2002.

—Prof Wei is a Fellow of the Association of Information Systems (AIS) and was President of that Association in 2003/4. He was awarded the AIS LEO Award for Lifetime Exceptional Achievement in Information Systems in 2015.

Professor Dr. Mac Shiau (Wen-Lung Shiau) demonstrates that Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) has become an indispensable and widely accepted method within the repertoire of multivariate analysis techniques used by researchers and practitioners alike. In this book, he presents a comprehensive and methodologically robust exploration of Structural Equation Modeling (SEM), integrating the latest advancements in SmartPLS 4 to enhance both accessibility and practical application. Drawing on his extensive expertise, Professor Shiau once again delivers an exceptional and pioneering textbook on SEM, providing invaluable guidance for scientists and professionals looking to incorporate Covariance-based SEM (CB-SEM) and PLS-SEM into their research and projects. At the same time, this book serves as an essential teaching resource for instructors introducing students to both CB-SEM and PLS-SEM through SmartPLS 4. With its clear presentation, methodological depth, and practical insights, this textbook is an indispensable resource for anyone involved in SEM-based research, teaching, or application.

— 德國 Hamburg University of Technology (TUHH)
Prof. Christian M. Ringle (SmartPLS 開發者之一)

量表的發展、 信度和效度

3-1 量表的發展

社會科學的研究，常常傾向於使用多個理論模型來解釋小範圍的現象或經驗，對於研究人員所感興趣的現象，常常無法直接測量，例如：情緒的好壞，期望的高低...等等，對於這些無法直接測量的現象，我們會發展一些問項，來評量這些現象的概念，這些問項的集合就可以測量出我們原本無法直接評估的現象，並且加以解釋，這些問項也是我們進行測量中所使用的工具，我們稱之為量表。在量表的發展時期，理論一直是很重要的因素，因為理論可以協助我們概念化測量的問題，藉由理論的協助，我們可以發展具有一致性的，有效的可應用的量表。

量表對於社會科學研究中從事量化研究的人員而言，是相當重要的一環，少了量表，我們就無法作到量化的效果，從事社會科學研究的人員在進行問卷調查設計時，時常會找不到想要的量表，或則是有找到類似的量表，但經過討論後，覺得並不適用，這時候，惟一的選擇，就是發展一個適合自己測量的工具 – 量表。有一些研究人員，對於發展量表視為畏途，原因是對於發展有用的測量工具 – 量表的方法不熟悉，以致於只能依賴別人所發展的量表，當然囉！發展量表的確是一件不輕鬆的事，必須經過嚴謹的處理，才能發展出一份適當的、穩定的量表，關於量表的發展，有一定的步驟可以遵循，我們列出三種量表發展的方式如下：

1. Robert F. De Vellis 所寫的《Scale Development: Theory and Application》一書，由吳齊殷所譯的中文書 p87 ~148，所提到發展量表的八大指導原則如下：

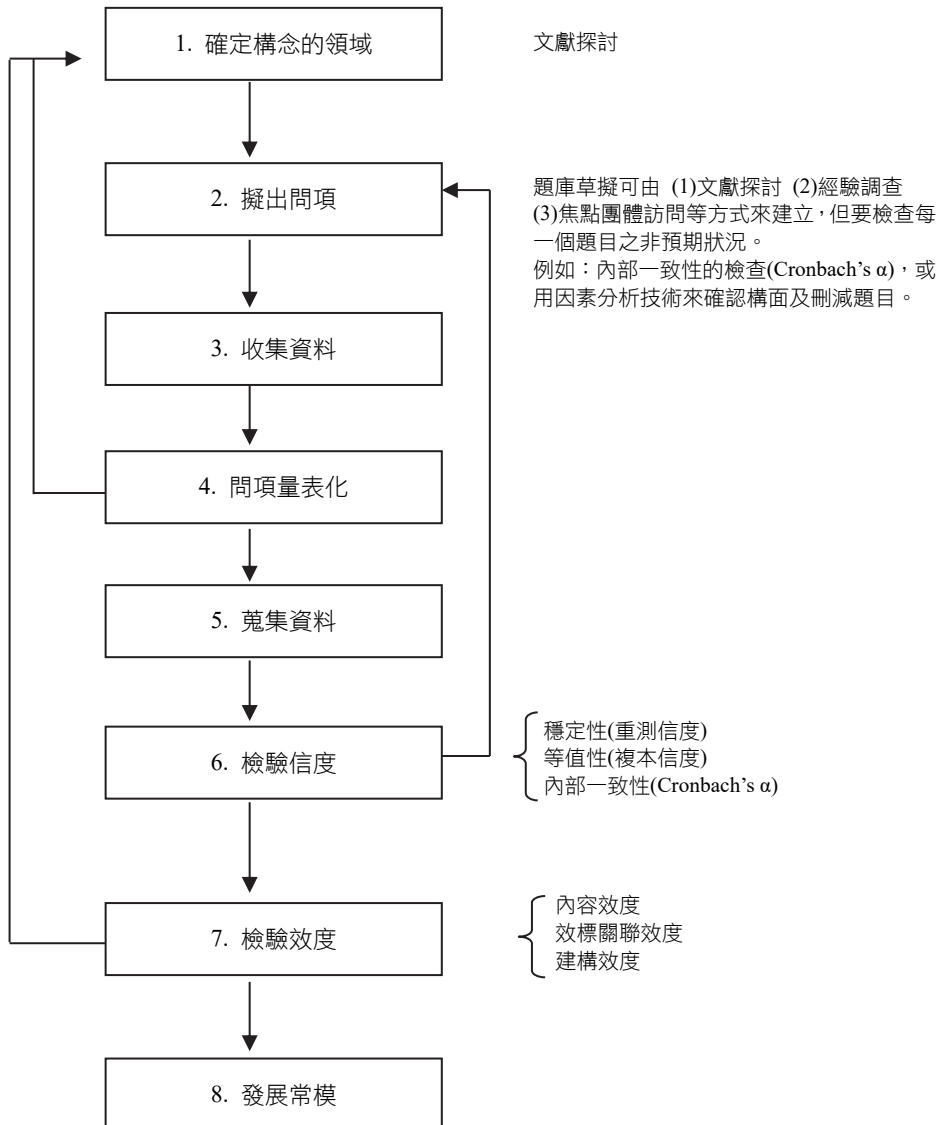
步驟 1. 清楚地界定什麼是你所想要測量的

步驟 2. 建立題庫

步驟 3. 決定測量的格式

- 步驟 4. 請專家檢視最初的問題群
- 步驟 5. 考慮加入效度評估問項
- 步驟 6. 對選定的樣本，進行問項施測
- 步驟 7. 評估問項
- 步驟 8. 選擇量表長度

2. 在張紹勳所寫的《研究方法》一書 p261，所提到量表發展的過程，也是八大步驟如下：



3. Churchill (1979)的量表發展有八大步驟，如下：

- 步驟 1. Specify the domain of the construct 確認構面的領域
- 步驟 2. generate a sample of items 建立樣本項目(問項)
- 步驟 3. collect data 收集資料
- 步驟 4. purify measures 淨化量測項目(刪除不適當的問項)
- 步驟 5. collect new data 收集新的資料
- 步驟 6. assess reliability 評估信度
- 步驟 7. assess validity 評估效度
- 步驟 8. develop norms 發展常模

(Source: Churchill Jr., G.A. 1979. "A Paradigm for Developing Better Measures of Marketing Constructs," *Marketing Research* (16:1), pp. 64-73.)

量表的發展在近 10 年來有相當大的變化與進展，尤其是形成性(formative)指標與模式受到各學科領域的重視(例如：行銷、企管、資管、人力資源管理、組織科學、教育...等等)，MacKenzie et al. (2005)回顧在行為和組織研究中量測模式錯誤指定的問題，特別整理發展反映性(reflective)和形成性(formative)量表的步驟如下：

(Source: MacKenzie, S.B., Podsakoff, P.M., and Jarvis, C.B. 2005. "The Problem of Measurement Model Misspecification in Behavioral and Organizational Research and Some Recommended Solutions," *Journal of Applied Psychology* (90:4), pp. 710-730.)

- 1. 清楚的定義構面領域
- 2. 評估構面概念的面向
- 3. 產生構面的量測問項
- 4. 考慮構面和量測問項的關係
- 5. 指定將被檢定的量測和結構關係
- 6. 收集資料
- 7. (A)淨化“反映性”量測與 (B)淨化“形成性”量測

(A) 淨化反映性(reflective)量測	(B) 淨化形成性(formative)量測
估計 Confirmatory Factory analysis (CFA) 驗證性因素分析模式	估計 Confirmatory Factory analysis (CFA) 驗證性因素分析模式
評估適配度(GOF; goodness of fit) (例如：GIF、CFI、SRMR)	評估適配度(GOF; goodness of fit) (例如：GIF、CFI、SRMR)
評估問項效度 (顯著性和因素負荷量大小)	評估問項效度 (潛在不顯著權重 weight)
評估問項信度 (item-to-total correlation, SMC, test-retest reliability)	評估問項信度 (test-retest reliability)
刪除低的信效度	刪除低的信效度
評估構面效度 (AVE; average variance explained)	評估構面效度 (與一個存在正確的準則建立相關 correlation， 量測相同構面，測試一個已知群體的效度)
評估構面信度 (Cronbach's α and latent variable reliability)	

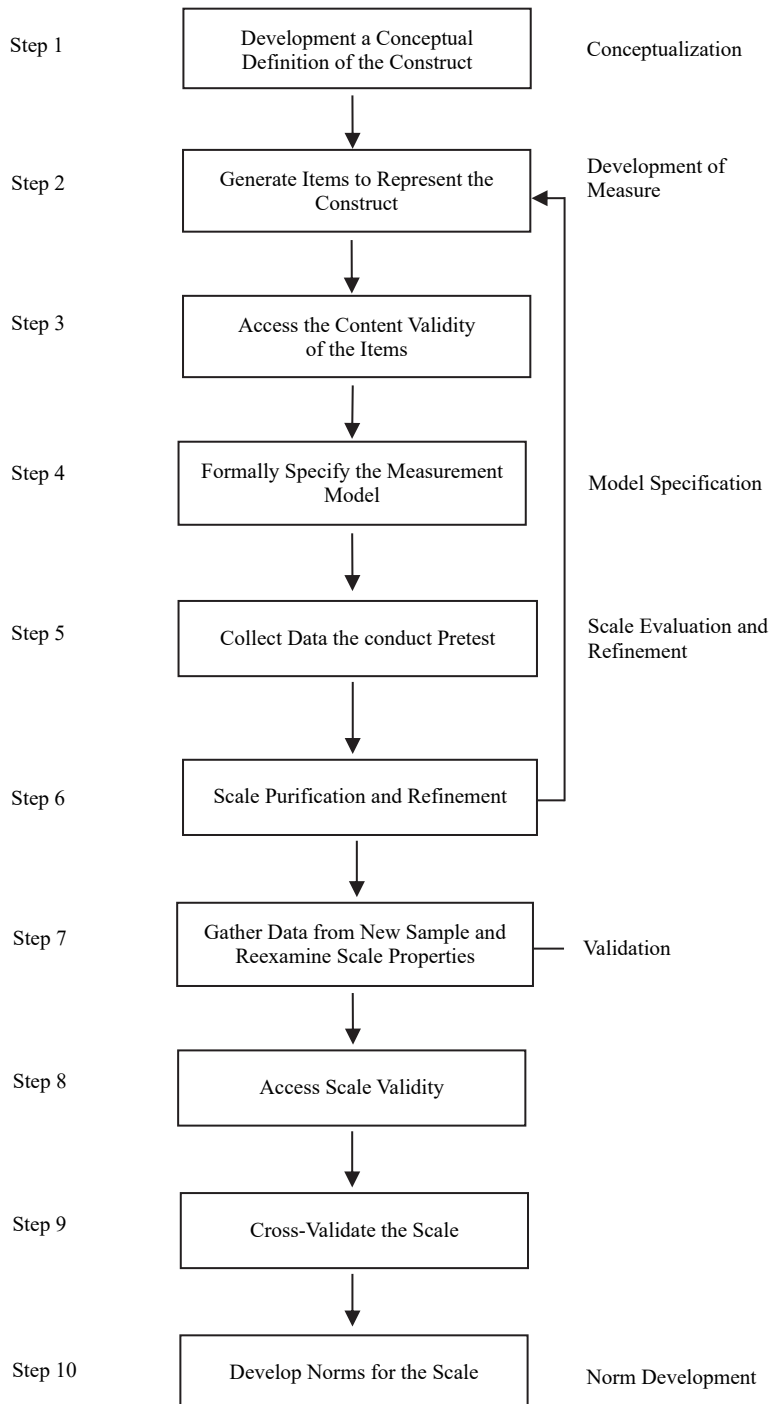
8. 評估理則學、區別效度和準則有關的效度

- 估計適當的 CFA 模式
- 評估構面的相關以建立區別效度
- 評估構面之間的關係，作為理則學上效度的證據(例如：構面之間的關係達顯著，並且實務上是重要的)

9. 使用新的樣本，交互驗證量表

在 2011 年，MacKenzie et al. (2011)發表“構面的量測和驗證步驟”於資管 Top 1 的期刊 MIS Quarterly，驗證的 10 步驟如下：

(Source: Mackenzie, S.B., Podsakoff, P.M., And Podsakoff, N.P. 2011. "Construct Measurement and Validation Procedures in MIS and Behavioral Research: Integrating New and Existing Techniques," *MIS Quarterly* (35:2), pp. 293-334.)



概念化

Step 1. 概念化

發展一個構面的概念化定義，研究者應該清楚且具體說明構面的性質，並且概念化主題，研究者需要認清“構面”概念化呈現的是什麼，也要討論構面與別的構面不同的地方。首先確認研究的焦點構面是否已經被之前的研究定義過，並且去訪談從業人員或專家，確認清楚是否在焦點的構面中有多個次構面(子維度)，構面是否有一個以上的概念化的區別或則是次構面(子維度)，假如有多個次構面(子維度)，那麼要將每個次構面(子維度)定義清楚，使每個都聚焦在相同的構面上。除了(a)次構面(子維度)的共同主題外，是否還有不同於其他維度的必要特性？(b)是否剔除了其中一個的維度就會造成構面的意義改變？假如有達成上述(a)和(b)的條件，那就是一個多重維度構面。

發展量表問卷(問項)

Step 2. 產生代表構面的問項

構面是否為單一維度或多重維度，最後都要產生能夠完整的代表其構面的目標問項，而這些問項能夠相對於構面外的內容越少越好。假如構面是多重維度，那就必須要產生每個次構面(子維度)的問項，也能夠藉此去確認各個維度在構面中的定義。另外，對於問項的用詞也應該盡可能地「簡單」和「精確」，如果有多重目地的問項，應該要被分化成兩個問項，如果不能分化的話，那麼這問項應該要被刪除。問項有含糊不清或不常見的術語應給予澄清，有複雜的問項也要簡化，才能讓問項更具體、簡潔，最後，問項的字詞也要更精煉或是要剔除明顯的偏誤。

Step 3. 評估問項內容的效度

內容效度是指問項能夠反映內容的程度。以下有兩項條件可以拿來評估內容效度：1) 各別的問題是否能夠代表其構面的內容領域，2) 這些問項合在一起是否能夠代表其構面的全部內容。

模式指定

Step 4. 正式地指定量測模式

正式指定問項、構面和次構面(子維度)之間關係的、預期的一個量測模式。要建立量測的量表和確保模式的參數是可被辨認的，是很複雜的一件事。

- 當一階的量測量表是形成性還是反映性都可設為：
 - 1) 設定在潛在構面中一個路徑並設其指標在非零值中
 - 2) 設定構面的變異為非零值(非零值通常為 1.0)
- 當二階的量測量表是形成性還是反映性都可設為：
 - 1) 設定在二階構面中一個路徑並設其次構面(子維度)在非零值中
 - 2) 設定二階構面的變異為非零值(非零值通常為 1.0)

量表評估與精緻化

Step 5. 收集資料以實施前測

一旦量測模式被確定後，要收集其樣本的資料去檢視“量表”的心理測驗的特性與評估其收斂、區別和理論的效度。在選擇樣本中，人口比例與樣本代表是很重要的，因為量測模式可能會跨不同領域的人；以及決定樣本的大小，在探索性因素分析當中，建議其最小的樣本數量為 100 至 500 人。評估收斂效度，選擇樣本構面的量測應該包含部分資料的聚集程度。評估區別效度，相似構面的量測是有可能被混淆。評估理論效度，構面的量測是理論與焦點構面有關。

Step 6. 量表淨化與精緻化

評估量測模式的適合度檢定，在構面層級上評估問項設定的效度，在構面層級上評估問項設定的信度，評估各個問項的信效度，消除有問題的問題。

驗證

Step 7. 從新的樣本聚集資料和重新檢測“量表”特性

為了評估量表的心理測量特性的程度，可以根據發展的樣本資料的特性和允許一個有效的統計檢驗去適配量測模式。使用新樣本，量測模式可以再次被評估，再次檢查它的適配情形，心理測量特性也可以被再次評估。

Step 8. 評估量表的效度

評估量表的效度可以從多方面著手，例如：構面的實驗性操作，已知群組的比較，評估理論部分和相關標準的效度，使用理論部分的網絡去評估多重維度構面的效度，評估區別效度

- 假如量表是焦點構面的有效的指標(問項)，評估是否要去回應量表的表現
- 評估焦點構面的問項是否是…

- 1) 是準確的呈現在構面下(藉由實驗性操作或比較已知群組在不同的構面上)
- 2) 充分的找到構面的多重維度性質
- 3) 是有別於其他構面的問項(區別效度)
- 4) 是與其他構面的量測有關，說明在構面的理論網絡(理論效度 nomological validity)

Step 9. 交叉驗證量表

假如在量表發展和淨化過程的步驟中，模式有被修改的話，此步驟就很重要。對於反映性指標，量測的評估建議是可以從發展量表的樣本中獲得，相對於評估是從驗證的樣本。

另外建議使用多群組分析去比較一系列的潛在模式的心理測量，增加相等的限制，可以對各小組去測試：

- 1) 共變異矩陣的相等
- 2) 因素構面的結構相等性(configural equivalence)
- 3) 因素負荷量的量度相等性(metric equivalence)
- 4) 問項的量尺相等性(scalar equivalence)

規範發展

Step 10. 發展量表規範(常模)

發展規範(常模)可以幫助量表分數上的解釋。

- 1) 注意樣本的大小，但是其數量是要依研究者所要研究的族群大小而定。
- 2) 要認清規範(常模)是會隨著時間而改變，所以規範(常模)要定期去更新，而規範(常模)的時間期限也要說明。

發展量表規範(常模)可以使我們擁有具有一致性的、有效的量表，以應用到社會科學的各個領域。

3-2 量表的信度和效度

量表經由實測(收集實際的資料)後，我們必須檢驗量表的信度和效度，為什麼檢驗量表的信度和效度呢？原因是因為量表本身在進行測量時會產生測量誤差，若是測量誤差大，則會有信度低，沒有效度的情形發生。

SmartPLS 4 提供許多新的計算方法，這些新方法包括：

1. CB-SEM，以共變數形式分析的結構方程模式。
2. 路徑分析(Path analysis)和 Process 功能分析，包括直接和間接影響的計算。
3. 回歸(Regression)模型。
4. 多重調節分析(例如，三向交互)。
5. 在大多數算法中考慮變量的類型資料。
6. 提供標準化、非標準化和以均值為中心的 PLS-SEM 分析。
7. 內生性(Endogeneity)評估使用高斯 copula 方法。
9. 必要條件分析(NCA)，包括顯著性檢驗。

SmartPLS 4 軟體提供許多包範例:直接在軟件中提供有許多不同的範例。因此，即使沒有自己的數據，研究者也可以直接使用 SmartPLS 4 這些新功能。執行 SmartPLS 4 時，會用到的 PLS Algorithm (PLS 演算法)，PLS Algorithm 可以得到路徑係數和 R-square 解釋力，另外 Bootstrapping 可以得到 t 值。我們可以透過報表 HTML 整理研究報告需要的分析：Factor loading、信效度：CR(門檻值標準為 0.7)、AVE(門檻標準值為 0.5) (區別效度為 AVE 值大於構面間相關係數)、Cronbach alpha(信度門檻標準值為 0.7)、研究模式的結果包含路徑係數和 R-square 解釋力。研究者使用 SmartPLS 4 軟體的正確引用如下。

Ringle, Christian M., Wende, Sven, & Becker, Jan-Michael. (2024). SmartPLS 4. Bönningstedt: SmartPLS. Retrieved from <https://www.smartpls.com>

注意：資料是我們匯入的資料，非數字資料建議是最好先刪除，提醒，中文欄位名稱容易出問題(小心)。

16-2 基本功能介紹

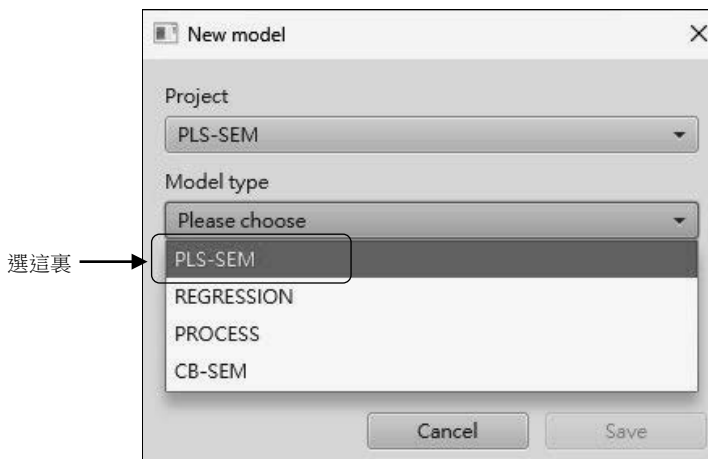
SmartPLS 4 的基本功能介紹，我們以 SmartPLS 4 提供的範例 Corporate reputation 為例，解釋學習如何操作 SmartPLS 4。

✪ 建立模式

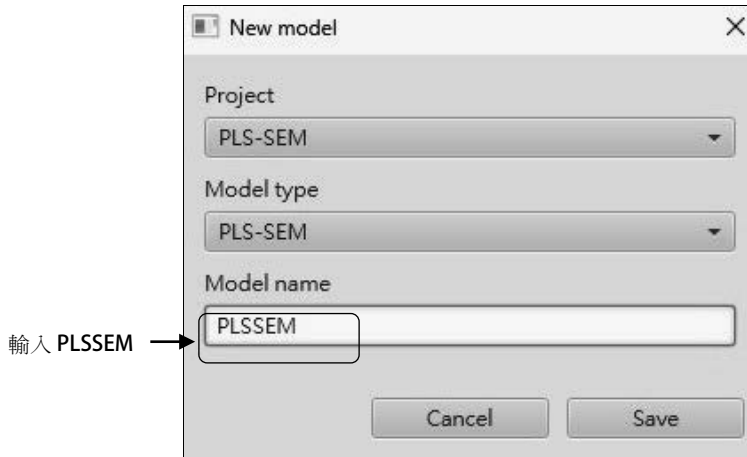
1. 按一下【Create model】。



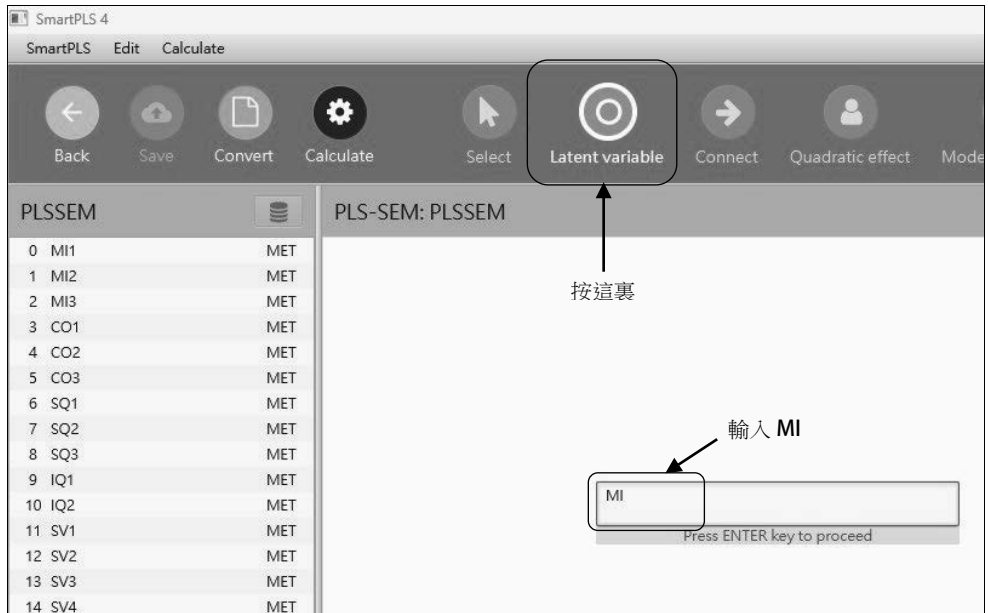
2. 選擇模式為“PLS-SEM”。



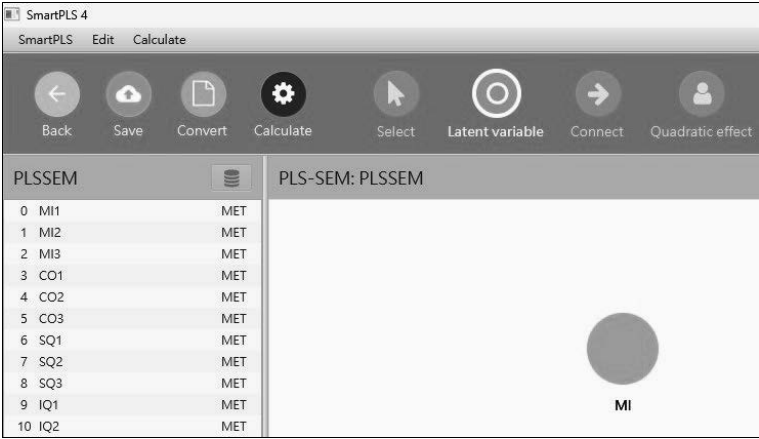
3. 命名為“PLSSEM”，點擊【Save】。



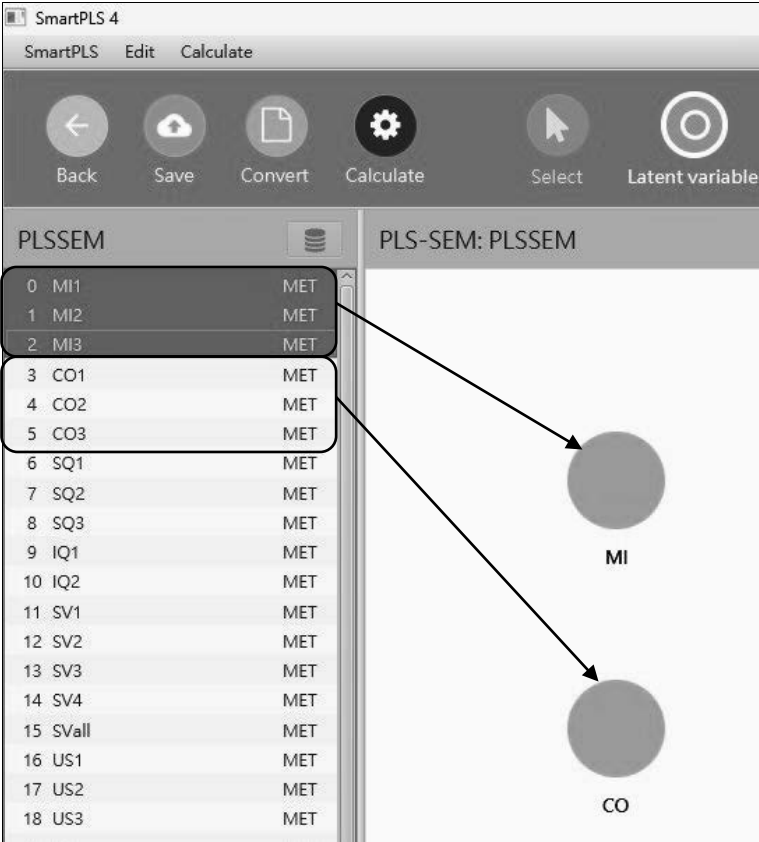
4. 點擊【Latent variable】之後，在工作區點一下，建立一個構面 MI。



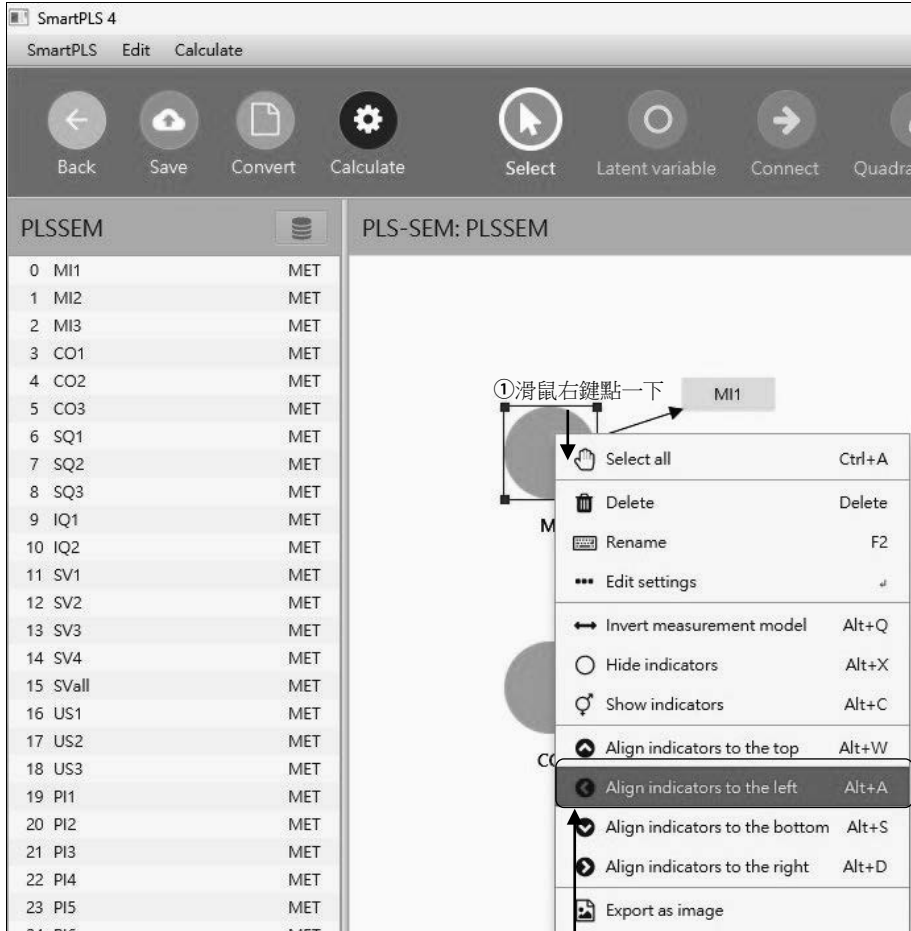
5. 將其命名為“MI”。



6. 重複上述操作，建立第二個構面 CO，並將 MI1, MI2, MI3 同時選擇，拖至右邊的 MI 構面；將 CO1, CO2, CO3 同時選擇，拖至右邊的 CO 構面。

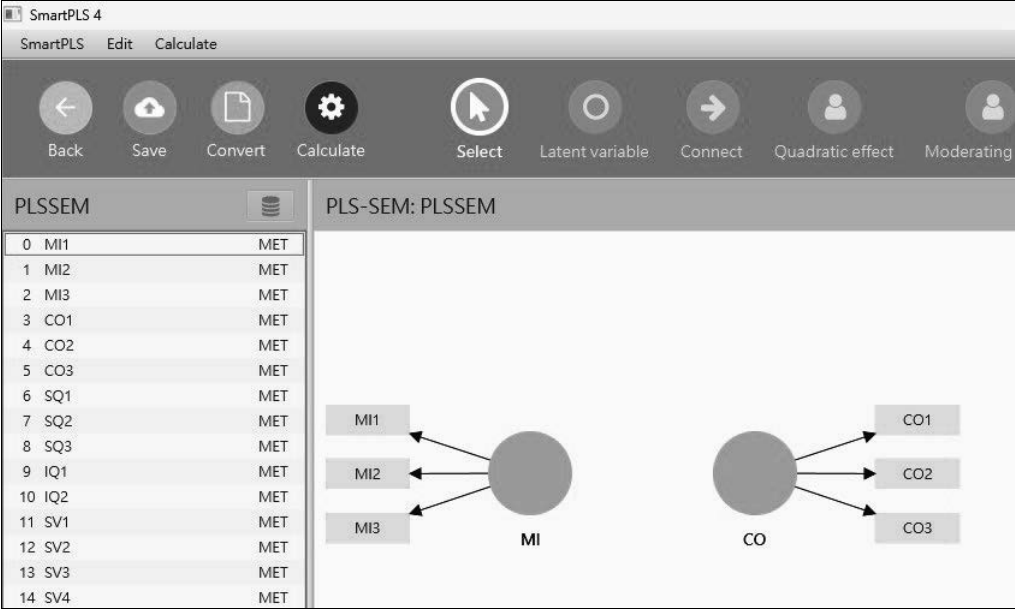


7. 用滑鼠右鍵點擊構面，選擇【Align indicators to the left】。



②按這裏

8. 完成將問項設定給構面的 MI 和 CO 後。



9. 點擊【Connect】，將 MI 拖至 CO 構面上，構面從紅色變成了藍色，代表可以執行。

