

綜合性概念指標建構之初探

張灝文^{1*}、劉哲豪²

摘要

綜合指標已逐漸被各國所應用為一種政策工具；它不但能以簡化的指標反映現況之複雜性，更能掌握潛在問題與趨勢發展。然而，綜合指標的建構並不容易，方法上的挑戰也可能產生一連串的技術問題，如果問題無法充分獲得解決，可能導致綜合指標被錯誤的解釋及操縱，因此，指標的建構與合理的使用極為重要。本文之主要目的為說明及介紹綜合指標之概念、應用以及建構之要點。本研究旨在透過有系統的方式，基於過去研究及相關理論，整理建構評估指標的方式，提供發展適當綜合指標建構方法，並有助於釐清概念與協助建構績效評估機制。本文共計為五個章節：首先，緒論將簡介綜合指標之定義與種類；第二章說明研究動機與目的；第三章闡明研究方法，介紹建構綜合指標應遵循之建議步驟；第四章說明綜合指標之發展與應用；最後一張則為結論。

關鍵字：綜合/複合指標/指數、建構方法、評估、政策工具、創新

1. 國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心 副研究員
(10636)台北市和平東路二段106號16樓 E-mail: cwchang@stpi.org.tw
2. 大同大學通識教育中心 助理教授
* 為通訊作者



壹、緒論

綜合指標（Composite Indicators）為一個別指標的綜合指數，指標的使用得以確認趨勢並著眼於特定的需求，然而，經由單一指標個別衡量，只能傳達局部的訊息，無法呈現多樣的訊息。為能完整反映現況之複雜性，掌握潛在問題與趨勢發展，綜合指標基於所建構的模型上，針對不同形式的個別指標，透過嚴謹的研究方法與技術，給予適當加權，並建構整合為單一指數，化繁為簡所濃縮後的指標即稱之為綜合指標（Freudenberg, 2003）。

綜合指標普遍應用於經濟和商業統計，並在各種政策領域做為基準及比較國家排名，例如產業競爭力（Cribari-Neto et al., 1999; Färe et al., 1994; Huggins, 2003）、永續發展（Munda, 2005）、生活品質（Cox et al., 1992）、全球化及創新（Grupp, & Mogee, 2004）。主要的國際組織發展綜合指標，足以影響政策制訂過程（Munda & Nardo, 2005）。然而，綜合指標的建構並不容易，方法上的挑戰也產生一連串的技術問題，如果無法充分解決，可能導致綜合指標被錯誤的解釋及操縱。因此，指標的建構與合理的使用極為重要（Nardo, Saisana, Saltelli, & Tarantola, 2005）。綜合指標建構方式的改善，在理論和實務觀點上，都是極為重要的課題（Munda & Nardo, 2005; Saisana & Tarantola 2002）。國際上發展綜合指標並使用於多種經濟表現和政策領域中如表1所示。

表1：綜合指標

範疇	綜合指標名稱
經濟	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 內部市場指數 (EC) ➤ 商業景氣指數 (EC) ➤ 經濟自由度世界排名 (Economic Freedom Network) ➤ 經濟信心指數 (EC) ➤ 領先指標綜合指標 (OECD) ➤ OECD 國際管制資料庫 (OECD)



- | | |
|---------|--|
| 環境 | ➤ 綜合環境指數 (Isla M.)
➤ 環境問題關注 (Parker)
➤ 環保指數 (Puolamaa)
➤ 環境政策績效指數 (Adriaanse)
➤ 環境可持續性指數 (World Economic Forum 世界經濟論壇)
➤ 福祉指數 (Prescott-Allen)
➤ 永續發展指數 (UN 聯合國) |
| 全球化 | ➤ 全球競爭力報告 (世界經濟論壇)
➤ 跨國性指數 (UNCTAD)
➤ 全球化指數 (A.T. Kearny, 世界市場研究中心) |
| 社會 | ➤ 就業指數 (Storrie and Bjurek)
➤ 人類發展指數 (聯合國)
➤ 貪腐印象指數 (Transparency International 透明國際)
➤ 區域問題之相對強度 (EC)
➤ 總體健康程度 (WHO)
➤ 全國衛生保健系統績效 (King's Fund) |
| 創新 / 技術 | ➤ 知識經濟投資 (EC)
➤ 知識經濟績效 (EC)
➤ 總創新指數 (EC)
➤ 網絡整備度指數 (CID)
➤ 國家創新能力指數 (Porter and Stern)
➤ 技術指數 (UN)
➤ 科學和技術指標 (NISTEP)
➤ 資通信科技指數 (Fagerberg) |

資料來源：Joint Research Centre (JRC) (2002)



一、 綜合指標功能

以綜合指標進行國家之間的比較和排序，在實際應用部分例如工業競爭能力，永續發展能力，全球化和創新等主題。綜合指標能整合大量資料成為一般讀者或使用者易於理解的型式，因此，綜合指標漸漸在國際間受到高度重視。以國家表現的綜合指標為例，綜合指標以有限的統計數據呈現具有價值資料，並且可快速的比較各國家的表現。然而，所有的綜合指標應盡可能將數據與方法透明化，提供方法與數據來源的詳細資料。各指標類型與定義如表2所示。

表2：指標類型與定義

指標類型	定義
個別指標	代表單獨指標或統計，通常做為儲存現有定量資訊訊息的第一步。
主題指標	針對特定範疇或領域，將個別指標組合在一起。 這種方法需要確定一套核心指標，這些指標有某種程度的相關連。主題指標通常單獨介紹，而不是合成一個綜合指標（例如經濟合作暨發展組織衡量訊息經濟）。
綜合指標	主題指標彙編成單一綜合指數，並呈現一個綜合措施。

資料來源：Freudenberg, M. (2003) .

經濟合作暨發展組織（OECD, 2008）指出，綜合指標優點可涵蓋下列幾項：

- (1) 能整合複雜且多面向之現況以協助決策者
- (2) 可提供比解釋一系列個別的指標更簡易的方式
- (3) 可減少現存指標的數目而不遺漏潛在的資訊
- (4) 能在現存的數目下包含更多的訊息
- (5) 提供更便於溝通的基礎
- (6) 提高機關部門的課責性
- (7) 能隨時間評估國家的表現與進展
- (8) 提供使用者有效地比較複雜的構面

等值得注意的，綜合指標可能會引起誤解，特別是當綜合指標在複雜



的經濟現象中，用來排名國家表現。綜合指標的建構必須面對許多方法上的困難，且容易被操控以產生預期的成果。各個政策領域中綜合指標應重視準確性和可靠性議題，不同的權重和集合技術的敏感性結果與指標缺漏的數據，這些問題可能會扭曲指標結果和不正確的政策解釋，例如國家創新表現。有關綜合指標優缺點如表3所示。

表3：綜合指標優缺點

優點	缺點
● 能整合複雜且多面向之現況以協助決策者	◆ 如果建構不良或誤解，可能傳送誤導的政策訊息
● 提供比解釋一系列個別的指標更簡易的方式	◆ 可能導致過於簡化的政策結論。
● 能減少現存指標的數目而不遺漏潛在的資訊	◆ 如果建構過程不透明和/或缺乏健全的統計或概念性原則，可能被濫用（例如：支持理想的政策）。
● 能在現存的數目下包含更多的訊息	◆ 指標和權量的選擇可能為政治爭議的主題。
● 能提供更便於溝通的基礎（例如審查單位、一般大眾與媒體）	◆ 如果建構過程不透明，可能掩蓋一些面向的嚴重缺陷，並增加確定適當的補救行動的難度。
● 能提高機關部門的課責性	◆ 如果構面的衡量困難性被忽略，可能會導致不適當的政策。
● 能隨時評估國家的表現與進展	
● 能提供使用者有效地比較複雜的構面等	

資料來源：OECD (2008) .

貳、研究動機與目的

儘管綜合指標的建構方法仍有許多不足之處，但有鑑於綜合指標能做為有效的溝通工具，因此綜合指標將會繼續發展，針對實務的操作後，方法論也將不斷地被討論與修正。而由於不完善的綜合指標建構或是結果解讀的錯誤，會造成誤解政策的訊息。因此，本研究期能提供政府部門與相關單位、學術研究單位以及相關利益團體，更佳瞭解綜合指標之複雜度與應用層面，協助綜合指標建構者提高指標的品質，適切的綜合指標有助於績效成果的呈現與未來政策決策時之參考依據。



透過本研究，能更有助於理解綜合指標的複雜性，且增進建構綜合指標的技術。綜合指標可分為許多類。本研究目的在整理綜合指標的建構方法和使用機制，以提供政策決策者、學術研究以及其他有興趣之團體做為參考。藉由一系列的技術導引，能協助綜合指標的建構，並增進指標的產出。

參、研究方法

本研究參考經濟合作暨發展組織（OECD）所出版的綜合指標建手冊，系統性整理出完整的建構步驟與相關的操作技術，包括理論架構確認、資料選擇方法、遺失資料的處理原則、多變量分析選擇、指標的標準化轉換、指標系統的權重計算、敏感度分析等。值得注意的是，指標選擇的過程與權重的決定會影響綜合分數之結果，為達綜合指標建立的周延性，發展綜合指標應先將不同的指標有意義的概念化，再轉化為相關測量單位後，才能進一步合併。

以下依經濟合作暨發展組織建構綜合指標應遵循建議步驟依序介紹，涵蓋發展綜合發展理論架構、確定和發展有關的變數、進行變數標準化、加權變數和集群變數與進行敏感性測試等主軸。

一、理論架構

一個完整的理論架構是建構綜合指標的基礎。該架構應該清楚的定義被測量的現象與組成，不良的定義可能導致不好的測量。選擇個別指標與權重要能反應相對重要性與綜合指標的構面。理想上，這些建構程序應該基於什麼是想測量的指標，而不是什麼是能獲得的指標。然而，並非所有的多面向的概念都有穩固的理論和實證支持，新興政策區域的綜合指標可能相當主觀。例如：競爭力、永續性發展、電子商務準備度等，因為這些領域經濟研究仍在發展當中。

理論架構在此步驟提供一個基礎，對欲測量的多面向複雜現象，能得到較清楚的理解和定義。如有需要時，能對此現象建構各種次集群。針對潛在的變數（例如投入產出及過程），編輯一系列選擇的標準。建構可靠指標時，透明度是必要的。這包含定義概念、決定分組與確認選擇準則如表4所示。



表4：理論架構建立步驟

理論架構 建立	核心概念	說明	例子
定義概念	定義應讓讀者清晰瞭解綜合指標測量為何	定義概念時應參考相關的理論架構與基本指標，瞭解不同的次組成與潛在的指標，並使讀者能清晰的瞭解綜合指標測量什麼。然而，某些綜合概念難以定義與精準的測量，並經常於利益關係人間主觀地爭論。總言之，綜合指標的使用應評估其品質與相關性。	例如：科技成就指標（TAI）在概念上分成四個科技能力的群組：(1) 科技創造、(2) 最新創新擴散、(3) 過去創新擴散與(4) 人員技術。指標清楚的結構能幫助使用者的瞭解。
決定分組	將多面向概念分成數個組別	分組能將多面向概念分成數組，在統計驗證上，這些分組並不需存在互相獨立，已存在連結應在理論或實證可能範圍內描述。綜合指標的架構與結構上清楚的連結，能較容易決定不同要素間的相對權重。此外，為考量多方面的觀點與增加概念架構的穩健性，這個步驟中應盡可能包含專家與利益關係人。	例如：世界經濟論壇（WEF）所發展的成長競爭力指標（GCI），這個指標是基於經濟成長過程在3個重要的分類，包括總體經濟環境，公部門品質以及科技。因此，成長競爭力指標在綜合指標的架構與結構上有能有清楚的連結。
評定基礎指標的選擇標準	協助導引是否某一指標應被包含在綜合指標中	無論指標是否包含在整體綜合指標中，如何選擇潛在指標的準則應該確認並做為導引標準。準則應力求精確且能描述欲測量的現象。	例如：投入，與過程。大多數的綜合指標同時包含投入與產出測量。為了測量特定區域的創新活動程度，一個創新指標會結合研發經費（投入）與新產品與服務的數量（產出）。值得注意，若指標目的主要是測量創新表現，則只需有納入產出指標或是以每投入單位有多少產出表示。

資料來源：OECD (2008) .

二、數據選擇

數據選擇應根據指標分析的完整性、可測性、與被測量的現象的關聯



性以及指標間彼此相互的關係決定。而當數據不足的時，值得考慮使用代理變數。此步驟仍需融入專家與利益關係人的意見。因此，這個步驟能有助於檢查可獲得指標的品質，討論單一選擇指標的優點與缺點，並總結數據特性，例如，可取得性（不同國家與時間）、種類（投入、產出、過程）及來源。

三、漏缺數據處理

為提供完整的數據資料，漏缺數據處理是必需的。此步驟可估計漏缺數據，提供每項漏缺數值信度的測量，以評估綜合指標結果中漏缺數據的影響，並討論資料中極值的呈現。遺漏值常妨礙健全的綜合指標發展，為提供完整的數據資料，遺漏數據處理是必需的。此步驟可估計遺漏數據，提供每項遺漏數值信度的測量，以評估綜合指標結果中遺漏數據的影響，並討論資料中極值的呈現。資料可能以隨機或非隨機的方式遺漏，遺漏的類型如表5所示。

表5：遺漏數據的類型

方法	說明	例子
完全隨機遺漏 (MCAR)	<p>◆ 遺漏值發生的機率與資料中任何已觀察變數及關心變數之間的關係是獨立的。例如，收入變數的遺漏值可能為一個完全隨機遺漏的類型。</p> <p>◆ 當此遺漏值發生的機率與被觀察個案所蒐集到的資料，及未蒐集到的資料之間是獨立的。</p>	例如：如果其符合（1）不回報收入的人與回報收入者有相同的平均收入；（2）不回報與回報收入者在資料中的其他變數平均值皆相同。
隨機遺漏 (MAR)	<p>◆ 遺漏值與關心變數關係是獨立的，但在資料中，與其他變數的關係是有條件性的相互依存。</p> <p>◆ 隨機遺漏意指個案特定變項數值遺漏的可能性，取決於其他觀察個案之變項數值。</p>	例如：收入的遺漏值可能屬於隨機遺漏的類型，假使收入資料遺漏的機率與婚姻狀況有關，但在每一個婚姻狀況的分組下，其收入遺漏的機率與收入值不相關。
非隨機遺漏 (NMAR)	遺漏值是基於遺漏值本身特性。	例如：收入較高的家庭可能較不願意去回報其收入水準。

資料來源：OECD (2008) .



雖然大多數插補遺漏值的方法要求隨機的遺漏機制，例如完全隨機遺漏或隨機遺漏，然而並沒有統計檢定來判別非隨機遺漏或是判斷遺漏值為隨機或是系統性地。若要假設非隨機遺漏，則被明確的模型化並包含於分析當中。然而，這也可能使得操作上困難並影響結果。插補的構想吸引人但具危險性，吸引人之處是在於讓使用者相信資料的完整性；危險之處是插補資料可能產生潛在偏誤。然而遺漏資料的不確定性應該反映在變數估計，可在分析中考量的插補效果。單一插補法通常會低估變數，部分反應了插補的不確定性。多重插補法能提供每個遺漏值多個插補值，並能較有效率代表插補的不確定性。沒有任一種插補模型是無須假設，並且插補結果應檢驗統計特性，例如分布的特性或是負遺漏遺值。一般而言，有三種方法用來處理遺漏數據，遺漏的類型如表6所示。

表6：遺漏數據的類型

方法	說明
個案刪除法（case deletion）	<ul style="list-style-type: none">◆ 又稱為完整個案分析（complete case analysis），簡單的刪除分析中的遺漏紀錄。◆ 此方法忽略完整與不完整樣本間可能的系統差異。◆ 如果被刪除的樣本為原始樣本中隨機的次樣本（MCAR假設），此方法可提供客觀的評估。◆ 在縮減的樣本中，標準差通常會放大。◆ 經驗法則：如果變數有超過5%的遺漏值，個案則不能被刪除
單一插補法（single imputation）	<ul style="list-style-type: none">◆ 將遺漏值視為分析的一部份◆ 例如：平均數/中位數/眾數替代，迴歸插補法，冷與熱卡插補法，期望最大化插補法，或多重插補法，例如：馬可夫鏈蒙地卡羅演算法。
多重插補法（multiple imputation）	<ul style="list-style-type: none">◆ 資料插補可能導致偏異的最小化。

資料來源：Little & Rubin (2002)。

四、多變量分析

過去數十年來，許多國際間機構持續發展綜合指標。然而，在個別的指標的選擇時，通常沒有注意指標間之間的相關性，導致決策者與一般大眾對指標的困惑。在現今環境中，指標是豐富的但資訊的取得卻可能缺乏，因此，進行綜合指標建構之前，資料特性需被謹慎的分析。使用多變量分析能提供數據的整體架構，評估資料之適用性，並且解釋方法學的選擇（例如加權與集中）。此步驟能檢視數據潛在的結構，使用適合多變量方法（例如集群分析與主成分分析），確認統計上相似的指標族群，並提供結果的解釋，比較統計上所決定的數據結構，討論可能的差異性。

能在事前初步評估資料的適當性是有助益，且能瞭解方法論選擇的意涵，例如：加權與總計，或是綜合指標建構時，資料依分為不同構面群組與分析，個別指標與國家指標如表格所示。就個別指標而言，首先要決定綜合指標結構是否完整定義（第一步驟），是否可取得的個別指標是充分或適合描述現象（第二步驟），這些決定取決於專家意見或資料的統計結構。因此，不同的分析方法，例如主成分分析（principal components analysis；PCA）能用以探究現象的維度在綜合指標上是否有統計上的均衡，如果不是，則可能需要修訂個別指標。多變數分析技術能觀察綜合資料的結構。然而，如果樣本數小於指標數量，就要避免使用多變數分析。資料分組方與多變量分析如表7所示。

表7：資料分組與多變量分析

資料分組方式	多變量分析
個別指標	<ul style="list-style-type: none"> ● 主成分分析（PCA）的目的是企圖找出一群互不相關的少數變項組合以解釋原始資料所含的最大訊息，用來顯示不同變數相對於其他變數下如何改變彼此間的關係—用變數間的相依結構，將相關性很高的變數轉化成彼此互相獨立的變數。 ● Cronbach coefficient alpha（c-alpha）是研究變數集合間相關程度的另一個方式，最常用來估計模型或問卷中項目內部的一致性。



國別

- 群集分析是將大量資訊分成可管理的集合，該分析被廣為應用，亦可使用於綜合指標的發展中，依不同個別指標的相似性，按國別將資料分組。
- 群集分析可作為：（1）指標加總的統計方法；（2）綜合指標建構階段，診斷方法選擇的影響；（3）綜合指標中傳遞資訊的方法，使個別指標的資訊沒有損失；（4）國家的分組的方法，插補遺漏值，而減小插補值變異。

資料來源：OECD (2008) .

五、標準化

資料中指標具有不同測量單位，因此在加總前必需先經由標準化，以下針對不同標準化的方式加以探討如表。選擇適當的標準化方法並不容易，應注意個別尺度的調整 (Ebert & Welsh, 2004)，標準化的方法應該考慮資料的特性與綜合指標的目標。在評估結果的影響時，可能需要以穩定性檢定來達成。進行標準化能使變數呈現可比較性。此步驟需依據理論架構與數據屬性，選擇適合的標準化過程。討論數據中極值的呈現，如需要時，標準化能調整量表，能轉化高度偏差的指標。標準化方式如表8所示。

表8：標準化方式

標準化的方式	說明	例子
排序	<ul style="list-style-type: none">◆ 是最簡單的標準化技術，不受離群值的影響◆ 國家的表現可隨時間根據其相對位置來追蹤	<ul style="list-style-type: none">◆ 資訊通信指標 (Fagerberg, 2001)◆ 美國健康表現的醫療研究 (Jencks, Huff, & Cuerdon , 2003)
Z 分數	<ul style="list-style-type: none">◆ 存在極值的指標對綜合指標有較大的影響◆ 不適用於獎勵特殊行為之目的	
最小-最大	<ul style="list-style-type: none">◆ 指標有一致的範圍 (0-1)◆ 可能會增加綜合指標的效果	
參考點距離	<ul style="list-style-type: none">◆ 測量給定目標與參考點的相對位置	<ul style="list-style-type: none">◆ 京都議定書設立二氧化碳排放量 (參

	◆ 參考國可為一組國家的平均值 或一個群族的領先國	考目標)
類別尺度	◆ 每一個指標上給定分數 ◆ 類別可為數值（如 1-3）或是質性（如「完全達成」、「部份達成」與「未達成」）	
高於/低於平均指標	● 簡單且不受離群值的影響的標準化技術	◆ 總和創新指數 (Summary Innovation Index) (EC, 2001a)
循環指標	● 用於景氣趨勢調查，的預測經濟活動的循環（Nilsson, 2000）	◆ OECD 綜合領先指標與 EU 的經濟信心指標（economic sentiment indicators）（EC, 2004）
意見平衡	● 當數年的指標資料能獲得時，該轉換才能被使用	◆ 國際市場指數 (Internal Market Index) (EC, 2001b; Tarantola et al., 2002; Tarantola et al., 2004)

資料來源：OECD (2008) .

六、權重與加總

綜合指標建構應依照理論的架構基礎權重與加總。此步驟依據理論架構與數據屬性，選擇適當的權重與加總過程，討論指標之間是否有相關性的問題並加以說明，討論是否允許指標間補償性。加權技術使用統計方法例如因素分析、資料包絡分析法（DEA）與無法觀測要素模型（UCM）；或是來自於參與模型，像是預算分配程序（BAP）、層級分析程序（AHP）與聯合分析（CA）等。無論使用哪種方式，加權是必須的價值判斷。一些分



析人員基於統計方法來選擇加權，其他的分析員依照專家的建議，從而更佳的反應政策特性與理論要素。

七、穩定性和敏感性

儘管綜合指標的建構依循上述所提之步驟，例如，指標的選擇、資料的標準化、權重與加總方式等，然而綜合指標的穩定性與政策意涵，仍需透過不確定性與敏感性的分析，以測量綜合指標的穩定性並增加透明度。不確定性分析著重於投入因素的不確定性程度以及如何影響綜合指標。敏感性分析評估個別不確定性對產出變數的貢獻度。一般而言，使用不確定性分析較敏感度分析頻率高，使用此兩種分析方法，有助增進發展中的綜合指標結構（Saisana, Tarantola, & Saltelli, 2005; Tarantola, Jesinghaus, & Puolamaa, 2000; Gall, 2007）。理想上，所有不確定性的潛在來源都應被處理包含個別指標的選擇、資料品質、標準化、權重與加總方法等。用以評估不確定性的方法包含下列的步驟：（1）是否涵蓋個別指標、（2）基於變數估計中可取得的資料建構模型資料、（3）選擇不同編輯資料的方法、（4）選擇不同資料標準化的方法、（5）使用不同的加權方法、（6）使用不同的加權系統及（7）對加權使用不同的近似能力值。

穩定性和敏感性分析能評估綜合指標之完整性，例如指標納入或排除之機制、標準化計畫、遺漏數據的處理、加重和聚集方法的選擇。此步驟協助思考構建綜合指標多模型方法，選擇潛在指標的替代概念情況。在發展的不確定性的綜合指標中確認所有可能的來源。執行推理（假設）的敏感性分析，確認何種不確定的來源對分數和/或排名最具影響力。然而穩定性分析非完全保證綜合指標的合理性，強而有力的理論架構才是首要的要素，統計分析則能幫助建構者使用架構時的思考邏輯。

八、回歸數據

綜合指標是提供分析起始點，可被做為引導政策與資料的重點指標，也可針對次要素對整體指標的貢獻度與個別指標進行探討。回歸數據能顯示整體表現主要驅動力，而透明度對良好的分析和決策是最根本的。例如描述全國表現的指標水平，能顯示驅動綜合指標的結果。如需要時，必需檢視相關性和因果關係。確認綜合指標結果是否為主要少數指標，並解釋次指標之相對重要性。

九、其他指標之連結



綜合指標通常衡量的概念能連結已知與預測量之現象，這樣的可被用來測試綜合指標的解釋力。而簡單的交會圖同常是說明關連性最好的方式。透過回歸檢定，這個過程能將綜合指標或其構面，與其他現存的單一或綜合指標相連結。考量敏感性分析結果，此步驟能連結綜合指標與其他相關測量。根據結果，發展數據所衍生的敘述。

十、結果視覺化

綜合指標必須能夠與決策者和其他使用者快速及準確的溝通。表格雖可提供完整的訊息，有時可能掩蓋一些敏感議題，而某些議題由圖形則能清楚呈現。因此，報告人需決定在何種情況下以表格或圖形呈現，或甚至兩者方式並用，並加以文字描述。

結果視覺化能影響或協助增進解釋力。此步驟能針對目標觀眾，確認一套連貫的呈現的工具。選擇能用來溝通最多訊息的視覺化技術。用最明確和準確方式來呈現綜合指標的結果。

肆、發展與應用

論及國家科技創新能力的分析研究，綜合指標是非常有用的工具，能一次衡量多個構面，例如同時考慮技術因素以及社會和經濟條件。國際組織間發展一系列綜合指標，針對跨國或跨區域的科技創新能力進行比較。聯合國（United Nations）（2003）指出用來衡量創新活動複雜性綜合指標，根據最需要政策干預的領域，分為以下四類包括：（1）架構和基礎設施：確定國家和企業並建立規則及擴展創新機會範圍的能力，以及政策和組織內部和組織之間溝通容易性；（2）科學和技術能力：包括知識產生和利用的方式，基礎和應用研究及資助方案等支援系統的可用性，設計和執行策略性研發規劃的能力；（3）人力資源發展因素：包括高等的教育體系和專業技術培訓系統；（4）社會和文化因素：影響創新的產生，企業有效的獲取資源與執行。然而為適用於不同區域與國家，也可能將使用於國際組織之間已發展的綜合指標下的某些指標加以客製化。一般而言，綜合指標的設計通常以特定的觀點解釋科技創新能力與運用，但不僅限制於科技創新的活動，而納入社會經濟的指標。一些綜合指標已被證實有助連結科技創新知識創造與永續發展擴散的複雜關係。



以科技發展為例，一個國家科技發展表現的可包含多個核心面向，甚至社會經濟因素、政府的角色等都會影響科技發展表現。若科技施政內容逐年變動，指標亦隨之修正，缺乏一套完整的評估架構，難以呈現有系統的整體科技發展。綜合指標提供一整體性的概念，相較於每年解釋一系列個別的指標，這是一種更簡易的方式。綜合指標能隨著時間的推移，計算國家科技發展能力，並進行追蹤發展與比較。藉由綜合指標的呈現，捕捉最新的科技發展變化，提供使用者有效地進行複雜的構面比較，如此能隨時間評估國家的表現與進展，且能依此看出科技發展之趨勢，以對照比較當年情況，檢視趨勢背後之原因及政策導入後的影響，以對現有施政問題真正投入研發資源。未來考慮將合適國際間的指標納入架構中，逐漸與國際接軌。為爭取更合理的研發預算與資源，綜合指標的呈現能整合複雜且多面向之現況，而為符合科技及政策發展之需求，綜合指標建構過程，具有系統性，能重新檢視架構與指標選擇的適切性，釐清何者能藉由科技手段達成施政策略，並依重要性與貢獻度有不同權重比例的分配，以表現我國科技發展之特色。

綜合指標可做為政策制訂與溝通之工具。健全指標系統具有澄清的效果，能具體切確檢視科技發展的過程與演進，為充分展現科技政策的績效，綜合指標的概念正能將複雜現象轉化為一簡單的表示方式，而在能減少現存指標的數目時，不遺漏潛在的資訊。績效指應有效回應總體施政架構所設計，每一策略項下應決定各個指標之權重，計算各指標之達成率並轉換該策略之綜合性績效指標，以便表現各項指標對其對應之策略目標之貢獻度。有鑑於此，若科技發展綜合指標建構得當，得協助政策制訂者有效的決策，調整未來科技發展預算比例。綜合指標可提供與一般大眾與媒體或審查單位更具體便利溝通的基礎，促進相關人員和社會大眾瞭解，更能提高機關部門的課責性。

五、結論

綜合指標的優點在於將次指標匯總成一個總指標，可在複雜且難捉摸的政策問題下，提供國與國之間的比較工具。聯合國、歐洲委員會、經濟合作暨發展組織等國際組織已持續開發和利用綜合指標。綜合指標被視為政策的決策工具，特別在廣泛領域如環境、經濟及科技發展，討論國家相對表現



的政策溝通工具。國際上，媒體和政策制定者對綜合指標漸感興趣，並當作一項吸引社會大眾關注及幫助政策辯論聚焦的一種工具。然而設計和建構綜合指標時，方法論不完整及實務應用上的差距，可能使得政治家引用簡化過的結論，或誤導性訊息溝通。因此許多國家與和國際組織認定綜合指標設計方法為一重要議題（Cherchye, et al., 2008）。

建構綜合指標是一項艱鉅的任務，發展有意義的指標時需遵循重要的規則，包括有確立明確的理論架構、依循明確的規則和謹慎的程序。如本文所摘述整理之經濟合作暨發展組織與歐洲委員會於近年來所出版一系列建構綜合指標的規則，在建構過程仍可能存在主觀判定。綜合過去文獻，簡化以下要點作為綜合指標建構之參考：（1）選擇單一變數使用於指標建構；（2）分析變量的相關性結構；（3）進行變數的標準和權重；（4）加總單一變數為綜合指標；（5）測試綜合指標的穩定性和敏感性（Booyse, 2002；Saisana, & Tarantola, 2002; OECD, 2008）。儘管一些考量因素的重要性以及指標設計無法達完全的理想，實證和政策分析仍受益於這些指標的使用。綜合指標的概念限制仍需注意，並輔以其他適當的資訊與相關分析。建構綜合指標時應說明方法論的限制，詳細的解釋數據資料，交代標準化技術和權重方法的選擇。

此外，應說明完整性評估與可能出現的問題。因此，為使綜合指標增強其效用並減少其誤用程度，建構者必須熟悉以上所提及之內容，使用可獲取的最佳證據，設計清晰的結構，並運用適當的分析評估綜合指標。然而，綜合指標的倡導者和反對者存在觀點分歧，反對者認為初步標準化階段造成各國的排名的問題，或專家及利益相關人所選擇權重方法差異，這些通常會影響綜合指標的可信度。即便如此，政策分析家仍繼續發展綜合指標，而利益相關者和媒體也持續關注（Saltelli, & Saisana, 2010）。當沒有理論根據所設計之指標是存在相當風險，即使可解決概念上的問題，一旦當資訊無法充分取得時，綜合指標只能建構在現存數據上。另外最重要的議題是不同組成部分的權重選擇，為使有效運用於政策上，權重的選擇應根據不同的研究主題和理論基礎來決定。

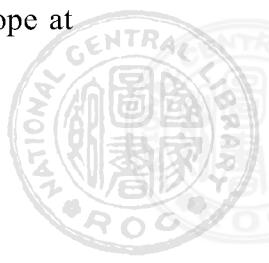
我國今年在經濟成長率及國民生產毛額上，相較以往有著顯著的成長，然而，這兩項綜合指標的提升並無法立即改善某些實際的狀況如：偏高失業率及偏低所得水準，甚至貧富差距也有攀升的情形。即使上述情況可隨



著正向經濟趨勢逐漸改善，但若單以某些經濟數據的提升便急就章地做為政治宣傳的工具則有其一定風險，政府應更謹慎使用以避免反效果的產生。綜合指標常做為政府在政治與溝通中的一項工具，即便綜合指標在方法論仍需有改善之空間。使用綜合指標能構成有效的工具，用來總結複雜或多維的問題，並能協助政府決策過程和提高公眾意識。總而言之，綜合指標不應當作政策宣傳的唯一目標，而是應吸引公眾的興趣和關注及發起討論的一個起點。

參考文獻

1. Booysen, F. (2002) . An overview and evaluation of composite indices of development. *Social Indicator Research* , 59, 115-151.
2. Cherchye, L., Moesen, W., Rogge, N., Puyenbroeck, T., Saisana, M., Saltelli, A., Liska, R., & Tarantola, S. (2008) . *Journal of the Operational Research Society*, 59, 239-251.
3. Cox D., Fitzpatrick R., Fletcher A., Gore S., Spiegelhalter D., & Jones, D. (1992) . Quality-of-life assessment: Can we keep it simple? *Journal of the Royal Statistical Society*, 155 (3) , 353-393.
4. Cribari-Neto F., Jensen M. J., & Novo A. (1999) . Research in econometric theory: Quantitative and qualitative productivity rankings. *Econometric Theory*, 15 (5) , 719-752.
5. Ebert, U., & Welsch, H. (2004) . Meaningful environmental indices: A social choice approach. *Journal of Environmental Economics and Management*, 47, 270-283.
6. European Commission (EC) (2001a) . Summary Innovation Index. Brussels: DG Enterprise and Industry.
7. European Commission (EC) (2001b) . Internal Market Scoreboard. Brussels: DG MARKT.
8. European Commission (EC) (2004) . Economic Sentiment Indicator. Brussels: DG ECFIN.
9. Fagerberg J. (2001) . In B. Lundvall & D. Archibugi (Eds.) . *Europe at*



- the crossroads: The challenge from innovation-based growth in the Globalising Learning Economy. Oxford Press.
- 10.Färe R., Grosskopf S., Norris M., & Zhang Z. (1994) . Productivity growth, technical progress and efficiency change in industrialised countries. *American Economic Review* , 84 (1) , 66-83.
- 11.Freudenberg, M. (2003) . Composite Indicators of country performance: A critical assessment. Paris, France: OECD Publishing.
- 12.Gall, M. (2007) . Indices of social vulnerability to natural hazards: A comparative evaluation. Unpublished doctoral dissertation, Department of Geography, University of South Carolina.
- 13.Grupp H., & Mogee M. E. (2004) . Indicators for national science and technology policy: How robust are composite indicators? *Research Policy*, 33 (9) , 1373-1384.
- 14.Huggins, R. (2003) . Creating a UK competitive index: Regional and local benchmarking. *Regional Studies*, 37, 89-96.
- 15.Jencks, S. F., Huff, E. D., & Cuerdon, T. (2003) . Change in the quality of care delivered to Medicare beneficiaries, 1998-1999 to 2000-2001. *Journal of the American Medical Association*, 289 (3) , 305-312.
- 16.Joint Research Centre (JRC) (2002) . State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development. Ispra, Italy: Institute for the Protection and Security of the Citizen.
- 17.Little R. J., & Rubin, D. B. (2002) . Statistical analysis with missing data. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- 18.Munda, G. (2005) . Multi-criteria decision analysis and sustainable development. In J. Figueira, S. Greco & M. Ehrgott (Eds.) . *Multiple-criteria decision analysis* (pp. 953-986) . State of the art surveys, Springer International Series in Operations Research and Management Science, New York.
- 19.Munda, G., & Nardo, M. (2005) . Constructing consistent composite indicators: The issue of weights. Ispra, Italy: Institute for the Protection and Security of the Citizen. (EUR 21834 EN)



- 20.Nardo M., Saisana M., Saltelli A., & Tarantola S. (2005) . Tools for composite indicators building. Ispra, Italy: Institute for the Protection and Security of the Citizen. (EUR 21682 EN)
- 21.Organization for economic co-operation and development (OECD) (2008) . Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. Paris, France: OECD Publishing.
- 22.Saltelli, A., & Saisana, M. (2010) . Ranking and rating: Voodoo or science? The World Justice Project.
- 23.Saisana M., & Tarantola, S. (2002) . State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development. Ispra, Italy: European Commission. (EUR 20408 EN)
- 24.Saisana, M., Tarantola, S., & Saltelli, A. (2005) . Uncertainty and sensitivity techniques as tools for the analysis and validation of composite indicators. Journal of the Royal Statistical Society , 168 (2) , 307-323.
- 25.Tarantola, S., Liska, R., Saltelli, A., Leapman, N., & Grant, C. (2004) . The Internal Market Index. Italy : European Commission. (EUR 21274 EN)
- 26.Tarantola, S., Jesinghaus, J., & Puolamaa, M. (2000) . Global sensitivity analysis: A quality assurance tool in environmental policy modelling. In A. Saltelli, K. Chan, & M. Scott (Eds.) . Sensitivity Analysis (pp. 385-397) . New York: John Wiley & Sons.
- 27.Tarantola, S., Saisana, M., Saltelli, A., Schmiedel, F., & Leapman, N. (2002) . Statistical techniques and participatory approaches for the composition of the European Internal Market Index 1992-2001. Italy: European Commission. (EUR 20547 EN)
- 28.United Nations (UN) (2003) . New indicators for science, technology and innovation in the knowledge-based society. New York.



An Introduction to the Construction of Composite Indicators

Chin-Wen Chang, Che-Hao Liu

Abstract

Composite indicator has gradually been adopted by countries as a policy tool. It is not only to simplify indicators to reflect the full complexity of the current situation, but to grasp the potential problems and trends as well. However, the construction of composite indicator might produce a series of technical problems and if problems could not be addressed adequately, composite indicators could lead to wrong interpretation and manipulation. As a result, the construction of indicators and reasonable use are extremely important. This paper aims to provide a systematic description, based on previous studies and related theories. It manages construction of evaluation indicators, provides comprehensive development of appropriate indicators of construction methods, and helps to clarify the concept and to establish a performance evaluation mechanism. There are five sections of this paper: firstly, the introduction introduces the definition and types of composite indicators; the next section explains the motivation and purpose of this paper; the third section explains the mythology, and highlights the recommended steps that the construction of composite indicators should follow; the fourth section shows the development and application of composite indicator and the last section is the conclusion.

