

國小優質科學教師教學專業發展指標及 權重分配系統之建置：科學教師社群之觀點

彭文萱、林容妃、陳景期*

本研究旨在依據不同背景（包括國民小學職前、在職科學教師及師培機構培育科學師資的教授）之科學教師的觀點，探討國小優質科學教師所應具備的能力，以建構國小優質科學教師教學專業發展指標，樣本採立意取樣，共得 161 份有效問卷。研究中以德懷術建立指標，將指標中的「向度」編制為權重調查問卷，由科學教師社群選填重要程度，以改良式階層分析法（A-AHP）計算權重分配，藉以比較不同背景之差異。研究結果顯示職前科學教師、在職科學教師與科學師資教授認為科學教師所應具備最重要的能力皆有不同，分別為「自然科之班級經營與實驗室管理能力」、「自然科之教學專業知能」、「自然科之專門學科知能」。經權重分析後整體能力分配數值為「自然科之教學專業知能」達 20.22% 最高，其次為「自然科之專門學科知能」16.13% 及「自然科之班級經營與實驗室管理能力」16.13%。最後作者提出討論與建議。

關鍵詞：改良式階層分析法（A-AHP）、國民小學優質科學教師、評鑑指標、德懷術

* 彭文萱：國立台北教育大學自然科學教育學系博士生

林容妃：國立台北教育大學自然科學教育學系博士生

陳景期：國立台北教育大學自然科學教育學系博士生（通訊作者）

xastboxx@gmail.com

A Study on Developing Exemplary Science Teachers' Professional Development Evaluation Indicators and a Weighting System for Taiwanese Science Teachers in Elementary Schools

Wen-Hsuan Peng, Lung-Fei Lin, & Ching-Chi Chen *

The research aims to construct an indicator for exemplary science teachers' professional development and to explore which capabilities are to be possessed by exemplary science teachers in primary schools based on the perspectives maintained by science teachers with different backgrounds (science teachers prior-to and under employment in primary schools as well as professors in pre-service training institutions). By employing the Delphi Technique, the research establishes its indicator and compiles the "dimensions" in the indicator into a weighted survey to study the dimensional differences among science teachers' perspectives. Purposive sampling was adopted as science teachers are invited to rate the degrees of importance for items listed in the questionnaire and 161 valid questionnaires are collected and ranked based on the dimensional importance. Alternative Analytic Hierarchy Process (A-AHP) is applied to calculate the weight distribution so that the differences among raters of various backgrounds and the resulting overall capacities identified can be compared. The results of the research show that "classroom management and lab management", "professional teaching skills," and "expertise related to science" are the most important capabilities for a science teacher according to the viewpoints shared by science teachers of different backgrounds. The weight analysis results show that the overall capabilities of an exemplary science teacher may be determined by their professional teaching skills which accounts for the highest weight (20.22%) of the overall capabilities, followed by science expertise (16.13%), and the classroom and lab management (16.13%).

Keywords: *Alternative Analytic Hierarchy Process (A-AHP), Delphi Method, evaluation indicators, exemplary science teachers*

* Wen-Hsuan Peng, Lung-Fei Lin, & Ching-Chi Chen (corresponding author): Doctoral Students, Department of Natural Science Education, National Taipei University of Education

國小優質科學教師教學專業發展指標及 權重分配系統之建置：科學教師社群之觀點

彭文萱、林容妃、陳景期

壹、緒論

一、研究背景與重要性

世界各國的師資培育系統受到社會、歷史和文化因素影響甚深，會在其社會文化脈絡下發展出獨特的師資培育體系（吳清山，2006）。臺灣自從 1994 年教育部公布修正「師資培育法」後，師資培育制度邁向多元化（吳清山，2003）。在教改的風潮之下，家長、學生及社會大眾對教育品質與教育績效，產生高度的重視與期許，教師的專業問題受到社會各界的關注（陳木金、邱馨儀、陳宏彰，2006）。教師專業發展可說是培養優秀教師必然重視的項目，教師須提昇自我專業知識、技能和素養，強調主動學習並對所處環境認知產生自我反省。教師專業與素質的提升不僅可確保教師的社會地位，亦是教育改革成功之關鍵（張德銳，2003）。社會的變遷造成臺灣「師範教育」的教師培育型態的轉變，在師資培育白皮書中強調師資培育的理念「三化二制」：多元化、專業化、卓越化以及儲備制、分流制，突顯建立完善的師培機構與提升職前教師的基本素質、專業素養的重要性（吳武典，2004）。這也凸顯出教師專業發展標準建立的重要與急迫。

郭重吉、張惠博（2005）從教育政策層面評述美國、英國、澳洲、日本、韓國、香港之科學教育革新，體認到以知識為基礎的全球競爭態勢，必須有高品質的教育為基礎，高品質的教育則端賴優良的師資。而教育部（2003）公布的「科學教育白皮書」對科學師資培育也提出策略，如規劃中小學科學教師分級、專業證照、定期進修、換證制度等。足見科學為國際間重視的課程，科學教育的發展和科學師資的培育亦為科學發展的重點。

自然領域的教學牽涉範圍廣擴，而科技與科學知識不斷進步，科學師資如何與教學實務接軌，正考驗著師資培育機構。郭重吉（2006）認為師資培育是教育體系重要的一環，優質的科學師資是實現科學教育革新的重要因素。優質科學教師不但要勝任國小教師的職務、更須達成自然與生活科技領域的教學目標、具備的各種科學及教學專業知能、科學素養、為人師的專業態度及敬業、樂業的個人心理特質等。美國科學教師協會（National Science Teachers Association，簡稱 NSTA）（2003）為其國內的科學教師養成制定了自然科教師專用的標準（Standards for Science Teacher Preparation），指出科學教師須具備科學內容知識外，還須具備科學本質、探究能力、掌握社會與科學科技相關議題之能力、一般教學技巧、課程規劃、在科學社群中尋求資源、評量及專業成長相關能力等。為提供臺灣國小科學教師專業成長的方向及國小職前科學教師能力養成之依據，本研究期許制訂能符合國內國小科學教師專業成長評鑑的標準。

指標可於評定事務或概念特徵時反應出現象的層面，能將概念清楚表述，以作為評定事務價值判斷的參考依據（王保進，1996，1998；呂錘卿、林生傳，2001）。由於師資培育趨於多元，科學師資的素質不再齊一，故制定一套完善師資培育指標作為評估教育學程設計及師資甄選、評鑑之依據有其必要性。近年來，國內已發展出許多與中小學教師專業發展相關評鑑與指標（潘慧玲等，2004；張德銳，2004a，2004b；張新仁，2004），不過以職前教師及國小自然科學教師本位為觀點指標並不多見。目前國小主要是實施包班制，相關的向度與指標主要是為了全領域教學的國小教師所建置。對於科學教師的相關課程、科學教學專業知能以及科學學科專門知識而言，並無相對應的專業指標，若將一般教師的專業指標用於科學教師培育的應用、詮釋及評鑑上，將對於科學教師助益有限，亦缺乏說服力。本研究發展之指標系統旨在考量科學教師專業屬性與國家未來的科學發展，期許為國家師資培育描繪出未來優質科學教師的具體藍圖，並提供師資培育機構規劃職前教師修習課程或在職科學教師專業進修研習之參考。指標的內容除應具體明確外，應給予合理的評估權重，提供評核的標準。本研究希望可考慮各向度指標之間的差異，給予合理的權重分配。

本研究旨在發展一套適用於我國國小職前科學教師及國小科學教師專業成長、評鑑的指標系統，並具體比對科學教師社群對於優質科學教師專業發展指標、檢核重點的觀點及差異，以反映優質科學教師專業的角色和期望，進而能提昇國內科學師資之水準。本研究之研究目的如下：

- （1）探討優質科學教師專業標準的內涵，發展出一套國小優質科學教師教學專

業發展指標系統。

(2) 探究不同背景科學教師社群對「國小優質科學教師教學專業發展指標」之觀點及差異。

(3) 建立「國小優質科學教師教學專業發展指標」之權重分配系統。

貳、文獻探討

為建構符合現今臺灣國小科學教師教學專業發展標準之指標，以下探究教學專業標準的相關文獻及科學教學專業知能的相關內涵，做為制定標準的基礎。

一、優質科學教師教學專業發展之內涵

科學教育白皮書（教育部，2003）指出科學教育品質的優劣繫乎科學教育教學教師素質之良窳，科學師資培育應有其主體性。因此要實現科學教育革新就需要有優質的科學師資。中外學者對教師的專業知能的內涵，大多集中在教師的知識體系、專業技能、和態度與信念上，如 Shulman（1986, 1987）指出教師教學專業知識內容分成：(1)內容知識（Content knowledge）；(2)一般教學知識（General pedagogical knowledge）；(3)課程知識（Curriculum knowledge）；(4)學習者特性知識（Knowledge of learners and their characteristics）；(5)教育脈絡知識（Knowledge of educational contexts）；(6)學科教學知識（Pedagogical content knowledge, PCK）；(7)教育哲學與教育史的知識（Knowledge of educational ends, purposes, and values, and their philosophical and historical grounds）。鄭芬蘭、江淑卿、張景媛、陳鳳如（2009）認為優質教師是指教學認真投入、有效教學、幫助學生及表現出眾。Hopkins 和 Stern（1996）進行改善教師品質研究，發現六種優質教師特質：(1)盡責；(2)關愛學生；(3)精熟學科教學知識；(4)多樣化的教學模式；(5)與同儕教師合作能力；(6)反省能力。Lopata、Miller 和 Miller（2003）指出優質教師是教學品質、教學技巧與使用有效的教學法皆表現卓越的教師。張宇樑、吳榕椒（2009）認為初任教師對自己的專業能力與素養是否能對學生學習產生正面的影響與教師班級經營理念及作為息息相關。鄭聖禱、靳知勤（2007）指出科學師培育體系在遴選職前教師應重視其教育精神與道德以及信守倫理的良師特質。吳清山（2006）指出優質教師（quality teachers）應該具備良好的知識、能力與

道德；知識層面包括學科內容知識、學科教學知識、一般教學知識與班級經營知識；能力層面有語文表達、輔導學生、行動研究、情緒管理、終身學習與科技運用的能力；道德層面有專業倫理、公平正義、以身作則與人格高尚等情操。針對科學教師部分，段曉林、林淑榕（2006）認為科學教師應具備的教育專業知能包括有學科知識、學生的學習知識、教學表徵與策略知識、課程知識、評量知識以及情境脈絡知識。楊榮祥（1996）認為科學教師必須具備基本且豐富的學科專門知識、教育學的專業知識以及學科內容教學知識，強調科學教師需要具備良好的 PCK 才能展現其專業知能。黃萬居、熊瑞棻（2004）認為國小科學教師應具備條件有：(1)熟悉科學 PCK 並能轉化為教學行動；具備評選、補充或刪除科學教材的能力；熟悉自然科教具的管理與維護。(2)發揮專業教學技能，注意實驗教學與實驗室安全；能以各種教學方法進行科學課程；發揮班級經營技巧，建立良好親師生關係。(3)不斷地專業進修，透過各種管道促進自我教師專業成長。

教師在生涯發展階段中因為師培場域與現實教學場域的差異，具有不同程度的專業知識、技能、需求、感受和態度，會表現出不同的行為和特質（張世忠、羅慧英，2009；張德銳、簡賢昌、丁一顧，2006；Burden, 1981, 1982；Fessler, 1985；Fessler & Christensen, 1992；Weinstein, 1988；Huberman, 1989）。Mulholland 和 Wallace（2005）曾經對一位科學教師從職前教師（student teacher）開始，經過初任教師（beginning teacher）到成為專家教師（established teacher）長達 10 年的歷程進行研究，將科學教師知識分成科學學科知識（science subject knowledge）、一般教學知識（general teaching knowledge）與互動知識（interactive knowledge）三部分。研究中指出科學教師隨著年資的增長，在不同時期科學教師專業發展的方向及相關知識的多寡會有差異。職前教師重視學科知識的發展，一般教學知識及互動知識相對較少，原因是缺少與學生、家長、社區及同儕教師互動經驗。初任教師因為剛踏入職場，較專注投入於對課程的理解，希望發展出合適的教學模式，順利進行教學，故注重一般教學知識發展，對於科學學科知識及互動知識增長較少。專家教師因為長期累積教學經驗，一般教學知識更加豐富，故呈現出對一般教學知識的理解高於互動知識及科學學科知識的發展。專家教師長期與學生、家長、社區及同儕教師互動，所以更能夠利用周圍的資源來幫助其進行教學，互動知識也相對提昇，但科學學科知識的發展相對增加較少，其看法以圖像示意的科學教師知識發展樹，如圖 1。

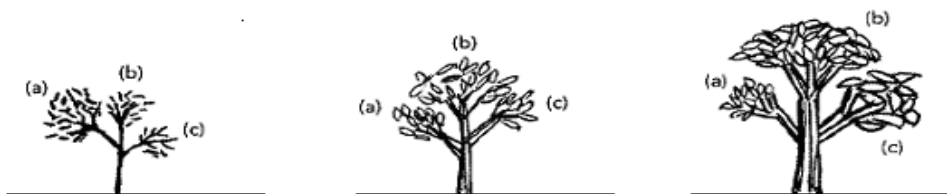


圖 1 科學教師知識發展樹(分別為職前教師、初任教師與專家教師)－(a)科學學科知識 (b)一般教學知識 (c)互動的知識 (引自 Mulholland & Wallace, 2005, p.785)

綜合上述，不同時期科學教師的知識發展，會因所在環境不同會有的需求、感受和態度，造成不同程度的專業知識和技能成長之差異。科學教師於師資培育機構場域時期、正式進入職場的學校教學場域時期以及於職場環境中經過與學生、家長等社區多方資源互動後的學校及社區場域時期，將如同樹木不斷向下扎根，拓展及深化自我知識等教師專業相關之能。因此若以 Mulholland 和 Wallace (2005) 發展的科學教師知識發展樹加以詮釋，結合科學教師於不同時期成長的思考模式，將如圖 2。

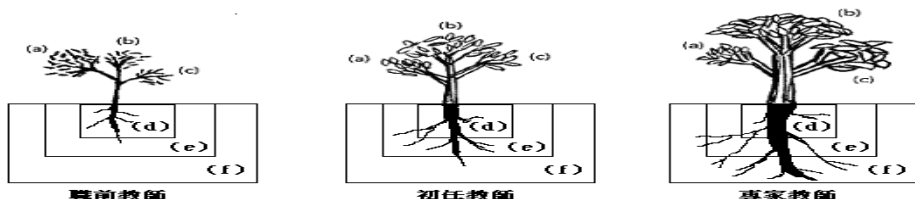


圖 2 不同時期科學教師知識發展樹－(a)科學學科知識 (b)一般教學知識 (c)互動的知識 (d)師資培育機構場域時期 (e)學校教學場域時期 (f) 學校及社區場域時期

(修改自 Mulholland & Wallace, 2005, p.785)

二、優質科學教師教學專業發展指標

教師專業標準應有通用性和特殊性，意即除共同專業標準外，需依教育階段和學科而分化（吳武典、張芝萱，2009）。吳清山（2006）指出培育優良師資的策略包括：(1)確立標準本位師培政策。(2)強化師資培育課程與教學。(3)落實實習制度。(4)以評鑑監管品質。張德銳（2004b）也指出職前教育與在職進修課程應根據教師教學專業發展標準，並發展出相關理論與實務的指標，以設計各種課程內容。吳政達（1999）

認為職前教師及在職教師提昇教師專業成長與教學成效有賴指標的建構與評鑑方式的落實。饒見維（2003）指出教師專業分為教師通用知能、學科知能、教育專業知能、教育專業精神四大類。國內外為確保教師教學品質、專業發展、和證照發放，都訂定相關的專業標準或指標。美國「全國專業教學標準委員會」（National Board for Professional Teaching Standards, 簡稱 NBPTS）發展的專業教學標準，適用於教學三年以上之教師，其標準核心為：教師能投入學生的學習、教師能瞭解任教學科及學科教學知能、教師能規劃及督促學生的學習、教師能有系統性地從教學經驗和實務中進行思考、教師是學習社群中的一員（NBPTS, 2002）。孫志麟（2000）認為良好指標體系應具備的特性為：(1)理論性：訂定須以理論為依據。(2)階層性：涵蓋各領域及層面之表現，且能分離處理，具層級關係。(3)多元性：具有多元資料來源，展現教育中多樣性。(4)完整性：具有完整邏輯。此外，教育指標發展過程應邀請利害關係人共同參與，以充分反映不同利害關係人注重的面向，方能周延（Blank, 1993）。

綜合上述，優良科學教師應具備的基本素養和特質反映出對教師的教學、專業知能、人格特質與專業精神等要求。本研究中優質科學教師定義為可勝任國小科學教師、能達成自然與生活科技領域的教學目標、具備的各種專業知能、教學技巧、班級經營、專業態度、科學素養及個人心理特質之科學教師。

三、優質科學教師教學專業發展指標權重系統建構

無論在職前師資養成、教育實習、教師資格檢定、教師甄選、或在職教師專業成長及評鑑都需要發展出相關指標妥善規劃相關課程內容和作為判斷的依據，以確保教師的品質。因此本研究的優良科學教師教學專業發展指標參酌國內外相關文獻及實證研究結果建構而成。郭昭佑（2001）提出指標系統有兩種建構方式，包括(1)質化指標建構方式：文獻探討法、專家判斷法、腦力激盪法、專業團體模式、提名小組、焦點團體法、及德懷術。(2)量化的指標建構方式：問卷調查法、迴歸分析法、因素分析法、階層分析法。本研究透過德懷術進行指標的建置，德懷術（Delphi Technique）是使專家群能夠有效溝通以整合其所長及經驗，對一特定難題，建立其一致性意見與共識的研究方法（吳雅玲，2001）。德懷術允許成員不必面對面互動就能達成共識來解決複雜問題，擁有互動的優點又能避免面對面會議式互動所帶來的缺點。德懷術僅需就某一主題編製成之一系列（三~四次）問卷，依據個人的知覺與認知，表達意見予以評判，進而達成共識（王文科，1996）。優良科學教師教學專業發展指標系統建構須考

量學科特殊需要及限制，指標訂定時除參考相關文獻外，也應邀請相關人員共同參與，以充分反映不同的面向。

量化指標建構之階層分析法（analytic hierarchy process，簡稱 AHP）是 1971 年由 Thomas, L. Saaty 所發展的多屬性決策方法，能支援個人或群體的決策。主要應用在不確定情況下及具有數個評估準則的決策問題上（張鈿富，2000）。AHP 結合質化與量化的分析工具，是一種對人們主觀判斷作客觀描述的有效辦法（何偉雲，2001；李秀琴、林孟郁、黃木榮，2002）。AHP 是透過決策者與相關領域的專家一起研討可能施行方案與評估的因素，並對評估因素的重要程度給予權重以量化取得客觀的衡量尺度，權重越高，表示指標建立實施時，此向度指標所占之百分比越高，於評鑑時越需重視。盧玉玲、連啟瑞（2003）認為 AHP 設計是單一配對比較的資料進行分析，資料過多筆則需配合其他分析方法進行研究。故為改進 AHP 的方便性與避免決策者前後判斷不一致的問題，於是開發另類的階層分析思考模式的電腦軟體，稱為改良式的階層分析法（Alternative Analytic Hierarchy Process，簡稱 A-AHP）。決策者做評量準則，將相對重要性的簡單排序，求出每一個準則排序的平均值，再利用 A-AHP 電腦軟體計算出每一個準則的權重與其上階層之每一個規劃之權重，就可以作為決策者作決策的參考或評估。A-AHP 對於 AHP 的改進，可以讓決策結果更能呈現事實的狀態，且使用上更方便。

師資培育機構在設計課程時，除應參考科學教師評鑑標準外，也需整合不同時期科學教師及科學教師社群之觀點，以建構符合理論與現場實際可行的專業發展標準，提供科學職前教師充實方向。因此，本研究團隊先透過與科學教育的專家進行會議，草擬優質科學教師教學專業發展應包含的因素，再經德懷術建立科學教師教學專業發展指標系統，並參酌不同科學教師社群的觀點以 A-AHP 建立指標相關之權重。

參、研究方法與對象

本研究目的在建構一套「國小優質科學教師教學專業發展指標」（以下簡稱本指標），並探究不同科學教師社群對本指標之觀點以及建立權重分配系統。本研究過程共分三部分，首先是經由德懷術編製「國小科學教師教學專業發展評鑑工具」，再以上述標準來探討科學教師社群對優質科學教師之觀點研究，確立此標準之信、效度，

並以不同背景的科學教師社群觀點進行指標向度之重要性排序，分析其觀點差異，進而探討科學教師社群對優質科學教師之觀點。最後利用 A-AHP 分析此指標各向度指標的權重，確定指標的可行性，以作為未來師資培育機構設計課程的參考。

一、研究對象

研究對象包括德懷術及權重調查之成員，希望藉由研究對象豐富經驗及對教學現場需求之瞭解，探究優質科學教師的內涵，提供建議。研究對象背景如下：

（一）德懷術專家成員

本研究邀請國內大學科學教育教授六名，作為參與德懷術之專家，相關背景如下：成員皆任教於教育大學自然科學教育系超過十年，具自然科學師資培育相關課程教學及師資培育輔導的經驗，其六位專家詳細背景如表 1。藉由六位專家參與德懷術調查，建置符合國民小學科學教師培育及終身學習需求之能力的小學科學教師專業指標系統。

表 1 德懷術專家之組成背景

專家編號	現 職	專 長
dp1	教育大學科學教育系教授兼系主任	教育研究法、中小學科學課程發展研究、中小學自然科學師資培育方案
dp2	教育大學科學教育系專任教授	物理教育、小學自然科課程設計、STS 課程設計、課程綱要發展研究
dp3	教育大學科學教育系專任講師	環境安全與衛生教育、生活科技與科學教育
dp4	教育大學科學教育學系專任教授	科學師資培育、科學課程與教學、地球科學教育
dp5	教育大學科學教育學系專任副教授	原子分子物理、雷射螢光光譜學、科學教育
dp6	教育大學科學教育學系專任教授	化學教育、小學自然科教材教法、小學自然科課程設計、STS 課程設計

（二）權重調查之對象

本研究為充分反映指標的不同面向，除參考相關文獻外，並邀請科學教師社群相

關人員共同參與，成員包含在職科學教師、職前科學教師及師培機構科學教育專家教授。選擇國小在職科學教師，是因為他們直接面對親、師、生的關係及科學教育改革的影響衝擊，其意見當能反映今日國小職場中科學教育之需求。國小職前科學教師，則能代表師培階段利害關係人的意見。師培機構科學教育專家教授（文後簡稱為科學教育專家）則為培育科學師資的代表。科學教育專家依據其教育理念，為科學教育奉獻心力，研究發展教育方法及理論，培養出無數優秀的科學教師，故本研究亦將師培機構科學教育專家教授的意見，列為不可或缺的參考意見。研究問卷採立意取樣，在職教師是以大臺北地區的科學教師為主，共 112 人；職前教師是以臺北地區兩所教育大學及新竹地區的教育大學有修習師資培育學程大三及大四學生為主，共 87 人；科教專家是以全國九所師資培育機構的科學教育教授為主，共 23 人。問卷共發出 222 份問卷。有效問卷回收職前科學教師 51 人、在職科學教師 87 人及科學教育專家 23 人，共 161 份問卷，有效問卷總回收率為 72.52%。

二、研究方法

本指標主要是為未來國家科學師資培育所需要訂定，期望描繪出未來優質老師科學教師的具體藍圖，並提供師資培育機構規劃課程的參考，以符合職前與在職科學教師專業進修的需求。研究分為三個部分如下：

（一）本指標系統發展

本研究先利用文獻探討蒐集國內外以建構完成的國民小學科學教師專業標準等相關文獻或研究資料，進行開放性登錄，作為編製研究問卷的理論基礎。接著研究團隊藉由實際教育現場的工作經驗及個別信念釐清與界定「國小優質科學教師教學專業」之相關構念、項目及指標。先確立主要「向度」，每一向度下有若干「指標」，是為評鑑指標之項目；而在每項指標下，又詳列該指標之相關「檢核重點」，以使每項指標的檢核能更為聚焦，逐漸發展出指標向度及檢核重點等細目，並建立指標內容效度。編製成德懷術問卷後，由德懷術專家來填寫，瞭解德懷術專家樣本對評鑑指標項目重要性的看法，並提供補充意見。本指標發展之德懷術研究流程如圖 3。

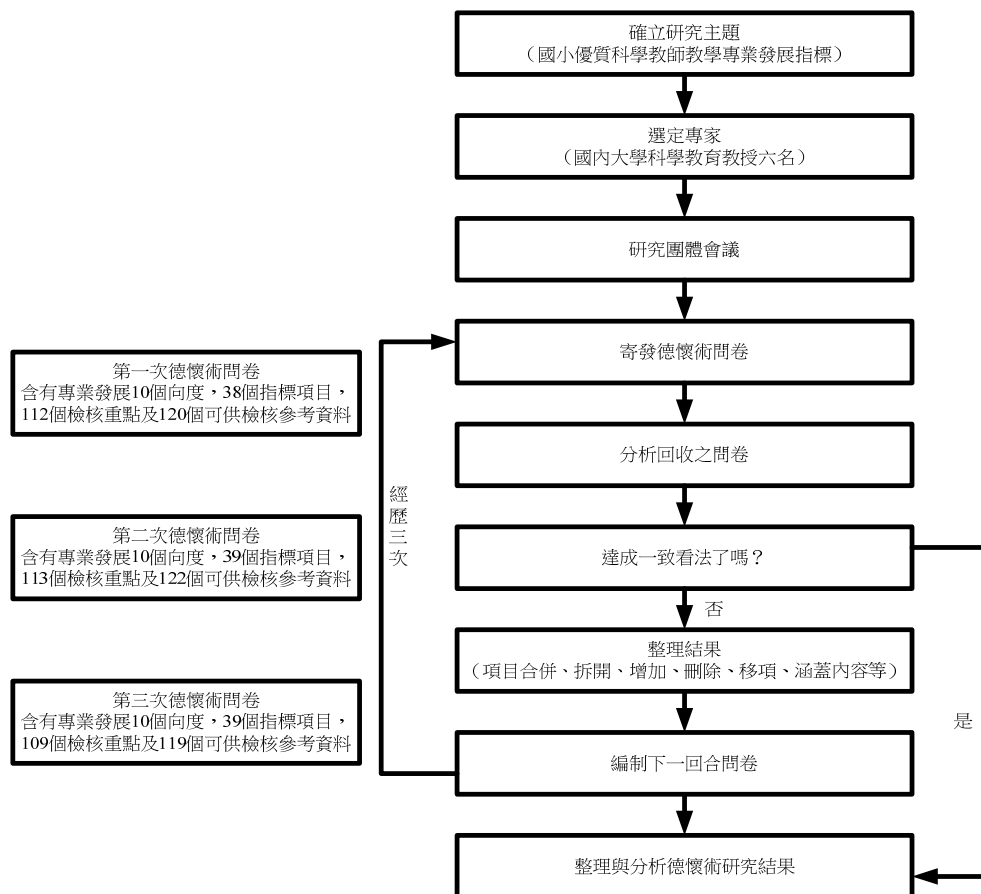


圖 3 本指標發展之德懷術研究流程圖

於編製成第一次德懷術問卷時，研究團隊成員就其蒐集文獻資料及自我看法先進行腦力激盪，各自條列出本指標項目，再進行會議討論，歷經 7 次定期會議，擬製出德懷術問卷。前四次會議針對本指標項目分類進行向度之訂定及文字修飾，總計共擬訂 10 個向度，進而規劃每一向度下的「指標」，即為評鑑之項目；而在每項指標下，詳列該指標之「檢核重點」，作為每項指標檢核的標準；且為了方便檢視及實際應用，在每項檢核重點下再列出「可供檢核參考資料」，其指標系統之架構如圖 4。第五至第七次焦點團體訪談則將分類及修飾完成標準項目進行逐一篩選分至各向度下成為

該向度之指標，並對向度重要性排列、向度說明及指標之排列、向度指標之檢核重點加以討論。經過七次會議後，所編寫的問卷共含有專業發展 10 個向度，38 個指標項目，112 個檢核重點及 120 個可供檢核參考資料，以此作為第一次德懷術調查問卷。

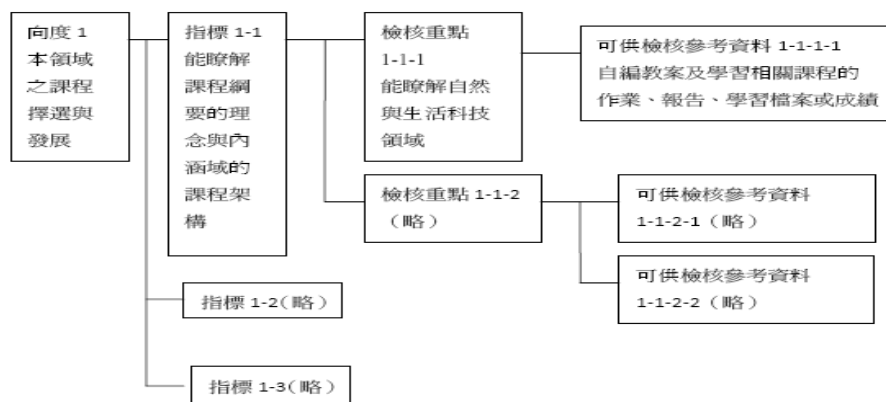


圖 4 指標系統之架構略圖

問卷完成後隨即進行德懷術調查，由六名專家針對每一指標項目，用五點量表方式，圈選其同意度（非常不同意為 1 依排序至非常同意為 5）。其次再對每一指標項目圈選「刪除」、「修改」或「保留」的建議，並對該項目之內涵進行評析、修正與增刪的建議。經第一次問卷調查後，比對專家填答的問卷內容，將專家的意見加以整理，擬似產生專家間的對話。問卷修正內容以項目合併、拆開、增加、刪除、移項、涵蓋內容及其他建議等，形成第二次問卷。

第二次問卷共含有專業發展 10 個向度，39 個指標項目，113 個檢核重點及 122 個可供檢核參考資料，並附加每一項目在第一次的問卷分析結果。第二次問卷調查後，將專家所提供的意見加以整理。依專家的意見修正後，形成第三次問卷，共含有專業發展 10 個向度，39 個指標項目，109 個檢核重點及 119 個可供檢核參考資料，並附上每一項目在第一、二次的分析結果。修正後，進行第三次調查。

在第三次問卷調查及修正後，請 6 位德懷術專家參與本研究團隊進行會議，針對評鑑工具整體之邏輯性、各項指標呈現及相關問題進行深入的溝通及討論，以尋求最大共識，並藉此增加指標內涵之具體及明確性。

（二）科學教師社群對國小優質科學教師之觀點調查

為研究不同科學教師社群成員對「國小優質科學教師」之觀點，本研究以本指標之「向度」作為對「國小優質科學教師專業指標之向度重要性量表」，將受試者對此 10 個向度依其重要性做排序。以 Kendall 和諧係數做考驗，以求得研究樣本對此 10 個向度重要性的評分者間信度的一致性。並採用 SPSS 統計軟體作量統計分析，以描述性統計呈現不同背景科學教師社群對國小優質科學教師之觀點，並以 Kruskal-Wallis 單因子等級變異數分析來檢定不同背景科學教師社群在次序尺度依變項的表現差異情形。Kruskal-Wallis 單因子等級變異數分析屬無母數統計法，目的在考驗 k 個母群的平均數是否相等（林清山，1992）。

（三）指標權重系統調查分析

本指標系統以「向度、指標」之二層次架構，作為「國小優質科學教師專業指標之向度重要性量表」，以 10 個向度作為權重調查問卷之主要內涵，依照重要性填寫排序（最重要為 1，依排序至最不重要為 10）。為建立階層分析架構中不同之兩個向度，於全體科學教師社群之重要性定位，故衡量指標之權重，資料採用 A-AHP 加以計算權重進行分析。A-AHP 分析程序是將「向度、指標」的排序資料用 Microsoft Excel 軟體輸入每一項「向度、指標」的排序值，再將排序值輸入盧玉玲、連啟瑞（2003）所發展出的 A-AHP 軟體，以求得每一項目的權重分配。分析後同一組指標權重中，其個別指標得分範圍以百分比表示，相對權重分配數值之總和為 1。

A-AHP 計算指標權重方式是以不同背景科學教師的權重分配情形除代表其重要性的排序外，也代表在整體中的相對重要程度。本研究計算指標權重分配之，計算方式係採層次分析法，取 U 為 10 向度之集合分別為課程發展與決定、教學專業知能、專門學科知能、班級經營與實驗室管理能力、評量與輔導、專業精神與態度、專業發展與進修、人文關懷與個人心理特質、教學資源及運用、跨領域教學能力為向度集合，以代號表示為 $U = \{U_1, U_2, U_3, U_4, U_5, U_6, U_7, U_8, U_9, U_{10}\}$ ， U_1 則表示向度 1「課程發展與決定」下的所有指標之集合，分別為能瞭解課程綱要的理念與內涵，能設計適切之課程計畫與教材，能理解並呈現課程之專業知識或能力，能具備教科書及教材評選的能力，能具備國際觀之課程發展能力，若以符號表示 $U_1 = \{u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{15}\}$ 為自然科之課程發展與決定指標集合，依此類推。

在決定指標間之相對權重部份，設定以 X_{ij} 為評比值表示 U_i 對 U_j 的相對重要性標

度，則為向度 U_i 與 U_j 之比較判斷其重要性，建立成對比較矩陣，並計算每個向度的權重。由向度在拓展為指標時則以 u_{ii} 與 u_{ij} 比較判斷其重要性。將整體評估準則層級展開計算權重值，各指標之實際權重值求取公式如下：

實際權重值 = 第一層（向度）之權重值 $\times$ 第二層（指標）之權重值

例：「能瞭解課程綱要的理念與內涵」準則實際權重值之求取如下：

「能瞭解課程綱要的理念與內涵」準則實際權重值 = 課程發展與決定之權重值 $\times$ 能瞭解課程綱要的理念與內涵之權重值

藉此方法整合相關科學教師社群對於優質科學教師的看法，整合其心中優質科學教師所應具備的能力分野，將各向度的重要性轉為量化作畫分，以不相等之權重進行分配，作為未來培育或評鑑科學教師之參考。

肆、研究結果與討論

一、本指標之建置與內涵

本指標以德懷術加以建置完成，歷經德懷術問卷的資料分析、比對、整理後，將前次問卷調查結果（含量表之勾選、統計結果及每位專家之建議及修正結果）編製於下一次問卷調查中，以供專家做決策時之參考，共進行 3 次德懷術的問卷調查後，彙整各專家意見後提出調查結果，以作為本指標之依據。

經由 3 次德懷術及多次研究團隊與專家的溝通及討論，針對本指標之內涵呈現及相關問題尋求最大共識，並藉此增加指標內涵之具體及明確性，最後形成本指標，包括 10 個向度、39 個指標、109 個檢核重點、119 個可供檢核參考資料。德懷術問卷回收後，除了將填答內容進行建檔及統計，並將專家給予的開放性建議加以分類及統計，相關流程及內容詳見圖 5。問卷經由研究團隊會議討論後進行修正。修正之方式除了用字遣詞的修改外，還包含項目合併、移項、刪除、拆開、增加及其他建議等舉例說明如表 2。

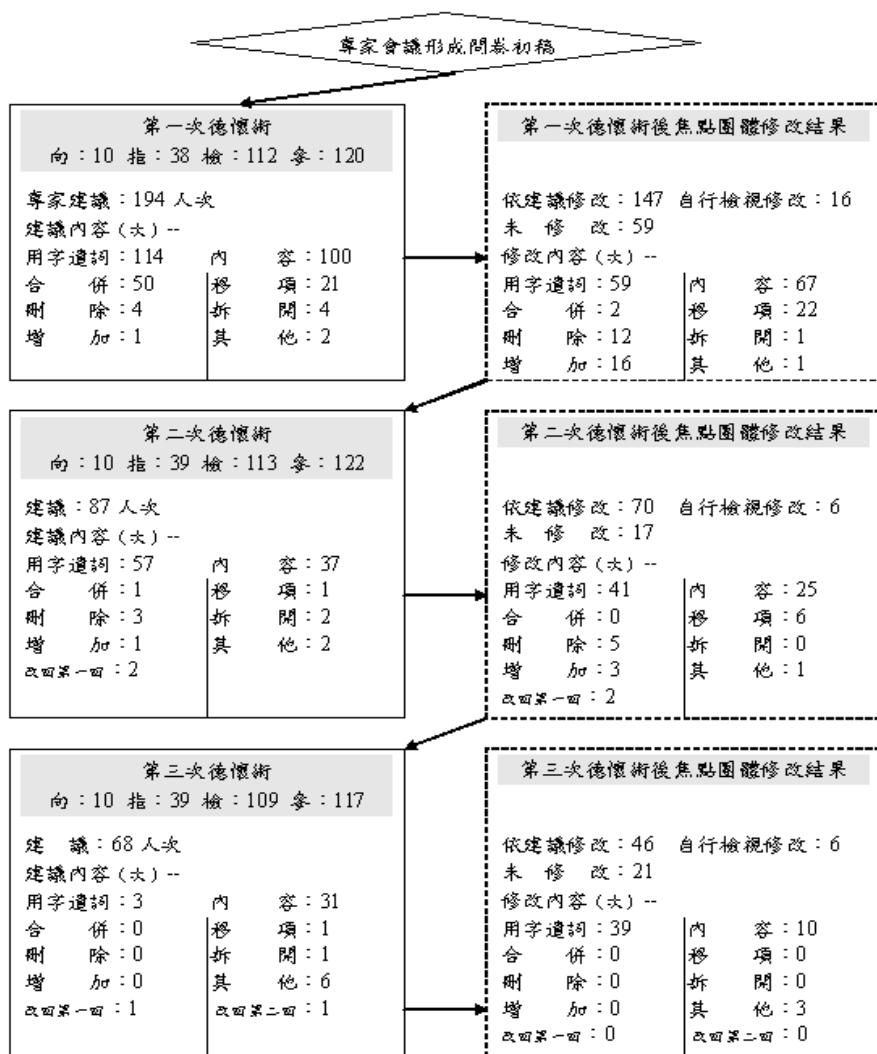


圖 5 德懷術及焦點團體討論修改流程及次數

表 2 德懷術問卷的修正方式、使用時機及內容舉例

問卷修正方式	方式使用時機	內容修正舉例
合併	將兩個相似可合併說明的指標內容，併為一項。	1-4-2 能對目前使用的教科書有統整性的瞭解（將了解教科書及統整教科書素材的兩項指標內容合併。）
移項	依據專家建議修訂項次順序以符合順序活邏輯	1-5-2 能轉化與運用國外課程資訊 1-5-3 能理解國外有關課程資訊（應先理解課程才能轉化應用，故移動項次順序。）
刪除	刪除不適合在該向度出現的內容	1-3-2 能激發學生創造、問題解決等能力（原出現於指標「能具備教科書及教材選擇能力」項目下，故刪除之）
拆開	將可拆開敘述的兩種能力分項呈現。	1-5 能具理解與活用國際課程之能力（理解與活用為兩種能力，故分開敘述之。）
增加	原指標所缺乏的內容，以增加為新指標的形式處理。	1-4-1 能瞭解選擇教科書及教材的規準（原指標缺乏評鑑教科書等相關能力，故增加之。）

三次德懷術問卷之各項向度與指標的量化統計資料，以平均數、標準差，呈現出的集中與離散情形如表 3。三次問卷的統計資料顯示整體指標之得分分別為 4.31、4.54、4.87，高於五點量表中位數（2.50），表示專家對問卷各項目的同意度皆高，各項目均具重要性。而評定值的離散情形，比較在三次問卷統計資料顯示，整體及各向度之標準差以第三次最小，專家同意程度有逐次聚斂集中的趨勢，得知專家對本研究之 10 個向度意見趨於一致，指標系統建置完成。

表 3 德懷術問卷統計資料

	第一次德懷術		第二次德懷術		第三次德懷術	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1 課程發展	4.40	0.89	4.67	0.52	5.00	0.00
2 教學專業	4.50	0.58	4.67	0.52	4.83	0.41
3 專門學科	4.50	0.58	4.83	0.41	5.00	0.00
4 班級經營	4.25	0.50	4.67	0.52	5.00	0.00
5 評量輔導	4.25	0.50	4.40	0.89	4.83	0.41
6 專業精神	4.25	0.50	4.00	0.89	4.67	0.52
7 專業進修	4.33	0.58	4.50	0.55	4.67	0.52
8 人文觀懷	4.25	0.50	4.33	0.52	4.83	0.41
9 資源運用	4.40	0.55	4.67	0.52	5.00	0.00
10 跨領域	4.00	0.82	4.67	0.52	4.83	0.41
整體	4.31	0.15	4.54	0.24	4.87	0.13

* 各向度以簡易名詞示意，其內容請詳見表4。

透過德懷術，本研究所發展之國小優質科學教師教學專業發展指標，各向度說明如表 4，其內容符合國內外文獻中有關國民小學科學教師專業之標準，包括 Shulman（1987）所提出教師教學專業知識；饒見維（2003）教師通用知能、學科知能、教育專業知能、教育專業精神四類的教師專業內涵；Mulholland 和 Wallace（2005）三種科學教師知識分成科學學科知識、一般教學知識與互動知識。故本指標的建置應能適用於國小科學教師專業成長、評鑑及職前科學教師培育、養成的多用且切實可行的標準，藉以提供師資培育課程參考，並作為職前教師專業能力養成的方向、教師自省聚焦、評鑑或分級等的認證基礎以及專業發展與生涯規劃等依據。

表 4 本指標向度及向度說明

向度序號	向度	向度內涵說明
向度1	自然科之課程發展與決定	課程發展與決定係指瞭解課程綱要的理念內涵與及專業知識並具備教材與教科書選擇的能力，活用理解國際間不同的課程，不包含教學方法及技巧之呈現。
向度2	自然科之教學專業知能	教學專知能係指將課程計畫落實於教學，進行多元教學方法，兼顧學生個別需求並善用資訊融入教學與指導學生進行專題研究等知能。
向度3	自然科之專門學科知能	科學學科知能包括具備基本之科學知識、科學特有之過程技能及思考模式，以及各科基本之實驗操作能力。
向度4	自然科之班級經營與實驗室管理能力	進行教學時，為掌握班級秩序，教學氣氛所需做的一切努力，包含教學前之規畫、溝通、器材之獲得;教學中之掌控各種突發狀況之處理能力。
向度5	自然科之評量與輔導	教師能夠為課程安排適當的評量方式，以多元評量的方式來檢視學生學習成效，並適時給予協助及補救教學。
向度6	專業精神與態度	教師能秉持教育專業理念，遵守教育規範，以開明積極的熱忱，追求專業成長。
向度7	專業發展與進修	教師持續參與正式和非正式的學習、進修活動，提昇教學專業在教學知能、學生輔導、專業態度技能和素養等各方面自我成長，對教學缺失進行反省，以因應多元教育環境的變遷。
向度8	人文關懷與個人心理特質	教師具有人文關懷、尊重、傾聽、同理心、合作、自信、領導能力特質並且能導入教育目標，在教學的歷程中表現關心與關懷生命(與大自然)的態度。
向度9	自然科之教學資源及運用	教師能善用校內、外的學習資源，強化人際的教學資源與脈絡，並能妥善管理教學資源，營造校園學習情境，豐富本領域教學與提昇教學效果之目的。
向度10	跨領域教學能力	教師取得其他學科領域課程的學分，且具有其他領域與統整的教學能力，並能帶領各項團隊活動，展現跨領域教學之專業能力。

二、不同背景科學教師社群對教學之各向度觀點

本研究利用本指標之「向度」架構作為國小優質科學教師專業指標之向度重要性量表，並給予研究對象科學教師社群（職前科學教師、在職科學教師及師培機構科學教育專家教授）施測，並以 Kendall 和諧係數考驗在職教師、職前教師及科教專家三組樣本對於 10 向度重要性選擇上是否具有組內的一致性存在。分析結果顯示 p 值為 .000，皆已達到 .05 顯著水準，表示此三組樣本對此 10 向度重要性的可信度相當一致結果如表 5。

表 5 不同背景科學教師社群之 Kendall 和諧係數分析摘要表

樣本	n	Kendall	卡方	自由度	漸近顯著性
在職科學教師	87	.288	255.836	9	.000*
職前科學教師	51	.253	115.933	9	.000*
科學教育專家	23	.500	103.555	9	.000*

* $P < .05$

根據不同背景科學教師社群的三組樣本對於本指標的 10 向度依其重要性做排序後，進行描述性統計分析結果如表 6。職前科學教師認為自然科之「班級經營與實驗室管理能力」最重要，其次為「教學專業知能」及「專業精神與態度」；在職科學教師認為科學優質教師最需具備的專業標準排序分別為自然科之「教學專業知能」、「班級經營與實驗室管理能力」及「專門學科知能」，接著則是「專業精神與態度」；至於科教專家則將「專門學科知能」列為首要標準，其次為「教學專業知能」及「專業精神與態度」，接著則是「課程發展與決定」。不同背景的科學教師社群對於優質科學教師所重視的標準並不一致，但可看出不同背景科學教師社群對於自然科之「專門學科知能」、「教學專業知能」及「專業精神與態度」等三向度的重視。而 10 個向度之中的跨領域教學能力，則同時被認為是科學優質教師中最為次要的標準。

表 6 不同背景科學教師社群對 10 個向度重要性之平均值

向度	職前科學教師 (<i>n</i> =51)		在職科學教師 (<i>n</i> =87)		科教專家 (<i>n</i> =23)		全體 (<i>n</i> =161)	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
1 課程發展	5.90 (6) ^a	2.44	5.54 (5)	3.17	4.91 (4)	2.83	5.57 (5)	2.91
2 教學專業	3.65 (2)	2.34	3.24 (1)	2.19	2.61 (2)	1.12	3.28 (1)	2.14
3 專門學科	4.43 (4)	2.53	4.00 (3)	2.32	2.35 (1)	1.82	3.90 (3)	2.41
4 班級經營	3.61 (1)	2.46	3.69 (2)	2.03	5.13 (5)	1.63	3.87 (2)	2.18
5 評量輔導	6.61 (8)	2.30	6.53 (8)	2.29	5.48 (6)	1.31	6.40 (7)	2.20
6 專業精神	4.12 (3)	2.90	4.52 (4)	2.62	4.30 (3)	2.90	4.36 (4)	2.74
7 專業進修	7.29 (9)	2.36	6.82 (9)	2.32	7.39 (9)	1.95	7.05 (9)	2.28
8 人文觀懷	5.24 (5)	2.98	5.79 (6)	2.74	6.35 (7)	2.84	5.70 (6)	2.83
9 資源運用	6.33 (7)	1.95	6.48 (7)	2.26	7.30 (8)	1.92	6.55 (8)	2.13
10 跨領域	7.82 (10)	2.67	8.39 (10)	2.24	9.17 (10)	1.59	8.32 (10)	2.34

*各向度以簡易名詞示意，其內容請詳見表 4。 a：() 中之數字為該向度重要性的排序

根據研究對象對於 10 個向度重要性分析後，可以發現在職科學教師、職前科學教師及科學教育專家對於科學優質教師所應具備的專業能力看法不一。本研究進一步利用 Kruskal-Wallis 單因子等級變異數分析來檢定三組樣本在次序尺度依變項的表現差異分析。由表 7 發現三組樣本對於專業標準向度 3 的「專門學科知能」、向度 4 的「班級經營與實驗室管理能力」及向度 5 的「評量與輔導」的看法不同且有顯著差異。其他向度沒有顯著差異。

表 7 不同背景科學教師社群對本指標變異數分析摘要表

向度	卡方	自由度	顯著性
1 課程發展	1.919	2	.383
2 教學專業	1.959	2	.376
3 專門學科	15.130	2	.001*
4 班級經營	13.330	2	.001*
5 評量輔導	6.189	2	.045*
6 專業精神	1.124	2	.570
7 專業進修	2.121	2	.346
8 人文觀懷	2.691	2	.260
9 資源運用	4.112	2	.128
10 跨領域	5.014	2	.082

* $P < .05$ * 各向度以簡易名詞示意，其內容請詳見表 4。

由研究結果可以判斷不同背景科學教師社群對於科學優質教師的標準看法不同。科學教育專家對於科學優質教師主要重視的有「專門學科知能」及「教學專業知能」，而黃萬居、熊瑞棻（2004）認為國小科學教師應具備科學學科教學知識方面的能力及轉化為教學行動。由此看出科學教育專家學者對於專門學科知能的重視。在職科學教師與職前科學教師相較於科學教育專家則較為重視「班級經營與實驗室管理能力」，因為在職場任教與職前教師，認為有效的教學要能掌握班級秩序、教學氣氛，包含教學前的規畫、溝通、器材之獲得以及教學中掌控各種突發狀況之處理能力。張宇樑、吳楸椒（2009）提出初任教師對自己的專業能力是否能對學生學習產生正面的影響與教師班級經營理念有關。然而 NBPTS 認為教師專業標準有五項核心主張，分別為：教師投入學生學習、教師瞭解任教學科並知道如何傳授給學生、教師負責管理和監督學生的學習、教師能夠有系統性地從經驗和實務中進行思考、教師是學習社群中的一員（NBPTS, 2002）。由此可知在職科學教師與職前科學教師相對於師培機構相關科學教育專家更重視班級經營與實驗室管理能力。這也是不同背景科學教師社群對於優質科學教師之觀點最大的差異點所在，顯示臺灣師培機構相關科學的教授對國小職前教師在科學教學專業知能方面應具備哪些內涵及應具備的程度有很大的差異。這現象顯示職科學教師與職前科學教師認為此一向度不易透過修課來獲得，或者認為這是科學教師應優先強調的向度。

不同背景科學教師社群對於向度6的「專業精神與態度」也相當重視，這表示優質科學教師應具有專門的學科知能及教學專業知能外，專業精神與態度也是重要的環節，也符合我國傳統教育中「傳道、授業、解惑」教師角色的特質，這結果與靳知勤（2009）研究指出良師特質應具有教育精神與道德，並信守倫理的結果相符。

三、向度及指標權重分配結果

科學教師社群對於向度重要性量表中的 10 向度進行重要性排序，並將「向度一指標」的排序資料以 A-AHP 分析，求出各個「向度一指標」所佔的權重（如表 8），並與表 6 之描述性統計分析交叉比對。該向度指標在體系權重越重，代表相對重要程度越高，描述性統計結果之平均數也越高，亦表示於評鑑時此向度指標所占之評分百分比越高，以 A-AHP 分析科學教師社群於全體看法的集合，可發現向度 2「教學專業知能」20.22%最高；向度 3「專門學科知能」及向度 4「班級經營與實驗室管理能力」次之，且權重比例上並無差異皆可以 16.13%計算之；向度 10「跨領域教學能力」之權重比例為最低的 2.87%。

表 8 不同背景科學教師社群在 10 向度的權重分配

教師背景 權重分配 向度	職前科學教師 百分比%	在職科學教師 百分比%	科教專家 百分比%	全 體 百分比%
1 課程發展	6.82 (6) ^a	7.29 (5)	9.70 (4)	7.27 (5)
2 教學專業	17.09 (2)	20.28 (1)	22.12 (2)	20.22 (1)
3 專門學科	13.97 (4)	15.71 (3)	23.71 (1)	16.13 (2)
4 班級經營	17.58 (1)	16.84 (2)	9.70 (4)	16.13 (2)
5 評量輔導	5.32 (8)	5.62 (8)	7.40 (6)	5.60 (7)
6 專業精神	16.04 (3)	13.77 (4)	12.45 (3)	14.30 (4)
7 專業進修	4.20 (9)	4.75 (9)	3.83 (9)	4.61 (9)
8 人文觀懷	9.88 (5)	7.00 (6)	4.97 (7)	7.27 (5)
9 資源運用	5.70 (7)	5.85 (7)	3.90 (8)	5.60 (7)
10 跨領域	3.40 (10)	2.88 (10)	2.19 (10)	2.87 (10)

*各向度以簡易名詞示意，其內容請詳見表 4。 a：() 中之數字為在該類教師權重分配的排序

10 個向度之中的跨領域教學能力，則同時被認為是科學優質教師中最为次要的標準。除了國小優質科學教師專業指標向度重要性之權重分析外，本研究亦針對 10 向度下的指標進行 A-AHP 分析，實際指標權重值 = 第一層（向度）之權重值 $\times$ 第二層（指標）之權重值，而整體實際指標權重值的總和為 100。其結果如附錄一所示，「4-1 能有效地進行授課班級之經營」、「3-1 能具備科學知識與態度」、「2-1 能將課程計畫有效落實於教學(含實驗)」三個指標為整體實際指標值中最高的三個項目，其所占的權重百分比分別為 11.81%、10.47%、8.73%，表示此三個向度指標為科學教師社群整體成員最重視的三個指標，亦為所占權重比例最高的三個指標。

不同背景科學教師社群對於科學優質教師的標準看法不同，且所關心的重點不一，如表 6 研究數據可發現職前科學教師認為自然科之「班級經營與實驗室管理能力」最重要；在職科學教師認為科學優質教師最需具備的為自然科之「教學專業知能」；科教專家則將「專門學科知能」列為首要標準。若僅以單一科學教師社群成員對於各向度的重要性描述統計分析，恐無法刻劃出科學優質教師的全貌，滿足未來師資評鑑者的實際需求。因此本研究除了了解各背景科學教師社群成員對於科學優質教師的看法外，更期望藉由綜觀的方式統整全體與科學教師相關的利害關係人對於科學優質教師的期望，並藉此描繪出科學優質教師的輪廓，故研究中除了以描述性統計分析描繪各方對於指標向度的看法外，更以 A-AHP 進行權重分析，將全體人員對於科學優質教師所應具備能力之期待轉為量化的權重比例，作為未來培育或評鑑科學教師之參考。

伍、結論及建議

根據上述研究結果，茲就下列三個部分進行分析與討論：本指標之指標系統發展、科學教師社群成員對本指標觀點、「向度、指標」的權重分配。最後提出本研究的建議。

一、結論

由本研究三次德懷術問卷統計資料中發現專家對德懷術問卷各項的同意度皆高，顯示參與的專家學者對本研究所發展之指標，經由德懷術及研究團體會議討論、

修改後取得趨於一致的共識。本指標系統最後含 10 個向度（課程選擇與發展、教學專業知能、專門學科知能、班級經營與實驗室管理能力、評量與輔導、教育信念與實踐、專業發展與進修、人文關懷與個人心理特質、教學資源的經營與運用、跨領域教學能力）、39 個指標、109 檢核重點及 119 個檢核參考資料。

本研究以培養優質科學教師建構指標系統，期許提升科學教師的素質，並持續進修成長。但由於國民小學的師資多為包班制，科學教師常除了自然與生活科技領域外，仍須協助其他領域的教學，或是轉任為級導師須進行國語、數學等領域教學，且九年一貫課程強調學校本位課程及課程統整，故為因應國小教師的屬性與發展，特別加入了第 10 向度「跨領域教學能力」，期待科學教師的能全方位的發展不侷限於科學課程教學，此亦為本指標的特色。

不同背景科學教師社群對於科學優質教師的標準看法不同，且所關心的重點不一，若僅以各向度的重要性描述統計分析，恐無法滿足未來師資評鑑者的實際需求。本從研究運用 A-AHP 所建構的「國小科學教師專業指標」系統之權重體系可以發現，科學教師社群對於國小優質科學教師教學專業發展指標的看法，最為重視的為向度 2「教學專業知能」，所占的權重比例最高；而向度 3「專門學科知能」及向度 4「班級經營與實驗室管理能力」次之；向度 10「跨領域教學能力」則為權重比例最低的一個向度。本研究之指標系統各向度的指標權重可藉由參酌地區特性、需求並適時參酌利害關係人的意見制定符合需求之標準及權重系統，以符合學科特色及不同時期的需求，以利國小科學師資培育課程及相關教材的規劃。

二、建議

本研究旨於發展一套適用於我國國小職前科學教師及國小科學教師專業成長、評鑑的指標系統，具體比對科學教師社群對於專業發展指標的觀點及差異，以求真實反映優質科學教師特殊專業的角色和期望。研究聚焦於以科學教師社群的觀點出發，探求與科學教師密切相關的人物，對於優質科學教師的期待與認同。研究未擴及非科學教師社群或是學生和家長等的意見做比較。期許未來的研究可擴及非科學教師等其他社群的觀點探討。

研究中依據科學教師社群觀點及認同所訂出的指標包含十個向度，各向度下又細分出指標、檢核重點及可供檢核參考資料與項目，師資培育機構對科學教師之課程規劃時，可參酌各個「向度、指標」層級架構設計符合現今國民小學教師應具備的專業

知能的相關課程，以強化職前科學教師的知能。權重分配體系則可作為課程、評鑑時比例之依據，讓師資養成教育與教師專業標準做更有效的結合。而未來師資培育機構設計課程時，除應該參考科學教師評鑑標準，更應考慮各個面向的權重值，增加實施的可行性及完備性，如此也可以提供不同時期科學教師專業成長的方向。

本研究指標系統，可協助在職科學教師從事與教學相關之作為時的反省與檢核依據，持續精進，並作為改進的客觀依據。而且從職前教師到正式教師階段可以持續進行專業成長，使專業培訓與發展過程連續不斷，並符合科學教師專業的內涵及表現。職前科學教師也可依此架構充實的資歷，使未來有更多工作機會，能順利成為優秀的國民小學優質科學教師。未來也可透過專業標準的導引來促進教師專業成長，進一步研究而作為判斷教學表現是否達到專業要求的重要機制，以維護及提升教師專業品質進而促進教師專業發展，並可依照檢核需求選取或增減指標系統之內容。

本研究權重系統調查成員包含職前科學教師、在職科學教師及師培機構科學教育專家教授，建議未來各機關及學校可參酌地區特性、需求並適時參酌學生家長的意見制定符合需求之標準及權重系統以符合學校特色及地區需求，並可以擴大調查規模，並將不同背景之調查成員的意見加權計算，藉以綜合處理制定出符合其地域、環境等實際需求的權重系統，以培育出更多符合教育、社會、家長期望優質的科學教師。

誌 謝

本文內容源自於標竿 2010：合作探究與創構小學優質數理師資學程之設計、實施與評鑑發展計畫（計畫編號：NSC 96-2522-S-152-005；NSC 97-2522-S-152-001；NSC 98-2522-S-152-001）之研究成果，特予致謝，感激所有提供指導與協助的老師們；並感謝匿名審查與編輯委員不厭其煩提供寶貴意見，讓本文更具嚴謹性。

參考文獻

- 王文科（1996）。**教育研究法**。臺北：五南。
- 王保進（1996）。教育指標基本概念之分析。**教育研究資訊**，4（3），1-17。

- 王保進（1998）。美國全國師範教育認可審議會（NCATE）認可模式對我國師資培育評鑑的啟示。**國民教育研究學報**，4，1-34。
- 何偉雲（2001）。初步探討影響學童自然科學習成就因素的排序。**屏東教育大學學報**，14，933-952。
- 吳政達（1999）。國民小學教師評鑑指標體系建構之研究—模糊德菲術、模糊層級分析法與模糊綜合評估法之應用。國立政治大學教育系博士論文，未出版，臺北。
- 吳清山（2003）。師資培育法—過去、現在與未來。**教育研究月刊**，105，27-43。
- 吳清山（2006）。師資培育的理念與實踐。**教育研究與發展期刊**，2（1），1-32。
- 吳武典（2004）。中華民國師資培育白皮書草案。臺北：教育部
- 吳武典、張芝萱（2009）。資優教育師資專業標準之建構。**資優教育研究**，9（2），103-143。
- 吳雅玲（2001）。德懷術及其在課程研究上的應用。**教育研究**，9，297-306。
- 呂錘卿、林生傳（2001）。國民小學教師專業成長指標及現況之研究。**教育學刊**，17，45-64。
- 李秀琴、林孟郁、黃木榮（2002）。運用智慧型代理人與分析階層程序（AHP）於商品選購策略—以旅遊行程規劃為例。**中央警察大學『資訊、科技與社會』學報**，12，1-12。
- 林清山（1992）。心理與教育統計學。臺北：東華。
- 段曉林、林淑楞（2006）。科學教師專業成長與培育之新趨勢。**教育研究月刊**，152，12-20。
- 孫志麟（2000）。國民教育指標體系建構之研究。**國立臺北師範學院學報**，13，121-148。
- 張世忠、羅慧英（2009）。協同教學對國中學生所知覺的科學教師 PCK 之影響。**科學教育學刊**，17（1），49-68。
- 張宇樑、吳楸椒（2009）。影響臺中縣市公立國小數學領域初任教師效能感發展因素之個案研究。**科學教育學刊**，17（1），27-48。
- 張新仁（2004）。中小學教師教學評鑑工具之發展編製。載於潘慧玲（主編），**教育評鑑的回顧與展望**（頁 91-130）。臺北：心理。
- 張鈿富（2000）。學校行政決定原理與實務。臺北：五南。
- 張德銳（2003）。我國中小學教師評鑑的規劃與推動策略。**教育資料與研究**，29，169-193。
- 張德銳（2004a）。中學教師教學專業發展系統。臺北：五南。
- 張德銳（2004b）。國民中小學教師教學專業發展標準及其資源檔之研究。臺北：國立教育資料館。

- 張德銳、簡賢昌、丁一顧（2006）。中小學優良教師專業發展歷程之研究。**教育資料與研究雙月刊**，**68**，23-42。
- 教育部（2003）。**科學教育白皮書**。臺北：教育部。
- 郭昭佑（2001）。教育評鑑指標建構方法探究。**國教學報**，**13**，257-285。
- 郭重吉（2006）。科學師資的培育。**教育研究月刊**，**152**，5-11。
- 郭重吉、張惠博（2005）。從政策層面評述國際間科學教育的改革。**科學教育月刊**，**284**，23-35。
- 陳木金、邱馨儀、陳宏彰（2006）。高中職以下學校教師生涯發展進階之研究。**教育資料與研究**，**72**，17-32。
- 黃萬居、熊瑞棻（2004）。新世紀國小科學教師專業素養之研究。**臺北市立師範學院學報**，**35**（2），201-230。
- 楊榮祥（1996）。職前科學教師教學表現之檢測—初探。**科學教育月刊**，**189**，2-13。
- 靳知勤（2009）。中等科學師資培育機構評鑑指標之發展研究。**科學教育學刊**，**17**（4），275-292。
- 潘慧玲、王麗雲、簡茂發、孫志麟、張素貞、張錫勳、陳順和、陳淑敏、蔡濱如（2004）。國民中小學教師教學專業能力指標之發展。**教育研究資訊**，**12**（14），129-168。
- 鄭芬蘭、江淑卿、張景媛、陳鳳如（2009）。探究大學教學優良教師的有效能教學活動。**教育心理學報**，**40**（4），663-682。
- 鄭聖禱、靳知勤（2007）。國中科學實習輔導教師之輔導策略、輔導障礙來源及其專業成長。**科學教育學刊**，**15**（2），145-168。
- 盧玉玲、連啟瑞（2003）。國民小學三至六年級生活化之自然與生活科技課程發展與評鑑（批判思考能力）研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫（編號：NSC91-2511-S-152-007-X3），未出版。
- 饒見維（2003）。**教師專業發展-理論與實務**。臺北：五南。
- Blank, P. K. (1993). Developing a system of education indicators: Selecting, implementing, and reporting indicator. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, **15** (1), 65-80.
- Burden, P. R. (1981). *Teachers' perception of the characteristic and influences on their personal and professional development* (ERIC Document Reproduction Service No. 198087).
- Burden, P. R. (1982). *Teachers' perceptions of their personal and professional development*. Paper presented at the Annual Meeting of the Midwestern Education Research Association, Des Moines (ERIC Document Reproduction Service No. ED 210 258).

- Fessler, R. (1985). A model for teacher professional growth and development. In P. J. Burke & R. G. Heideman (Eds.), *Career Long Teacher Education* (pp.181-193). Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Fessler, R., & Christensen, J. C. (1992). *The teacher career cycle: Understanding and guiding the professional development of teacher*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Hopkins, D., & Stern, D. (1996). Quality teachers, quality schools. *Teaching and Teacher Education*, 12(5), 501-517.
- Huberman, M. (1989). The professional life cycle of teachers. *Teachers College Record*, 91(1), 3157.
- Lopata, C., Miller, H. A., Miller, R. H. (2003). Survey of actual and preferred use of Cooperative learning among exemplar teachers. *Journal of Educational Research*, 96(4), 232-239.
- Mulholland, J., & Wallace, J. (2005). Growing the tree of teacher knowledge: Ten years of learning to teach elementary science. *Journal of Research in science teaching*, 42(7), 767-790.
- National Board for Professional Teaching Standards (2002). *What teachers should know and be able to do* (ED475447). Arlington, VA: National Board for Professional Teaching Standards.
- National Science Teachers Association (2003). *Standards for science teacher preparation*. Retrieved August 2, 2008, from National Science Teacher Association database (Professional development) on the World Wide Web: <http://www.nsta.org/pdfs/NSTASTandards2003.pdf>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(1), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Weinstein, C. S. (1988). Pre-service teachers' expectations about the first year of teaching. *Teaching & Teacher Education*, 1(1), 31-40.

投稿收件日：2011 年 3 月 29 日

接受日：2012 年 10 月 23 日

附錄一

本指標各向度的指標權重

向度	向度權重 百分比%	各向度之指標	指標權重 百分比%	各指標之實 際權重值%
1 自然科之 課程發展 與決定	7.27	1-1 能瞭解課程綱要的理念與內涵	39.75	2.89
		1-2 能設計適切之課程計畫與教材	24.32	1.77
		1-3 能理解並呈現課程之專業知識或能力	24.32	1.77
		1-4 能具備教科書及教材評選的能力	7.67	0.56
		1-5 能具備國際觀之課程發展能力	3.93	0.29
2 自然科之 教學專業 知能	20.22	2-1 能將課程計畫有效落實於教學(含實驗)	43.16	8.73
		2-2 能進行多元且有效的教學(含實驗)	22.17	4.48
		2-3 能兼顧不同學習能力學生之學習需要	17.16	3.47
		2-4 能引導教學活動與營造友善的學習氣氛	13.48	2.73
		2-5 能指導學生進行專題探究	4.03	0.81
3 自然科之 專門學科 知能	16.13	3-1 能具備科學知識與態度	64.91	10.47
		3-2 能具備科學過程技能及思考智能	27.90	4.50
		3-3 能具備相當之實驗操作技能	7.19	1.16
4 自然科之 班級經營 與實驗室 管理能力	16.13	4-1 能有效地進行授課班級之經營	73.24	11.81
		4-2 了解學生之想法、家長之期待並能進行有效的溝通	13.78	2.22
		4-3 能妥善地規劃、管理實驗室	12.97	2.09
5 自然科之 評量與輔 導	5.60	5-1 能依學習內容與教學模式採取多元評量	56.95	3.19
		5-2 能藉由評量來了解學生的知識、技術、態度等多面向的發展	33.30	1.86
		5-3 能夠依據學生評量結果調整教學並實施輔導與補救教學	9.74	0.55

6 專業精神與態度	14.30	6-1 能自我省思、專業成長	24.02	3.43
		6-2 能遵守教育專業倫理及規範	20.98	3.00
		6-3 能展現教育熱忱及專業使命	54.99	7.86
7 專業發展與進修	4.61	7-1 能瞭解新興科學科技及環境議題	25.99	1.20
		7-2 能瞭解科學與科技對社會及教育趨勢影響及教育相關議題的思考	32.75	1.51
		7-3 能具有專業成長及行動研究的能力	41.26	1.90
8 人文關懷與個人心理特質	7.27	8-1 人際互動與溝通	26.39	1.92
		8-2 能具有寬廣的世界觀和永續發展的環境觀	12.62	0.92
		8-3 人文關懷態度	26.39	1.92
		8-4 人格特質	29.69	2.16
		8-5 領導能力	4.91	0.36
9 自然科之教學資源及運用	5.60	9-1 能善用校內外資源提升教學成效。	46.60	2.61
		9-2 能建立並善用教學人際資源，提昇教學。	17.19	0.96
		9-3 能建立教學資料庫並妥善管理教學資料支援教學。	17.19	0.96
		9-4 能營造校園自然科之學習情境	19.02	1.07
10 跨領域教學能力	2.87	10-1 能充分瞭解國民小學各領域之課程綱要	27.64	0.79
		10-2 能修畢其他學科領域學分或取得認證	7.15	0.21
		10-3 能具備編寫、統整其他領域教學計畫之能力	22.72	0.65
		10-4 能具備其他領域學科教學的實習經驗	19.78	0.57
		10-5 能展現其他領域與統整教學之教學發展能力與教學成效	22.72	0.65

