

台灣所需優先解決的科學教育問題—— 科學與科學教育學者的觀點

靳知勤

國立台中教育大學科學教育與應用學系

本研究採用德懷術 (Delphi method)，探討在台灣亟需處理的科學教育問題，其迫切性及其現況滿意度；亦探討實踐科學教育目標的障礙，以及未來能夠改善的期望程度。參與連續兩次調查的專家群包括 27 位科學專家和 33 位科學教育學者。研究發現，最需投入解決的前三項問題為「重視教師的科學素養養成」、「將科學學習與生活相互結合」與「在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵」；滿意度最高的項目為「鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務」；至於提升國民科學素養的主要障礙為「台灣社會中的媒體環境惡劣」、「升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣」和「社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習」；「與科學有關的教材常與生活經驗脫節」則被視為未來最可能改善的障礙。惟本研究發現，媒體文化與民眾社會信念的褊狹最令人擔憂。另在若干項目上，科學專家與科學教育學者間的觀點有顯著差異。根據所得結果，本文並提出省思與後續之建議。

關鍵詞：科學教育；科學教育問題；科學素養；德懷術

緒言

台灣《國民中小學九年一貫課程綱要》於 2003 年 1 月頒布，其中「自然與生活科技」學習領域明定「提昇國民科學素養」為科學教育的首要目標 (教育部，2003)，並以此呼應當代科學教育的思潮 (Chin, 2005; National Research Council [NRC], 1996, 2012)。然而，台灣明確揭櫫科學素養為科學教育目標迄今已有十年，實有必要檢視相關科學教育問題，一方面期能提供了解台灣科學教育發展的相關資訊，另一方面則以之作科學教育政策發展的依據。以此繼往開來，提升推展科學教育的成果。

因此，本研究乃彙整提升國民科學素養任務中的各項問題，運用德懷術調查法 (Delphi method)，就其解決的迫切性與障礙因素的嚴重程度，諮詢學者專家的看法。具體而言，研究目的如下：

1. 在台灣亟需處理的科學教育問題為何？
2. 在台灣所亟需處理的科學教育問題，其現況滿意度為何？
3. 在台灣實踐科學教育目標的障礙因素為何？
4. 在台灣實踐科學教育目標的各項障礙因素中，未來能夠改善的期望程度為何？
5. 對上述項目，比較科學學者與科學教育學者的意見，程度有何不同？

文獻探討

本文有鑑於回顧改革事件與歷程對於前瞻後續發展的重要性，乃於台灣科學教育改革迄今逾十載之際，從事問卷調查。然而對事件的了解，除使用歷史敘事方式列舉關鍵人物，從中探討具里程碑意義的事件外，亦可從改革事件演進的背景，分析行動者對於社會脈絡的看法與意義（鄭湧涇，2005）。基於此，本文傾向後者觀點，從過去十年來台灣科學教育呼應九年一貫課程改革，致力於提升全民科學素養的理念，以及學界、實務界如何針對「提升科學素養」回應國家需求等，加以分析探討。是以，以下將循（1）科學教育與科學素養，（2）培養「全民科學素養」的方法與困境，以及（3）科學專家與科學教育專家等三方面從事文獻探討，期能藉此了解科學素養與科學教育的關聯，陳明當前實踐科學教育目標的方法與困境，從而探討身負科學教育任務的科學與科學教育學者間的理念與本質異同。本研究以此基礎為實施德懷術調查的依據。

科學教育與科學素養

當今世界各主要國家的科學教育目標，均強調「全民科學素養」的重要性。各國亦紛紛集合科學與科學教育學者，致力提升該國的全民科學素養（靳知勤，2007；NRC，2012）。自1980年後期起，因全球科技發展日新月異，復以各國間的互動往來頻繁，使得科學與技術對於人類社會的影響更甚於過去，連帶亦加深了世人對科學教育與「全民科學素養」需求的迫切性。林樹聲（1999）於20世紀末，曾經反思當代科學教育對「全民科學素養」的培養，指出其目的在：（1）促進具備「科學素養」的公民有效參與及討論科技發展所衍生的問題；（2）透過理性決策、適當的理解及辯論，以解決社會及科學兩者間調和的失衡；以及（3）提高國家在世界各國之間的競爭力，並促進社會繁榮（頁17）。於是，如何認識及發展實作的策略來因應科學、技術與社會三者互動頻繁的環境，是當今科學教育於提升「全民科學素養」中的重要議題。

有關「科學素養」，乃是指在特定社會情境下，個人就科學相關事物從事溝通所需具備的知識與能力（American Association for the Advancement of Science, 1990）。早期，Shamos（1995）亦曾針對能力的階層，將「科學素養」分為文化性、功能性與

真實性三種；而 Bybee (1997) 則將其分為名義性、功能性、概念與程序、多面性的科學素養。近年，美國國家研究委員會的定義則包括了：(1) 知的能力，(2) 建立及評價科學證據和解釋，(3) 理解自然科學知識的發展，(4) 參與科學活動或論述 (NRC, 2007)。

綜合上述定義，「科學素養」可視為「一個人所需知曉，並用來與他人溝通關於科學的知識與能力」。在實用功能上，可獲致「運用科學知識及思考方式以達成個人或社會的目的」。若根據不同目的再更加細分，它可再分為三個層次：第一是「科學素養」之對象；第二是所需習得的科學知識及能力；第三則是這種能力如何促成不同對象的參與、溝通，亦即社會性的功能。

從近年來培養「全民科學素養」的概念來看，Liu (2009) 指出區分「科學性的素養」(scientific literacy) 及「素養的科學性」(science literacy) 有助釐清兩者常被混用的定義：前者指有關科學的能力，例如科學寫作、閱讀與理解的能力；後者則指「素養」的科學性本質，探討的是人們如何達到「科學素養」。前者較為關注理論的本質定義問題，後者則是操作性的實務問題。Kolstø (2001) 在界定現代公民的科學素養時則指出，能否區分科學的描述性陳述 (descriptive statement) 與規範性陳述 (normative statement) 即為判斷公民科學素養的標準。因此，不單是科學相關知識，學習者能否知曉科學本質及科學與社會的關係，是提升科學素養的核心議題 (Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005)。

承此，雖然學者間對「科學素養」的操作性定義仍未臻共識 (Liu, 2009)，然其促進社會參與、改善社會溝通的能力，卻無疑成為科學教育理論與實務界共同努力的目標。以此，「全民科學素養」可以視為一組目標的集合 (林樹聲, 1999)，亦可以視作科學民主化的發生基礎 (Liu, 2009)。其重要性不單在於它是政策指導的理念，亦在於文化上它可以結合生活實踐的能力 (鄭湧涇, 2005)。從近幾年的趨勢來看，有關「科學素養」的理論研究與實務推廣都有許多進展，無論是針對「科學素養」概念的釐清或活動推廣均有成效。學界亦指出，依此理念透過科學教育培養國民參與社會性科學議題，極具貢獻 (Fowler, Zeidler, & Sadler, 2009; Wongsri & Nuangchalermsri, 2010)。

培養「全民科學素養」的方法與困境

世界各國自 20 世紀末葉普遍認知「提升全民科學素養」為科學教育首要目標後，便持續在理論發展、課程教學、師資培育與制度規劃上力求實踐。此等涉及培養「全民科學素養」所循的方法與期間所遭遇的困境，台灣科學教育學術及實務界一向都十分重視 (靳知勤, 2007)。綜觀台灣自九年一貫課程實施至今，培養「全民科學素養」的主要管道仍以制式教育 (formal education) 為主，惟引進非制式教育 (informal

education) 的資源已漸蓬勃。若回顧近四十餘年來在台灣的科學教育改革，得見課程目標逐漸由早期政府主導演變為社會與個人需求導向；課程設計理念亦由菁英教育逐漸趨向科學素養的培育（劉俊庚、邱美虹，2012）。自從 2006 年起台灣加入國際學生能力評量計畫（Programme for International Student Assessment）後，科學素養相關研究與活動推廣等更趨蓬勃，亦帶動「科學素養」課程的改革（林曉芳，2009）。

從「素養」的觀點看，「全民科學素養」必須從學習層面着手。然而，制式教育並非培養「全民科學素養」的唯一管道。靳知勤（2005）指出，透過非制式教育環境中的情境學習，博物館、國家公園等教育途徑亦能與社會結合。若以廣義觀點檢視非制式教育的範圍，凡發生於學校課程規範性安排之外，諸如地點與時間的解放、活動與表徵方式的突破，亦能逐漸培養「科學素養」而臻科學教育的目的。惟無論是制式或非制式途徑，均強調「如何表徵以有助於學習者的體驗或理解」這課題。早在 20 世紀末，英國科學教育學者 Gilbert & Zylbersztajn（1985）就曾整理並建議在課程設計中，如何系統地將「科學」轉化至有利學生學習的模式。他們所提出培養科學素養的架構為：將「科學家的科學」經由課程（活動）計畫轉換成「課程（活動）科學」，接着再經由課程（活動）計畫成為「教師的科學」，最後學生們帶着他們的先備知識（即「兒童知識」）與「教師的科學」互動，最終形成「學生的科學」。

由此可知，「全民科學素養」的培養除涉及「學科知識」（content knowledge）及「教學方法知識」（pedagogical knowledge）兩種知識範疇外，又兼納兩者的「學科教學知識」（pedagogical content knowledge）（Shulman, 1987）。這是一種結合學科與教學法的知識，並能組織特別的主題、議題，在教學上加以呈現的能力（段曉林，2009）。Cochran, DeRuiter, & King（1993）則進一步推展這種概念，將學習互動中不斷建構、發展的概念帶入學習，並將「學科教學知識」修正為「學科教學知曉」（pedagogical content knowing）。因此，「全民科學素養」的複雜性實非單一學科、知識可以含括，而其養成亦非熟悉教學方法、推廣制式教育課程所能窮盡，更須關注文化、社會甚至是國家層面的議題。無論是政策規劃、課程與教材發展、師資培育等各面向，均須融入與科學有關的社會文化議題，以呼應當代科學教育的新思潮（林樹聲、靳知勤，2012）。

事實上，國家科學委員會（2010）指出，「全民科學素養」的提升，必須「透過學前教育、制式教育、社會教育、科學傳播、科學普及教育等綿密的終身學習網絡來達成」（頁 20-21）。換言之，除課程內容外，緊密的系統網絡合作乃是培養「全民科學素養」的關鍵。從科學教學的現場來看，實踐者不單應具有學科、教學兩種知識，更應具備掌握特定議題，並結合生活情境的能力。然而，培育這些能力與信念，又非得倚仗體制系統的建立，以及專業人士的參與付出。關於後者，則以科學及科學教育專家均能在專業知識、教育經驗、教育專業、行政資源等方面帶領後進成長（Appleton,

2008)。在這兩大社群中，一為運用科學知識與方法從事教育任務的科學家們，二是從事科學教育研究推廣的科學教育學者，皆屬涉及科學素養研究與政策規劃的專業人士。故此，上述兩群學者對台灣科學教育的困境、方法及未來展望所持的看法，是本研究關注的範圍。

科學專家與科學教育專家

就台灣本地的情形觀之，科學家與科學教育學者不單在理論探究上有其專業性，且有許多皆在不同層面中實際從事科學教育與普及工作（戴明鳳，2012）。更且，眾多科學及科學教育專家亦在科學政策制定與推動上具有影響力（靳知勤，2007）。這些專家透過經年累月「精通」（mastering）知識及專業，方才培養出建立科學新知及從事社會決策的影響力（吳泉源，2001）。就此，科學與科學教育專家在促進「全民科學素養」的角色，一方面來自於所學習的專業，另一方面則來自於教學工作及教學現場的知能；經長期發展後，往往須將二者兼容為一，並將社會及文化脈絡的複雜關聯整合其中。故此，從科學教育理論、政策實作情況、科學知識專業性等面向而言，相對於民眾、教師及一般技術人員，科學專家與科學教育學者的意見實獲賦予更高的有效性。

近年，學者於從事科學教育或普及工作中，更加強調社會性科學議題的功能（林樹聲、靳知勤，2012；靳知勤、楊惟程、段曉林，2010）。有學者指出，在探討任何具有社會性質的科學議題時，都會涉及不同層面的科學與社會關係（黃俊儒、楊文金、靳知勤、陳恒安，2008）。因此，各國在實踐「全民科學素養」的進程中，確有關注倡議科學的社會文化意涵。以科學傳播為例，林芳玫（1996）就曾轉化 Griswold（1994）的「文化鑽石」（culture diamond）理論，將科學與社會的關係分為社會、生產者、文本及閱聽人等四者。基於此，從科學與社會的角度出發，各家學者主要針對不同的理論或實作情境，從事知識產製，但他們同時亦扮演著不同專業與知識的閱聽人角色。由此概念出發，科學教育學者與科學家兩者在從事科學教育工作時，無論是從知識專業或應用性上，即顯出兩者有其重疊，但亦存有互異之處。這足以形成不同專業與經驗下所產生的觀點，為台灣培養全民科學素養中所遭遇的問題，提出建議。於是，科學家與科學教育學者對科學教育問題的觀點，確有探討必要。

本研究以科學研究與科學教育領域的專家為對象，調查他們對台灣科學教育的問題、困境、現況及未來情形的展望。調查採德懷術，透過對科學與科學教育專家的問卷調查，經多次來回詢問、溝通，期能使受訪專家能有效表達與溝通，整合所長與經驗，逐步建立一致性意見與共識，進一步釐清當今台灣科學教育的困境、現況與未來展望。基於此，本研究對未來科學教育政策及任務中所需關注的事務提出建議。

研究方法

選定德懷術調查法專家群

由於本研究的重點為台灣實踐科學教育中所涉問題的現況調查，需要藉由深入了解情況的專家學者提供看法，故此本研究採用具有專家諮詢特性的德懷術調查法，邀請任教於台灣中等科學師資培育院校（包括三所師範大學及其他一般綜合性大學的師資培育中心）的科學教育學者 33 人，以及任教於大學生命科學、物理與化學等科學領域的教授 27 人，為本研究的專家群。這些學者皆曾參與科學教育的推廣活動，且主持過國家科學委員會科學教育研究計畫並具備科學師資培育經驗。因此，就其學術專業或服務經歷，皆足以擔任本研究的專家群。

問卷的發展

本研究為了解在台灣推動提升國民科學素養任務上所遭遇到的問題與現況，過程中首先就上述專家群選擇其中 10 位科學與科學教育學者，由研究者寄發一份開放式問卷，請其就「台灣當前科學教育所面對的問題」及「提升國民科學素養的障礙因素」以書面寫出他們的看法。問卷發出兩週後陸續收回，研究者對該等質性資料逐筆歸納整理。整理方式是以專家所提條列式資料為分析依據，採用恆常比較法，先以一筆資料作基礎，給予編碼後，再將次筆資料與前筆資料比較，若屬性相同則編入同一類，若非屬同一性質則另建新的類別編碼。在編碼過程中，由研究者與協同研究人員逐筆確認，若有不同意見則經反覆討論，直至取得共識。

經此過程，歸納出 15 項問題項目及 20 項障礙項目。這些問題與障礙項目在問卷編製的形成過程上，每一項均可視作具有獨立存在的位格，並非如一總量表中由各分量表組成。隨即，研究者將這些項目送交科學教育與科學家協助審閱並給予審定建議後，再轉換成封閉式問卷，分別就其屬性設計五點式李克氏量表供受訪者圈選由 5 至 1 之意見。例如：以 15 項科學教育問題諮詢受訪專家學者有關解決此問題的重要性如何（1-1），以「很重要」、「重要」、「普通」、「不重要」、「很不重要」等五個等級供受諮詢的專家勾選。另亦以此 15 項問題諮詢專家們對各項問題現況的滿意程度為何（1-2），其等級包括「很滿意」、「滿意」、「普通」、「不滿意」、「很不滿意」。至於在提升國民科學素養時遭遇到的障礙因素上則有 20 個項目，藉此諮詢專家這些問題所致障礙的嚴重程度（2-1），其等級由高至低為「很嚴重」、「嚴重」、「中立意見」、「不太嚴重」、「一點都不嚴重」。最後，再諮詢專家們對這 20 項障礙因素在十年後是否會改善的看法（2-2），供勾選的等級為「會大幅改善」、「會改善」、「和現在差不多」、「會有稍許退步」、「會有大的退步」。

當完整問卷初稿形成後，研究者再次邀請數位科學教育與科學領域的學者審閱並提供意見，以確認問卷所包含項目是否完備，以及其表面效度。由於在研究上運用德懷術調查法的目的，是邀請專家針對各項問題依其看法給予評定，並經多次調查程序營造意見共識，其意義如同諮詢會議般，是以書面往來方式代之，以減省實體會議所耗資源（王文科、王智弘，2010，頁 228-229），因此調查法的義理毋須如一般量表，計算並提供全份問卷及其各分量表的信度值，反而德懷術的重點是以得自於專家的平均值及其排序為判準。

連續兩次調查過程

在問卷發展完畢後，即進入連續兩次的調查歷程。在第一次調查時，寄發問卷給 60 位專家，請其就 15 項問題圈選重要性與滿意程度，另就 20 項障礙項目圈選嚴重程度與未來改善的可能性。歷時三週後陸續收回問卷，即針對專家所圈選的意見計算各項目的平均值、標準差與眾數，整理成第二次問卷，包含了原各項題目及第一次問卷的各題平均值、標準差、次數分布、眾數等資料。隨後，將這份第二次調查問卷寄發給 60 位受訪者，請其檢視第一次調查中圈選的意見及全部受訪者的平均值、標準差與眾數後，填寫第二次問卷。經三週後收回問卷，隨即計算各題的統計量，並與前次結果作比較。

資料分析

本研究依據調查所回收的兩次資料，各面向所包含的各題計算其平均值與標準差，並就平均值由高至低予以排序。當每一向度中各題的排序完成後，再以 Kendall ω 和諧係數檢定前後兩次封閉式問卷調查的排序是否具有一致性。

本研究亦就科學領域與科學教育學者兩群專家，分別依上述的描述性統計排序，並以 t 考驗從事比較，其目的在於：了解兩群專家對於提升國民科學素養中待解決問題的重要性、其現況的滿意度，以及相關障礙因素及未來能改善的期望度等看法是否有所差異。

研究結果

本研究採德懷術，經兩次專家問卷調查，項目包括在台灣所遭遇的 15 項科學教育相關問題的重要程度與現況滿意度，以及 20 項障礙因素嚴重性及對其在未來能改善的信心程度。下文將針對這四方面結果加以呈現。

待解決科學教育問題的重要性及現況滿意度

經過連續兩次德懷術調查後，從第二次調查結果得知，在台灣所最需迫切解決的前 8 項科學教育問題的平均值皆達 4.50 或以上（表一），排序在前五位的項目為：「重視教師的科學素養養成」（ $M = 4.90$ ）、「將科學學習與生活相互結合」（ $M = 4.87$ ）、「在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵」（ $M = 4.83$ ）、「加強傳播媒體工作者的科學素養養成」（ $M = 4.77$ ）、「確定適合本國國民科學素養的定義與範圍」（ $M = 4.65$ ）。

至於位居後五位的項目依據其平均值排序由低至高則為：「導正一般公民認為科學可以解決人類所有問題的迷思」（ $M = 4.07$ ）、「整合制式與非制式教育情境」（ $M = 4.07$ ）、「化解民眾心中對科學是困難的印象」（ $M = 4.10$ ）、「鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務」（ $M = 4.27$ ）、「制定提升國民科學素養的相關政策與法規」（ $M = 4.27$ ）。惟總觀 15 項待解決問題的平均值都高於 4.0，亦即「重要」的程度。由這些結果可以顯示，專家群對所列舉的科學教育問題傾向認為嚴重且迫切待解決的程度。

此外，專家群對以科學教育實踐提升國民科學素養任務現況的滿意度（表二），從第二次調查結果得知，最高的前 3 項為「鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務」（ $M = 2.87$ ）、「在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵」（ $M = 2.70$ ）、「將

表一：推動提升國民科學素養的任務上，亟需處理問題的迫切性

題目	第一次			第二次		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
重視教師的科學素養養成	4.80	0.443	1	4.90	0.303	1
將科學學習與生活相互結合	4.63	0.486	2	4.87	0.343	2
在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵	4.52	0.537	6	4.83	0.376	3
加強傳播媒體工作者的科學素養養成	4.57	0.563	4	4.77	0.465	4
確定適合本國國民科學素養的定義與範圍	4.58	0.696	3	4.65	0.547	5
營造推動國民科學素養的基本理念與共識	4.55	0.594	5	4.60	0.558	6
導正存在於社會中捕風捉影、人云亦云的不理性因素	4.35	0.799	9	4.55	0.622	7
導正社會各界對科學學習目標窄化的看法	4.37	0.736	8	4.50	0.567	8
持續追蹤調查國民科學素養的狀況	4.45	0.534	7	4.40	0.558	9
提倡與科學有關的終身學習理念	4.32	0.567	11	4.30	0.561	10
制定提升國民科學素養的相關政策與法規	4.30	0.720	12	4.27	0.634	11
鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務	4.33	0.601	10	4.27	0.634	11
化解民眾心中對科學是困難的印象	4.10	0.775	13	4.10	0.602	13
整合制式與非制式教育情境	4.05	0.699	15	4.07	0.548	14
導正一般公民認為科學可以解決人類所有問題的迷思	4.08	0.766	14	4.07	0.578	14

表二：對推動提升國民科學素養任務現況的滿意程度

題目	第一次			第二次		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務	2.87	0.791	1	2.87	0.596	1
在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵	2.67	0.795	2	2.70	0.696	2
將科學學習與生活相互結合	2.52	0.770	4	2.68	0.725	3
確定適合本國國民科學素養的定義與範圍	2.57	0.745	3	2.58	0.645	4
整合制式與非制式教育情境	2.52	0.748	4	2.57	0.673	5
導正一般公民認為科學可以解決人類所有問題的迷思	2.47	0.769	7	2.57	0.621	5
營造推動國民科學素養的基本理念與共識	2.43	0.745	8	2.52	0.651	7
重視教師的科學素養養成	2.48	1.049	6	2.52	0.813	7
導正社會各界對科學學習目標窄化的看法	2.27	0.841	11	2.38	0.613	9
化解民眾心中對科學是困難的印象	2.35	0.659	10	2.37	0.581	10
提倡與科學有關的終身學習理念	2.38	0.783	9	2.32	0.651	11
持續追蹤調查國民科學素養的狀況	2.25	0.654	12	2.23	0.500	12
制定提升國民科學素養的相關政策與法規	2.18	0.770	13	2.22	0.524	13
導正存在於社會中捕風捉影、人云亦云的不理性因素	2.10	0.752	14	1.90	0.543	14
加強傳播媒體工作者的科學素養養成	1.80	0.777	15	1.73	0.686	15

科學學習與生活相互結合」($M = 2.68$)；滿意度最低的末三項由低至高為：「加強傳播媒體工作者的科學素養養成」($M = 1.73$)、「導正存在於社會中捕風捉影、人云亦云的不理性因素」($M = 1.90$)、「制定提升國民科學素養的相關政策與法規」($M = 2.22$)。其中最末兩項低於 2.0，亦即介於「不滿意」與「很不滿意」之間的水準。從位居最不滿意的這兩項可知，受訪者普遍認為台灣媒體人的科學素養不足，且台灣社會中的迷信與人云亦云的不理性現象情況嚴重。至於其餘 13 項中，有 5 項位居 2.0 與 2.5 之間，另有 8 項在 2.5 與 3.0 之間。換言之，這 13 項的滿意度介於「不滿意」和「普通」之間。

對提升國民科學素養的障礙因素及其未來改善的信心程度

表三呈現出 20 項障礙因素的嚴重程度，從第二次調查結果得知，其中有 6 項的平均值高於 4.0，分別為：「台灣社會中的媒體環境惡劣」($M = 4.75$)、「升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣」($M = 4.68$)、「社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習」($M = 4.50$)、「社會中缺少對科學及科技的反省與批判」($M = 4.28$)、「社會迷信的風氣」($M = 4.17$)、「從事提升科學素養人士，其跨領域的訓練不足」($M = 4.12$)。其中，居障礙之首的「台灣社會中的媒體環境惡劣」，和前述對台灣媒體滿意度居末的項目相互呼應；第 5 位「社會迷信的風氣」，亦與台灣社會中的迷信與人云亦云的不理性現象一致。

表三：與提升國民科學素養相關障礙因素的嚴重程度

題目	第一次			第二次		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
台灣社會中的媒體環境惡劣	4.53	0.676	1	4.75	0.571	1
升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣	4.42	0.743	2	4.68	0.567	2
社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習	4.30	0.869	3	4.50	0.725	3
社會中缺少對科學及科技的反省與批判	4.13	0.853	4	4.28	0.691	4
社會迷信的風氣	4.05	0.790	5	4.17	0.587	5
從事提升科學素養人士，其跨領域的訓練不足	4.03	0.736	6	4.12	0.585	6
一般人認為科學是困難的，不是一般人可以接近的	3.90	0.656	8	3.98	0.567	7
推動科學素養的預算不夠充足	4.03	0.901	6	3.98	0.748	7
科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及	3.88	0.885	9	3.93	0.607	9
社會中忽略了非制式教育情境的功能與角色	3.88	0.666	9	3.90	0.656	10
民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的	3.87	0.853	11	3.88	0.739	11
基層教師的社會意識普遍不足	3.82	0.948	14	3.87	0.676	12
民眾常將科學看成是一種「靜態的知識」	3.70	0.908	16	3.85	0.606	13
推動科學素養的管道不夠普遍	3.85	0.820	12	3.85	0.547	13
科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣	3.47	0.873	20	3.77	0.698	15
台灣社會對國民應具備之科學素養內涵缺乏共識	3.83	0.806	13	3.73	0.660	16
與科學有關的教材常與生活經驗脫節	3.62	0.804	17	3.73	0.607	16
科學素養與其他素養的關係與定位有待整理釐清	3.58	0.850	18	3.68	0.624	18
具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題	3.58	0.869	18	3.67	0.752	19
台灣缺乏與提升科學素養相關的法源基礎	3.80	1.005	15	3.65	0.755	20

至於障礙程度最低的 3 項因素，由低至高為：「台灣缺乏與提升科學素養相關的法源基礎」（ $M = 3.65$ ）、「具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題」（ $M = 3.67$ ）、「科學素養與其他素養的關係與定位有待整理釐清」（ $M = 3.68$ ）。在 20 項所列出來的障礙項目中，最低障礙的平均值都達到 3.65，顯示受訪者認知到這些問題對台灣社會推動科學教育構成障礙。

本文針對障礙因素，亦詢問了受訪者對這些因素在未來十年後能有改善的信心程度。表四顯示，從第二次調查結果得知，改善程度最高的前 3 項是：「與科學有關的教材常與生活經驗脫節」（ $M = 3.87$ ）、「推動科學素養的管道不夠普遍」（ $M = 3.83$ ）和「社會中缺少對科學及科技的反省與批判」（ $M = 3.82$ ）；這 3 項的平均值略低於「會改進」的程度。在未來能有改善的信心程度最低的 3 項由低至高則為：「台灣社會中的媒體環境惡劣」（ $M = 3.03$ ）、「社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習」（ $M = 3.08$ ）、「社會迷信的風氣」（ $M = 3.18$ ）；這 3 項則極接近「和現在

表四：與提升國民科學素養相關障礙因素在十年後能有改善的信心程度

題目	第一次			第二次		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
與科學有關的教材常與生活經驗脫節	3.85	0.577	1	3.87	0.503	1
推動科學素養的管道不夠普遍	3.67	0.629	2	3.83	0.418	2
社會中缺少對科學及科技的反省與批判	3.63	0.637	3	3.82	0.431	3
科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及	3.58	0.591	5	3.75	0.541	4
從事提升科學素養人士，其跨領域的訓練不足	3.50	0.748	6	3.75	0.571	4
社會中忽略了非制式教育情境的功能與角色	3.63	0.610	3	3.70	0.561	6
台灣社會對國民應具備之科學素養內涵缺乏共識	3.48	0.504	7	3.50	0.504	7
民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的	3.45	0.534	9	3.47	0.503	8
具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題	3.42	0.645	11	3.45	0.565	9
科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣	3.43	0.698	10	3.43	0.621	10
民眾常將科學看成是一種「靜態的知識」	3.38	0.490	14	3.42	0.497	11
台灣缺乏與提升科學素養相關的法源基礎	3.40	0.558	12	3.38	0.490	12
科學素養與其他素養的關係與定位有待整理釐清	3.47	0.566	8	3.37	0.486	13
基層教師的社會意識普遍不足	3.27	0.880	16	3.37	0.663	13
升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣	3.40	0.807	12	3.30	0.619	15
一般人認為科學是困難的，不是一般人可以接近的	3.38	0.585	14	3.27	0.578	16
推動科學素養的預算不夠充足	3.25	0.751	18	3.25	0.541	17
社會迷信的風氣	3.27	0.660	16	3.18	0.567	18
社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習	3.13	0.833	19	3.08	0.530	19
台灣社會中的媒體環境惡劣	3.03	0.882	20	3.03	0.663	20

差不多」的程度。實則，這 20 項障礙因素的平均值均介乎 3.0 至 4.0，且僅前 6 項的平均值高於 3.50，其餘 14 項則介於 3.0 和 3.5 之間。受訪者雖然對這些因素在未來的期盼傾向介於「和現在差不多」與「會改進」之間，但對大多數項目的期盼較接近「和現在差不多」的看法。如果以華人所持的文化信念認為「不進則退」，則最低的兩項「台灣社會中的媒體環境惡劣」、「社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習」可以解讀為受訪者認知為不會進步，或是和現況一樣的不好。

兩次調查結果的比較

兩次調查的評等一致程度

本研究以 Kendall ω 和諧係數考驗兩次調查中評等是否具有一致性。在考驗之前，依據 15 項問題的重要性的平均值排序，隨後藉 SPSS 統計軟體進行 Kendall ω 考驗，

結果顯示其 Kendall ω 和諧係數達 .977， p 值為 .017，小於 .05。另外在 15 項問題的現況滿意度平均值排序上，其 Kendall ω 和諧係數達 .985， p 值為 .016，小於 .05。這表示專家群在 15 項問題的重要性及現況滿意度之前後兩次調查，所呈現排序達到顯著的一致性。

再就 20 項障礙因素嚴重程度的平均值排序，兩次調查的 Kendall ω 和諧係數達 .971， p 值為 .008，小於 .05。至於 20 項障礙因素在未來能有改善的信心程度的平均值排序，Kendall ω 和諧係數達 .944， p 值為 .011，小於 .05。這表示對障礙因素嚴重程度及未來能有改善的信心程度之前後兩次調查，所呈現排序達到顯著的一致性。

各項目在兩次調查中的變化

本節將探討個別項目的排序變化，以檢視是否有若干項目的變化幅度有別於其他項目。

從第一次至第二次調查結果，在 15 項科學教育問題的重要性中，有 5 項的排序提升了，下降的有 4 項，另有 6 項則無改變（見表一）。排名提升最多的是「在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵」，由第 6 位升至第 3 位，平均值亦由 4.52 提升至 4.83。而排名下降最多僅降低二階，一是「確定適合本國國民科學素養的定義與範圍」，由第 3 位降至第 5 位；另一為「持續追蹤調查國民科學素養的狀況」，由第 7 位降至第 9 位。若以 t 考驗檢定各項目（表五），發現在兩次間具有顯著差異的項目有「將科學學習與生活相互結合」、「在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵」及「加強傳播媒體工作者的科學素養養成」；它們均為第二次分數顯著高於第一次。

至於在 15 項問題的現況滿意度方面，有 4 項的排序提升了，下降的有 4 項，另有 7 項則無改變（見表二）。但排序提升或下降的幅度至多僅是兩個等級。以 t 考驗檢定各項目（表五），發現「將科學學習與生活相互結合」及「導正存在於社會中捕風捉影、人云亦云的不理性因素」兩項的前後兩次間分數有顯著差異。前者的滿意度在第二次時提升了，但後者的滿意度則在第二次時下降了。

此外，在與提升國民科學素養有關的 20 項障礙因素中的嚴重性評等，6 個項目下降，5 項上升，9 項維持不變（見表三）。其中，變化最大的有兩項：「台灣缺乏與提升科學素養相關的法源基礎」，由第 15 位下降至第 20 位；「科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣」，由第 20 位上升至第 15 位。以 t 考驗檢定各項目（表五），發現在兩次間具有顯著差異的項目有：「台灣社會中的媒體環境惡劣」、「升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣」、「社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習」以及「科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣」，障礙程度均在第二次時顯著提升。

表五：兩次調查之間具顯著差異的項目

題目	調查次別	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
1-1 待解決科學教育問題的重要性					
將科學學習與生活相互結合	第一次	4.63	0.486	4.572	.000
	第二次	4.87	0.343		
在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵	第一次	4.52	0.537	3.891	.000
	第二次	4.83	0.376		
加強傳播媒體工作者的科學素養養成	第一次	4.57	0.563	3.013	.004
	第二次	4.77	0.465		
1-2 待解決科學教育問題的現況滿意度					
將科學學習與生活相互結合	第一次	2.52	0.770	2.199	.032
	第二次	2.68	0.725		
導正存在於社會中捕風捉影、人云亦云的不理性因素	第一次	2.10	0.752	-2.352	.022
	第二次	1.90	0.543		
2-1 提升國民科學素養相關障礙因素					
台灣社會中的媒體環境惡劣	第一次	4.53	0.676	2.621	.011
	第二次	4.75	0.571		
升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣	第一次	4.42	0.743	3.257	.002
	第二次	4.68	0.567		
社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習	第一次	4.30	0.869	2.560	.013
	第二次	4.50	0.725		
科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣	第一次	3.47	0.873	2.735	.008
	第二次	3.77	0.698		
2-2 對障礙因素未來能有改善的信心程度					
推動科學素養的管道不夠普遍	第一次	3.67	0.629	2.454	.017
	第二次	3.83	0.418		
社會中缺少對科學及科技的反省與批判	第一次	3.63	0.637	2.381	.020
	第二次	3.82	0.431		
科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及	第一次	3.58	0.591	2.316	.024
	第二次	3.75	0.541		
從事提升科學素養人士，其跨領域的訓練不足	第一次	3.50	0.748	3.227	.002
	第二次	3.75	0.571		

另外，這些障礙因素在未來十年能有改善的信心程度方面，5 個項目下降，7 項上升，8 項維持不變。等級下降最多的項目是「科學素養與其他素養的關係與定位有待整理釐清」，從第 8 位降至第 13 位；在上升的部分變化達到 3 個等級的有 2 項，其中「民眾常將科學看成是一種『靜態的知識』」從第 14 位升至第 11 位，「基層教師的社會意識普遍不足」從第 16 位升至第 13 位。以 *t* 考驗檢定（表五），則有「推動科學素養的管道不夠普遍」、「社會中缺少對科學及科技的反省與批判」、「科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及」及「從事

提升科學素養人士，其跨領域的訓練不足」等四項，在未來能有改善的信心程度顯著提升。

在科學與科學教育學者之間的比較

評等一致程度

本研究以 Kendall ω 考驗科學與科學教育學者間在第二次調查中的評等是否具有的一致性。結果顯示，在 15 項問題的重要性的平均值排序上，其 Kendall ω 和諧係數達 .933， p 值為 .025，小於 .05。另外在 15 項問題的現況滿意度的平均值排序上，其 Kendall ω 和諧係數達 .974， p 值為 .018，小於 .05。這表示兩群專家分別在問題重要性及現況滿意度的調查，所呈現排序達到顯著的一致性。

再就科學與科學教育學者對 20 項障礙因素嚴重程度的平均值排序進行考驗，結果顯示，Kendall ω 和諧係數達 .828， p 值為 .036，小於 .05。至於 20 項障礙因素在未來能有改善的信心程度的平均值排序，Kendall ω 和諧係數達 .934， p 值為 .012，小於 .05。這表示兩群專家對障礙因素嚴重程度及未來能有改善的信心程度，所呈現排序達到顯著的一致性。

各項目間的比較

一、以排名做比較

兩群專家在第二次調查中有關 15 項科學教育問題的重要性排名，落差達 3 或以上的項目有二（見表六）。其一為「鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務」，科學學者的排名是第 7 位，高於科學教育學者的第 13 位；值得注意的是這兩群專家有關本項問題的滿意度都居第一（見表七）。另一項是「導正一般公民認為科學可以解決人類所有問題的迷思」，科學教育學者的排名是第 12 位，高於科學學者的第 15 位。除了這兩項外，其餘 13 項問題的排序落差均在 2 或以下。

至於滿意度方面，兩群專家只在「確定適合本國國民科學素養的定義與範圍」一項的排名落差達到 3。科學學者對此問題實施的滿意度居第 2 位，高於科學教育學者的第 5 位（見表七）。

在與提升國民科學素養有關的 20 項障礙因素中的嚴重性上，兩群專家的排名落差達到 5 或以上的有 6 項（見表八）。其中，科學教育學者居先的項目有三，包括：「民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的」，以科學教育學者的第 7 位高過科學學者的第 16 位，兩者落差達到 9；而在「科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及」和「科學人固持其專業上的傲慢，不利

表六：科學與科學教育學者對各項問題重要程度的比較

題目	科學學者			科學教育學者		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
重視教師的科學素養養成	4.85	0.362	2	4.94	0.242	1
將科學學習與生活相互結合	4.89	0.320	1	4.85	0.364	2
在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵	4.81	0.396	3	4.85	0.364	2
加強傳播媒體工作者的科學素養養成	4.78	0.424	4	4.76	0.502	4
確定適合本國國民科學素養的定義與範圍	4.56	0.577	5	4.73	0.517	5
導正存在於社會中捕風捉影、人云亦云的不理性因素	4.41	0.636	8	4.67	0.595	6
營造推動國民科學素養的基本理念與共識	4.56	0.577	5	4.64	0.549	7
導正社會各界對科學學習目標窄化的看法	4.33	0.620	9	4.64	0.489	7
持續追蹤調查國民科學素養的狀況	4.30	0.609	11	4.48	0.508	9
制定提升國民科學素養的相關政策與法規	4.22	0.641	12	4.30	0.637	10
提倡與科學有關的終身學習理念	4.33	0.620	9	4.27	0.517	11
導正一般公民認為科學可以解決人類所有問題的迷思	3.96	0.587	15	4.15	0.566	12
鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務	4.44	0.577	7	4.12	0.650	13
整合制式與非制式教育情境	4.07	0.616	14	4.06	0.496	14
化解民眾心中對科學是困難的印象	4.19	0.681	13	4.03	0.529	15

表七：科學與科學教育學者對各項問題滿意度的比較

題目	科學學者			科學教育學者		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務	2.89	0.577	1	2.85	0.619	1
在學校教育中融入有利國民科學素養養成之內涵	2.70	0.669	3	2.70	0.728	2
將科學學習與生活相互結合	2.70	0.775	3	2.67	0.692	3
整合制式與非制式教育情境	2.67	0.734	6	2.48	0.619	4
確定適合本國國民科學素養的定義與範圍	2.74	0.712	2	2.45	0.564	5
導正一般公民認為科學可以解決人類所有問題的迷思	2.70	0.609	3	2.45	0.617	5
營造推動國民科學素養的基本理念與共識	2.63	0.742	7	2.42	0.561	7
重視教師的科學素養養成	2.63	0.884	7	2.42	0.751	7
導正社會各界對科學學習目標窄化的看法	2.52	0.509	9	2.27	0.674	9
化解民眾心中對科學是困難的印象	2.52	0.580	9	2.24	0.561	10
提倡與科學有關的終身學習理念	2.41	0.636	11	2.24	0.663	10
制定提升國民科學素養的相關政策與法規	2.33	0.555	13	2.12	0.485	12
持續追蹤調查國民科學素養的狀況	2.41	0.501	11	2.09	0.459	13
導正存在於社會中捕風捉影、人云亦云的不理性因素	2.04	0.587	14	1.79	0.485	14
加強傳播媒體工作者的科學素養養成	1.74	0.764	15	1.73	0.626	15

表八：科學與科學教育學者對各項障礙因素嚴重程度的比較

題目	科學學者			科學教育學者		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
台灣社會中的媒體環境惡劣	4.70	0.609	2	4.79	0.545	1
升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣	4.74	0.526	1	4.64	0.603	2
社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習	4.41	0.797	3	4.58	0.663	3
社會中缺少對科學及科技的反省與批判	4.30	0.669	4	4.27	0.719	4
從事提升科學素養人士，其跨領域的訓練不足	4.04	0.649	7	4.18	0.528	5
社會迷信的風氣	4.15	0.534	5	4.18	0.635	5
民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的	3.56	0.801	16	4.15	0.566	7
科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及	3.74	0.594	13	4.09	0.579	8
一般人認為科學是困難的，不是一般人可以接近的	3.96	0.587	9	4.00	0.559	9
科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣	3.56	0.641	16	3.94	0.704	10
民眾常將科學看成是一種「靜態的知識」	3.78	0.577	12	3.91	0.631	11
基層教師的社會意識普遍不足	3.81	0.483	10	3.91	0.805	11
台灣社會對國民應具備之科學素養內涵缺乏共識	3.56	0.698	16	3.88	0.600	13
推動科學素養的管道不夠普遍	3.81	0.622	10	3.88	0.485	13
推動科學素養的預算不夠充足	4.11	0.641	6	3.88	0.820	13
具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題	3.44	0.801	20	3.85	0.667	16
科學素養與其他素養的關係與定位有待整理釐清	3.52	0.643	19	3.82	0.584	17
與科學有關的教材常與生活經驗脫節	3.67	0.620	14	3.79	0.600	18
社會中忽略了非制式教育情境的功能與角色	4.04	0.518	7	3.79	0.740	18
台灣缺乏與提升科學素養相關的法源基礎	3.67	0.620	14	3.64	0.859	20

於對民眾的科學推廣」這兩項中，科學教育學者的排名為第 8 和第 10 位，分別高於科學學者的第 13 和第 16 位。另外科學學者居先的項目有三，包括：「推動科學素養的預算不夠充足」、「社會中忽略了非制式教育情境的功能與角色」和「台灣缺乏與提升科學素養相關的法源基礎」，科學學者的排名為第 6、第 7 和第 14 位，分別高於科學教育學者的第 13、第 18 和第 20 位。兩群專家在「社會中忽略了非制式教育情境的功能與角色」一項的排名落差達 11，為 20 項障礙中之最大者。

至於在未來能有改善的信心程度上，則以「升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣」兩者間的排名落差最大，科學教育學者為第 9 位，科學學者第 18 位。其次則為「從事提升科學素養人士，其跨領域的訓練不足」，科學學者的排名第 1 位，而科學教育學者則為第 6 位，兩者的落差為 5 個等級；同樣落差為 5 個等級的還有「具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題」，科學教育學者排名第 7 位，高於科學學者的第 12 位（見表九）。

表九：科學與科學教育學者對各項障礙因素未來能有改善的信心程度之比較

題目	科學學者			科學教育學者		
	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序	<i>M</i>	<i>SD</i>	排序
與科學有關的教材常與生活經驗脫節	3.81	0.557	1	3.91	0.459	1
推動科學素養的管道不夠普遍	3.74	0.526	4	3.91	0.292	1
科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及	3.63	0.565	5	3.85	0.508	3
社會中缺少對科學及科技的反省與批判	3.78	0.506	3	3.85	0.364	3
社會中忽略了非制式教育情境的功能與角色	3.63	0.492	5	3.76	0.614	5
從事提升科學素養人士，其跨領域的訓練不足	3.81	0.483	1	3.70	0.637	6
台灣社會對國民應具備之科學素養內涵缺乏共識	3.52	0.509	7	3.48	0.508	7
具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題	3.41	0.572	12	3.48	0.566	7
民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的	3.52	0.509	7	3.42	0.502	9
升學主義的魔咒，使科學素養的養成成效大打折扣	3.15	0.662	18	3.42	0.561	9
科學素養與其他素養的關係與定位有待整理釐清	3.37	0.492	14	3.36	0.489	11
民眾常將科學看成是一種「靜態的知識」	3.48	0.509	10	3.36	0.489	11
科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣	3.52	0.580	7	3.36	0.653	11
台灣缺乏與提升科學素養相關的法源基礎	3.44	0.506	11	3.33	0.479	14
基層教師的社會意識普遍不足	3.41	0.572	12	3.33	0.736	14
一般人認為科學是困難的，不是一般人可以接近的	3.30	0.542	15	3.24	0.614	16
推動科學素養的預算不夠充足	3.26	0.594	16	3.24	0.502	16
社會迷信的風氣	3.26	0.447	16	3.12	0.650	18
社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習	3.11	0.424	19	3.06	0.609	19
台灣社會中的媒體環境惡劣	3.07	0.474	20	3.00	0.791	20

二、以 *t* 考驗比較

本研究亦以 *t* 考驗檢定各項目（表十），發現兩群專家在 15 項問題的重要性上，在「導正社會各界對科學學習目標窄化的看法」和「鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務」這兩項上具顯著差異，前者為科學教育學者顯著高於科學學者，後者則是科學學者顯著較高。

至於在滿意度方面，則是科學學者在「持續追蹤調查國民科學素養的狀況」一項上比科學教育學者顯著有較高的滿意度。

此外，在與提升國民科學素養有關的 20 項障礙因素中的嚴重性上，「民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的」、「具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題」、「科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及」和「科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣」這四項均是科學教育學者顯著高於科學學者。其中平均值相差最大的是「民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的」一項，科學教育

表十：科學與科學教育學者之間具顯著差異的項目

題目	身分別	個數	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
1-1 待解決科學教育問題的重要性						
導正社會各界對科學學習目標窄化的看法	科學	27	4.33	0.620	2.118	.039
	科學教育	33	4.64	0.489		
鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務	科學	27	4.44	0.577	-2.014	.049
	科學教育	33	4.12	0.650		
1-2 待解決科學教育問題的現況滿意度						
持續追蹤調查國民科學素養的狀況	科學	27	2.41	0.501	-2.552	.013
	科學教育	33	2.09	0.459		
2-1 提升國民科學素養相關障礙因素						
民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的	科學	27	3.56	0.801	3.372	.001
	科學教育	33	4.15	0.566		
具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題	科學	27	3.44	0.801	2.133	.037
	科學教育	33	3.85	0.667		
科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及	科學	27	3.74	0.594	2.303	.025
	科學教育	33	4.09	0.579		
科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣	科學	27	3.56	0.641	2.186	.033
	科學教育	33	3.94	0.704		

學者的平均值高達 4.15，科學學者的則只有 3.56。至於這些障礙因素在未來十年能有改善的信心程度，兩群專家之間均無顯著差異（表十）。

結論、省思與建議

結論

1. 整體而言，受訪者對 15 項科學教育問題均認為重要且達須迫切解決的程度；各題平均值介乎 4.07 至 4.90。其中，最受重視的問題為教師科學素養的培育、學習生活化、學校融入科學素養教材、媒體工作者的科學素養等項。
2. 受訪者對於科學教育問題現況的滿意度不高，各題平均值介乎 1.73 至 2.87。各題中，尤以媒體人的科學素養現況與社會不理性的習慣兩者更低於「不滿意」的程度，屬「最不满意」的項目。
3. 20 項障礙的平均值介乎 3.65 至 4.75，表示各項均構成實踐科學素養目標的障礙。當中主要障礙除了媒體與社會的不理性因素外，尚包括升學主義盛行、功利與實用主義、反省與批判能力不足，以及跨領域訓練不足等與觀念及風氣相關的問題。
4. 各項障礙在未來能有改善的信心程度上，平均值介乎 3.03 至 3.87，均未達「會改善」的程度。一如前項所述，對與社會觀念及風氣有關的問題（諸如：升學主義

盛行、功利與實用主義等) 是否會改善, 其平均值皆低於 3.50, 受訪專家對此不表樂觀。

5. 科學學者與科學教育學者在科學教育問題的重要性、滿意度, 以及達成科學素養的障礙和未來能有改善的信心程度等方面, 其排序的一致性在整體上均沒有顯著差異。但若檢視各單項, 則發現若干項目具顯著差異。這些差異所透露的意義, 將於下文闡述。

省思與建議

在台灣的學校教育中, 已逐步融入有利國民科學素養養成的內涵與作法, 惟仍須持續發展力行不輟

台灣科學教育學者鄭湧涇(2005) 依 2003 頒布的「國民中小學九年一貫課程綱要」指出, 培養「國民科學素養」應以「培養學生的基本能力為課程目標, 取代僅偏重邏輯知識系統的獲得」(頁 8), 其目標由過去知識及精英導向的課程, 逐漸轉型為科學能力導向的課程。本研究結果顯示, 這個轉型獲參與學者認同。其中, 有關融入有利於「國民科學素養」養成的內涵, 以及科學學習生活化的方式等項目, 其重要性均獲得高分。但在這些項目的現況滿意度上, 其等級雖居前茅, 但其得分仍相對偏低, 是以未來在這些方面的努力仍需持續增加。

此外, 近年台灣的科學教育已趨於多元的學習方式。教科書、學校及教師等途徑已非學習與教學的全部。如何培育教師面對學生的知識經驗、規劃完備的教學互動、創造適合的學習情境、結合社會文化等, 逐漸成為協助學生學習的主軸。然面對當前複雜多元的社會, 「國民科學素養」已不能自限於學校教育。將非制式學習與學校教育聯合, 一起致力達成科學素養目標, 亦是過去幾年來的較大轉變(Chin, 2004)。藉着在非制式教育中引進更多與生活情境相關的教材、課程與學習資源, 要使科學教育的本質與價值產生改變(NRC, 2012)。這些結合非制式學習的作法有較高的滿意度排序, 在未來可連結學校教育與非制式教育, 持續發展有利國民科學素養養成的策略, 諸如結合社會性科學議題本位的學習策略, 以及注重發展對社會文化理解的科學教學知識, 均為足以引發學習者科學學習動機的因素(林樹聲、靳知勤, 2012; 靳知勤、陳又慈, 2007)。

台灣社會中媒體與大眾理盲及升學／功利主義的現況嚴重, 未來應加以重視並圖謀紓解之道

根據本研究結果, 受訪者對「加強傳播媒體工作者的科學素養養成」的重要性

平均值高居 4.77 分，但滿意程度反居最末一項 ($M = 1.73$)；又「台灣社會中的媒體環境惡劣」($M = 4.75$) 是實踐國民科學素養的首要障礙，而對未來能有改善的信心亦居最末 ($M = 3.03$)。由此可知，在當今台灣社會中，科學教育面臨了來自於媒體文化與風氣的強大壓力。

然而，媒體只是顯現社會風氣的一環，本研究亦發現其他與民眾習慣或信念有關的項目具有重要性高、障礙程度高、滿意度低、未來改善程度低的現象。譬如：「社會中捕風捉影、人云亦云的不理性因素」、「社會各界對科學學習目標窄化的看法」、「台灣社會中的媒體環境惡劣」、「升學主義的魔咒」、「社會上普遍以功利與實用主義的觀點看待科學學習」、「社會中缺少對科學及科技的反省與批判」及「社會迷信的風氣」等，皆與瀰漫台灣社會的風氣有關。

綜觀本研究的歸納，媒體亂象為受訪專家最感憂心的問題。媒體對不理理事物大肆渲染與報導，加速不正確資訊的流通。譬如說，近年對台灣的主要報紙所做的內容分析，得知超自然的靈異現象為偽科學的最主要項目，其他則包括：「療效未經證實的偏方、非正規醫學建議的減肥偏方、占卜算命或星座運勢分析……以及外星人與地球末日預言等」（鄭怡卉，2013，頁 48）。台灣社會的媒體自由、多元化風氣雖然提供了豐富的資訊，然而卻缺乏勤誤與求真的科學態度；非理性且不正確的訊息使讀者受到誤導。是以，「社會中缺少對科學及科技的反省與批判」與「社會迷信的風氣」的障礙程度高，以及台灣媒體的亂象皆呼應了本地社會的理盲特質。

本研究的另一結果說明，目前投入於培育科學素養的最大障礙仍然是升學／功利主義與不理因素。從社會文化的層面來看，一般大眾對於科學所持的態度淪於工具理性的層次，缺乏對整體社會利益的思考。學校教育與父母、家庭均過於強調升學主義，窄化了培養科學素養的廣度。這使得教師在課室中無法放手去實踐有利於科學素養養成的教學策略，而學生只滿足於應付考試獲得高分，反忽略了有關科技的省思與批判能力的養成。這些發現呼應靳知勤（2007）先前的研究結果。面對當前社會風氣傾向於理盲與濫情，未來在推動科學教育時更應重視這一現象，並持續循整體環境的營造改良社會風氣。

科學學者與科學教育學者在若干題項有顯著差異；宜依據二者特質予以解讀，並作溝通與調整，以強化兩者從事科學教育任務的功能

在科學學者及科學教育學者間，就各單項題目以 t 檢定予以考驗，發現在若干項目上兩者有顯著差異。有的是科學學者顯著高於科學教育學者，有的則相反。分析有顯著差異的題目特性，可發現其具有不同意義。

其中，科學學者較之科學教育學者更認為「鼓勵並吸引科學家參與科學普及的任務」是重要的，這可解讀為科學學者對於科學普及任務的自我期許。針對此項，

科學學者與科學教育學者都有最高的滿意度。就此，可以運用這個主觀參與的意願，持續鼓勵科學學者從事科學普及工作，營造有利實踐國民科學素養的條件。事實上，近十年來，台灣在國家科學委員會的推動下，已有許多科學學者積極從事科普教育工作，累積了豐富成果，以此基礎將足以激勵科學學者的持續投入（戴明鳳，2012）。

另外，科學教育學者在「導正社會各界對科學學習目標窄化的看法」的重要性上顯著高於科學學者，以及在「民眾認為科學就是真理，且科學家所說的就是對的」、「具有科學主義的迷思：傳統上一般公民認為科學可以解決人類所面對的所有問題」、「科學教育侷限於服務個人的目的與想像，對於與公共議題相關的事物則少涉及」、「科學人固持其專業上的傲慢，不利於對民眾的科學推廣」等項上，比起科學學者更認為它們是障礙因素。這些項目都涉及對科學的相關態度，透露出科學教育學者對於社會大眾及科學學者所持信念有所憂慮。這些看法可從台灣科學教育社群於近年持續鼓吹並推動「學科教學知識」及「社會性科學議題」的重要性得以見之。雖然科學學者對社會參與抱持正向態度，但若不能將科學文化以妥適的方式引介予大眾，則雖意圖導正迷思，仍恐事倍功半。就此，科學教育學者應持續與科學學者社群互動，並鼓勵科學學者參與公民科技相關事務，在互動及實踐過程中產生反饋與省思，使能持續調整想法與作法，在實踐科學教育的任務中扮演合適的角色。根據本研究結果，科學學者對「持續追蹤調查國民科學素養的狀況」的滿意度高於科學教育學者。這亦反映出科學學者對提供國民科學素養現況的相關資料有較高的關注。若能藉此切入，應可吸引科學學者理解科學素養現況，進而說服其參與這項任務。

過去十數年間，台灣網羅了科學學者與科學教育學者投入於實踐科學教育目標的任務。藉着對台灣本地文化及基本價值的理解與探究，將能提供實踐進程中的參考方向。本研究採用德懷術諮詢專家，探討相關問題的重要性、滿意度、障礙程度與未來能有改善的信心程度，從所得結果整理出優先關注的項目，俾能有利於科學學者與科學教育學者兩方專家的互動與了解，藉此激勵他們參與科學教育任務，開發多元管道，使其影響更形深遠。

鳴謝

本研究由行政院國家科學委員會經費補助（NSC 95-2522-S-142-001-MY3; NSC 95-2522-S-142-002-MY3），在此特致謝忱。

參考文獻

王文科、王智弘（2010）。《教育研究法》（第14版）。台北，台灣：五南。

- 吳泉源（2001）。〈當「專家」對上「專家」——重新理解「科技與社會」的關係〉。《物理雙月刊》，第 23 卷第 1 期，頁 13–15。
- 林芳玫（1996）。《女性與媒體再現——女性主義與社會建構論的觀點》。台北，台灣：巨流。
- 林曉芳（2009）。〈影響中學生科學素養差異之探討：以台灣、日本、南韓和香港在 PISA 2006 資料為例〉。《教育研究與發展期刊》，第 5 卷第 4 期，頁 77–107。
- 林樹聲（1999）。〈科學素養的省思〉。《科學教育月刊》，第 222 期，頁 16–25。
- 林樹聲、靳知勤（2012）。〈國小教師實踐社會性科學議題教學之教師知識成長與比較〉。《科學教育學刊》，第 20 卷第 1 期，頁 41–68。
- 段曉林（2009）。《科學教師的學習與成長》。彰化，台灣：國立彰化師範大學。
- 國家科學委員會（2010）。〈國科會 100 年度跨領域整合型研究計畫徵求公告〉。擷取自 http://research.nchu.edu.tw/upfiles/ADUUpload/c_epaper2342733853.pdf
- 教育部（2003）。《國民中小學九年一貫課程綱要：自然與生活科技學習領域》。台北，台灣：教育部。
- 黃俊儒、楊文金、靳知勤、陳恒安（2008）。〈誰的 STS？——「科學教育」與「科學研究」的「同」與「不同」〉。《科學教育學刊》，第 16 卷第 6 期，頁 585–603。
- 靳知勤（2005）。〈教師與博物館教育活動規劃〉。《國教輔導》，第 45 卷第 2 期，頁 33–40。
- 靳知勤（2007）。〈科學教育應如何提升學生的科學素養——台灣學術精英的看法〉。《科學教育學刊》，第 15 卷第 6 期，頁 627–646。
- 靳知勤、陳又慈（2007）。〈台中縣市國小自然科教師對以 STS 議題從事教學之調查研究〉。《科學教育學刊》，第 15 卷第 1 期，頁 25–52。
- 靳知勤、楊惟程、段曉林（2010）。〈國小學童的非形式推理之研究——以生物複製議題之引導式論證為例〉。《課程與教學季刊》，第 13 卷第 1 期，頁 209–232。
- 劉俊庚、邱美虹（2012）。〈我國百年國中科學課程發展回顧與展望〉。《科學教育月刊》，第 347 期，頁 2–20。
- 鄭怡卉（2013）。〈新聞中的「偽科學」內容分析研究〉。《新聞學研究》，第 116 期，頁 47–90。
- 鄭湧涇（2005）。〈我國科學教育改革的回顧與展望〉。《科學教育月刊》，第 284 期，頁 2–22。
- 戴明鳳（2012）。《行政院國家科學委員會 99–100 年度科普活動計畫成果摘要與自評表彙整集》。台北，台灣：行政院國家科學委員會。
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Project 2061: Science for all Americans*. New York, NY: Oxford University Press.
- Appleton, K. (2008). Developing science pedagogical content knowledge through mentoring elementary teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 19(6), 523–545. doi: 10.1007/s10972-008-9109-4
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.

- Chin, C. C. (2004). Museum experience — A resource for science teacher education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 63–90. doi: 10.1023/B:IJMA.0000026536.75034.34
- Chin, C. C. (2005). First-year pre-service teachers in Taiwan — Do they enter the teacher program with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science? *International Journal of Science Education*, 27(13), 1549–1570. doi: 10.1080/09585190500186401
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44(4), 263–272. doi: 10.1177/0022487193044004004
- Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279–296. doi: 10.1080/09500690701787909
- Gilbert, J. K., & Zylbersztajn, A. (1985). A conceptual framework for science education: The case study of force and movement. *European Journal of Science Education*, 7(2), 107–120. doi: 10.1080/0140528850070201
- Griswold, W. (1994). *Cultures and societies in a changing world*. Thousand Oaks, CA: Pine Forge Press.
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. doi: 10.1002/sci.1011
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 301–311. Retrieved from http://www.ijese.com/IJESE_v4n3_Special_Issue_Liu.pdf
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- National Research Council. (2007). *Taking science to school: Learning and teaching science in Grades K–8*. Washington, DC: National Academic Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academic Press.
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Wongsri, P., & Nuangchalerm, P. (2010). Learning outcomes between socioscientific issues-based learning and conventional learning activities. *Journal of Social Sciences*, 6(2), 240–243. doi: 10.3844/jssp.2010.240.243
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. doi: 10.1002/sci.20048

**Prioritizing Major Science Education Problems in Taiwan —
Views of Scientists and Science Educators**

Chi-Chin CHIN

Abstract

This research aimed to investigate the views of scientists and science educators about the tasks promoting scientific literacy in Taiwan for the past decade. The Delphi method was used and two back-to-back surveys were conducted. The participants were 60 college professors (27 in fields of science and 33 in science education). Results showed that the three most urgent tasks for science education were “promoting teacher’s scientific literacy levels,” “making science learning part of everyday life,” and “incorporation of scientific literacy into schools.” Second, “promotion of scientists’ participation for popular science” received the highest satisfactory level of all tasks. Third, the main obstacles to promoting of scientific literacy were “media environment,” “credentialism mindset in school,” and “utilitarianism and pragmatic views of scientific learning.” Fourth, “disconnection between real life and science teaching materials” was considered to be overcome most likely in the future. This research revealed that media culture and the biased conception of the general public on science learning were of great concern. In addition, significantly different views on several survey items between scientists and science educators were also worth noticing. Suggestions for future research and policymaking were raised.

Keywords: science education; science education problems; scientific literacy; Delphi method