

# 多元文化科學教育的教學越界與課程轉化

王雅玄

本文試圖從多元文化科學的取向來解釋西方現代科學可能產生的問題，並根據多元文化科學的理論基礎，從中探討科學教師如何進行多元文化科學教育的教學越界與課程轉化。本文主張發展多元文化科學教育，科學教師宜彈性調整社會體系中的鉅觀脈絡與教學系統內的微觀脈絡，解除學生對科學的恐懼以及對科學權威的依賴，才能發展新科學。結論指出科學教師針對族群多樣性學生宜進行多元文化科學教學越界的自主涵化，發展解放式文化回應之課程轉化，並從其涉入多元族群學生的文化脈絡議題與反映的社會文化距離與落差進行科學本質的深究。建議科學教師摒除西方現代科學獨大，勿將少數族群學童視為科學教育弱勢者，不只是在科學領域中教多元文化，而是同時融合多元文化與科學，重新定義科學能力，深究多元文化科學教育，進而提升至認同層次。

關鍵字：多元文化科學教育、多元文化科學素養、教學越界、課程轉化

作者現職：國立中正大學教育學研究所暨前瞻製造系統頂尖研究中心副教授

---

通訊作者：王雅玄，e-mail: sunny.wang@ccu.edu.tw

## 壹、前言

科學與多元文化經常有著一道鴻溝，不但科學專業人員經常誤以為科學屬於文化中立，多元文化專業人員也誤以為多元文化在自然科學領域沒有發揮空間。研究發現中小學教師通常以為多元文化教育僅發生於社會學習領域，在科學領域完全使不上力，而多元文化教育是次要的，只有在無須趕課的非主科課堂中添加配合，對於主流知識結構絲毫沒有影響（王雅玄，2010）。不僅中小學教師如此看待，科學領域的大學教授與高中學科專家幾乎也不認為科學教學與多元文化可以產生適切關連性，亦缺乏多元文化科學概念（王雅玄，2011）。然而，主流知識結構的宰制造成部分弱勢群體的發展受限，相關研究探索大學女科技教授在臺灣社會體制下進入科技領域的困境與掙扎歷程，發現科技領域由男性主導且呈現科技性別化現象（王雅玄，2012）。「女性不利科技」的論述猶存，且導致多數女性自我設限，降低參與科技領域之動機，但多數女科技人才卻強調自己能突破科技性別化的困境，具有科技中立的迷思，未能質疑科技本身的性別化問題（Wang, 2012）。由此推論，女科技人才亦缺乏多元文化科學的概念。

以上研究結果反映目前臺灣從國小、國中、高中、大學教師等主流群體對於多元文化與科學領域的主流思想，其仍具有科學乃文化中立的迷思。教師的教學信念和行為影響學生學習成效甚鉅，當科學教師未能知覺學生不同文化背景時，通常僅持一種科學信念（主流科學）、使用特定教學方法與評鑑標準（主流科學準則），這些都可能導致少數來自不同文化背景的學生學習上的不公平。科學教師是否能對多元族群學生之語言、文化和學習方式有深刻理解，並進而能帶入科學教學？甚至帶領多元族群學生開發多元文化科學課程？多元文化素養如何能融入科學教師的教學過程中？本文旨在探索多元文化科學教育的可能性，論證科學教師如何彈性調整社會體系中的鉅觀脈絡與教學系統內的微觀脈絡，發展出多元文化科學教學模式，對不同族群的學生發展文化回應科學課程。因此，本文首先探討多元文化科學教育的緣起，進而深究多元文化科學的理論基礎，從中探討科學教師如何進行多元文化科學教學以及如何建構多元文化科學課程。

## 貳、多元文化科學教育的緣起

西方科學課程發展在 1980 到 1990 年代早期，從重視科學知識的獲得、科學理論的理解、再到多元文化議題的融入。為何最後會融入多元文化議題呢？多元文化科學教育的緣起，在於科學做為一個重要學科，但哪種知識是最有價

值的，在此學科中並沒有平衡的呈現。科學課程中誰的知識最有特權地位？頌揚的是誰的文化？許多關於科學學習的文化研究者指出，目前學校教育的科學課程與教學方式偏向西方現代科學（Western Modern Science [WMS]）的普遍世界觀（Zarry, 2002）。換言之，西方現代科學通常指涉白人男性科學（Snively & Corsiglia, 2001），其不僅長久維持特權地位，也成為科學教育內容的守門員。

一旦科學凌駕所有文化，甚至超越文化時還能夠掌控人類，就形成科學主義。科學主義即「把知識、特別是理性知識置於文化的最重要地位的時代，將會把科學方法的普遍性信念推及整個文化，並確信科學對其他文化形式的優越地位」（葉蘭，1996，頁 24）。科學主義蔓延的結果將使人們以為科學與文化無關，是文化中立、普遍、放諸四海皆準的，事實上卻是以西方現代科學的白人男性中上階級思維來統治其他文化。因此，Cobern 和 Loving（2001）認為科學教育若能強化認識論的多元主義有助於抗衡 WMS 的單一標準科學準則。拓展科學認識論的多維取向能活化科學教育，也能為科學主義對人類的束縛解套。

近來科學教育受到社會文化領域學者的高度討論，特別是批判理論、女性主義和後殖民理論挑戰了典範科學教育的科學知識旨趣，人們相互了解文化語言的多元性、多重性、混合性、混雜性、離間性逐漸成為學術的主軸（Carter, 2006）。正因為長久以來西方現代科學取向主宰整個科學教育領域，唯一能讓科學更加東方社會化的、且使科學教育更具學習者中心的新取向，便是多元文化科學教育（Luft, 1998）。當今科學教育的潮流強調多元化的科學教育。多元文化科學教育是一種建構的過程，是一種提供公平機會給不同文化學生在學校中有品質地學習科學的教育改革活動（Atwater, 1996）。科學教育增加文化多元性的旨趣是必要的，多元文化主義、普遍主義和科學教育正在尋找一個共同點，科學需要重新被概念化，且應該真實地從實地科學教育中產生，不但要加入對於多元文化與多元性主題的辯論，加入西方科學與非西方科學認識論的對等性，且要反映不同的道德與價值重要性（Carter, 2006）。

美國 2061 科學教育改革專案（Project 2061）提出全民科學教育。美國科學教師學會（National Science Teachers Association [NSTA]）1991 年公布「多元文化科學教育立場宣言」（Position Statement on Multicultural Science Education），強調科學教育應使所有來自不同文化族群的學生得到科學學習的機會，並獲得在科學、工程與技術領域的就業發展機會。其對科學教師的宣言包括：科學課程內容必須整合所有文化對目前科學知識的貢獻、科學教師需廣知並使用文化相關的學習方式與教學實踐、有責任使文化多樣性的學生投入科學科技與工程生涯的機會、教學策略必須承認並尊重學生的文化差異（National

## 主題文章

Science Teachers Association, 2000)。NSTA 1993 年會以「所有文化的科學」(science for all cultures)為主題，納入各種社會文化環境的認知方式與學生行為做為科學教育的探討主題。因此，科學教育研究開始重視少數民族科學學習的問題，並已成立相關的機構從事原住民科學教育的推動(傅麗玉，1999a)。

多元文化科學教育學會 (Association for Multicultural Science Education [AMSE]) 則是與 NSTA 有專業發展合作關係的組織，旨在促進提升文化多樣背景學生的科學教學，使這些學生考慮從事科學相關職涯，拓展科學課程的改善，招募弱勢族群教師從事科學教育，發展足以改善多元族群學生的科學活動與方案(AMSE, n.d.)。早在 1848 年已創立的美國科學促進學會(American Association for the Advancement of Science [AAAS])，支持科學交流，也支持科學與社會議題的討論，目前已成為全球組織也是最大的科學學會。1995 年，AAAS 在科學與政策之下成立科學、倫理與宗教對話(Dialogue on Science, Ethics and Religion)，旨在促進科學與宗教社群的溝通，進行多學科的教育和研究。

美國阿拉斯加原住民科學委員會(The Alaska Native Science Commission [ANSC]) 1994 年成立，將科學研究帶入原住民社區並成為夥伴關係。1996 年起，阿拉斯加科學學會(Alaska Science Consortium)和阿拉斯加大學教育系開始推動《阿拉斯加偏遠地區革新方案》(Alaska Rural Systemic Initiative [AKRSI])，建構原住民族知識體系並發展文化回應課程與教材，參與人員包括科學教師、長老、原住民社群領袖、教育諮詢者等(The Alaska Native Science Commission, n.d.; Alaska Native Knowledge Network, n.d.)。

臺灣的教育部與國科會 2002 年首度召開「第一次全國科學教育會議」，發表科學教育界第一本白皮書，其與多元文化相關的內涵在於關懷特殊族群的科學教育：給予學習低成就、身心障礙、原住民、社會條件不利者、女性、及資優學生等與一般學生均等且適合其個別差異的科學教育機會。教育部為了推動的科學教育政策及策略，提升國民科學素養，特設「教育部科學教育指導會」。但在大部分教育部推動的高中科學教育政策中，其焦點仍為主流科學，例如積極提倡參與國際數理學科奧林匹亞競賽、補助全國中小學科學教育計畫專案、辦理高中學生數理及資訊學科能力競賽、補助辦理高中學生科學研究人才培育計畫(中教司，2008)。科學教育白皮書雖然已揭示多元族群文化科學關懷與多元文化科學教育的重要性，然而從教育部實際推動的科學教育政策中仍未見關懷多元族群背景的學生，或是多元文化觀點的科學教育。

多元文化科學教育在亞洲地區也已經引起廣大迴響，在臺灣已有實徵研究將原住民文化轉化為科學課程進行探究(呂煦屏，2010；陳美如，2011；陳枝烈，2009；傅麗玉，2003、2004b、2004c、2004d；Lee, Yen, & Aikenhead, 2011)，

特別是臺灣的科學電視節目《科學小原子》可說是兼具原住民族傳統文化的傳承與創新，從學習者在其社會文化中的認知與行為模式來設計的原住民科學教育（李瑛、黃惠萍，2011）。也有研究結合族群本土文化提升原住民學生的科學學習成效（江淑卿等，2010；吳百興、吳心楷，2010；黃志賢，2006；陳碧姬，2006），或是發展新移民子女科學體驗與文化結合的研究（賴慶三，2012）。而在印度，Mythili（2005）為了研究文化在科學教學的角色，發展問卷調查不同性別、宗教、階級與居住地的實習教師和教師，發現印度的實習教師較不受影響，能接受新的概念，不會考慮文化背景因素；而教師的部分，階級是影響其對多元文化科學教學偏好之主因。有趣的是，大多數實習教師與教師的確願意選擇文化公平的科學教學，但是否認同多元文化科學的存在？換言之，多元文化科學教育的理論基礎為何？科學教師可以提出哪些多元文化科學教學的實際形式？非西方國家的科學教育是否被西方科學所宰制而不自知？這些問題都值得進一步研究。

## 參、多元文化科學教育的理論基礎

### 一、後殖民主義

多元文化科學的理論基礎奠基在後殖民主義與多元文化主義。在科學教育中討論文化多樣性，主要是從後殖民理論導引出來的（Carter, 2006）。Carter（2006）以後殖民主義理論開啟科學教育在多元文化主義和多元性的學術空間，他認為邊緣性恰好是提供我們一個重新考慮文化多元性以提供科學教育學術形式的新契機。科學研究可以從多元文化主義和界限之間的思考重新建構，後殖民主義可以發展成一個批判和干預的方法論，這或許可以創造較多的科學教育學術和不同經驗的詮釋。後殖民主義可以包含所有可以做為生活可能性的任何觀點，納入這些觀點的科學與科學教育。例如，邊界化思考可以延伸科學教育的講述與方法論，對於後殖民分析的獨特程序裡，可以包含了許多事情：歷史性分析、主題分析和批判文學。後殖民觀點也可提供科學教育在政治分析與文化批判的哲學觀點，支持批判教育學使之分裂了歐洲中心論之哲學與認知論的普遍假定。因此，後殖民觀點可以幫助科學教育發展較多文化、特性和不同當代文化交流的全球文化之複雜性概念，同樣也會出現一些新的支配性的全球性途徑對科學教育的改革。

後殖民主義原指被西方殖民過的二戰後新興獨立國家，為了能脫離殖民者離開後仍被支配的形態（包括：經濟、文化、思想、語言、教育或生活所需等）所提出的政治覺醒論述。臺灣，就整體住民結構分析時，目前的主流群體，形

## 主題文章

式上並未被西方殖民過，也非新興獨立國家，卻是在思想上深受西方影響而以一種自甘臣服的方式被殖民。因此，對於臺灣的科學教育者而言，後殖民主義的啟示在於如何從西方主流科學中覺醒，而非以西方思想強制自身與其他少數族群必需接受西方現代科學。以此觀察臺灣科學教育中的族群文化問題，事實上臺灣正處在一種位階關係錯亂的狀態，以他人的文化殖民自身而不自知，進而殖民境內少數族群，這種錯亂的對位關係需要以「去殖民主義」來對西方現代科學進行抵制，我們需要從目前臺灣積極推展的多元文化教育中重新思考臺灣的多元族群與科學教育問題。

女性做為被男性殖民的一個沈默群體，也透過女性主義觀點針對科學進行質問。Harding (1998) 曾問，科學是多元文化的嗎？她以女性主義立場論指出科學與科技都以主流概念架構出社會關係，與邊緣化群體的旨趣落差甚大，因此致力於擁抱受抑制知識 (subjugated knowledge)。Barton (1998) 分析女性主義對科學教育的貢獻有三，第一波女性主義為自由的女性主義，著眼點在於公平議題 (issues of equity)，強調將女性與少數族群帶進科學領域；第二波女性主義為社會建構主義者，致力於性別融入的科學 (gender-inclusive science)，開始建構女性對於科學的認知方式 (ways of knowing)；第三波女性主義為後結構女性主義，側重認知與學習的情境位置 (situated knowing and learning)，重新解構科學的位置性與創造新的多元科學風貌。此種認知方式挑戰且顛覆了科學普遍主義。

## 二、多元文化主義

究竟，科學認識論是普遍主義抑或多元文化主義？學術界有相當多的辯論，除了西方學術界對於科學被視為西方主流文化認識論有相當多的討論 (Cobern & Loving, 2001; Feenberg, 1999; Irzik, 2001; Siegel, 2002; Stanley & Brickhouse, 1994; Weld, 1997)，東方對於科學的定位也多有質疑，已有研究指出不同於西方建構出來的科學觀，中國科學如氣功即為一例 (黃文山譯, 1971；陳瑞麟, 2003)。從鉅觀的東西方文化差異來看科學學習，靳知勤 (2007) 根據臺灣 12 位學術菁英訪談結果，提出臺灣的教育環境對實踐科學素養的不利因素除了社會中仍普遍充斥迷信不理性的行為、學生多為升學考試準備、學習多為片段性知識與日常生活脫節，其中很重要的一點是，中西文化間，就探究自然事理中所具之基本假定及使用的方法有所差異，因此影響了東方學生對西方現代科學的學習。因此，從世界觀或認識論的文化脈絡差異性來看，多元文化科學的出現確實有其合理性基礎。

Woolnough (1996) 強調世界並非單向度，世界觀不只一種，很多其他文化脈絡中都存在著許多有效的世界觀，而這些眾多世界觀中也有很多是相容

的。世界觀（world view）是指個體對其周遭事務所持的一套綜合性看法或理解方式，是在個體潛意識中逐漸形成的整體性的心智，與個體成長的文化有關（傅麗玉，1999a）。科學學習的過程是一種世界觀轉換的歷程，科學迷思概念源於世界觀衝突，科學課程蘊含的世界觀影響科學概念的學習，世界觀與科學學習興趣相關，教師的世界觀會影響科學教學（傅麗玉，1999b）。傅麗玉（2004a）進一步指出，科學與科學教育都是一種文化經驗，從各個族群文化的傳統自然經驗都可以學習科學知識，同時批判目前學校的科學教育在族群文化經驗存在著失衡的問題，且進一步質疑究竟學校所學的科學教育是誰的科學？是為什麼而學科學？應該學什麼科學知識？如何教科學？如何學科學？誰來教科學？以上問題都需要顛覆單一文化的主宰，採取多元文化的科學觀點來思考。顏瓊芬、林妙徽、李暉、蕭戎（2007）更提出地方本位教育（Place-Based Education），強調發展以原住民族為主體的部落科學知識已經成為國際趨勢。以在地教育理念設計的科學教育課程模組，透過原住民籍科學教師的確能有效實踐原住民學生在科學知識的概念建構（姚宗威、蔣佳玲、林淑芬、顏瓊芬，2011）。

擁有了多元文化科學的理論基礎，多元文化科學認識論是否可以在科學實徵研究中獲得證明呢？如果從科學比較研究來看，臺灣與美國的幼稚園幼童在實物評量的數量推理能力發展相近，幼童在具體認知能力發展並沒有族群差異（陳埤淑，2007）。然而，此結果就能證明科學能力是普遍而非多元文化的嗎？進一步深究科學本質觀，黃萬居、李悅美（2003）以問卷和訪談方式探討高年級學童的科學本質觀，發現學童的科學本質觀隨著自然科學學習成就之提昇而有增加的趨勢；學童的科學本質觀整體而言略偏向現代觀，部分仍受傳統邏輯實證的影響，影響學童科學本質觀的可能因素有生活經驗、電視節目、教科書、課外讀物、教師、父母、親人等。上述研究中的「現代觀」是否意味著西方現代主義？是否這些影響學童科學本質觀的家庭學校社會因素都與現代化或西化有著不可分割的關係？這些質疑有助於我們顛覆普遍性科學的迷思。

由於科學教育經常忽略了文化信念與觀點，近年來研究開始強調在科學教室中肯定多樣性的重要性，肯定多樣性強調瞭解不同觀點而非僅僅記憶事實，因此可以促進學生更積極的學習。學生有文化上的差異，因此做科學也不可能都用一樣的方法，科學教師應該替每位學生找到適合他的科學方法，多元文化素養就是促進教師、學生與社會之間的最佳橋樑。學生不只要瞭解科學中的 *hows* 和 *whys*，也要瞭解 *whos*。通常學生對於科學家的標準意象都是白人、男性、捲髮、戴眼鏡。科學教師應該消弭這些標準意象，甚至讓學生發現科學家可以就長得像他們自己一樣。因此教室中呈現出來的科學家應該有不同的種族、族群、性別、社經背景、殘障人士。避免讓學生對於科學家有著刻板印象

(SPPS, 2010)。

科學教育中的角色典範宜持續使用不同種族、族群與性別典範，才能增加生涯機會的多樣性。科學教育中的許多面向，需要與歷史觀、數學觀、文學觀、藝術觀交織而創造更寬廣的科學規模。換句話說，科學是拓展多樣性最佳領域。因此，科學教育應該取材於不同背景的科學家之成就。將多元文化主義整合於科學課程最早的作法是添加式，但最終應該維持著多元文化主義，教師應該幫助學生理解知識是建構的，因此，不同的科學家可以創造不同的知識 (Madrazo, 2010)。Reis 和 Ng-A-Fook (2010) 指出所有科學教育人員應該想像一種科技生態知識在普遍主義與多元文化主義之間的論辯，科學的知識論場域應該發生在每一個學科領域上，吸收他者的智慧方能成就更為寬廣的科學教育。

上述顯見兩種不同取向的科學觀，一以科學為主體，一以學生為主體。前者致力於降低學生科學學習與教師科學教學間的文化距離，並未改變主流科學觀的課程本體，教學需要符應多元族群與文化背景學生的學習型態。後者則致力於根據不同族群文化發展屬於其文化主體性的科學，科學課程要符應學生的多元族群文化背景。前者僅止於教學策略的改變，後者致力於課程本身的改變。因此，多元文化科學教育係指在科學課程、知識、教材與教法方面，能夠融入多元文化元素者。就像 Southerland (2000) 將多元文化科學教育分為兩種不同的知識論形式，「多元文化科學教學」(instructional MSE) 使用傳統西方科學概念認識論，而「多元文化科學課程」(curricular MSE) 必須重新定義科學概念，前者旨在提升所有不同文化族群背景孩童學會傳統定義的科學，但後者則是試圖發展創造不同於西方現代科學的架構。以下茲依此兩類科學觀分別深入探討。

## 肆、多元文化科學教育的教學越界

hooks (1994) 提倡跨越文化邊界，科學教師在教學過程中要能善用不同文化背景創造不同世界觀的轉換經歷，使多元族群學生能彰顯獨特性與主體性，能在愉悅興奮的氛圍中成功學習主流科學。換言之，科學教師需要跨越文化邊界設法將主流科學課程轉化為不同學生可以理解的形式。Wilson、Shulman 和 Richert (1987) 指出課程轉化即教師為了教學而改變文本題材，將教師所理解的學科知識內容，轉變成可以讓學習者了解的處置方式。課程轉化包括四項要素：關鍵詮釋 (critical interpretation)、再現 (representation)、改編 (adaptation)、剪輯 (tailoring)。首先，關鍵詮釋係指大致瀏覽課程教材，係尊重教師對學科內容的整體理解，換言之，從關鍵詮釋可以看出教師對整體課程的主要掌握。第二，再現是一種為了教學所進行的內容轉化，教師會使用比喻、類比、圖解、



活動、作業、實例等方式來再現學科內容，換言之，再現是教師掌握課程關鍵內容後的重新呈現。第三，改編是為了使學科內容的再現能夠符合學生，根據教師對學生的綜合了解而進行的改編，換言之，教師了解學生的文化背景後可以適時改變所欲再現的方式，如語彙或實際例子。第四，剪輯是指為了特殊需求的學生，教師能夠順應不同學生而調整再現的改編。換言之，教師有能力為學生量身訂做適當的課程。

國內已有相當多的實徵研究證明不同族群的孩童有不同的科學認知學習方式。例如，黃志賢、林福來（2008）從社會文化取向研究 30 位泰雅族國中生的數學學習，發現泰雅文化的「言說表徵系統」不同於漢文化的「文字表徵系統」，不利於泰雅學生轉換數學符號；泰雅學生「整體觀及意義賦予」的思考方式不同於學校教材教學方式的「部分觀」，不利於泰雅學生理解數學概念；泰雅文化的「開放式對談模式」不同於數學教室的「封閉式對談模式」，減低了泰雅學生溝通數學知識的機會。而透過活動理論將教學實踐置於文化脈絡中能讓泰雅學生主動參與數學學習。黃志賢（2006）以 Vygotsky「可能發展區」概念，針對 42 名高職一年級原住民男學生進行數學科的鷹架教學，發現以原住民經驗可及的數學教學素材，發展數學文字符號概念的教學模式，透過同儕互動與合作學習的環境，可提升原住民學生的學習歷程及文字符號概念層次的改變。有鑑於多年來臺灣原住民學生上的課程及使用的教科書多依漢人環境、習俗與價值觀所訂定，缺乏原住民族可以認同的情境和人物，為補國內原住民學童文化相關教材之不足，陳碧姬（2006）建構了一個融合排灣文化的雙語數學學習系統，包括結合排灣族傳說、日常生活經驗與遊戲於動畫示範與闖關遊戲中；拍攝並製作問題解決導向的情境式數學短片，以排灣語和國語進行雙語解說。經教學實驗證實，融入排灣文化的數學學習教材對提升排灣學童的自信心與學習意願具有正面影響和助益。吳百興、吳心楷（2010）針對 28 名泰雅族學生，透過原住民傳統的籐編活動進行科學學習，顯示結合原住民文化內容以及設計導向科學的教學活動，可促進原住民學生的科學學習成效。江淑卿等（2009b）針對 59 名來自屏東縣原住民部落與六堆客家地區的學生，以原住民與客家文化經驗為基礎，整合體驗學習，研發「音樂」多元文化科學體驗學習營，推展兒童非制式科學教育。近年來新移民子女的科學教育亦受到重視，賴慶三（2012）為新移民子女量身訂做一週的科學探索體驗活動，結果顯示融合科學探索體驗與多元文化教育理念的教學形態，增進新移民子女學生良好的科學素養。

上述研究對科學教育的啟示是，我們理解與分清不同族群文化在科學學習中存在著包含（inclusion）與排除（exclusion）、差異（difference）與相同（similarity）在傳統習慣思考裡所呈現的干擾，我們必須針對科學教育中的少

## 主題文章

數型態（衍生成新型論述和方法論）並提出可對話的關鍵議題，以利於從實務和理論面增進多元文化科學教學（Carter, 2006）。

多元文化科學教育實徵研究絕大多數聚焦在多元文化科學教學，例如教學策略的使用，提高弱勢族群在科學教室中的參與與學習動機，鼓勵未來從事科學相關的職涯（Cooper & Matthews, 2005）。其中科學教學的研究佔最多數，例如 Strange（2009）進行一份多元文化科學的質性研究，係針對邊緣學生致力於提升其學習動機、自信與學習技巧，利用多元文化科學方案的教學介入，使得學生可以自行設計科學研究方案，在教師與同儕的評鑑與回饋下應用科學技巧成功學習，研究建議科學教師應該成為學校課程發展決策者之一，因為教師對於所有學生的學習問題有最深刻的了解。Muir（2003）以俗民誌方式紀錄六位小學教師在科學教育標準、學生知識與需求、和教師本身的科學知識之間的磋商，教師多元且投入的認同用來做為理解教師在都市學校脈絡中實踐科學教育。該研究將教師的科學實踐置於多元文化科學的社會正義脈絡下檢視，教師為何教科學、如何教科學都被充分討論，教師所欲的科學標準也隨著他們自己是誰、在哪裡教書而有所變異。研究建議重新設計師資培育課程中的科學方法課程，予以納入多元文化議題之討論以及關於多元文化科學教育的理論辯證。

在科學教材的使用，Eide（1996）蒐集 21 位中學科學教師對科學教科書的編輯、上課資料與手稿，將其所謂多元文化教學資料予以分類進行內容分析，研究發現多元文化綱要的引導因人而異，三分之一教師完全無使用多元文化輔助，而有使用多元文化內容相關的指標類別多是教育的（45%），屬於政治、司法、宗教、心理基礎類別極少（0.1%），教材中蘊含多元文化資訊者大多與科學內容無關（39%），半數以上的多元文化資訊屬於全球觀點（54.1%），其他本土觀點的類別包括家庭（0.3%）、學校（33.2%）與社區（12.4%）。內容分析總共找到 614 個多元文化項目，有 336 個項目提到族群，族群意象多為中立而非正向。

更深層的問題在於科學教學過程中文化邊界的跨越。科學教師最艱難的文化轉化問題發生在面臨學生文化的邊界、學校的文化邊界以及科學教育本身的文化邊界之際（Luft, 1999）。Aikenhead（1997）也指出科學教師在原住民跨文化科學課程中應該作為文化經紀人，需與學生一同跨越文化邊界。教學越界的概念不同於傳統教學，hooks（1994）指出，在教學越界的教室中，教師必須將課堂視為大家共同擁有的地方，必須珍視每個人的存在都有其貢獻，因此，這樣的教室是愉悅的、令人興奮的，嘗試教學越界需要認知到教學實踐得和學生本身的獨特性或需求進行互動，教師必須能夠接受超越界線的行動，方能產生興奮與愉悅的氛圍。

在一個多元族群的教室，教師的科學教學與學生的科學學習都必然要面對文化邊界的跨越。然而，跨越邊界可能成功可能失敗，其成敗關鍵是不同族群文化信念系統的相容或衝突，這考驗著教師的課程轉化與教學轉化能力。Aikenhead(1996)區分兩種跨越邊界，一為輕而易舉的跨越邊界(effortless border crossings)，當教師進行教學轉化時，能使用學生經常浸潤的經驗，課堂上這些經驗的提取能夠與他們的信念系統相容。例如科學建構主義的老師學習在班上使用一種新的學生中心的方法來教科學，這種方法論的本質與教師的教學信念相符合，最終能夠讓老師轉化為教學策略。另一種稱為有問題的跨越邊界(problematic border crossings)，當教師進行教學轉化中的跨越邊界可能無法與其信念系統相容，反而會引起學習困難。例如，一個相信常模參照評量的科學教師，當他要學習標準本位的評量時就很可能經歷到有問題的邊界跨越。

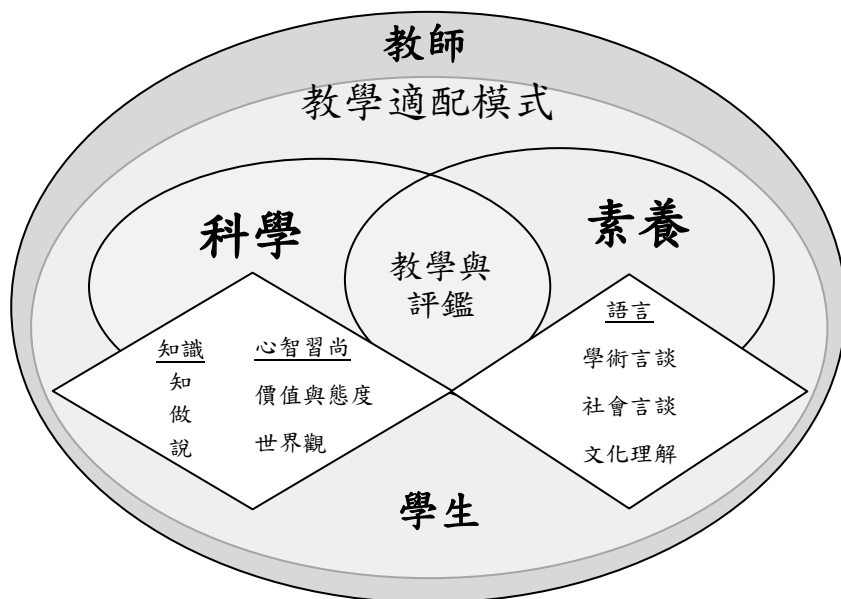


圖1 科學與素養的教學適配概念架構

資料來源：Lee & Fradd (1998, p.13)

為了避免失敗的跨越邊界，Luft (1999)提醒科學教師在進行跨越文化邊界時應自省的三個問題：(1)具有熱忱的多元文化科學教師會經歷怎樣的邊界？(2)這些邊界有商確的餘地嗎？(3)有哪些因素會促進或阻礙多元文化科學

## 主題文章

教師跨越邊界呢？而 Lee 和 Fradd（1998）則提出一個關於科學與素養的教學適配概念架構，如圖 1。

圖 1 顯示科學教師在科學端與素養端均需考量學生的科學學習要素，方能提供最佳的教學適配性。首先，在科學端，學生的科學學習要素有二，第一，學生的科學知識（scientific knowledge），包括（1）知（Knowing）——科學理解：奠基於先前知識、使用適當的科學語彙、理解概念與關係；（2）做（Doing）——科學探究：投入從事探索、解決真實世界的問題；（3）說（Talking）——科學論述：參與社會學術對話、使用多元表徵形式、運用科學論述。第二，學生的科學心智習尚（scientific habits of mind），包括（1）科學價值與態度——體現共通價值與態度、運用文化傳遞價值與態度；（2）科學世界觀——承認科學求知方式。其次，在素養端，學生的科學學習涉及學術言談（academic discourse）、社會言談（social discourse）、文化理解（cultural understanding）。唯有充分瞭解學生在科學端與素養端的文化因素，最佳教學適配性得以發生。Lee 和 Fradd（1998, 2002）提出的教學適配模式（Instructional congruence）做為一個可以提升母語非英語學生的科學教學模式。當教師藉由學生語言文化經驗來傳遞學術內容的本質和要求時，教學適配將會發生。教學適配模式可以彈性調整學習者的特殊需求，因此可以延伸至在科學邊緣的其他群體，包括低社經背景學生、特教學生、女學生。個別教師實際的教學知識也可以整合為有效教學所需的理論知識的重要部分。此知識基礎還可讓不同文化背景的教師共享，讓科學確實為所有學生習得（Lee & Fradd, 2002）。

近年隨著各國原住民意識覺醒，陸續發展以族群文化經驗為基礎的課程，透過原住民文化經驗和科學概念的交互激盪，可以穩固建構科學概念，藉由知識的轉化不斷擴展以便適應社會變遷，達成「適應現代生活並維護傳統文化」的原住民教育目標。江淑卿等人（2008, 2009a, 2009b）運用具有「文化取向之圖畫書融入科學探究教學模組」，分別發展以動物、樂器及原住民文化相關主題教學，整合原住民文化經驗、科學探究教學、圖畫書導讀，能有效引導幼兒和低年級原住民兒童建構科學概念，穿透文化經驗和故事情境，落實在真實生活經驗。江淑卿和潘于君（2010）更以 36 位排灣族兒童的文化經驗為基礎，連結科學概念，以學習環為教學架構，融入圖畫書導讀，其整合文化、科學、閱讀，發展「文化取向之科學探究融入圖畫書教學」，能有效引導原住民兒童建構作用力與反作用力、摩擦力的概念。羅廷瑛、張景媛（2011）以原住民文化習俗傳說來引起原住民學習動機，結合卡通節目來佈題，引導學童進行數理科學解題活動，再以多元評量方式來評鑑學童數理科學成就及態度學習成效，發現數理科學教學創新活動雖未能顯著提升成就，但能顯著提昇科學態度與探究動機。如上所述，科學教師針對多元族群背景的學生如何截取不同學生獨特的文

化生活經驗？如何選用文化差異的教學適配模式？使用哪些教學策略以便在教室中進行科學教學的有意義轉化？這些都是多元文化科學教學越界需要考量的問題。

儘管多元文化教學越界的科學教育得以成功進行意義轉化，但卻並沒有重新定義科學概念，仍是承認西方現代科學為主流科學。誠如 Sharkawy（2002）指出，很多國家的學校官方科學課程將科學呈現為客觀、去文化的西方現象，即使開始提倡多元文化科學方案，但許多這樣的方案並沒有將政治、歷史與社會文化的考量納入科學相關性中；多元文化科學的語彙與教室實踐的語彙有相當大的落差。因此，在這樣的情況下，科學教師進行的教學轉化只是要讓多元族群背景的學生能夠達到一定的科學成就。從多元文化主義來看，這是一種自由的多元文化主義，認為所有人都有相同權利相同機會應該達到相同的文化知識水平，也就是仍崇尚右派的知識標準。因此，這對多元族群學生而言仍是在文化與認識論上相對不利的，從批判多元文化主義來看，真正的公平正義是從根本的知識結構中洞察不平等的起源，如果說多元文化科學認識論的確存在，非主流族群又何妨不發展自己族群文化的科學呢？因此，科學教師應為非主流族群進行多元文化科學課程轉化，重新以適文化的觀點來看待科學的地位。

## 伍、多元文化科學教育的課程轉化

所謂多元文化科學課程轉化，乃從課程設計的基礎結構中著手，讓學生所學的科學不僅僅是西方的科學，也可能是他文化的科學，透過重新定義科學概念，試圖發展創造不同於西方現代科學的架構。傅麗玉（1999a）指出中小學課程宜避免完全單一導入某一族群文化的世界觀，科學教師宜引導學生對於自身世界觀的自覺，進而激發探索不同世界觀。Bliss（1995）認為教師在面對多元種族、階級與性別等文化多樣性時，科學教育不能只是設法提升多元族群的科學成就而已，對於學生的直覺想法也不再僅止於了解而已，還要設法研究學生的世界觀與現有的科學觀之間的交互關係，進一步將學生的世界觀介入其科學學習中。傅麗玉（1999a）以原住民的科學教育為例，既然我們承認每一個民族都有自己的文化背景，也都有自己看待事物的方式以及對自然現象的詮釋，那麼要讓原住民能夠對學習產生意義，科學課程應重新設計，從原住民生活中的世界觀著手，以文化類比介紹原理，將學生之前的生活經驗帶入科學教室學習，以幫助學生瞭解本身文化與西方現代科學的關聯性。由於不同文化背景的學生詮釋科學概念也不相同，科學教師在進行科學課程轉化之前需要先探究學生先前的知識，且能欣賞不同的看法，才有能力將原住民知識與世界觀結合並轉化

## 主題文章

為一個跨文化科學的課程。Lee、Yen 與 Aikenhead (2011) 透過結合阿美族的傳統原住民知識與西方科學知識，將四年級的「時間的測量」單元進行課程統整，進而對 12 名臺灣阿美族學生施教。結果發現原住民學生的學習興趣提高並為自身的阿美族文化感到自豪。呂煦屏 (2010) 透過文化回應教學方式，將布農族民俗植物融入「植物世界」單元，對 12 名不同原住民族群學生進行施教，研究結果發現學生在課堂上表現積極、發言踴躍且充滿信心，同時亦讓學生從中學習並認同自己族群的文化。

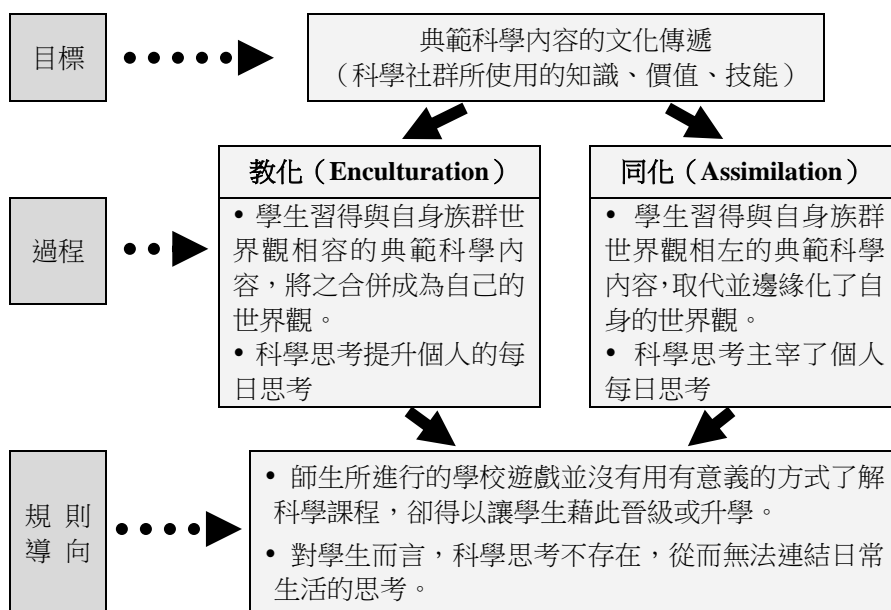


圖 2 傳統的學校科學課程

資料來源：參考 Aikenhead (1997)，研究者自行繪製。

這種非西方文化領域內發生的科學思想，代表著人類對自然界思考的另一種方式。因此，多元文化科學可以補充西方現代科學的不足，例如中國諸子百家思想以及中醫、針灸療法、印度禪學、瑜珈術、草藥學、古算數、古埃及文化中的建築、防腐技術等，在多元文化科學課程中，這些非西方的科學思想都應該包含進去，特別是當地學生的本土文化中所包含的科學思想，以便學生樹立多元化科學觀 (黃璥，2004)。科學教師要將少數族群傳統生態知識帶進課堂教室裡是一項挑戰，但卻能夠提供學生們絕佳機會去看看科學訓練如何能從其他知識裡得到益處，也可以幫助學生們看見關於科學的獨特性 (Carter, 2006)。

然而，傳統學校科學課程沒有包含非西方文化的科學觀，這種課程能否引導學生進行科學思考？Aikenhead（1997）比較了兩種科學課程，及其對學生科學思考與否的影響（見圖 2、3）。

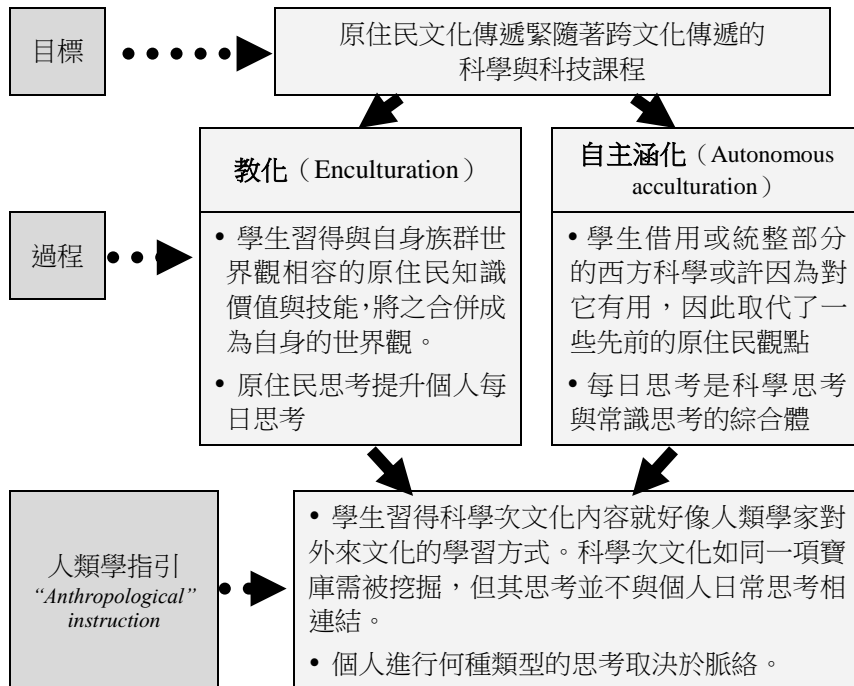


圖 3 跨文化觀點的學校科學課程

資料來源：參考 Aikenhead（1997），研究者自行繪製。

圖 2 傳統學校科學課程（The Conventional School Science Curriculum）並沒有將科學與學生生活連結，即使同樣經歷教化與同化的教學過程，但由於科學學習僅侷限於升學所需，不斷背誦科學原理原則<sup>1</sup>，致使西方現代科學思維主宰了生活，對學生而言真正的科學思考並未發生。

<sup>1</sup> Larson（1995）稱此僵化背誦科學原則的學習為 Fatima's rule。意指學生只是把老師告知的科學規則記好用來通過考試，閱讀教科書、畫重點、被動的複製、學生保持沈默、調適、等於教師的操控（Atwater, 1996）。

## 主題文章

反之，跨文化科學課程（A Cross-Cultural Perspective on the School Science Curriculum）重視學生族群文化世界觀，不同於傳統的學校科學課程，跨文化科學課程所經歷的教學過程可以進階到自主涵化，以自身族群的世界觀為思考主軸，因此科學思考隨著文化脈絡而發生，如圖 3：

如上所述，科學教師應該要從文化觀點探討如何在科學教育中將族群文化和主流文化產生互通關係。以美國原住民為例，Aikenhead（1997）認為科學教師要能夠找到人類學教育的經驗主義研究與原住民本身的目標的方向，教師所進行的科學教學要能將文化轉換的概念帶入科學課程，在課程中重建跨文化科學課程指引，使科學能符合文化發展如經濟發展、環境責任、文化生存各種種類的實用目的，產生科學的文化關聯性。例如在科學教學中進一步思考，科學教育中有什麼知識可以成就經濟發展、環境責任、文化生存？原住民文化中有什麼知識和經濟發展、環境責任、文化生存有相關？

Habib（1992）指出多元文化科學教室應該遵循以下原則，多元文化科學課程的教材教法與學習素材，都應該對學生而言是非常重要的，課程要能讓學生看見自身文化與全球環境的連結，並能批判地以科學方式思考自己在眾多關係中的角色。多元文化科學強調動態探究與冒險，而非靜態背誦對錯知識，科學教學應該呈現傳統與歷史的觀點，整合文學、歷史與藝術，若能將科學呈現為一種持續進行的創造性故事，學生將能在課堂中看見自己的文化經驗。以數學為例，傳統以來數學知識一直被認為是無涉於文化、價值中立，且放諸四海皆準的科學知識。但近年來，越來越多的研究朝向社會文化取向的觀點來說明數學知識、數學學習與文化脈絡的關聯，也就是所謂的民族數學或稱俗民數學（Ethnomathematics），強調數學知識的本質是多元性的、文化性的（紀惠英，1998）。民族數學強調社會文化與數學觀念的關聯，探討日常生活經驗與社會文化對個人形成數學知識觀念過程的影響。由此可以想見，科學的多元文化觀是未來科學教育的革新的新取向，科學教學應該考慮文化脈絡因素對兒童科學學習的影響，以及多元族群兒童的教育需求，這也符應建構數學的理念。

科學教師應幫助學生在民族文化中尋找科學文化之源，介紹傳統科學技術發明史實，認清自身民族文化與西方現代科學在認識論與方法論上的本質區別，從中認真分析不同的科學智慧並建立科學文化的民族認同（張紅霞，2009）。例如陳枝烈（2009）深究臺灣原住民排灣族文化中的科學智慧，做為多元文化科學教育教材的基礎，這些原住民的科學智慧貼近族群生活經驗，包括排灣族取材製器的科學智慧，耕地、部落步道、駁坎設施等水土保持的科學智慧，排灣族紋身文化的科學智慧，排灣族釀小米酒、水煮地瓜芋頭、烘芋頭乾等食物處理的科學智慧，排灣族對晴天、雨天、颱風的氣象預測科學智慧，以及排灣



族狩獵文化的科學智慧。從原住民排灣族生活經驗中學習科學智慧，對於建立排灣族科學文化的民族認同有極大貢獻。傅麗玉（2003、2004b、2004c、2004d）根據 Kearney 世界觀轉換模式與學習環，發展成一套以世界觀為基礎的學習模式 WOLF（World-view Oriented Learning Framework），並取材原住民傳統文化與生活經驗設計教材教法，進行部落學校教學實驗二年，完成一套 25 單元的科學學習活動。綜合以上觀點，科學教師能否重新檢視自身正在進行的科學教學方案？如何善用多元族群背景的學生經驗，將目前的科學課程轉化為多元文化科學課程？如何在本身的主流科學教育訓練與多元文化科學認識論中進行族群文化的轉化？這些問題都是尋找不同於主流科學觀點的多元文化科學課程所需深究的。王前龍和張如慧（2009）探討原住民文化回應科學課程中原住民知識與科學的差異與統整，發現臺灣幾個尚未解決的根本問題：原住民文化回應科學課程發展的整體架構尚不明顯；原住民文化與西方科學的異同與整合尚未有明確論述；且未依據前二項基本觀點確定之後再發展適切文化回應的評量工具；以純科學的評量工具來評估原住民文化回應教學模組的效度有待討論；原住民教育學童與教育人員的主體性尚未見整合與彰顯。Aikenhead（2006）指出，為實現跨文化的科學教學，原住民與西方科學應該在學校課程與教學中統整，原住民與西方科學皆應用理性求知方式，但是二者在「社會的目標」、「智性的目標」、「與人類行動的關連」、「有效性」等方面有本質上的差異。

學者對於科學教育採取多元文化教學轉化的爭議不大，但對多元文化科學課程的爭議頗多。Ninnes（2007）檢視多元文化科學課程文本時提出，多元文化科學教育固然有助於再現弱勢族群的知識與認同，卻也可能陷入傳統性論述（discourses of traditionality）與本質主義（essentialism），彷彿這些他者都是古老的且隔離於非他者。此外，Southerland（2000）直指多元文化科學課程的缺點有二：（1）由於學生可以不再使用傳統科學假設來解釋科學，在教師們努力接受學生多樣性科學觀的同時，很可能忽略了我們應有的教育責任。（2）由於課程知識的決定者仍然不是學生（而是課程發展專家，科學教育家，教師），因此學生學習過程的行動力自然會被忽略，如此一來如何能發展所謂解放性的科學課程呢？因應國家科學標準的期望，Stephens（2000）提出文化回應科學課程（culturally responsive science curriculum），以文化解放來回應科學課程又不失科學教育責任，如表 1。

## 主題文章

表1 文化回應科學課程

<b>文化關聯：</b> 檢視主題是否具備文化重要性，是否有文化專家投入，提出文化標準，提供機會足以達成深層文化理解。	<b>標準本位：</b> 列舉幾個適當的國家科學標準，仔細描述其指標內容，提供井然有序的機會引導學生深度了解該標準。
<b>最佳練習：</b> 統整適切的文化策略、聚焦於學生對於知識、概念、探究過程的使用與理解、引導學生延伸探究、支持教室社群的合作共享責任與尊重。	<b>評量：</b> 持續對學生進行評量，對高價值系統知識的理解、技能發展與推理、實際應用知識的能力。允許多樣理解呈現。

資料來源：Stephens（2000, p.9）

表 1 文化回應科學課程包括四要素：文化關聯（Cultural Relevance）、標準本位（Standards Based）、最佳練習（Best Practices）、評量（Assessment），這四要素需要多元文化科學教師以文化解放的方式來運用，因此仍蘊含著科學應有的原理原則練習與評量。值得注意的是，這些只是進行文化回應科學課程時所需掌握的要素與原則，並非「一套」科學課程。多元文化科學課程轉化的最終旨趣並非發展出某一套科學課程，而是尊重不同族群文化，以不同族群文化為基礎而發展的科學教育（傅麗玉, 2004a）。換言之，基於多元文化科學的精神與理念，我們在西方科學和少數族群文化之間，必須增加察覺分享歷史過程、文化互惠和環繞較複雜多元概念的全球化趨勢，文化的產出也必須超越當代不公平情形，甚至未來宜發展更多有利於多元族群影響力的知識（Carter, 2006）。

## 陸、結論與建議

本文從多元文化科學的取向來解釋西方現代科學可能產生的問題，主張發展多元文化科學教育，科學教師宜彈性調整社會體系中的鉅觀脈絡（主流知識）與教學系統內的微觀脈絡（非主流知識），解除學生對科學的恐懼以及對科學權威的依賴，才能發展新科學。本文藉由多元族群文化脈絡的觀點，認為科學教師透過了解不同文化社區、山地部落、多元族群兒童、社區家長及不同族群地理學校教師的需求，可以在多元文化差異脈絡的教室中融入多元文化素養，發展多元文化科學專業。科學能力的培養需要與文化脈絡深深契合，例如鼓勵多元族群學童、家長與中小學教師參與多元文化科學教育改革，並透過更深入的基礎性研究與行動研究，將多元文化科學教育的理念，深化並落實到第一

線的教育現場。本文總結多元文化科學素養是一種結合社會科學與自然科學的高層次能力，科學教師善用多元文化科學素養可望在科學教室中重新反省科學與文化的關係，並深化科學的文化意義。素養的力量不容忽視，多元文化素養是孩子與國際接軌的途徑，瞭解不同的文化、種族、科學、歷史，從中獲得許多啟示，而這些啟示將成為孩子們的想法，也進而建構出自己的思考模式。有辦法在教室中創造多元文化科學觀，孩子們才有機會突破甚至超越西方現代科學。科學教師進行多元文化科學越界時宜進行自主涵化而非同化，以解放式的文化回應教學進行多元文化課程轉化。

本文提出四點建議，第一，科學教師不該獨尊西方現代科學，而應將社會科學發展出來的多元文化素養融入科學領域，並重新定義科學能力，在多元文化的價值體系下重構科學。第二，科學教師不該將少數族群學童視為科學教育的弱勢者，而是從其涉入多元族群學生的文化脈絡議題與反映的社會文化距離與落差進行科學本質的深究，進而針對不同族群學生發展多元文化科學課程與教學模式。第三，科學教師不能只是在科學領域中教多元文化，而是需要同時融合多元文化與科學，深究多元文化科學的可能性、深度與廣度，並根據學生的族群多樣性進行多元文化科學教學越界與課程轉化。第四，多元文化科學教育宜避免只停留於認識其他文化，而應提升至認同層次。以活動方式引導學生認識他文化由於僅提供知識認知，未能改變個體對他者或自己的文化認同，成為一種膚淺式的教學活動，宜正視不同文化中的科學，作為一種讓學生真正透過承認多元文化科學知識而得以承認多元族群的價值教學。

## 致謝

本文係行政院國家科學委員會補助專題計畫（NSC100-2628-S-194-001-MY3）之部分成果，同時感謝兩位匿名學者專家細心審閱提供寶貴意見。

## 參考文獻

中教司（2008，2月14日）。教育部推動高中科學教育政策。教育部電子報，294。取自 [http://epaper.edu.tw/e9617\\_epaper/topical.aspx?topical\\_sn=156](http://epaper.edu.tw/e9617_epaper/topical.aspx?topical_sn=156)

## 主題文章

- 王前龍、張如慧（2009）。原住民文化回應科學課程中原住民知識與科學的差異與統整。載於國立臺灣師範大學主編，「**中華民國第 25 屆科學教育學術研討會**」論文合集：原住民文化融入於科學/數學教育的理論與實證研究（頁 23-25）。臺北：國立臺灣師範大學。
- 王雅玄（2010）。多元文化特色學校改革：建構與反思。**教育資料與研究**，**97**，1-24。
- 王雅玄（2011，10 月）。高中生活科技學科存在價值與問題探討。「**高中課程改革：知識結構、教師詮釋與學生經驗**」發表之論文，國立臺灣師範大學教育學院。
- 王雅玄（2012）。主宰性別主宰科技？科技性別化現象分析。**科學教育學刊**，**20**(3)，1-25。
- 江淑卿、江沅真、陳淑芳、馬祖琳、鄭芬蘭（2009b）。原住民文化取向「聲光熱概念」科學圖畫書探究教學模組之研發：以聲音概念的弓琴、鼻笛、竹鐘活動為例。載於國立臺東大學主編，「**原住民學生數理教育學術研討會**」論文集（頁 56-65）。臺東：國立臺東大學。
- 江淑卿、陳淑芳、鄭芬蘭、馬祖琳（2009a）。原住民兒童科學探究主題教學之發展與實踐：運用文化取向之圖畫書融入科學探究教學模組。載於國立師範大學主編，「**中華民國第 25 屆科學教育學術研討會**」論文合集：原住民文化融入於科學／數學教育的理論與實證研究（頁 4-7）。臺北：國立臺灣師範大學。
- 江淑卿、陳亘鈴、徐瑤玲、劉思岑、黃淑琪、吳宜靜、楊璧旬、陳亘鈴、徐瑤玲、劉思岑、黃淑琪、吳宜靜、楊璧旬（2010）。原住民與客家文化的交會：兒童多元文化科學體驗學習營的理念與實踐。載於國立臺東大學主編，「**原住民學生數理科教/學理論實務學術研討會**」論文集（頁 73-80）。臺東：國立臺東大學。
- 江淑卿、潘于君（2010）。文化取向之科學探究融入圖畫書教學對原住民兒童作用力與反作用力、摩擦力概念學習之影響。**高雄師大學報**，**29**，1-25。
- 江淑卿、蕭麗滿、陳淑芳、馬祖琳、鄭芬蘭（2008）原住民文化取向「生物特性與成長科學圖畫書教學模組」之研發——以山豬、百步蛇、山羊與飛魚活動為例。載於國立臺東大學主編，「**原住民學生數理教育學術研討會**」論文集（頁 86-93）。臺東：國立臺東大學。

- 吳百興、吳心楷（2010）。八年級原住民學生在設計導向活動的科學學習。**科學教育學刊**，18(4)，277-304。
- 呂煦屏（2010）。自然與生活科技文化回應教學之初探：以一所布農族國小植物單元為例。**網路社會學通訊期刊**，87。取自 <http://society.nhu.edu.tw/e-j/87/A16.htm>
- 李瑛、黃惠萍（2011）。原住民科教典範之轉移：從多元文化教育觀點分析電視科普節目《科學小原子》。**中華傳播學刊**，20，181-227。
- 姚宗威、蔣佳玲、林淑芬、顏瓊芬（2011）。原住民小學高年級在地教育課程模組學生學習成效之評估。**生物科學**，53(2)，1-15。
- 紀惠英（1998）。俗民數學與數學學習——從文化脈絡的觀點看數學學習。**花蓮師院學報**，8，69-97。
- 張紅霞（2009）。科學教育與通識教育關係之歷史透視。**通識教育學刊**，4，77-92。
- 陳枝烈（2009）。排灣族文化中的科學智慧初探。**臺灣原住民研究論叢**，6，115-156。
- 陳美如（2011）。融入原住民文化的科學課程發展：一所原住民小學的試驗。**臺灣原住民族研究季刊**，4(3)，61-99。
- 陳埤淑（2007）。幼童數量知多少？不同族群幼童數量推理發展之研究。**臺中教育大學學報：數理科技類**，21(1)，43-64。
- 陳瑞麟（2003）。另一種科學？另一種典範？臺灣的氣功研究能成為另一種科學典範嗎？載於李弘祺主編，**理性、學術和道德的知識傳統**。臺北：喜馬拉雅研究發展基金會。
- 陳碧姬（2006）。排灣學童雙語數學學習網站之開發與研究－臺灣民族數學網路化教材的初步建置經驗。**課程與教學季刊**，9(1)，123-141。
- 傅麗玉（1999a）。從世界觀探討臺灣原住民中小學科學教育。**科學教育學刊**，7(1)，71-90。
- 傅麗玉（1999b）。新竹縣國民中小學自然科學教師及非自然科學教師之世界觀（World View）研究。**科學教育學刊**，7(2)，177-198。

## 主題文章

- 傅麗玉 (2003)。原住民生活世界的科學——竹槍篇。**原住民教育季刊**，**32**，5-28。
- 傅麗玉 (2004a)。誰的科學教育？中小學科學教育的多元文化觀點。**課程與教學季刊**，**7**(1)，91-108。
- 傅麗玉 (2004b)。原住民生活世界的科學——電土燈篇。**原住民教育季刊**，**33**，77-104。
- 傅麗玉 (2004c)。原住民生活世界的科學——醃苦花魚篇。**原住民教育季刊**，**35**，5-28。
- 傅麗玉 (2004d)。泰雅原住民生活世界的科學——泰雅染料。**原住民教育季刊**，**36**，5-32。
- 黃文山譯 (1971)。**中國之科學與文明** (J. Needham 原著，1956 年出版)。臺北：臺灣商務印書館。
- 黃志賢 (2006)。結合可能發展區與鷹架之教學方案於原住民高職學生數學文字符號概念改變之研究。**科學教育學刊**，**14**(4)，467-491。
- 黃志賢、林福來 (2008)。利用活動理論分析臺灣泰雅族國中生的數學學習並設計教學活動。**科學教育學刊**，**16**(2)，147-169。
- 黃萬居、李悅美 (2003)。國民小學高年級學童科學本質觀之研究。**臺北市立師範學院學報：人文藝術類社會科學類科學教育類**，**34**，173-198。
- 黃璫 (2004)。多元文化與科學素養的提高。**廣西民族學院學報 (哲學社會科學版)**，**26**(5)，155-159。
- 葉闢 (1996)。**科學主義批判與技術社會批判**。臺北：淑馨。
- 靳知勤 (2007)。科學教育應如何提升學生的科學素養——臺灣學術精英的看法。**科學教育學刊**，**15**(6)，627-646。
- 賴慶三 (2012)。臺北市國小新移民子女學生科探索之個案研究。**南臺人文社會學報**，**8**，1-28。
- 顏瓊芬、林妙徽、李暉、蕭戎 (2007)。回歸地方的國際趨勢——原住民族科學教育的地方本位 (Place-Based Education) 觀點。**臺灣人文生態研究**，**9**(1)，1-22。

羅廷瑛、張景媛 (2011)。國小原住民學童數理科學創新教學活動之行動研究。  
慈濟大學教育研究學刊, 7, 69-100。

Aikenhead, G. S. (1996). Science education: Border crossing into the subculture of science. *Studies in Science Education*, 27, 1-52.

Aikenhead, G. S. (1997). Toward a first nations cross-cultural technology curriculum. *Culture and Comparative studies*, 81, 217-238.

Aikenhead, G. S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York, NY: Teachers College Press.

Association for Multicultural Science Education. (n. d.). Retrieved from <http://www.amsek16.org/www.amsek16.org/Welcome.html>

Atwater, M. M. (1996). Social constructivism: Infusion into the multicultural science education research agenda. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 821-837.

Barton, A. C. (1998). *Feminist science education*. New York, NY: Teachers College Press.

Bliss, J. (1995). Piaget and after: The case of learning in science. *Studies in Science Education*, 25, 139-172.

Carter, L. (2006). Postcolonial interventions within science education: Using postcolonial ideas to reconsider cultural diversity scholarship. *Educational Philosophy and Theory*, 38(5), 677-689.

Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2001). Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 50-67.

Cooper, J., & Matthews, C. (2005). A decade of concern: A review of multicultural science education issues in The Science Teacher. *The Science Teacher*, 72(3), 49-52.

Eide, K. Y. L. (1996). *Content analysis: Multicultural teaching aids in middle school science teachers' resource manuals*. Unpublished doctoral dissertation, Utah State University.

## 主題文章

- Feenberg, A. (1999). Review Essay. On bridging the gap between science and technology studies: Sandra Harding's is science multicultural? *Science, Technology, & Human Values*, 24(4), 483-494.
- Habib, D. (1992). A multicultural approach to science education. *Connect*, 6(1), 3-5.
- Harding, S. (1998). *Is science multicultural?* Bloomington, IN: Indiana University Press.
- hooks, b. (1994). Teaching to transgress: *Education as the practice of freedom*. New York, NY: Routledge.
- Irzik, G. (2001). Universalism, multiculturalism, and science education. *Science Education*, 85(1), 71-73.
- Larson, J. O. (1995, April). Fatima's rules and other elements of an unintended chemistry curriculum. Paper presented to the *American Educational Research Association Annual Meeting*, San Francisco.
- Lee, H., Yen, C. F., & Aikenhead, G. S. (2011). Indigenous elementary students' science instruction in Taiwan: Indigenous knowledge and western science. *Research in Science Education*, 42(6), 1183-1199.
- Lee, O., & Fradd, S. (1998). Science for all, including students from non-English-language backgrounds. *Educational Researcher*, 27(4), 12-21.
- Lee, O., & Fradd, S. (2002). Instructional congruence to promote science learning and literacy development for linguistically diverse students. *Science & Technology Education Library*, 13(2), 109-126.
- Luft, J. A. (1998). Multicultural science education: An overview. *Journal of Science Teacher Education*, 9(2), 103-122.
- Luft, J. A. (1999). The border crossings of a multicultural science education enthusiast. *School Science and Mathematics*, 99(7), 380-388.
- Madrazo, G. (2010). *Splendid opportunity for science/math leaders*. Retrieved from [http://www.shodor.org/ssep/pae/editorials/science\\_ed2.html](http://www.shodor.org/ssep/pae/editorials/science_ed2.html)
- Muir, K. A. (2003). *Challenging multicultural science education: Stories of urban*



- elementary teachers implementing science standards*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Los Angeles, California.
- Mythili, R. (2005). Multicultural science teaching: A student teacher and science teacher survey conducted in India. *Connect*, 30(1-2), 9-12.
- National Science Teachers Association. (2000). *Position statement: Multicultural science education*. Retrieved from <http://www.nsta.org/about/positions/multicultural.aspx?print=true>
- Ninnes, P. (2007). Rethinking multicultural science education: Representations, identities, and texts. In S. Maxwell Hines (Ed.), *Multicultural science education: Theory, practice, and promise* (pp. 167-186). New York, NY: Peter Lang.
- Reis, G., & Ng-A-Fook, N. (2010). TEK talk: so what? Language and the decolonization of narrative gatekeepers of science education curriculum. *Cultural Studies of Science Education*. Advance online publication. DOI: 10.1007/s11422-010-9299-x
- Sharkawy, A. (2002). *Towards a critical multicultural science education at the primary level: Some personal reflections on theory and practice*. Unpublished master thesis, University of Toronto, Ontario, Canada.
- Siegel, H. (2002). Multiculturalism, universalism, and science education: In search of common ground. *Science Education*, 86, 803-820.
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2001). Discovering indigenous knowledge: Implications for science education. *Science Education*, 85, 6-34.
- Southerland, S. A. (2000). Epistemic universalism and the shortcomings of curricular multicultural science education. *Science & Education*, 9, 289-307.
- SPPS (2010). *Multicultural science education*. Retrieved from [http://mrc.spps.org/Multicultural\\_Science\\_Education.html](http://mrc.spps.org/Multicultural_Science_Education.html)
- Stanley, W. B., & Brickhouse, N. W. (1994). Multiculturalism, universalism, and science education. *Science Education*, 78(4), 387-398.

## 主題文章

- Stephens, S. (2000). *Handbook for culturally responsive science curriculum*. Retrieved from <http://www.ankn.uaf.edu/publications/handbook/>
- Strange, D. P. (2009). *A case study of the implementation of a customized multicultural science program in an urban high school*. Unpublished doctoral dissertation, Teachers College, Columbia University.
- The Alaska Native Knowledge Network* (n. d.). Retrieved from <http://www.ankn.uaf.edu/publications/handbook/front.html>
- The Alaska Native Science Commission*. (n. d.). Retrieved from <http://www.nativescience.org/>
- Wang, Y-H. (2012). Still gender boundary? Exploring woman university technology students' doing gender and doing technology. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning*, 2(1), 34-39.
- Weld, J. (1997). Viewpoints: Universalism & multiculturalism in science education. *The American Biology Teacher*, 59(5), 264-267.
- Wilson, S. M., Shulman, L. S., & Richert, A. E. (1987). '150' different ways of knowing: Representations of knowledge in teaching. In J. Calderhead (Ed.), *Exploring teachers' thinking* (pp. 104-124). London: Cassell.
- Woolnough, B. D. (1996). On the fruitful compatibility of religious education and science. *Science & Education*, 5(2), 175-183.
- Zarry, L. (2002). A multicultural science curriculum: Fact or fantasy? *Educational Research Quarterly*, 25(4), 3-10.

# **Teaching Transgression and Curriculum Transformation for Multicultural Science Education**

**Ya-Hsuan Wang**

The culture-free myth of science still exists in Taiwan. Addressing the policy of multiethnic science education with the focus on multicultural literacy for science teachers, this paper explored the possibility, depth and width for developing Multicultural Science Education in Taiwan. It called into question the concepts of “science as a Western institution” and “science as a Modern culture” and re-thought the science-culture relations. This paper aimed to rethink the relationship between science and multicultural education, to articulate the theoretical foundation of MSE and to explore how science teachers conduct multicultural science teaching as well as multicultural science curriculum. It concluded that MSE could bring about the changes of cross-cultural boundary and cultural mobility in science education.

Keywords: Multicultural Science Education, Multicultural Science Literacy, Teaching Transgression, Curriculum Transformation

Corresponding Author: Ya-Hsuan Wang, Associate Professor, Institute of Education & Advanced Institute of Manufacturing with High-Tech Innovations, National Chung Cheng University

