

誰的科學教育？ 中小學科學教育的多元文化觀點

傅麗玉

科學教育為教育的一部份，其特質在於「科學素養」，其基本理念在於培養全民科學素養，科學教育應是全民科學教育。多元族群的台灣社會，中小學的科學教育應提供更多不同族群文化的生活經驗分享。然而，過去台灣中小學科學教育長期由主流社會主導，幾乎看不到少數族群的自然知識價值的呈現。原住民學生的文化生活經驗與學校的科學學習無法產生關連，原住民學生看不到學校教的科學知識的價值，對科學學習失去興趣，造成學習困難；同時主流社會的學生對於科學知識的價值也被窄化。本文從科學的文化本質，探討科學、族群文化與科學學習的關係，強調西方科學知識作為一種源自西方文化的知識，與族群文化的傳統自然知識的世界觀差異，對不同族群文化背景的學習者，在科學學習上的衝擊。並討論在此衝擊下，科學教育在多元社會中所引發的科學教育問題與爭議，最後提出台灣多元族群社會中中小學科學教育的發展方向。

關鍵字：多元文化教育、科學教育、原住民教育

本文作者現為國立清華大學教育學程中心副教授

壹、前言

我國有史以來第一次全國科學教育會議在 2002 年 12 月召開，並公布科學教育白皮書。此次全國科學教育會議延續歷年全國教育改革檢討會議的議題所列出的國家教育體系主要任務：「滿足國人的身心發展基本需求」、「滿足國家發展的人才需求」與「促進社會平等」，確立科學教育是全民科學教育，為教育的一部份，其特徵在於「科學素養」，其理念在於培養全民科學素養（教育部和國科會，2002）。

全民科學教育(science education for all)包含三個主要的方向：多元文化的科學教育(multicultural science education)、反種族主義的科學教育(anti-racist science education)以及兩性平等的科學教育(feminist science education)，務必提供機會引導不同族群的學生瞭解科學本質，學習瞭解不同社會文化、不同族群以及不同性別對科學的貢獻與價值(Reiss, 1993)。美國的 2001 科學教育改革專案(Project 2061)提出全民科學教育。美國國家科學教師協會 1993 年的年會主題：一切文化的科學(science for all cultures)，即是多元文化科學教育的具體宣示。多元文化科學教育已成為科學教育的世界潮流。務使全民都能有學習科學的機會。

筆者 1997 年開始投入原住民科學教育研究，除了部落長期的田野研究外，也積極辦理各項相關的中小學學生生活動、職前教師研習以及在職教師研習，從實際的教學與研習中修正理論。但筆者經常被詢問「為什麼要研究原住民科學教育？」「你是不是原住民？為何要研究原住民科學教育？」「原住民文化與科學教育有何關連？」等種種基本的問題，深感有說明之必要。本文的部分內容曾在今年 4 月間應邀於第 10 屆張昭鼎紀念研務使全民討會發表，引發極大的迴響。筆者期望透過本文將問題提出說明，並引發更深一層的思考與研究議題。

本文主要討論台灣中小學科學教育的文化問題，強調多元族群的台灣社會，中小學的科學教育應提供更多不同族群文化的生活經驗分享，而不只是在課程目標加入敘述，在科學師資培育加入一些文化課程，或在科學教科書中加入一些不同族群的圖片或名詞。從科學的文化本質探討科學、族群文化與科學學習的關係，強調源自西方文化的西方科學知識與族群文化的傳統自然知識之間的世界觀差異，對不同族群文化背景的學習者在科學學習上的衝擊。並討論在此衝擊下，科學教育在多元文化社會中所引發的問題與爭議，最後提出台灣多元族群文化社會中小學科學教育的發展方向。

多元文化的課題固然不限於原住民，然而目前台灣以原住民的文化與語言與主流族群的差異最明顯，且原住民與主流族群在科學領域的成就差異很大，因此本文的問題檢視範圍著重在原住民族群與主流族群的差異上，期望教育界對於原住民觀點的科學教育能有更多的關注，同時為主流社會挹注不同的科學教育思考觀點。

貳、多元文化觀點在中小學科學教育的必要性

原住民人口佔台灣總人口數約百分之二，是由數種不同的族群所構成，1994 年後由「山胞」正名為「原住民」。各族的社會組織、語言、習俗文化，甚至衣飾都各不相同。原住民族如此多元的文化與主流社會文化共同建構台灣更特殊、更豐富的文化內涵。長久以來，一般社會大眾對原住民的刻板印象，已經使絕大多數的原住民學生隔離於科學與科技的領域之外，而認為原住民並不需要科學。或許部分人士認為，主流社會的科學教育問題已經夠多了，沒有必要考慮這麼少數原住民的科學教育。部份人士認為原住民的文化與科學無關，主觀地認定原住民的邏輯思考能力不如一般多數族群，或認為原住民的性向不適合學科學。甚至原住民族群本身也被誤導而認為自己的文化是沒有科學的思考。因此，台灣社會過去的科學教育的改革或各項政策，均以多數族群的角度考慮。即使原住民族委員會也未推動原住民族的科學教育相關政策與活動。

然而，當今科學教育潮流強調多元文化，科學教育的重要工作在於透過多元文化的省思，使科學教育更能超越主流科學學科知識的侷限，從不同的角度，引導學生認識不同族群文化的自然探索經驗所呈現的科學本質，促進族群之間的瞭解，擴展學生視野，促成更多不同族群不同文化背景的學生學習科學(Reiss, 1992; Melear, 1995)。

世界許多國家提倡全民科學教育，不斷提升全民的科學素養，在科學教育改革中，廣納不同文化族群的觀點，期望能全面提升國家各方面的競爭力科學。世界銀行以及一些先進國家甚至開始鼓勵原住民參與科學研究，探討原住民族群的自然知識，為科技研究尋求一條新的發展路線 (Knowledge & Learning Center, Africa, World Bank, 1998; Gorjestani, 2000)。在台灣無論是主流社會族群或是原住民族群都是構成台灣全民的一份子，彼此共同生活在台灣社會中，任何族群之間的誤解都會造成社會的分裂而導致國家的危機。此外，在全球化的趨勢下，無論是經濟、政治、外交、科技、教育

專論

任何層面，台灣社會目前正極力與國際接軌，面對世界各種不同的文化族群，台灣社會更需要多元文化的學習經驗。因此，有必要從多元文化的觀點，反思台灣的中小學的科學教育所提供的教育經驗。

參、科學、族群文化與科學教育

一、科學與科學教育都是一種文化經驗

從科學本質的思考角度，科學源自於人類的生活，是人類生活文化的一部份。不同文化族群均有其獨特的世界觀，在其世界觀之下形成一套探索自然知識的方法與理論。科學的世界觀是一種根源於個體所處的社會文化中的世界觀，是經由對週遭世界物質環境、社會文化行為及文化系統之間交互作用所產生的「想像」(imagination)所形成；是經由科學理論對個體的世界觀所造成的「想像的效應」(imaginative effect)而形成，不只是直接灌輸科學知識給個體所造成的 (Polanyi,1975)。科學的世界觀不只是直接由科學知識本身所形成，不只是因既有理論、實驗數據或抽象的數學推導而產生，而是源自個體在其所處的社會文化與生活經驗中養成的直覺與想像 (Polanyi, 1975)。在科學發展的過程中，科學的世界觀亦不斷受到不同文化與價值的影響而不斷改變。整個社會的文化經驗、價值觀與期望都影響科學的發展方向、研究方法以及研究結果的詮釋分析 (Longino, 1990)。科學家所處的社會文化對科學家世界觀的影響，超過科學知識本身的範圍，即使面對相同的自然現象，相同的實驗結果，不同科學家提出的理論會因彼此世界觀的不同而發生爭論 (Laudan, 1977)。

現代科學是西方世界文明所發展出來的一種文化，西方科學是一種西方文明的文化經驗，透過科學家養成教育或彼此在科學社群的互動，而達成一套知識體系 (Aikenhead,1997; Kawakaki, 1996)。西方科學教育源於十八世紀歐洲社會、政治與經濟的變化，與西方社會與科學發展是一體的 (Jacob, 1988)。西方的科學教育整體的思維脈絡、課程、教材教法、學科內容是在西方文化背景之下發展而成，也是一種西方文明的文化經驗。但西方科學理論只是一種可以用於解釋自然現象的知識與思維方式，不是人類的唯一的一種探討自然的知識與思維方式。植基於西方科學教育的思維脈絡、課程、教材教法、學科內容也不是唯一的科學教育，不同文化族群人類擁有更多元的科學與科學教育的經驗。

二、族群文化的傳統自然經驗知識與科學知識學習

學生的生活經驗無形中決定學生對自然現象與新的學習內容的認知，經由對新事物、新現象或新的科學知識進行詮釋，逐步修正既有的科學知識概念與知覺方式，逐漸建構個人的知識。正如之前討論的，西方科學理論並不是人類唯一的一種探討自然的知識與思維方式。人類學家已經發現，不同族群在其傳統的文化脈絡與生活環境中已發展一套傳統的自然知識，即使採用同一種語言學習的情況下，不同族群文化背景的學生，對同一個字句或語詞所建構的意義或理解也有差異。

許多的實例顯示西方科學知識與原住民族群文化的差異。例如對科學上的用字的解釋，不同文化族群的兒童，即使會使用相同官方語言，彼此仍然有極大差異(Allen & Seumtewa, 1993)。以科學上最基本的物質分類方法與物質基本性質而言，不同文化族群都有其自成一套的分類系統，與西方科學所訂的系統不同，卻非常符合其整體的文化觀點與生活需求 (Keesing, 1980)。台灣原住民傳統文化中，對於生命現象的判定方式也不同於生物科學的方式。台灣原住民傳統習俗中，人與動植物之間的關係不同於西方科學的分類關係。

許多研究已發現，科學知識與科技知識發展受文化背景影響，並反映社會、宗教、政治、經濟及環境的情況。社會文化的傳統的自然知識與相關祭典儀式影響青少年學生的自然科學觀念。少數族群或原住民族群學生的文化生活經驗與西方科學知識差距甚大，學習知識的方法甚至對科學家的印象，也不同於西方學生，進而影響其科學與科技知識概念的發展，造成科學學習的困難 (Jegade & Okebukola, 1991; Atwater & Riley, 1993; Cobern, 1993; Krugly-Smolka, 1994; Chandler, 1994; Cushing, 1995; Mohapatra, 1991; Ogawa, 1995; Proper, Wideen, and Ivany, 1988; Kilbourn, 1984; Reiss, 1993; Hale, 1994; Allen, 1995; Zwick & Miller, 1996; Liston & Zeichner, 1996; Bates, 1997; Guilmet, 1984; Basalla, 1976; Finson, 2001)。但是，若能以更開闊的角度面對這種差距，不同族群的傳統自然知識，反而可以提供更多瞭解自然的方式 (Smith, 1992)。

肆、多元族群文化的台灣中小學科學教育問題

自西方科學革命以來，西方科學成為主流科學，19 世紀末西方科學知識傳入中國，西方科學知識與東方世界一連串的歷史交會下，西方科學知識在中國人的社會，

專論

逐漸成為主流社會探索自然知識的主導勢力，其他族群文化的傳統自然知識，則排除於正統科學專業之外。台灣社會的科學教育在 1950 年代晚期，政府極力推動以科學強國的情況下，引入美國的科學教育，從大學至中小學科學教育，從課程、教材教法到師資培育，均有美國的顧問參與，期望全盤引入美國的科學教育，當時科學教育的發展尚未考慮台灣本土文化層面的問題（Fu,1991）。數十年來，台灣科學教育對於本土的科學教育問題，已累積相當的研究成果，以國際的科學教育視野，在台灣社會的背景中，發展所需要的科學教育。然而，面對台灣多元族群文化的社會，以主流多數族群生活經驗為主的科學教育，仍存在一些必須處理的問題。

一、科學教育的族群文化經驗失衡問題：誰的科學？誰的科學教育？

個人社會文化經驗是個人詮釋意義進而建構知識的基礎，科學知識的建構也是以個人社會文化經驗為基礎。科學知識的意義是建立在生活經驗的基礎上，科學的學習應是從個體生活世界的經驗開始，從個體所關切的事物開始（Orgorn 等，1996）。西方科學專業領域所關切的問題未必是所有不同文化族群所關切的。不同文化社會族群所關切的事物不同，以致不同文化族群學生因生活經驗不同而對於科學學習的興趣也不同，因而使不同文化族群學生發展出不同的科學學習能力與特質。

然而，在一個多元族群的社會中，少數族群兒童的文化經驗往往很容易在學校制式的科學教育中被忽略。因為科學常被認為是一套絕對客觀理性的，絕對不涉及價值觀的知識系統，以致學校科學教育往往忽略因族群文化所造成的差異，並假設所有學生對自然世界的基本看法都能透過課堂教學達到一致，並與科學專業領域的理解方法相通。科學教育的規劃，傾向以西方科學知識為主軸發展的科學教育，或是滲入多數族群在主流社會的制式教育經驗。過度強調科學知識非個人的、客觀的面向，完全忽略或扭曲科學的本質，導致科學變得與學習者的個人感覺經驗完全無關。例如，聯合國教科文組織(UNESCO)在 1984 年的調查發現，許多非西方的中小學科學課程是直接採用歐美國家的科學課程編訂，甚至直接以英語學習科學課程，增加科學學習的困難，導致整個本土社會科學價值的混亂(Reiss, 1993)。

過去國內的教育改革並未考慮多元族群文化經驗的差異，對於涉及族群文化差異的教育問題，並非在整體教育政策或教育改革的架構中規劃，而是從一般原住民的政

策著手，原住民的教育問題被模糊(牟中原和汪幼絨，1996；台灣省政府教育廳，1996)。主流社會以其對原住民的刻板化印象規劃原住民族教育政策，將原住民學生的出路排拒於科學相關的領域之外，甚至誤導原住民族群本身也認為科學教育與原住民族的教育是無關的。1999 學年與 2000 學年原住民學生就讀大學科系統計資料顯示，原住民大學生的就讀科系集中在教育、醫藥衛生、商業管理等非科學工程科系，而自然科學領域則是比例最低的領域，百分比低於 1.5%（高淑芳，2000；高淑芳 2001）。在此情況下，科學教育成為主流多數族群的科學教育，這樣的科學教育不但減少少數族群學生學習科學的機會，也剝奪主流多數族群學生學習不同科學觀點的機會，更使整個國家社會減少一群參與科學學習的國民。

二、科學課程目標問題：為什麼而學科學？

對任何一個個體而言，教育的目標在於使個體的生活更好，生活得更快樂。課程目標的確定，則是基於人類的基本需求、社會適當性與民主理想(Schubert, 1986)。或是以對學習者的瞭解、學習者生活的需求以及學科知識專家的建議，確立課程的目標(Taylor, 1949)。亦有主張課程目標的要項應包括學習者的人類基本需求、社會需求以及知識的訓練，而社會文化的觀點是課程目標無法避免的框架(Apple, 1979; Dewey, 1966; Schubert, 1986; Eisner, 1994)。

然而，從過去到目前課程的發展來看，台灣主流社會的文化觀點經常是課程目標的框架，以致少數族群學習者的學習是在主流社會文化的框架中，而在多元族群的台灣社會中，科學教育的目標也難以跳脫這樣的框架。少數族群學習者對於科學學習的需求並未在科學課程目標中受到應有的關注。過去台灣中小學的科學課程目標並未提及文化面向的目標，也未從族群的角度思考訂定目標。近年推動的九年一貫課程的課程目標提及「尊重多元文化」，但是「自然與生活科技」領域課程目標並無多元文化面向的目標。

三、科學教育學科知識內容問題：應該學什麼科學知識？應該具備什麼智能？

什麼科學知識最有用？什麼智能最有用？該學什麼科學知識？這是科學知識價值的問題。在平常的談話中，經常可聽到以「文化刺激不足」與「文化不利」解釋少數族群學生對學業不感興趣及感到困難的現象。這種說法是從主流社會族群本身的觀點，意味

專論

著少數族群文化不具有知識的價值。換句話，這種思考模式認定既然原住民文化不具知識的價值，就應該由主流社會決定原住民族該學什麼知識。事實上，人類在歷史發展的過程中，知識的價值與智能(intelligence)的價值，隨著人類的生活經驗的進化而不斷改變。知識與智能的價值在不同的族群文化經驗中有很大的差異，甚至呈現的行為方式也大不相同(Gardner, 1999; Armstrong, 1994)。不同族群文化在於性質的不同，並無所謂何者是「不利」的文化或「不足」的文化。不能以主流多數族群的價值，決定知識與智能的價值。

受到科學主義(scientism)中科學知識價值中立客觀的迷思主導，學校科學教育往往忽略科學知識的社會文化價值問題，也忽略西方科學對非西方社會的學習者而言是一種跨文化的經驗(Cobern & Loving, 2000)。過去台灣中小學科學教育的學科知識內容長期由主流社會的科學學科專家決定，並且由學科知識專家決定內容的組織。中小學的科學課程所呈現的知識內容與期望發展的科學智能，幾乎看不到不同文化族群的自然知識價值的呈現。中小學科學教育的學科知識內容與原住民族認為有用的知識有很大的差距，原住民學生的文化生活經驗與學校的科學學習無法產生關連，原住民學生有看不到學校教的科學知識的價值，對科學學習失去興趣而造成學習困難，同時主流社會的學生對於科學知識的價值也被窄化。

四、科學教材教法的問題：如何教與學科學？

不同文化背景對於知識與智能的價值差異，將使學習者對於本身與知識之間、或是學習過程中與他人之間的互動方式有相當大的差異，因而造成教材教法上的差異。台灣主流社會文化背景下所發展的一般中小學教材教法，與原住民學生的認知方式、原住民的社區生活環境及家庭的環境存在著文化斷層(瓦歷斯·諾幹與高德義，1997)。可以被充分運用作為科學教材的在地資源，卻在主流社會文化為背景的制式教材中被忽略。曾有原住民對部份山區學校的科學教學作以下的陳述：

「希望山上學校和平地學校上課的進度一樣就好了。…如果要小孩子程度好的話，老師也應該有責任，不能只教他這是什麼顏色，那是什麼顏色，為什麼人家可以教『這個豆子是怎麼長出來的』、『那個葉子怎麼樣』？為什麼不能像平地學生這樣子？他們還做實驗哩！其實山上學校比平地學校更能做實驗，不是嗎？他們又不用另外再去挖土，學校旁邊就是一堆，只要拿個豆子去種就好了；不用像平地學校還要去拿個籃子去裝土、裝棉花，都不用啊！」(張世佩，1995, p.125)

誰的科學教育？中小學科學教育的多元文化觀點

筆者曾在部落學校觀察同在一間教室，共同進行一項科學學習活動的一群原住民國中與一群平地學生。兩群來自不同文化背景的學生，對於同一個問題的反應有很大的不同。例如，對於「飛鼠如何能滑翔得遠一點？」這個問題，平地學生在討論的過程中會用到較多理化課本的物理名詞，如加速度、阻力、質量等；而原住民學生則是說要看天氣決定，如果遇到下雨，樹皮比較滑，飛鼠從樹幹蹬出時，會因為腳滑動而減小蹬出去的力量，就不能滑翔遠一點。甚至有學生說要看看遠處是不是有母飛鼠在等那隻公的飛鼠，雖然惹得哄堂大笑，但當場原住民學生甚至老人家仍然認為這種說法是有道理的。

相關的研究顯示，不同族群、不同環境、不同文化背景學生的認知方式受到其社會文化的影響很大。不同文化背景下科學的教材教法設計，應注重的不只是口語文字的解說，更要注重不同的學習方式與能力，如觀察學習、知覺技能（Perceptual Skills）、視覺空間感能力（Visuospatial abilities）及想像解碼（Imaginal Decoding）等往往是少數族群學生比其他一般學生高的能力（Bates, 1997）。Guilmet (1984) 的研究顯示原住民兒童從日常生活中不自覺地獲得一些理解正式科學理論與數學原理的能力，而不是從學校的科學課程，因此 Guilmet 建議應從原住民的角度探討原住民兒童既有的科學知識，並以其既有的科學知識，發展科學教材教法。Ramirez 和 Castaneda 的研究顯示，在美國一般學校中，場地依賴型(field-dependent)佔多數的墨西哥裔族群學生傾向團體學習，而場地獨立型(field-independent)佔多數的美國學生則傾向獨立學習，在一般教材教法比較強調獨立學習與競爭表現的學校中，墨西哥裔族群學生的課業就出現落後的現象(Rakow and Bermudez, 1993)。Zwick 和 Miller (1996)的研究顯示，原住民學生在戶外科學學習的學業成就表現優於在傳統的課堂科學學習；而且在戶外科學教學環境下，原住民學生與一般主流社會學生的表現並無顯著差異。

少數族群學生的認知方式，已經遠超過一般以主流社會族群學生為對象所研發的教材教法。少數族群學生的教材教法對科學教育而言，更是充滿挑戰與資源，因為少數族群學生生活在大自然環境中，對於自然現象的觀察認知已有其一套不同於主流社會的經驗，非處於其生活環境中者，難以充分瞭解，因此多元族群社會的中小學科學教育的教材教法需要更多文化背景的考慮。然而，科學教材教法受教科書影響甚深，尤其近年來，教科書在市場導向的發展下，科學教材教法將更不利於原住民學生。

五、科學師資培育問題：誰教科學？

許多研究顯示，科學教師本身的文化經驗也是影響科學教學的主要因素，教師與學生的文化經驗差異，會導致學生科學學習的阻礙（傅麗玉，1999a; Allen & Steumtewa, 1993; Proper et al, 1988；Ogawa 1989; Ogunniyi & others, 1995）。然而，根據最近的原住民教育調查統計，台灣原住民地區國中小學教師多數並非原住民，且校長以非原住民佔絕大多數。全台各類各級學校共有 2143 位原住民籍教師，九成為國小教師，五成任教於花蓮縣、屏東縣與台東縣地區的中小學。原住民籍教師主修自然科學者 18 位，約佔全體原住民籍教師的 0.83%（高淑芳，2001）。因此，目前台灣原住民地區中小學科學教師仍以非原住民籍教師為主。非原住民籍教師與原住民學生之間的文化差異應是原住民族科學教學的關鍵問題。

陳伯璋（1998）的研究顯示台灣原住民課程改革模式，包括「以主流課程為主的附加模式」與「均衡主流與弱勢族群觀點的轉型模式」其中轉型模式比附加模式符合多元文化的精神。然而，教師們卻因為顧慮原住民學生的升學與社會適應，大都認為全台灣的中小學生，不分族群，都接受一樣的課程，但在課程中加入一些原住民族群的文化內容；尤其是科學課程，是被接受以附加模式作為課程設計的模式（陳伯璋，1998）。此現象顯示，台灣許多的中小學教師對於多元文化教育的思考，尚未超越主流社會的角度。台灣原住民族群青少年的世界觀預設（worldview presupposition）與學校的教職員的世界觀預設之間存在顯著的差異（傅麗玉，2003）。原住民學生所處的學習環境是由一群與他們不同世界觀的大人所建構。如果科學教師無法自覺到自己與學生之間的文化差異，如果中小學科學教師無法自覺到文化差異對科學學習的影響，只是在科學課程中加入多元文化的材料，教師缺乏多元文化理念，也無多元文化經驗，仍然以本身主流社會文化經驗所養成的觀點詮釋不同文化的教材，以致無法從更豐富的角度將多元文化材料轉化為師生共享的文化經驗，反而使多元文化教材產生更多的族群誤解，這是值得注意的。

伍、多元族群的台灣中小科學教育發展

一、探討族群文化生活經驗與科學教育的關連

無論是轉型模式或附加模式的多元文化科學課程，關鍵在於族群的文化生活經驗

誰的科學教育？中小學科學教育的多元文化觀點

能否與科學知識的學習產生關連。科學教學應是從學生本身的生活文化了解他們所關切的問題，從而引導他們進入科學專業領域所關切的問題，並用不同的角度思考科學家所關切的問題。以轉型模式而言，學習內容必須能貫穿學生熟悉的日常生活事物，更重要的是題材中所涉及的文化情境，仍然還保存在中小學生的生活世界中，或族群的記憶中。

其他國家的多元文化科學教育計畫經驗中，共同的特色是釐清傳統的知識與西方科學知識之間的異同，以確認整合傳統科學的主題，進而從傳統環境知識與西方科學知識的整合與互動中，發展學校科學課程。科學課程所涉及的傳統知識範圍包含很廣，從族群生活世界中熟悉的動物、植物、自然現象、狩獵、食物、工具、藥草、動植物分類與應用，到人與野生動物的關係，還有不同族群的文學與藝術 (Aikenhead, 2000; The Roger Lang Clearinghouse for Circumpolar Education, 1993)。以原住民學生的生活文化經驗為基礎，整合學生生活世界中傳統及鄉土知識與西方科學知識，從不同的角度發展科學教材教法，強調經由觀察與實驗得到科學知識。

不同族群生活世界中的生態問題，也是建立族群文化生活經驗與科學教育的關連題材，學生不只是從實地的科學實驗研究中學到教科書的科學概念，也有機會與社區中的居民一起解決生態的問題，得到很大的成就感，同時對傳統文化與自己的生活環境產生積極的認同感。而環境生態的問題往往又與其他共同生活在台灣的族群發生關連，透過彼此對同一問題的討論，不止學到科學知識，同時學到如何與不同族群溝通。無形中實現九年一貫課程中，「促進文化學習」、「尊重多元文化價值」的課程目標 (教育部，2002)。

二、以不同族群的自然文化經驗，發展科學課程的架構

不同族群需要在科學教育中尋求其原屬族群的社會文化意義，科學教育才能在其族群中生根發展。同時，不同族群學生也需要學習其他族群如何看待大自然。若只是將文化中的材料放入科學教材中並不能真正幫助原住民學生學習科學。多元族群科學課程發展應該從瞭解不同族群，尤其是少數的原住民族群，在地的生活知識與經驗教育開始。經由整理各族群在地的科學知識以及探討原住民學習理解知識的方法，評估不同族群兒童既有的科學知識，比較各族群傳統知識與西方科學知識的不同特性，突破傳統對於科學教學與科學學習的看法，從中發展能整合各族群傳統知識與西方科學

專論

知識的科學課程理論，使不同族群學生在其文化與生活中進行有意義的科學學習。並在當地社會文化經驗下，發展一種科學課程的架構，使青少年自覺現代知識與傳統的自然知識對當地族群生活的意義，並在當地發展科學活動，建立科學與科技資源資料，提供原住民學校教師教材教法設計的參考資源。

三、發掘台灣不同族群文化生活經驗中的科學學習題材

在台灣不同族群生活經驗中，含有許多科學學習相關的題材，包括：人與人、人與自然的互動關係、時空知覺、常見的自然景觀、食物、用具、娛樂、原住民生活世界等，原住民生活中許多常見的自然景觀現象，涉及與相關的科學概念，均在中小學科學課程所涵蓋的範圍，都是值得開發的科學學習題材。以下以原住民生活世界為例，舉一些例子。

原住民狩獵經驗中，各式陷阱設計、獸群種類蹤跡的判斷以及大氣與水的變化的判斷等。原住民重要的民俗動物飛鼠的滑翔涉及流體力學。以光照飛鼠，飛鼠兩眼發亮呆滯的現象涉及生物學與光學。泰雅族的團體捕魚儀式中以魚藤汁麻醉魚，也是一種科學教材。由於環境的影響，原住民的生活中，對於食物的製作與保存，有一套取之於自然變化的處理方式，其中涉及不少科學概念。例如各族不同的釀酒程序，可作為科學教材教法中發酵反應的題材以及泰雅族的醃肉(苦花魚)涉及有機化學反應與物質變化(傅麗玉, 1999)。不同於主流社會或科學領域的時間知覺，傳統原住民的生活與大自然的關係密切，對空間與時間的知覺與大自然的現象緊密關連(Kearney, 1984)。太陽的位置、月的盈虧、草木生長、部落祭典及自然景象變化與原住民劃分時間與季節的方式有關(中央研究院民族學研究所, 1996)。科學課程與教材設計應從這些生活中的種種現象著手，從學生的生活文化的角度設計。傅麗玉(2003b)曾以學生的生活文化為基礎研發教學模式，並進一步完成多項單元活動，在部落學校進行試教也在平地學校試教，且推廣於職前與在職之師資培育。

原住民傳統的生活世界中，人與人之間以及人與植物、動物還有其他物質的關係，都視同等於人際關係。因此原住民傾向於共同合作學習方式。科學教法的設計應該以合作學習取代個人競爭的方式，多以戶外學習活動取代室內學習活動。

四、提供中小學科學教師多元族群的文化生活經驗

誰的科學教育？中小學科學教育的多元文化觀點

科學教師是科學教育的第一線工作者，原住民科學教育的發展有賴科學教師多元文化的視野。台灣各地區族群的分佈多樣化，中小學教師與不同族群學生接觸的機會很大，需要多元族群的文化生活經驗。中小學科學師資培育課程，應引導科學教師體驗知覺不同文化對科學學習的影響，從學生的文化基礎發展科學教材教法。教育部曾在立法院教育委員會第五屆第一會期報告提到，將要求中小學教師修習多元文化課程或教育人類學，使教師具備多元文化教育的知能。然而，如上述所討論，文化是一種經驗，科學專業知識之外，科學教師更需要與原住民的生活與文化親身互動，以瞭解原住民學生學習問題背後的文化問題與世界觀的差異。只是修讀課程，並不足以使教師真正瞭解文化的差異。

相關的原住民教育師資培育的研究亦指出，職前教師在原住民族群或少數民族地區的田野教學經驗很重要，職前教師應該以原住民的方式認識原住民，拋開既有的成見，以學習的態度瞭解原住民文化的意義(Barnhardt, 1997; Pewewardy, 1998; Bryan & Atwater, 2002; Melear, 1995)。從長期深入的互動中，與原住民族群建立內化的社會關係(Lipka, 1996)。因此，科學師資培育工作應加強提供中小學科學教師多元族群的文化生活經驗，加強原住民籍的職前科學教師對本身族群文化的認同。由師資培育機構與不同族群社區協同設計多元文化課程，讓教師在修讀課程的同時，在師資培育者的指導下，進入社區學習如何瞭解文化，設計科學教材，進入學校現場實地進行教學演練，實際與學生進行互動。同時透過通識教育課程提供整合科學與人文思考的學習空間，強化科學師資的多元文化素養。而現行在職教師的師資培育工作方面，數年來筆者透過教育部的地方教育輔導活動機制，將多元文化科學教育研究成果與教師研習活動整合，帶領現職教師進入不同族群的生活文化環境，進行科學教學研習，並與學校教師、社區合作設置「飛鼠部落」網站(<http://yabit.org.tw>)提供在職教師教學資源。

陸、結語

多元族群的科學教育並不是一套課程，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。雖然台灣土地面積不大，但台灣社會有幸擁有許多不同具有不同文化特色的族群，使得台灣社會的文化呈現多采多姿的風貌，豐富整個社會的文化經驗。教育的意義在於成長，任何壓抑個體身心成長自由的教育設計（課程、教

專論

材教法、師資養成)，都是違背教育的意義。任何造成族群個體或族群文化受挫扭曲的教育設計，也是違背教育的意義。Banks(1994)一再地強調，多元文化教育是為了「自由」而教育。在科學教育中尊重不同族群的文化，使不同族群的學生發揮自我族群文化在科學知識上的優勢，彼此貢獻所長相互學習，將使不同的學生體會不同族群文化在知識上的不同優勢，學會尊重他人的文化，並且產生對自我文化的認同感。而且學會如何在科學知識與生活經驗之間，找到科學知識的個人意義，科學知識不再只是一套課本的知識，而是生活的一部份。達到民主社會的全民科學教育的理想。

誌謝

感謝國科會科教處補助「飛鼠部落」網站（NSC-91-2511-S-007-007）本文之部分內容曾發表於第十屆張昭鼎紀念研討會。感謝張昭鼎紀念基金會多年來贊助支持以文化經驗為基礎的科學教育活動。同時感謝部落的原住民朋友們多年的幫助，讓我們繼續努力！LOGA(加油)！

※參考書目

- Keesing, R. M. (1980)。Cultural anthropology : a contemporary perspective)。
- 于嘉雲、張恭啟譯(1981)。當代文化人類學台北：巨流。
- 台灣省政府教育廳編(1996)。臺灣省原住民教育現況與展望。台灣省，南投縣：台灣省政府教育廳。
- 瓦歷斯·諾幹和高德義（1997）。原住民教育政策的改革。載於林本炫主編：教育改革的民間論點，（pp. 271-325）。台北：業強。
- 牟中原、汪幼絨(1996)。原住民教育改革報告書。台北：行政院教育改革審議委員會。
- 李王癸(1997)。臺灣南島民族的族群與遷徙。台北：常民文化。
- 依憂樹·博伊哲努(1996)：臺灣鄒族生活智慧。台北市：常民文化。
- 高淑芳（2000）：八十八學年度原住民族教育調查統計報告。台北：行政院原住民族委員會。
- 高淑芳（2001）：八十九學年度原住民族教育調查統計報告。台北：行政院原住民族委員會。
- 張世佩(1995)：都市原住民生活適應採訪記錄。載於臺灣省文獻委員會編印臺灣原住

- 民史料彙編(一)。南投市：臺灣省文獻委員會。
- 教育部 (2003)。國民中小學九年一貫課程綱要-「自然與生活領域」。臺北：中華民國教育部。
- 教育部和國科會 (2002)。科學理-人文心-社會情：第一次全國科學教育會議提案資料。台北：教育部和國科會。
- 陳伯璋(1998)。原住民課程發展模式及其應用。《課程與教學季刊》，1 (2)，1-14。
- 傅麗玉(1999)。從世界觀探討原住民中小學科學教育。《科學教育學刊》，7(1)，71-90。
- 傅麗玉(2003a)。不一樣的世界觀。審查中。
- 傅麗玉(2003b)。原住民生活世界的科學-竹槍。印製中。葉家寧(1995)。淺談布農族的史觀與時空觀的問題。載於臺灣原住民史料彙編(一)。南投市：臺灣省文獻委員會。
- Aikenhead, G. S. (1997). Toward a First Nations cross-cultural science and technology curriculum, *Science Education*, 81(2), 217-238.
- Aikenhead, G. S. (2000). Teacher guide to rekindling traditions: cross-cultural science & technology units. Canada: University of Saskatoon.
- Allen, G. G. & Seumtewa, O. (1993). The need for strengthening Native American science and mathematics education. In Shelley Johnson Carey (Ed.), *Science for all cultures*, Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- Allen, N. J. (1995). *Voices from the bridge- Kickapoo indian students and science education: a world view comparison*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA, April, 1995.
- Apple, M. W. (1979). *Ideology and curriculum*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Armstrong, T. (1994). *Multiple intelligences in classroom*. Association for Supervision & Curriculum.
- Atwater, M. M. & Riley, J. P. (1993). Multicultural science education: perspectives, definitions, and research agenda. *Science Education*, 77(6), 661-668.
- Banks, J. A. (1994). *An introduction to multicultural education*. Boston: Allyn & Bacon.
- Basalla, G. (1976). The depiction of science in popular culture. In G. Holton & W. A. Blanpied (Eds.), *Science and its public* (pp. 261-278). Dordrecht, Holland: Reidel Publishing

專論

- Company.
- Bates, C. (1997). Alaska Nation Education – Some Recommendations from this Corner. ED407151
- Bryan, L. A. & Atwater, M. M. (2000). Teacher beliefs and cultural models: a challenge for science teacher preparation programs. *Science Education*, 86(6), 821-839.
- Chandler, M. (1994). Philosophy of gravity: intuitions of four-dimensional curved spacetime. *Science & Education*, 3(2), 155-176.
- Cobern, W. W. & Loving, C. C. (2000). Defining “science” in a multicultural world: implications for science education. *Science Education*, 86(1), 50-67.
- Cobern, W. W. (1993). *Scientific literacy and culture studies project: working paper NO. 106*. Paper presented at the 1993 annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching.
- Cushing, J. T. (1995). Hermeneutics, underdetermination and quantum mechanics. *Science & Education*, 4(2), 137-146.
- Dart, F. E. (1972). Science and the worldview. *Physics Today*, June, 48-54.
- Eisner, E.W. (1994). *Cognition and curriculum reconsidered*. New York and London: Teacher College, Columbia University.
- Finson, K. D. (2001). *Applicability of the DAST-C to the image of scientists drawn by students of different racial groups*. Paper presented at the annual regional meeting of the North Central Region Association for the Education of Teachers of Science, Madison, WI.
- Fu, L. Y. (1990). *AID (Agency for International Development) and Secondary Science Education Policy in Taiwan, ROC, 1950-1965*. Carnegie Mellon University Master thesis.
- Fu, L. Y. (2000). From Atayal world to science world: a pilot study on a science class for Atayal junior high students, *Proceedings of the HPM 2000 Conference* (128-139),
- Gardner, H. (1999). *Intelligence reframed*. New York: Basic Books.
- Gorjestani, N. (2000). *Indigenous knowledge for development*. Paper presented at the UNCTAD Conference on Traditional Knowledge in Geneva.
- Guilmet, G. M. (1984) *American Indian and Alaska Native education for high technology: a research strategy for creating culturally based physical science and Education*, Paper

- presented at the 1984 Annual Meeting of the Society for Applied Anthropology , Toronto, Ontario, Canada , March, 1984.
- Hale, J. E. (1994). *Unbank the fire: vision for the education of African American children*. MD: Johns Hopkins University Press.
- Jacob, M. C. (1988). *The cultural meaning of the scientific revolution*. New York: McGraw-Hill, Inc.
- Jegede, O. J. & Okobukola, P. A. (1991). The relationship between African traditional cosmology and students' acquisition of a science process skill. *International Journal of Science Education*, 13(1), 37-47.
- Kawasaki, K. (1996). The concepts of science in Japanese and Western education, *Science & Education*, 5, 1-20.
- Keesing, R. M.(1980). *Cultural anthropology: a contemporary perspective*.
- Kilbourn, B. (1984) . World views and science teaching. In Munby, H.; Orpwood, G., & Russell, T.(Eds.), *Seeing curriculum in anew light*. Lanham, New York, London: University Press of America.
- Knowledge & Learning Center, Aferica Region, World Bank (1998). *Indigenous knowledge for development: a framework for action*. World Bank.
- Krugly-Smolka, E. T. (1994). An examination of some difficulties in integrating Western science into societies with an indigenous scientific tradition. *Interchange*, 25(4), 325-334.
- Kuhn, T. S. (1974). *The structure of scientific revolution*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Laudan, L. (1977). *Progress and its problems: toward a theory of scientific growth*. Los Angeles: University of California Press.
- Lipka, J. (1996). Toward a culturally based pedagogy: a case study of one Yup'ik Eskimo teacher. In E. R. Hollins (Ed.) *Transforming curriculum for a culturally diverse society* (pp. 205-225), New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Liston, D. P. & Zeichner, K. M. (1996). *Culture and teaching*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Longino, H. E. (1990). *Science as social knowledge: values and objectivity in scientific inquiry*.

專論

- New Jersey: Princeton University Press.
- Melear, C. T. (1995). Multiculturalism in science education. *The American Biology Teacher*, 57, 21-26.
- Mohapatra, J. K. (1991). The interaction of cultural rituals and the concepts of science in student learning: a case study on solar eclipse. *International Journal of Science Education*, 13(4), 431-437.
- Ogawa, M. (1995). Science education in a multisience perspective. *Science Education*, 79(5), 583-593.
- Pewewardy, C. (1999). Culturally responsive teaching for American Indian students. In E. R. Hollins & E. I. Oliver (Ed.), *Pathways to success in school* (pp.85-100), New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Polanyi, M. (1975). *Meaning*. Chicago & London: The University of Chicago Press.
- Proper, H., Wideen M. F., & Ivany, G. (1988). World view projected by science teachers: a study of classroom dialogue. *Science Education*, 72(5), 547-560.
- Reiss, M. J. (1993). *Science education for a pluralist society*. Buckingham. Philadelphia: Open University Press.
- Schubert, W. H. (1986). *Curriculum theory: perspective, paradigm, and possibility*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Smith, W. S. (1998). Native American perspectives: studying the moon & America's first people can give students new insight into the natural world. *The Science Teacher*, March, 33-36.
- Taylor, R. W. (1949). *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- The Roger Lang Clearinghouse for Circumpolar Education (1993). *The Whole Pole Catalogue of Exemplary Programs in Circumpolar Education*, 1992-3, Edition. The Roger Lang Clearinghouse for Circumpolar Education
- Zwick T. T. & Miller, K. W. (1996). A comparison of integrated outdoor education activities and traditional science learning with American Indian students, *Journal of American Indian Education*, 55(2), 1-9.

專論

思」(theoria)、「行為實踐」(praxis)與「技藝創作」(poiesis)三種(楊深坑, 1999: 6-7)。知識體系的形成與結構的完成, 將使知識的體系與結構邁向有系統的學科化。P. H. Phenix 提出「意義範疇」的分類, 將知識分為「符號學」(Symbolics)、「經驗學」(Empirics)、「美學」(Aesthetics)、「心智研究」(Synnoetics)、「倫理學」(Ethics)與「福音學」(Synoptics)等六大範疇, P. H. Hirst 用分析哲學的方法探討了什麼知識最有價值的課程問題, 而提出了「型式邏輯與數學」、「實徵知識」、「審美經驗」、「人際經驗與知識」、「道德判斷與認知」、「宗教知識」、「哲學」等七種「知識型式」(黃炳煌, 2002: 105; 鍾啟泉, 1991: 125-126; Hirst, 1965: 131; Hirst, 1974: 54-57; Phenix, 1964: 6-7)。Phenix (1966: 31) 認為知識的類型是學科分辨的基礎, 多樣的學科皆有不同價值觀以及不同的探究過程, 每一個學科都有它特殊的學習方法, 值得加以探討。隨著知識體系的擴大與分化, 使得許多知識的領域細分為多樣化的學科型式, 進而使得知識的分化與精緻化, 導致當前產生許多學科化的知識結構, 而這些越分越細的學科化知識語言, 也就越具有邏輯分析與科學化的特質。

三、課程的分析語言

自從 1918 年 J. F. Bobbitt 撰寫「課程」專書以來, 課程逐漸成為受人重視的探究領域, 經過 1923 年 W. W. Charters 對課程所提出的「工作分析法」以及 R. W. Tyler 在 1949 年於「課程與教學的基本原理」所提出課程發展的教育目標、教育經驗、如何組織以及如何評鑑與回饋等四個基本原理以來, 課程的工學模式成為六 0 年代以前的主流典範, 此際的課程語言大多受到邏輯實證論與分析哲學的影響, 使得課程充滿了分析的語言與系統的思維, 課程的概念也等同於各種學科的知識結構; 因此, 課程的語言成為知識結構最有效率之傳達概念的用語, 課程的語言淪為知識結構下的工具, 學科的邏輯結構操縱著課程的語言, 使得課程的語言充斥著理性的思維與邏輯的分析, 而感性的語法結構則受到抑制。文以載道壓縮了文以傳情的空間, 使得課程語言過於理性而缺乏感性, 這可從對過去教科書的檢視中得到證實。過去在聯考的壓力下, 學校的課程成為學生考試用的套裝知識, 而學科的知識則是充斥著分析的語言。在文以載道與文以傳情之間, 工學模式的課程語言充滿了工具的性質, 藉以有效率的傳達知識結構, 進而再製社會階級, 使得課程的語法結構充滿了邏輯分析的概念而缺乏情感與生命力。