

原住民族科學教育之困境與未來展望

林妙徽

國立台南大學幼兒教育學系助理教授

顏瓊芬

靜宜大學生態學研究所副教授

李暉

國立花蓮教育大學科學教育研究所助理教授

摘要

關鍵字：原住民教育、科學教育

壹、前言

國內外研究發現，原住民、黑人、美國印地安人等少數族群，在學校常因文化因素面臨嚴重的科學及數學學習困難（例如，林慧萍，1999；傅麗玉，1999；簡淑真，1998；譚光鼎，2002；Zwick & Miller, 1996），而科學及數學學習困難將為少數民族在生存及族群發展上帶來許多極為不利的結果。首先，科學及數學學習困難導致少數民族無法接受進階科學訓練，進而取得高科技或高技術性的工作，反而容易淪入低技術性、易被取代、勞力性之工作。但現代高科技產業的發展使得許多工作因益機械化，越來越多原來需要靠人力完成的工作逐漸被機器取代，使得許多無科技背景、低薪資之勞力工作者失去其工作，也因此無法提供子女穩定的生活及較好的教育，其子女因教育程度不足只能與父母一樣選擇技術性低的勞力工作，領取微薄的薪資，冒著工作可能隨時被他人或機器取代之風險。相反的，受過高科技教育訓練之個體，可以找到穩定的工作、領取高額的薪資，提供子女較好的教育，其子女畢業後亦較能找到高技術性且穩定的工作，領取豐厚的薪資，過著舒適穩定的生活。因此，少數民族學生是否能在學校接受適當的科學教育，成為決定其未來是否能改變其社會階層之關鍵因素之一。

此外，因為缺乏科學知識，許多少數民族因為現代生活狀況與傳統生活狀況改變極大，亦缺乏營養及醫療保健知識，而帶來營養不均衡、齲齒、糖尿病、心血管疾病、各類傳染病等，造成健康上很大的問題（Russell & Russell, 1999）。第三，因為缺乏科學知識，少數民族無法利用現代科學知識提昇其所在地之農業，改善其經濟狀況，反而將土地出租予知識較為豐富的多數族群，自己淪為領取低薪之勞工，不但生活難以改善，還只能眼睜睜的看著外人大肆破壞祖先留下來的土地，等外人賺飽了，離開了，僅留下已被嚴重破壞的山林讓少數族群接收苦果。此種事情在台灣許多原住民的原鄉屢見不鮮。

提昇原住民科學教育，為追求教育平等及社會公義之重要一部份。為此，美國國家科學教師協會（National Science Teachers Association, NSTA）於1991年提出「多元文化科學教育立場宣言（Position Statement on Multicultural Science Education）」，強調科學教育應使具不同文化族群背景的學生皆有學習科學，並取得科學、工程與技術領域就業發展的機會。兩年後，該協會更進一步提出「所有文化的科學教育（Science for All Cultures）」之主張，認為應從學生所在社會文化環境中的認知方式與行為探討科學教育（引自傅麗玉，1999）。NSTA 這兩項主張反映出以下幾項觀點上的改變。首先、承襲教育社會學80年代以降對結合多元文化、改善少數民族教育成就之關切（譚光鼎，1997），科學教育被列為追求教育平等項目之一。其二、科學教育者開始正視學生所處之社會文化如何影響學生之科學學習。第三、文化差異所造成的影響不再被視為缺點，而是教育的切入點。第四、主流文化之科學概念與學習方法不再被視為學校科學學習之唯一版本與方法。

強化原住民族之科學教育，不但能提昇原住民族之生活狀況，亦能使全世界的人皆

受益。雖然，長期以來原住民的知識系統被視為毫無根據、落伍、迷信執負面觀點，不但對其他族群無用，且應在學校情境中以西方科學知識取而代之。但實際上，原住民族長期於某地為生存掙扎的結果，對當地動植物、土壤、氣候等方面建立起一套非常複雜、深入的知識系統，稱之為傳統知識 (traditional knowledge) (Cobern & Loving, 2001r; Jones & Hunter, 2003r; Snively & Corsiglia, 2001r)，已為科學界做出許多貢獻，例如發展治療重大疾病的新藥、發現生態環境上細微的改變、提出生態保育的新觀點等 (例如，裴家騏, 2006; Snively & Corsiglia, 2001)。但是，因為絕大多數原住民族並未有書寫文字，其所有知識皆透過故事、神話傳說、歌舞、隱喻、及實際操作等方式傳承 (Michie, 2002; Snively & Corsiglia, 2001)，唯有保存原住民族的語言及文化，才能保留住其豐富之科學知識。但是，可惜的是，經過全世界各主流文化及語言的強大影響力 (且日益增強中)，全世界的原住民文化及語言正以非常快的速度消失中 (Jones & Hunter, 2003)。當這些原住民族文化、語言消失之時，亦是其豐富知識系統可能隨之消逝之日。故，提昇原住民族科學教育及保存其語言、文化，將能造福全世界。

反觀台灣原住民教育的近況，近十年來國家雖然日益重視原住民教育，制定原住民教育改進計畫，但計畫之內容偏向學制、鄉土教學、母語教學，或展示性活動如舞蹈、體育等，而忽視對原住民學生益顯重要之科學教育 (傅麗玉, 2003)。政府忽視原住民科學教育的態度，將使原住民未來面臨更大的生存危機，因為許多研究指出，原住民學生於數學及科學學習上面臨許多困難 (例如，林慧萍 1999; 紀惠英、劉錫麒, 2000; 傅麗玉, 1999; 簡淑真, 1998; 譚光鼎, 2002 等)，而原住民學生科學學習與漢族學生間之差異，亦隨著年級逐年加大，也逐年減低原住民在學業成就及工作上之競爭力 (李建興、簡茂發, 1992; 蔡中涵、林天生, 1992)。因學校負有改變社會結構之社會功能與責任，學者、政府教育單位以及教師皆應致力於改善原住民科學教育，在學校於適當的時機、以適當的方法提供原住民學生學習科學與數學上所需之協助，以提高其學習成效及未來之競爭力。

貳、原住民族學生所經歷之科學學習問題

國民政府於 1950 年代，全盤引進美國科學課程及教法，成為自國小至大學之科學教育主體 (傅麗玉, 2004)。而傳統西方科學之理性本質及普世 (universal) 知識觀，使得科學成為學校教育中對學生之社會文化背景最為不敏感的學科 (Cajete, 1999)。再加上國內原住民科學教育政策上存在著許多問題，一方面以一般性原住民政策檢視、處理原住民之教育問題，使得問題被模糊化；另一方面，以刻板印象規劃原住民族教育政策，認為原住民族文化與科學無關，原住民之邏輯思考能力不足，性向亦不適合學習科學，而將原住民族排除於科學教育之外 (傅麗玉, 2004)。政府長期忽視的結果，使得科學成為原住民族最弱的領域。依據民國 88 年及 89 年之統計資料，原住民族學生就讀科系以教育、醫藥衛生及商業等科系最多，而修讀自然科學領域者最少，不及 1.5% (高淑芳, 2000, 2001)，而主修自然科學之原住民教師僅佔全體原住民教師之 0.83% (高淑芳, 2001)。以

下將分別以學校的學習內容、學習方式、使用的語言、教師教學行為、親師溝通、文化認同等向度，討論台灣原住民學生在學校常見的學習及適應問題。

一、學習的內容

雖然原住民族學生居住之社區富含自然科學教學資源，但是學校課程由主流文化所編製、組織，呈現出居住於平地、都會地區漢人之生活經驗、社會文化、思考模式及關注焦點。而這些內容因遠離原住民學生之生活經驗，使得學校學習內容對他們來說顯得空洞、抽象而無意義，無法與其內在之知識系統產生連結，以理解學校課程內容，或對之產生興趣（紀惠英、劉錫麒，2000, 2002；傅麗玉，2004）。此外，學校課程組織之方式依科目劃分，將學習之內容分成國語、數學、社會、自然、音樂等，將學習內容從發生之情境抽離，進行抽象性之思維與學習。而原住民之知識系統傳統上與生存相關，在情境中解決真實的問題，以事件組織學習內容，而非以學科知識之類別劃分。此種去情境、與真實事件抽離之課程架構，不但使原住民學生對學校課程缺乏興趣，亦增加理解上的困難。雪上加霜的是，學校教育系統中僵化的課程進度，使進步中的原住民學生，其進步的腳步無法趕上學校課程之進度（紀惠英、劉錫麒，2000），使原住民學生之學習問題逐年惡化。為了解決山區原住民學童學習上的問題，國家曾採簡化山區學校課程內容之政策，以為如此可幫助原住民理解課程內容，但此政策反而使原住民學生在升上國中後，面臨更大的差距，而在升學過程中面臨更大的困難（王淑美，1996）。由此可見，原住民學生需要的並非更為簡化的內容，而是更貼近其生活之課程內容，並以其文化中熟悉之方式組織這些內容，以更有彈性的進度施行教學。

此外，傳統上原住民個體於十歲左右開始有系統的學習文化中的知識與技能，但這個年齡正為個體接受現代化學校教育之時，學童全天在學校接受主流教育，無機會學習傳統知識與技藝；但面對學校異文化的學習內容及方式，又產生適應不良，結果使原住民傳統教育及現代教育兩頭落空（吳燕和，1963），造成如瓦歷斯·尤幹（1997）所說的「文化雙盲」之結果。

二、學習的方式

社會文化模式影響原住民族之認知方式，但是這種差異在學校教育中未受到重視（傅麗玉，2004）。傳統中，原住民族透過觀察、示範及實際操作等方式，學習與生活、生存相關之技藝（吳燕和，1963），但由主流漢文化主導之學校學習方式，偏向以個別學習、相互競爭的方式進行。許多研究指出，此種方式與原住民兒童之學習風格不合，原住民學生之團體意識強，著重人際互動與支持，偏向同儕學習（李瑛，1998；譚光鼎、林明芳，2002），偏好動態而非靜態的學習方式（郭玉婷、譚光鼎，2002；劉錫麒，1987；譚光鼎、林明芳，2002），傾向透過活動、視覺影像之方式學習，在非正式情境中學習等（譚光鼎、林明芳，2002）。然而，以漢文化為主的教室中，講述為主要的教學方式，此種方式與原住民學童偏好之學習方式不合；而教室中常見的同儕競爭，亦與原住民族分享、合作之價值觀相衝突（紀惠英、劉錫麒，2000），往往讓原住民學生感到不安，甚

至對自己產生負面之觀感 (林慧萍, 1999)。以上研究顯示出, 教室中以漢文化為主流的教與學模式, 營造之學習氣氛, 以及學習活動中同儕的互動模式, 皆與原住民文化極為不同, 這些文化模式上的不同使得原住民學童不熱衷參與教學活動, 並對同儕、教師、學校感到疏離。

不過, 並非所有研究皆支持原住民學童不喜競爭之方式, 徐右任及簡淑真 (2001) 以台東市區原住民四名小三、小四學生為研究對象, 男女各半, 於長達 16 週的時間每週於教會進行一小時的數學營活動, 同時以合作及競爭性的方式進行數學遊戲活動, 學童對合作及競爭性活動皆頗為喜歡, 並改變學生對數學的態度。此項研究結果與其他研究不同的原因之一可能是小組人數不多, 而且課程亦常提供小組合作的機會, 競爭並非是參與學童之唯一經驗; 此外, 亦可能是原住民學童並非排斥所有形式的競爭活動, 而是依此種活動是否帶來個體間競爭關係而定。

此外, 劉錫麒 (1987) 的研究發現, 阿美族學生對學習方式的偏好, 影響其國語、數學及自然科的成績, 因此學習偏好的問題在原住民科學教育改革中不容忽視。但亦有國外學者提出警告, 認為原住民族學習偏好之差異亦不應受到過度解讀及應用, 實際上原住民學生中存在有多種不同的學習風格, 且個體間之差異與主流族群相似 (Waiti & Hipkins, 2002), 故提議教師應採多元的方式設計、進行學習活動, 以滿足不同學習風格之學生需求。

三、語言的影響

語言是另一項重要影響因素。首先, 學校教育以主流文化慣用的國語, 透過口說及書面文字傳遞課程內容, 對母語非為國語的原住民學生極為不利。王淑美 (1996) 訪談五位 33 至 51 歲具原住民身份之國小校長, 即使這些校長在求學過程中成就動機極強, 但因語言及思考模式與學校文化非常不同, 而曾在課業上面臨極大的困難。紀惠英與劉錫麒 (2000) 認為此乃原住民語之語法與國語語法不同所致, 而語法不同使得原住民學生語言表達及理解上產生許多困難, 例如, 雖然原住民學生之記憶能力不錯可以很快記住歌謠之歌詞, 但自由表達時, 其所說出句子及國語造句句中之字序常不符國語之習慣用法; 此外, 因國語閱讀理解力不佳, 常常無法理解教科書中文字真正的意思以及數學題之題意。語言為思考的工具 (Vygotsky, 1962), 當學校語言與學童慣用語言不同時, 學童在學校學習時將面臨無工具可幫助其思考之窘境, 而無法進行深度思考與探索新知, 進而面臨諸多學習上的困難。

此外, 文化中所使用的語言本身亦可能不利於科學學習。簡淑真 (1998) 指出, 雖然蘭嶼達悟族的曆法及複雜的漁船拼造技術呈現出雅美文化中, 絕非沒有數學概念, 但是因為達悟族之數字非十進位, 且數字之音節較長, 以及無書寫之數字符號, 以上因素皆不利於達悟族學生之數學學習。除了因母語及原住民語言本身造成的困難外, 科學所使用的語言本身亦加深原住民學生之困難 (Russell & Russell, 1999)。首先, 科學常有許多含意特殊的專有名詞, 另許多學習者非常困惑。再者, 科學用語中有一些字詞與日常

生活中所使用的字詞相同（例如「力」），但其於日常生活中的意義與科學上的意義不同。而描述科學概念所使用之語詞，透過文法上的隱喻（grammatical metaphors）以呈現現象或概念間的關係，更為加深原住民族學生學習科學困難。

四、教師之教學行為

大部份原住民學校之教師並不具原住民身份，亦對當地原住民文化不太了解（傅麗玉，2004），即使具原住民身份的教師，亦因受主流文化之教育，教學時亦採用主流文化之教育方法，並傳遞主流文化之價值觀。但漢族文化之教學方法及價值觀是否適合原住民學童，則是值得思考的議題。漢族教師對常規的要求較高，所認可與期待之行為亦常與原住民學童之行為模式衝突（紀惠英、劉錫麒，2000），因對規範之要求不同、文化中之行為模式不同，漢族教師易對原住民學童產生負面的印象。教師對學生的期望是另一項重要因素，當教師對原住民學生之期望低，認為原住民學生不可能成功，則教師將不會在學生需要幫助時伸出援手，同時亦會於師生互動過程中傳遞此訊息，畢馬龍效應因而產生，原住民學生傾向在學業上表現較低。即使教師表示會對至市區學校就讀的少數原住民學生，在課程業上提供較多的關注與輔導（譚光鼎，2002），但教師額外之關注與輔導是以何種形式呈現，其方式是否使原住民學生產生與眾不同、不如非原住民同儕之感，反而對自己失去信心。此外，教師在教學或輔導學生學業時，如果期待過高、態度過急，亦易使原住民學生膽怯、畏縮、不敢期望成功（林慧萍，1999）。因此，教師們應對原住民學生抱持著適當的期望，不過高，亦不過低。

除了期望之外，教師對原住民學生的觀感亦會影響其教學行為及與學生的互動。陳麗華、王鳳敏、鍾才元、賴秀智（1997）比較台北縣市 1235 名不同背景及教學經驗之國小教師，探究這些國小教師對原住民學生所抱持的態度。他們發現，本身是原住民及有親友為原住民者，對原住民學生抱持著較為正向的觀點，與原住民親密接觸似乎有助於增進教師對原住民學生的印象。此外，陳麗華等人亦發現，曾教過原住民學生的老師較不認為原住民學生是聰明的，這項研究發現頗為令人擔心，教師似乎在與原住民學生互動的經驗中，形成並強化對原住民學生學習能力不佳之刻板印象，進而降低對原住民學生成就之期望，以及提供學生所需之協助。同時，當教師執著於以漢文化之方式進行教學時，因其方式不但無法引發學生展現其潛能，達到教師期望中的成效，亦易產生常規上的問題，教師常因此對原住民學生之能力及行為產生負面的評價（紀惠英、劉錫麒，2000），惡性循環於是產生。

然而，當教師能以學生之活動為基礎，在學生自發性的活動中帶入預設之教學目標時，原住民學生不但能達成教學目標，且常能超越預定之目標，進行更多元而深入的學習（紀惠英、劉錫麒，2000）。紀惠英於低年級教室進行臨床教學之觀察發現，活動之初原住民學生不依照研究者所設計之方式操弄數學教具雪花片，以認識數量及各種形狀，反而投入在利用雪花片創作的活動中。但當研究者因勢利導，改變以教師為中心目標導向之教學方式，而轉變為以學生當場之活動為核心，並在其活動中加入有關學習概念之

討論時，研究者發現學生不但具數序、數量大小之概念，且在活動過程中所涉及之相關數學概念遠較原先所設計之活動目標更多元、深入。學生的表現正如李亦園 (1982) 之發現：「高山族人的工作態度是喜愛不受拘束的，他們表現在學習上，似乎也有同樣的情形。……對於各種體育競賽或歌唱舞蹈活動，凡是在師長嚴格排定時間與監督下的活動與練習，他們就顯得提不起勁，成果也差；但是當他們自己組成，自己練習的情況下，則表現得積極，常常能奪得比賽錦標，這種不受拘束的學習態度，是應該加以注意的 (頁 442-443)。」漢族文化中所習慣的以師長為尊，以教師為中心之教學方式，可能並不適合原住民學生，無法提起其學習興趣，引發並展現其學習潛能。面對原住民學生時，教師應將權力下放改以學生為中心，提供原住民學生更多的空間與彈性，讓他們自訂活動目標，僅透過精心設計的活動，並在教學過程中以引導之方式，幫助學生達到預訂之教學目標。

五、親師溝通

原住民學校教師最常抱怨的問題之一為與家長間的溝通，他們認為原住民家長以放任的態度教養小孩，將教育的問題完全丟給學校。其實原住民傳統文化中之教育系統與漢人非常不同，原住民父母在教育上之角色並不如漢文化中的父母般關鍵性，而是將子女的教育由家族社群成員共同擔負。原住民在嬰幼兒時期，其父母為主要教養者，但自個體可以自由行動後，社區或近親家族則成為主要的教育者 (吳天泰，1996；吳燕和，1963；浦忠成，1996)。但是，日據時代的皇民化教育及國民政府的漢化教育，完全破壞原住民傳統之社區教育系統，迫使家庭及學校成為新的教育場所，取代傳統中近親家族及社區之角色。但是原住民傳統文化上家長並非主要教育者，家長並不知如何適當的扮演好此角色，因為他們本身並非是由父母所教育長大的；此外，經濟上的困境亦常使原住民家長更加無力擔負起教育的工作 (吳天泰，1996)。原住民家長真的不關心自己孩子的教育嗎？一些學者及現場老師們不這麼認為，他們認為原住民家長與漢族家長一樣關心自己子女在校的學習狀況，且對孩子有很高的期望，但是家長沒有能力亦不知如何協助子女學習 (林慧萍，1999；吳天泰，1996)，同時，原住民家長對其子女表達關心的方式亦與漢文化不同 (紀惠英、劉錫麒，2000)。

文化差異更造成親師溝通上的困難，教師與原住民家長各自以自己文化中習慣的溝通方式表達己意，並詮釋對方的訊息，使得親師之間的溝通無效甚至產生誤解 (紀惠英、劉錫麒，2000)。因此，為達教師與原住民家長有效溝通之目的，張琦琪及許添明 (2001) 提出教師與家長溝通方面三項建議：一、教師應加強與家長之間的溝通。二、教師應試著理解原住民文化，並以尊重原住民文化的態度與家長溝通，而非以指導、宣達的態度或立場。三、教師應與家長先建立彼此間的信任關係後，再開始討論其子女之教養。

六、文化認同

從文化模式理論的觀點來看原住民學生之學校適應問題，文化認同是一個非常重要的因素，而且這個觀點受到美國許多原住民研究的支持。例如，阿拉斯加大學的 Kawagley

教授試著解釋為何平均約 30%阿拉斯加原住民學生未能從高中畢業，但資源較不足之偏遠學校未畢業率為 12-15%，而市區學校卻高達 60%之現象，他認為以下五個原因造成市區原住民之低高中畢業率，其中文化認同的問題即佔了三項 (Emekauwa, 2004)：

- (一) 學校將西方文化強加於原住民，造成原住民學生於文化及心理上與其傳統社會疏離。
- (二) 學校的課程、教科書、教育政策等，皆與原住民之文化系統衝突。
- (三) 學校課程不但未融入當地人的世界觀，反而以西方之觀點強加於學生，取之代代之。
- (四) 現在年輕人持續的找尋生命的意義，但學校文化使其面臨疏離與認同的問題。
- (五) 現代化之形象衝擊著傳統的象徵符號、價值與信念。

遠離自己母語、母文化居住於城市區域的阿拉斯加原住民學生，比起偏遠地區的學生有更深文化疏離感，面臨更大的認同危機及更多的文化衝擊，不論從學校或社區皆找不到生活的重心與生命的意義，因而自我放逐。阿拉斯加原住民高中生的文化認同問題是否同樣會發生於台灣呢？雖然譚光鼎 (2002) 針對離家至市區國中就學原住民學生之學校適應及文化認同所進行之研究，指出與美國原住民不同的發現，但文化認同為不易真正測知之概念，需要更多的研究才能真正深入了解台灣原住民學生之文化認同情形，以及文化認同與原住民教育問題之間的關係。

此外，雖然國內研究發現，原住民學生大多非常認同主流之漢文化，並未發現具文化模式理論中分離者之認同態度 (譚光鼎, 1995)。同時，譚光鼎之研究亦發現，同時認同母文化及漢文化之原住民學生，其學習行為最為積極，劉若蘭與黃玉 (2005) 亦發現，原住民族學生之族群認同與其校園經驗呈正向關係。因此，強化原住民教育，增進學生學業成就及社會適應，文化認同是不容忽視的因素，應加強學生對母文化及主流文化之雙重認同。但當學校將主流文化強加於原住民時，將造成學生在文化及心理上與其傳統社會疏離 (Emekauwa, 2004)，無法同時認同母文化及主流文化。因此，學校教育應同時重視原住民文化及主流文化，而且應認文化認同於課程學習過程中自然產生，而非外加於一般學習活動之外 (McKinley, Richards, & Stewart, 2004)。

參、原住民傳統文化與科學學習之間的關係

除了以上六項問題之外，傅麗玉 (2003) 亦指出國內原住民科學教育上的四項主要問題有以下幾項：偏重政策、學制、母語教學、鄉土教育，或直接可以展示之事物如舞蹈、體育，而嚴重忽視其數理教育；教科書內容與原住民族生活經驗脫節；對原住民抱持著無法理解、學習抽象數理概念之偏見；教師方面則面臨專科教師不足，且非原住民教師對原住民文化不了解，無法有效實踐九年一貫課程，以原住民學生之「生活經驗」進行教學。此外，即使教師本身為原住民，亦多因本身對其母文化了解不深，且其科學概念屬於主流文化之概念，亦無法以學生之「生活經驗」進行教學。

為何生活經驗對科學學習很重要？文化與科學學習之間有何關係？他國研究可提供我們一些參考，Mohapatra (1991) 發現社會文化的日蝕觀念及傳統的日蝕祭典儀式，影響印度青少年學生的日蝕科學觀念。Allen (1995) 發現 Kickapoo 印地安學生的生活世界中，人與自然的關係、組織運作，認知方面以及對時空的世界觀異於一般學校科學教科書中的時空觀。Zwick & Miller (1996) 討論科學教材觸及原住民族群禁忌而導致原住民學生科學學習上的困難。Jegede & Okobulola (1991) 研究發現，非洲少數族群學生的文化生活經驗影響其科學與科技知識的發展。此外，學生之生活經驗亦影響其科學學習之能力與特質 (Bates, 1997; Guilmet, 1984, 引自傅麗玉, 2003)。

長期以來，原住民的知識系統被視為毫無根據、落伍、迷信等負面觀點，應在學校情境中以西方科學知識取而代之。但是，近幾年科學界混沌理論 (chaos theory, Gleick, 1987/1991) 及複雜理論 (complexity theory, Waldrop, 1992/1994) 之發展，以及醫藥界由叢林原住民傳統用藥植物中發展新藥等因素 (Huxley, 1997)，逐漸改變此負面觀點，緩慢的邁向正視甚至建議保留原住民傳統知識的思維。美國科學促進會 (AAAS) 甚至於 2003 年年會中舉辦「原民科學 (Native Science)」研討會，會後並出版“Handbook on Traditional Knowledge and Intellectual Property”一書，顯示科學界終於開始正視原住民之知識系統，且不再視原住民傳統知識為低下、錯誤、完全無用之知識 (Barnhardt & Kawagley, 2005)。

美國科學促進會 (AAAS) 於 2003 年所出版的此本 Handbook 中，對傳統知識 (traditional knowledge) 做出以下之定義：「傳統知識是某社群 (community) 的人，從長期適應當地的文化與環境的經驗中，所發展出來且尚在繼續發展中的知識。這些知識被用以延續此社群的人及其文化，並維持社群繼續生存所需的基因源 (頁 3)。」為了在大自然中生存並維繫血源命脈，原民知識主要圍繞著與生存相關的四季、氣候變化及與科學界版本不同之植物學、物理學、化學、地球科學、天文學、醫藥學、心理學等方面的知識。不同地區、族群的原住民所面臨的生存問題不同，對這些領域概念之分類方式亦不同，但不同不代表較為低下 (Barnhardt & Kawagley, 2005)。例如，美國阿拉斯加原住民可依據細微的跡象，有效的判斷接下來的天氣變化；傳統阿拉斯加獵鹿人利用對麋鹿行為特質長期觀察所得之知識，及麋鹿在當地之路徑，輕鬆獵取生活所需之少量獸肉，而讓其他麋鹿在大自然中繼續生息 (Barnhardt & Kawagley, 2004, 2005)。

與傳統知識相關的一個重要名詞為地方知識系統 (Indigenous Knowledge System)，為一個族群長期於某地域為了生存而發展出之一套知識系統，除包涵對該地域特定的知識內容外，亦涵括學習方式、傳承模式、人際間關係、與大自然間的關係等 (Barnhardt & Kawagley, 2004)。雖然在某地生活一段時間的族群，皆可能發展出其獨特的地方知識系統，但因原住民族長期生存於其土地上，能夠發展出對當地最為完整、詳盡、深入之系統化知識。原住民的地方知識系統其實並不低於主流文化之科學知識，只是其觀點大為不同，Kawagley 與 Barnhardt (1999) 以阿拉斯加原住民文化為例，分析原住民及西方主流文化間知識系統上的差異：

- (一) 原住民思考的模式不同：原住民在觀察、思考大自然時，進行全面性的思考，而非如同西方科學，僅做部份性的思考。
- (二) 原住民教育的方式不同：原住民透過故事及現場示範的方式實地教育。
- (三) 原住民教育的內容不同：原住民所學內容與生存直接相關，且可於生活中實際運用所學，而非一套與生活無關的資訊系統（例如學校所學之西方科學知識）。
- (四) 原住民之人際考量不同：原住民多考量家庭、社群，而非個人。
- (五) 原住民與大地的關係不同：原住民尊敬大自然，與大自然共存，而非意圖控制大自然，或對大自然予取予求。
- (六) 原住民文化著重性靈層面，而西方科學系統將性靈排除於科學之外。

在台灣生存了數千年的各族原住民族，在適應其生存環境的過程中，亦發展出非常豐富的科學知識。例如，傅麗玉 (2004) 深入探究泰雅族傳統文化中所蘊藏之科學知識，發現其科學知識非常豐富，例如電土燈、竹槍、口簧琴、食品醃製、用魚藤汁捕魚等。不僅泰雅族，鄒族文化中亦包含著非常多的科學知識，例如釀製小米酒、以燻烤方式保存食物、觀察動物行為以知是否有豪雨等 (依憂樹·博伊哲努, 1996)。何耀坤 (1996a, 1996b, 1996c, 1997a, 1997b) 亦收集了許多各原住民族有關天文、動物及植物之傳說，這些傳說傳遞了各民族有關週遭生活環境中動植物及天文曆法之知識，以及人與自然、人與人之間的關係。但是這些原住民傳統的科學知識與觀察，與學校課程無直接關係，或觀點上有些抵觸。傅麗玉建議原住民科學教育應結合原住民及學校兩個世界之知識系統，融合原住民文化中之傳統知識及學校之正式科學知識，以有效的幫助原住民學生學習科學。

原住民的知識系統是否真的能與學校主流文化之知識系統共存？美國一些地區以原民知識系統為基礎進行地方本位教育 (place-based education) 或原住民師資培育，得到非常正向的結果 (Barnhardt, 2005; Barnhardt & Kawagley, 2004, 2005; Kawagley & Barnhardt, 1999; Williams, 2002)。例如，阿拉斯加 Kaktovik 地區的高中，在數學課中除了介紹西方的數算系統外，亦讓學生學習並熟練原住民傳統的二十進位計算方式，結果發現中學生居然算得比拿著電子計算機前來挑戰的工程師還快。此外，阿拉斯加大學 Fairbanks 分校自 1989 年以來，於暑假期間提供多元文化課程，透過實地與當地人民生活、學習的方式，來認識原住民文化及學習如何進行原住民教育，這種模式使得即使初期抱持質疑態度的老師，最後也發現並學習了另一種觀看世界的方式 (Kawagley & Barnhardt, 1999)。

Kawagley & Barnhardt (1999) 對此抱著更為積極的觀點，認為全世界各地已經歷了原住民教育的派典轉移 (paradigm shift)，各國政府開始試圖在教育系統中統整原住民的知識系統與學習方法。對於融合阿拉斯加州原住民知識系統及學校知識系統不遺餘力的 Alaska Rural Systemic Initiative (AKRSI)，其教育改革方案採取的基本原則為「由原住民社區為基礎，再由教育系統支援、整合及應用 (Native community initiative coupled with a supportive, adaptive, collaborative education system.) (Barnhardt & Kawagley, 2004)。」依

循此基本原則，AKRSI 發展出七項進行原住民教育之主要策略：建立原住民地方知識資料庫；以原住民的方法學習並邀請家長參與；成立老人營、文化營及老人學校；應用村落的科學知識舉辦科學營及科學展；架設原民知識網公布文化資源及網路交流；撰寫阿拉斯加原住民文化學校課程標準；以及，成立原住民教師協會以發展原住民教師之領導力 (Barnhardt & Kawagley, 2005)。由以上七項策略可發現，AKRSI 全面性的致力於原住民文化的保存與整理、推廣與教育，以及原住民教師之專業成長，而這些策略間可以互相支持，例如，透過為老人辦學校，可有效收集及保存原住民之知識系統，並成為教學及舉辦科學營之資源。涉及的人包括原住民老人、在學學生、原住民教師、其他族人、以及任何對原住民文化感興趣的人。透過這些多元方法，而非單一面向的處理原住民教育問題，AKRSI 之努力可以更有效的改變教師之觀點與教學、以及原住民本身及一般民眾對原住民文化之觀點。

因此，所有 AKRSI 支持的學校原住民知識系統教育方案皆採用以上這些策略，這些教育方案皆有以下幾項共通點：記錄原住民之文化與科學知識；以原住民之方式教學；課程融合原住民文化及課程標準；教師支持系統；適當的評量方法。經過幾年的試驗及改進，AKRSI 的課程方案成效卓著，除了使原住民學生學業成績提高、輟學率降低、上大學之人數增加之外，高中畢業生修習科學及工程之人數亦增加 (Barnhardt & Kawagley, 2004)。

對於利用原住民傳統知識系統進行科學教育，原住民老人是一項非常重要的教學資源，但對於如何妥善運用原住民老人這項資源，Stephens (2000) 於 “Handbook of Culturally Responsive Science Curriculum” 一書中提出以下幾項建議：社區參與及成立合作團體、多位教師共同協助學生學習、探索與生命、四季及環境相關之基本科學問題、以多元觀點及學科探索問題、從活動及進一步的探究中學習、運用包括文化專家在內的多元知識來源、學生以多元的方式與其他班級及社區溝通想法並呈現成果。AKRSI 及世界其他國家之原住民科學教育改革經驗，可成為國內進行原住民科學教育改革時非常有價值的參考資料。

肆、對台灣原住民族科學教育的建議

原住民科學教育該如何進行？進行原住民科學教育經驗非常豐富的 AKRSI 發現，「文化並非一個科目，而是一條通路 (pathway) (Emekauwa, 2004)。」國內學者傅麗玉 (2003) 亦提出相同的觀點，認為若僅在課程中加入原住民科學的內容並無法改善原住民的科學教育，因為此種做法無法真正顧及原住民的生活經驗，以及透過生活經驗所帶來的世界觀及學習方法。原住民科學課程應基於其生活經驗、既有之文化傳統、以及文化中的知識系統之上，在其文化中進行科學教育。國外許多相關的經驗與研究皆指出，幫助學生透過原住民文化來學習科學，而非將原住民文化中的科學概念附加於原有課程之中，是較為有效的課程模式 (Barnhardt & Kawagley, 2004; Barnhardt & Kawagley, 2005;

Cajete, 1999; James, in press; Jones & Hunter, 2003r; McKinley et al., 2004)。以下以此基本原則提出幾項建議：

(一) 以全面性、整體性的觀點規畫原住民科學課程：原住民文化與族群生存密切相關，具有偏向思考真實性的問題而非假設性的問題，偏向在情境中思考問題而非將問題從情境中抽離，偏向全面性的思考問題而非將問題分割成幾個片斷分開思考等之特性。此外，研究發現學習可發生於有意識及無意識的不同層次上：在無意識的層次上，個體在與環境中的各項事物自然的互動中，學習到科學知識；在意識的層次上，個體則以有架構的方式學習科學的各個基本要素 (Cajete, 1999)。因此，原住民科學課程應包含母語、傳統文化（科學知識、社會制度、價值觀等即存在其中），而非如同西方科學傳統，將課程內容分科分別進行，並透過讓學生學習與其生活相關、感興趣的事物，幫助原住民學生大部份的時間皆浸淫在探究問題的環境中，使其從無意識、生活化的學習，逐漸進入到有意識、分析性的科學學習。亦即，教師透過在帶領學生探索其熟悉事物、現象的過程中，介紹並幫助學生學習探究科學的基本方法，再以學生所在之文化事物為例，幫助學生了解並學習科學為思考、了解外在事物之方式，學習這些思考科學之方式，進而幫助學生發展出個人思考科學之心理機制；最後，幫助原住民族學生習得兩種文化中不同之科學概念及思維模式。

(二) 課程決定權必須下放予原住民社區學校：任何單位皆難以編製一套適合全國各族之科學教材，因為每個原住民族群之文化內容、知識體系、價值觀、文化傳承機制等皆不同。此外，即使同一個族群亦可能因外在環境、可利用資源不同，而無法以一套標準的原住民族科學課程套用於同一族群之原住民學校，因此，課程決定之權力應下放予各原住民社區，使其可以依當地環境、資源、人土風情等因素，調整其課程內容及進行方式，以更符合當地學生之生活經驗與特殊需求。

(三) 科學及其他課程以原住民母語及國語雙語的方式進行：人類透過語言傳遞各類抽象概念 (Vytotsky, 1962)，語言成為人與人之間溝通概念、想法的媒介。原住民的文化內涵與其所使用的語言有非常密切的相關性，失去語言可能就可能失去某些概念，因為這些概念可能是主流文化之語言中所沒有的，例如，一些地球科學家長期以來一直在其科學報告中直接使用愛斯基摩人有關雪的詞彙，因為這些科學家在英文中無法找到貼切表達各種下雪現象的相關詞彙 (Snively & Corsiglia, 2001r)。因此，當原住民的科學課程完全以國語進行時，將產生以下幾個問題：首先，原住民文化中的相關科學概念可能無法以國語中既有的詞彙適切表達其微妙之真意，因此，語言上的差異一方面不但阻礙原住民族學生理解學習其文化中的科學概念，另一方面亦不利於原住民族語言的保存。但是，使用原住民語言進行科學教育可能產生一些問題，例如，全然使用原住民語可能會因而改變所教導的科學概念 (Waiti & Hipkins, 2002)，因為原住民語與國語間之用語不同，無法完全找到一一對應的字詞。因此，雙語之課程會是較適合的教學方式，可大為降低發生以上兩個問題的可能性。

(四) 師資培育應包含多元文化教育：大多數原住民學校之教師為非原住民籍之漢人，且對原住民族文化認識不深。而教師之文化經驗影響其科學教學 (傅麗玉, 2004)，具文化敏感度的教師會留意來自不同文化的學生之不同經驗、觀點與需求，而能試圖於其教學行為上回應學生。因此，師資培育過程應加強教師之多元文化教育，以幫助教師學習如何欣賞原住民族之不同文化與價值觀，學習尊重原住民族學生與家長，並提昇教師之對原住民族之文化認識及文化敏感度。阿拉斯加的經驗發現，舉辦教師及學生至原住民族生活之地，體驗其含有科學知識之傳統文化活動，能有效幫助教師感受透過文化學習之意為何，並了解如何依此設計具文化敏感度之課程 (Barnhardt, 2005)。此外，原住民族文化中的科學觀、世界觀及知識系統應成為職前科學教師課程之一部份，政府相關機關亦應為原住民學校在職教師定期舉辦研習，使職前及在職科學教師都能了解原住民族學生的文化背景可能如何幫助及阻礙其學習科學，以及了解有效提昇其科學學習及興趣的教學方法。除此之外，師資培育課程亦應加強職前及在職教師對科學本質的認識 (Waiti & Hipkins, 2002)，以幫助老師們了解西方科學認識論之外的其他科學觀。

以上建議乃針對住在偏遠地區或原住民族聚集地區之原住民族所提出，但散居在以漢人為絕大多數的都市地區之原住民族，其環境不同，所面臨的教育問題亦不同，須進一步研究，以了解其特殊需求以提出適當的建議。不過，政府或許可考慮在都市原住民人數較為聚集之都會區設立原住民學校，提供原住民族聚會、舉辦各類文化活動之場地，一方面促進各族原住民間之交流及文化保存工作，另一方面亦可提供對原住民族文化感興趣之漢人學習、認識原住民族文化之機會。此外，政府亦可考慮仿照國外華人開辦中文學校之做法，為都市原住民幼兒及年青人開辦週末班，開設各類語言及文化課程，提供都會地區原住民族新一代學習其母語及文化的機會，以幫助原住民族之文化傳承並強化其文化認同及自我概念。

伍、原住民族科學教育可能面臨的問題及可能解決方案

實行以上各點時，原住民族學校可能將面臨許多問題。以下列出幾項可能面臨之主要問題，並提出可行之解決方案。

(一) 原住民族之語言及文化正快速流失當中，不易找到適當的教材與師資：雖然政府於民國 81 年之「發展與改進山胞教育五年計畫」內容中，即有實施母語輔助教學之課程政策(張琦琪 & 許添明, 2001)，但至今之成效依然不佳，且母語師資極為缺乏。為此政府應更致力於原住民族語言及文化之復興及典藏工作，在目前尚存之各原住民族文化尚未完全消失之前，努力保存其文化，避免其淪入各平埔族消失其語言及文化之後塵。不過，在進行各類原住民族文化典藏研究時，學者及相關政府單位必須以維護原住民族權益為前題，建立將文化及研究結果之智慧財產權歸於各原住民族。

(二) 學校教師對原住民族之文化認識不足，不知如何依此設計教學活動：教師可嘗試與當地原住民族居民合作，共同設計、進行科學課程。為了幫助教師與社區間建立合

作關係，一方面教育單位應舉辦深入的教師在職訓練課程，除了介紹原住民族文化特色、可能蘊含之科學概念之外，亦幫助教師們了解如何與當地原住民族合作，運用其社區資源設計及進行課程。另一方面，因為原住民族老人熟悉其語言及文化，為原住民族語言、文化之瑰寶，政府可在各原住民族社區成立老人中心或老人學校，一方面可以提供老人照護，另一方面可藉由中心所提供的各項資源及舉辦之各類活動，保存甚至復興原住民族語言及文化，同時，亦可成為社區中原住民族學校之教學資源。

(三) 目前學界對於國內原住民族之文化背景如何影響其科學學習，所知不多：因為長期以來所存在之偏見，目前社會上一般還是存有原住民族文化素質低落、資質不佳、學習能力不好之刻板印象。政府相關單位應提供更多經費進行有關文化與認知學習方面之研究，以發展更適合原住民族文化特質之課程模式，例如：人類如何學習、人類如何轉換所學知識以適應不同的情境、什麼是知識傳遞、儲存及呈現的最好方式、知識如何在特定的環境中發展等 (Jones & Hunter, 2003)。因為文化與認知學習間的關係非常複雜，跨領域之合作研究有其絕對之必要性。

(四) 面臨持傳統科學教育觀點者之強烈質疑：對科學抱持著普世 (universal) 觀點者，無法接受多元化的科學觀點，認為原住民族的科學概念因不符合科學之基本定義而不能被視之為科學 (Cobern & Loving, 2001r)，若將之融入學校科學課程中，將有害於學生學習「正確」之科學概念。科學教育界應引發更多的對話，深入討論以下相關議題：原住民族文化中的科學知識為何？這些知識以何種形式儲存於不同族群的原住民族文化中？原住民族科學知識是否可被視為科學？為何是？為何不是？是否將原住民族文化中的科學知識融入學校科學課程中？為何可以？為何不行？應如何做才能幫助原住民族學生之科學學習？等等。

陸、結論

原住民族之科學教育問題非常複雜，涉及科學、教育學、文化、語言、教育政策等，需要跨領域的合作研究，不僅以科學教育的角度進行研究，尚需結合人類學、心理學、社會學、語言學、科學等領域之學者共同努力，以全面了解原住民族學習科學時所面臨的各方面問題，並尋求可行方案。政府及國人必須了解到，提昇原住民族之科學教育可使全國人民因其文化中內涵而間接受益，是為台灣教育改革必行之方向。而從紐西蘭之經驗，即使於 90 年代即開始強化毛利人的科學教育，不但以毛利語編寫科學教科書及教學資源，亦舉辦系列性研討會、提供科學獎學金予毛利學生、成立專業團體組織等策略，至今尚未能使毛利學生在科學領域成功率大增 (McKinley et al., 2004)。台灣原住民族教育長期不受重視的結果，使得改善其科學教育的路程將會很長，需要許多人長期努力，才能看見一點效果。因此，政府相關單位應長期編列足夠的研究預算，並鼓勵相關領域學者進行跨領域研究，以早日解決原住民族所面臨之科學教育問題。

參考文獻

- Barnhardt, R. (2005). Creating a place for indigenous knowledge in education: The Alaska native knowledge network. In G. Smith & D. Gruenewald (Eds.), *Diversity: Place-Based Education in the Global Age*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Barnhardt, R., & Kawagley, A. O. (2004). Culture, chaos and complexity: Catalysts for change in indigenous education. *Cultural Survival Quarterly*, 27(4), 59-64.
- Barnhardt, R., & Kawagley, A. O. (2005). Indigenous knowledge systems: Alaska native ways of knowing. *Anthropology and Education Quarterly*, 36(1), 8-23.
- Cajete, G. A. (1999). The Native American learner and bicultural science education.
- Cobern, W. W., & Loving, C. C. (2001r). Defining "science" in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 50-67.
- James, K. (in press). Science and native communities. In G. Laderman & A. Eisen (Eds.), *Science, religion, and society: An encyclopedia of history, culture, and controversy*. Armonk, NY: M. E. Sharpe.
- Jones, M. E., & Hunter, J. (2003r). Enshrining indigenous knowledge in the national science curriculum: Issues arising from the Maori case, *Paper presented at the RCSD Conference*.
- McKinley, E., Richards, P., & Stewart, G. (2004). Maori science education: Issues of knowledge, language and identity, *Paper presented at the National Association of Research in Science Teaching*. Vancouver, Canada.
- Russell, D., & Russell, P. (1999). The importance of science education for indigenous students.
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2001r). Discovering indigenous science: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 6-34.
- Waiti, P., & Hipkins, R. (2002). Cultural issues that challenge traditional science teaching, *Paper presented at the Third Annual New Zealand Science Education Symposium*. Wellington, New Zealand.
- 張琦琪, & 許添明. (2001). 原住民學校實施社區本位教育之探討－國外實踐經驗及其對我國的啟示. *原住民教育季刊*, 21, 74-101.
- 傅麗玉. (2004). 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*, 7(1), 91-108.