

誰的生活經驗？

九年一貫課程「自然與生活科技」領域原住民生活經驗教材探討

傅麗玉

摘 要

在九年一貫課程強調「課程設計應以學生為主體，以生活經驗為重心」的理念中，原住民中小學的科學課程發展應更能以原住民中小學生的生活經驗為中心。本文首先從科學學習、課程以及科學師資培育，討論九年一貫課程改革中當前原住民中小學生在「自然與生活科技」領域課程教材的生活經驗問題，然後介紹其他國家原住民族群的科學教育經驗，進而探討如何以原住民中小學生的生活經驗發展原住民中小學九年一貫課程「自然與生活科技」領域教材，並以「九年一貫課程暫行綱要」的「自然與生活科技」學習領域教材內容的部份單元概念為例，以原住民的部分生活經驗為基礎，提出教材教法、學習模式與師資培育的建議。並有原住民生活經驗中的科學教材教法示例一則：泰雅族竹口簧琴的物理原理。

關鍵字：九年一貫課程、原住民教育、多元文化科學教育

壹、前 言

過去國內一般有關原住民教育改革的研究大多偏重原住民教育政策、學制、母語教學、鄉土教育等方向，或是在形式上可以直接展示原住民社會文化中的有形事物，如舞蹈、體育或手工藝訓練。原住民學生的生活經驗在中小學課程設計中經常是被忽略的，尤其是數理科學類的課程。而有關於教科書的族群偏見探討，主要以國語、社會、史地類科為主（呂枝益，2000）。潛在於自然科學教科書中的族群生活經驗的失衡問題並未受到注意。加以一般社會大眾的刻板印象認為「原住民對於概念推理能力顯著低下」或「原住民缺乏抽象概念」，甚至認為原住民與科學沒有關係，因而對於臺灣原住民中小學生在數理科學業成就上落後於平地的現象，視為理所當然，以致原住民中小學科學教育在歷年原住民教育改革中一再被忽略。然而，急速科技化的臺灣社會發展、WTO的衝擊、「適應現代生活，並維護傳統文化」的

原住民教育目標，還有最近的第一次全國科學教育會議納入「原住民的科學教育」議題，均顯示在這一波九年一貫課程改革中，原住民中小學科學能力的培養是迫切需要的。

目前國中階段已開始實施九年一貫課程，而且在位居偏遠山區的中小學，引發教師與家長的不安(張新榮，2001)。九年一貫課程的課程目標宣示：「國民中小學之課程理念應以生活為中心，配合學生身心能力發展歷程尊重個性發展，激發個人潛能；涵泳民主素養，尊重多元文化價值；培養科學知能，適應現代生活需要」(教育部，2001：5)。在課程設計方面，九年一貫課程則強調：「國民教育階段的課程設計應以學生為主體，以生活經驗為重心，培養現代國民所需的基本能力」(教育部，2003：7)。重視學生的生活經驗是九年一貫課程中心理念，更是課程設計的重心。但是「學生的生活經驗」往往因生活環境、文化背景甚至社經情況而不同，到底九年一貫課程強調的是誰的生活經驗？是哪些學生的生活經驗？處於少數族群的原住民中小學生，其生活經驗如何成為課程設計的重心呢？

本文首先從科學學習、課程以及科學師資培育討論原住民中小學生在九年一貫課程「自然與生活科技」領域課程教材的生活經驗問題，然後介紹其他國家原住民族群的科學教育經驗，進而探討如何以原住民中小學生的生活經驗發展原住民中小學九年一貫課程「自然與生活科技」領域教材，並以「九年一貫課程綱要」的「自然與生活科技」學習領域教材內容的部份單元概念為例，以原住民的部分生活經驗為基礎，提出教材教法、學習模式與師資培育的建議。並有原住民生活經驗中的科學教材教法示例一則。期望能有助於九年一貫課程的原住民中小學校「自然與生活科技」領域課程發展，也提供一般平地學校「自然與生活科技」領域課程發展之參考。

貳、九年一貫課程「自然與生活科技」領域課程教材的生活經驗問題

一、「自然與生活科技」領域課程模式、教材與學生生活經驗的問題

長久以來，社會階層、語言以及家庭之間的種種文化因素，使得台灣原住民在教育過程中遭受極大的阻礙(姜添輝，1997)。原住民中小學生的學習型態與其生活的社區文化背景與一般主流社會的中小學生有極大的差距(譚光鼎、林明芳，2002)。陳伯璋(1998)分析原住民教育學門中課程與教學的研究項目，建議應加強

如何從原住民中小學生的社會文化背景與生活環境，發展改進台灣原住民中小學課程與教材的研究；中小學課程目標與教材設計上，應充分尊重文化差異，採取多元文化的型態。尤其在社會科等非自然科學領域的課程，已有一些多元文化取向的課程研發。

多元文化的課程改革模式種類繁多。陳伯璋（1998：5）以Banks的四種多元文化課程模式與黃政傑提出的十種多元文化課程設計模式為基礎，歸納成兩種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」。陳伯璋的研究顯示，在理論上，轉型模式比附加模式符合多元文化的精神。然而，在實務上，教師們卻因為顧慮原住民學生的升學與社會適應，寧可遷就主流社會的教材教法，大都反對另行發展一套原住民課程取代現有的主流社會的中小學課程，而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）。

在課程模式中規劃整合不同族群學生的生活經驗的確十分困難；甚至期望在課程綱要規劃中整合不同族群學生的生活經驗亦是相當困難。從學生學習歷程的角度思考，課程模式與課程綱要並非直接影響學生的學習，反而是教材直接影響學生學習的歷程，因為教學的內容主要是由教材的內容所引導，且學生與教材互動的時間遠多於與課程模式或課程綱要。傳統中教科書是最普遍的教材，通常教師的教學很容易傾向於侷限在教科書包含的材料。目前九年一貫課程中「自然與生活科技」領域的教科書紛紛出籠，在當中並未見到整合原住民學生生活經驗的版本。

二、生活經驗是有意義的科學學習的首要基礎

通常科學被誤認為是一種絕對客觀的知識系統，以致科學學習的認知過程也被誤認為是一種非個人化且不涉及社會文化的學習過程。因此，附加模式的多元文化科學課程比較容易被接受作為課程的設計模式。事實上，從科學本質思考科學學習，科學本身就是一種方法，一種形容人類經驗、創造人類經驗與了解人類經驗的方法。科學方法是一種人類解決問題的經驗（Lindsay,1963）。科學根源於人類的生活經驗，科學知識的意義是建立在生活經驗的基礎上。因此，科學的學習是從人類的生活經驗開始。

科學理論源自於人的經驗與觀念(Conant, 1957)。科學理論是科學活動的目的與

產物(Kuhn, 1977)。科學理論是一套被接受的假設或定律(Gingerich, 1992)，是一種經驗的表徵(representation)(Lauden, 1981)，人類的經驗不斷改變，對事物的看法不斷改變，因此沒有任何科學理論是最後的真理(truth)，而是只限於其有效的範圍內。不同領域專長的科學家可能也無法互相了解對方的專業知識。而非科學領域的人更是無法只透過科學家的語言了解科學家的專業知識。只有科學家自己能了解他們專業範圍內的知識，其中的知識一定要身在專業的環境中，才能真正了解。科學家在專業範圍內所用的術語截然不同於科學專業外的生活經驗中所用的語言(Polanyi, 1962)。科學發展至今日，科學儼然已成為人類社會的一門高深的專業領域，科學家們用抽象的專業語言敘述科學知識與科學現象，已經在科學領域的經驗與日常生活經驗之間，形成一道深深的鴻溝。因此，學生必須跨越這道鴻溝才能獲得有意義的學習。

學生在生活經驗中所形成的世界觀決定了他們對自然現象與新的學習內容的認知與行動方式，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，逐漸建構個人的意義。學生需要教師的教學與教材的引導，從生活經驗逐步跨越科學領域與日常生活經驗之間的鴻溝，才能進入科學領域的經驗，獲得有意義的科學學習(傅麗玉, 1999a)。學生生活中的文化與母語影響原住民兒童對自然科學教材概念的理解，以致影響原住民學童的科學學習成效(陳世輝, 1996)。原住民的世界觀與一般學校的科學教科書所隱含的世界觀之間的衝突，導致原住民科學學習的困難(傅麗玉, 1999a)。

如果九年一貫課程「自然與生活科技」領域課程教材仍然以主流社會學生為主體，以主流社會的學生生活經驗為中心，即使加入一些原住民族群文化內容，而教材教法並未顧及原住民學生科學學習所需的生活經驗基礎。所附加的原住民族群文化內容與原住民學生科學學習之間並無關連，也無助於引導原住民學生進行有意義的科學學習。

三、科學或生活科技教師與原住民學生的生活經驗落差

學生需要教師的教學與教材的引導，從生活經驗逐步進入科學領域的經驗，才能獲得有意義的科學學習。然而，「自然與生活科技」領域教師通常已經接受過科學或科技訓練，對於科學知識與科學現象的理解已經不同於原住民中小學生，且相關研究顯示科學教師與原住民學生的生活經驗有相當的落差，教師與學童之間文化

背景的隔閡足以造成原住民兒童科學概念不清（熊同鑫，1998）。原住民學校的教師與原住民中小學生的世界觀亦有相當大的不同，原住民學校教師對於學校所在地的部落文化與生活經驗，未必隨著在部落教學年資的增長而有更深的瞭解（傅麗玉，2001）。

目前原住民中小學各科專任師資仍普遍不足，原住民學校由於多屬小規模學校，人員編制小，大多數教師在教學的負擔外，還要兼辦繁瑣的行政業務（傅麗玉，1999a）。加以地處偏遠交通不便，教師很難有機會參與平地所辦的各項在職進修研習，課程教材資訊的來源也十分有限。在此情況下，無論是山區原住民學校或是都市學校面對原住民學生，極可能因無法顧及或根本沒有察覺原住民學生的文化背景與其科學學習的關連，更是談不上培養發展教材設計的能力，也無法發展適當的原住民中小學科學課程。

相關研究顯示，職前科學教師在原住民部落的田野科學教育經驗有助於促進職前科學教師對原住民學生生活經驗的瞭解（Fu, 2001）。然而，一般科學教師來自理工科學科背景，且目前各大專院校「自然與生活科技」相關師資培育課程，受限於時間與學分數，亦無法開設多元文化教育的課程，培養教師瞭解文化的能力，使得這種隔閡繼續存在。

參、其他國家原住民科學教育研究與實施的經驗

其他國家的原住民科學教育經驗顯示，科學知識的意義是建立在生活經驗的基礎上，科學的學習應是從生活世界的經驗開始。科學教育應重視不同學生在不同社會文化背景的生活經驗與科學學習的關係，讓學生肯定不同社會文化、不同族群以及不同性別對科學的貢獻與價值（Reiss, 1993）。因此，其他國家在科學課程改革、科學課程研究、科學教材研發以及科學師資培育各方面，顧及原住民科學教育的一些作法值得加以參考。

一、原住民科學教育列入課程改革的要項

美國的改進原住民教育計畫(Promoting Programs on Native Education)將科學教育列入其Indian America: Goals 2000的十項教育目標之一，期望美國的原住民學生將在數理方面的學業成就能有最好的表現。該計畫將科學教育做為原住民的終生教

育，統整科學課程與語文課程，採用具有當地特性的教材為主，要使所有學生都能學到科學，讓科學成為原住民生活的一部分。(Native Education Initiative of the Regional Educational Labs, 1995)。在該計畫下，許多少數族群的學校教育獲得有效的改善，例如West Anchorage高中的課程改進已經充分顧及學生族群的文化歧異性(cultural diversity)，並重新建構學習課程，結果使該校由一死氣沈沈、教師無法繼續任教的學校成為一朝氣蓬勃的學校(Native Education Initiative of the Regional Educational Labs, 1995)。

最近幾年的美國的2061科學教育改革專案(Project 2061)、美國國家科學教師協會(NSTA)的「多元文化科學教育立場宣言(Position Statement on Multicultural Science Education)」與NSTA 1993年年會的「所有文化的科學(science for all cultures)」主題，都積極主張科學教育的多元文化面向，從學生在其社會文化環境中的認知方式與行為探討科學教育，使所有來自不同文化族群的學生，在所屬的文化背景下，得到科學學習的機會，在科學、工程與技術領域得到生涯發展的機會。

二、學生的文化生活經驗影響科學概念發展

Jegade 和 Okebukola (1991) 的研究發現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。Mohapatra (1991) 的研究發現社會文化的日蝕觀念及傳統的日蝕祭典儀式影響青少年學生的日蝕科學觀念。Allen (1995) 的研究發現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和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。

三、學生因生活經驗不同而發展出不同的科學學習能力與特質

Bates (1997) 指出阿拉斯加原住民學校各科的教材教法設計，應注重經由觀察的學習，而不只是語言解說，因為愛斯基摩(Eskimos)族群較少運用文字、閱讀、書寫、語言概念。More的研究發現，愛斯基摩(Eskimos)族群學生在知覺技能(Perceptual Skills)、視覺空間感能力(Visuospatial abilities)及想像解碼

(Imaginal Decoding) 方面比其他一般學生高；而這些能力應可包含在地圖、幾何、機械、繪圖、雕刻、模型製作等方面(Bates, 1997)。George M. Guilmet (1984)的研究顯示，印第安族群的兒童從成人工作中，不自覺地獲得一些理解正式科學理論與數學原理的能力。Guilmet建議運用人種誌 (Ethnographic) 及Piagetian的理論評估印地安族群的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。

四、尊重並以原住民族群資源與生活經驗，發展科學課程與教材

早在1977年美國印地安工程與科學協會 (American Indian Science & Engineering Society, 簡稱: AISES)，由一群印第安科學家及工程師發起成立後，美國原住民就開始投入發展以原住民族群生活經驗為重心的科學課程，不斷發揚原住民族群的科學理念與貢獻，建立印第安文化與科學之間的連結，鼓勵原住民族群青少年參與科學，多年來已培養許多印地安原住民科學家與工程師(Roger Lang Clearinghouse for Circumpolar Education, 1993)。例如在2002年參加美國太空總署 (NASA) 的STS-113 計畫的太空人 John B. Herrington，是有史以來全世界第一位原住民族群出身的太空人。

在極圈地帶不同的教育機構為不同年級的原住民學生所規劃執行的科學教育計畫，在中小學科學教育的部份，包含多項的計畫，其共同的特色是以原住民學生的生活文化經驗為基礎，從不同的角度發展科學教材教法(The Roger Lang Clearinghouse for Circumpolar Education, 1993)。

加拿大的「整合傳統知識與高中科學」課程計畫 (Integrating Traditional Knowledge into Junior High Sciences)，整合學生生活世界中傳統及鄉土知識與科學課程，強調觀察與實驗，比較傳統的知識與西方科學知識之間的異同。(傅麗玉, 1999c)。西北領地科學研究所 (Sciences Institute of the Northwest Territories) 在當地社會中發展一種科學文化，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(傅麗玉, 1999c)。Dene文化研究所 (Dene Cultural Institute) 的傳統環境知識研究計畫 (Traditional Knowledge Projects on the Environment) 研究傳統環境知識與西方科學知識在互動中，相互扮演的角色，並發展學校課程，整合傳統環境知識及西方科學知識，進行當地族群青少年的科學教育

(傅麗玉, 1999c)。

1990年開始執行的Nome-Beltz高中水產科學研究計畫 (Nome-Beltz High School Fisheries Program) 將當地原住民鮭魚議題納入中學生科學教育的改進計畫, 充份地結合學生生活世界的議題與科學的教材教法。提供中學生機會了解有關鮭魚的科學問題及漁獲的科學技術問題。學生研習理論、認識鮭魚的生命循環、進行解剖, 經由現場參與實驗進行研究, 思考人類因礦採及其他活動對環境與生物所造成的衝擊 (傅麗玉, 1999c)。

「以視覺化與文化學科學 (一到十二年級)」課程 (Science Though Visual and Cultural Learning (K-12)) 連結兒童的好奇心及感官與科學過程, 以兒童生活世界中熟悉的動物-海狸(Beaver)、與海狸相關的傳奇故事以及當地文化藝術作品如何呈現海狸, 也鼓勵兒童以海狸為主題創作藝術, 用自己的語言編輯有關海狸的故事, 從活動的過程學到科學方法與科學知識(傅麗玉, 1999c)。

美國原住民的「印地安夏天研習營」(Indian Summer), 從1995年開始在Shoshone-Bannock Nation這個族群的原住民生活環境中, 由教師帶領原住民學生, 以當地的一條河流的生態危機做為題材, 設計科學與數學課程。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處理生態的問題, 從中得到很大的成就感, 而且對傳統文化與自己的生活環境產生積極的認同感 (Galindo & Barta, 2001)。

五、整合原住民族群社區力量, 培育多元文化科學師資培育

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 (Pewewardy, 1998)。師資培育的關鍵在於幫助職前教師能以原住民的方式認識原住民, 以學習的態度瞭解原住民文化的意義, 拋開過去的成見, 對於所見的事物或學生的行為不做任何批評或預設立場 (Barnhardt, 1997)。職前師資培育應提供田野教學經驗, 讓職前教師有機會在師資培育者與社區人士的引導下, 逐漸了解不同族群內在社會關係。無論職前科學教師日後是否進入原住民部落的學校任教, 均需要原住民部落的科學教育田野經驗。同時要特別注意那些本身為原住民的職前科學教師, 避免其在師資培育的過程中, 被誤導塑造成只認同主流社會中的社會關係 (Lipka, 1996)。

美國的國家科學基金會（National Science Foundation，簡稱：NSF）長期投入多元文化科學教育的研究補助。許多原住民科學教育計畫在整個推動過程均由學校教師參與，甚至是職前教師共同參與，以同時進行在職與職前師資培育與改進的工作，尤其是目前最大規模的ARSI為例，在其計畫下的「阿拉斯加教師文化素養培育準則」（*Guidelines for Preparing Culturally Responsive Teachers for Alaska's Schools*）與「阿拉斯加學校文化素養課程標準」*Alaska Standards for Culturally-Responsive Schools*，均強調培養職前師資深入瞭解原住民生活經驗對原住民科學教育的重要性。例如1992年阿拉斯加原住民聯合政府（Alaska Federation of Natives，簡稱：AFN）與阿拉斯加大學（the University of Alaska, Fairbanks Alaska）共同辦理原住民的科學與數學教育研討，大規模結合原住民機構代表、原住民老人家、教育學者、大中小學教育行政者、家長、學生、社區人士、科學家以及政府官員共同提出有關原住民自然科學教育與數學教育的建議。Piniqtaqvut 的課程統整計畫（Piniqtaqvut Integrated Program）製作教學材料箱，引導教師以原住民生活世界中有趣的事物為主，設計科學的教材教法，進行科學教學活動(傅麗玉，1999c)。

肆、以原住民學生生活經驗為重心的「自然與生活科技」領域教材發展

國內外相關研究已證實原住民科學教育的問題與發展應從文化的層面著手(傅麗玉，1999a)。九年一貫課程以學校本位課程為基本理念，強調學校應以學校本身條件、社區特性、家長期望以及學生學習需要，結合學校教師與社區資源，發展學校本位課程。原住民生活世界中有非常豐富的事物或自然現象，在九年一貫課程「以學生為主體，以生活經驗為重心」理念下，「自然與生活科技」領域應有更大的空間，發展以原住民生活經驗為基礎的科學學習活動。然而原住民生活經驗中的題材，需要根據一種學習模式予以建構，才能發展成為具有文化經驗的教材。不只是在課程中附加一些原住民的材料而已，同時更需要透過能體認原住民學生生活經驗的師資進行教學。以下從幾方面：原住民生活經驗中的科學學習題材、以原住民生活經驗為基礎的科學學習模式以及如何引導科學師資深入體會原住民學生生活經驗，討論以原住民學生生活經驗為重心的「自然與生活科技」領域教材發展。

一、生活經驗中的科學學習題材

以下從生活世界的不同層面，討論原住民生活世界中的經驗與中小學科學課程教材的設計，包括：人與人、人與自然的互動關係、原住民生活世界的時間知覺、原住民生活世界的空間知覺、原住民生活世界的語言、原住民生活世界常見的自然景觀、原住民生活世界的食物、原住民生活世界的住屋用具、原住民生活世界中的娛樂、原住民生活世界與科學學習評量。

(一)人與人、人與自然的互動關係與科學教材

原住民傳統的生活世界中，人與人之間互相尊重生命、身體、財產及名譽，無貴賤尊卑之分。植物、動物、礦物都是人際關係的一部份。表現在日常生活的工作中，是原住民傾向於成群結伴工作的方式，與一般平地的族群不同。林榮泰（2001）的研究顯示原住民青少年比較傾向有變化、自由自在以及團隊合作的工作型態，而不喜歡分析的思考。從學習型態的角度來看，團體的合作學習與原住民的生活世界更為接近，科學教材教法設計有必要加強團體合作學習的情境安排（傅麗玉，1999a）。

(二)時空知覺與科學教材

人類空間知覺的形成與其生活世界的關係有緊密的關係，傳統原住民的生活與大自然的關係密切，對空間的知覺傾向以太陽位置的變化為主的「東、西、南、北」，而不是學校科學教學，對空間概念的教材教法所強調的「左、右、前、後」關係或數學的平面座標X-Y-Z軸的方式。

對於時間的知覺，原住民學生亦不同於主流社會或科學領域的時間知覺。由於生活環境多在山區大自然，原住民的時間知覺與大自然現象緊密相連。太陽的位置、月的盈虧、草木生長、部落祭典及自然景象變化就是原住民劃分時間與季節的方式（中央研究院民族學研究所，1996）。傳統泰雅族沒有所謂的四季，只有夏天與冬天的分別，而一天的時間就從太陽出來或雞啼的時候開始。因此，應從原住民生活經驗相關的活動中，引入科學課程中量化的科學時間觀。

(三)母語教學與科學教材

原住民語言表達的方式與一般平地族群不同。原住民的母語系統是其文化符號的呈現，是原住民建構其族群的思維和知覺的重要根源。南島語語言學家亦強調在中小學教育階段，原住民應使用母語教學，有助於原住民兒童的認知發展（李壬癸，

1997)。讓母語教學隨時隨地出現在科學學習的情境中，一方面促進科學學習，另一方面使母語深入原住民學生整體的學習的脈絡中，讓學生了解母語與科學學習的互動關係。

(四)常見的自然景觀與科學教材

原住民生活經驗中許多常見的自然景觀現象都是很好的科學教材。原住民狩獵經驗中，如何判斷獸群種類與蹤跡、如何判斷天氣變化等。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，用魚藤汁將魚暫時麻醉再捕捉，為何魚藤汁可以麻醉魚，也是一種科學教材。

(五)傳統食物處理法與科學教材

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。例如一般原住民小米酒的釀製過程或是泰雅族糯米酒的釀製過程則略有不同，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（傅麗玉，1999b）。泰雅族的醃肉(苦花魚)所涉及的化學反應與物質變化也是很好的科學教材。

(六)住屋、用具以及童玩與科學教材

原住民工作時搭建的獵寮，還有傳統泰雅族的住屋結構，可用於解說熱傳播觀念。泰雅木琴長短不一的長度發出高低頻率的樂音，還有竹口簧琴，均涉及聲學原理。原住民用麻竹的竹筍殼捲成像喇叭的形狀在山上傳聲，可作為聲波反射與傳聲筒原理的教材。在溪流中射魚時，魚的位置與魚叉射出的方向的差距，可用來設計光折射原理的教材。其他如小米倉的蛇鼠板結構也都含有豐富的力學原理。原住民傳統狩獵用的電土燈隱含十分有趣的化學反應以及物理原理（傅麗玉，2002）。原住民童玩竹槍運用竹片的彈力射出竹支，可用於學習物理學中的虎克定律。其他如陷阱構造以及摔角的小竹人，也是原住民學生生活經驗相關的科學教材。

(七)科學教材教法與科學學習評量

在原住民中小學科學學習的評量方面，除傳統總結性的紙筆測驗外，更重要的是評量其如何由生活世界的經驗與概念轉化成為科學概念世界的歷程，對原住民中

小學生的科學學習才有實質的幫助。結合母語在生活背景中的運用，採用有助於呈現個體概念轉換歷程且與學習者本身的文化背景關聯的評量方式；例如記事或敘事的方式、口頭發表、晤談、建立個人學習歷程檔案或團體合作評量。

二、以生活經驗為基礎的科學學習模式

傅麗玉（1999a，2001）根據Kearney(1984)的世界觀轉換模式與學習環，以原住民傳統文化與生活經驗為重心，設計教材教法，並在部落學校教室，實地進行教學二年，發展而成一套以世界觀為基礎的學習模式WOLF(World-view Oriented Learning Framework)，可用以發展原住民中小學「自然與生活科技」領域發展教材。該學習模式分為五個基本步驟，如下：

(一)傳承傳統世界觀

針對單元主題，由部落中的老人家說故事，老人家可以採用在部落中說故事的方式，將自己聽說的故事或是親身的經歷，在課堂中說給學生聽。教師只需要讓老人家知道單元的主题，並且請老人家用他們覺得最自在的表達方式。透過部落老人家現身說法與故事情節，將學生帶入生活文化的經驗情境中呈現傳統的世界觀。

(二)表達自我世界觀

聽完老人家的經驗傳承故事，學生可以問問題、互相討論或是說出自己的對老人家故事的看法。學生可以在學習單上，寫下問題、自己的看法或他人的看法。讓學生經過與老人家的故事情境互動逐步表達自我的世界觀，呈現學生所持的世界觀。

(三)探索世界觀

學生在老人家與教師安排的情境中，觀察老人家所談的自然現象，或是操作老人家所提到的器物。進一步深入文化情境，從動手做的經驗中，學生以所持的世界觀操作老人家所說的自然現象或器具童玩，進行詮釋，建構個人意義。

(四)形成新世界觀

學生在教師安排的理化實驗活動中，進一步從理化實驗的角度，探索老人家所

談的自然現象或是老人家所提到的器物。在文化生活情境下，探索科學原理，檢視個人建構的意義，批判既有的世界觀，逐漸建立或拓展新世界觀。

(五)聯結泰雅族世界觀與科學世界觀

學生在完成以上四個步驟的學習活動後，學生嘗試運用所學到的相關理化科學原理，解釋老人家所談的自然現象，連結文化生活經驗與科學的原理，建立傳統世界觀與科學世界觀之間的聯結。

三、與部落社區結合，引導科學師資深入體會原住民學生生活經驗

在師資培育方面，培養能深入瞭解原住民文化的科學教師，應是科學師資培育工作者重要的任務。科學教師是科學教育的第一線工作者，科學教師多元文化的視野關係著九年一貫課程中原住民科學課程發展的成敗。科學專業知識之外，科學教師還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。

目前多元文化課程在國內師資培育機構並未普及，關於原住民文化的在職進修機會也不多。國內相關研究顯示，以原住民生活文化為基礎，由師資培育者和職前教師共同設計科學教材教法，將職前教師帶入原住民豐富的生活世界，這樣的田野經驗有助於職前科學教師看到原住民生活世界中有非常豐富的自然科學學習的素材。在實施的方式上，夏令營或週末營是非常可行的方式，一方面時間彈性大，教學單元完整而且內容可多所發揮；另一方面，可以朝夕在部落與原住民學生、當地人以及師資培育者相處，彼此互動更深入有助於文化的瞭解（傅麗玉，2000；Fu, 2000; Fu, 2001）。

伍、一個原住民的科學教材教法設計範例簡述

泰雅族竹口簧琴的文化與物理

傅麗玉(2001)在泰雅族部落進行田野工作，實地採集部落中的文化生活素材，設計一系列科學學習活動單元，並在部落學校進行教學，獲得良好的學習效果，學生對於活動的興趣相當高，學生從整個學習活動，體驗科學與泰雅族文化的關連、

科學與泰雅族人生活的關連 (Fu, 2000)。以下簡述一則以原住民生活素材所設計的科學教材教法。該學習活動單元網路版已納入筆者規劃的「飛鼠部落 (YABIT)」網站 (<http://www.yabit.org.tw>) (Fu, 2002)。

(一)口簧琴的文化與構造

泰雅族的竹口簧琴，泰雅族語是lubu ruma，竹口簧琴的構造是在削薄的長形小竹片(約10公分長，1公分寬)的中央挖一細長的縫，然後將一片細薄而長的三角形黃銅片鑲入竹片上的長縫中，有時亦可鑲入兩片黃銅片，成為雙簧口簧琴，竹片兩端則鑽小孔綁線(圖1)。吹奏時，凸面向內，用左手抓住圈線的一端，嘴對著竹片上的長縫，右手手指拉線，呼吸時會發出高低不同的樂音。泰雅族的竹口簧琴不只是一種吹奏的樂器，也是一種對唱與對話的媒介。在吹奏的同時可以加入話語，傳達吹奏者心中的話。

五百年前，口簧琴在歐洲是一種很普遍的樂器(圖2)，很多人都會吹奏，在街上的流動攤販就可以買到口簧琴。後來，口簧琴隨著歐洲人傳到美洲殖民地去，歐洲人用口簧琴和印地安人進行交易。

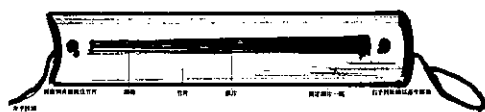


圖1.竹口簧琴的基本構造與使用方法
(傅麗玉手繪，2001)

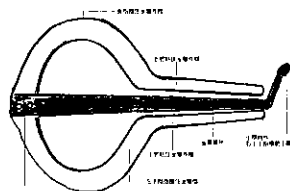


圖2.歐美金屬製口簧琴的構造示意圖
(傅麗玉手繪，2001)

(二)單元目標

1. 能了解竹口簧琴在泰雅族文化的意義
2. 能以母語說明竹口簧琴在泰雅族文化的意義
3. 能製作並吹奏竹口簧琴，以竹口簧琴與同學對話
4. 能說明黃銅的金屬特性

5. 能說明竹口簧琴發聲的物理原理
6. 能設計並操作簡單的實驗解釋竹口簧琴發聲的原理

(三)單元之相關科學概念

1. 黃銅的金屬特性
2. 聲音是因物體的振動而產生
3. 黃銅片的粗細所造成的不同振動頻率，與聲音的高低之間的關係
4. 口腔在竹口簧琴吹奏時所造成的共鳴效果，了解共鳴的意義及產生共鳴的條件，並與其他樂器如吉它做比較。

(四)「自然與生活科技」與可統整之學習領域分段能力指標（教育部，2003）

1. 自然與生活科技領域分段能力指標：2-3-5-2、2-4-4-2、2-4-5-6、3-1-0-1、6-1-1-2、7-4-0-1
2. 藝術與人文領域分段能力指標：1-1-3、1-2-3、1-3-4、1-4-4、3-4-1
3. 社會領域分段能力指標：1-2-1、1-3-2、2-3-2、4-3-3、9-2-2

(五)學習活動流程

步驟1：傳承傳統世界觀

請兩位老人家到課堂表演口簧琴吹奏與對話，說口簧琴的故事。

步驟2：自我世界觀表達

學生以小組合作的方式在部落中搜集有關竹口簧琴的資料。學生以小組報告的方式分享所搜集的資料，並由老人家提出補充。

步驟3：探索世界觀

與工藝科教師協同教學，請老人家或工藝教師在工藝課示範並講解泰雅族竹口簧琴製作方法，並教導學生製作口簧琴。學生之間彼此比較製作的竹口簧琴有何差異。

步驟4：形成新世界觀

教師將竹口簧琴的黃銅片完全固定或用一不易產生振動的金屬片，引導學生仔細觀察，仔細聽竹口簧琴是否發出聲音。然後介紹黃銅的金屬特

性以及聲音是因物體的振動而產生的概念。教師展示大小相同但是黃銅片長短不同的竹口簧琴，引導學生仔細觀察，仔細聽竹口簧琴發出的聲音高低與黃銅片長短的關係。介紹黃銅片的粗細所造成的不同振動頻率，與聲竹口簧琴聲音的高低之間的關係。教師示範閉口吹奏竹口簧琴，然後將竹口簧琴附在一空的紙盒操作，引導學生注意口腔所造成的共鳴效果，了解共鳴的意義及產生共鳴的條件。

步驟5：聯結泰雅族的世界觀與科學世界觀

與其他樂器(如吉它)比較，使學生嘗試以所學的概念解釋其他樂器發聲的原理。引入其他國家或族群的口簧琴，例如歐美金屬製口簧琴(圖2)，比較並解釋其中的原理，引導學生思考如何製作聲音最美最宏亮的竹口簧琴。

陸、結語

科學是人類文化的活動，源自於人類的生活世界。然而科學本身是文化的一部份，科學的活動是社會的一部份，原住民與大自然一體的生活世界也有其自成一套對大自然的思考方式。科學探索的也是大自然的奧秘，而科學所呈現的是生活世界的經驗與概念，經抽象化而得的理論與概念。

對原住民中小學生而言，最重要的是能否在學習過程與受教的過程中得到公平的待遇，以其生活經驗為出發點，設計教材教法與學習活動，使其獲得應有的基本能力。無論科學教科書背後的多元文化課程設計模式是轉型模式或附加模式，教材內容與教學方法應考慮原住民學生的學習心理與認知基礎，使其得到有意義的學習。無論是哪一種的課程設計模式，教材的設計與教師的教學是否能以原住民中小學生的生活經驗為基礎，才是決定原住民中小學科學課程設計成效的關鍵因素。九年一貫課程中，原住民中小學「自然與生活科技」領域課程教材發展，應呼應其以學生生活經驗為重心的理念，從原住民中小學生的生活經驗與傳統文化中尋找科學學習的素材，設計教材教法，將課本中抽象的科學理論與公式的概念，經由原住民學生生活世界中的經驗，轉化為原住民中小學生容易理解的概念，使原住民學生能將抽象的科學概念與生活經驗中的事物產生關聯，進一步學會科學概念。本文探討原住民生活經驗中的「自然與生活科技」相關素材，在原住民的傳統的生活情境中，尋找九年一貫課程中「自然與生活科技」領域相關科學概念的生活經驗；提出

師資培育的建議與相關的學習模式，期望促使臺灣中小學科學教育能在本土社會文化的背景基礎上，追求更寬廣更多元的發展空間。

教育部長最近的施政報告明確指出，新的教育政策會多照顧偏遠地區、原住民以及社經條件不利的學生（國語日報，2002）。照顧原住民的政策立意是正面的，但根本的作法應從過去增加經費、增加硬體設施與加分制度，更進一步以多元文化教育角度，以原住民學生本身的學習為中心，發展科學課程，設計教材教法，改善評量方法，透過多元文化的師資培育改變學校教職員的態度與理念，讓原住民學生獲得真正公平的學習機會投入學習，發揮學習能力，提升學習成果。對科學發展而言，更多不同族群加入科學的行列，將為科學的發展注入更多的人力資源。

誌 謝

本文為國立清華大學學術追求卓越發展計畫之「下一世代資訊通訊網路尖端技術及應用」第六分項研究計畫與行政院國家科學委員會科學處專題計畫「飛鼠部落：泰雅族世界觀導向之科學學習活動網站開發與研究」（編號：NSC91-2511-S-007-007）之部分研究結果，特此誌謝。此外，更要感謝新竹縣尖石鄉與苗栗縣泰安鄉所有為「飛鼠部落」網站盡心盡力的泰雅族朋友們。

參考文獻

- 中央研究院民族學研究所編譯(1996)。臺灣總督府臨時臺灣舊慣調查會原著：番族慣習調查報告書第一卷：泰雅族。台北：中央研究院民族學研究所。
- 朱文惠(1998)。台東地區田野工作記實。原住民教育季刊，10，91-100。
- 呂枝益(2000)。教科書中族群偏見的探討與革新，原住民教育季刊，17，34-51。
- 李壬癸(1997)。臺灣南島民族的族群與遷徙。臺北：常民文化事業股份有限公司。
- 依憂樹·博伊哲努(1996)。臺灣鄒族生活智慧。臺北：常民文化事業股份有限公司。
- 林榮泰(2001)。原住民學生思考風格之相關研究。原住民教育季刊，21，39-50。
- 姜添輝(1997)。原住民教育政策分析。原住民教育季刊，5，1-16。
- 國語日報(2002)：黃榮村：將發展卓越、照顧弱勢族群。國語日報，3月8日第2版。
- 張新榮(2001)：如何培養原住民地區教師課程設計能力之中界可行策略以因應九年一貫課程。九年一貫課程專輯。高雄縣：高雄縣政府。
- 張慶熊(1997)。生活世界是人類主體間交流的基礎。哲學雜誌季刊，20，116-135。
- 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。
- 陳世輝(1996)。原住民兒童對自然科教材「生物」概念理解分析，花蓮師院學報，6，217-240
- 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。
- 陳伯璋、單文經、譚光鼎(1998)。原住民教育學門中課程與教學的研究項目之分析。原住民教育季刊，11，60-65。

- 傅麗玉(1998)。以世界觀為基礎之臺灣原住民中小學科學師資培育課程發展初探。中華民國第十四屆科學教育學術研討會論文彙編。高雄：高雄師範大學科學教育研究所。
- 傅麗玉(1999a)。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(1999b)。以世界觀為基礎之竹苗地區泰雅族國中理化學習活動設計之理念與活動示例兩則：醃肉與糯米酒的化學。中華民國第二屆化學教育學術研討會論文集。臺北：中國化學會教育委員會。
- 傅麗玉(1999c)。原住民生活世界中的國中理化教材教法。論文發表於教育部教研會主辦之「八十七學年原住民教育學術論文研討會」，臺東。
- 傅麗玉(2000)。初探職前教師泰雅族部落之科學教育田野經驗：以「原住民青少年文化與科學營」為例。中華民國第16屆科學教育學術研討會論文彙編(pp.839-845)。臺北：國立台灣師範大學科學教育研究所。
- 傅麗玉(2001)。以世界觀為基礎之竹苗地區泰雅族國中理化學習活動設計(2/2)結案報告(國科會專題研究計畫NSC89-2511-S-007-014)。未出版，台北。
- 葉家寧(1995)。淺談布農族的史觀與時空觀的問題。臺灣原住民史料彙編(一)。南投市：臺灣省文獻委員會。
- 熊同鑫(1998)。語言在自然科教室內的意涵--「一間後山教室內教學活動的記事」。台東師院學報，9，1-36
- 譚光鼎(1997)。原住民教育的理念，原住民教育季刊，6，36-44。
- 譚光鼎和林明芳(2002)。原住民學童學習式態的特質。教育研究集刊，48(2)，233-261。
- 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.

- Averna, J. K. & More, A. J. (1981). The Structure of The Native Indian Teacher Education Program and "Indianness", Paper presented to the Symposium "Organized models of Canadian Native Indian Teacher Education Programs" American Educational Research Association Conference, Los Angeles. CA. April 15, 1981.
- Banks, J. A. (1994). An introduction to multicultural education. Upper Saddle River, New Jersey: Simon & Schuster Company.
- Bates, C. (1997). Alaska Nation education Some Recommendations from this Corner. Ed407151
- Conant, J. B. (1957). *Harvard case histories in experimental science*. Cambridge, MA: Harvard University.
- Dart, F. E. (1972). Science and the worldview. *Physics Today*, June, 48-54.
- Fu, L. Y. (2000). *Community, culture and science learning: Atyal mouth harp*. Paper presented at the 22nd American Indian Science and Engineering Society (AISES) Conference, Portland, OR, USA.
- Fu, L. Y. (2001). *Becoming a culturally responsive science teacher: a case study of the field experience in a pre-service science education course*. Paper presented at the 2001 Taiwan & Japan Science Education Symposium, Taipei, Taiwan, ROC.
- Fu, L. Y. (2002). *A chemical Web-learning model for junior high Atayals*. Paper presented at the 17th IUPAC International Conference on Chemical Education, Beijing, China.
- Galindo E. & Barta, J. (2001). Indian Summer. *Winds of Change*, 16(4), 54-56.
- Gingerich, O. (1993). How Galileo changed the rules of science. *Sky and Telescope*, March, 32-36.
- Jegade, 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.

Kearney, M. (1984). *World view*, Novato, CA: Chandler & Sharp.

Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Lauden, L. (1981). A problem-solving approach to scientific progress. In Hacking, I. (Ed), *the scientific revolutions*, New York: The Oxford University Press.

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.

Native Education Initiative of the Regional Educational Labs (1995). *Promising Programs in Native Education*, ERIC Ed385420.

Polanyi, M. (1962). *Personal knowledge*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.

Reiss, M. J. (1993). *Science education for a pluralist society*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.

Sorensen, B. (2001). Science as joy. *Winds of Change*, 16(4), 58-60.

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.

Whose Life Experience?

Native Science Curriculum and Instruction in Grade 1-9 Curriculum Reform

FU, L. Y.

Abstract

Several researchers have claimed that socio-cultural concepts and rituals that surround natural phenomena can shape students' conceptions in the learning of science. However, the conceptions held by native students are typically ignored or purposefully denied in the traditional teaching of science at school. Trends in science education have determined that the native science curriculum and instruction should situate the students' learning of science in its appropriate socio-cultural contexts, including the students' lifestyles and traditions. Over the past two decades, in other countries, many sets of programs, guidelines or frameworks have situated native students' learning of science in the native socio-cultural contexts.

Grade 1-9 Curriculum Reform in Taiwan has focused on developing school-based curriculum with community participation and integrated curriculum design as critical components in effective learning. Within the framework of Grade 1-9 Curriculum Reform, native science curriculum and instruction can accommodate multiple socio-cultural contexts, lifestyles and traditions as well as the participation of community.

The study argues that the framework of Grade 1-9 Curriculum Reform develops the native science curriculum and instruction according to native student's life experience in native socio-cultural contexts. Examining the primary issues in native science education in Taiwan, relevant research, the philosophy of the Grade 1-9 Curriculum Reform, and other countries' experiences, this study proposes suggestions for use in the science curriculum and for the instruction of native students in Taiwan. A learning unit is also presented to illustrate a concrete process within a socio-culturally orientated science curriculum and instruction for native students. The unit teaches concepts around sound waves by using indigenous tribes' traditional musical instruments.

Keyword: nine-year integrated curriculum, native education, multicultural science education