

台灣原住民科學教育的回顧與展望

樂錯·祿璞峻岸

國立成功大學地球科學系副教授

高慧蓮

國立屏東大學科普傳播學系教授

洪素蘋

國立成功大學師資培育中心暨教育研究所助理教授

周子琳

國立成功大學地球科學系計畫助理

陳雲雀

國立成功大學地球科學系計畫助理

摘要

台灣原住民科學教育的研究及發展於近幾年漸受重視，本文旨在回顧原住民科學教育文獻及台灣原住民科學教育現況。綜觀目前原住民科學教育之研究，台灣與國際相比偏少；而原住民學生在大專院校就讀科學和數學相關科系的人數比例亦遠遠落後於非原住民學生，顯示台灣原住民科學教育仍有研究發展與實務推行的空間。本文建議應先確立原住民族科學教育各學習階段和整體的目標，相關實施辦法與政策應及早完善制定。如同多位學者指出原住民科學教育應將原住民族科學觀點及知識納入教材之中，科學傳遞方式應考量原住民學生學習特性。研究者建議教學上把文化差異轉化為教學和學

習資源，發展文化回應或文化主體之教材及課程，創造兼具文化內涵的科學學習經驗。藉此從根本提升原住民學生的科學學習興趣及表現，並進一步讓科學教育兼具原住民智慧和世界觀與西方知識。

關鍵字：原住民科學教育、原住民科學、文化回應、科學教育

壹、台灣科學教育發展

一、台灣科學教育研究的興起

科學被視為國家競爭力的展現，科學技術發展是促使國家進步重要的一環，而培養具科學素養的公民更備受社會期待。台灣科學教育受社會、經濟、政治等因素影響，於近五、六十年內有相當程度的發展。1959年，政府成立國家科學委員會（以下簡稱國科會，現為科技部），負責推動全國整體科技發展、支援學術研究，以及發展科學工業園區等三大要務¹，因此與科學教育相關的研究及政策執行由教育部及國科會兩個機構主責。1982年國科會正式成立科學教育發展處，其重點任務包含：規劃和推動科學教育的研究與發展；審查和核定科學教育研究計畫的補助；大眾科學教育的研究、引導和推廣；出版科學期刊等。

此外，亦有許多大專院校開始設立科學教育相關系所，投入科學教育的研究。例如國立台灣師範大學於1987年成立科學教育研究所，緊接於1988年組織科學教育學會，並在1993年發行《科學教育學刊》，為國內科學教育重要刊物。早期科學教育改革著重於發展科學課程、精進教師專業、評量學生數理學科之學習成就，1980年代隨著蓬勃的教育改革運動，科學教育亦受到很大的影響，改變所及包含科學師資的培育、教材與教學策略的發展等（郭重吉、邱美虹，2016）。

二、台灣科學教育研究的發展趨勢

在《台灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會》一書中，第二章作者郭重吉、邱美虹（2016）整理國科會於1986年至2012年補助的各領域科學教育研究計畫數量，從中可窺見近30年來科學教育研究的發展趨勢。國科會補助

¹ 參見科技部網頁簡介 https://www.most.gov.tw/folksonomy/list?subSite=&l=ch&menu_id=a1866808-41b8-4863-8ddf-9091d7013622&view_mode=listView

計畫領域包含科學教育、數學教育、環境教育、資訊教育、應用教育、大眾科學教育等（如表 1），其中科學教育、資訊教育及應用教育為經費補助的前三大領域。

表 1：1982-2012 年國科會補助的計畫數量（郭重吉、邱美虹，2016）

年份 領域	1976~ 1990	1991~ 1995	1996~ 2000	2001~ 2005	2006~ 2010	2011~ 2012	總計
科學教育	206	330	635	879	956	222	3,228
數學教育	148	218	313	397	292	149	1,517
環境教育	35	95	44	54	0	0	228
資訊教育	5	103	469	730	830	408	2,545
應用教育	18	348	1,060	802	1,346	524	4,098
大眾教育	0	0	78	209	474	412	1,173
其他	21	162	91	543	3	69	889

近年來，在鼓勵多元文化研究的政策下，多元文化教育成為研究潮流（Foerster, 1982; Gibson, 1984）。國內研究者亦漸漸關注多元族群的科學教育、科學教育實作、科技、社會與傳播學門等，原住民科學教育計畫更被科技部科教發展及國際合作司（以下簡稱科教國合司）列為規劃推動的重點研究。

三、科學教育研究的發展走向

除了從國科會補助的計畫主題來探討科學教育研究的發展走向，《台灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會》亦於第三章剖析 1993 年到 2012 年《科學教育學刊》的內容，我們可從期刊文章發表的主題、研究對象等方面洞悉研究者關切的重點。作者將研究主題分為 11 類，包含教師培育、教學策略、學習 I、學習 II（情境化學習）、目標、政策與課程、評鑑與評量、文化、社會與性別議題、歷史、哲學、認識論與科學本質、教育科技、非制式學習、教

科書與文本分析，其中學習 I 指的是學生的另有概念、概念改變、概念發展、概念學習及過程技能等，學習 II 則指學習動機、科學學習的情意層面、自我效能、師生及同儕互動、語言、學習情境、合作學習、個別差異等。依其分析結果可得，《科學教育學刊》中關於學習 I、師資培育、教學策略的文章比例甚高，分別約占 27.4%、13.2% 及 12.9%，然而文化、社會和政策方面的研究，所占比例僅為 5.9%，由此可看出，目前國內科學研究的進展趨勢。

四、原住民科學教育研究的發展

1996 行政院原住民族委員成立，並且立法院於 1998 年通過「原住民族教育法」，原住民族教育事項開始具體化（周惠民、施正鋒，2011）。同時在多元文化教育之潮流下，原住民族教育受各界重視與關心，早期台灣對原住民教育改革的研究多著重於原住民教育政策、學制、母語教學及鄉土教育等，關於原住民中小學科學教育方面的研究較為缺乏（傅麗玉，1999）。

科技部科教國合司於 2009 年開始推行四年一期的原住民科學教育計畫，目前已進入第三期計畫執行，於此之前僅有少數個別型研究計畫與原住民科學教育相關。而原住民科學教育計畫研究面向亦於不同時期有所差異，由三期的計畫徵求書內容可見，98 年度研究主題涵蓋縮短科學學習落差、能源科學、科技新知、資訊科技、健康科學、環境科學，希望改進原住民科學課程發展與教學並推動科普活動，102 年度研究重點在於提升原住民學童閱讀能力及發展原住民科學教育教材並建置數位學習平台，106 年度更明確聚焦於數理師資培育中的原住民族教育意識的研究與課程規劃、原住民族知識體系為本的數理教材開發、發展檢測原住民族學生真實能力的評量工具、提昇原住民學童閱讀能力之研究。

在政府大力推行之下，許多研究者陸續投入原住民科學教育方面的研究，然而檢視《科學教育學刊》、《教育科學研究期刊》此兩份國內科學教育相關的重要期刊，若以「原住民」為關鍵字搜尋，從 1999 年到 2016 年間發表於《科學教育學刊》的文章僅九篇，《教育科學研究期刊》更僅有四篇文章，

分別發表於 2009、2011、2013 及 2015 年。檢視目前國內研究中以原住民為主體所進行的科學研究，依據華藝線上圖書館以篇名、關鍵字、摘要搜尋「原住民科學教育」，則僅有 5 筆期刊論文及碩博士論文；對照於「科學教育」有 634 筆期刊論文及碩博士論文，可看出以原住民為主體的科學教育研究相對於一般性的科學教育研究而言，數量較為稀少。若從 google 學術搜尋引擎以「原住民科學教育」為關鍵字搜尋，其完全符合之資料僅有 26 筆，以 indigenous science education 為關鍵字搜尋則有 544 筆完全符合的資料，其中以繁體中文撰寫有 5 篇。雖僅以中、英文搜尋，結果顯示原住民科學教育相關之研究發表仍有許多發展空間，建議政府應持續投入資源推動及鼓勵原住民科學教育研究。

貳、台灣原住民科學的進展

一、原住民知識體系與西方科學的異同

過去西方科學與原住民族知識體系經常被切割為相對的知識，然而除了本質與分類上的差異，兩者亦具有共同之處(如圖 1)。吳百興、吳心楷(2015)的研究亦表示從建構知識的歷程及知識本質而言，西方科學與族群科學雖有明顯不同，但兩者間仍具溝通的共同基礎。在講求證據及理論的西方科學快速發展下，以「掌握大自然」現象為基礎的科學知識活動使生活日新月異，卻也造成許多難以解決的問題，而原住民族強調尊重萬物、理解大自然本質及永續共存的傳統知識觀點，逐漸被重視，提供另一種解決問題的觀點及方式。Cobern & Loving (2001) 提出原住民知識 (indigenous knowledge) 可被視為另一種獨立的知識體系，當然也應該在科學教育中扮演一個重要的角色。Kawagley, A. O., Norris-Tull, D., & Norris-Tull, R. A. (1998) 則認為科學的起源 (origins of science) 和實踐 (practices of science) 並不是單一而是複數的。

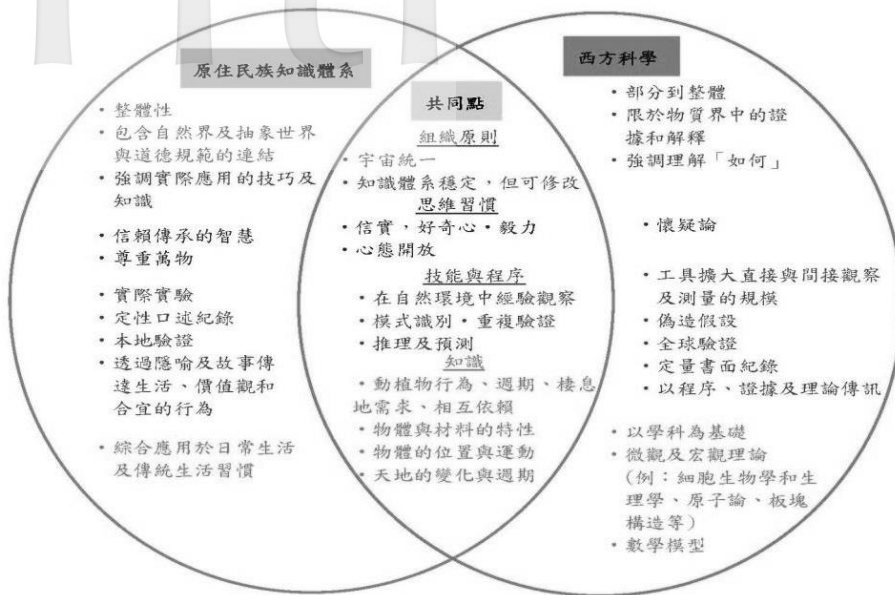


圖 1：原住民知識體系 vs 西方科學（翻譯自 Stephens, 2000）

二、原住民族科學的重要性

台灣原住民族歷史豐厚、族群多元，並在歷史洪流中不斷與外來族群接觸，不論是十七世紀因貿易而來到台灣的荷蘭人、西班牙人，及後來在政治因素作用下而來到這片土地的漢人、日本人，亦或是近年來受經濟發展影響而漂洋過海的新移民等，這些族群挾帶著自身的物質器具、文化、生活慣習及近代新知識「西方科學」來到台灣，與原居住於此的族群產生不同程度的合作、衝突等互動。在歷經不同政權管理下，原住民族慣有的生活模式受到壓迫，文化亦快速流逝，例如明清時期大量掠奪台灣西部土地（林秋綿，2001），導致原住民族生活空間限縮，生活方式改變；日殖時期推行國（日）語運動（何欣泰、何思慎，2009）、中華民國政府禁說母語、方言的政策皆讓原住民族的語言面臨消失的困境（李雄揮，2004）；身處以漢人價值觀為主流的當代社會，原住民族更在政治、經濟、教育等方面遭遇不平待遇。

原住民族豐富的文化經常被視為低落、不文明的代表，而蘊藏於傳統生活中豐厚民族知識與智慧更經常被忽略、視為沒有價值的，排拒於崇尚現代

科技與西方科學的主流教育之外，民族知識無法透過部落傳統的教育方式傳承，更遑論實踐於日常生活中或納入一般教科書的內容。殖民者利用教育將科學作為現代化及壓制原住民族文化的工具（Cobern & Loving, 2001）。在 Paulo Freire（2003）經典著作「受壓迫者教育學」中亦提及，此種壓迫者教育之目標即使受壓迫者配合現況，甚至否定自我、遺棄族群，以維護既有的權力關係。

原住民族人口數雖僅占臺灣人口百分之二，但其生活領域卻占有臺灣近三分之二的領土，其在台灣開始活動的時間（約 6000-8000 年間）遠遠早於漢人移民台灣（約 200 年），因此原住民乃是台灣最重要的文化與環境智慧載體，台灣的環境教育和科學教育應從原住民的環境智慧和重視整體性（holistic）的原住民族科學著手。我們認為原住民族的環境知識是台灣重新思考人地關係的關鍵面向，如「原住民族基本法」第 23 條所宣示：「政府應尊重原住民族選擇生活方式、習俗、服飾、社會經濟組織型態、資源利用方式、土地擁有利用與管理模式之權利」。

三、原住民族生活中的科學智慧

事實上，原住民族在其豐富的傳統文化中處處充滿了科學智慧，不論織布、建家屋與製作日常生活用品的取材、食物保存與炊煮、經濟生產活動工具之製作與使用、農作物的種植、天文氣候的預測、部落設施的規劃、狩獵活動、藥用植物、農地開墾等等均表現出科學智慧。具體而言，例如，族人知道利用冬天乾燥季節伐木以為石板屋之建材，如此之材料才比較不會遭蟲蛀（陳枝烈，2008）；浦忠勇（2018）強調應找回傳統獵人的智慧，狩獵不單只是獵捕動物，其更蘊涵土地知識、環境倫理、動植物知識。

而且，原住民長期與自然共處，經由觀察與嘗試錯誤，逐漸累積的對自然環境的了解及與自然相處之道（鄭漢文、王相華、鄭惠芬、賴紅炎，2005）。例如，朱志強（2014）整理排灣族文化智慧與科學的對話－1.生活文化：（1）農耕－山田燒耕、打樁編柵、石板塊壘牆…。（2）飲食－火種、烘烤芋頭…。

(3) 編織—搓繩、織布…；2. 狩獵文化：(1) 弓箭、繩圈陷阱。(2) 辨認方位、獸跡；3. 建築文化：(1) 開採石板。(2) 移除大石塊…等等，以上這些原住民族的文化智慧，其中對於運用自然資源知識與智慧的結晶，與現今的環境保護與自然保育的意識相契合。

參、原住民族教育現況分析

一、原住民重點學校參與科展的現況

由原住民華碩科教獎及國立台灣科學教育館網站所提供的資料，統計第 1 屆至第 57 屆全國中小學科學展覽國小及國中組原住民重點學校參展作品件數（如圖 2），可發現國小組參與科展的作品總數均高於國中組，據此推測年級越高參與科學活動的人越少。全國中小學科學展覽從第 37 屆起，將展覽作品分科，國中、國小組各有七個科別：數學科、物理科、化學科、生物科、地球科學科、生活與應用科學科（一）（機電與資訊）、生活與應用科學科（二）（環保與民生）。觀察近二十年來原住民地區學校參與科展作品數（如圖 3），即從第 37 屆至第 57 屆，原住民重點學校每年參展作品數量下降，僅有一屆（第 43 屆）超過平均件數，國中組更從第 27 屆開始至今僅有三年參展作品件數明顯高於平均（如圖 2）。當全國中小學科學展覽作品保持穩定數量，原住民重點學校參與情況卻始終偏低，不見增長，其影響因素值得再深入探究。

此外，分析歷屆原住民重點學校參展作品數（如圖 4），大多數學校參展作品數偏少，甚至四十四所國中及八十七所國小，分別有十七所國中及四十六所國小僅參展過一件作品。可推測此現象之原因在於學校資源匱乏，教師流動率高，無法長期投注經費與人力，並且帶隊老師須於一般課程外的時間指導學生，在缺乏團隊及行政支援狀態下，老師經常疲於奔命，最終導致參展意願降低、參與情況不連貫。也呼應了學者所提出原住民重點學校原住民學習成就較低的因素，如教學資源、學校支持、教師專長。另由以理工見長

的國立成功大學（以下簡稱成大）106 學年理學院、工學院、電機資訊學院原住民籍學士生資料，可見總共 28 位理工學院學生中僅 1 位畢業於原住民重點高中，說明原住民重點學校在推動科學教育的困境。

在此困境之中，亦有值得借鏡之案例－高雄縣茂林國中「德勒樂卡潛能開發團隊」。一如所有偏鄉學校，以魯凱族學生為主的茂林國中亦面臨資源不足、高流動率的師資等問題，然由鍾莉娜（2015）研究結果分析，其團隊掌握「優質領導及卓越教師因素」、「科展教育就地取材生活化，傳統技藝人文藝術化」、「社區家長認同及教學傳承創新」的因素，甚至將科展列為校本位課程，於行政、教師、社區、家長的投入及認同下，多年來於原住民華碩科教獎及科展皆有佳績。鍾莉娜（2015）亦提出建議，認為應制定偏鄉或原住民學校因地制宜的特色獎勵方案，並且減少教師兼任行政職的業務量，使其有充裕時間照顧學生及教師增能，甚而開發校本位課程，此皆有利改善原住民學校的科教困境。

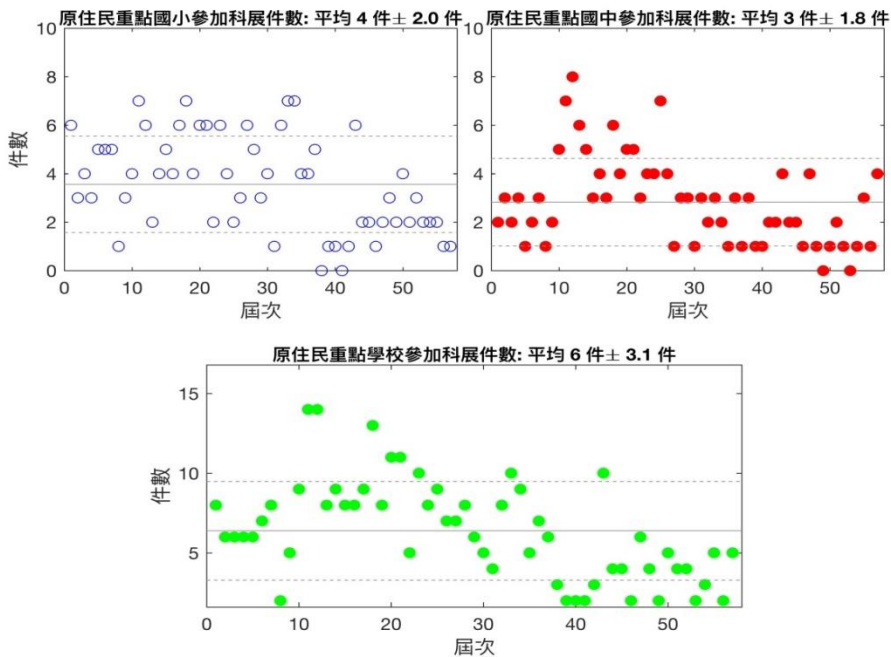


圖 2：第 1 屆至第 57 屆全國中小學科學展覽國小、國中組及整體原住民重點學校參展作品數量

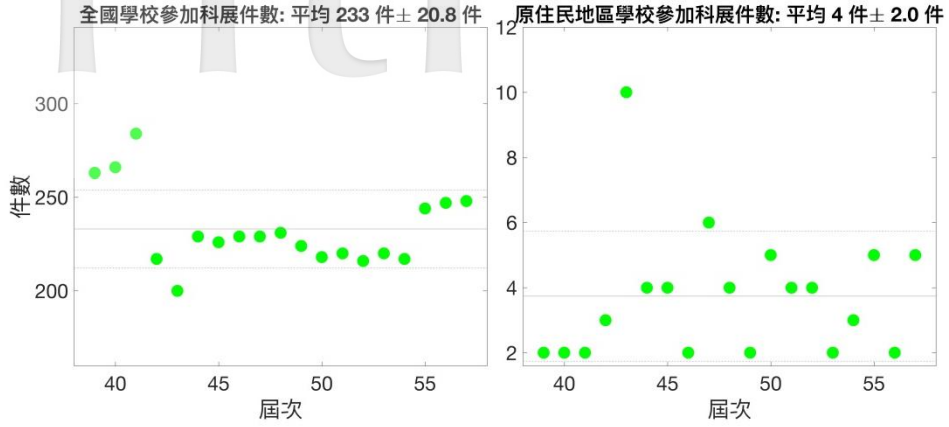


圖 3：第 37 屆至第 57 屆全國學校及原住民重點學校參加全國中小學科學展覽作品數

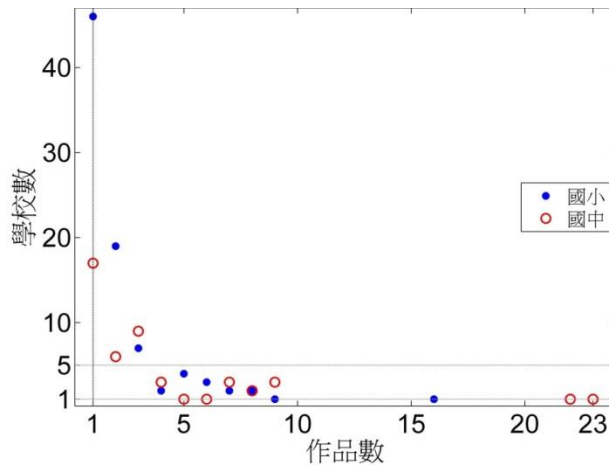


圖 4：原住民重點國小、國中於歷屆科展參展作品數

二、原住民就讀數學與科學學門人數比例的分析

依教育部（2016a 和 2016b）94 學年度至 105 學年度間大專院校在學人數之統計數據可得(圖 5、6)，原住民就讀數學及統計學門人數比例介於 0.19% ~ 0.33% 之間；就讀自然科學學門之人數比例則介於 0.25% 至 0.32% 間，相較於全體大專院校人數就讀於數學及統計學門的 1.12% 至 1.24%、自然科學學門 1.7% 至 1.78%，約有四到六倍之落差。再如以成大在校原住民學生就讀學

系來分析，106 學年共有 116 位原住民籍學士生，當中僅有 1 位就讀於基礎科學學系（物理、數學、化學系）。大專院校原住民在學學生學門選擇應可不考慮社會資本（張善楠，1997）對原住民學習的影響，因為自然科學、數學相關學門和其他非相關學門的原生所需的社會資本應該是一樣的，而在大學指考錄取率逾九成和學測錄取率近六成的情況下，原生就讀自然科學數學相關學門的錄取門檻應該也和其他非相關學門差距不顯著。

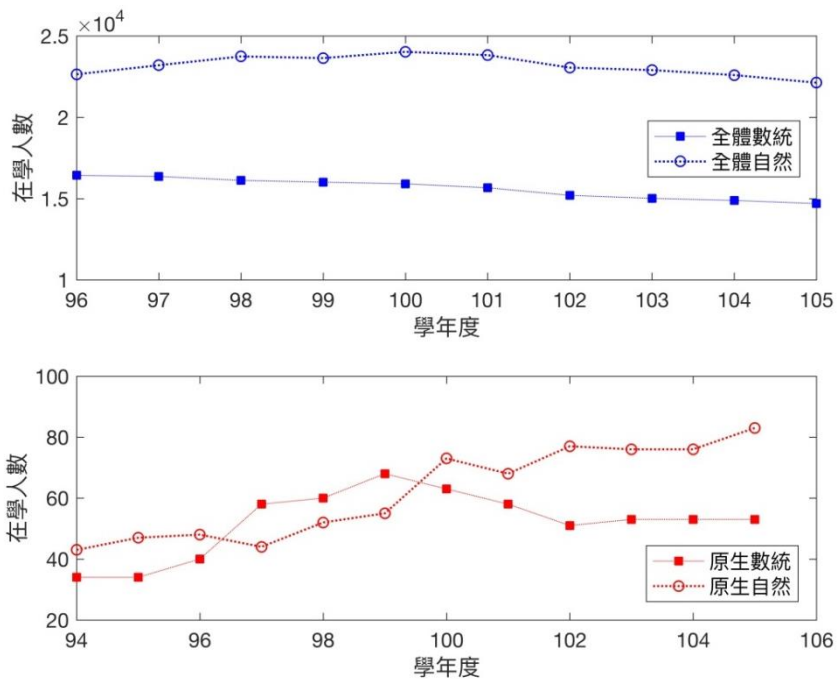


圖 5：全體及原住民大專院校數學及統計學門、自然科學學門在學人數

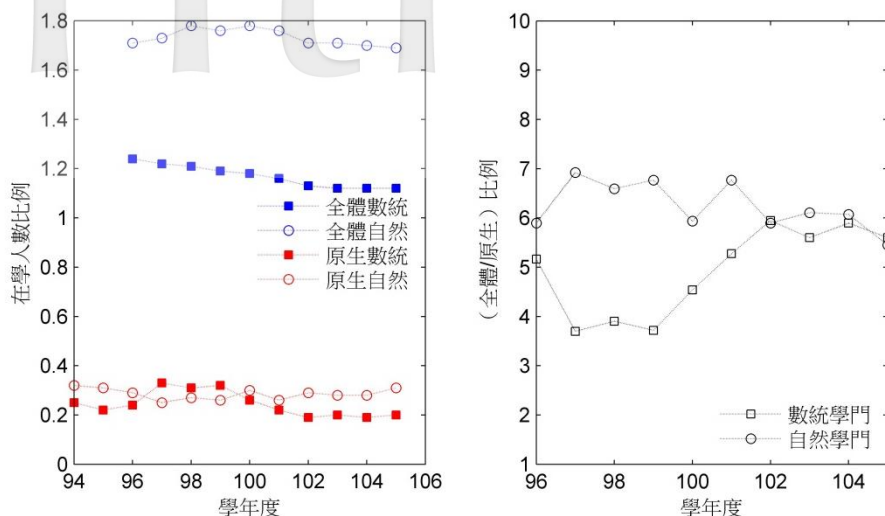


圖 6：原住民及全體大專院校數學及統計學門、自然科學學門在學人數比例和該學門全體及原住民在學人數比例之比值

三、原住民就讀數理人數稀少原因的分析

自然科學及數學相關學門領域內的原生人數非常稀少的原因，應該和學習興趣和學習自信較有關係。吳事勳、高慧蓮、歐和英（2016）探討原住民國小學童與漢族國小學童在學習自然與生活科技領域時，發現原住民學童的整體科學學習興趣比漢族學童為低。他們建議在教學上教師可提升各族群學生的文化認同，提供原住民學生更多元化的學習環境。根據吳事勳等人（2016）的不同族群學童在「科學學習興趣總量表」、「科學學習動機總量表」的結果（見該文表八），圖 7 顯示原漢學童在各信心水準（80, 90, 95）下其平均數差距（ $\mu_1 - \mu_2$ ）的區間（Montgomery & Runger, 2010）。例如在百分之 90 的信心水準下，漢學童（非原生）的平均科學學習興趣總量表（ μ_1 ）比原學童（原生）（ μ_2 ）高，差距區間為 4.67 到 8.95 之間，明顯比兩者分別的標準偏差小。

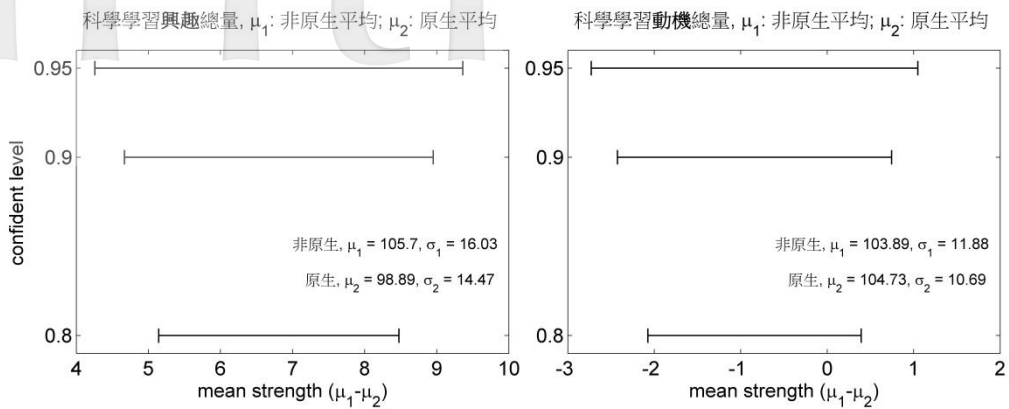


圖 7：原漢學童在各信心水準下其科學學習興趣和動機平均數差距 ($\mu_1 - \mu_2$) 的區間

細究上述現象背後之原因，多位學者提出並非因為原住民學生的科學能力及創造力不足，而是因為現行的教育法令及體制所設計的科學相關課程，無法立基於原住民學生所屬的族群文化及其所處的環境背景，致使科學教育無法真正落實及融入原住民文化及缺乏傳承原住民族科學知識和生活智慧，而降低學生對教材的認同度和接受度。背離生活經驗與文化脈絡之教材及課程，再加上原住民學子所處的學校普遍教育資源不豐，使得原住民學生學習科學時更為艱難，非但無法連結所屬的環境和文化內容，反而在學校教育中迷失（陳枝烈，2010）。

近年來推展民族教育，以族群基本文化知識為本發展文化本位課程（洪清一、陳秋惠，2014），卻缺乏完整、有系統的教材，陳張培倫（2010）亦指出民族教育課程有淺薄化、零碎化、邊緣化等問題。又國、高中多施行升學主義，導致以文化回應式的教學大都滯留於國小階段。再者，一般學校施行之課業輔導課程多可視為對於學習進度落後的學生進行「補救教學」，重複講授正規課程或課堂知識之延伸，如同坊間學科補習班填鴨式教學，不適合原住民學生喜歡「做中學」、親身觀察、團體學習、偏好視覺影像學習、及排斥抽象性概念之學習特性（郭玉婷、譚光鼎、林明芳，2002），也無助於認識和學習自身的文化。

綜合上述現行制度之缺失，改善國高中階段原住民科學教育之環境，以及開發調合西方科學與原住民族知識的原住民科學教育教材與課程，創造兼具文化內涵的科學學習經驗應為原住民科學教育重要發展目標。

四、綜合討論影響原住民數理學習成就的因素

綜觀台灣目前的科學教育，依舊以西方觀點為主流，對原住民族學生而言，教科書中的內容離切身族群經驗及生存環境相對陌生。以現行教科書為例，康軒版自然與生活科技國中一年級下學期課本中，第六章探討人類與環境，第一節論述生物多樣性及其重要性，並講述因棲地破壞、汙染等造成的生物多樣性危機；第三節闡述人類與自然的和諧，以簡短的篇幅描述永續發展、節能減碳及欣賞自然之美。對照於此，排灣族傳統的自然農法深度內化人地關係，族人將土地比喻成孕婦，經生產後需休息回復元氣（拉夫琅斯·卡拉雲漾，2017），其善用與保護土地資源的智慧，傳達了族人重視土地的態度，及與土地和諧共存的哲學。潛藏於原住民族傳統生活中的智慧與當代所提倡的環境保護、永續發展觀念相符，甚至境界更為深遠，但這樣的知識卻未曾見於主流教材及課程中。

根據文獻（牟中原、汪幼絨，1996；傅麗玉，1999；蘇船利，2009）指出，原住民學生與非原住民中、小學學生在「智力測驗」的得分上並無顯著差異，但在數理學科方面，表現卻不如平均值。舉例來說，蘭嶼達悟族孩童所應擁有的海洋知識，並非學校解剖青蛙的生物課程可以相比擬的，卻在白紙黑字的生物考卷上烙下了落後的分數。Kawagley et al. (1998) 則舉出位於河域的 Yupiaq 部落學生學習流體力學的例子。我們要測知學生究竟是否已經理解何謂基礎的流體力學，不應只是憑據紙筆考試的成績，而是讓學生實際在野外判斷河流中的河道，哪一條是可以順利通過滿載漁獲的小船（Kawagley et al., 1998）。而這樣的方式應更能引發學生學習興趣。許多探討原住民學習的相關研究顯示學校教育使用的語言、課程內容、素材等以主流文化和符號為主，其設計未考量原住民各族群與漢族的文化差異，導致原住民學生學習

上遭遇更多困難（李亦園、歐用生，1992；黃志賢，2005；譚光鼎、張如慧，2009；姚如芬，2013；郭李宗文、吳佩芳，2011）。從中可了解到影響原住民學習成就的因素有很多，主要歸因於資源匱乏、文化差異、社會、經濟條件弱勢等。楊肅棟（2001）將之分成以下六類：（一）文化因素、（二）父母社經地位、（三）種族歧視、（四）教育經費、（五）師資問題、（六）學生能力，而此現象亦體現於數理（數學）、科學學習方面的表現。張善楠（1997）於其研究中發現若控制文化資本與社會資本兩項變因，那麼原住民學童與非原住民學童的學習成就差異即不復存。因此，原住民學生的成績表現不如平均值，並非因為其能力及創造力不足，正是因為文化差異，而國家教育體制包括知識內涵、傳遞方式及衡量標準，並不是融入他們的文化而建構的，也沒有立基於文化背景的科學課程與教學方法，只會讓原住民學生對科學更加疏遠（Cajete, 1999）。陳枝烈（2010）長期研究排灣族文化，亦發現從生活素材及語言可反應出該族群的數學學習，由此可了解到文化脈絡對數理學習有一定程度的影響及作用。在現行教育體制之下，原住民學生與非原住民學生皆使用同一套教材，安排一樣的課程，並接受同一套標準評量其能力及學習成效，原住民學生得到了所謂「主流」的「知識」與「教育」，原住民族的下一代卻也失去了代代傳承的環境知識、原住民智慧和世界觀，而這些應用於傳統生活習慣和文化活動的原住民知識也面臨傳承的困境。

五、以原住民族文化為主體的數理課程之發展

近年來，多元文化教育受到大力提倡，其核心在於讓所有族群、所有不同文化背景之學生皆有公平受教的機會，並透過改變體制及環境，讓所有人擁有平等的學習機會，同時藉此過程，消弭偏見或歧視，直到其不復存於社會中（Banks, 1997）。1991年美國國家科學教師協會發表《多元文化科學教育立場宣言》，強調科學教育應讓所有不同文化族群背景的學生得到科學學習機會（高慧蓮、林志隆、蘇明洲、張祈良，2016）。而 Banks, J. A. & Banks, C. A. M.（2001）更進一步提出多元文化教育五大面向，包含學習內容的整合、

知識建構歷程、偏見消除、公平教學、賦權的學校文化。姚如芬（2014）將此五大多元文化教育重要關照面向再作闡釋，「學習內容的整合」即鼓勵教師解釋學科的重點概念或理論時，應運用不同文化背景或生活經驗的實例、素材；「知識建構歷程」則指在知識形成的過程中，教師應引導學習者了解及探討學習內容與其自身文化背景之關聯；「偏見消除」即企望藉由教學活動，老師能協助學生對於不同文化抱持正向態度；「公平教學」強調教師須針對不同族群背景的學生適時調整教學，以提升學生的學習成效；「賦權的學校文化」係指教師與行政人員被賦予權限，積極檢視學校所規畫的各種課程或活動是否考量各族群參與的公平性及適切性，以期營造友善不同族群學生的學習環境。而 Banks（2001）亦表示許多老師窄化對多元文化教育的認知，尤其數學、科學領域的老師常認定其與自己的學科沒有關聯性。

在多元文化教育研究蓬勃發展下，國內、外皆有學者在課程實務面作探討，試圖在不同程度上連結文化與課程。施正鋒（2011）整理 Banks（1999）提出多元文化融入課程的四種級別，依連結緊密程度由淺至深分為（一）貢獻途徑（contributions approach）：即於現行的課程與教材中，置入非主流族群的符碼，例如人物、祭儀、文化特色等，使學習者能欣賞到不同族群的文化；（二）附加途徑（additive approach）：指在不改變主流框架之前提下，附加非主流族群的特徵、概念、或主題；（三）轉換途徑（transformative approach）：即變換原有課程的基本架構與內涵，使學生有能力從不同族群之觀點、思維模式來探討概念、事件與議題等；及（四）社會行動途徑（social action approach）：此理想境界為鼓勵學生批判，並參與社會改造，於此同時又能賦權。

除理論層面的發展外，亦有學者進一步設計實際的教學模組，並施行於教學現場。例如傅麗玉（1999）根據 Kearney（1984）的世界觀轉換模式與學習環，發展出以世界觀為基礎的學習模式（World-view Oriented Learning Framework, WOLF）（如圖 8）。套用於具原住民族文化的學科教學時，WOLF 教學模組細分為五個步驟：傳承傳統世界觀、表達自我世界觀、探索世界觀、

形成世界觀、連結原住民族的世界觀與學科世界觀。即從原住民學生生活中取材，引導學習者表達對於傳統文化的想法、疑問，接著學生透過實際操作，從原有的世界觀挖掘、探索，在逐步導入學科知識與概念，使學習者察覺其與自身既有的世界觀之差異，最後能從族群思維理解學科概念，同時也從學科觀點反思族群觀點。施行 WOLF 教學模組不僅將原住民族文化與知識融入既有的學科課程中，更是以原住民族文化為主體，將體制內的學科課程與教學融入到以原住民族知識體系與內容為本的課程中（傅麗玉，2012）。

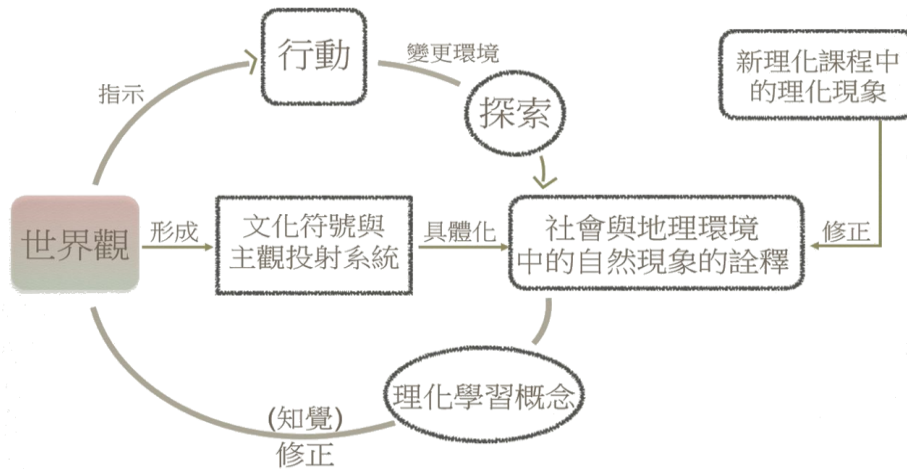


圖 8：傅麗玉（1999）以世界觀為基礎的學習模式（WOLF）

高慧蓮主持為期四年的「發展文化為基礎的排灣族小學和幼兒園數學/科學教學模組」（Pek-mism）原住民科學教育研究計畫，最終發展出一套「以文化回應的科學教學模式」（culturally responsive science teaching model, CRSTM）（如圖 9）。CRSTM 可分為教學前及教學中兩階段，教學前包含「文化專家講座」、「課程與教學設計工作坊」、「數學和科學教育輔導」三面向，此階段目的在於為教師增能，提供其所需的文化及學科知識；另一階段則指文化回應（Cultural responsive）的教學過程，其強調原住民科學與西方科學的比較及互動，包含界定問題、調查設計、進行調查、分析與解釋結果及溝通與批判結果等步驟（高慧蓮等人，2016）。

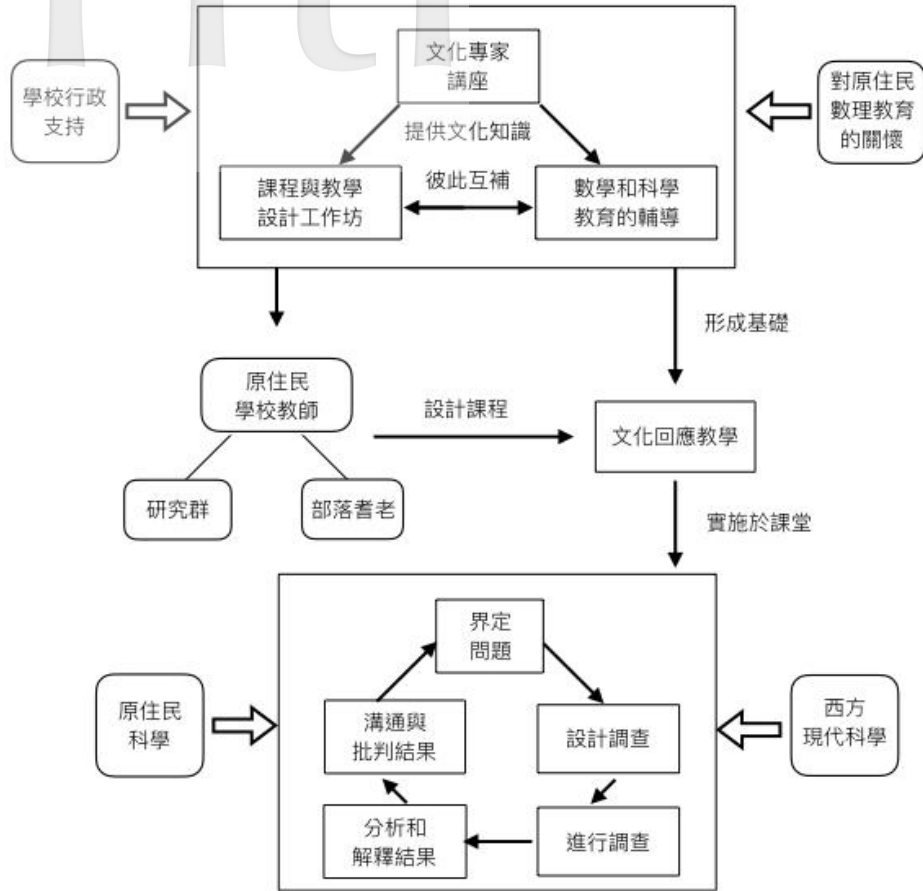


圖 9：高慧蓮（2016）以文化回應的科學教學模式（CRSTM）

肆、建議與討論

一、發展以文化主體為本的科學教育

以原住民文化與西方科學對談的強弱程度理解原住民科學教育，我們可以分為三個層級：文化符號、文化回應、文化主體，呼應 Banks（1999）提出多元文化融入課程的途徑。早期原住民科學教育多以點綴式的文化符號呈現，主要目的為提供原住民學生文化刺激，如教材的人物角色穿著原住民服

飾或採用原住民名字。近年來已進展到文化回應，讓學生藉透過自身文化來習得該科內容，如以原住民口傳故事介紹數學，從傳統弓箭使用和製作學習相關物理知識。更進一步，則為原住民族主體性的教育，從原住民的整體觀、世界觀探討科學，讓學生培養對自身文化的認同（如圖 10）。

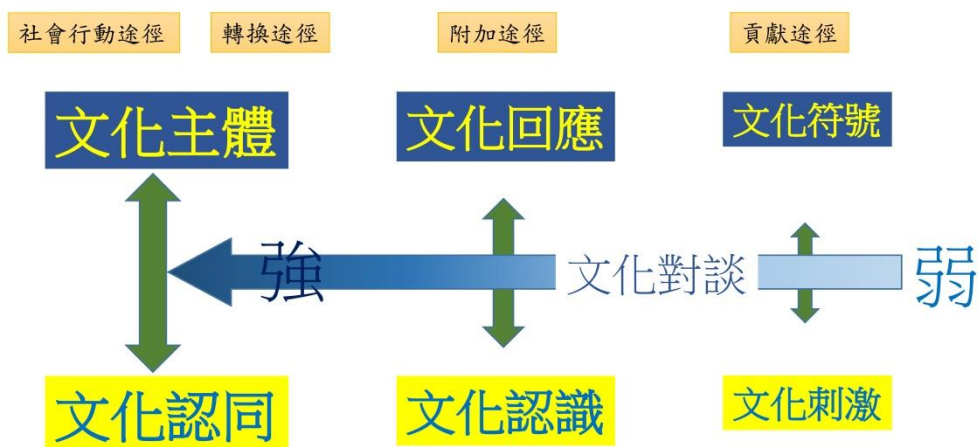


圖 10：原住民科學教育中的文化層級，圖中四種途徑取自 Banks（1999）

茲舉一例說明以文化主體為本的教育，如以傳統的狩獵來教導狩獵所涉及的生物、植物、地形等相關西方科學專科分類。除此之外，以文化主體為本的教育強調傳統狩獵背後的文化內涵和社會實踐及對待獵物的倫理（浦忠勇，2017），如此學生不只習得西方分科科學也傳承了狩獵文化和部落社會規範。又如原住民部落傳統領域的教學，可以從傳統領域內的家團歷史、祖靈神話、部落遷徙等來引起學生的學習興趣，然後再介紹傳統領域內的生物、植物、地形、地質等相關西方科學專科分類。而這些學科知識和文化背景也可以整合成專題式學習（Project-based Learning, PBL）（鄭如雯，2008）的素材，例如：如何以坡地防災的考量來規劃部落傳統領域內的空間？這樣的跨領域整合性學習也呼應了 STEM（Science Technology Engineering Mathematic）（張玉山、楊雅茹，2014）的學習模式，以專題式的教學方式讓學生共同去動手發現然後解決或探討一個問題，學習完整的思考模式。所以文化回應或

文化主體的科學學習模式可參考 STEM 為基礎，擴展到族群文化和生活環境等的跨領域學習。

以下以原住民族傳統領域教學主題為例（圖 11），比較具文化主體性的專題式教學模式和使用主流教科書的傳統講授式教學。以主流教科書和傳統講授式教學講授原住民族傳統領域，可能只是地理課一般教科書裡的一張地圖和幾行簡單的描述。而在具文化主體性的專題式教學模式中，則融合了原住民整體性的知識系統和重視萬物的文化內涵，對照於一般學科分類則不限於單一地理課。

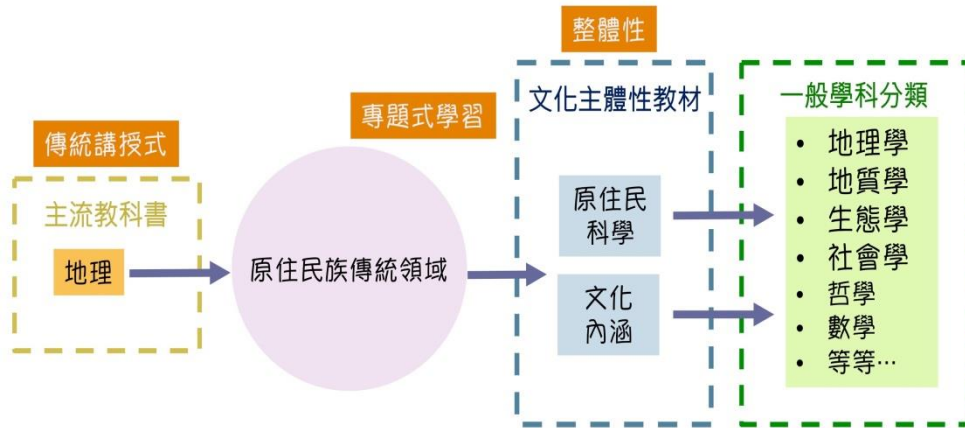


圖 11：以原住民族傳統領域為例，比較具文化主體性的專題式教學模式和使用主流教科書的傳統講授式教學

總而言之，原住民科學教育就是試著把文化差異轉化為教學和學習資源，課程內容融合原住民族的文化及生活經驗，讓學習科學更有趣，也讓原住民學生接觸更多自身族群的文化和民族知識，讓原住民學生對學習數理科學更有信心。如同 Kawagley 等人（1998）在訪談阿拉斯加原住民族 Yupiaq 時，其長老們希望他們的孩子能夠理解這兩個不同的世界觀，因為 Yupiaq 的世界觀與孩子們歐美教師眼中的世界觀皆對青年的生存至關重要。所以原住民科學教育不完全是將原住民文化及生活智慧拆解套入西方科學分類中，而是以原住民整體性的思考模式來整合西方科學和原住民知識系統，從原住民

科學和世界觀以科學觀察和實證來理解科學推譯和歸納的過程，兼具文化內涵的科學學習。

二、制定原住民族科學教育相關辦法與政策

目前原住民科學教育實施的場域及教材多偏重於國小階段，導致圖 7 所示原住民籍大專生就讀科學相關科系的人數相當少。筆者參與原住民科展評審時，曾聽聞指導老師講述，其帶領科展比賽逾十年，至今沒有學生於大學選讀科學相關領域，大部分學生到國中時期也未再投入科展活動。另外，根據吳事勳等人（2016）研究顯示原住民學童（國小）在科學學習興趣的表現皆低於漢族學童，然作者分析其差距時（圖 7）發現兩者差異並不大，也就是說原住民學童無論於科學學習動機或興趣上，與漢族學童並無顯著差距。然而，升上國高中後，因教育資源與升學因素，許多學生離開原鄉部落就學，但課程、教材無法考量學生不同的文化背景，且求學環境漢族師生相對居多，老師、同儕普遍不了解原住民文化甚或歧視，加上缺乏部落支持，使得原住民學生對學習科學產生排拒和信心不足。

如何讓民族科學教育延續到國高中階段，是未來非常關鍵的課題，欲解決此一問題，勢必須改革教育體制和法令，進行教育主導權的主客易位和上下結構性的重整。於此同時，國小階段的民族科學教育亦須持續由少數重點學校推展至其他原住民地區學校，現行相關原住民文化回應式的科學教材也須持續推展和研發，為民族知識留下紀錄以及培育更多的民族知識生產者（knowledge maker），如此才能在幼童階段藉由文化素材提高其學習科學的興趣，讓更多原住民學童在心中種下學習科學的種子，也從認識祖先的智慧和技能中增加學習科學的信心。奠基於此學習經驗，到了中學階段即能不排斥更深度的科學學習，亦可將本身的科學觀的形成揉雜更多的原住民世界觀。至大學、研究所階段即可具備整合來自於原住民及西方科學知識的能力，進而解決科學相關問題或甚而以原住民世界觀為主體創造新的科學思維。

綜上所陳，以補救教學的方式提升原住民學生的數理成績和科學學習並

不是長遠和有效的方式，也無助於原住民科學、智慧的發掘和傳承。本文建議在國中小的階段以具文化內涵的教學（材）提升原住民學生的科學興趣和文化認識，塑造具多元文化觀和更自信的科學學習，藉由跨領域的學習啟發原住民整合性的世界觀和知識系統。原住民科學教育的實施，因每一階段科學學習目標及科學能力不同，教學應有不同階段的差異，應細分各學習階段的任務和階段間的銜接。

目前原住民的人口大半多居於都市，如何在都市實踐原住民科學教育亦為未來重要課題。原住民科學教育的挑戰在於如何讓整個教育系統認識原住民科學，並說服教育參與者和政策決策者推行原住民科學教育有助於原住民族學生的科學學習和文化傳承。換言之，教育體系應當給予原住民學生接近自身文化的選擇權利，讓原住民學生未來有能力貢獻於自身所屬的族群。

檢閱當前與原住民科學教育相關的政策，2011年「原住民教育政策白皮書」中提出原住民族科學教育的具體執行策略有兩項：（1）制訂原住民族科學教育體系與內容，包含建立原住民族科學教育的內容，訂定獎勵補助辦法；舉辦原住民族各族群之科學學術研討會；鼓勵投入原住民族科學研究工作，並增編經費補充或汰換學校原住民族科學教育設備等。（2）推廣原住民族科學教育，建議方式為將原住民科學知識融入基礎教育的課程與教學之中；舉辦生態與原住民族智慧之科學營。然而於此白皮書中，原住民族科學教育劃分於一般教育之下，在目前原住民族之一般教育，由主管教育行政機關（在中央為教育部；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府）規劃辦理的架構下恐有邊緣化之慮。白皮書中原住民族科學教育的推廣方式與成效亦略顯狹隘。而教育部與原住民族委員會於104年提出「發展原住民族教育五年中程計畫（105年至109年）」，但內容並未針對原住民族科學教育提出建議努力方向。本文最後建議原住民族科學納入民族知識體系內容；現階段的原住民族科學教育以整合的角度納入在原住民族「一般教育」和「民族教育」；原住民族科學教育相關辦法與政策應及早完善制定，以利於在教育體制下更有效和全面的推行。

參考文獻

- 方永泉(譯)(2003)。受壓迫者教育學(原作者:Freire, P.)。臺北市:巨流。
- 朱志強(2014)。以 **IKSPOE** 模式提昇排灣族國小學童自然科科學學習成效之行動研究(未出版之碩士論文)。國立屏東教育大學,屏東市。
- 牟中原、汪幼絨(1996)。原住民教育改革報告書。台北市:常民文化事業股份有限公司。
- 行政院國家科學委員會(2008)。行政院國家科學委員會科學教育發展處 **98** 年度「原住民科學教育計畫」(整合型)徵求書。取自 https://www.most.gov.tw/sci/ch/list?menu_id=3922b79e-af13-43a8-9d63-a7c1cd9d4b28&view_mode=listView
- 行政院國家科學委員會(2012)。行政院國家科學委員會科學教育發展處 **102** 年度「原住民科學教育計畫」(整合型)徵求書。取自 http://www.isu.edu.tw/upload/223/-1/news/postfile_57743.pdf
- 何欣泰、何思慎(2009)。日治皇民化時期之日語教育與運動—從語言學之觀點試論今昔—。從日本殖民政策看台灣社會變遷與展望學術研討會發表之論文,台北市。
- 吳百興、吳心楷(2015)。從族群科學的觀點論原住民科學教育的取徑。科學教育月刊, **381**, 17-36。
- 吳事勳、高慧蓮、歐和英(2016)。漢原族群國小學童在科學學習動機及科學習興趣之探究。科學教育, **2**, 73-91。
- 李亦園、歐用生(1992)。我國山胞教育之方向定位與課程內容設計研究。臺北市:教育部教育研究委員會。
- 李雄揮(2004)。台灣歷史各時期語言政策之分析比較。台東大學語言人權與語言復振學術研討會發表之論文,台東市。
- 周惠民、施正鋒(2011)。我國原住民族教育之回顧與展望。載於溫明麗(編),我國百年教育—回顧與展望。新北市:國家教育研究院。

- 拉夫琅斯·卡拉雲漾 (2017)。Vuculj 排灣族部落領域資源利用的相關智慧。來自林野最後的呼——Vuculj 排灣族 vequveq 傳統領域學。屏東縣：排灣族研究學會。
- 林秋綿 (2001)。臺灣各時期原住民土地政策演變及其影響之探討。臺灣土地研究，2，23-40。
- 邱美虹 (2016)。臺灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會。臺北市：高等教育。
- 邱美虹、譚克平、顏妙璇 (2016)。臺灣科學教育研究趨勢：1993~2012 年科學教育學刊內容分析。載於邱美虹 (編)，臺灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會。臺北市：高等教育。
- 姚如芬 (2013)。從部落教室看見中年級原住民學童的數學學習。屏東教育大學，38，2-18。
- 姚如芬 (2014)。當數學遇見原民族文化——發展原民數學模組之個案研究。科學教育學刊，22 (2)，135-161。
- 施正鋒 (2011)。多元文化主義與原住民族教育——東華大學三年的觀察。台灣原住民族研究學報，1 (4)，1-53。
- 洪清一、陳秋惠 (2014)。以文化—本位課程模式建構原住民族教育之探究。課程研究，9 (2)，1-21。
- 科技部 (2016)。科技部-科教發展及國際合作司 106 年度「原住民科學教育計畫」徵求書。取自 <http://210.240.179.19/wp-content/uploads/2016/10/106%E5%B9%B4%E5%8E%9F%E4%BD%8F%E6%B0%91%E7%A7%91%E5%AD%B8%E6%95%99%E8%82%B2%E8%A8%88%E7%95%AB%E5%BE%B5%E6%B1%82%E6%9B%B8final.pdf>
- 原住民華碩科教獎 (2017)。歷年全國科展國中組原住民學校參展題目與獎項。取自 <http://yabit.et.nthu.edu.tw/2015yabit/reference/1.pdf>
- 浦忠勇 (2017)。獵人都期待野生動物豐郁暢旺。載於胡金倫 (編)，原民狩獵的倫理省思。台北市：聯經。

- 浦忠勇 (2018)。原蘊山海間：臺灣原住民族狩獵暨漁撈文化研究。台北市：行政院原住民族委員會。
- 高慧蓮、林志隆、蘇明洲、張祈良 (2016)。排灣族文化融入科學課程的設計和教學範例。載於邱美虹 (編)，**臺灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會**。臺北市：高等教育。
- 國立臺灣科學教育館 (2017)。全國中小學科學展覽會歷屆參展資料。取自 <https://twsf.ntsec.gov.tw/Article.aspx?a=40&lang=1&p=1>
- 張玉山、楊雅茹 (2014)。STEM 教學設計之探討：以液壓手臂單元為例。**科技與人力教育季刊**，1 (1)，2-17。
- 張善楠 (1997)。社區、族群、家庭因素與國小學童成就的關係——台東縣四所國小的比較分析。**台東師院學報**，8，27-52。
- 教育部 (2016a)。大專校院概況統計。教育部統計處。取自 https://depart.moe.edu.tw/ED4500/News_Content.aspx?n=48EBDB3B9D51F2B8&sms=F78B10654B1FDBB5&s=4396A90696381274
- 教育部 (2016b)。原住民學生概況統計。教育部統計處。取自 http://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=829446EED325AD02&s=0CE75B8E351BA603
- 郭玉婷、譚光鼎 (2002)。泰雅族青少年學習型態之探討。**教育研究資訊**，10 (3)，149-165。
- 郭李宗文、吳佩芳 (2011)。臺東縣原住民學童數學學習相關因素初探—國小一年級教師的觀點。**美和學報**，30 (1)，75-92。
- 郭重吉、邱美虹 (2016)。1982~2012 年國家科學委員會推動科學教育研究計畫之歷史性回顧。載於邱美虹 (編)，**臺灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會**。臺北市：高等教育。
- 陳枝烈 (2008)。排灣族文化中科學智慧之調查與推廣研究。教育部 96 年度中小學科學教育專案成果報告。
- 陳枝烈 (2010)。原住民族教育—18 年的看見與明白。屏東市：屏東教育大學。

- 陳張培倫(2010)。原住民族教育改革與原住民族知識。《台灣原住民研究論叢》，8，1-27。
- 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(2012)。原住民族文化的學科教學模組的理念與實踐。《原教界》(46)，8-9。
- 黃志賢(2005)。融入原住民文化的數學教學模組之發展與實踐(NSC 93-2521-S-131-001)。臺北市：行政院國家委員會。
- 楊肅棟(2001)。學校、教師、家長與學生特質對原漢學業成就的影響——以臺東縣國小為例。《臺灣教育社會學研究》，1(1)，209-247。
- 鄭如雯(2008)。專題式學習探析及其在教育上的啟示。《學校行政》，57，147-164。
- 鄭漢文、王相華、鄭惠芬、賴紅炎(2005)。排灣族民族植物。臺北市：行政院農業委員會林業試驗所。
- 鍾莉娜(2015)。原住民學校教學卓越團隊教師專業增能之重要因素探討——以德勒樂卡潛能開發團隊為例。《台灣原住民族研究季刊》，8(2)，1-31。
- 譚光鼎、林明芳(2002)。原住民學習型態的特質——花蓮縣秀林鄉泰雅族學童之探討。《教育研究集刊》，48(2)，233-261。
- 譚光鼎、張如慧(2009)。蘭嶼中學原住民文化課程現況之探究：原住民社區本位課程的分析觀點。《當代教育研究季刊》，17(1)，75-106。
- 蘇船利(2009)。原住民學生的學業成績：文獻回顧與評論。《慈濟大學人文社會科學學刊》，8，1-26。
- Banks, J. A. & Banks, C. A. M. (2001). *Multicultural education: Issues and perspectives* (4th ed.). New York: John Wiley and Sons.
- Banks, J. A. (1997). Multicultural Education: Characteristics and Goals. In James A. Banks, and Cherry A. McGee Banks (eds.). *Multicultural Education: Issues and Perspective*, 3rd ed. , pp. 3-31. Boston: Allyn & Bacon.

- Banks, J. A. (1999). *An Introduction to Multicultural Education (2nd ed.)*. Boston: Allyn and Bacon.
- Cajete, G. A. (1999). *Igniting the Sparkle: An Indigenous Science Education Model*. Skyand, N.C.: Kivaki Press.
- Cobern, W. W. & Loving, C. C. (2001). Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 50-67.
- Foerster, L. (1982). Moving from Ethnic Studies to Multicultural Education. *Urban Review*, 14(2), 121-26.
- Gibson, M. A. (1984). Approaches to Multicultural Education in the United States: Some Concepts and Assumptions. *Anthropology and Education Quarterly*, 15(1), 94-120.
- Kawagley, A. O., Norris-Tull, D. & Norris-Tull, R. A. (1998). The indigenous worldview of Yupiaq culture: Its scientific nature and relevance to the practice and teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 133–144.
- Kearney, M. (1984). *World view*. Novato, CA: Chandler & Sharp.
- Montgomery, D. C. & Runger, G. C. (2010). *Applied Statistics and Probability for Engineers*. New York: John Wiley and Sons.
- Stephens, Sidney. (2000). *Handbook for Culturally Responsive Science Curriculum*. Fairbanks: Alaska Native Knowledge Network.