

原住民科學教育計畫



十年回顧專刊



國立臺東大學

原住民族教育及社會發展研究中心



原住民科學教育計畫
十年回顧專刊

王前龍、林永盛、簡淑真、熊同鑫

主編

原住民科學教育計畫十年回顧專刊

目次

推薦序.....	I
前言.....	III
kuba-hosa-hupa：鄒族宇宙世界與鄒族教育學之建構 汪明輝 tibusungu'e vayayana	1
都會高中原住民專班之部落為本與探究導向學習的課程發展..... 沈淑敏	27
「人、山川、海洋」－海洋民族知識體系與科學探究 蔡慧敏、董恩慈 Syaman Lamuran	49
「人、山川、海洋」－原住民族知識體系為本的地理、環境教育與科學 探究能力之建構－子計畫四：建構虛實互動的原住民族地理環境知識數 位學習平台..... 王聖鐸	71
原住民文化融入國小數理領域之 CPS 行動學習、評鑑系統與師資培育－ 子計畫一、原住民國小數學課程之 CPS 行動學習發展與建置－以幾何為 例：歷程、回顧、感想與展望..... 趙貞怡	97
泰雅文化遇上能源科學與機器人的歷程、回顧、感想與展望..... 劉傳璽	123
原住民科學教育專題研究的歷程、回顧、感想與展望 劉遠楨、徐琳筑、謝宇勝	133
原住民科學教育與科普閱讀專題研究之歷程與展望..... 黃思華、李易駿	151
以原住民族文化檢視科學教育中學生學習及教師參與 郭東雄 Tjangkus pasaljaig 、林珈合	183
原住民族文化中的數學探詢與轉化－文化融入數學課程發展的歷程 徐偉民	205
「我的閱讀課－排灣族傳統生活中的科學」課程發展歷程與成效檢驗 陸怡琮	215

原住民族科學教育之我見、我思.....	施焜耀	243
以部落災害知識為主題的防災教育課程發展與設計研究	李馨慈 Tjuku Rujiljigaljig、王凱倫 Giyu · Tjauvalid、鄭清平	271
一個針對臺灣原住民孩童以雲端運算技術所建立的多媒體線上教育平台 在結核病預防教育上有顯著的效果.....	華國媛、林琬曼	289
以數學語言出發之泰雅民族課程設計與教師專業發展	陳嘉皇、楊晉民、魏士軒、博屋瑪國民小學全體師生	303
原住民文化融入國小四年級數學課程繪本電子書製作之行動研究：以賽 德克族為例.....	陳致澄	315
開發以布農族知識體系為本的中小學數理教材之研究歷程回顧、感想與 展望.....	秦爾聰、翁崧桓	343
原住民族學生在文化融入數學教材的閱讀與解題行為：以臺東土坂排灣 族學生為例.....	賴孟龍、徐偉民、張晉璋	361
臺灣原住民科學教育的回顧與展望	樂錯·祿璞峻岸、高慧蓮、周子琳、洪素蘋、陳雲雀	387
科學學習生態系統取向之原住民族永續發展教育課程、推廣與評量模式	謝百淇、顏瓊芬	413
繪本教學融入原鄉幼兒數學概念學習之實踐與省思.....	胡美智	429

推 薦 序

科技部以「創新、包容、永續」之願景，致力推升研究卓越、打底基礎研發能量、厚植臺灣科研人才資本，以創造科研價值，並回應社會需求，落實多元包容且均衡永續的社會效益。而「善用科技改變社會，以人為本」的理念，意味科技改變社會正在快速進行中，面對氣候變遷、地球暖化，UNESCO 倡議以原住民知識體系，連結當代科學家與政策制定者，由原住民族的世界觀，解決複雜的環境變遷問題，讓萬物以能永續發展。

科技部自 98 年起規劃推動補助「原住民科學教育計畫」，係本於基礎研究取向，由各項計畫選定研究理論和教學方法，透過設計課程與實徵研究，確認學理之適切性，並提升原住民族學生數理課程之學習成效。臺灣原住民族教育研究日益受到政府及相關單位的重視，科技部持續推動多年期的專題研究計畫，支持學術界投入原住民族科學和數學教育研究與成果推廣，至今年已有 12 年。自民國 106 年啟動的計畫，計有 13 所大學 21 項研究計畫參與，並設置計畫推動辦公室協助運作，計畫目標為「尊重原住民既有文化，提升原住民學童科學與數學之學習興趣與能力，發展以原住民知識體系為本的數理教育環境」。迄今各計畫與 62 所實驗學校建立合作關係，研究場域涵蓋都會與部落、幼兒園到高中，參與研究的對象包含原住民地區學生及都市原住民學生，發展理論與實務兼具的研究成果，未來可轉化提供原住民族實驗教育計畫學校或推動民族教育課程學校參考應用。

本次 10 年回顧專書，彙整參與原住民科學教育計畫研究團隊的代表性著作，呈現實徵研究成果以及分享執行計畫的田野歷程、經驗與建議等資訊，提供相關領域之研究者或社群教育夥伴們未來執行上之參考。本書付梓之際，謹向原住民科學教育計畫之各研究群及參與本書各篇作者們及有關工作同仁致上最高謝意，並向所有參與第一線之教學、研究工作者與單位一併致謝。

科技部人文及社會科學研究發展司司長

林明仁

前 言

科技部自民國 98 年開始推動原住民族科學教育專題計畫，至今已滿 12 年。民國 106 年 8 月開始執行的計畫，重要的目標之一是發展以原住民族知識體系為本的科學教育與數學教育，其意義在於以原民族知識體系，解析生活之中存有的科學和數學，研究團隊將生活事件轉化為教材與課程，提供學生習得生活之中可應用的傳統知識，本質上回應了 UNESCO 的永續發展行動。

UNESCO 在 2005 至 2014 年之間，執行聯合國教育永續發展 10 年計畫(UN Decade of ESD; Education Sustainable Development)，訂定透過教育平衡人類在環境整體 (environmental integrity)、經濟可能性 (economic viability)、和理想社會 (just society) 三個面向的行為，以能保有現在與未來世代的永續生存。環境的整體考量，如同聯合國里山倡議 (Satoyama Initiative) 所關注的人類與環境的關係，要能維持自然生態平衡狀態，讓萬物得以永續生存。經濟可能性關注一個經濟行為所連動的變化和影響。理想社會是提供萬物安居之地和免於苦痛。10 年的行動，ESD 計畫促動了教育 2030 的推展，聯合國展開了新的教育永續發展目標。2015 年底 UNESCO 在永續發展 2030 議程 (2030 Agenda for Sustainable Development)，提出透過 ESD 呼應 17 項 SDG，並於 2016 年 1 月正式啟動。2030 議程重視原住民族的賦權，包括：可受教育的權利、接受公平教育品質的機會，及原住民族參與 2030 議程有關原住民事務的執行。聯合國的宣言顯示當今世界原住民族的教育品質與參與教育事務面向，仍存有改善的空間。2030 議程的第 4 項目標:良質教育，倡議重視原住民族的教育權，保證獲得均等與公平的機會進入各級學校，並獲得與全體國民相等的教育品質。學校教育的內涵，則建議要從原住民族的教育思維，以在地和原住民族知識體系，提供適合的教育內容。

原住民族知識體系的世界觀，存有師法自然環境，尊天敬地和緬懷祖先的謙卑品格，取用自然資源的行為是以永續發展為考量。UNESCO 在自然科學面向，近年以在地與原住民知識體系 (local and indigenous knowledge systems; LINKS) 為優先，譬如：在 2017 年的報告《Local Knowledge, Global Goals》比較了西方科學與原住民知識的不同之處，倡議要以原住民知識體系，調整西方

科學的人與自然環境分離、學科知識切割、和缺乏跨領域等所造成的知識的不完整現象。在地與原住民族知識體系，呈現的是一種不易切割的完整知識體系；此完整體系對於氣候變遷、環境災難、和生物多樣性流失等面向，具有改善的貢獻。科學家與原住民族共同合作，地方提供了整體化資訊，科學家提供分析數據，可產出最佳的知識體，用於正確的決定。由此可知原住民族知識體系在當今全球議題扮演重要的角色，趨勢是以原住民族的世界觀，看見自然環境變化存在訊息，以適切的科學方法因應議題。

科技部補助的原住民族科學教育計畫（106 年至 110 年），以原住民族為主體的思維，探討發展符合原住民族學生學習需求的數理教育形式，提供學生良質的學習資源與環境，在原住民族世界觀的情境下，培育原住民族數理領域人才。106 年啟動的研究計畫，至 110 年 7 月底，總計 62 所中小學、131 個班級、241 位教師、及 2,256 位學生參與此計畫。辦理推廣活動（含教師研習與學術研討會）達 436 場次，參與人數近 12,000 人次。研究產出 36 種版本、489 單元，涵蓋數學、科學、民族文化、閱讀教材、美感、和體育等領域之教材，95% 的教材適用國小階段。各項教材兼具原住民族知識及文化回應教學，適合實施原住民族實驗教育計畫的國小參考使用。

參與本研究的各級學校學生族群，在民國 102 年至 106 年的計畫，包括泰雅族、排灣族、布農族、阿美族、魯凱族、雅美族（達悟族）、鄒族、和賽德克族。民國 106 年至 110 年的計畫，參與族群增加了太魯閣族。缺了以卑南族、賽夏族、邵族、噶瑪蘭族、撒奇萊雅族、拉阿魯哇族、或卡那卡那富族為對象的原住民族科學教育研究，有待後續研究補充之。多數計畫的教材及研究成果，可於原住民族科學教育平臺網站瀏覽下載。

本書集結科技部補助的 21 項原住民族科學教育計畫的研究成果，各計畫的研究理論依據包括：原住民族知識、原住民族教育主體性、文化回應教學、協作式問題解決、閱讀理解、環境正義、STEM、虛擬原鄉、永續發展、微觀發生論、民族數學、教師專業發展等。

「人、山川、海洋—原住民族知識體系為本的地理、環境教育與科學探究能力之建構」整合型計畫是以原住民族知識體系為本，發展課程與數位學習平台，四位計畫主持人，汪明輝分享了「kuba-hosa-hupa：鄒族宇宙世界與鄒族教

育學之建構」，傳遞鄒族民族教育體系的哲學及實踐之路。沈淑敏探討「都會高中原住民專班之部落為本與探究導向學習的課程發展」，透過部落為本的學習，鏈結了學生與所屬部落的原鄉關係。蔡慧敏與董恩慈以蘭嶼為基地，發表「「人、山川、海洋」－海洋民族知識體系與科學探究」，帶領讀者認識海洋民族的智慧與民族教育課程設計。王聖鐸的「「人、山川、海洋」－原住民族知識體系為本的地理、環境教育與科學探究能力之建構－子計畫四：建構虛實互動的原住民族地理環境知識數位學習平台」，在虛擬環境提供學生認識真實部落，習得原住民族環境知識。

整合型計畫的「原住民文化融入國小數理領域之 CPS 行動學習、評鑑系統與師資培育」，趙貞怡回顧十餘年的研究歷程，分享「原住民國小數學課程之 CPS 行動學習發展與建置－以幾何為例：歷程、回顧、感想與展望」，將研究原住民科學教育的經驗，真實的傳遞給讀者。劉傳璽敘寫了「泰雅文化遇上能源科學與機器人的歷程、回顧、感想與展望」，分享當代議題與原住民情境元素結合的研究經驗，培植學生問題解決的能力。劉遠楨以「原住民科學教育專題研究的 歷程、回顧、感想與展望」一文，描繪透過 Scratch 程式設計教學，學生發揮創意，提升學習自信的歷程。黃思華的「原住民科學教育與科普閱讀專題研究之歷程與展望」，呈現了結合原住民文化和學科領域的閱讀理解研究成果，激發學生的創造力，增進學生的學習表現。

整合型計畫的「以文化完形發展原住民族學童數理與閱讀教學模組暨建置數位學習平台之研究」，郭東雄發表「原住民科學教育與科普閱讀專題研究之歷程與展望」，分享排灣族水的知識用於提升師生地理知識的成果。徐偉民以「原住民族文化中的數學探詢與轉化－文化融入數學課程發展的歷程」一文，提供擬以文化融入數學課程發展者，理論與實務面向的參考。陸怡琮在「「我的閱讀課－排灣族傳統生活中的科學」課程發展歷程與成效檢驗」一文，說明文化回應科學文本發展歷程與實驗結果，論述閱讀理解策略的成效。施焜耀從「原住民族科學教育之我見、我思」談論結合原住民傳統智慧的生活科技教具研究及其效益。李馨慈團隊的「以部落災害知識為主題的防災教育課程發展與設計研究」，指出了制式教學的限制，建議了與部落合作的防災教育模式。

八項個別型計畫，華國媛的「一個針對臺灣原住民孩童以雲端運算技術所建立的多媒體線上教育平台在結核病預防教育上有顯著的效果」一文，發表線上平台對於預防醫學的效益。陳嘉煌研究團隊「以數學語言出發之泰雅民族課程設計與教師專業發展」一文，記載在博屋瑪國小的研究成果。陳致澄分享「原住民文化融入國小四年級數學課程繪本電子書製作之行動研究：以賽德克族為例」的研究發現，論證電子書提升了學生的學習興趣。秦爾聰團隊在「開發以布農族知識體系為本的中小學數理教材之研究歷程回顧、感想與展望」一文，呈現開發教材的成果。賴孟龍研究團隊以「原住民族學生在文化融入數學教材的閱讀與解題行為：以臺東土坂-排灣族學生為例」，呈現眼動型態檢視學生的作答歷程及意涵。樂錯·祿璞峻岸研究團隊，從「臺灣原住民科學教育的回顧與展望」的視角，提出提升原住民學生的科學學習興趣建言。謝百淇與顏瓊芬論述「科學學習生態系統取向之原住民族永續發展教育課程、推廣與評量模式」，提出結合社區、學校、博物館的永續發展教育課程建構模式。胡美智以「繪本教學融入原鄉幼兒數學概念學習之實踐與省思」，總結文化回應教學對於幼兒數學概念學習的效益。

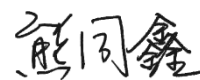
綜合各計畫的研究議題、參與對象、研究工具、研究方法、及研究結果等，可歸納為三大研究面向，分別是課程與教學、科技應用、和差異化學習。

- 一、課程與教學研究：研究聚焦於教材開發與教學應用。教材內容來源有：原住民傳說／傳統為本的教材編寫、當代原住民議題的教材編寫、原住民族知識體系為本的教材編寫。教材的形式以繪本、單元手冊、或教師手冊方式呈現。教材選用的語言有中文、英文、或族語，並有聲音檔可聆聽學族語。
- 二、科技應用於學習輔助：研究著重於學習資源的建置（雲端學習平台）、學習風格探討（眼動儀）、原住民族傳統知識庫的建立（GIS）、或 AR/VR 的建置。
- 三、學習者與學習輔助：因應不同類型參與研究者的學習需求，發展出以幼兒族語學習及認知發展為取向的繪本教學、以原住民地區小學生數理學習取向的行動載具探究活動、以都市原住民學生返鄉尋根為本的部落地理探索活動、培育民族教育教學所需師資的職前培訓模式、或提升在職教師原住民數理教育教學能力的推廣研習等。

本計畫的目的是透過實證研究，建立具備理論與實務的研究成果，提供現場教師與學生使用，增加學生對於學習科學／數學的興趣，展現良好學習表現，未來有意願投入科學（S）、科技（T）、工程（E）和數學（M）領域的學習，統稱 STEM 領域。參考教育部 107 至 109 學年度的「原住民族教育概況分析」，在「大專校院原住民學生就讀前 10 大學門人數」，前 3 大學門依序是「餐旅及民生服務」、「醫藥衛生（護理）」和「商業及管理」，占比近 50%；STEM 領域不在前 5 大學門之林。參照 10 大細學類資料，就讀 STEM 領域人數占比偏低，各年度就讀 STEM 領域人數，107 年以「資訊技術」的 596 人（占比 2.3%）最高、108 學年度是以「電機與電子工程」的 555 人（占比 2.2%）最高、109 學年度是就讀「電機與電子工程」的人數 581 最高（占比 2.2%）。相較於一般生就讀 STEM 領域總人數超過 15% 以上，原住民學生就讀 STEM 領域的人數比低了近 12%。提高原住民學生就讀大專校院 STEM 領域，培植原住民學生成為 STEM 專業人才，實為原住民科學教育重要工程。針對未來計畫建議，除涵蓋學前教育到高中階段的研究，可以深入探討影響原住民學生就讀高等教育 STEM 領域的因素，及促進原住民學生就讀高等教育 STEM 的方式，增加原住民 STEM 領域人才。

歷經十餘年與基地學校實施的田野研究，參與計畫的學者專家們，除了深耕於原本領域的課程與教學研究，長期的部落蹲點及與部落人士互動，從原本學科領域研究者，逐漸成為人類學研究取向的科學教育或數學教育，對於原住民學生學習因益發的了解，而轉趨保守的論述原住民學生學習特質。十餘年的專題研究計畫，不僅影響了現場老師、學生、或家長，研究者從長期研究累積對於原住民文化、語言、和傳統知識的認知理解，啟迪走入更深更精實的原住民科學教育研究。期許在現有研究基礎上，未來能逐漸擴展至更多族群的科學教育研究，培植具備 STEM 素養的人才，強化國力。

國立臺東大學幼兒教育學系教授
原住民族教育及社會發展研究中心主任



kuba-hosa-hupa：鄒族宇宙世界與鄒族 教育學之建構*

汪明輝

國立臺灣師範大學地理系副教授

【摘要】

身為鄒族一員，作者嘗試揭露鄒族之宇宙世界，他稱之為 kuba-hosa-hupa，係由三個鄒語關鍵詞組合而成，分別代表三個用來開啟、進入宇宙世界的三個向度空間的鎖鑰，三個空間即獨特社會文化族群主體、生活的土地領域空間，以及無形/形而上的神靈世界，三者彼此連結、相互建構成鄒族宇宙世界。hosa 為族人居住的部落社區，有中心或主要部落及周邊衛星部落，由各氏/家族家屋與祭屋組成。hupa 為周遭的傳統領域之山川土地，分配給部落各氏族供採集、農耕、狩獵、漁撈等生產方式以獲取生活所需，進而形塑土地成獨特之文化地景，孕育利用治理之生態智慧，建構人與地的緊密有機關係。Kuba 集會所，實為宇宙世界的核心，因為集會所為族群政治、軍事、教育訓練、宗教儀式中心場所，藉由會所的 mayasvi 儀式，族人以獨特語言樂舞與無形的神靈世界溝通對話而相連結，得以獲致身心靈滿足，從而獨特的鄒族社會文化得以存續發展。另一方面，作者認為 kuba-hosa-hupa 亦為鄒族知識生產、實踐及儲存空間，也正是教學活動空間，即以大地山林為學校，自然為學習對象與夥伴，教學即生活實踐，是為鄒族教育學之哲學根基，用以重建/構鄒族知識暨教育體系，並作為因應、抵抗當代持續進逼之國家與全球化殖民主義的解殖良方。

關鍵詞：原住民知識，振興教育學，解殖方法論，鄒族，宇宙世界

* 《Indigenous Knowledge in Taiwan and Beyond》（臺灣及其他地區原住民族知識論），第一期，2021，頁 35-54。新加坡：施普林格·自然出版集團。

I . Introduction: the problem and purpose

UNDRIP and Apologies from Governments

In 2007, the United Nations issued the Declaration on the Rights of Indigenous Peoples, hereinafter referred to as ‘UNDRIP’ (United Nations 2007)¹, which laid out the blueprints of collective rights of indigenous peoples around the globe. Unlike international laws or agreements, UNDRIP does not possess legally binding force, instead, it elevated the values of human rights for the UN’s member states to abide with meanwhile set out the ultimate pursuit on improving indigenous rights for the international indigenous societies. In terms of education rights, article 14.1 stated “**Indigenous peoples have the right to establish and control their educational systems and institutions providing education in their own languages, in a manner appropriate to their cultural methods of teaching and learning**”, article 13.1 pointed out “**Indigenous peoples have the right to revitalize, use, develop and transmit to future generations their histories, languages, oral traditions, philosophies, writing systems and literatures,**

and to designate and retain their own names for communities, places and persons”, and further indicated in article 8.1 “**Indigenous peoples and individuals have the right not to be subjected to forced assimilation or destruction of their culture, 2. States shall provide effective mechanisms for prevention of, and redress for:...(d) Any form of forced assimilation or integration**”. After the UN adopted UNDRIP, Prime Minister Kevin Rudd of Australia apologized to the “Stolen Generations” on 13th February in 2008, he said “For the pain, suffering and hurt of these Stolen Generations, their descendants and for their families left behind, we say sorry. To the mothers and the fathers, the brothers and the sisters, for the breaking up of families and communities, we say sorry. And for the indignity and degradation thus inflicted on a proud people and a proud culture, we say sorry.” (2008 Australia Government)²

Later that year, Prime Minister Stephen Harper of Canada issued an apology in Parliament Hill on 11th of June and apologized for government’s policy on Indian residential school systems and assimilation measures (2008 Government of

¹ The United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples (UNDRIP) was adopted by the General Assembly on Thursday, 13 September 2007. <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/declaration-on-the-rights-of-indigenous-peoples.html>

² 2008, Apology Transcript, Apology to Australia’s Indigenous peoples. <https://www.australia.gov.au/about-australia/our-country/our-people/apology-to-australias-indigenous-peoples>

Canada)³. Taiwan would have to wait until 2016 – the year President Tsai took office – for the government to officially apologized to indigenous peoples on 1st of August, National Indigenous Day (2016 Office of the President, ROC)⁴. Australia and Canada indeed has every reason to apologize for their policy decision on assimilation approach, because those policies have caused severe damages to indigenous languages, traditions and culture. In comparison with those two countries, apology of Taiwan's President is more comprehensive due to the fact that Tsai apologized to specific mistreatments e.g. writing history from the perspective of the dominant and leave out Indigenous Peoples, taking away our land by armed invasion, depriving our will to self-governance which accelerates the collapse of traditional social groups, denying our collective rights, failing to preserve culture and traditions, prohibiting the general public to speak their mother tongues, storing nuclear wastes on Orchid Island without gaining consent of the local Yami/Tao people, eroding the individual and collective identities of Pingpu(Plain Indigenous Peoples without state recognized status) ethnic group, taking no actions to implement Indigenous Basic Law, enlarging the gap between indigenous and non-in-

igenous groups...etc; Tsai's Apology includes the wrong doings by each regimes over the past 400 years, the time span is longer than both Australia and Canada. However, President Tsai had not clearly indicated the aftermath of education policy in the Apology as Minister Rudd and Minister Harper did, while the lost of languages and culture is in fact through means of assimilationist education. It would seem that education policy is the sole aspect uncovered in Tsai's Apology. (ibid.)

After officially apologized, President Tsai promised to solve the problems addressed in her apology, the implementations of Indigenous Basic Law have shed some lights on indigenous education and cultural heritage, yet the most influential measure is the establishment of Indigenous Historical Justice and Transitional Justice Committee which consists of 5 sub-committees working on history, culture, land, language and reconciliation aspects, the tasks of the Committee focuses on truth investigation on injustice policies in the past and bridging our people with the general public to reach reconciliation. Except for 'reconciliation', other 4 injustice aspects were carried out through education systems; we have not thoroughly examined 'education' within the scope of truth investigation and govern-

³ 2008, Statement of apology to former students of Indian Residential Schools. <https://www.aadnc-aandc.gc.ca/eng/1100100015644/1100100015649>

⁴ 2016, President Tsai apologizes to indigenous peoples on behalf of government. <https://english.president.gov.tw/Default.aspx>

ment's education policies seems not in accordance with the so-called 'transitional policy'. However, the revolution of education policy is to establish 'indigenous education system' as previously mentioned in UNDRIP article 14, perhaps this is the transitional justice on indigenous education policy.

The purpose of this research is through the viewpoint of transitional justice to firstly analyze government's implementation on indigenous educations and whether it meets the value standard of the United Nations, secondly to bring forth the indigenous pedagogy based on the knowledge of indigenous peoples and contribute to how indigenous peoples set up holistic education system. I belong to the cou peoples and has continuously taken concern in cou-related researches especially in areas of indigenous knowledge and transforming indigenous education; further, I identified myself as an activist scholar on national self-determination and autonomy movement. The article will base partly on my research experiences and results (Wang 2009-2013, 2014-17; vayayana 2017 Mandarin) of indigenous science, indigenous knowledge and educations over the last decade, and partly on some related research papers, such as community-based ecotourism through a small river ecological restoration movement of *saviki* community, which particularly emphasizes on the subjectivity of cou

community and the key role of traditional river ecological management knowledge over contemporary idea of ecological sustainability and on success of collectivist economy over individualist one (Wang/汪明輝 2010 Japanese); comparative studies on exploitative economic development and local sustainable development (Wang 2013); discussion on the purpose of traditional knowledge in the context of modern globalized daily life(Wang 2011); the necessity of post-disaster reconstruction in rebuilding local indigenous knowledge and culture, and the recognition of resilience and collective dynamic of community (Wang 2010 Mandarin); and, besides, exploring the problematic of re-coloniality and decolonizing methodology on recently prevailing digitalizing indigenous knowledge and e-learning (Wang 2012 Mandarin). Due to the growing of experimental schools, I attempt to broaden the methodology of reconstructing indigenous knowledge and develop the discourse of its ontology in order to shift the focus of education towards constructing indigenous pedagogy followed by the policy discourse over indigenous education system (Wang 2017; vayayana 2017; vayayana et al 2013).

This article explores on the legal framework of education, actual policy measures, the cou cosmology, knowledge system and pedagogy, the content also discusses the indigeneity and indigenous on

tology. As Burman (2016: 1) witnessing a small group of indigenous Aymara university students and intellectuals gather to discuss philosophical queries and concepts and to produce knowledge for a radical “indianization” of society and being, he puts it as a way of ontological disobedience towards the western ontology:

This is a space, ...not only for epistemic disobedience(Mignolo 209) but also for ontological disobedience in which historically subalternized beings and ontologically informed lifeworlds– “damnés realities”– are being unfolded and making themselves present through concrete and situated practices and conversations.”(Burman 2016: 1)

Thus we can dialectical-contrapuntally⁵ construct the indigenous ontology and epistemology, and, further, re/construct indigenous knowledge and pedagogy, plainly speaking this process is decolonizing and revitalizing pedagogy at the same time. For decolonizing, this article can be an echo from Taiwan to the Maori inspiring book of Decolonizing Methodologies (L.T. Smith 1999, 2010) and the theory of Kaupapa Maori (Smith 1997, 1998; Henare 1998). I

think Indigenous peoples need decolonizing pedagogy for fully decolonized in the long run, and also even the colonial government will need pedagogy for the oppressor (Bacon 2015) to free the imprisonment of the colonialism. As Bacon quoting Nelson Mandela, the former President of Republic of South Africa,

“I knew as well as I knew anything that the oppressor must be liberated just as surely as the oppressed, A man takes away another man’s freedom is a prisoner of hatred; he is locked behind the bars of prejudice and narrow-mindedness. I am not truly free if I am taking away someone’s freedom, just as surely as I am not free when my freedom is taken from me. The oppressed and the oppressor alike are robbed of their humanity.” (Mandela 1994: 625, cited from Bacon 2015: 226)
“dehumanization, which marks not only those whose humanity has been stolen, but also(though in different way) those who have stolen it, is a distortion of becoming more fully human.” (Paulo Freire 1970: 44, cited from Bacon 2015: 226)

⁵ here I combine dialectic and contrapuntal which is quoted from Said’s theory of Contrapuntal Reading or analysis, which he means reading a text “with an understanding of what is involved when an author shows, for instance, that a colonial sugar plantation is seen as important to the process of maintaining a particular style of life in England” and, particularly, is used in interpreting colonial texts, considering the perspectives of both the colonizer and the colonized, (Said, 1993: 66)

As McCarty and Lee (2014) “present critical culturally sustaining/revitalizing pedagogy as a necessary concept to understand and guide educational practices for Native American learners. Premising their discussion on the fundamental role of tribal sovereignty in Native American schooling,” they “underscore and extend lessons from Indigenous culturally based, culturally relevant, and culturally responsive schooling”...., McCarty and Lee argue that given the current linguistic, cultural, and educational realities of Native American communities, CSP (Culturally Sustaining Pedagogy) in these settings must also be understood as culturally revitalizing pedagogy.” (ibid., 101)

This article uses many characters from cou’s writing system, which has been operating for decades, basically the characters are in lowercase and they have approved by Ministry of Education and Council of Indigenous Peoples of Taiwan R.O.C., herein after in order to identified from English characters, they are presented in Italic form.

II. The Current Situation of the Transformation and Development of Indigenous Peoples Education in Taiwan

Since the new government inaugurated in 2016, it has set the policy goal of indigenous peoples education to construct an education system for indigenous peoples. It

is an epoch-making innovation and it seeks to end the long-standing colonial assimilation education. We need to examine the legal source basis and the actual policy measures before determine on the process of decolonization and construction. I will concentrate on the subjectivity of education, or accurately speaking, the position of indigenous peoples in the legal regulations, the process of making policy decisions, the indigenous knowledge and indigenous pedagogy included in the national curriculum.

Legal System of Indigenous Education

In UNDRIP, in addition to the aforementioned principles, article 15.1 stated **“Indigenous peoples have the right to the dignity and diversity of their cultures, traditions, histories and aspirations which shall be appropriately reflected in education and public information”**, the content from article 3 to 5 emphasizes on the right to self-determination and autonomy of indigenous peoples: article 3 **“Indigenous peoples have the right to self-determination. By virtue of that right they freely determine their political status and freely pursue their economic, social and cultural development”**; article 4 **“Indigenous peoples, in exercising their right to self-determination, have the right to autonomy or self-government in matters relating to their internal and lo-**

cal affairs, as well as ways and means for financing their autonomous functions” and article 5 **“Indigenous peoples have the right to maintain and strengthen their distinct political, legal, economic, social and cultural institutions, while retaining their right to participate fully, if they so choose, in the political, economic, social and cultural life of the State.”**

According to article 10 in Additional Articles of the **Constitution of The Republic of China (Office of the President, ROC. 2005)**, **“The State affirms cultural pluralism and shall actively preserve and foster the development of aboriginal languages and cultures. The State shall, in accordance with the will of the ethnic groups, safeguard the status and political participation of the aborigines. The State shall also guarantee and provide assistance and encouragement for aboriginal education, culture, transportation, water conservation, health and medical care, economic activity, land, and social welfare, measures for which shall be established by law.”** Therefore, the state government should protect and develop the indigenous language and culture through well-designated educational policy as indigenous peoples will, rather than ignoring the special educational condition of indigenous communities and the responsibilities of the government.

As mentioned above, by viewing the

Primary and Junior High School Act (PJHSA, Ministry of Education 2016), all students in Taiwan require compulsory education. The current national education has been extended from nine years to twelve years. Most important of all, all of the schools and students in indigenous areas are included.

According to the Article 1 of the **PJHSA**, which indicates that **“According to Article 158 of the Constitution of the Republic of China, primary and junior high school education is aimed at the moral, cognitive, physical, social, and aesthetic development of the citizens”** and in Article 2 **“Citizens between 6 and 15 years of age (hereafter referred to as ‘school-age citizens’) shall receive primary and junior high school education. Citizens older than school age who have not received primary and junior high school education shall receive supplementary education. Compulsory education and enrollment for school-age citizens shall be prescribed by law.”**

From the perspective of the indigenous people as being citizen in modern nation-state, firstly, **PJHSA** is the law source for compulsory education; secondly, **primary and junior high school education dominates and oppresses the possibility of education for indigenous peoples, and becomes education of assimilation.**

In Article 7 **“Primary and junior**

high school curricula shall be centered on providing an education nurturing national spirit and life, with the development of a wholesome body and mind as a further objective, and shall emphasize the continuity of education” (ibid.) – the ‘national spirit’ is referring to Han-Chinese culture rather than indigenous culture.

Article 8 stated “The central competent authority shall prescribe curricular guidelines and relevant implementation regulations of primary and junior high schools to serve as a guide for these schools’ planning and implementation of curriculum; schools may integrate social resources with the planning of curriculum to enrich teaching activities. The relevant regulations of the Senior High School Education Act shall apply to the research, development, and examination of the curricular guidelines of primary and junior high schools.” (ibid.) Apparently, the syllabuses and standards for evaluation are made and dominated by the states or specifically the Minister of Education instead of indigenous people’s will.

However, the **Indigenous Peoples Basic Law (IPBA)**, Council of Indigenous Peoples/原住民族委員會 (2018) passed in 2005 stated in Article 4 “The government shall guarantee the equal status and development of self-governance of indigenous peoples and implement indigenous peoples’ autonomy in accordance with

the will of indigenous peoples. The relevant issues shall be stipulated by laws”, (ibid.) and Article 7 “The government shall protect indigenous peoples’ rights to education by upholding the principles of versatility, equality, and reverence in accordance with the will of indigenous peoples. The relevant issues shall be stipulated by laws”, (ibid.) further in Article 10 “The government shall keep and maintain indigenous cultures, give guidance to the cultural industry and incubate professional talent.” (ibid.)

The **Education Act for Indigenous Peoples (EAIP)**, Ministry of Education/教育部 (2014) passed in 1999 was put into effect earlier than the Indigenous Peoples Basic Law. It is obvious that our societies are more likely to reach consensus on education for indigenous peoples. According to Article 2 “The indigenous peoples are the key concern of indigenous education. The government shall promote and develop indigenous education based on the spirit of diversity, equality, autonomy, and respect for indigenous peoples. Indigenous education shall have as its aims safeguarding each indigenous people’s dignity, ensuring the continued survival of each indigenous people, advancing each indigenous people’s well-being, and promoting each indigenous people’s sense of collective pride in their identity.” (ibid.), it declares the importance of the in-

digenous education. Nevertheless, what exactly is “indigenous education”? The definition can be found in Article 4 **“1. Indigenous education: A generic term referring to all general education and ethnic education for indigenous peoples. 2. General education: Education of a general nature provided to indigenous students according to their education needs. 3. Ethnic education: Traditional ethnic culture education provided to indigenous students based on the specific cultural characteristics of indigenous peoples”**. (ibid) The term ‘general education’ is not seen in other laws and regulations, and the content is exactly the aforementioned **PJHSA**; in other words, indigenous education includes national/general education and ethnic education. Still more, ‘indigenous schools’ refer to “schools established for indigenous peoples that focus on traditional ethnic culture education.” (ibid.) In Article 5, **“government at all levels shall adopt measures that actively support the efforts to ensure that Indigenous peoples receive equal opportunities for all types of education at all levels and establish an education system that meets the needs of indigenous peoples”** (ibid.), and **“governments at all levels may set up indigenous schools and/or indigenous classes at any level to improve the school attendance of indigenous students and to maintain their indigenous culture”** (ibid. Article

11), furthermore, **“Schools at senior high school level and below shall all provide ethnic education while indigenous students are enrolled there; when the indigenous student population within the school reaches a set number or proportion, an ethnic education resource classroom shall be set up for ethnic education and general academic counseling purposes”** (ibid. Article 14) and lastly, **“Public preschools, non-profit preschools, community and tribal cooperative education and care/educare service centers shall be widely established in indigenous peoples’ regions to provide opportunities for children of indigenous people to access educare services”** (ibid. Article 10). Of course, it also addresses the progress of the indigenous higher education, yet for the time being, it is excluded in this discussion.

In terms of curriculum, **“Educational institutions of all types at all levels shall adopt a multicultural perspective and incorporate the histories, cultures, and values of the various indigenous ethnicities in their school curricula and teaching materials, as appropriate to help promote mutual understanding and respect between different ethnic groups”** (ibid. Article 20), and **“Governments at all levels shall provide indigenous students at preschool elementary school and junior high school levels with opportunities to learn their respective ethnic languages,**

histories, and cultures” (article 21), which means “**educational institutions of all types at all levels shall respect the views of indigenous peoples and shall involve representatives with an indigenous identity in the associated planning and design process**” (ibid. Article 22).

Speaking of teacher qualification, in order to ensure the human resources of indigenous education teachers, on one hand, “**all universities with teacher preparation programs shall reserve a quota of places for indigenous students, and may provide full government sponsorships to such students on a quota-base or set up designated teacher-preparation classes, based on local government requirements for teachers of indigenous education**” (ibid. Article 23), and teachers “**shall have studied and be familiar with indigenous peoples’ culture or multi-cultural education courses to improve their professional teaching ability**” (ibid. Article 24); on the other hand, Article 25 proclaimed that “**indigenous elementary and junior high schools, indigenous classes, and indigenous key schools shall recruit teachers who have an indigenous identity to make up a set proportion of the fulltime teachers being recruited to fill the vacancies each year; within five years from when this amendment of the Act comes into force on May 7, 2013, the proportion of teachers with an indigenous identity shall**

not be permitted to be less than one-third of the teaching staff of any such school, or to comprise no less a proportion of the teaching staff than the proportion of the total student population of that school that its indigenous students comprise” (ibid.) which protects the job opportunities for indigenous teachers.

Moreover, in article 1 of **Regulations for school-based Experimental Education at Senior High School Level or Below** (Ministry of Education/教育部 2018) declared the purpose for this regulation is “**to encourage education innovation, implementation on school-based experimental education could ensure the right to education, expands the ways to receive educational and enhance the diversified development of education**” whereas in article 3 stated “**the practice of specific educational concepts mentioned in the preceding paragraph should be student-centered, respecting students’ diverse cultures, beliefs, and multiple intelligences, as well as curriculum, teaching, teaching materials, teaching methods, or assessment plans. And it aims to guide students’ adaptive learning and promote the development of diversified education.**” (ibid.)

The reality of Implementation on Indigenous Education

The content of Education Act for Indigenous Peoples is comparatively ad-

vanced, but we have to review the changes on indigenous education after enacting the Act – where structure of the courses and content under colonial assimilation has significantly altered, or has it developed correspondingly to principles on de-colonization and re/construction, or possibly an indigenous education system has been established. My observations are as follows:

1. Indigenous peoples’ right to self-determination and autonomy has not officially recognized and proposed.

Although the Constitution and the Indigenous Peoples Basic Law proclaimed that education should be based on the will of indigenous peoples, the Education Act has not included this in its contents, instead, the decision-making power of our peoples was replaced by the review panel and subjectivity of indigenous peoples was still excluded from the curriculum decision-making, even the ethnicity-based experimental school is led by non-indigenous school staffs which leaves indigenous peoples to passively participate or not participating at all in experimental schooling meant for them.

2. Indigenous education – as previously defined in the **PJHSA**– includes both general education or the national education and the ethnic education literally refer to the 1 hour Indigenous language course per 35 hours a week from 1st grade to 12th grade, the ratio is 35:1 and in

fact poorly proportioned; still this curriculum has been existing for the past decade or so, it needs reform, but it has not been adjusted at all. Apart from the proportional structure, the relationship between national and ethnic education are not parallel/collateral, but they should be more mutually and cooperatively connected in order to integrate into a system for indigenous education. Plainly speaking, not only should ethnic education have cultural sensitivity to teaching, the whole national education curriculum should also contain this cultural sensitivity for formulating courses and conducting teaching. Although the 12-year national education curriculum includes indigenous language classes, it is only one-hour per week. In indigenous townships, there will be 2 to 4 hours of flexible but courses in primary schools or secondary schools. Many schools currently have arranged ethnic/Indigenous language and cultural courses; however, this is not compulsory and may likely be used for teaching other ‘main subjects’ of national education such as Math or English, or due to the ideals of non-indigenous school principals and lack of indigenous teachers, the language course can easily be interrupted or suspended.

3. Teacher qualification and cultivation– although the **EAIP** mentioned teachers should take courses in indigenous culture

- or multiculturalism, there are no standardized procedures promulgated by government, and the teacher cultivation program on preschool, elementary school and middle school do not have equivalent program on indigenous education. Bluntly, the systems are independent from each other and work inconsistently.
4. There is no indigenous education system because schools at all level have only one-hour language class; ethnic school (民族學校) has not established; indigeneity-based experimental schools, whether kindergartens, elementary schools, junior high schools, or high schools, had not fallen in line with the concepts of ethnic education system such as the Paiwan tribe or peoples, on the contrary, the culture values have been arbitrarily chosen and experimented.
 5. The most important issue is the lack of profound indigenous knowledge and the structure of indigenous pedagogy as the theoretical basis for the constructing of indigenous education system. This area includes indigenous cosmology and education philosophy; many are cultural representations and even stereotypes, which often simplify or despise the knowledge and culture of indigenous peoples. Currently, the establishment of experimental education and/or the exploration of concept of indigenous culture and education are left for teachers of the experimental

schools to discover on their own, while this should be the responsibility of the central government agencies. Speaking of which, the Research Center for Indigenous Education was only set up last year (2017) and still not ready to operate.

The author considered the fifth point to be the most important, since the cosmology of Taiwan indigenous peoples are rarely studied, and it is until recently the researches on traditional knowledge has slowly increased, however, those discussions still cannot complete the overall knowledge system; more, researchers of Taiwan indigenous knowledge might also partake in research projects from Taiwan Indigenous Science Education Research Projects of Ministry of Technology and Science. The author is also the co-principal investigator of its integrated project, which the purpose is to help indigenous students at school to learn science like mathematics or physics effectively through innovated teaching methods, this project requires to co-work with indigenous elementary schools or middle schools, and is conducted by choosing one class to develop the suitable teaching method for science to indigenous students through action research, or undergoing teaching experiment by using a temporary teaching materials within a certain period of time, usually we perform the test before and after teaching to compare the testing scores and teaching effectiveness. In

recent years, some scholars found that this kind of researches serves the purpose for remedial education of the western scientific education and to prove once again that the so-called western scientific education, or knowledge, is inarguably superior and effective, and the indigenous knowledge and culture remains merely the research background instead of becoming the purpose of learning, studying and system-building – despite all the emphasis on culturally responsive teaching and culture sensitivity, which further causing indigenous knowledge to be random, fragmented and instant rather than shaping into totality and systematic.

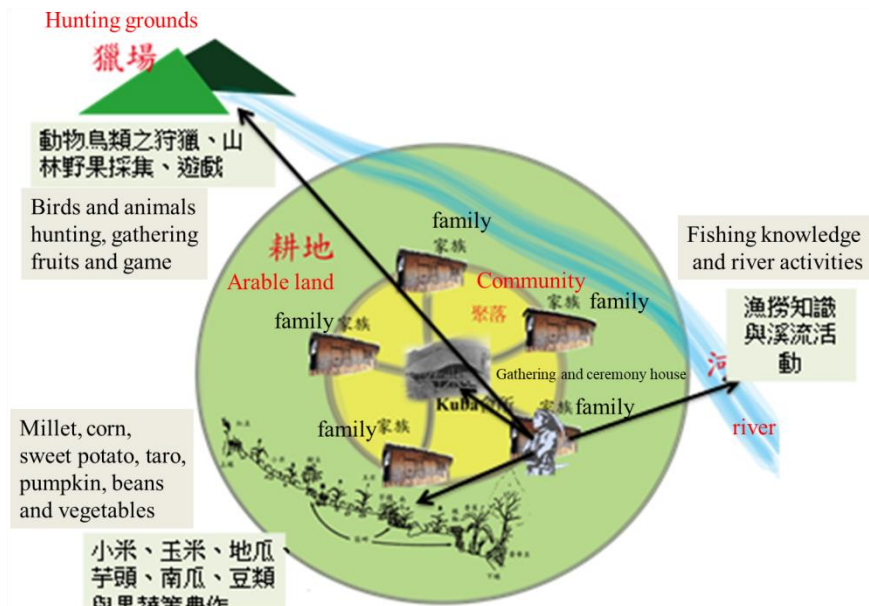
III. *kuba-hosa-hupa*: The cosmology and pedagogy of Cou Peoples

In cou's life world, the traditional indigenous territories (*hupa*) is governed by four sub-communities/tribes (*cono hosa*) of *tfuya*, *tapang#*, *luhtu*, *imucu*. Also, the four sub-tribes/communities each took their own community gathering and ceremony house (*kuba*) as the territory center (*hosa*) to manage up to ten of the small tribe (*le-nohi'u*) around it. Every *hosa* consists of several clans (*cono aemana*) or large family (*cono emoo*). Moreover, the *hosa* in the large community would establish taboo house (*emoo no peisia*, or ceremonial house) to connect the clans together, for

example, *emoo no peisia ta niahosa* is “the taboo/ceremonial house of *niahosa* clan/extended family. In *emoo no peisia*, clan's elders host the ritual of millet harvest (*homeyaya*) for enhancing the kinships between family members. They also invite each other for participating in the ritual from different clans and communities. In the year-end warriors' ritual (*mayasvi*) of *kuba*, the leader along with elders and members of clan would stand in front of the deity tree (*yono*) in surroundings of *hosa*, they dance in a circle and sing dignifiedly toward the Father God (*hamo*), along with god of war (*i'afafeoi*), god of house and god of stove. In *mayasvi*, every member re-positions his own role in social structure (tribes, kinship, families, gender, age and class.) To sum up, the living world of Cou consists of several fields. Firstly, the heaven deities who locate in supernatural spiritual spaces connect by the ritual *mayasvi* in the *kuba* with members of *hosa*. Secondly, the *emoo no peisia* of clans or households around the *kuba* comprise the *hosa* and community. And lastly, clans govern their common territory *hupa*. Based on these three elements, the structure has become *kuba-hosa-hupa* or cosmos of Cou. In the perspective of Cou living world, Cou peoples communicate with deities for norm in everyday life, and their souls (*piepia*) belong to the mountain (*hohc#b#*) after death. Furthermore, *kuba-hosa-hupa* integrates the

lifelong intergenerational education including body and mind, birth and death in Cou's education meaning. *Kuba-hosa-hupa* is the mean of Cou knowledge production, praxis and reservoir, and it includes rituals, norms, methods, skills, institutions of Cou's sociopolitical life. Also, *Kuba-hosa-hupa* refers to traditional ecological knowledge (such as

the notions of celestial, season, species in natural environment.) Finally, *Kuba-hosa-hupa* draws an analogy with library and living school for Cou, who learn in the *kuba* of community, *hupa* to outreaching nature and communicate with deities on the sky. *Kuba-hosa-hupa* is literally the interweaving process of living and learning.



(Wang 2017)

Image 1. The structures of teaching space in cou's living world

Kuba represents the supernatural and spirituality knowledge of gods, ghosts, and ritual of *hicu* (refer to both of Gods and ghosts). Besides those gods in heaven, there are others like god of lands (*ak'e maeoi*), goddess of millet (*ba'e ton'u*), god of rivers (*engohcu*), god of hunting (*hicu no emoukikiengi*), and so on. When facing these abstract/virtue beings, Cou people

devout themselves with awe and follow their instructions through ceremonies. Cou people believes they can only get reward then be fed up through cautiously live out every decent process when dealing their livelihood like gathering, farming, fishing and hunting. It is just as the old saying goes: Do one's level best and leave the rest to God's will.

On the other hand, Cou males join *kuba* in their childhood to learn to live in a group, also they have educational training there. It can be seen as traditional boarding school (females learn housekeeping and farming from elder females at home.). Except learning ceremonies of *kuba*, songs and moves of rituals, and the values and attitudes toward gods and ghosts, the most important trainings are the trainings of battling, courage, discipline, tactics, and leadership. Then, they should listen to the elders take turns in sharing myths and legends, stories of bravery in hunting and battles. And they should learn how to make tools of daily necessities, hunting traps, bows and knives, net bags, leather and leather clothes, also doing animal anatomy. Further, they should learn all kinds of knowledge of agriculture. *Kuba* becomes a learning group. Elders are aware in watching youngling's physical and mental developments and the shaping of their characters. In order to have younglings develop adaptively but lose their confidence, elders avoid taking actions as forcing them or hurting their self-esteem. Finally, the younglings become a holistic person who has the whole practical knowledge of living to build a family and is generous in sharing what he owns and helping others in the village/community with confidence, self-control, self-discipline, and bravery. This holistic can take on social responsibilities and become the true

and right Cou (*cou axlx*).

The teaching contents in kuba area bounding. Elders' repeatedly instructions, watching and practices and the wrestling battle trainings are the main. Outside the *kuba*, younglings follow their parents to their fields to learn farming, gathering, fishing and hunting. The learning process is from watching to assist to practice and to do it by self. This education means to make a holistic person in the end. (Figure 1.)

hosa is the treasure-house of Cou social culture and village traditional knowledge and wisdom. Every person starts life-long learning from their clan to village and then to the world of Cou. The knowing of village is from one's own family kinship to whole and every villages. *kuba* is the central of *hosa*. *hosa* connects the ritual houses of five clans nearby as a community. The central of every clan is the ritual house which connects homes (*emoo*), training house (*hufu*), barns (*ketbu*), bones shelves (*tvofsuya*), and even chicken or pig house (*po'ovnu*) of families surrounds or in other villages. Families, clans, and villages are the space bearing every kind of living skill, value of morality, and behavior standard (figure2). Younglings can be nursed and taught till they are fully grown.

Figure 1. *kuba* boarding teaching content

Teaching & learning content	
<ul style="list-style-type: none"> • knowing kinship in community and social group • discipline and obeying training • team spirit education • leadership training • body training and exercise • tactics and village defense • bravery training through wrestling battle • peer playing • value of social morality and taboos • dream analysis and traditional medical treatment • gender division of labor and gender taboos • character development • self-discipline, self-control and offering help to others • lessons of creation myth, origin of living beings and world view. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lessons of the history of migration, war and hunting • Name of landscapes • Language and songs • learning methods of every ceremonies and harmonies of every songs • learning methods of construction, agriculture, fishing, and hunting and the making and application of tools • Making of weapons (bows and knives) • Learning habits of preys, dismemberment and sharing of preys • Distinguishing edible animals and plants, medicine and poison • Learning astrology, meteorology and yearly lifestyle • Daily production practicing • Coming-of-age ceremony and survival in the wild alone

(Wang 2017)



Photo 1. *mayasvi* ceremony of cou village, *tapang#* (2016 photo by author)

Note: *kuba* is behind the circle. The tree aside which has been pruned as a ladder for gods is a red fruit fig tree. There is a fire pit at the central of ritual place. Families and genders fit its specific place in the circle as the reflection of social structures. Village leader is the head followed by elders and youth of every clan. The last part is female group.

Figure 2. Value standard list of traditional education in cou

positive value	negative value
<i>tasso</i> Strong	<i>mom'ene</i> Begging a lot
<i>keutiha</i> Fearless	<i>kiala</i> Stingy
<i>mealu</i> Generosity	<i>lue'amamza/lue'amamia</i> Lazy
<i>tmayezoyu</i> Obeying	<i>loete'e</i> Not fit
<i>tvaezoya</i> Hardworking	<i>'iangici</i> Crying a lot
<i>luaeveica</i> Perseverance	<i>pak'i</i> Evil
<i>mau'totohungu</i> Smart	<i>coeke</i> Lustful
<i>bocbochio</i> Knowing a lot	<i>anpɛnpɛ</i> Flippant
<i>ma'tutus'u</i> Clear thinking	<i>'ohatmalu</i> Rebellious
<i>tatontone</i> Rich in knowledge	<i>thokeainɛ</i> Stealing a lot
<i>mateolu</i> Sharp eyes	<i>leoknuyu</i> Liar
<i>mateno</i> Precisely shooting	<i>totpiey</i> Faking
<i>peisyayokyo</i> Quickness	<i>meo'eo</i> Stealing
<i>ɛtyɛ</i> Tough	<i>peispopoha'o</i> Lumbering
<i>maemayo</i> Good at Hunting	<i>mahtuyaesi</i> Boasting
<i>suyaemi</i> Bless by God of hunting	<i>potfɛngɛ</i> Making fun of others
<i>yɛlɛlɛ</i> Healthy	<i>bitano</i> Arrogant
<i>tmuseolɛ</i> Good singer	<i>maata'e</i> Showing off
<i>moengɛ</i> Beautiful voice	<i>mngai</i> Ineloquent
<i>memealɛɛsɛsvɛsvɛɛ</i> Eloquent	<i>masmoyo</i> Timid
<i>einu</i> Cherishing and friendly	<i>ngoheɛngɛ</i> Cowardly
<i>meemzo</i> Sharing generously	<i>nongonogno</i> Dumb
	<i>longkeckece</i> Ignorance
	<i>ti'eingi</i> Invade and occupy

(Wang 2017)

hupa is the traditional realm which last for generations. There are many kinds of resources in the wild nature. Cou provide their lively needed by gathering, farming, hunting, and fishing in a distributive governance and sustainable way. In the view of nowadays education, the mountains and rivers in *hupa* is just as the [forest elementary school] for Cou younglings. However, it is not artificial forest or landscape. Even more, there are no so called formal school space, teacher and textbook. Gathering re-

sources is not reforming nature, it is a positive way to maintain the nature as untamed and prime. Under this situation, the resources can be sustainable. And only doing that, Cou people can live a sustainable life by sustainable use and sustainable governance. And it is the very value of sustainable nature which becomes the methods and goal of traditional education. That is to educate younglings not to reform or destroy nature for the sacrifice of the living of human beings. And tell them to learn from the nature,

be one of the natures. The nature is the object to learn from also a partner to learn with. In this vast living forest school, one can truly experience and practice the nature. Experiencing nature by seeing, listening, smelling, tasting, touching, feeling, sensing, and imaging; meanwhile, making toys out of the specific animal or plants in the nature. By practicing those activities, younglings are moving their every inch of muscle and training their imagination. They can also play many games and challenges like

climbing trees, gathering berries, setting bird traps, swimming, playing bamboo guns, playing children bows, spinning top, playing bamboo pipe, and so on. There is no books and pictures, but the contents of learning from the nature are way more than the content of any textbook can give. Learning is by true experiences instead of memorizing standard answer and examinations. The level of the handling of the knowledge is directly reflected from their later working production and life wellness.

Figure 3. List of Nature Partners in Natural Learning

<i>mazozom#</i> Birds	<i>ceoyu</i> Bees	<i>yuansou</i> Beasts	<i>yosku</i> Fishes	<i>haengu</i> Miscanthus
<i>oazm#/oaimu</i> 'ei (Gray-cheeked fulvetta)	<i>Teongo</i> (honey bee)	<i>voyu</i> (flying squirrel)	<i>yoskuaulu</i> (Taiwan shov-eljaw carp)	(different names)
<i>kuisnilu/pofngu</i>	<i>ngei no hicu</i>	<i>nghou</i> (Taiwanese macaque)	<i>czou/ciou</i>	<i>cuhu</i> (bamboo shoot)
<i>pipicou</i>	<i>hohcongyu no</i>	<i>mituhaci</i>	<i>copi</i> (Pulin river loach)	<i>haengu</i>
<i>fcici</i>	<i>-hof'oya</i>	<i>kutipa</i> (Siberian flying squirrel)	<i>tfun'u</i>	<i>peohaengu</i>
<i>lonkuyai</i>	<i>hohzu/hohiu-tacvo'hi</i>	<i>kuhku</i> (fox)	<i>tfieci</i> (catfish)	<i>hipo</i> (miscanthus)
<i>tmu'eosu</i>	<i>hohzu/hohiu-faf'ohu</i>	<i>tei'i</i>	<i>tungeoza</i> (eel)	<i>esm#</i> (dried miscanthus)
<i>pisu</i> (Chinese hwamei)	<i>ceoyu</i> (hornet)	<i>thoaceka</i>	<i>'eou</i> (Sharp-jaw barbel)	<i>ngocngi</i> (miscanthus flower)
<i>feoc'u</i> (Muller's barbet)	<i>no sngucu</i>	<i>puktu</i> (squirrel)	<i>sukas#</i> (Holland's crap)	(usage)
<i>kea'ciu</i>	<i>ceoyuno- longku</i>	<i>mea'hisi</i>	<i>yoskumakaci</i>	<i>fa'a</i> (to eat bamboo shoot)
<i>siopcoc#</i> (black bulbul)	<i>tamahua#</i>	(masked palm civet)	<i>phoi</i>	<i>ya'eoza</i>
<i>puku</i> (collared scops-owl)	<i>veiyo</i>	<i>ta'cu</i> (barking deer)	<i>yongo</i> (crab)	<i>imachumu</i> (liquid)
<i>pi'eo</i>	<i>kukti</i>	<i>moatu'nu</i> (goat)	<i>kos'oza</i> (shrimp)	<i>veingi</i> (torch for lighting)
<i>petako</i> (light-vented bulbul)	<i>beongo</i>	<i>fuzu</i> (boar)	<i>snoo</i> (otter)	<i>epsups#</i> (exorcism blessing ceremony)
<i>'cii</i>	<i>humsuya</i>	<i>'ua</i> (Formosan sambar)	<i>no'eoza</i> (water snake)	<i>su'tu</i> (give sacrifice to the land god)
<i>veho</i>	<i>humsuya- no'ue</i>	<i>cmoi</i> (bear)		<i>vom#</i> (millet ceremony, nutting grass means life of family member)
<i>pnoi</i>				
<i>keakya</i>				
<i>tfua'a</i> (crow)				
<i>sh'eo</i> (bamboo partridge)				
<i>toevosu</i> (Swinhoe's Pheasant)				
<i>koio</i> (eagle)				
<i>yh'pu</i>				

<i>mazozom#</i> Birds	<i>ceoyu</i> Bees	<i>yuansou</i> Beasts	<i>yosku</i> Fishes	<i>haengu</i> Miscanthus
<i>ftuftu</i> (Mikado pheasant) <i>kaangi</i> (raptor)				<i>tomohva</i> (marking as preemptive right) <i>sofu</i> (rooftop) <i>yu'pu</i> (wall) <i>si'ngi</i> (Broom) <i>teezo</i> (harpoon) <i>feufeu</i> (miscanthus arrow)

(Wang 2017)

Figure 4. List of Learning Objects collected and played by Cou children

Making of toys and tools – physical and body training	Collecting berries and plants – experiencing the 5 senses⁶	Medicinal Plants
<i>ploko</i> (Fireworks) <i>plici</i> (Bamboo toy gun) <i>sibuka</i> (arrow and bow) <i>pobaku</i> (arrow and bow) <i>pacingko</i> (Slingshot) <i>h'oepona</i> (Trap for capturing bird) <i>fsuyu no tu'su</i> <i>feufeu</i> (Thatched arrow) <i>tavacicy</i> <i>yupeoesa</i> <i>yusunu</i> (Top spinning) <i>euvuvu</i> (Bagpipes) <i>cum#</i> <i>yuhnguzu</i> (Swimming) <i>yaayongo</i> (Grabingcrab) <i>toalungu</i> (Fishing) <i>tufngi</i> (spearing shrimp at night) <i>mamtezoym</i> (spearing fish during daytime) <i>teezo</i> <i>cohu</i> <i>yancu</i> <i>tif'uf'ucibvn#</i>	<i>taumu/zocfu</i> (Strawberry) <i>taumuengohcu</i> <i>tahzucu/tahiucu</i> (Mulberry) <i>etuu</i> (Taiwan Loquat) <i>kaituon#</i> <i>kupia</i> <i>fsoi</i> <i>yabku</i> <i>ancuyu</i> <i>tbuko</i> <i>tokkeiso</i> (passion fruit) <i>pono</i> <i>lahumh#mia</i> <i>h#ngh#ma</i> <i>thovuyucu</i> <i>cnguhu</i> <i>veio</i> <i>beahcitocum#</i> <i>fng#hyo</i> <i>beiyahng#</i> <i>tavacicy</i>	<i>otofnana</i> (Poison ivy) <i>'eu</i> (varnish tree) <i>feisi</i> <i>piho</i> (Stinging Nettle) <i>cohu</i> <i>teezo</i> <i>yangcu</i> (Rattan) <i>evic'oeha</i>

(Wang 2017)

⁶ eyes for seeing, hands for touching& doing, body (tactile organ) for feeling and sensing, nose for smelling, mouth/tongue for tasting, and brain/mind for thinking and imaging.

IV. Concluding remark

This article reviews the context of colonial assimilation education policy in Taiwan and the implementation of indigenous education system by the new government wishing to realize transitional justice, in order to discuss the legitimacy of establishing indigenous education system: first, the article defines the meaning and nature of indigenous education system in comparison with international conventions, Taiwan's Constitution and education laws and regulations, then to demonstrate the contents and viewpoints of our actual policy measures which contradict with the legal framework and apparently there's no consensus on the actual meaning of the Indigenous Education System for whether it includes both the General/citizen education (一般教育) and ethnic/tribal education (民族教育) or just the latter. Each way will lead to a totally different policy which still needs to be clarified. Secondly, by using cou peoples as example, this paper examines cou's traditional cosmos and the knowledge systems lies within, the way to construct cou peoples' pedagogy, and the implication of cou peoples or Taiwan indigenous peoples education systems which the author emphasized more on the later mentioned aspects.

The overall traditional education system of the cou *kuba-hosa-hupa* is a holistic education contains a complete system of

knowledge and language which integrates and communicates with people and lives in the world, also, it is a lifetime education for each individuals and intergeneration as it advocates physical exercise and spiritual ethics and covers cultivation and education of both body, mind and soul/spirituality; moreover, the clan/extended family houses, gathering house as the territory centers in tribal communities, land, rivers, forests and hunting fields are where people practice, produce and store knowledge. The nature itself is the school, and the elders are teachers, both carry out the philosophy of 'living and learning' with the nature and become part of it. Learning nature's way, nature becomes the teaching and learning partner; both the teachers and students have the inter-subjectivity relations and can learn from practice.

The contemporary westernization and modernization school education systems actually cut off the organic connection between Cou people and their living world, treating nature and land as property objects or trading commodities, and gradually confining humanity into the metropolitan space and capitalism merchandises instead of natural environment. Therefore, rebuilding ethnic relationship between man and nature and sustainable conservation of the natural environment would form a new educational value. If the national education system is still difficult to transform, at least we can

begin with transforming the indigenous pedagogy/education systems along with the teaching methods, the Cou educational system/cou *kuba-hosa-hupa* pedagogy contribute as a model and founding ground for future developments of Taiwan Indigenous education system.

V. References

- Australia Government
2008 Apology Transcript, Apology to Australia's Indigenous peoples.
<https://www.australia.gov.au/about-australia/our-country/our-people/apology-to-australias-indigenous-peoples>
- Bacon, Chris K
2015 A Pedagogy for the Oppressor: Re-envisioning Freire and Critical Pedagogy in Contexts of Privilege, in M. Kappen, M.S. Selvaraj, S.T. Baskaran (eds.) *Revisoning Paradigms: Essays in Honour of David Selvaraj*, pp.226-237. Bangalore, India: Visthar.
- Burman, A.
2016 "Damnés Realities and Ontological Disobedience: Notes on the Coloniality of Reality in Higher Education in the Bolivian Andes and Beyond". In R. Grosfoguel, E. Rosen Velasquez, & R. D. Hernandez (eds.) *Decolonizing the Westernized University: Interventions in Philosophy of Education from Within and Without*. Lanham, MD: Rowman & Littlefield/Lexington Books, pp. 71-94.
- Council of Indigenous Peoples (CIP, 原住民族委員會)
2018 The Indigenous Peoples Basic Laws.
<https://law.moj.gov.tw/Eng/index.aspx>
- Freire, Paulo (Trans. Myra Bergman Ramos) 1970 *Pedagogy of the Oppressed*, New York: Continuum.
- Government of Canada
2008 Statement of apology to former students of Indian Residential Schools.
<https://www.aadnc-aandc.gc.ca/eng/1100100015644/1100100015649>
- Henare, M.
1998 Kaupapa Maori: towards a pedagogy of cultural transmission through business and management education, paper presented in International Conference and Workshop on the Adult Education of Indigenous Peoples, at NTNU, Taipei, Taiwan, 1998, April.
- Mandela, N.
2008 *Long Walk to Freedom, The Autobiography of Nelson Mandela*, Little, Brown.
- Mccarty T. L. & T. S. Lee
2014 Critical Culturally Sustaining/ Revitalizing Pedagogy and Indigenous Education Sovereignty. *Harvard Educational Review* Vol. 84 No. 1, PP. 101-124.
- Ministry of Education (教育部)
2014 Education Act for Indigenous Peo-

- ples, Laws and regulations database of The Republic of China.
<https://law.moj.gov.tw/Eng/index.aspx>
- 2016 Primary and Junior High School Act, Laws and regulations database of The Republic of China.
<https://law.moj.gov.tw/Eng/index.aspx>
- 2018 Regulations for school-based Experimental Education at Senior High School Level or Below. Laws and regulations database of The Republic of China.
<https://law.moj.gov.tw/Eng/index.aspx>
- Mignolo, Walter.
2009. "Epistemic Disobedience, Independent Thought and De-Colonial Freedom." *Theory, Culture & Society* 26 (7-8): 1-23.
- Office of the President, ROC (總統府)
- 2005 Additional Articles of the Constitution of the Republic of China, Laws and regulations database of The Republic of China.
<https://law.moj.gov.tw/Eng/index.aspx>
- Office of President, Republic of China (Taiwan)
- 2016 President Tsai apologizes to indigenous peoples on behalf of government.
<https://english.gov.tw/Default.aspx>
- vayayana, tibusungu'e
- 2017 Native Science and Indigenous Community Development: Bridging Indigenous knowledge systems and science education for the younger generations of three tribal communities- Cou, Tayal and Tau, paper presented at 5th International Colloquium Heritage and Rights of Indigenous Peoples, Leiden University, Holland.
- vayayana, tibusungu'e , S. L. Young & L. L. Shu.
- 2013 Building Indigenous Knowledge-based Ecopedagogy for Environmental Education - A Case Study on the Tayal Peoples in Hsinchu Area, paper presented at 2013 International Workshop on Indigenous People's Science Education, National Pingtung University of Education, Taiwan.
- Wang, M. H.
- 2011 Beyond the scope of science: Global Repositioning the Indigenous Knowledge, case of Indigenous Tayal Environmental Science Education, Methodology and Epistemology, paper presented at 2013 International Workshop on Indigenous People's Science Education, National Science Council, Taiwan.
- 2013 Indigenous Struggle for River Governance: Reconciling Traditional Ecological Wisdom with Modern State's Management, A Case of Tayal Peoples in Northern Taiwan, paper presented at Kyoto Regional Conference of the International Geographical Union, Kyo-

- to, Japan.
- 2016 Decolonization through indigenizing the geographical education: A Case from Taiwan Indigenous Cou peoples, paper presented at The Association of American Geographers 2016 Annual Meeting, San Francisco, USA.
- 汪明輝(Trans. Japanese)
- 2010 Self-reliance through Ecotourism: story of a small river, tanayiku, (Chapt 8) in Eguchi Nobukiyo & Fujimaki Masami eds., *The Socially Deprived and the Self-reliance through Tourism*, pp:147-183. Tokyo: Akashi Bookstore. 〈エコツーリズムによる自立—台湾阿里山郷達娜伊谷溪での経験〉, 江口信清、藤卷正己(編著)《貧困の超克とツーリズム》, 東京: 明石書店。
- Wang, M. H. 汪明輝 (in Mandarin)
- 2010 Mainstream Knowledge VS. Branch Knowledge: Options for the Reconstruction of Cou Peoples after Disaster, Paper presented in 4th Culture Forum of Tsai Ray Yue Dance Festival, Taipei, Taiwan. 〈河川主流與支流知識之間：鄒族重建的選擇題〉, 第四屆蔡瑞月舞蹈節文化論壇「主流與支流的會流—災後的文化再生」論文。
- 2011 Taiwan Indigenous Peoples Knowledge and Its Modern Implication, Paper presented in Taiwan Ecological Studies Association 5th Conference on Environment, Taichung, Taiwan. 〈台灣原住民族生態知識及其現代意涵〉, 台灣生態學會主辦「第五屆環境論文研討會」, 2011年10月2日。
- 2012 Questioning on methodologies of Digitalization and Archive of Indigenous Knowledge, in Wang et al eds., *Paper Collection of Symposium on Taiwan Indigenous Peoples' Knowledge and Cultural Digitalization and Archives*, Ping-Tung: Indigenous Culture Park Administrative Bureau at Indigenous Peoples' Council of Administration Yuan 〈原住民族知識數位化與典藏之方法論問題〉, 汪明輝等編著《2010 台灣原住民族知識與文化數位典藏研討會論文集》, 屏東: 行政院原住民族委員會文化園區。
- 2009-13 *Research on Scientific Education, Curriculum Development and Teaching Practices of Indigenous Peoples, In Collaboration with Cienshi and Ufeng Township at Shinchu County, Taiwan*. (Research Project and Report, PI) 「原住民族科學教育、課程發展與教學實施之研究——以新竹縣尖石鄉及五峰鄉為合作對象」(國科會, 主持人)。
- 2013-17 *Fishes, Mountain and Rivers, and Ocean—Research on Indigenous Science Knowledge and Environmental Pedagogy Building: a Case of Alishan Cou Peoples*. (Research Project and

Report, PI)「魚、山川、海洋」－原住民科學知識與環境教學法模式之探討與建構研究：以阿里山鄒族為例」（國科會，主持人）。

2017 Science Philosophy: a preliminary studies of Indigenous cou's *kuba-hosa-hupa* Pedagogy, Indigenous Science weekly. The Weekly News of the Indigenous Science Education Research.Pp, 1-9. 〈科學哲學：Kuba-hosa-hupa 鄒族教育學初探〉，《原住民科學教育研究週訊》，頁 1-9。

United Nations

2007 United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples.

<https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/declaration-on-the-rights-of-indigenous-peoples.html>

Said, Edward W.

1993 *Culture and Imperialism*, London: Vintage.

Smith, G. H.

1997 *The Development of Kaupapa Maori: Theory and Praxis*. Phd. Thesis, The University of Aukland.

Smith, L. T.

1999 *Decolonizing Methodologies: research and indigenous peoples*. London and New York: Zed Books Ltd.

kuba-hosa-hupa a preliminary exploration of Taiwan Indigenous cou's cosmology and pedagogy*

tibusungu'e vayayana/ Ming Huey Wang
Associate Professor, National Taiwan Normal University

Abstract

As an Indigenous cou person, the author attempts to reveal the cosmology of life world of cou (tsou, human) peoples, which he called *kuba-hosa-hupa*. These words of cou language are the very keys to entering into their cosmos at three levels or spaces, these are the unique socio-cultural community as the subject being, the land or territory as the living space, and the invisible world of spirituality. These three spaces are different in nature but inseparable and mutually including and constructing, organically connecting and spiritually integrating in time. *Kuba*, or gathering house in core village, is the operation center for political, military, education, cultural, and ceremonial activities. Through ceremony of *mayasvi* or war rituals in *kuba*, human community become unified, thus *kuba* becomes a linking node to the *hamo* God or invisible world of spirituality; *hosa*, is the core or main settlement, and affiliated satellite settlements are hierarchically scattered around, and *hosa* consists of *kuba* as center and clans' living houses with its taboo houses around. Through the ceremony of millet harvest rituals in *hosa*, mutual relation of co-existing clans can be strengthening and sustaining. *Hupa*, is the traditional territory for housing, cultivating, fishing, hunting and gathering, hence to keep nourishing, stimulating and vitalizing the *hosa* community. And also *hupa* become the home place that peoples' identity attached to and rooted in. From the other side, the author also sees *kuba-hosa-hupa* as spaces for producing, creating, practicing and preserving cou's knowledge, and as spaces for teaching and learning, in which lands are the schools, nature is the learning mate, and learning is doing and living, and vice versa. Thus *kuba-hosa-hupa* is a philosophical base for re/constructing cou's knowledge system, for re/building holistic education for fulfilling body-mind-soul of both individuals and collectives, and ultimately, for an indigenous cou decolonizing and revitalizing pedagogy.

Keywords: Indigenous knowledge, revitalizing pedagogy, decolonizing methodology, cou peoples, cosmology.

* tibusungu'e vayayana (Ming-huey Wang). *kuba-hosa-hupa: A Preliminary Exploration of Taiwan Indigenous Cou Cosmology and Pedagogy*. *Sinophone and Taiwan Studies (Volume 1) Indigenous Knowledge in Taiwan and Beyond*. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2021: Vol (1), 35-54.

都會高中原住民專班之部落為本與 探究導向學習的課程發展

沈淑敏

國立臺灣師範大學地理學系副教授

【 摘 要 】

都會地區學校在開發原住民族教育課程時，須面對文化學習情境不易建構、學生族群多元等課題。本研究在 106-109 學年度與新北市樹林高中原住民專班師生合作，進行課程研發，研究方法包括：學生成果作品內容分析、學習回饋表分析、課堂觀課、學生與教師訪談等。經過四年實驗教學與滾動式修正，發展出「部落與我」課程（名稱暫訂），以「部落」為主題，以「部落為本學習」和「探究導向學習」為模式，學習成果設定為完成一件展現再認識自己部落的作品（如部落摺頁）。學生透過由親而疏（自己→家族→部落）、由近而遠（樹中校園→鹿角溪人工濕地→崁津部落）學習單元的逐步引導，均可完成兼具知性與感性的作品。7 位合作教師也相當肯定 12 個頗具原創性的學習單元，為學生搭建了良好的學習鷹架。學生在探究自己部落的過程中，不但習得項多技能，對部落的關懷之情油然而生，與部落連結均明顯增強，所產生的成就感與自信心更遠超過預期。此外，本課程具有統整課程性質，並架構於學科大概念之上，各學習單元可獨立運作，很容易轉化至普通班級進行教學。研究者在此跨文化課程發展過程中，也得以反思兩種世界觀之知識體系的互補性，而獲益良多。

關鍵詞：都市原住民學生、部落為本學習、部落連結、探究導向學習、空間思考

壹、前言

臺灣原住民族的生活方式與環境，在過去百年間發生巨大的改變。從原住民族知識傳承角度來看，國民（義務）教育將所有孩童納入主流社會的學校教育系統，又自 1960 年代以來，約半數的原住民為了尋求工作機會、求學等因素而居住在都會地區。可以想見定居於都市的原住民家庭，其第二代、第三代子女多是在與原鄉截然不同的生活環境成長與接受教育（本文以下稱都市原住民學生）。都市原住民學生遠離了自然環境、鄉村生活，相對於仍在原鄉生活的學童，更疏離了族群文化，不但失去了在傳統領域潛移默化的學習機會，甚至可能對自己的部落和環境感到陌生，更遑論習得原住民族知識（indigenous knowledge, 包含原住民族科學 native sciences, indigenous sciences）。都市原住民與原鄉部落連結程度隨世代而遞減的狀況，是文化傳承的莫大隱憂（陳枝烈，1996, 2002；劉嘉千，2015）。

近年來原住民族教育議題愈受重視，包含對原住民族知識體系與原住民族科學的反思，但都會地區學校在開發課程時，必須面對文化學習情境不易建構、學生族群多元等課題。因此本研究主要目的在探討「為都市原住民高中生開發增進部落連結與提升探究實作能力之課程的可行作法與關鍵因素」。本文聚焦回應的問題是：如何在族群多元又遠離部落的都會學校，實踐「文化回應學習」或「地方本位學習」？最後也會建議將本研究開發的課程或學習單元，轉化用於普通班級教學的可能方法。

本研究採個案研究法，聚焦於夥伴學校新北市立樹林高中第 10 至 13 屆原住民專班（以下簡稱原專班），自 2017 年 9 月至 2021 年 5 月所進行的實驗教學。研究方法主要包含：學生成果作品內容分析、學習回饋表分析、個別訪談、課堂觀課、教師訪談等，包含在 2021 年 5 月合作教師所做的總回顧，不過本文僅以幾則原專班師生訪談回應為證。主要合作教師 7 位，都有豐富的原住民專班教學經驗。2 位直接參與課程設計與授課的教師，分別任教地理科、生物科，均長期致力於環境教育；4 位諮詢教師為現任或曾任原專班的導師（國文科 2 位、公民科 1 位、數學科 1 位）；1 位原專班創班的文化教師為阿美族文化工作者，熟悉北部多個都市河岸部落，也長期協助族語認證工作。

貳、課程發展背景與學生特質

課程開發首先須確認「為誰而教？為何而學？」，有必要從原住民族教育精神和都市原住民高中生的需求，擬定課程目標與課程架構。本節非常簡要的回顧原住民族知識（含原住民族科學）整全觀（holism）的特性，並比較其與主流知識體系的異同；其次檢視十二年國教 108 課綱核心素養與學習領域內涵與原住民族教育議題；最後說明夥伴學校樹林高中原專班的既有課程架構與學生特性。

一、原住民族知識的特性

在本文中「知識」（knowledge）一詞採用其最廣泛的含義（特別是科學知識 scientific knowledge）。雖然通常在西方的

主流知識體系中，科學 (science) 之於實作 (practice) (科學 vs 技術)、理性 (rational) 之於靈性 (spiritual) (科學 vs 宗教) 是對立的，但這些元素在原住民族的世界觀中通常是結合的 (Nakashima, et al., 2018)。「原住民族知識」一詞有許多類似的用語，通常是指原住民族在與自然環境互動的歷史進程中，保有並積累發展的特定知識、語言、技術、世界觀、在地連結、直覺、宗教等相互關聯的整體知識體系 (Berkes, 2017)。換句話說，原住民族知識可理解為人地互動下的知識產物，由特定群體 (原住民族)、特定地理尺度、特定知識系統，所產生出來的知識 (官大偉, 2015)。在整全式 (holistic) 的理解人類與環境的互動中，原住民族知識不僅包括經驗理解和演繹思維，還包括部落在地知識、實踐和技術，社會組織和制度，靈性、儀式、祭典和宇宙論 (Nakashima and Roué, 2002)。

原住民族知識 (包含原住民族科學) 與現代科學知識是以截然不同的世界觀發展出來的知識體系，常被比較討論 (例如 Berkes, et. al., 2000; Graveline, 1998; Smith, 2000)，國內也有不少學者加以闡述 (張培倫, 2009; 官大偉, 2013)。原住民族是透過對世界整體意義的理解，進而形成對世界各部分的認知 (整體→局部)；而現代西方學術則是先對個別的部分進行研究，再進一步拼成對整體世界的認知 (局部→整體) (Barnhardt and Kawagley, 2005)。前者為具有整全觀、經驗累積的、順應自然的、透過口頭傳唱將經驗留存下來、以師徒制方式傳承的，

而現代科學較講求邏輯、是經科學驗證的、具有理論支持 (如 Cajete and Little Bear, 2000)。目前國內最常採用的「傳統生態知識系統」為 Berkes (1999) 提出者，包含知識面、實踐面與信仰面的複合體，展現傳統生態知識的整全觀 (例如，官大偉, 2013、2015; 董恩慈等, 2015; 董恩慈、汪明輝 2016)。

原住民族的知識、技能與價值觀在落實當代永續發展之環境治理的重要性，也愈受重視，UNESCO 倡議多年的 Local and Indigenous Knowledge Systems programme (LINKS) 即為最好的代表 (UNESCO 網頁查詢)。我國政府與學界對原住民族知識體系的調查研究，也在如火如荼展開中，如蘭嶼達悟族知識體系的研究 (董恩慈、汪明輝, 2016) 和科技部推動的「原住民族科學知識體系與應用先導計畫」 (官大偉, 2019)。

二、原住民族高中生的學習情境

傳統上原住民族文化的傳承，是「採取統整式、螺旋式、體驗式，配合歲時生活的文化特性」代代相傳 (陳枝烈, 2019)。原鄉部落對於原住民而言，是生活實踐的場域，也是傳承文化的場域 (孫大川, 2000)，因為原住民族文化及其知識是經過長時間與特定地方的互動所產生的 (林益仁、褚榮瑩, 2004; 官大偉, 2011)。即原住民族知識的傳承主要是透過親友帶領，在原鄉部落生活力行實踐的方式習得。而原住民族的科學是鑲嵌在整個知識體系中，在日常生活中落實，與其宇宙觀、價值觀和資源管理體系環環相

扣，與主流知識體系的領域和學科劃分截然不同。

但現在不論在原鄉或非原鄉學校就讀的原住民學生，所面臨的學習情境都是「主流教育體制、漢族師資為主」（沈淑敏，2018）。又因原住民行政區設立的學校以國中（含）以下為主，近年才有一些國中轉型為完全中學，亦即許多原住民學生在國中畢業之後必須離鄉求學。以人數來說，109 學年度原住民學生在高級中等學校學制就讀者（以下稱原住民高中生）總人數為 20,928 人，新北市有 1,871 人，但比例只有 2.5%（教育部，2020a），低於全國平均值。相對於仍住在部落的原住民學生，都市原住民高中生不但較少機會返鄉，有些甚至可能對部落感到陌生。

三、十二年國教 108 課綱中原住民族教育的實踐機會

從教育政策的層次來看，原住民族教育的主體性追求，從 1998 年《原住民族教育法》公告以來，可謂進入主體發展時期（周惠民，2019；教育部網頁 2020/4/1 檢視¹），2011 年教育部與原住民族委員會共同訂定發布《原住民教育政策白皮書》²，2014 年公告的《學校型態實驗教育實施條例》和 2020 年公告《公立高級中等以下學校辦理部分班級原住民族實驗教育辦法》，各級學校皆可按照需求辦理「原住民族實驗班」（教育部，2020b），不過這些實踐在非原住民行政區普通高

中的發展仍屬有限。

考量本計畫是針對在都市普通高中就讀的原住民學生，其所接受的學校教育仍以十二年國教 108 課綱為依歸，故首先檢視國民教育要點和課綱中關於原住民族相關課題的規範。現行國民教育是為培養「一個人為適應現在生活及面對未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度」的核心素養（教育部，2014），強調以學生為本的學習，著重跨科、跨領域的課程發展。「素養導向」教學原則為重視知識、技能與情意的整合，重視學習歷程、方法與結果，重視情境脈絡的學習，將學習落實於社會行動（洪詠善、范信賢，2015）。

108 課綱也將「原住民族教育」明訂為 19 項議題之一，共包含六大學習主題，本計畫將以其中的第 5 項「原住民族土地與生態智慧」和第 6 項「原住民族營生模式」為主（國家教育研究院議題研修小組，2019），設計課程內容（沈淑敏，2020b），以因應都市原住民學生與部落連結差異大的狀況。對全體學生而言，「議題」的實踐策略是以「融入」各領域學科為主。原住民族教育議題之融入以本土語文/原住民族語文、社會領域、自然科學領域為主（教育部，2018a、2018b）。

四、樹林高中原專班課程與學生組成

本研究的夥伴學校為新北市立樹林高中（圖 1），為一所完全中學，該校高中部於 2008 年（97 學年度）起設置原住

¹ 教育部部史網頁，「重大教育政策發展歷程—原住民族教育」，近期重要政策發展包括：設置原住民族教育研究中心、檢討修正〈原住民族教育法〉及其施行細則作業、推動大專校院設立原住民族學生資源中心、發展原住民族實驗教育。<http://history.moe.gov.tw/policy.asp?id=14>，2020/4/1 檢視。

² 教育部部史網頁，2020/4/1 檢視，<http://history.moe.gov.tw/policy.asp?id=14>。

民藝能專班，每年招收至多 30 位學生。樹林高中原專班的辦學精神為「升學為主、文化為重」，大多數課程與普通班相同，文化課程包含「族語學習」、「原住民族樂舞」、「傳統服飾製作」與「原民歷史與文化」四大部分³。每年暑假安排部落踏查⁴、原民典範文化講座等，並有機會參與大型慶典演出，而各項傳統文化

課程與藝術展演活動，可讓學生藉以準備升學備審資料（林秀鈴，2012）。在校內學習場域方面，原專班除了一般上課教室，還有專班共用的服飾教室、樂舞教室。該校佔地 5.85 公頃，校園綠意盎然且植物種類多樣，可見多種常見的原住民植物。

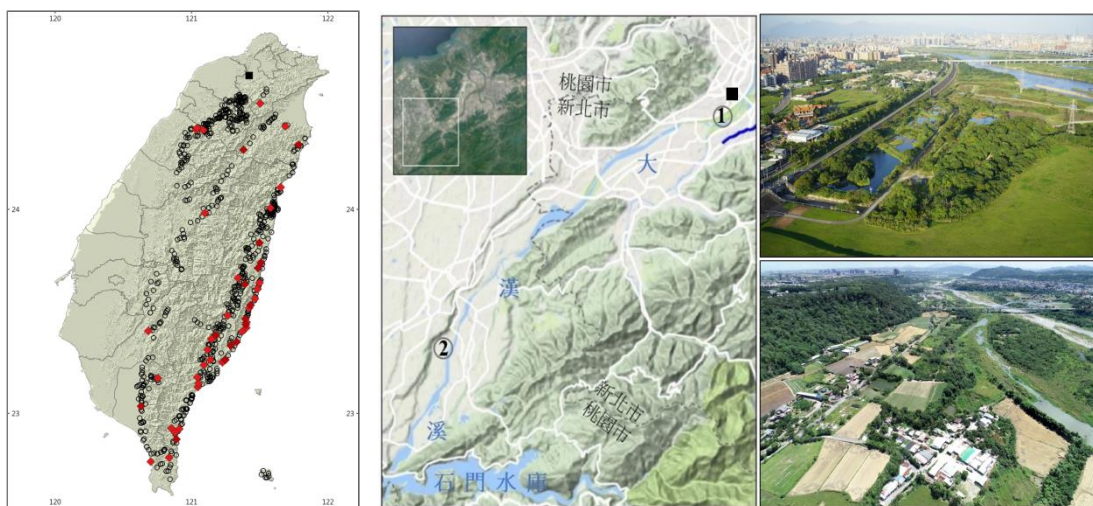


圖 1 樹林高中位置與合作學生原鄉部落分布（左），樹林高中學校周邊環境與本課程主要戶外實察地點（中），鹿角溪人工濕地（右上，位置 1）與崁津部落（Pamatangan）河岸保護工興建前（右下，位置 2）。左圖符號：黑色方形—樹林高中、黑色圓點—第 10-13 屆原專班學生所屬部落、黑色空心點—全臺部落（原住民族委員會 2021 年 5 月 31 日公告的 744 個部落）。空拍照片為臺灣師大地理學系地形實驗室提供，蔡承樺攝影。

³ 一般普通高中學生畢業需 160 學分，樹林高中原專班的文化課程為 28 學分。引用自〈107 學年度新北市新北市立樹林高級中學實驗計畫「原住民族文化實驗教育班」〉

⁴ 原住民專班的部落踏查是在升高二和升高三的暑假各安排一次，每年踏查的部落不同，例如 107 年是拜訪高雄市桃源區的高中部落、108 年是拜訪花蓮縣秀林鄉富士村的部落。

樹林高中原專班學生所屬的部落分布全臺(圖 1 左)。以第 10-12 屆來說,學生的父母親分屬 8 個原住民族群,屬阿美族者可達一半,父母均為原住民的約占七成,父母為同一族群的約占半數(沈淑敏,2018、2020b);第 13 屆專班學生屬於阿美族者比例又更高。各屆原專班學生人數介於 22-28 人,但所屬部落都超過 20 個以上,以位於臺東縣和花蓮縣為主。原專班的學生與部落的關連,差異很大。有些學生的家庭與家族仍在部落,熟悉部落生活,但有些學生的家庭幾乎已不再與部落聯繫,學生甚至不曾去過部落或不確知部落在哪裡(沈淑敏,2019)。以第 10-12 屆專班學生來說,多數學生在部落居住不到 4 年,而每年平均返鄉探訪日數少於 5 日(沈淑敏,2020a)。此與周惠民(2019)提出對於大多數都市原住民學生的觀察相似,正因為學生與部落互動頻率不高,對部落的熟悉程度難以增加。

參、「部落與我」課程的設計與實施

課程開發應以學生為中心思考「學什麼?」、「怎麼學?」、「如何教?」。本研究是在學校體系開發課程,必須遵循 108 課綱精神,在樹林高中原專班既有課程架構上恰如其份的鑲嵌入新課程,而且高中課程本就緊湊,原專班學生更是忙碌,都會地區學校文化學習情境不易建構,學生族群組成多元且與部落關係不

一。因此新開發的課程除了要符合全班整體需求,還要能因應個別學生差異,以下依序說明本課程建構過程。

一、課程理念與目標

本研究在課程開發初期,即訪談合作教師,獲知:原專班學生在高中三年期間,對原住民族的認同會逐步提升,而此有助於其安定身心,訂定未來目標。但老師也認為在學生自我認同的部分,課程還有努力的空間。例如:

許多孩子只從戶籍謄本上知道自己有原民籍,不清楚自己從何而來,根在何處,家中長輩不太提起部落事,……也常因為「無處可去」才來到樹林高中原專班……(～TC 老師⁵)
樹中原有的原民課程設計,能讓學生了解自己的文化、認同自我,但總讓老師們覺得缺了點什麼……(～SY 老師)

都市長大的原住民小朋友容易遺失自己的原民族文化、認同,所以在(原專班)建制之初,努力留下了每個年度至少要到部落學習的「部落踏查」,雖然有成效,但總是感覺孩子找到自我(認同)的時程有點晚……(～TS 老師)

參考 Berkes (1999) 提出之原住民族傳統知識和管理系統的分層架構,「土地與生物的在地知識」為最基礎的環節,並

⁵ 合作夥伴原專班師學的回饋,姓名均以代號表示,學生以 s 和兩位數阿拉伯數字代表,教師以兩個英文字母代表。

依此發展出「土地與資源管理系統」，而此知識的生產的實體空間是以部落為中心的傳統領域。現行原專班文化課程中，從 108 課綱「原住民族教育議題」六大學習主題來看，最缺乏「原住民族土地與生態智慧」和「原住民族營生模式」兩項。而且目前原專班畢業前大型成果發表以樂舞、服飾等藝能為主；每年暑假的「部落踏查」是寶貴的學習機會，但通常只約 3-4 日。大型成果發表主題和部落踏查地點，每年更換不同的族群，應該有考量學生族群組成多元的狀況，也顯示都會學校不易發展因應學生個別族群或部落的課程。而這對原本就與己身部落連結較弱的學生，特別不利。

部落與傳統領域是原住民族不論過去或現在得以安身立命的基礎，也是孕育原住民族知識結構的場域。若要理解原住民族文化內涵，必須了解其傳統領域與部落環境（官大偉，2017ab）。本課程若欲幫助學生增強與部落的情感，則首先須熟悉部落，進而逐步加深「再認識」部落，增強其「地方連結」（place bonding）（Hammit and Stewart, 1996）。特別要提醒的是，「地方」不只是客觀存在的空間或自然環境，而是「由地方的特殊環境與人所具有的特質，此兩者所延伸出來的人與地方的連結」（Shumaker and Taylor, 1983）。在本課程中，「地方連結」即為「部落連結」(tribal community bonding)。

表 1 「部落與我」課程規劃

項 目	內 容
課程名稱	部落與我（暫訂）
課程目標	培養學生具備自主探究、發現部落重要環境或社會議題的能力，以及主動關懷部落的情懷。
學習重點	觀察到部落的地景特徵或地方特色；辨認出部落社會或環境議題；使用蒐集部落一手與二手資料的方法；善用地圖、圖表、照片呈現部落的人地故事與涵意；覺察自己與原鄉部落連結關係的變化
主要概念	地景（landscape）、環境（environment）、地方（place）
學術概念	人地互動（human-environment interaction）、社會/文化生態系統（social-/ cultural-ecological system）、地方連結（place bonding）、空間思考（spatial thinking）
相關領域或議題	社會領域—地理，自然領域—生物，教育議題—原住民族教育、環境教育、多元文化教育
學習模式	部落為本學習（tribal community based learning）；以參考現象為本學習（phenomenon-based learning）為主、專題導向學習（project-based learning）為輔
戶外課程 部落踏查	大漢溪（大嵙崁溪）流域之泰雅族（原鄉）、阿美族（新原鄉）；學生各自認同的部落與傳統領域
學習成果	每位學生為所屬部落調查與製作一件作品（例如部落摺頁或部落小書）
評量方式	部落作品公開發表，作品中必須包含一張部落地圖與至少一個部落文化主題介紹、或部落發展或環境議題探究結果
協力作品	校園原住民植物分布與介紹、鹿角溪人工濕地踏查海報、崁津部落踏查海報



圖 2 本課程設定每位學生學習成果以一份部落作品，並進行公開發表。內容包含基本的「部落生活地圖」（左）與進階的「部落議題探究」（右），議題探討的深度不設限。

綜合以上各種考量，本研究訂定課程目標為「培養學生具備自主探究、發現部落重要環境或社會議題的能力，以及主動關懷部落的情懷」。課程名稱暫訂為「部落與我」（表 1），設定的最終學習成果為每位學生製作完成一份自己部落的作品（例如摺頁或小書），並且公開發表（圖 2）。在完成作品的過程中，預期學生能：觀察到部落的地景特徵或地方特色；辨認出部落社會或環境議題；使用蒐集部落一手與二手資料的方法；善用地圖、圖表、照片呈現部落的人事與涵意；覺察自己與原鄉部落連結關係的變化。

本課程所涉及的大概念主要為「地景（landscape）」、「環境（environment）」與「地方（place）」，相關的學術概念為地理學、生物學（生態為主）的人地互動（human-environment interaction）、社會/文化生態系統（social-/ cultural-ecological system）、地方連結（place bonding）、空間思考（spatial thinking）。但這些概念

不會以名詞定義的方式提供給學生，而是課程開發者進行課程規劃與設計教學活動的參考依據。

二、成果作品的規範與評量

本課程在發展之初，就已決定成果作品的內容素材須以自己部落為準，而且鼓勵學生返回部落自行踏查或訪談族人，蒐集一手資料，最後還要公開發表（圖 2）。以「部落摺頁」為例，版面形式統一規定為 A3 尺寸，正反兩面區分為不同的主題與深度。

- 正面—基本內容：必須包含部落名稱、簡介，部落位置圖與衛星影像圖，家族照片、部落地景照片與說明，作者族名，稱做「部落生活地圖」；
- 背面—進階內容：可以從部落的環境、社經、文化面向自行規劃主題，或參考老師建議的主題（如部落土地利用變遷、家族或族群遷移、部落文化資產等），稱做「部落議題探究」。

正面的「部落生活地圖」讓學生選取對自己最重要的族人和空間場域，是檢視自己與部落關連的第一步；背面的「部落議題探究」則是進一步觀察部落的心得，必須含有理性思考成分。對本作品而言，「議題」是採最籠統的定義，但學生至少要指出部落某個主題現象的空間分布或人地關連，也就是聚焦在「問題發現」，而非「問題解答」或「問題解決」。為了檢視整體學習成效，針對部落作品設計一套評分規準，分為「形式」與「內容」兩部分共 5 個面向。各面向之評分說明及給分標準，由研究團隊與合作教師討論後定案，其評分規準的細節、配分與對應的學習目標可參見施竣升（2020）。

三、課程結構與實施

本課程根據學習目標與成果作品要求，規劃完成作品所需知識、概念與技能，進行學習單元的安排，在樹林高中原專班第 10-13 屆持續實施，滾動式的修正所搭建的學習鷹架，以符合學生需求。目前「部落與我」的課程架構為 3 個學期，包含 12 個學習單元（表 2）。各單元雖可獨立教學，但也前後呼應。例如，阿美族人野菜文化聞名，三次戶外課程均安排相關練習，學生可先在校園學習辨認野菜與民族植物，接著到鹿角溪人工溼地觀察植物生長環境，拜訪崁津部落（Pamatangan）時再到耆老的菜園觀察，請教野菜用途、如何種植等（圖 4）。

表 2 「部落與我」課程架構

單元名稱	課時	場域	學科概念或探究技能	活動作業
1.我是誰？	2	普通教室	原鄉部落名稱與位置	個人繪製名片；全班合作完成同學部落的海報
2.我的部落	4	普通教室	原住民傳統領域； 衛星影像地景判讀	小組成員互相介紹原鄉部落
3.我的家族	6	普通教室	人口遷移、都市原住民； 主題地圖要素（小比例尺）	個人繪製家族樹、家族成員 居住地分布圖
4.原民植物	6	校園 普通教室	族群自然資源利用舉例； 植物分類原則與素描； 主題地圖要素（大比例尺）	全班合作完成校園原民植物的 海報
5.樹林今昔	4	普通教室	地景變遷、城鄉差異； 歷史圖資疊圖比較	個人學習單、分組發表
6.部落與我(一)	2	普通教室	評分規準說明	構思部落作品配置（紙本）
寒假作業		原鄉部落* ¹		蒐集部落之人與地的故事
7.部落與我(二)	4	電腦教室	發表寒假部落觀察心得； ppt 製作部落地標分布圖	部落作品配置草圖(電子檔)
8.河岸濕地	2+4	鹿角溪人工 濕地	濕地植物辨認； 環境觀察、環境污染	小組學習單、原民植物利用
9.都市部落	2+8+2	崁津部落 普通教室	都市部落族人生活；阿美族 野菜辨認；口頭訪問技巧	含準備與反思各 2 課時、部 落踏查 8 課時；製作謝卡
10.作品觀摩	2	大型會議室	觀賞學長姐發表部落作品	

單元名稱	課時	場域	學科概念或探究技能	活動作業
11.部落與我(三)	8	電腦教室	ppt 製作部落生活地圖	完成部落生活地圖(電子檔)
暑假作業		原鄉部落*1		蒐集部落之永續發展的議題
12.部落與我(四)	12+	電腦教室	部落環境變遷、社會議題； 圖照短文撰寫、發表練習	完成部落議題探究(電子檔)
部落作品發表*2	2	大型會議室		反思「部落與我」的關連

*1 寒暑假未能返回部落的學生，可以電話聯繫親友，或善用網路地圖、街景虛擬實察，或蒐集二手資料。

*2 部落作品發表原也安排在高三大型成果發表會的會場展示，可惜第 10、11 屆均碰到疫情，改為錄影。



圖 3 教學活動常引導個人連結至部落，並著重合作學習。例如，學生各自繪製部落名片，再合作全班部落分布海報（左）；都市部落踏查之後，合力製作送給崁津部落的海報（右）。



圖 4 本課程為養成學生觀察環境習慣，以原住民族植物為主題，第一學期在校園練習植物辨認（左），第二學期前往大漢溪畔鹿角溪人工濕地，在更為自然的情境辨認植物與野菜的生長環境（中、右），以及練習讀圖、建立空間感，並希望學生可將此經驗應用於自己部落的觀察。



圖 5 本課程配合原專班學生經驗，前往桃園市大溪區大漢溪畔的坎津部落踏查學習（左），體驗採野菜（中），聆聽耆老介紹都市部落環境，以及在都市奮鬥歷程等（右）。

本課程所設計的學習單元多實作活動，每次上課最好至少安排 2 小時。建議課程至少安排 2 學期，讓學生可利用寒暑假返回部落踏查，蒐集一手資料。各學期教學重點建議如下：

- (一) 第 1 學期初步建立與部落的人地連結 (24 課時)：引領學生思考自己是誰 (圖 3 左)，為何出現都市原住民，從不同角度認識自己的部落 (例如位置確認、衛星影像判讀地景)，透過樹林與原鄉部落地景的比較，思考城鄉差異的影響。室外課程以校園的原住民植物為主題，讓同學練習觀察、記錄、定位的流程。在學期結束前，說明學習成果部落作品的評分規準，讓同學構思部落自己的部落作品草稿。
- (二) 第 2 學期完成部落作品基本部分 (24 課時+1 日)：藉由兩次校外踏查的學習單元，在真實環境情境中，練習環境觀察與資料蒐集，並引導同學思考當代原鄉部落和都市原住民所面

臨的挑戰與機會。一次為半日的鹿角溪人工濕地 (步行約 30 分鐘) (圖 1 右、圖 4)，另一次為全日的坎津部落踏查 (車程約 1 小時) (圖 1 右、圖 5)。本學期結束時，已經完成主要課程和各種製作作品的技術，預計學生可完成部落作品第一部份「部落生活地圖」 (圖 2 左)。

- (三) 第 3 學期完成部落作品的進階部分 (彈性調整)：進行的「部落議題探究」 (圖 2 右)，並由導師視同學進度，選擇一日，在校內對所有原專班同學進行部落作品公開發表 (圖 2)。本階段對學生而言，是在「發現」部落所面臨的環境或社會議題，需要因應學生個別差異給予協助。所需授課時數也取決於課程目標對「部落議題」探究深度與廣度的要求。

整體而言，學生對「部落與我」課程的回應非常正向 (沈淑敏，2020a)，以第 11 屆為例，約九成的學生在數次回饋問卷中提及，為了製作「部落生活地圖」

而對部落有新發現，包括過去不曾與家人談論的議題、部落的環境變遷、與部落相關的故事，或是拜訪不曾去過的地方（施竣升，2020）。合作教師亦高度肯定本課程，認為能切合學生的需求，而期待能繼續維持。例如：

一路看著他們從無感到為血脈驕傲的我，提起孩子们的顯著成長總感動非常，也衷心感謝有師大地理團隊原民科學教育課程在樹中原專紮根，讓這群在都市生活中遺忘自己的原民孩子能再踏上故土，在祖靈的眼睛照看下，傳承自己族群的文化。（～TC 老師）

未來課程也可以延續此模式，甚至邀請更多校內任課老師的參與，發展小而美的課程，統整在學生部落小書或部落生活地圖等作品上，成為樹中原民專班的特色與亮點。（～LC 老師）

肆、結果與討論

本課程以 108 課綱素養導向教學原則為依歸，並能與原專班既有的文化課程搭配、互補，發展的許多頗具原創性的教學活動，經過滾動式的教學實驗修正，確認其可行性。以下依序說明本研究對於課程之「學什麼？」、「怎麼學？」、「如何教？」的思考。

一、學什麼？—以部落為主題，學生再認識原鄉

部落與傳統領域與部落是孕育原住民族知識結構的場域，傳統上年輕人是透過家庭或家族的教導，養成環境資源利用與管理的知識與技能。但現在年輕人多在遠離原鄉的學校就讀，高中教育應該提供學生從更多元管道熟悉或再認識部落，並引領認真思考部落的意義。為了引導都市原住民學生認識部落，本課程設定以「部落」為主題，由學生站在各自的起點，去「探究」自己的部落。而本課程所謂的「部落」，非僅客觀實體空間，除了是「環境」，也更是「地方」，是人與地方的連結，更何況部落一詞還與時俱進的被賦予新意義。官大偉與林益仁（2008）提到，1990 年代末期原住民族開始關注自身的生活空間，部落主義⁶（tribalism）成為一種由下而上尋求與政府平等對話的運動策略。原住民學生對部落的情感深淺不同⁷，透過多元管道和多重角度的再認識，不論最初與部落的熟悉程度為何，均逐漸萌生對部落更多的好奇，增進返鄉了解的意願（施竣升，2000），這是有意義的學習。例如：

在製作過程中，會發現原來部落還有地方是自己不曾去看過了解的，會讓我回去看看（s01）

如果沒有這次的學習機會，我可能就只是單純讀原民班卻不了解自己部

⁶ 「部落主義」指具有共同目標與信念的群體，為群體利益提出論點與相應的行為（Clark et. al., 2019）。在臺灣原住民族「部落主義」的展現，例如，1980 年代花東地區阿美族的「還我土地運動」，近十餘年來北臺灣數個都市河岸部落以部落為單位爭取合法居住的社會抗爭運動等。

⁷ Hammitt and Stewart（1996）將「地方連結」分為五個層次，即由立即能產生並且較不專一的情感，到較為較為強烈難以割捨的情懷。

落的人，……我知道如何用更好的方式去愛自己的部落與文化，……
(s09)

為了要做出部落的摺頁，學生只好被迫回鄉，但在回鄉訪談的過程中，卻激發出學生覺得「我能為『我的』部落」做些什麼，而這個「覺得」讓學生的部落不再只是他口中的名詞，而成了真實的家鄉，也成了未來他們想努力的方向。(～SY 老師)

二、怎麼學？如何教？—透過「部落為本學習」模式，學生探究能力增強

都會區學校大多遠離原住民族傳統領域，不易營造「文化回應學習」或「地方本位學習」的情境。不過高中生自主性與獨立性均較國中小學生高，給予適當的教學引導，應有能力自行在部落踏查，因此本研究發展出「部落為本學習」(tribal community based learning)的模式。從探究導向學習(inquiry oriented learning)的幾種教學模式來看，本模式較接近「現象為本學習」⁸(phenomenon-based learning)，並帶有一點專題導向學習(project-based learning)和問題導向學習

(problem-based learning)的味道。

從「選擇組織知識自由度」和「課程統整程度」來看，本課程最初的設計是趨向於 Schubert (1986) 所謂之「弱架構」和「弱分類」^{9,10}，不過很快就因應學生特質與所處的學習情境做了調整。在「架構」的面向，因為學生先備能力差異頗大，需要搭建非常細膩的學習鷹架(知識與技能)和對所欲達成任務的明確指示，包含提供成果作品可操作的基本格式，否則學生不知如何著手，甚而放棄。在「分類」的面向，課程的大概念雖然以地理科為主，不過地理學本就具有從「空間」切入的「統整」本質(相對於歷史從「時間」切入)，而且「地景」、「環境」與「地方」等大概念與其涉及的「空間思考」，是大多數環境科學和社會科學相通的基礎概念，所以師生選擇組織知識的自由度仍是相對開放。也就是說，本研究開發的課程具有統整課程特質，但以領域或學科的大概念為骨幹，兩者並行。就如 Lonka et. al. (2018) 所言，「現象為本學習」雖然鼓勵打破學科界線以幫助學生發展問題解決能力，但其目的不在取代學科教學，而應於既有學科教學基礎上加入新元素。

⁸ 陳玟樺、劉美慧(2021)從社會建構論對有意義學習的觀點探索芬蘭現象為本學習的課程統整設計基本原則，指出應慎思主題以促進意義建構層次的提升，並整理出現象為本學習之「良好的主題」規準；敏覺身處多元異質的社會文化情境以更能投入於生活中實踐；架構有基礎的學科本位知能與跨領域統整能力；真實性評量(authentic assessment)中的預留空白可供現象為本學習者發揮另類巧思；師生共構的跨領域教學即交互猜測、相互成長的歷程。

⁹ 這裡借用 Bernstein (1971) 的「分類」與「架構」來反省課程形式與師生關係。其中，「分類」指的是學科關係，「架構」指的是師生教學關係，強分類即高度區分學科界線，弱分類即趨近課程統整，強架構高度限制了師生的自由度，弱架構則提升師生選擇知識的自由度。「分類與架構」的強弱決定「權威與權力」的結構，也決定「教育知識傳遞」的方式與控制形式，從而決定學生擁有自我意識的強弱。本註釋直接引用自陳玟樺、劉美慧(2021)

¹⁰ 若採「弱結構」和「弱分類」則對「個人主體性生成與個性解放之理解趨向，而課程本質愈可彰顯出『生命經驗的詮釋』」(陳玟樺、劉美慧，2021)。

本課程的主要學習成果表現為完成自己部落的作品（例如，部落摺頁），為完成作品，學生須學習多種探究與實作的技能，如何細膩的搭建學習鷹架非常重要。首先，本課程的各學習單元都有相對應的學科概念，而且以國高中的學科領域大概念為主（地景、地方、環境、生態系）。如此，學生可透過自己原鄉部落的真實情境脈絡，深化學習經驗，也不會額外增加

太多學習負擔。而且以領域或學科大概念為課程骨幹時，較容易與原住民族環境知識對應，也有助於老師和學生理解原住民族知識的特質與當代意義。例如：

這幾年從事環境教育，才發現原來部落裡長久依賴自然環境所衍生出來的自然觀，是這麼的呼應我們現在所追求的永續。（～PR 老師）



圖 6 學生比較各部落影像，發現部落環境的相似性（左）；學生以部落影像分享自己對部落的觀察（中）；學生採用簡單的軟體，編排自己的「部落摺頁」作品（右）。

其次，在「部落」這個主題之下，學習單元以「人」、「地」與「人地關係」等次主題組成，並透過由親而疏（自己→家族→部落）、由近而遠（樹中校園→（樹林地區→）鹿角溪人工濕地→崁津部落）的教學活動安排，逐步引導，在熟悉的校園環境學習新的技能（圖 4 左），在較陌生的環境重複練習（圖 5），並希望發生「學習遷移」，學生可將課堂所學，應用到對自己原鄉部落的踏查（沈淑敏，2019）。這也是為何特別安排到都會郊區的崁津部落學習，以及建議課程要跨越寒假、暑假的原因。其中部落踏查特別安排

到以阿美族人為主之崁津部落學習，因為都市部落的奮鬥歷程、在日常生活中實踐環境知識的方式（石孟娟，2021），特別能呼應學生身為都市原住民的生命經驗，引發學生反思，而此一踏查經驗對於少有機會拜訪部落的學生，又特別重要（沈淑敏，2019）。

經過循序漸進的引導與合作教師的殷切叮嚀，以及同儕相互觀摩，學生返回部落時不再僅限於陪伴家人、探訪親友（家族內人際關係的連結）或參加祭典，還會走出戶外，觀察以往自己未曾留意的景觀或重要的處所，或請教族人、耆老各

種部落事蹟，而此過程也就是在自行（學習）認識部落與覺察部落議題。例如：

藉由這次的課程，我到部落去找資料，跟多長輩得到很多知識（s25）有些我沒走過的地方，我都不知道部落有這些事、物，經由調查才看到，體會到……發現原來部落是很重要的存在，以前毫不在乎，……經由這幾個學期，才發現部落沒有無聊這件事，而是每一個地方都讓我很懷念，都會想念祖先，想看看他們的樣子，認識他們……（s05）

發現自己對部落的認識真的還不夠，一定還有很多事情是值得我去了解，自己要先了解自己的部落，再去讓其他人試著更認識自己的部落，去分享屬於自己部落的特色……最重要的是跟大家一起認識部落，而不是各自單獨要求去做這些事，有更多陪伴的感覺。（s13）

本課程整體設計和學習鷹架搭建，提供了每位學生在各自的學術能力和部落連結基礎上「完成」作品的機會。以「地景」、「環境」與「地方」這些大概念為基礎，也提供學生加深學習的機會。所有學生均可從部落外顯的「地景」（本研究定義為肉眼直接可觀察者）入手，進而論及支撐地景的「環境」系統和文化/社會生態系統運作，以及人地互動下孕育的「地方」等，能從不同面向覺察部落發展

面臨的各項議題。對絕大多數原專班學生來說，這是第一次完成一份關於自己部落兼具知性與感性的作品，更是第一次在近百位師生前，介紹自己部落議題或族群故事。本課程提供的學習經驗，讓學生產生的成就感、自信心與認同感，常遠超過預期（圖7）。例如：

小小摺頁乘載了自我認同過程和學習歷程……經過這些訓練，他們就像是一條條小小鮭魚，開始洄游溯源，部落的歷史軌跡也深深印在這群孩子血液裡……族群意識漸漸覺醒。

（～TC 老師）

地圖的判讀、方位的辨識，植物、生物辨認等，在老師們的引導和練習之下，實力提升了；影像地圖製作、ppt 排版、圖說短文編寫……還可以分組互相切磋，一身的本領就具備了；幾乎每一單元結束，每個學生都必須在講台前說明和講解，因此而逐漸具備了言之有物的能力和良好的台風。

（～HY 老師）

跟著班上學生一起參與……，真心感到非常幸運，這當中涵蓋了地理、生物、文化等知識的深度學習，學生也能將這些知識應用到實際環境的觀察，……能夠認識、瞭解部落地理與歷史文化，進而產生對部落的感情與認同，這些點點滴滴對學生的助益不言而喻。（～LC 老師）



圖 7 在第 12 屆原專班學生公開發表部落小書成果之後，第 11-13 屆原專班師生與計畫團隊代表大合影（主圖）；已畢業的第 10 屆原專班學生摺頁發表後的合影（插圖）。

三、如何轉化？—從認同原住民族知識的價值開始

大多數在非原住民族行政區就讀的原住民高中生是在普通班級學習，在學校除了族語課程外，接觸原住民族文化素材或知識的機會恐怕極其有限。本研究為樹林高中原專班開發的課程，不論整個課程架構、學習單元甚至教學活動，只要掌握基本精神，都不難轉化適用於其他學校或班級。各界教師可參考本文介紹的課程研發歷程與課程架構範例，根據教學對象特性、授課時間長短或融入原住民族教育議題之深淺，自由搭配各教學單元，加以轉化進行教學。

若教師欲開發原住民族教育相關課程，建議首先考量學習者的文化背景、興趣傾向與先備能力，以及自己（教學者們）的專長等，優先考量 4 個面向：1. 調整課程「架構」與「分類」的強弱；2. 決定課程目標，並訂定總結性評量與學習成果作

品的形式；3. 決定課程的現象或主題，選擇適切的學科大概念與次概念，以及相對應的技能；4. 最後據以安排學習單元先後順序，以及教學活動形式和教材教具的繁簡。在課程開發實務上，這 4 個面向常是交互影響，而非絕對的順序。尤其本課程以領域或學科的大概念為骨幹，對類似學科專長的老師來說，應該容易轉換為其他主題（學習內容）。例如，有些學校的校本課程「地方學」，可轉換為「家鄉與我」或「故鄉與我」，而適用於所有班級（包含原住民學生）。又如第一學習單元「我是誰？」的活動（圖 3 左），導師可輕易轉變為班級經營的活動，促進各族群學生的相互了解。

教師會擔心自己原住民族文化素養是否足夠嗎？其實只要認同原住民族知識的價值與原住民族教育的意義，秉持以學生為中心，持續增能，從「為誰而教、為何而學」出發，根據「學什麼」、「怎

麼學」決定「如何教」，讓學生在良善的教學互動中，樂於應用所學「完成」作品，相信將會看到學生超出預期的學術表現與原住民認同。據此開發的課程必可符合素養導向教學原則，並兼顧都市原住民族學生的民族教育需求。

伍、結論

本研究從人地關係、部落連結的角度出發，期望都市原住民高中生逐漸具備自主探究、發現部落重要環境或社會議題的能力，以及主動關懷部落的情懷。經過四年實驗教學與滾動式修正，本研究發展出以「部落」為主題、以「部落為本學習」為模式之「部落與我」課程（名稱暫訂），並受到夥伴學校師生和行政同仁高度肯定。這個課程落實 108 課綱素養導向教學，並兼顧原住民族教育和國民教育，而且方便調節授課時數與轉化引用。其特色包含：

- 具有統整課程特質，學生在探究部落過程中，部落連結增強，兩者相輔相成；
- 架構在學科大概念上（表 1），學習單元亦可獨立運作（表 2）。
- 成果作品技術門檻低，學生可在自己的基礎上「完成」作品（圖 2）；
- 數個頗具原創性的教學活動，以小組合方式促進同儕相互學習（圖 3）；
- 多元的戶外學習情境，提供練習觀察、訪談與認識部落的機會（圖 4、圖 5）；
- 運用具象的圖照影像，引導側視與俯視部落所處環境，增進空間思考能力（圖 6）。

跨文化之原住民族教育統整課程的開發很困難嗎？其實原住民族知識本身就具有整全觀特色，包含植基於生活實踐的原住民族科學，這樣的文化資產，值得所有學生共享。教學者若能誠心認同原住民族知識的價值與原住民族教育的意義，持續增能，在此過程中將可體認兩種世界觀發展之知識體系的互補性，自己的生命也將因此而豐富。

後記：感謝真心願意和原住民學生“一起”的夥伴們

本課程的開發歷程是跨文化、跨領域、跨課綱的，需要多面向的學習。在此過程須得體認原住民族知識體系整全觀的本質，領略特定原住民族族群知識系統的特色，涉獵生態系統中動植物資源利用與管理的精妙，掌握原住民族教育發展進程與實踐的契機，還得了解新上路 108 課綱素養導向教學、課程統整、探究與實作等之要義。這讓自己始終維持「還在學」的心境，也讓實驗教學經常處於「再改一下」的狀態！這是一個共學、共好的歷程，借用鼎勳老師的話～感謝真心願意和原住民學生“一起”的夥伴們！Aray！（謝謝/阿美族語）

科技部的研究計畫機會是這個旅程得以展開的基礎，同心的好夥伴與各方的貴人，則是計畫持續精進的後盾。感謝熊同鑫老師團隊的周全與指引，整合型計畫夥伴汪明輝老師、蔡慧敏老師、王聖鐸老師、董恩慈博士與子計畫共同主持人官大偉老師的支持，幫助我從學術面向思考

「原住民族文化與知識」本質與省思「以原住民族為主體的教育」的意涵。泰雅族、鄒族、雅美（達悟）族、阿美族等多個原鄉部落與大漢溪畔都市部落的族人，是協助我逐漸體認原住民族文化與知識體系的老師。特別感謝泰雅族耆老黑帶巴彥先生、陳義夫先生、林恩成先生、王國治先生等，大漢溪畔崁津部落陳春讚前理事長、陳福生前頭目、林阿嬌前頭目、鄭正和前副頭目、蔡銘忠頭目、黃蘭妹女士、陳榮美女士等。

計畫期間依序和新竹縣五峰國中、桃園市大溪高中和新北市樹林高中合作，感謝張涵如主任、倪郁嵐老師、潘俞帆組長、林香吟老師、黃寶如老師、犁百·辛系·拉拉庫斯老師，陪伴我進入原鄉國中、鄰近原鄉高中和都會高中。還要感謝樹林國小胡秀芳老師與在地課程團隊（包含香吟老師、寶如老師）對鹿角溪人工溼地的多年經營，以及犁百老師與崁津部落的長期情份，本課程才能夠在短時間內發展出關鍵學習單元，提供學生多元的學習情境。曾經參與研究的臺灣師大地理學系學生或系友至少 40 位，包含許庭毓、游牧笛、施竣升、石孟娟、李祖儀、蔡旻芝、郭孟芝、張淳棋、鄭文澤等，大家都超級無敵，也希望這個歷程中都有自己的感動！

與樹林高中賴慧英老師、張子晨老師、曾麟喬老師、王鼎勳老師等多位原專班導師的合作，讓我再次感受老師對學生們全心陪伴與引導的重要。而所有參與課程同學們真誠的回饋，不只令人感動，更引發筆者省思。一位同學曾分享，這個課程讓他在樂舞藝能之外，得以從不同面向

學習如何成為原住民。學期中還有一位同學，因為獲得有保障且穩定的工作而決定休學。所有族群或部落的永續發展，都需要不同才能的年輕人，學校提供激發潛能的學習機會了嗎？被現實生活磨出的早熟學生，需要什麼樣的民族教育和國民教育課程呢？旅程還在進行中～LOKAH！（加油/泰雅族語）

參考文獻

- 石孟娟（2021）都會河岸部落之生態知識的生活實踐：以阿美族崁津部落為例。國立臺灣師範大學地理學系碩士論文。123。
- 沈淑敏（2017）。與都市地區高中原住民重點學校合作發展—以原住民族環境知能為本之課程的嘗試，**原住民科學教育研究週訊**，106，1-19。【MOST 106-2511-S-003-055-MY4】
- 沈淑敏（2018）。為多族群之高中都市原住民專班發展探究與實作課程的嘗試，**原住民科學教育研究週訊**，128，1-16。【MOST 106-2511-S-003-055-MY4】
- 沈淑敏（2019）。為多族群之高中都市原住民專班發展探究與實作課程的嘗試（II），**原住民科學教育研究週訊**，149，1-19。【MOST 106-2511-S-003-055-MY4】
- 沈淑敏（2020a）。都市原住民專班之「部落摺頁」教學的成效與反思，**原住民科學教育研究週訊**，170，1-14。【MOST 106-2511-S-003-055-MY4】
- 沈淑敏（2020b）。「我的部落」--都會區

- 普通高中原住民專班文化回應課程之設計，**原住民科學教育研究週訊**，**191**，1-8。【MOST 106-2511-S-003-055-MY4】
- 官大偉 (2011)。原住民生態知識與流域治理。**人文與社會科學簡訊**，**13**，98-106。
- 官大偉 (2013)。原住民生態知識與流域治理—以泰雅族 Mrqwang 群之人河關係為例。**地理學報**，**70**，69-105。
- 官大偉 (2015)。原住民生態知識與當代災害管理以石門水庫上游集水區之泰雅族部落為例。**地理學報**，**76**，97-132。
- 官大偉 (2017a)。泰雅族生態知識與土地管理：以 Mrqwang 溪流域農業變遷為核心之研究。**民族、地理與發展：人地關係研究的跨學科交會** (頁 289-322)。臺北市：順益台灣原住民博物館。
- 官大偉 (2017b)。傳統領域：一個原住民族發展的關鍵議題。**臺灣原住民研究論叢**，**22**，45-76。
- 官大偉 (2019)。原住民科學知識體系與應用先導計畫 (MOST 108-2420-H-004-017-，2019/02/01-2020/01/31)
- 官大偉、林益仁 (2008)。什麼傳統？誰的領域？—從泰雅族馬里光流域傳統領域調查經驗談空間知識的轉譯。**考古人類學刊**，**69**，109-141。
- 林秀鈴 (2012)。樹林高中原住民專班的課程與學生陪伴。**原教界**，**46**，10-11。
- 林益仁、褚榮瑩 (2004)。有關“傳統生態智慧” (Traditional Ecological Knowledge) 的二、三事。**生態臺灣**，**4**，63-67。
- 周惠民 (2019)。原住民族教育政策的發展，**臺灣原住民族教育發展** (頁 3-38)。新北市：國家教育研究院。
- 洪詠善、范信賢 (2015)。同行：走進十二年國民基本教育課程綱要總綱 (頁 16-17)。新北市：國家教育研究院。
- 施竣升 (2020) **部落地圖製作於提升都市原住民高中生部落連結意願之研究**。國立臺灣師範大學地理學系碩士論文。125。
- 孫大川 (2000)。山海世界—臺灣原住民心靈世界的摩寫。臺北：聯經。
- 陳枝烈 (1996)。都市原住民兒童適應問題之探討—二個兒童的晤談。**原住民教育研究**，**1**，33-57。
- 陳枝烈 (2002)。原住民學童族群認同與學習適應、學業成就關係之研究。教育部委託研究報告。
- 陳枝烈 (2019)。深盼民族教育觀的重現—推薦序。**臺灣原住民族教育發展** (頁 1-2)，周惠民著。新北市：國家教育研究院。
- 陳玟樺、劉美慧 (2021)。芬蘭一間學校的現象為本學習課程統整設計與學生學習表現。**教育研究集刊**，**67**(1)，107-156。
- 教育部 (2018a)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校—社會領域課綱。
(2019/01/31 下載
<https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-15464,c639-1.php?Lang=zh-tw>)

- 教育部 (2018b)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校－自然科學領域。
(2019/01/31 下載)
<https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-15486,c639-1.php?Lang=zh-tw>)
- 教育部 (2020a)。109 學年度原住民學生概況統計。<https://stats.moe.gov.tw/files/ebook/native/109/109native.xlsx>
- 教育部 (2020b)。教育部開放設立原住民族實驗教育班 擴大原民教育發展空間。(2020/5/20 瀏覽教育部全球資訊網 https://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=9E7AC85F1954DDA8&s=9FDBD561F4A0101D)
- 國家教育研究院議題研修小組 (2019)。十二年國民基本教育課程綱要－國民中小學暨普通型高級中等學校議題融入說明手冊 (定稿)，69-73。
(2020/01/31 下載)
<https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/img/67/39258456.pdf>)
- 張培倫 (2009)。關於原住民族知識研究的一些反思。台灣原住民研究論叢，5，25-53。
- 劉千嘉 (2015)。移徙與流動：都市原住民的代間流動現象。高醫通識教育學報，10，93-125。
- 董恩慈、汪明輝 (2016)。達悟族傳統生態知識與其永續性價值。地理研究，65，143-167。
- 董恩慈、蕭世暉、蔡慧敏 (2015)。達悟人對現代環境治理的回應及永續性環境治理之開展。台灣原住民族研究學報，5 (3)，1-44。
doi: 10.6173/CJSE.2014.2202.02
- Barnhardt, R. and Kawagley, A. O. (2005). Indigenous Knowledge Systems and Alaska Native Ways of Knowing. *Anthropology & Education Quarterly*, 36(1), 8-23. <https://doi.org/10.1525/aeq.2005.36.1.008>
- Berkes, F. (1999). Traditional ecological knowledge and resource management. In *Sacred Ecology*. Taylor Francis.
- Berkes, F. (2017). *Sacred Ecology*, 4th ed. New York: Routledge.
- Berkes, F., Colding, J. and Folke, C. (2000). Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251-1262.
- Bernstein, B. (1971). *Class, Codes and Control Theoretical Studies towards a Sociology of Language*. London, UK: Routledge & Kegan Paul.
- Cajete, G. and Little Bear, L. (2000). *Native Science: Natural Laws of Interdependence*. Santa Fe, New Mexico: Clear Light Publishers.
- Clark, C. J., Liu, B. S., Winegard, B. M. and Ditto, P. H. (2019). Tribalism is human nature. *Current Directions in Psychological Science*, 28(6), 587-592.
- Graveline, F. J. (1998). *Circle Works: Transforming Eurocentric Consciousness*. Halifax, N.S: Fernwood.
- Hammitt, W. E. and Stewart, W. P. (1996).

- Sense of place: A call for construct clarity and management. Paper presented at the *Sixth International Symposium on Society and Resource Management*, State College, PA.
- Lonka, K., Makkonen, J., Berg, M., Talvio, M., Maksniemi, E., Kruskopf, M., Lammassaari, H., Hietgjärvi, L. and Westling, S. K. (2018). *Phenomenal learning from Finland*. Helsinki, Finland: Edita.
- Nakashima, D. and Roué, M. (2002). Indigenous knowledge, peoples and sustainable practice. In Munn, T. (ed.) *Encyclopedia of Global Environmental Change*. Chichester: Wiley and Sons, 314-324.
- Nakashima, D. J., Rubis, J. T. and Krupnik, I. (2018). Indigenous Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation: Introduction. In *Indigenous Knowledge for Climate Change Assessment and Adaptation- Local & Indigenous Knowledge 2 (p.3)*. Cambridge and Paris: Cambridge University Press and UNESCO. 1-20. DOI: 10.1017/9781316481066
- Schubert, W. H. (1986). *Curriculum: Perspective, Paradigm, and Possibility*. New York, NY: Macmillan.
- Shumaker, S. A., and Taylor, R. B. (1983). Toward a Clarification of People-Place Relationships: A Model of Attachment to Place. In N. R. Feimer, & E. S. Geller (Eds.), *Environmental Psychology: Directions and Perspectives (pp. 219-251)*. New York: Praeger.
- Smith, D. M. (2000). *Moral Geographies Ethics in a World of Difference*. Edinburgh University Press.
- UNESCO. *Local and Indigenous Knowledge Systems (LINKS)*, <https://en.unesco.org/links>.

「人、山川、海洋」－海洋民族知識體系 與科學探究

蔡慧敏¹、董恩慈 Syaman Lamuran²

¹ 國立臺灣師範大學環境教育研究所教授

² 蘭嶼部落文化基金會；國立臺灣師範大學環境教育研究所博士後研究員

【 摘 要 】

本計畫「人、山川、海洋」－原住民知識體系為本的地理、環境教育與科學探究能力之建構：以蘭嶼雅美族/達悟族為例」（MOST 106-2511-S-003-054-MY4）為延續「『魚、山川、海洋』－原住民科學知識與環境教學法模式探討－以蘭嶼雅美族/達悟族為例」（NSC 102-2511-S-003-036-MY4）」之第二期計畫。整體研究團隊探討如何為原鄉學生建構以原住民族知識體系為本的環境與科學探究之能力，並探討教學理念及實踐方式。主要的研究要項包括：(1)探討原住民科學（Native Science）及原住民知識體系學習歷程與模式。(2)探討海洋民族知識系統及達悟族對海洋及自然環境運行之觀測與解決問題之科學探究能力，連結西方科學知識之相關內涵（天文、氣象、地理、地科、物理、數學、生物等），提供地理與環境學習素材與經驗。(3)與蘭嶼民族教育實驗計畫合作，共構課程，包括學校體系之民族教育願景與課程設計；非學校體系之學習場域及「部落教室」理念；科學探究範疇與內涵之深化。(4)國際交流及案例經驗分享，以深化優質教育及原住民社群永續發展。

關鍵詞：原住民科學、科學探究、原住民族知識體系、達悟/雅美族、海洋民族

致謝

感謝科技部對原住民科學教育之支持，讓本計畫研究團隊自 102 年起有機會參與計畫，進入部落與原住民朋友共同探討「原住民族知識體系」與原住民族科學教育。在此研究過程，深深體會「原住民族知識體系」及科學教育需要長期在地參與、向部落學習、橋接傳統知識與科學，並彼此培力。在研究及參與過程，本計畫特別感謝蘭嶼島上達悟族/雅美族前輩、耆老、朋友、中小學教師、及部落夥伴們協助本計畫之進行，共同朝向建構以「海洋原住民族知識體系」為主體的知識傳承與向山海學習願景。

在研究過程中，感謝「原住民科學教育計畫推動辦公室」國立臺東大學熊教授及夥伴之協助，歷經多次科學節及成果分享，與各團隊夥伴共同學習、成長。在計畫辦公室之協作與推動下，各民族之民族科學與教育得以展現不同風貌，一起紮根、深耕。在此歷程，本團隊參與研究之師生們也獲益良多，對原住民族智慧、民族科學、環境倫理及生態永續觀，有更深刻之理解與學習，並應用於教學規劃，包括民族教育體系及部落教室。謹此特別致謝。

壹、前言

本研究參與兩期原住民科學教育計畫，包括：「『魚、山川、海洋』—原住民科學知識與環境教學法模式探討—以蘭嶼雅美族/達悟族為例」（NSC 102-2511-S-003-036-MY4）及「『人、山川、海洋』—原住民知識體系為本的地

理、環境教育與科學探究能力之建構：以蘭嶼雅美族/達悟族為例」（MOST 106-2511-S-003-054-MY4）整合型計畫，研究團隊共同探討泰雅族、鄒族、達悟族之原住民科學、民族知識體系及教學模式，並與在地部落與學校合作發展民族實驗教育學習內涵。本項子計畫著重於探討「原住民科學」（Native Science）之原則及教學原理，並調查建構以海洋民族蘭嶼雅美族/達悟族為主體之知識體系、學習歷程及科學探究，期望經由傳統生態知識與科學知識之互動，為原住民族之科學學習提供具有文化與環境為脈絡之教學情境，增進族人的科學自信與技能，並達成原住民族知識體系傳承與推廣之目的。

本文綜合過去數年向蘭嶼部落族人知識份子（耆老、作家、部落文化工作者、教師、青年等）學習及研究，就原住民科學、海洋民族知識體系、學習歷程、科學探究、民族教育體系、及國際交流等面向之階段性研究，摘述如下，供後續民族教育體系課程發展參考。

貳、研究課題

本計畫主要目標在於建構以「原住民科學」及民族知識體系為主體之「原住民科學教育」模式，本文探討下列幾個研究課題：

1. 原住民科學：探討「原住民科學」（Native Science; Indigenous Science）之學習情境脈絡，作為推廣原住民族科學教育之基礎。
2. 海洋民族知識體系：以蘭嶼「人之島」生活領域（山川、海洋）及「環境與人」

- 的關係，探討海洋民族達悟族的環境、生態空間與民族知識體系之學習要項。
3. 傳承與學習：探討學習歷程、知識參與者、知識載體及傳承脈絡，以及相關課程與學習情境。
 4. 民族教育實踐及研習場域：探討蘭嶼民族教育實踐現況，及以民族知識體系為基礎之教學模式，於山林與海洋，發展部落地圖、「部落教室」等課程方案。
 5. 科學探究及國際交流：由國小至高中階段，依傳統知識與技能之學習歷程，建構環境技能與科學探索能力；經由國際交流開展全球視野比較世界海洋民族環境與知識體系。

一、原住民科學與民族知識體系

近三十餘年來，國際上對於「原住民科學/民族科學」(Native Science/ Indigenous Science)、「原住民族知識體系」(Indigenous Knowledge Systems, IKS)及其對於自然資源管理與永續發展之貢獻日漸重視。自1992年聯合國地球高峰會議，各國簽署邁向永續發展的「21世紀議程」(Agenda 21)已特別闢專章(第26章)指出應「強化原住民族的傳統知識在環境管理與永續發展扮演重要角色」(UN, 1992)。此後，無論是1993年「生物多樣性公約」(Article 8)強調「尊重、保存及維護原住民族知識體系，及其創新與實踐」，或是1999年世界科學會議(World Conference on Science)(UNESCO, 1999)呼籲重視「傳統及地方知識體系在歷史上對科學與技術發展之價值，應予維護、研究及推廣」等，皆強調傳統智慧及

「原住民族知識體系」之價值。近年由於氣候變遷議題對社會發展影響日益加劇，人類社會之調適、因應及韌性亦甚受重視(UN, 2020)。聯合國「政府間氣候變遷委員會」的第五次評估報告(IPCC-5AR, 2014)報告特別指出，原住民族知識在理解氣候變遷對地區土地的影響上可發揮關鍵作用；原住民族千年以來生活在嚴峻氣候的前緣，也發展出合適的氣候行動及資源管理方式，並在傳統知識系統內累積了觀察與調適之能力；但因過去缺乏文字進行系統性研究，目前已成為國際研究新興課題。臺灣原住民族歷經極端氣候及環境變遷衝擊，所展現的韌性及知識基礎，亦漸為世界所重視(Berkes et al., 2021; Bayrak et al., 2021; 蔡慧敏, 2020)。

為推廣「原住民族知識體系」，聯合國教科文組織(UNESCO)於2002年特別設置「地方與原住民族知識體系」計畫平台(The Local and Indigenous Knowledge Systems, LINKS)，倡議科學知識之來源應包含來自世界各地與各民族豐富的知識體系，並推動對原住民族知識系統之理解、傳承、復振與國際交流。UNESCO-LINKS(2021)計畫結合之專家包括自然科學、社會與人文科學、文化、傳播、資訊及教育等各領域，共同推展「原住民族知識體系」及其對永續發展目標實踐之助益。亦倡議，全球氣候變遷科學知識應包含來自世界各地與各民族豐富的知識體系，以促進科學家、決策者對在地知識之尊重，理解原住民社區參與氣候變遷觀察、資源管理與調適方式的重要性並加強合作。

另一方面，「原住民科學」(Native Science)與科學教育，也由來自部落的美國原住民學者 Gregory Cajete 及美國原住民研究院(The Native American Academy-NAA, 2021)積極倡議；試圖增進教育者對原住民族知識體系與學習方法的理解，並改變課程設計與教學方法。Cajete (2000)指出，「原住民科學」是泛指「部落民族對自然世界之感知、思考、行動及致知之過程，此種知識體系植基於自然世界與人類經驗互動關係的演化」，有較西方科學更寬廣的範疇；而原住民的知識系統是由許多不同元素所組成，這些元素被鑲嵌在一個更大的社會以及人文環境脈絡(context)中，「如果能夠將當代科學之概念也加入其他民族知識體系，或許更能夠通達理解人類之創新、以及社會及自然環境相互依存之關係」。要學習「原住民科學」，必需「參與自然世界」，並在自然世界中「以開放心態去參與各種感知角色，包括覺察、想像、情緒、符號、精神，以及相關之概念、邏輯、及理性實證」(Cajete, 2000, p.2)。

Dr. Gregory Cajete 在其著作「面向山：原住民族教育之生態」(Look to the Mountain- An Ecology of Indigenous Education)，指出對美洲原住民族而言，「教育是花朵與歌聲」；部落教育是順著「潮起潮落」(the ebb and flow of tribal education)隨著時序進行；而教育單元包括：環境、社區、情感、願景、神話、藝術等組成的「靈性生態學」(Spiritual Ecology) (Cajete, 1994, p.35, p.38)。另一著作「點燃火花-原住民科學教育模式」(Igniting

the Sparkle- An Indigenous Science Education Model) (Cajete, 1999) 書中，更特別指出科學學習過程，應結合文化系統之思維與隱喻，進而激發更多創造力；科學、文化與創造力之相互激盪，是原住民科學教育之發展基礎。

再者，「原住民科學」之學習，需瞭解及尊重原住民族的觀察與思考方式；提供新的視角觀看地景及蘊藏其中的物理、化學及生態過程(Elk, 2016)。美國原住民研究院亦特別指出，人與周遭環境的「關係」是學習的核心(‘Relationship’ is at the heart of learning)；而「原住民科學」是研究自然法則的相互依存關係，以「整全觀」(Holistic lens)理解原住民族的核心知識，其科學知識包覆於原住民族的藝術、祭儀、符號、聲音、律動中(NAA, 2021)。「原住民科學」與西方科學有相似之原則，包括探討大自然運行之規律及相關性、經由觀察取得科學知識、想像與創造、個人所得知識與族人及社群分享、氣候變遷調適、建構族群韌性(Cajete, 2020)等；但原住民科學更著重於整體(integrity)與本體存在論(ontological standing)的發現與學習歷程(Cajete, 1994)。

因此，原住民族科學教育課程規劃，應該讓學生充分參與當地的自然世界、加強在大自然中觀察與學習，並重新連結其生活環境之社會與環境脈絡或「社會-生態系統」(Social- Ecological System, SES) (Berkes et al., 1998, 2003)，以發展在南海中孕育的民族科學、發揮環境探索之能力與優勢。同時，隨著自然時序(例如：

蘭嶼達悟族隨著「歲時祭儀」傳遞民族知識) (董森永, 1997), 融入部落之環境、社區、情感、願景、神話、藝術等要素共同學習。

在「原住民族知識體系」之建構方面, 長期研究原住民族知識體系的生態學者 Fikret Berkes 教授於其重要著作「神聖生態學」(Sacred Ecology) (Berkes, 1999, 2012), 指出傳統生態知識是「知識-實踐-信仰」之複合體; 並將傳統生態知識分為四個層次, 彼此環環相扣, 形成一個完整的知識體系與資源管理系統(圖 1)。這四個層次, 包括(1)環境知識: 關於土地、動植物等資源之在地知識, 包含物種的辨認、分類、生命週期、分布、行為等; (2)資源經營管理系統: 包括土地與海洋資源的滋長及永續管理機制; (3)社會制度 (Social Institutions): 制定資源的利用規則、社會關係的規範等; (4)世界觀

(World View): 指該族群所認知之環境的意象及對於環境觀察賦予的意義, 包含宗教、倫理、信仰系統等。人們藉由世界觀, 詮釋對於周遭世界的觀察。例如, 蘭嶼達悟族人以人類、天神、惡靈三者同棲於世界的世界觀, 來詮釋蘭嶼島上及海洋中的一切現象 (林昭元, 2015; 董恩慈, 2015)

以蘭嶼達悟族人的傳統生態知識為例, 族人指出「達悟知識體系能夠有效地維繫達悟族人在海島環境中生存, 其技術知識、管理系統、社會體制、世界觀的每個層面, 並非分別獨立運作, 而是相互環扣, 相輔相成」(董恩慈, 2015)。達悟族傳統生態知識系統架構以及其與自然環境、社會情境脈絡之間的關係, 亦是「知識-實踐-信仰」之複合體, 並與海洋文化交織, 歸納如下圖 (圖 2)。

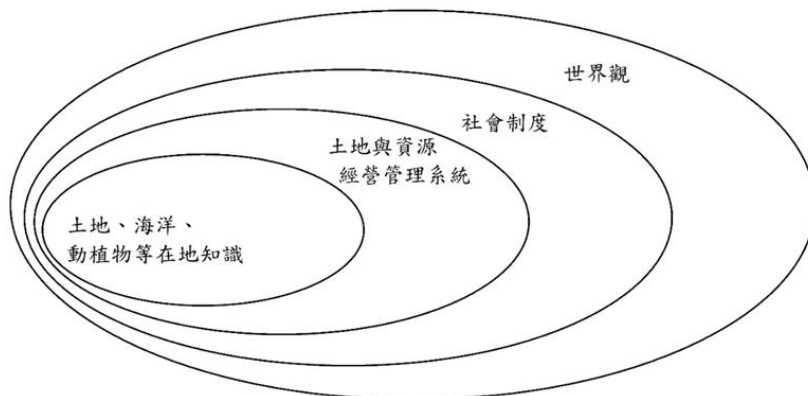


圖 1 傳統生態知識層級架構

(資料來源: Berkes, 2012, p.17; 林昭元, 2015, P.15)

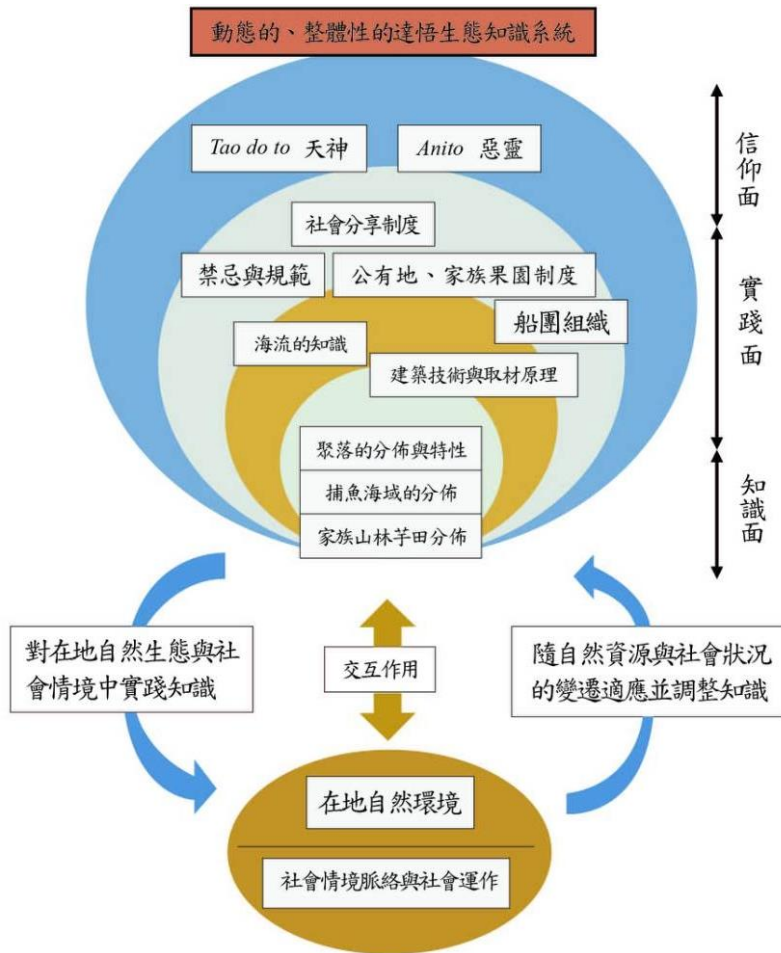


圖 2 達悟族傳統生態知識系統架構及其與自然環境、社會情境脈絡間的關係圖
(資料來源：董恩慈，2015, P.168)

二、「人之島」海洋民族知識體系

蘭嶼，在地族人稱「人之島」Pongso no Tao (TAO，語音 Ta~u、意義為「人」及族人自稱)，位居臺灣東南外海約 90 公里的太平洋上，是面積約 48 平方公里、山丘起伏之火山島嶼。黑潮經過臺灣與蘭嶼之間；南臨巴士海峽與菲律賓之巴丹群島相距僅 100 餘公里，島上的物種與民族語言皆與巴丹島較近似。由於地理隔絕，蘭嶼的雅美 Yami/達悟 Tao 族人發展了與海洋共生的生態體系，也在島嶼上成

就了兼具農耕、捕魚、造船、建築、祭儀、曆法、藝術、觀星、潮流海象等豐富海洋知識的「原初豐腴社會」(夏曼藍波安，2003)。「飛魚」是達悟族的生活核心，達悟族豐富的海洋生活文明及造舟技術，百年來備受國際學者關注及記載 (Davidson, 1903; Hornell, 1936; Leach, 1937; De Beauclair, 1957; Clark and Tsai, 2012)，也與菲律賓巴丹島及太平洋航海民族有語言與海洋知識技術之密切關係。

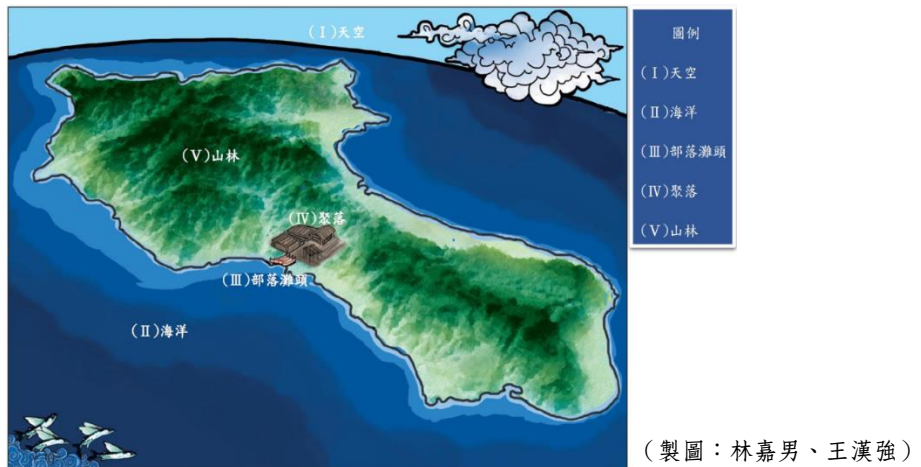


圖 3 達悟族的島嶼「社會-生態系統」空間分布概念圖

本研究以「人之島」達悟族的島嶼「社會-生態系統」及海洋家園環境為背景，經由當地族人知識達人、研究人員、耆老與教師的參與，依自然環境及傳統生態知識與生活文化空間，歸納為星空、海洋、部落灘頭、聚落、山林等五類型重要民族知識系統（如圖 3）。

依據此一島嶼「社會-生態系統」及傳統生活空間分布，歸納之「人之島」Tao 海洋民族知識系統，包含下列五個主要空間系統及學習單元：

1. **天空 (angit)**：包含「星座」、「雲」、「風」、「氣候」等單元，各具有多項重要名詞概念、觀察與意義，並可對照相對應之西方科學。達悟語「Mata no angit」直譯為「天空的眼睛」，指的是「星星」，指引航海方向及飛魚漁撈量的象徵，天蠍星、獵戶星座、雙魚星座皆是傳統海洋知識中的必備；風的名字亦包含 15 個方向。天候風向變化、潮汐更迭、星空流轉，都是達悟族海洋知識之基礎（夏曼藍波安 2009）
2. **海洋 (wawa)**：包括「近海」、「中海」、「遠海」、及「飛魚海域」等單元，各單元重要地標、礁岩、生物、魚群、海流、危險海域等海洋知識，皆應記載傳統族語名稱、意義、規範及技能，並加上相對應西方科學名稱或常識，提供青少年整全式學習與實踐。
3. **部落灘頭 (vanwa)**：部落灘頭 *vanwa* 做為海洋與陸地的交會區域，是達悟族文化中極為重要且神聖的儀式性場域。此一空間為「招魚祭」等重要歲時祭儀及集會場域，是傳統社會禮儀規範、組織機制之場所，也是傳統教育的學習空間；*vanwa* 為族人少年認知漁撈次序、魚類知識與認識大海的出發原點，是達悟小孩共同的成長教室，應依歲時祭儀及各成長階段，提供課程至部落灘頭學習。
4. **聚落 (ili)**：包括「傳統地下屋」、「水芋田」、「旱作田」、「水源溪流」等單元，聚落是日常生活空間，是生命禮儀延續的場所，也是造屋、農作、灌溉、

食物處理、取材製器、共勞共用等知識傳承及生活實踐之空間，依年齡提供學習方案。

5. 山林 (*kahasan*)：包括「近山果園」、「深山森林」、「生物文化多樣性」等單元，依年齡成長隨長輩漸次學習入山學習撿拾實用果子、辨識民俗植物、山林環境、取材造舟等，是由近而遠的山林知識與應用實踐之場所。

為落實達悟族海洋民族知識體系教育之傳承，支援各學校實施民族教育之學習場域，本研究建議以部落山林海洋之傳統領域生活空間（圖 4），作為學習民族科學知識之「部落教室」；與六個部落及社區發展協會合作，選定教學場址，提供學校教師帶領 K-12（幼兒園至高中）各階段達悟族青少年，在自然環境與傳統空間中學習民族知識體系（蔡慧敏 2019）。

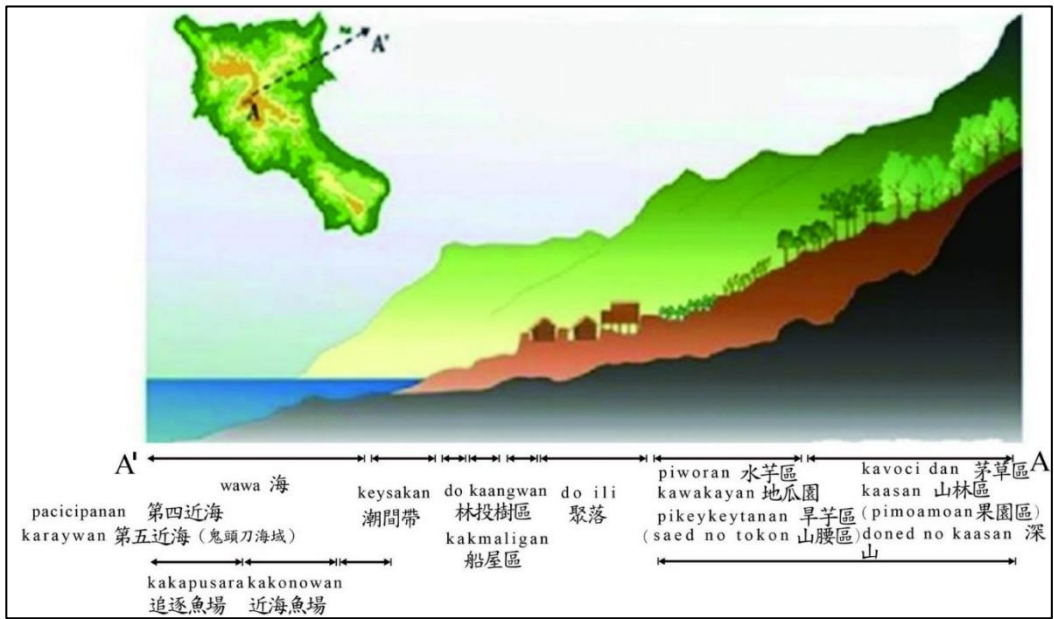


圖 4 達悟族山海傳統領域及生活空間分佈示意圖

（資料來源：董恩慈 2015, p.88）

三、傳承與學習歷程

在中小學民族教育的現場，最常遇到的課題是「文化教師」、「耆老教師」的來源為何？如何邀請主題知識之族人耆老到校分享？學生的學習動機如何增強？等課題。由於各民族知識之生產與傳承方式各有不同，本研究進行達悟族民族科學傳承方式與學習歷程之瞭解，再探討

現代教育如何擴大年輕世代的知識參與及傳承。

（一）學習歷程

美國原住民學者 Cajete (2012) 曾指出：「原住民的學習有其完整的階段性，當孩童或青年被認為準備好時，新的知識便會被介紹給個人」；達悟族之知識傳承亦然。雖然沒有很明確的年級分界，但傳

統上達悟族的父母會視小孩的發展狀況給予教導，或遲或早讓他們學習賴以維生的傳統知識與技能；當熟悉了初階的知識與技能且能完善運用後，父母才會教導孩子高一階層的知識與技能（陳亭潔，2013）。

本研究經由文獻及訪談，將達悟族男女各年齡層被期待的學習成就，歸納如螺旋式遞進學習圖（圖 5）。民族知識體系之傳承，在國中小學階段，以基本生活技

能與社會規範學習為主，包括探索自然環境、辨識森林與海洋物種、探究生物文化多樣性、以族語研習傳統地名及其意義等；到了高中階段，應有進階技能，包括：造小船、划船、捕魚、水渠及芋田管理等，並觀察及參與部落內「共作團體」之運作，主動協助鄰里。學生的學習評量，除了一般課程之學科測驗，民族課程評量應有另類標準，導入傳統社會中各年齡階段被期待的民族知識與技能。

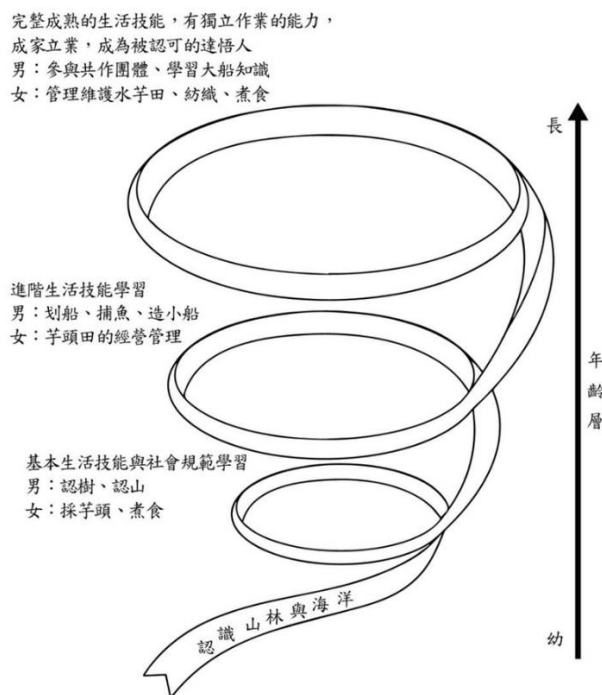


圖 5 達悟族各年齡層學習內涵與歷程

（資料來源：陳亭潔，2013, P.154）

（二）知識參與者及傳承模式

無論「原住民科學」或西方科學皆有其長時間發展出來最適合其知識傳承的方式；知識傳承也與其部落社會結構相關。西方科學在普及教育前，知識詮釋權

常由教會等團體擁有，自工業革命之後則由科學家組成的團體、學會所掌握；而在原住民社會，知識可能以神聖社團（Sacred Societies）等形式存在，這些社團持有部落社會網絡中特定領域技能的知

識，有嚴格的傳授規範（Native American Academy, 2021）。在蘭嶼也有特定的知識擁有者，例如：達悟族的漁團組織擁有自己的造舟、漁場知識，少與漁團以外的人分享；而原住民族雖無特定的科學家或科學社團，部落內特定知識的持有者或共作團體，便是部落的科學家（陳亭潔，2013）。海洋民族達悟族部落是平權社會，無頭目或酋長等世襲領導階層，而有船團組織、漁團組織等共作團體之運作（衛惠林、劉斌雄 1962；鄭惠英 1985；陳玉美 1994）；擁有民族科學知識與傑出海洋技能者，往往也是部落中漁團及船團組織受尊重的領導者。達悟族傳統知識的傳承方式包括：(1) 家族傳承、(2) 共作團體、(3) 部落共享。

夏本·奇伯愛雅（2004）在「蘭嶼素人書」中曾寫出達悟族社會中「共作團體」協力互助，共勞共享之知識傳承經驗。傳統的共作團體有四個，分別是：(1) 小米耕種團體/粟作團體（*mangoma*）、(2) 水道團體（水渠灌溉）（*misawalan*）、(3) 漁船團體（*makakavang*）、(4) 果園團體（*alasopimowamowam*）。團體成員都需共同參與勞動，並能平均共享物質收穫及傳統智慧的傳承；這四種共作團體，亦擁有自己特殊的知識內涵。夏曼·藍波安（2003）也指出，傳統上漁船團體最主要知識傳授的時間就在飛魚季節；尤其「招魚祭」過後的一個月，所有漁團成員需聚集在團長家裡「共宿」；共宿屋是家族聚會的空間，家族史被口述的延伸線，以及從海上共同的漁撈行為，共宿屋作為集體分享的空間，是成長中的男孩學習海洋之

鼻息，吸收漁業知識的原點。共宿的每天晚上，漁團組織中富有生活經驗的長輩，會透過聊天、歌謠、講述的方式，將海上的知識告訴年輕人。共宿與共作團體是達悟族傳承傳統知識的重要機制，而「族語」與故事及吟唱是重要的知識載體。傳統語言對環境事物的稱呼，皆有其特殊的意義，例如：達悟族以「*Mata no angit*」稱呼星星，意指「天空的眼睛」，星座的名字是達悟族人南北航海在汪洋大海上不會迷航的座標；「*palanginan*」（風向）及「*wawa*」（海洋）則是部落灘頭日常討論天候海象話題，亦是維持歲時祭儀次序的起始與準則（夏曼·藍波安，2009）。

達悟族的「漁團組織」不只是一個海洋漁撈共作團體，在陸地上它也是一個共勞團體；包括家族的田地、水圳的開墾、傳統屋的建築、拼板舟的建造與雕刻等，都是透過漁團/船團團體這樣一個父系世群，包括父子、兄弟、堂兄弟等互相幫忙，共同勞動。由於漁船團體多半是透過父系世群組成，擁有相同的祖先，也會擁有家族人代代相傳的歌謠以及家族史，將家族史傳承給下一代的同時，也將這個家族對於海洋以及陸地的經營智慧，以及家族的內在知識系統傳承給後代（夏曼·藍波安，2009，2012，2014；陳亭潔，2013）。由蘭嶼的社會組織，可見知識的載體及傳承，包括族語、歌謠、雕刻、觀察、實作、代間學習及參與共作團體等重要機制。

此一屬於海洋民族特有的漁團/船團組織及海洋民族知識傳承，應如何突破中小學之課程節數限制，納入蘭嶼中小學民族教育課程與實踐，以「共勞、共榮、共

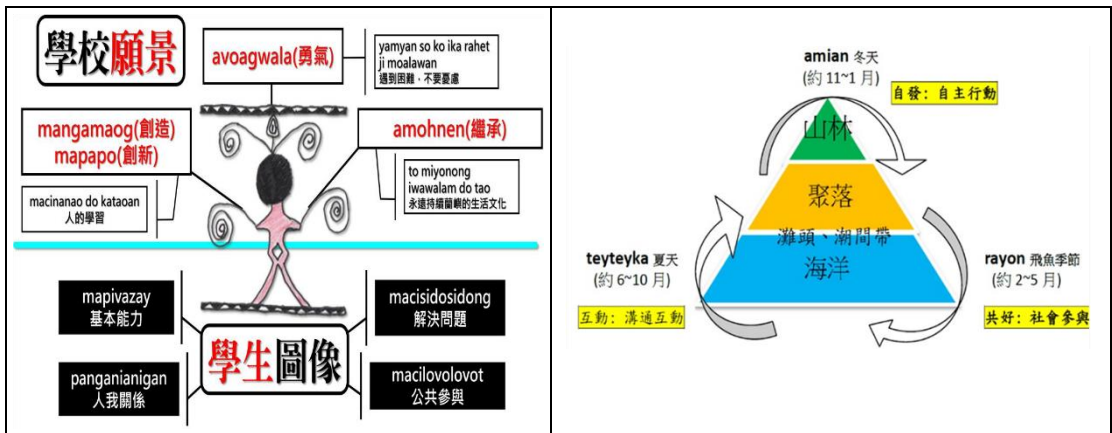
享」的精神，復振民族的環境知識及互助共好的價值？是當前課程設計重點。達悟族之知識傳承過去多以家族傳承為主，較少分享外人；而今，經由學校教育之推廣，可增加青年世代父母之參與及分享。課程設計應鼓勵學生返回部落參與長輩的「共作團體」及歲時祭儀、積極參與知識傳承、身體力行並進行記錄，以挽回珍貴的海洋民族知識體系。

四、民族教育之實踐

蘭嶼島上的學校教育體系，包括一所完全中學-蘭嶼中學（7-12 年級）、四所小學（椰油、蘭嶼、東清、朗島）及附設幼兒園（K-6 年級），幾乎完全為達悟族學生。島上第一所「民族實驗教育」為蘭嶼高中（包括國中與高中部）於 107 學年度（2018 年 8 月）開始施行；島上四間國小之一的椰油國小也自 109 學年度開始（2020 年 8 月）成為推行民族實驗教育的小學。蘭嶼中小學實施民族教育之願景、民族知識體系與原住民科學教學現況與案例分述如下：

（一）青少年階段（7-12 年級）

蘭嶼高中（國中及高中，7-12 年級）是達悟族青年及少年成長、也是自我認同與智識成長重要階段。對於課程的設計與執行：「由學校與社區、部落共同建構屬於雅美族教育願景」；而其學生圖像，以成就為真正的「Tao」族人之知識與精神，培養基本能力、解決問題、促進人我關係及公共參與為願景（蘭嶼高中，2017）（如圖 6）。經由校長、教師們及部落耆老與青年之參與，蘭嶼中學 7-12 年級之整體課程設計架構，以達悟族的生活空間為核心（山林、聚落、海洋），依歲時祭儀的季節時間發展時令學習。同時，結合人文、美學、探索三大領域，每項領域下有三大空間（山林、聚落、海洋）、季節，每個單元又依年級由低至高設計出橫向連貫關係（羅允佳，2019）。整體而言，蘭嶼中學課程設計符合達悟族民族知識體系之空間與時間脈絡，以山海環境系統及民族知識體系為學習基礎。



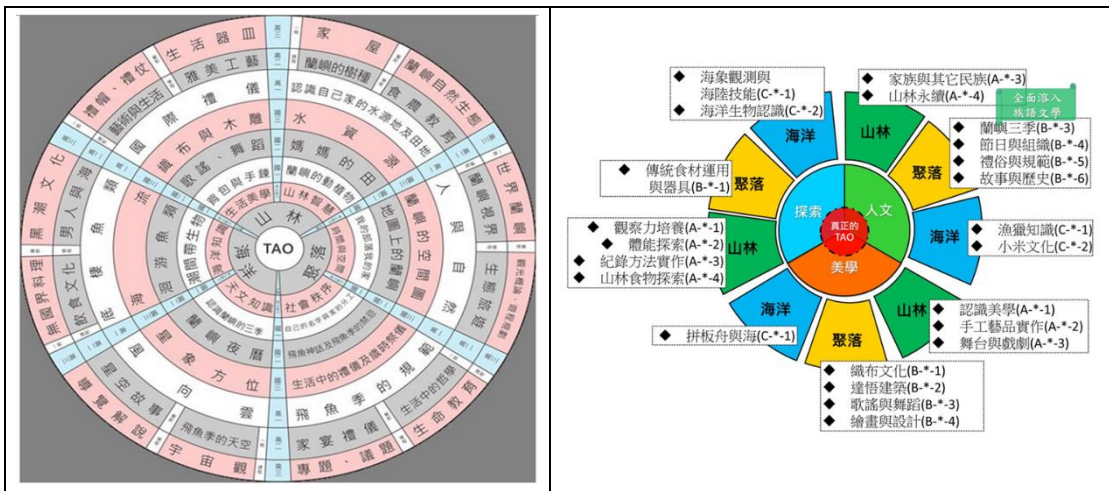


圖 6 蘭嶼中學「TAO 民族實驗教育」學生圖像、課程基礎架構及領域綱要
 (資料來源：臺東縣立蘭嶼高級中學「辦理學校型態原住民族實驗教育」籌備計畫書，2017；全國高級中等學校課程計畫平臺，2021)

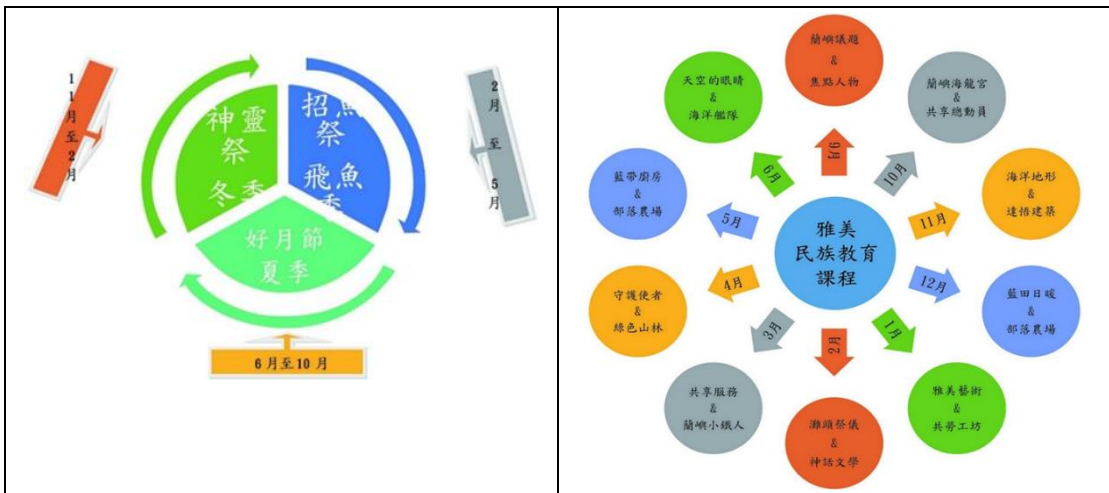


圖 7 椰油國小依歲時祭儀設計之時序課程主軸圖
 (資料來源：臺東縣椰油國小 108 學年度學校課程計畫，P.2)

(二) 兒童階段 (1-6 年級)

在蘭嶼的國民小學部分，2020 年 8 月椰油國小轉型為民族實驗小學，其校本課程定位以「雅美民族實驗教育課程」為主(以「希望海洋、健康山林、感恩祭儀、創新藝術」為願景，並以雅美全人教育「共

勞、共榮、共享」延伸五大構面，包括：蘭嶼典藏(生態文學)、蘭嶼製造(文化傳統)、雅美慶豐收(農場勞動)、蘭嶼無國界(藝術創作)、蘭嶼海洋奇緣(海洋運動)等，進行課程教材、教案設計；其教學策略則為跨域主題學習、部落教室

實習、勞動實作、活動創作、社區共學(Si Ranap 鄭芸萱, 2020)。依據椰油國小的民族教育實驗課程,其課程及教學規劃,亦是以時空軸線,全方位學習民族知識系統,包括:(1)以「歲時祭儀」為時間軸:發展具雅美/達悟文化「尊天共享」之全人教育課程;(2)以「天空、海洋、灘頭、聚落、山林」為空間縱軸:發展具全人教育之「共勞、共榮、共享」課程架構系統(臺東縣椰油國小 108 學年度學校課程計畫, 2019)(圖 7)。島上其他三個國小(蘭嶼國小、東清國小、朗島國小),雖然不是「民族實驗小學」,但是在校長、教師及家長共同努力下,都已將族語、文化教育及民族知識體系納入課程。

(三)課程發展實例

當前蘭嶼的民族實驗教育課程綱要已涵蓋海洋民族知識體系的重要面向。然而,因尚屬起步,教材內容學習情境與自然文化脈絡,是否已引導科學興趣及探究?仍待發展及累積。本研究參與觀察兩實例:

1. 蘭嶼中學:「探索課」

TAO 民族實驗教育進入第三年,蘭嶼高中(7-12 年級)目前推動民族實驗教育的模式為每年級每週進行四個半天的實驗課程,共分四個領域:「TAO 人文」、「TAO 美學」、「TAO 探索」、及「自主學習」。其中,人文領域著重在部落歷史、人際禮俗、曆法、祭儀、族語與文學等課程主題;美學領域常邀請部落講師指導學生製作傳統手工藝、練習歌謠、舞蹈,鼓勵文化創作;探索領域則多讓學生體驗傳統農法、漁法,學習辨識常用民族

植物並觀察生態,大部分時間在戶外上課。以「探索領域」課程最貼近傳統生態智慧、跨學科及科學探究之學習;以山林課程為例(表 1)兩週的課程,已經讓學生累積不同層次的學習經驗(生物、地理、物理、生態文化比較等),學生展現出的綜合能力包括觀察、應用、演繹、實驗、比較與推論;並依民族知識學習主題與目標,由教師與耆老討論,持續發展「達悟多元面向的評量表」,以激發學生觀察自然、思考原理及學習傳統知識、技能及文化之興趣(羅允佳、蔡慧敏, 2021)。

2. 椰油國小:「生物文化多樣性觀察與手繪地圖」

「原住民科學」教學,應能充分參與當地的自然世界,瞭解傳統原住民族如何在大自然中觀察與學習,以發展民族科學與環境探索能力的優勢(Cajete 2000; 蔡慧敏, 2017)。蘭嶼由於長期的地理區隔,保留原始的熱帶森林地貌及饒富生物地理學意義的特有物種(王桂清, 2012),且由達悟族人創造生活物質、醫藥、工藝,而遞演出特有的民俗動植物,組成豐富的「生物文化多樣性」(biocultural diversity)與生態智慧。外來文化與全球化之影響,常導致全球各地民族語言及文化多樣性的消失,也加速生物多樣性的流失(Maffi, 2001);因此,經由認識生物文化多樣性,進而保存族語、生態智慧與世界觀,是原住民族科學教育重要的一環。本研究曾與蘭嶼椰油國小合作,進行生物文化多樣性環境觀察課程與手繪部落地圖實作,以蘭嶼紅頭部落之森林步道作為「部落教室」,經由部落訪談與調查,

登錄在森林生態系中具有文化使用價值之物種、族語名稱及空間分布（圖 8）；再藉由課程前後之地圖繪製與民俗物種

生態知識之認識，評量學習成效、增進民族知識學習課程(劉秉昇、蔡慧敏,2021)。

表 1 蘭嶼中學「探索課」教學單元設計案例

單元名稱	節數	教學目標	教學內容
傳統生活 樹種	3	1. 能說出製作拼板舟需要的主要樹種及其特徵。 2. 能依照國一生物學分類方法，為傳統常用樹種分類。	1. 講師帶領進入野銀永興農場認識常用樹種。(生物課) 2. 每位學生自由採集並觀察樹葉外觀，進行分類。 3. 複習單雙子葉植物特徵、返程。
	3	1. 能對拼板舟使用樹種的差異產生觀察問題。 2. 能操作實驗、測量木材樣本密度。 3. 能針對拼板舟的資源永續及調適進行思辨與討論。	1. 進行木材樣本的密度與硬度測量。(物理課) 2. 觀看影片比較獨木舟和拼板舟的差異。(地理、物理) 3. 實驗討論與紀錄(科學探究)。

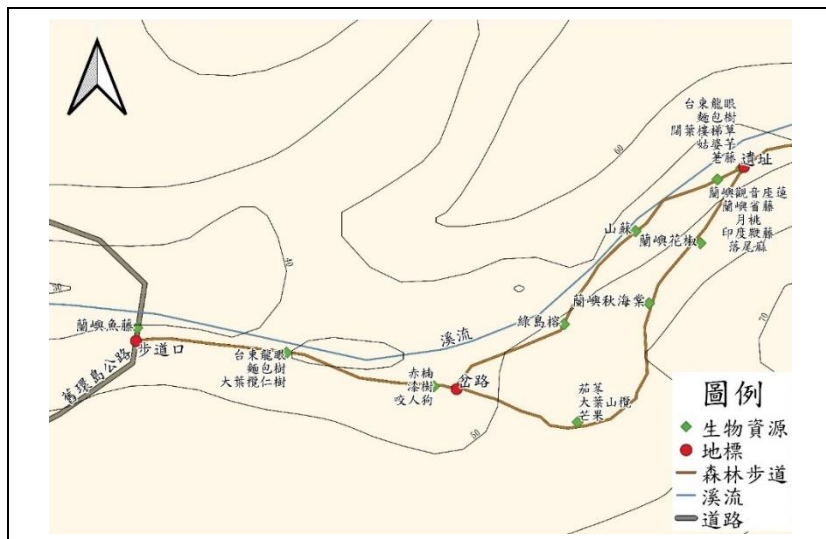


圖 8 蘭嶼紅頭森林步道物種分佈圖

(資料來源：劉秉昇，2021, p.87)

研究結果顯示，在自然環境中的觀察與探究，對傳統生態知識與技能之學習效果佳；部分學生除了上課時間到森

林中外，家長也會帶著他們進到森林中，認識的民俗生物及族語稱呼，也更了解其用途。該次研究分析三年級與五

年級學生們的教學後繪圖與心得、比較學生多次記錄到以及繪畫下的動植物物種，其中最受三年級重視的物種是：臺東龍眼、麵包樹、蘭嶼秋海棠、咬人狗、姑婆芋、山蘇、香蕉等；最受五年級重視的物種是：麵包樹、大葉欖仁、姑婆芋、月桃、蘭嶼省藤。這些物種對臺灣的學童可能很陌生，但蘭嶼的學童卻十分熟悉。綜合兩個年級的學習成果來觀察，最受重視的物種大多都是用於各種生活用途，屬於生活知識類（另歸納造船知識、自然資源利用與禁忌等類別）。研究指出在國小階段的學生，最熟悉的是生活類的山林動植物；而運用繪製地圖的方式來進行教學，可以引發學生的學習動機，並因家長之參與，共同回溯社區或部落的過去，呼喚共同記憶與傳說，建構民族知識體系的認同（劉秉昇，2021）。此一案例，提供後續設計「部落教室」課程之參考，包括在部落灘頭及海岸，學習海洋及星空；在聚落學習傳統建築與防災；在芋田學習農作與水渠生態等。

五、科學探究及國際交流

「科學探究」（Scientific Inquiry）強調以探討問題或現象為核心的學習，啟發學習者熱切的想知道所看到的現象之相關知識，重視取得資訊及設計步驟以解決問題的歷程，其目的是希望培養獨立的問題解決者；以「探究」為基礎的科學教育（Inquiry-based Science Education, IBSE）重視學習過程中的發問、發現與經驗，以及樂於當問題解決者、自立、並增進責任

感（Aksela 2010, Shamsudin et al. 2013）。本研究觀察蘭嶼高中及小學之民族教育發展，其知識體系架構皆依「山林、海洋、聚落」環境特色及「歲時祭儀」時間軸線建構課程，已屬完整；但因剛值起步，於課程內涵，目前以可及性較高的山林與招魚祭等課程為主，海洋探索及科學探究，尚待逐步研發累積。

本研究參考國際案例，如：UNESCO（1999）原住民族知識復振計畫中的科學教材，「太平洋遠航者」單元（Indigenous Navigation in the Pacific），涵蓋南太平洋島嶼航行之民族科學；紐西蘭原住民族傳統智慧及南島民族科學復振創造之科學學習教材等，如圖 7（UNESCO-LINKS, 2021; Polynesian Voyaging Society 2017; New Zealand Indigenous Science Learning Hub, 2021）。這些教材，除了深入研究、語音實境記載登錄、並製作網路影像紀錄教材及數位學習媒體；而民族科學研究主題包括：造船與航行、觀星羅盤、氣候觀察、航行海流觀測、農耕、漁獵、祭儀、神話、宇宙觀、生物多樣性、調適與韌性等，目前正陸續轉譯中，可供蘭嶼 K-12 年級發展教材之參考。

由於蘭嶼在原住民科學及民族知識體系之重要性與代表性，本研究團隊曾出席或主辦多次國內外國際研討會，包括：2015 年前往格陵蘭大學研討會與北極圈伊紐克族（Inuit）交流（蘭嶼作家夏曼藍波安 Syaman Ranpogan 應邀演講）、2018 荷蘭國際島嶼會議與太平洋島嶼原住民交流（董恩慈 Syaman Lamuran 發表論文）、2019 挪威北歐地理學會與薩米族

(Sami) 交流 (共同發表論文) 等, 並於 2018 年於蘭嶼舉辦國際研討會 (圖 10), 促進多項交流 (Syaman Rapongan 2015; Tsai, 2015; Syaman Lamuran & Tsai, 2018; Tsai 2017, 2018; Tsai et al., 2019; 蔡慧

敏, 2018)。這些國際交流, 促進原住民族間之相知相惜, 亦增進西方研究學者對蘭嶼原住民族知識體系之理解, 並持續發展不同區域原住民族知識體系與實踐之交流, 且落實於蘭嶼民族教育體系。

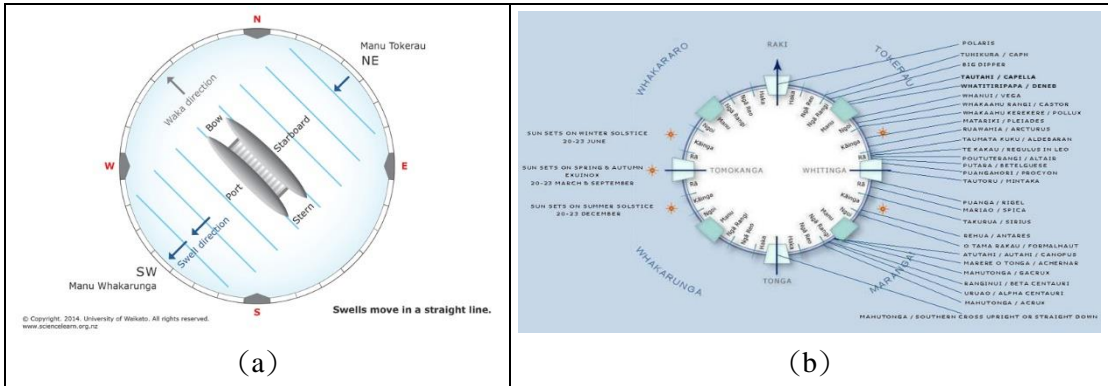


圖 9 紐西蘭毛利族原住民族科學教材案例：(a)航行與海流(b)星象羅盤
(資料來源：New Zealand Indigenous Science Learning Hub, 2021)



圖 10 「島嶼動態：全球變遷下原住民族聚落與空間治理」國際學術研討會，蘭嶼，2018 年 10 月 1-5 日。

參、展望

剛起步的蘭嶼「達悟族民族實驗教育」，在蘭嶼熱心的校長、教師們及部落參與下，已具有以海洋達悟民族知識體系為基礎之民族課程架構，甚具特色；而課程方案則仍在發展及累積中。對於持續進展中的課程發展方案，本研究綜合上述討論，提出幾項建議：(1)依據原住民科學本質，應繼續深化海洋原住民族在大自然中觀測與解決問題之科學探究能力，如：觀星、氣象、海流、方向、距離、航行等；並經由與太平洋海洋原住民族之交流與民族科學教材研究，發展蘭嶼達悟族各學習場域及不同年齡層之民族科學學習教材。(2)理解並尊重蘭嶼「社會-生態系統」及傳承機制；其民族知識的載體，包括族語、觀察、參與共作團體、吟唱、祭儀及世界觀等重要機制。經由學校教育之推廣，於不同年齡層，鼓勵學生返回部落參與長輩的「共作團體」，身體力行並進行記錄，以挽回珍貴的海洋民族知識體系。(3)促進參與自然，以部落山林海洋之傳統領域生活空間，作為學習民族科學知識之「部落教室」，提供學校教師帶領各階段達悟族青少年之教材教案，在自然環境與傳統空間中學習民族知識體系。(4)健全蘭嶼的「民族教育體系」，在蘭嶼設立「民族教育資源中心」，聯合島上蘭嶼高中與四所國小，形成 K-12 達悟族民族教育聯盟，發揮達悟族之傳統社會傳統「共勞、共榮、共享」精神，盤整學習資源、共享知識、研發課程。(5)增進國際交流，與太平洋海洋民族及其他

知識體系，比較研究各民族知識體系，分享原住民科學、科學探索及課程發展經驗。

參考文獻

- 王桂清(2012)。**蘭嶼動物生態文化**。國立交通大學出版社。
- 全國高級中等學校課程計畫平臺(2021)。**臺東縣立蘭嶼高中/學生圖像/課程地圖及備查課程計畫**。
<https://course.tchcvs.tc.edu.tw/indexStu03.asp?T=STU&iYear=108&ctynam e=%E8%87%BA%E6%9D%B1%E7%B8%A3&EduNo=144322&EduName=%E8%87%BA%E6%9D%B1%E7%B8%A3%E7%AB%8B%E8%98%AD%E5%B6%BC%E9%AB%98%E4%B8%AD>
- 林昭元(2015)。**蘭嶼達悟族民族植物知識內涵與傳統學習歷程之探討—以造舟相關知識為例**。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。
- 夏本·奇伯愛雅(周宗經)(2004)。**蘭嶼素人書**。臺北市：遠流出版。
- 夏曼·藍波安(2003)。**原初豐腴的島嶼—達悟民族的海洋知識與文化**。國立清華大學人類學所碩士論文。
- 夏曼·藍波安(2009)。**蘭嶼達悟族的海洋知識**。**台灣原住民研究論叢**，5，125-154。
- 夏曼·藍波安(2012)。**天空的眼睛**。臺北：聯經出版。
- 夏曼·藍波安(2014)。**大海浮夢**。臺北：聯經出版。

- 陳玉美 (1994)。論蘭嶼雅美族的社會組織：從當地人的一組概念 Nisoswan (水渠水源)與 Ikauipong do soso(喝同母奶)談起。**中央研究院歷史語言研究所集刊**，65 (4)：1029-1052。
- 陳亭潔 (2013)。「原住民科學」之探索與學習：以蘭嶼達悟族為例。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。
- 董森永 (1997)。雅美漁人部落「歲時祭儀」。南投：臺灣省文獻委員會。
- 董思慈 (2015)。「人之島」達悟族傳統生態知識與現代環境治理之研究。國立臺灣師範大學地理學研究所博士論文。
- 臺東縣椰油國小 108 學年度學校課程計畫 (2019)。臺東縣課程計畫備查資源網 <http://co.boe.ttct.edu.tw/?144686>
- 劉秉昇 (2021)。**蘭嶼達悟族民族教育實施之探討-以紅頭森林步道「部落教室」為例**。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。
- 劉秉昇、蔡慧敏 (2021)。「部落教室」：蘭嶼生物文化多樣性觀察與部落地圖實作研究。**2021 年中國地理學會年會暨學術研討會-E-5 跨領域地理教育與實踐**，彰化：國立彰化師範大學，2021 年 5 月 29~30 日。
- 蔡慧敏 (2017)。「魚、山川、海洋」：重現島嶼「社會-生態系統」之原住民科學教材研究。**原住民科學教育研究週訊**，105:1-11。
- 蔡慧敏 (2018)。原住民族知識體系為本的國際交流：蘭嶼達悟族之國際參與。**原住民科學教育研究週訊**，131:1-15。
- 蔡慧敏 (2019)。原住民族知識體系與學習資源：蘭嶼「山海部落教室」及「民族教育資源中心」芻議。**原住民科學教育研究週訊**，150:1-15。
- 蔡慧敏 (2020)。原住民族知識體系與韌性。**原住民族科學教育研究通訊**，173:1-19。
- 衛惠林、劉斌雄 (1962)。**蘭嶼雅美人的社會組織**。南港：中央研究院民族學研究所。
- 鄭芸萱 Si Ranap (2020)。島上首間-民族實驗小學。**蘭嶼雙月刊**，6，2-9。
- 鄭惠英 (1985)。雅美的大船文化。**中央研究院民族學研究所集刊**，57，95-155。
- 羅允佳 (2019)。什麼是民族教育？蘭嶼高中原住民族實驗教育課程設計者的文化觀點。**2019 年實驗教育國際研討會：竿已立，見影了沒？實驗教育的實施成效與影響**。臺北。
- 羅允佳、蔡慧敏 (2021)。民族教育如何評量？蘭嶼中學探索課的「多元評量」探討。**原住民科學教育研究週訊**，195:1-12。
- 蘭嶼高中 (2017)。**臺東縣立蘭嶼高級中學「辦理學校型態原住民族實驗教育」籌備計畫書**。臺東縣蘭嶼鄉。
<http://www.layjh.ttct.edu.tw/files/14-1074-36522,r5-1.php>
- Aksela, M, J.A. (2010). Taking IBSE into Secondary School. *IAP-International Conference* www.interacademies.net/

- File.aspx?id=15174
- Bayrak, M.M, Y-Y Hsu, L-S Hung, H-M. Tsai, tibusungu 'e vayayana (2021) Global Climate Change and Indigenous Peoples in Taiwan: A Critical Bibliometric Analysis and Review. *Sustainability* 2021, 13(1), 1-29. <https://doi.org/10.3390/su13010029>
- Berkes, F, H-M Tsai, M.M. Bayrak, Y-R Lin (2021). Indigenous Resilience to Disasters in Taiwan and Beyond. *Sustainability* 2021, 13(5), 2435; <https://doi.org/10.3390/su13052435>
- Berkes, F. (1999). *Scared Ecology*. Philadelphia, PA: Taylor & Francis.
- Berkes, F. (2012). *Scared Ecology*. (3rd edition). Philadelphia, PA: Taylor & Francis.
- Berkes, F. and C. Folke (eds.) (1998). *Linking Social and Ecological Systems- Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Berkes, F., J. Colding and C. Folke (eds.) (2003). *Navigating Social-Ecological Systems- Building Resilience for Complexity and Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Cajete, G. (1994). *Look to the Mountain: An Ecology of Indigenous Education*. Kivaki Press.
- Cajete, G. (1999). *Igniting the Sparkle- An Indigenous Science Education Model*. NC: Kiviki Press.
- Cajete, G. (2000). *Native Science-Natural Laws of Interdependence*. N.M: Clear Light Publishers.
- Cajete, G. (2012). Indigenous Science- Key Ideas for Design and Development. Indigenous Science and Indigenous pedagogy. Speech archives in NTNU.
- Cajete, G. (2020). Indigenous Science, Climate Change, and Indigenous Community Building: A Framework of Foundational Perspectives for Indigenous Resilience and Revitalization. *Sustainability* 2020(12): 9569-9579.
- Clark, E. and H-M. Tsai (2012). Islands: Ecologically Unequal Exchange and Landesque Capital. In A. Hornborg et al. (Eds.) (2012) *Ecology & Power: Struggles over Land and Material Resources in the Past, Present, and Future*. Routledge. (pp.52-67)
- Davidson, J.W. (1903). *The Island of Formosa, Past and Present*. London and New York: MacMillan & Co.
- De Beauclair, Inez (1957). Field notes on Botel Tobago. *Ethnology*, No.3., Taipei: Academia Sinica
- Elk, L. B. (2016). Native Science: Understanding and Respecting Other Ways of Thinking. *Society for Range Management*, 2016:3-4.
- Hornell, J. (1936). Boat Construction in Scandinavia and Oceania: Another

- Parallel in Botel Tobago. *Man- A monthly Record of Anthropological Science*. 145-148.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000259599>
- IPCC-5AR(2014)
<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>
- Leach, E. R. (1937) The Yami of Koto-sho: A Japanese Colonial Experiment, *The Geographical Magazine*, October, 96:417-434.
- Maffi, L. (2001). *On Biocultural Diversity: Linking Language, Knowledge, and the Environment*. Washington, DC: Smithsonian. Inst. Press
- Native American Academy (2021) *Native Science-A 21st-Century Science in relationship with the Natural Laws of Interdependence*
<https://www.nativeamericanacademy.org/sculpture-garden>
- Native American Academy (2021) *Relationship is at the heart of learning*
<https://www.nativeamericanacademy.org/our-vision>
- New Zealand Indigenous Science Learning Hub (2021):
<https://www.sciencelearn.org.nz/topics/m%C4%81tauranga-m%C4%81ori>
- Polynesian Voyaging Society (2017) *Hawaiian Voyaging Traditions*
<http://pvs.kcc.hawaii.edu/>
- Shamsudin, N.Md, N. Abdullah and N.Yaamat (2013) Strategies of Teaching Science Using an Inquiry Based Science Education (IBSE) by Novice Chemistry Teachers. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 90:583-592.
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.07.129>
- Syaman Lamuran and H-M Tsai (2018). Ancient Archipelagic Relations between Pongso no Tau (Orchid Island) and the Batanes Archipelago: Evidence from ocean currents, boats and tales. Presented at *the 16th ISISA Islands of the World Conference 2018*, Leeuwarden - Terschelling, The Netherlands, 10-14 June 2018.
- Syaman Rapongon (2015). Decolonization and Development on My Island- Pongso no Tao. *The Island Dynamics Conference on "Indigenous Resources: Decolonization and Development"*, 30 September-04 October 2015, Nuuk, Greenland.
- Tsai, H-M. (2015). Native Science and Indigenous Community Development: Bridging traditional and modern sciences for younger generations of Tau tribal societies. *The Island Dynamics Conference on "Indigenous Resources: Decolonization and Development"*, 30 September-04 October 2015, Nuuk, Greenland.
- Tsai, H-M. (2017). Native Science and Island Social-Ecological System Governance on Pongso-no-Tau (Orchid Is-

- land), Taiwan. Presented at *Indigenous Peoples and Natural Resource Management Conference*, Leiden University, the Netherlands. 23 October 2017
- Tsai, H-M. (2018). Turning an Island in Relational Space: Indigenous Movements on Pongso no Tau (Orchid Island), Taiwan. Presented at *the 16th ISISA Islands of the World Conference 2018, Leeuwarden - Terschelling, The Netherlands*, 10-14 June 2018.
- Tsai, H-M., Tibusungu'e Vayayana, S-M Shen and Syaman Lamuran (2019) Island Indigeneity and Indigenous Knowledge-Based Education System Reform in Taiwan: Case Studies from Tsou, Tayal and Tao Tribes. Presented at *the 8th Nordic Geographers Meeting- 'Sustainable Geography- Geographies of Sustainability'*, Trondheim, Norway, 26-29 June 2019.
- UN (2020). *On the Frontlines of Climate Change*.
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2019/07/on-the-frontlines-of-climate-change/> (Retrieved 2020/3/20)
- UNESCO (1999). *The Canoe is the People: Indigenous Navigating in the Pacific*
<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/priority-areas/links/knowledge-transmission/publications/multimedia/canoe-is-the-people/>
- UNESCO (1999). *World Conference on Science 1999*.
<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/science-technology/science-governance/world-conference-on-science-1999/>
- UNESCO-LINKS (Local and Indigenous Knowledge Systems) (2021). *Bringing Indigenous Knowledge into Education*.
[http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/priority-areas/links/biodiversity/publications/articles/ik-ed/Retrieved 2020/05/30](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/priority-areas/links/biodiversity/publications/articles/ik-ed/Retrieved%2020/05/30)
- United Nations Conference on Environment & Development (1992) *Agenda 21*
<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

People, Mountain, Ocean: Oceanic Indigenous Knowledge Systems and Scientific Inquiry

Huei-Min Tsai¹, Syaman Lamuran²

¹ Professor, Graduate Institute of Environmental Education, National Taiwan Normal University

² Tao Foundation; Postdoctoral Researcher, Graduate Institute of Environmental Education, National Taiwan Normal University

Abstract

This project "People, Mountains, Ocean- The Indigenous Knowledge System-based Geography, Environmental Education and Scientific Inquiry capability building: Tao People of Orchid Island an example" (MOST 106-2511-S-003-054-MY4) is the second phase of the ""Fish, Mountains, Ocean"-Indigenous Science and Environmental Teaching Methods-the Yami/Tao of Orchid Island as an example" (NSC 102-2511-S-003-036-MY4)". The overall research team explores how to build an indigenous knowledge system-based environment and scientific inquiry capabilities for Indigenous students, and explores teaching concepts and practical methods. The main research items include: (1) Explore the learning process and model of Native Science and the Indigenous knowledge system. (2) Explore the marine Indigenous knowledge system and the Tao people's scientific inquiring ability to observe and solve problems in the operation of the ocean and the natural environment, and link the relevant connotations of Western scientific knowledge (astronomy, meteorology, geography, earth science, physics, mathematics, biology, etc.), provide geography and environmental learning materials and experience. (3) Cooperate with the Lanyu Indigenous Education Project to jointly formulate courses, including the vision and curriculum design of the school system; the learning field of the non-school system and the concept of "tribal classroom"; the deepening of the scope and connotation of scientific inquiry. (4) International exchanges and case studies for deepening quality education and sustainable Indigenous communities.

Keywords: Indigenous Science, scientific inquiry, Indigenous Knowledge System, Tao/Yami People, Oceanic People

「人、山川、海洋」—原住民族知識體系為本的 地理、環境教育與科學探究能力之建構— 子計畫四：建構虛實互動的原住民族地理環境 知識數位學習平台

王聖鐸

國立臺灣師範大學地理學系副教授

【 摘 要 】

原住民族安身立命於山川海洋之間，對於環境的認知方式與漢族或西方傳統科學存在諸多差異。然而其長年累積的環境知識與生活智慧，卻是人地和諧、永續共生的重要基石。在主客觀歷史環境的變遷下，原住民族的孩童漸漸接受西方科學教育的概念，卻漸漸流失了先人累積下來的環境知識，不僅是原住民文化上的損失，更使得全體臺灣人失去了用更永續的方式對待這片土地的機會。本團隊擬延續第二期計畫所建置之「原住民族環境知識匯聚平台」(<http://iknowledge.tw/>)，本期計畫將以發展「原住民族地理環境知識數位學習平台」為主要目標。首先將群眾自發提供之環境知識，轉化為以圖徵為單元之空間資訊庫，以利後續進行套疊分析、環域分析、時空分析等空間分析。接著透過與其他子計畫緊密合作，取得以原住民族為本、符合原住民族學習方式之教材。分別針對已經離開原鄉之河岸部落族人，以虛擬實境(Virtual Reality, VR)技術協助建立「虛擬原鄉」，協助年輕族人(學生)跳脫現實環境，沈浸在三維、擬真、耆老現身說法的原鄉環境中，以學習認識原鄉的地理環境知識；而針對仍在原鄉之族人，則以擴增實境(Augmented Reality, AR)技術輔助年輕族人學習地理環境知識，使他們能站在真實的環境中學習數百年前族人傳承下來的知識。本計畫融合虛擬實境與擴增實境，以三維互動方式為中學生發展活潑、適性的教材，以吸引原住民族中學生透過科技方法學習原住民族的環境知識。

關鍵詞：原住民族地理知識、數位學習、虛擬實境、擴增實境、空間資訊、虛擬原鄉

壹、前言

原住民族長期與大自然互動，透過對自然環境和土地的認識，發展出一套包含經驗、實踐、社會與世界觀的傳統生態知識〔Berkes, Colding, and Folke, 2000〕，其生活方式與漢民族和西方社會截然不同。然而，在國家治理與現代科學知識的強勢之下，原住民族與大自然、土地日漸疏離，代代相傳的經驗與價值在無形之中逐漸消失。過去臺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。原住民族學生的文化生活經驗與學校的科學學習無法產生關連，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〔傅麗玉，2004〕。另一方面，由於現代化的經濟發展，原住民族大量外移至都市求職、求學與生活，導致遷入都市的原住民族學童自小脫離部落，隨長輩以身體力行的方式學習農耕、狩獵、採集等各項與自然環境資源互動的機會大幅降低，其族群的傳統環境智慧也因而逐漸流失。



圖 1 人、山川、海洋—原住民族環境知識匯聚平臺 (<http://iknowledge.tw>)

基於此一認知，本團隊自民國 103 年起執行第二期原住民科學教育計畫，以自發性地理資訊 (Volunteered Geographic Information, VGI) 〔Goodchild, 2007〕之概念建構了一套「人、山川、海洋—原住民族環境知識匯聚平臺」(<http://iknowledge.tw>)，如圖 1 所示。

此一知識平臺翻轉了過去由上而下的權威編纂方式，而是開放給所有人都可以編輯，讓每一位原住民族人作為主動的知識提供者，由下而上地累積成原住民族環境知識庫，以確保知識條目之在地性與原住民族主體性。此一平臺採用多語系設計，因此可以讓各族族人以本身的族語來編

輯自己的環境知識，一方面可以保存族語，另一方面也能避免知識條目在翻譯為中文的過程流失原意，且同一知識條目也可以透過切換族語來作不同族群之間的知識參照。截至 110 年 4 月 28 日止，平臺已有 458 位使用者註冊帳戶，累積 1902 條原住民族環境知識條目。

隨著資訊科技迅速發展，資訊融入教學與數位學習是現代教育的趨勢，特別是正值國高中時期的原住民族青少年正是所謂的「數位原生代 (Digital Natives)」，從小在網路世界、智慧型手機和電腦遊戲的環境中成長，因此若是將學習內容與學生們最熟悉的網路、遊戲結合，更能有效地達到教學目標 [Prensky, 2001]。虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 技術輔助教學為資訊融入教學常見的方式之一，地理課堂中常會利用谷歌地球 (Google Earth) 讓學生了解一地的環境，但此種桌上型的虛擬實境不容易讓使用者有直觀的體驗性。由於人是生活在三度空間，若是以沉浸式虛擬實境 (Immersive VR) 呈現一地環境，能更直覺地傳達空間資訊。

以往沉浸式的虛擬實境常受限於成本，且在同一時間裡只能提供一位使用者進行操作，較無法應用在課堂的教學中 [賴崇閔等, 2009]。Google 於 2014 年推出 Google Cardboard 簡易版虛擬實境眼鏡 [Google, 2019a]，大幅降低沉浸式虛擬實境裝置的成本，只要有一個簡便的觀影盒，就可以享受 VR 體驗，而且人人都有能力購買或自己動手製作，更容易應用於課堂教學。Google 於 2015 年再推出 Google Expeditions 虛擬實境教學工具 [

Google, 2019b]，老師可以帶領學生在虛擬實境中展開身歷其境的探索之旅。

貳、研究目的

基於前期所奠定的成果，本計畫擬建構一套數位學習平台，將自發性地理資訊系統所匯聚之地理環境知識，以最貼近原住民族人學習的方式，傳授給年輕族人。本計畫與前期研究計畫之關連性如圖 2 所示。本計畫擬建構數位學習平台的教材，全數來自於自發性地理資訊系統，本團隊前往部落訪查耆老所記錄的地理知識，以及自其他子計畫取得的教材，也都一併建置知識條目到自發性地理資訊系統進行彙整，因此自發性地理資訊系統即為數位學習平台最重要的知識來源。

「魚、山川、海洋—原住民環境知識匯聚平台」基於群眾外包 (Crowd Sourcing) 的理念，降低使用門檻，因此以條目頁面方式呈現地理環境知識，讓使用者不需特別具備地圖編繪之專業知識，也能快速上手編輯知識條目，貢獻己身所知的原住民族環境知識。但是內容管理系統 (Content Management System, CMS) 是以多媒體文件管理為主，並非為空間資料所設計，較缺乏空間資料之分析功能，儘管部分功能可以透過外加模組達成，但效率不如真正的地理資訊系統。因此本計畫第一年的研究目的，就是建立一套以 VGI 為本的原住民族地理資訊系統伺服器 (GIS Server)，並透過 WMS (Web Map Service) 及 WMTS (Web Map Tile Service) 發布網際網路地圖服務。



圖 2 本計畫與前期研究計畫之關連性

由文獻回顧及實際教學現場反應可知，傳統二維地圖並不適合作為原住民族學生瞭解山川海洋的教學媒介，因此許多教師或部落工作者會採用 Google Earth 等三維圖台，作為辨識環境與溝通的工具。然而 Google Earth 在郊區採用衛星影像而非航照影像，空間解析度多半在 1 公尺以上甚至縮放等級亦被限制，而原住民族部落多位處偏遠山區，Google Earth 可以用來介紹大環境，卻不適合作為虛擬實境所需小區域的細節。而受到都市化及生活經濟需求的影響，許多族人離開了原鄉散居於都市，又或者再次聚居於新聚落，如：新店溪洲部落，但是仍然心繫原鄉，希望能將祖先的地理環境知識傳承給下一代。因此本計畫第二年及第三年的研究目的，就是以無人飛行載具（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）進行航空攝影測量，研擬一套高度自動化的流程，透過正射影像與數值地表模型，產製虛擬原鄉之三維模

型。讓即使已經離開原鄉的原住民，仍然可以透過虛擬原鄉學習傳統知識。

原住民族的地理與環境教育與其宇宙觀緊密結合，每一族甚至每一部落對不同年齡孩子的教育內容亦有所不同。本計畫與其他子計畫共同合作，共同進入部落踏查並訪談耆老，以學習如何培養原住民族孩子的地理環境及科學探究能力。無論是由參考文獻或是在教學現場，我們都發現原住民族的學生透過做中學的能力相當優秀，而這也是絕大部分原住民族傳承知識的方式：長輩帶著你到現場看、跟著做、一步一步學。因此數位學習平台若要以原住民族的知識為本體，就應該要盡量貼合做中學的學習方式。除了為離鄉的族人所設計的虛擬原鄉，本計畫引入擴增實境（Augmented Reality, AR）技術，將地理環境知識擴增到現場，有如耆老或長輩就在身邊指引一樣。本計畫第四年的研究目的就是建構原住民族地理環境知識之

擴增實境教學模組。例如：在河邊將耆老用魚簍捕魚的影片錄起來並製作成 AR 教學模組，讓以後到該河邊的族人，都可以學習耆老捕魚的智慧。

綜上所述，本計畫四年期分年之研究目的如下，重點研究工作及歷程如圖 3 所示：

第 1 年：建構地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 並發布網路地圖服務 (Web Map Ser-

vice, WMS)

第 2 年：以無人飛行載具 (Unmanned Aerial Vehicle, UAV) 航拍建構三維虛擬原鄉；

第 3 年：建構原住民族地理環境知識數位學習平台；

第 4 年：建構原住民族地理環境知識擴增實境教學模組；

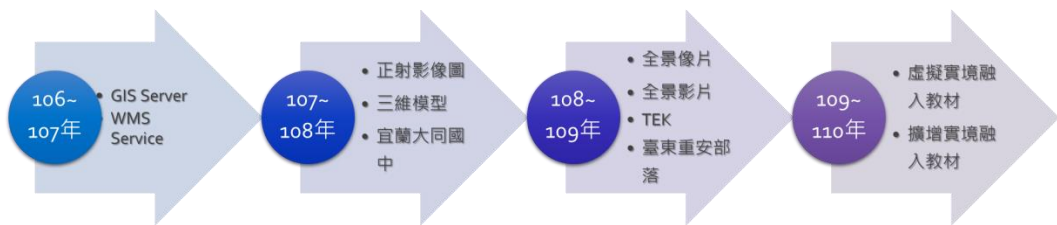


圖 3 本計畫四年期之重點研究工作及歷程

參、研究方法

一、建置 GIS 伺服器

前期已完成的平台是以內容管理系統 Drupal 作為核心管理工具，其管理單元是以「知識條目」為單位，亦即每一篇文章為一個物件。為達到上述的空間分析功能，本計畫經過訪查及比較各項 GIS 開放軟體之後，決定新建一台 linux 伺服器，採用 PostgreSQL 作為空間資料庫，並安裝 GeoServer 作為 GIS 伺服器，提供網際網路地圖服務、網際網路圖徵服務 (Web Feature Service, WFS) 及網際網路圖磚服務 (Web Map Tile Service, WMTS) 等服務。新建伺服器透過自行撰寫程式，定期將原伺服器的知識條目同步至新伺服器的空間資料庫中，整體架構如圖 4 所示：

透過 GIS 伺服器軟體的協助，除了減少知識條目重複建置情形外，還可以加入更多查詢與分析功能，甚至再透過 WMS 或 WMTS 提供分享。目前提供服務的網址為：140.122.82.80、連接埠：5432、資料庫名稱：gisdb，由於尚未對外公開，因此帳號密碼需與本團隊聯絡後才能取得。使用者可以使用其慣用的 GIS 軟體，如：QGIS，將原住民族環境知識條目套疊在任選的地圖圖層上展示，如圖 5 所示。使用者可以利用 GIS 軟體的查詢或分析功能，對平台所提供的知識條目進行查詢或分析，如圖 6 顯示的是查詢卡那卡那富族的點圖徵知識條目結果。

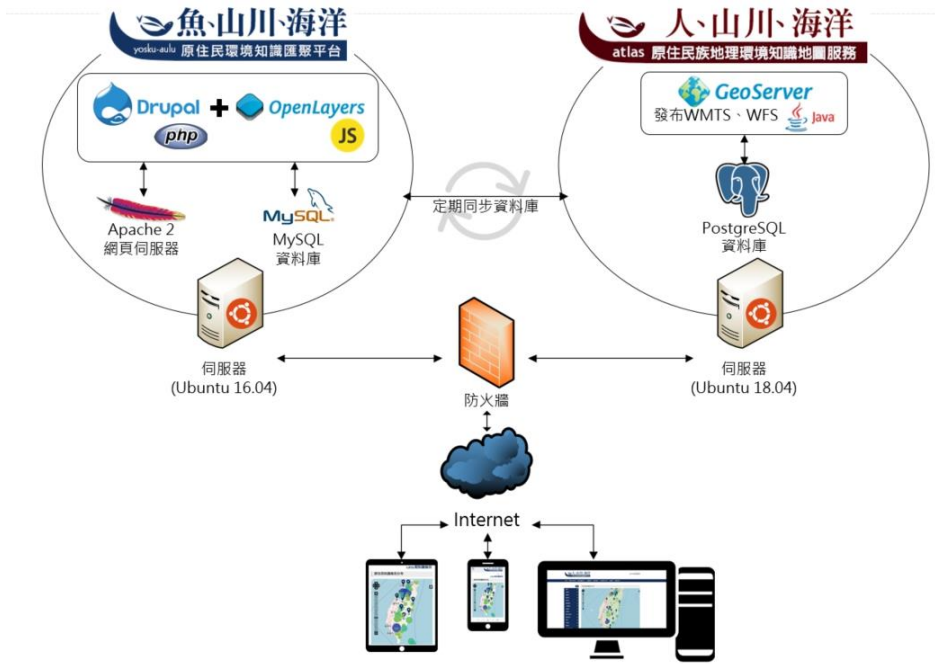


圖 4 本年度新建原住民族地理環境知識資料庫架構與知識匯聚平台之關聯

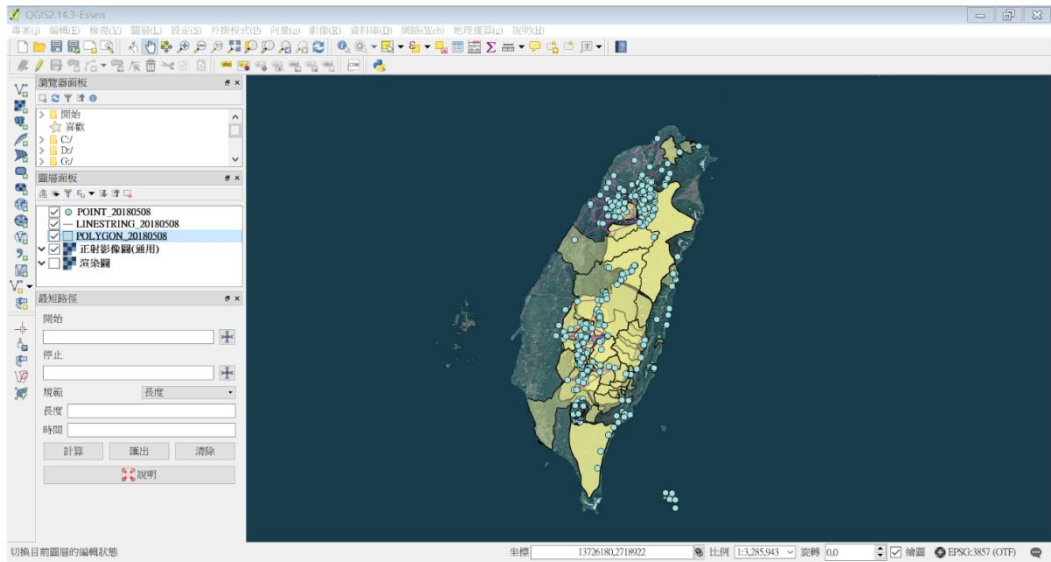


圖 5 透過 QGIS 軟體介接原住民族環境知識條目 WMTS 服務，不僅能在任選的地圖上展示知識條目，也能做進一步查詢及分析。

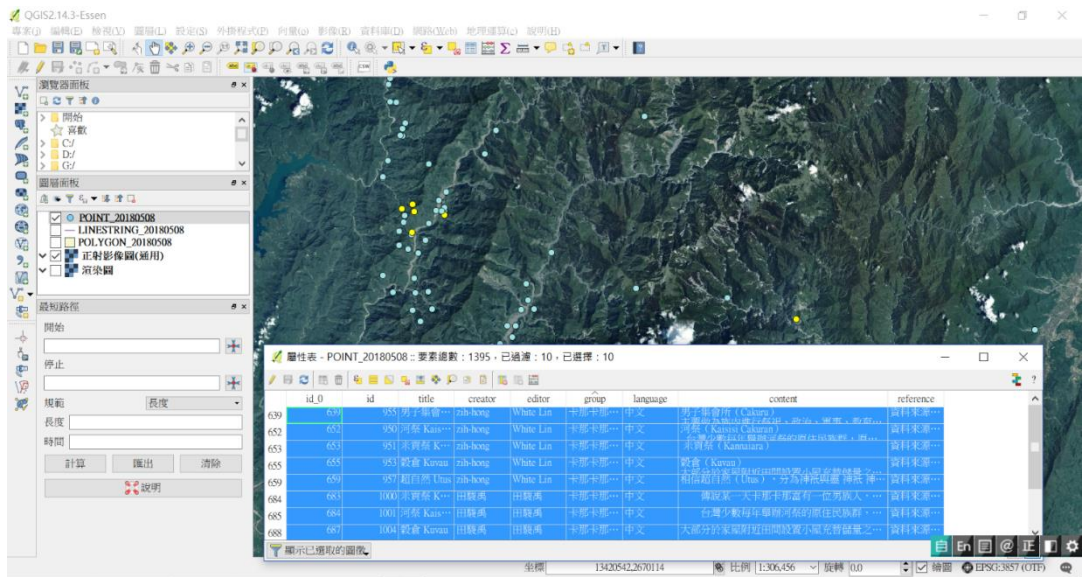


圖 6 透過 QGIS 查詢知識條目範例：卡那卡那富族點圖徵知識條目

二、測製虛擬原鄉

為建置本計畫所提之虛擬原鄉，整體流程如 7 所示，可分為三階段：(1)作業規畫：確定建置三維模型範圍、取得學校或部落同意、規畫航線、準備儀器器材等；(2)外業測量：UAV 航拍、全球導航衛星系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 控制測量、全景相機拍攝、耆老訪談等；(3)內業整理：產製正射影像鑲嵌圖及三維網格模型、整理原住民族環境知識、產製虛擬實境。

(一)作業規畫

UAV 的優點是輕便，但也代表其滯空時間有限，必須考慮單顆電池能航拍的範圍。測區越大，需要更換越多顆電池，也需要更長的航拍時間。在外業之前，一定要先參考準確圖資，如：內政部國土測繪圖資雲，確定航拍範圍，瞭解測區內的地形起伏變化。由於 UAV 的鏡頭焦距多半為固定式，故確定地面解析度 (Ground

Sampling Distance, GSD) 之後就可以算出航拍高度，務必要比對當地地形，以免發生墜機意外，同時也要比對民航局及各縣市政府的禁限航範圍，以免觸法或危害飛安。而基於研究倫理及對部落之尊重，進行外業測量之前也一定要與部落溝通，取得同意後方能進行虛擬原鄉測製。

一般若只為了測製正射影像鑲嵌圖，相機多半朝向正下方採用垂直攝影，影像前後重疊 (Endlap) 約 75%~80%，且航線規畫可採用迴紋針式航線設計。但如果要測製三維模型，相機多半以俯角 60°~70° 傾斜攝影，影像前後重疊需提高至 80%~90%，且航線規畫需採交叉航線設計，航拍時間至少加倍。本計畫為了產製虛擬原鄉三維模型，因此均採 70° 傾斜攝影、前後重疊率 85%、交叉航線規畫。

隨著軟硬體科技進步、製造成本下降，在全球導航衛星系統及電腦視覺 (Computer Vision) 演算法的協助下，

UAV 的操作方式越來越簡便，越來越普及。UAV 產業蓬勃發展，多數為中國大陸品牌，尤其以大疆創新（DJI）生產的 UAV 在全球市佔率高達 7 成，技術相對成熟且第三方軟體支援較多。但是 DJI 有內建「後門」程式的疑慮，美軍曾於 2017 年 8 月宣布停用並廢棄所有 DJI 之 UAV 產品。本計畫使用 UAV 所空拍之影像乃用於產製高精度地圖及三維空間資訊，若使用 DJI 產品，將冒著機敏資料被傳回中國大陸的風險。因此本計畫採用法國 Parrot 公司出品的超輕便型四旋翼

UAV：ANAFI，如圖 8 所示。全機展開後小於一張 A4 紙，重量約 320 公克，單顆電池可滯空飛行最長 25 分鐘，最遠遙控距離達 4 公里，最高飛行高度可達海拔 4,500 公尺，最快飛行速度達每小時 55 公里，可抵抗最高每秒 13.9 公尺之強風。ANAFI 內建 1/2.4" CMOS 影像感測器，雲台可控制鏡頭仰俯角範圍自天頂至正下方，拍攝靜態影像解析度約 2,100 萬像素（5344×4016），亦可錄製 4K 超高解析度影片（Parrot, 2019）。



圖 7 虛擬原鄉測製流程



圖 8 法國 Parrot 公司出品之 ANAFI 超輕便型四旋翼無人飛行載具

儘管 UAV 已內建可接收 GPS 及 GLONASS 雙星系之 GNSS 接收器，但其最佳定位精度僅 3~5 公尺，而航拍影像之地面解析度卻是在 1 公分左右。為求正射鑲嵌影像圖及三維模型之精確，仍須測量三維座標精度達公分等級的地面控制

點。本計畫採用如圖 9 所示徠卡 (Leica) 公司出品之 GS08 plus 及 CS10 全球導航衛星系統接收儀，搭配內政部國土測繪中心的 e-GNSS 系統，測出地面控制點的三維座標，平面精度最佳可達 2 公分、高程精度最佳可達 5 公分。



圖 9 德國徠卡 (Leica) 公司出品之 GS08 plus GNSS 天線及 CS10 接收儀控制器



圖 10 日本理光 (Ricoh) 公司出品之 Theta V 全景相機

為提供沉浸式虛擬實境 (Immersive Virtual Reality, Immersive VR) 體驗，本計畫另採用日本理光 (Ricoh) 公司出品之 Theta V 全景相機拍攝全地球式 360° 全景

像片，如圖 10 所示。Theta V 利用兩個背對背的魚眼鏡頭，可自動拼接出解析度達 1440 萬像素 (5376×2688) 的靜態影像，也可以錄製 4K 超高解析度 360° 全景影

片，搭配其獨有的四向收音麥克風，非常適合用於收錄環境實景 (Ricoh, 2019)。

(二)外業測量

本計畫使用 UAV 進行航拍並重建為三維模型，相對於傳統航拍以有人機進行拍攝，UAV 具備低成本、高機動性等優點，若天氣狀況許可隨時可執行任務。UAV 的航高較低使拍攝任務不易受雲層遮蔽影響，拍攝範圍較小比例尺相對較大，可以獲取高地面解析度之影像，適合拍攝單一原住民族部落，缺點是 UAV 的續航力相對較低，無法拍攝小比例尺的整片山林。本計畫針對 100 至 200 公尺中等範圍的原住民族部落地景，如部落建築群、部落與山頭河川的相對位置等，使用 UAV 拍攝高重疊的航空像片，重建為三維模型後呈現於沉浸式虛擬實境中。

本計畫選擇用來控制 Parrot ANAFI 進行自動飛行任務的 APP 為

Pix4Dcapture，於 APP 內可以設定任務的參數，包括任務類別、航拍範圍地圖、航高、飛行速度、左右和前後重疊率、相機傾斜的角度等，並會告知使用者預計的飛行時間 (Pix4D, 2019)。本計畫為建置部落的三維模型，將使用交叉航線加上 70° 的傾斜拍攝，才能建構部落建築物側面的紋理材質，增加三維模型與後續虛擬實境的真實性。

本計畫亦使用 360 度全景相機進行全景像片的拍攝，屬於定點場景式的 360 度全景像片，能讓使用者感覺彷彿自己置身於當地觀看。相較於只有三維模型，360 度全景像片搭配上沉浸式虛擬實境，能使瀏覽的體驗性達到最佳。本計畫針對 5 至 10 公尺小範圍或室內的原住民族部落地景，如家屋、倉庫、植物或菜園等，使用 360 度全景相機拍攝，呈現於沉浸式虛擬實境中。



圖 11 臺東重安部落實地踏查與耆老訪談

由於「參與」是原住民族傳統環境知識傳承的核心，藉由身體與環境互動、長輩的示範或實地教導作為知識、技能的傳遞，甚至以故事為媒介由耆老口述代代相

傳。因此除了文獻蒐集之外，第一手實地踏查及耆老訪談有其必要性，唯有研究者身歷其境、親臨感受，才有辦法在虛擬原鄉中如實呈現其族群的傳統環境知識，亦

可以確保其正確性。圖 11 為臺東重安部落實地踏查及耆老訪談之側拍照片。與耆老在實地訪談的過程中，團隊成員拍攝了耆老示範傳統生活技能的影片、錄下耆老以族語口述歷史的聲音，在後續內業過程放入沉浸式虛擬實境中，增加虛擬原鄉的真實性與體驗性。

(三)內業整理

本計畫選用 Pix4Dmapper 軟體將外業 UAV 航拍之照片製作為部落的三維模型，Pix4Dmapper 是由瑞士洛桑理工學院計算機視覺實驗室於 2011 年所研發，為專業的 UAV 後製處理軟體。主要以 UAV 拍攝之影像密匹配出三維點雲 (Point Cloud)，生成數值地表模型 (Digital Surface Model, DSM)，快速產出正射影像和三維模型 (3D Mesh Model) 等空間資訊產品。軟體自動進行空中三角測量步驟，平差計算出內、外方位參數，過程不需人工介入 [徐金煌及張國楨, 2015]。Pix4Dmapper 軟體的建模過程如下，首先建立專案匯入影像，軟體會自動讀取影像 JPG 檔的 EXIF 資訊，獲取拍攝時相機的座標及高程進行初始定位。接著是初始化處理，以自動空中三角測量與區域光束法平差計算原始影像實際位置與參數，並可以搭配精度達公分等級的 e-GNSS 所實地測得的地面控制點，提升產製空間資料的精度。接下來進行密匹配生成高密度三維點雲組成不規則三角網格網 (Triangulated Irregular Network, TIN)，藉以對每一張影像進行正射糾正，再鑲嵌為正射影像鑲嵌圖，最後產出敷貼了真實材質的三維模型 (3D Mesh Model)。Pix4Dmapper 所產生的三維模型

成果，不只能夠放入互動式的虛擬原鄉中，亦可製作部落環境的飛行模擬影片，以桌上型虛擬實境的方式呈現。

本計畫以 Unity 進行虛擬實境環境開發，Unity 是一套跨平台的開發遊戲引擎，可用於開發 Windows、Mac、Linux 平台的單機遊戲，或是 iOS、及 Android 行動裝置的遊戲，主要使用程式語言為 C# 和 Javascript。使用遊戲引擎的好處是可節省開發時間，開發者不須從頭開始編寫程式。Google VR 提供了 Google VR SDK for Unity 的外掛程式，方便使用者開發以 Google Cardboard 為展示工具的虛擬實境 APP。圖 12 為以 Unity 開發沉浸式虛擬實境的過程，在正確位置加入全景像片，並在適當位置標註說明文字。

本計畫將前述利用 UAV 航拍所重建之三維模型.fbx 或.obj 檔，以及全景相機所拍攝的全景像片.jpg 檔匯入 Unity，搭配文獻紀錄和耆老訪談所整理該族群或部落的傳統環境知識，並適度加入耆老以族語口述、吟唱的聲音檔或是示範影片等，使虛擬原鄉更具真實性與沉浸感，如圖 13 所示。製作完成後將 APP 匯出至行動裝置，將手機或平板電腦放入 Google Cardboard 觀影盒中，即可體驗虛擬原鄉，學習原住民族傳統環境知識。

三、教學實測

(一)學生背景與分組

本團隊與新北市樹林高中合作，以三年級原住民專班同學為教學對象，以兩節課的時間進行教學實測。原住民專班學生共 29 人，其中 16 名學生為阿美族，其餘

13 名學生來自布農族、排灣族、太魯閣族、撒奇萊雅族、魯凱族與泰雅族等不同族群。16 名阿美族學生中有 12 位屬於海岸阿美族，且有一人來自重安部落。

為測試虛擬原鄉之教學成效，本計畫將學生拆為兩組，A 組為實驗組，在電腦教室進行虛擬原鄉教學，B 組為對照組，邀請重安部落青年族人擔任教學者，在原班級教室介紹重安部落的傳統生態知

識，授課方式為傳統的簡報與講述授課，教學內容與虛擬原鄉實驗組無異。

第一節課結束後，A 組回到原班級教室，以傳統的方法再學習一次傳統生態知識，B 組則換到電腦教室使用虛擬原鄉學習，藉此觀察教學順序的不同，是否影響學生學習的成效與態度，並評估虛擬原鄉是否適合作為輔助教學的工具。

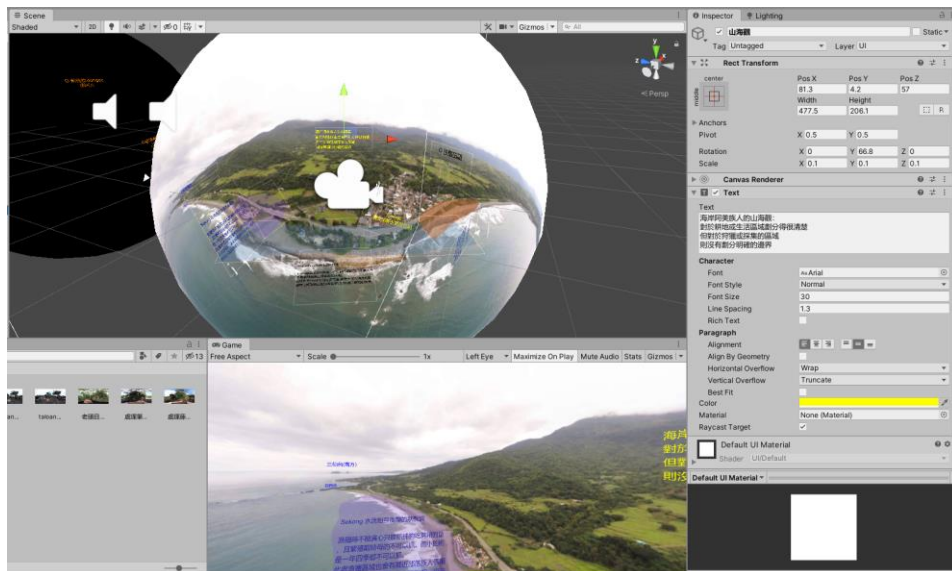


圖 12 以 Unity 開發沉浸式虛擬實境



(a)可點選播放著老口述聲音檔



(b)可點選播放著老現場示範之全景影片

圖 13 沉浸式虛擬實境適時插入聲音或影片

本計畫將班上阿美族學生平均分配於兩組，觀察比較可能具有先備知識的學生，其學習方法與學習順序的不同，對於學習成效與態度會造成何種影響。

(二) 瀏覽虛擬原鄉之裝置

沉浸式虛擬原鄉的瀏覽工具包含虛擬實境眼鏡以及行動裝置，本計畫選擇 Shinecon 5 沉浸式虛擬實境眼鏡，除價格低廉外，與一般虛擬實境眼鏡不同的是，Shinecon 5 的行動裝置放置處是開放式的，因此平板電腦和手機皆能夠與其搭配使用，使用者觸碰平板電腦露出眼鏡的螢幕部分即可進行互動。另一個優點是眼鏡上有能夠調整兩個鏡片前後、左右間距的滾輪，使用者能夠依照眼睛的焦距和眼距，調整至舒服地觀看畫面。

行動裝置方面，由於虛擬原鄉 APP 的檔案稍大，本計畫則選擇 Samsung Tab S2 8.0 吋平板電腦與 ASUS Zenfone Max Pro 手機作為虛擬原鄉教學的行動裝置，兩台裝置皆配備有八核心的中央處理器，記憶體 (RAM) 達 3 GB，能夠順暢播放虛擬原鄉內的全景影片。使用 Samsung 平板電腦的學生可直接觸碰螢幕於虛擬原鄉 APP 中互動，使用 ASUS 手機的學生則是按壓藍牙搖桿上的按鍵取代觸碰螢幕在 APP 中互動。

(三) 教學流程

兩節課的實驗教學流程表 1 如所示。課程一開始的引言首先說明實驗教學的目的與課程進行方式。填寫完前測問卷後，須引導學生至學習情境，向學生說明

在虛擬原鄉中是由兩位耆老帶領大家學習，提醒學生在虛擬原鄉場景內瀏覽時，記得尋找兩位耆老的位置，並留意耆老附近會出現的字幕與照片。

接著介紹虛擬原鄉的互動功能，包含如何切換場景以及影音互動。說明完後，學生即可戴上虛擬實境眼鏡，在測試場景中練習 APP 裡的互動功能，並測試耳機聲音大小，並調整鏡片位置以能夠舒服的觀看內容。測試場景是以樹林高中校門口的全景像片作為背景，使虛擬原鄉有從學校出發的真實感，場景內有音訊和平面影片的播放、暫停、停止按鈕可供學生練習操作，並測試聲音大小，該測試影片為實驗班級學生在學校的舞蹈表演片段，藉此先行引起學生的共鳴與注意力。

測試完畢後，教學者引導學生切換場景至重安部落，學生就會跳到場景 1，開始虛擬原鄉的學習，同時也觸發螢幕錄製的開關。在每個場景中，皆給予學生一定的時間自由瀏覽，教學者並不會提及傳統生態知識的內容，只會引導學生須觀看的重點。一個場景設定的觀看時間結束後，教學者會請學生將眼鏡移開眼睛，閉眼休息 30 秒。休息完成後，教學者請學生戴上眼鏡，引導學生前往下一個場景，如此反覆直到觀看完所有場景。在最後一個場景 (場景 9) 瀏覽完後，學生點選「結束耆老導覽，返回樹林高中」按鈕，即會跳回校門口的場景，同時觸發螢幕錄製的儲存，並播放下課鐘聲，作為虛擬原鄉教學的結束，提升整體的真實感。

表 1 教學流程

電腦教室：虛擬原鄉教學	原班級教室：傳統教學
引言，說明課程進行方式	引言，說明課程進行方式
A 組前測問卷填寫	B 組前測問卷填寫
引導至學習情境	
APP 操作方法介紹	重安部落青年族人簡報教學
練習操作 APP、測試耳機聲音	
虛擬原鄉教學	
A 組後測問卷填寫	B 組後測問卷填寫
下課休息，換場	
引導至學習情境	
APP 操作方法介紹	重安部落青年族人簡報教學
練習操作 APP、測試耳機聲音	
虛擬原鄉教學	
B 組後測問卷填寫	A 組後測問卷填寫
課程結束	

表 2 問卷順序

A 組（先 VR 教學， 後傳統教學）	前測 （問卷 1）	VR 教學後測 （問卷 2）	傳統教學後測 （問卷 3）
B 組（先傳統教學， 後 VR 教學）	前測 （問卷 1）	傳統教學後測 （問卷 4）	VR 教學後測 （問卷 5）

表 3 後測問卷構面

各後測問卷所含構面	後測問卷構面主題
問卷 2：含 Part 1、Part 2、Part 3	Part 1：對於學習傳統生態知識的想法
問卷 3：含 Part 1、Part 2、Part 4	Part 2：對於重安部落傳統生態知識的熟悉程度
問卷 4：含 Part 1、Part 2	Part 3：「虛擬原鄉」的體驗心得
問卷 5：含 Part 1、Part 2、Part 3、Part 4	Part 4：對於本次課程的想法

(四)問卷設計

本次教學實驗的評量工具主要分為對傳統生態知識的情意量表與重安部落傳統生態知識的認知試題，分為前後測試

題。而前測部分則多了「對於傳統生態知識的自身經驗」與「數位媒體的使用經驗」。後測部分則是多了「虛擬原鄉的體驗心得」與「對於本次課程的想法」，後

測試題的構面依照不同的教學順序而略有不同，後測可區分為4份不同問卷（如表2、表3）。

教學後的答題表現，皆有十足的進步，先使用「虛擬原鄉」教學的A組，其平均分數提升2.667分，進步幅度達46%，後使用「虛擬原鄉」教學的B組，其平均分數較第一次後測提升2.643分，進步幅度達42.5%。以此初步統計結果判斷，學生以「虛擬原鄉」學習的成效較傳統教學更為優異。

肆、教學成果分析

一、認知成效分析

表4為A、B兩組前測與兩次後測認知試題的平均分數，以及兩次後測的進步幅度。結果顯示兩組學生在「虛擬原鄉」

表4 認知試題平均分數與進步幅度

	A 組 前測	A 組 第一次後測 (VR 教學)	A 組 第二次後測 (傳統教學)	B 組 前測	B 組 第一次後測 (傳統教學)	B 組 第二次後測 (VR 教學)
平均分數(分) (Max=10)	5.800	8.467	9.000	6.143	6.214	8.857
進步幅度 (倍)		1.460	1.063		1.012	1.425

表5 認知試題各題答對率

題目	A 組 前測	A 組 第一次後測 (VR 教學)	A 組 第二次後測 (傳統教學)	B 組 前測	B 組 第一次後測 (傳統教學)	B 組 第二次後測 (VR 教學)
C1	0.867	0.933	1.000	0.867	0.867	0.933
C2	0.800	1.000	1.000	0.667	0.667	0.733
C3	0.133	0.733	0.933	0.533	0.800	0.867
C4	0.867	0.933	0.933	0.667	0.133	0.533
C5	0.467	0.667	0.733	0.333	0.200	0.867
C6	0.067	0.867	0.933	0.133	0.133	0.867
C7	0.867	0.933	1.000	0.867	0.933	0.933
C8	0.533	0.800	0.800	0.600	0.667	0.867
C9	0.800	1.000	0.867	0.533	0.867	0.933
C10	0.400	0.600	0.800	0.533	0.533	0.733

接著進一步分析各題的答題狀況在前後測的差異(表5), C3至C9共7題的主題為野菜文化與山林知識, 而C1、C2、C10則是與部落傳統領域較為相關。結果顯示, C1、C2和C7三題大多學生原先就有概念, 答對率沒有明顯成長。C3、C8、C9在兩組的第一次教學後, 答對率皆有明顯提高。另外C5和C6兩題, 兩組學生在「虛擬原鄉」教學後的答對率都大幅提高, 顯示野菜的特性與採集技巧, 若是能透過VR觀看耆老示範, 沉浸在部落環境中, 相當有助於學生的理解。

二、情意成效分析

表6為A、B兩組前測與兩次後測情意試題的平均分數, 以及兩次後測的進步幅度。結果顯示兩組學生對於學習傳統生態知識的態度皆沒有明顯的提升, 主要是因為大多數學生在前測時的分數就已經相當高了。關於這點, 專班的地理老師曾提到, 經過三年原住民專班的洗禮, 早已對原住民族文化與原生部落有一定的認同感, 因此在本次「虛擬原鄉」教學後, 情意分數上能夠進步的幅度實在有限。

表6 情意試題平均分數與進步幅度

	A組 前測	A組 第一次後測 (VR教學)	A組 第二次後測 (傳統教學)	B組 前測	B組 第一次後測 (傳統教學)	B組 第二次後測 (VR教學)
平均分數(分) (Max=10)	4.253	4.328	4.400	4.529	4.579	4.567
進步幅度 (倍)		1.017	1.017	1.011		0.997

表7 情意試題各題平均分數

題目	A組 前測	A組 第一次後測 (VR教學)	A組 第二次後測 (傳統教學)	B組 前測	B組 第一次後測 (傳統教學)	B組 第二次後測 (VR教學)
D7	4.467	4.600	4.600	4.857	4.857	4.857
D8	4.800	4.857	4.800	4.857	4.857	4.857
D9	4.400	4.538	4.533	4.500	4.643	4.692
D10	3.133	3.071	3.467	3.643	3.769	3.643
D11	4.467	4.571	4.600	4.786	4.769	4.786

接著進一步分析各題的答題狀況(表7), D7、D8、D9、D11四題, 在前測與兩次後測的分數都很高, 沒有明顯的進

步。而D10的結果則較為特別, 值得討論, 在經過「虛擬原鄉」教學後的分數, 都較前一次答題降低, 有些學生可能認為

透過「虛擬原鄉」學習，使他們不必回到部落就更容易學習到傳統生態知識，但相反地，有些學生也會認為，瀏覽過「虛擬原鄉」後，使他們覺得一定要回到部落學

習傳統生態知識。（後續將會針對個別學生前後測的態度改變，與該學生前測的其他題目答題結果做進一步分析）

表 8 情意試題題目

	非常 同意	同意	普通	不同 意	非常 不同意
D7 我想要回部落學習傳統生態知識					
D8 我認為學習自己部落的傳統生態知識很重要					
D9 我想要學習其他部落（包括不同族群）的傳統生態知識					
D10 我覺得不必回到部落就可以學習傳統生態知識*					
D11 我很關心部落傳統生態知識逐漸消失的相關議題					

註：D10 分數與其餘四題計算方式相反，回答非常不同意者得 5 分，回答非常同意者得 1 分

表 9 虛擬原鄉操作體驗

題 目	A 組	B 組	全部
F1. 「虛擬原鄉」讓我有身歷其境的感覺（真實感）	4.400	4.357	4.379
F2. 使用頭戴裝置的時候，我會忘了身在教室（沉浸感）	4.067	4.000	4.033
F3. 觀看全景影片時，我有轉頭四處觀看	4.933	4.714	4.824
F4. 整個操作過程中，我會擔心漏掉點位沒有看到	4.867	4.000	4.433
F5. 我覺得在場景中的操作時間太少了	3.733	3.571	3.652
F6. 我覺得操作很難	1.600	2.214	1.907

三、虛擬原鄉體驗心得與整體回饋

（一）虛擬原鄉體驗心得

表 9 為虛擬原鄉操作體驗分數統計，結果顯示學生認為「虛擬原鄉」非常有真實感，分數達 4.379，沉浸感則相對較低，可能與瀏覽完一個場景，就得脫下眼鏡讓眼睛休息一下有關。大多數學生在瀏覽「虛擬原鄉」時都會四處觀看，顯示 360 度的全景照片和影片有達到效果。F4 的分數結果也相當高，一方面學生可能覺得操作時間太少，另一方面也可能是由於

場景內的字幕或照片等資訊很豐富，若沒有口頭或場景內足夠的引導，就會讓學生擔心會遺漏點位。最後，有一半以上的同學覺得操作的時間太少了，可能的原因除了內容過多外，也與學生第一次操作的不熟悉有關，導致壓縮到後面操作的時間。若是未來以相同方式學習其他部落或是其他主題的傳統生態知識，學生已有裝置的操作經驗，在場景中就能夠有更多學習時間。

「虛擬原鄉」後測問卷中，最後讓學生填寫心得或建議的文字回饋，大多數學生的回饋都有提到觀看時頭會很暈，特別是全景影片，因此未來在野外拍攝全景影片時，最好能夠架設在腳架上拍攝，避免手持。此外，沉浸式虛擬實境很容易導致頭暈也表示教學時間不能太長，可以作為傳統生態知識教學的輔助，但是沒有辦法完全取代傳統的教學。在文字的回饋中，不少學生希望可以在「虛擬原鄉」中移動，這也是目前「虛擬原鄉」的一大限制。另外有學生則提到，跟一般影片比起來，在「虛擬原鄉」中會更認真地觀看 360 度

全景影片，顯示「虛擬原鄉」能夠提升學生的學習動機。

(二) 學生對於課程的整體回饋

在兩組學生的第二次後測問卷中，詢問了學生感覺兩堂課教學順序有沒有幫助到學習，非常有幫助得 5 分，非常沒幫助得 1 分。結果如表 10 所示，B 組學生較 A 組學生更認同各自的學習順序，不過大多數的 A 組學生也認為這樣的教學順序不需要調整，以此統計結果而言，傳統教學和「虛擬原鄉」教學的順序先後，學生並沒有明顯的偏好。

表 10 學生對於兩堂課教學順序的想法

	A 組	B 組
G1. 這樣的教學順序(先使用「虛擬原鄉」教學，再使用傳統教學)有沒有幫助到學習	4.333	
G1. 這樣的教學順序(先使用傳統教學，再使用「虛擬原鄉」教學)有沒有幫助到學習		4.571
G2. 這樣的教學順序需不需要調整(人數)		
(A) 不需要調整，這樣很棒	11	11
(B) 只保留「虛擬原鄉」教學	0	0
(C) 只保留傳統教學	1	1
(D) 順序調換比較好	3	2

最後是學生對兩堂課整體的文字回饋，不少學生提到上完這兩堂課之後很想回部落，並希望「虛擬原鄉」可以有自己的部落，透過這些回饋，說明經過這兩堂課，學生的情意分數雖然沒有明顯提升，但對於學生與部落傳統生態知識的連結還是能有正面影響。

伍、結論與建議

本計畫除繼續維護前期所建置之

「人、山川、海洋—原住民族環境知識匯聚平臺」(<http://iknowledge.tw>)，並整合其他子計畫所蒐集到的地理環境知識，加上團隊實地踏查及訪談所蒐集到的地理環境知識，截至 110 年 4 月 28 日止，平臺已累積 1902 條原住民族環境知識條目。此一平台不僅作為虛擬原鄉的知識來源，也是以族語保存原住民族傳統地名的知識庫，更可以作為原住民族傳統領域的宣告與溝通平台。本計畫第一年完成知識

庫轉置為 GIS 伺服器，並透過 WMS 及 WMTS 發布網際網路地圖服務，使用者也可以透過 QGIS 等 GIS 軟體直接介接平台中的地理資訊，可以更進一步進行空間分析。

本計畫提出虛擬原鄉的概念，期望能在學生暫時沒有辦法回到部落現地學習的情況下，突破時空的限制，作為輔助耆老或老師在教室教授傳統生態知識的一項工具，使學生以更具臨場感的方式學習，以達到更好的教學成效。團隊先後與宜蘭縣大同國中及臺東重安部落合作，使用 UAV 航拍，製作學校或部落空中的全景像片，呈現學校的建物、部落的主要居住區、生活領域範圍內之地景。並利用 360° 全景相機紀錄小範圍環境，針對野菜、植物或是動物的足跡等，拍攝靜態的全景像片。而耆老示範現場採集、在工寮處理野菜食材的動作，以及耆老在山林裡講解如何判斷自身位置等山林知識，則是拍攝動態的全景影片。透過以全景像片和全景影片重現部落的環境，搭配沉浸式虛擬實境可讓使用者感覺自己彷彿就在部落現場觀看。

教學實測與新北市樹林高中高三原住民族專班合作，以認知試題和情意量表的前後測問卷作為評量工具。為評估虛擬原鄉教學之成效，本計畫將學生分為兩組，實驗組（A 組）先使用「虛擬原鄉」教學，對照組（B 組）則先使用一般教學法。兩組學生分別在第一堂課以兩種不同教學法學習重安部落的傳統生態知識，比較兩種教學法的成效，第二堂課則互換方式學習。根據認知試題的統計結果，先使

用虛擬原鄉教學的 A 組，在使用虛擬原鄉後，認知平均分數有顯著的提升，第二堂課經歷一般教學之後，則沒有更明顯的進步。而先使用一般教學的 B 組，在第一堂課並沒有明顯進步，但是第二堂課使用虛擬原鄉之後，與第一堂課相比有顯著的進步。以上兩者統計結果皆說明「虛擬原鄉」教學相比於一般教學，更能提升學生之學習成效，且耆老實際操作的題型進步更為明顯。本計畫亦透過前後測的情意量表，評估虛擬原鄉是否有助於提升學生對於傳統生態知識學習態度。結果顯示，兩組學生的情意分數皆沒有因虛擬原鄉教學或一般教學而有明顯的提升，主要是由於前測的分數就已經相當高。但是藉由學生的文字回饋，顯示虛擬原鄉仍有達到提高學生與部落傳統生態知識連結的目的。

由於原住民族專班的學生是來自各個不同的族群與部落，大部分學生也並沒有去過重安部落，對於該部落的先備知識較少，因此本計畫無法比較現場實地學習和虛擬原鄉學習的成效差異。未來若是要拓展研究對象，可以朝向尋找部落遷移到都市聚落內的族人，擴大施測的樣本數，並進一步了解外移至都市的年輕族人，是如何看待「虛擬原鄉」。

而虛擬原鄉的軟硬體方面，教學實測中有部分學生反應使用沉浸式虛擬實境時會有頭暈的狀況，因此本計畫建議未來在野外拍攝全景影片時，仍需要架設在腳架上拍攝，避免影片拍攝時的晃動。而教學用的裝置，也可以使用更高規格的沉浸式虛擬實境眼鏡，盡量改善使用者容易頭暈的狀況。此外，目前虛擬原鄉 APP 中

的互動功能僅限於場景切換和影片、音效播放，建議後續研究可以開發更多的互動功能，例如與耆老對談、使用 UAV 像片進行三維建模以實現在場景中自由移動等，使學生不只有被動式的瀏覽，也能夠主動地進行更多操作與探索，以使學習內容更為多元，並藉此探討在不同互動性與複雜性下的虛擬原鄉，對於學生的學習成效有何影響。

參考文獻

- 徐金煌及張國楨(2015)。以 Pix4Dmapper 進行 UAV 影像之空間資料產製。中國土木工程學刊，27(3)，241-246。
- 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)。
doi:10.6384/CIQ.200401.0091
- 賴崇閔、黃秀美、廖述盛及黃雯雯(2009)。3D 虛擬實境應用於醫學教育接受度之研究。教育心理學報，40(3)，341-362。
- Berkes, F., Colding, J., and Folke, C. (2000). Rediscovery of Traditional Ecological Knowledge as Adaptive Management. *Ecological Applications*, 10(5), 1251-1262.
- Google. (2019a). Google Cardboard. Retrieved from <https://vr.google.com/cardboard/>
- Google. (2019b). 什麼是 Expeditions? Retrieved from <https://support.google.com/edu/expedit>
[ions/answer/6335093?hl=zh-Hant](https://support.google.com/edu/expedit/answer/6335093?hl=zh-Hant)
- Parrot. (2019). ANAFI. Retrieved from <https://www.parrot.com/global/drones/anafi>
- Pix4D. (2019). Pix4Dcapture. Retrieved from <https://www.pix4d.com/product/pix4dcapture>
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the horizon*, 9(5), 1-6.
- Ricoh. (2019). RICOH THETA V. Retrieved from <https://theta360.com/ct/about/theta/v.html>

Establishing a Digital Learning System for Geographic and Environmental Knowledge of Indigenous Peoples with Virtual Reality and Augmented Reality

Sendo Wang

Associate Professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University

Abstract

The long history living in Taiwan has made indigenous people having their own way to explore and to treat the mountains, streams, and living creatures. They have completely different pedagogy to establish and to pass their own environmental knowledge, comparing to the western-style science education. However, the young generation of the indigenous people is losing their traditional point of view to their environment under current education system. This is not only a huge loss of indigenous knowledge, but all Taiwanese also lost a chance to treat this island in a more sustainable way. Our team will continue the indigenous research based on the previously established platform - The Volunteered Geographic Information System for Indigenous Environmental Knowledge. (<http://iknowledge.tw/>) The main goal of this research is to establish an indigenous-style digital learning platform. First, the environmental knowledge base must be transformed into a geographic information database for further spatial analysis, such as overlay analysis, buffer analysis, or viewshed analysis. We will tightly work with other sub-projects to acquire the indigenous-style teaching materials they developed about indigenous geography. For the indigenous people who are still living in the original tribe, we will develop digital modules based on the augmented reality (AR) technology. For those who has left the original tribe, we will build up a “virtual tribe” via the virtual reality (VR) technology. We hope, in this way, the traditional indigenous knowledge and pedagogy can be preserved and inherited with modern digital learning tools. This sub-project will closely cooperate with other sub-projects. The researchers will visit the tribes together and share all information and tools. The digital learning system developed after the first year will be introduced to the cooperated high schools and elementary schools in tribes in the 3rd and 4th year. Every indigenous people are encouraged to use and to contribute indigenous geographic information to the VGI system. The gathered user experiences and feedbacks will be used for keep improving the indigenous geographic knowledge digital learning system.

Keywords: Indigenous Geographic Knowledge, Digital Learning, Virtual Reality, Augmented Reality, Geospatial Information, Virtual Tribes

「人、山川、海洋」—原住民族知識體系為本的 地理、環境教育與科學探究能力之建構— 子計畫四：建構虛實互動的原住民族地理環境 知識數位學習平台¹

王 聖 鐸

國立臺灣師範大學地理學系副教授

本人畢業於國立成功大學測量及空間資訊學系，身為一位工學博士，並沒有受過「教育」或「科學教育」領域的訓練，而在求學及作博士後研究的過程中，其實也沒有機會真正認識臺灣的原住民族。有幸受到本系汪明輝老師、沈淑敏邀請，於民國 102 年加入了原住民族科學教育的整合型計畫團隊，開始了長達八年的原住民族科學教育研究旅程。在這旅程中，非常感謝汪明輝老師、沈淑敏老師、樂鐸·祿璞峻岸老師、蔡慧敏老師的指導與支持，讓我能有更多機會認識原住民族的知識與科學，更加珍惜原住民族的傳統生態知識，甚至更加羨慕臺灣原住民族的美好文化。

由於個人的空間資訊工程背景，本團隊在原住民族科學教育計畫第二期是以建置「自發性地理資訊系統」為主軸，希望能善用自發性地理資訊的特性，以族語原汁原味保留原住民族的地理環境知識。不僅為年輕的族人典藏傳承，也能為

族人向漢人或外國人發聲。而在原住民族科學教育計畫第三期則是以打造「虛擬原鄉」為主軸，希望能整合虛擬實境（Virtual Reality, VR）與擴增實境（Augmented Reality, AR），盡可能模仿原住民族傳統的「做中學」方式，讓都市原住民也能在異鄉學習部落的傳統生態知識。

做為研究者，必須保持客觀中立；作為一個漢人研究者，則是要更小心不能以他者的角度擅自解讀原住民族的文化與科學知識。因此我們在管理所建置的「人、山川、海洋-原住民族環境知識匯聚平台」時，必須恪遵 Web 2.0 的精神，必須尊重每一位編寫者的意見，不能擅自修改或刪除任何一條知識條目。知識條目的編修，必須盡可能仰賴族人自發性地上來編修，我們不能親自動手，也不能強迫任何一位族人。也因此平台上知識條目的累積相當緩慢，只能利用演講、高中合作課程、教師研習、原住民族科學節等各種推廣機會，鼓勵年輕的族人在回到部落後

¹ 第二期 102-105 年計畫編號：NSC 102-2511-S-003-035-MY4；第三期 106 年計畫編號：MOST 106-2511-S-003-057、第三期 107 年計畫編號：MOST 107-2511-H-003-018、第三期 108 年計畫編號：MOST 108-2511-H-003-057、第三期 109 年計畫編號：MOST 109-2511-H-003-051

可以請教耆老，再來平台上貢獻地理環境知識。

知識條目需要時間累積，有時則是會遇到同樣的標的，不同的族群會有不同認知。幸好我們透過語系的方式，可以讓同一知識條目用不同族語撰寫，例如：高山鯿魚，就可以有鄒語、泰雅語、中文等不同頁面來呈現。但即使是同一族，不同部落的發音或認知也可能會不太一樣，此時就只能在知識條目中多元呈現了。

在測製虛擬原鄉時，儘管我們已經盡可能採用「消費級」設備而非「專業級」設備，例如：Parrot Anafi 空拍機一組約二萬五千元、Ricoh Theta V 一台約一萬五千元，但對於部落來說還是一筆負擔，更別提外業空拍工作及內業後製工作都需要技巧跟訓練，使得虛擬原鄉雖然很受肯定，但無法推廣到由部落自己來測製，這也是我們團隊一直在思考如何簡化、如何降低成本的地方。

八年來，非常感謝曾經協助我們的學校和部落，感謝宜蘭縣立大同國中胡文聰校長、林家齊主任、高日昌老師；新北市立樹林高中林香吟老師；臺東重安部落 Acuwu 頭目、Finen 頭目、部落青年歐聖；蘭嶼部落文化基金會董事長董恩慈博士等。謝謝您們願意接納我們，讓我們可以到學校、到部落測製虛擬原鄉，將部落的環境知識融入虛擬實境及擴增實境中。當然還要非常感謝國立臺東大學熊同鑫老師帶領的計畫辦公室團隊：永盛、哲成、彥穎等伙伴，一路上非常支持我們，幫我們媒合資源，讓我們可以盡情作研究，也可以有機會向外界推廣成果。研究計畫絕

對不是一個人能完成的，我也要非常感謝臺師大地理系多維度空間資訊運算研究室（Multi-Dimensional Geo-Informatics Lab., MDGIL）的伙伴們，因為有你們的全力支援，這個研究計畫才能順利開花結果。

每年的原住民科學節不僅是展示一年成果的好機會，也是團隊創意大噴發的時間。科學節把所有原住民族科學教育計畫下的團隊全部都集合在一起，彼此互相觀摩、互相學習、互相打氣，若可以的話，真希望以後每年都能繼續辦下去！

表 1 本計畫歷來於科學節參展像片



活動：深山裡的科學節
地點：嘉義達邦國小
日期：2014.12.27



活動：2015 原住民科學節
地點：高雄原住民族文化園區
日期：2015.08.01



活動：2016 原住民科學節
地點：臺東鐵花村
日期：2016.07.29



活動：2017 原住民族科學節
地點：臺北 101
日期：2017.09.02



活動：2018 原住民族科學節
地點：花蓮東大門夜市
日期：107.07.28



活動：部落傳統地圖繪製課程
地點：宜蘭縣南山部落、大同國中
日期：108.03.20



活動：2019 原住民族科學節
地點：高雄國立科學工藝博物館
日期：108.07.27



活動：2020 原住民族科學節
地點：臺中國立自然科學博物館
日期：109.08.01

原住民文化融入國小數理領域之CPS行動學習、 評鑑系統與師資培育—子計畫一、原住民國小 數學課程之 CPS 行動學習發展與建置 —以幾何為例：歷程、回顧、感想與展望

趙貞怡

國立臺北教育大學課程與教學傳播科技研究所教授

【 摘 要 】

本計畫至 2009 年開始執行，主要針對宜蘭縣南澳鄉泰雅族的國小中、高年級學生作為研究對象，並以數學與自然科技為教學主軸，於課程與教材之中融入當地原住民的文化，如泰雅族的特色圖案、傳統習俗與傳說故事等，引導學生從自身的生活環境來熟悉周遭的幾何與科學的現象。課程採取協作式問題解決能力 (Collaborative Problem Solving, CPS) 的教學策略 (Nelson, 1999)，參考 PISA 2015 (OECD, 2013) 的 CPS 架構與文獻，讓學生以分組合作方式完成任務並解決問題，於過程中培養學生的創造、數學、科學及 CPS 能力。

本計畫以四年為一期，今年 (2020 年) 已執行至第 3 期，為了讓教學內容與社會科技接軌，每一期的開發主軸有些不同。第一期主要在探討原住民學生的生活環境與學習特色之間的關聯，發現原住民學生與漢族的學生思考方式不盡相同，若是採用傳統的教學模組，或許會限制原住民學生的學習成效，因此第一期致力於開發一套適合泰雅族原住民學生的教學模組，以及根據原住民學生的學習背景來開發適合的教學模式，提升原住民學生的學習動機與成效。第二期隨著網路科技的發達，除了持續開發與探討適合原住民學生的幾何教學模式，並架設了第二期的計畫網站，藉由網站的共享資源，可以提供給全國各地的教師使用，教師可建立個人化或在地化的 CPS 教案。除此之外，第二期開發了線上幾何互動遊戲教材，同時融入了泰雅族的文化特色，讓學生於遊戲教材中建構知識概念並瞭解自己的文化。第三期則加入了「行動學習」，鑑於行動裝置的普及化，課程中使用平板輔助學習，教學活動也更加多樣有趣。且以 PISA 2015 (OECD, 2013) 的測驗模式，持續開發一套測驗 CPS 能力的線上評量系統，提供給全國各地老師與學生使用，藉以培養學生的 CPS 能力。

關鍵詞：原住民學生、幾何、行動學習、協作式問題解決、國際學生能力評量計劃 PISA

壹、研究歷程與回顧

本計畫於 2009 年起始，每四年為一期，2020 年進入第三期的第四年。以下分別說明第一期至第三期的計畫內容。

一、第一期 (2009/08—2013/07)

本計畫團隊第一期透過質性與量化的研究方式，深入了解原住民學生後設認知及創造力的現況，並搭配其他子計畫的科學問題，安排適合原住民文化的後設認知及創造力訓練活動，進而了解國小學生在科學問題解決過程中，科學創造力與後設認知的發展情形。

教學模式以原住民的文化、風俗及生活習慣，融入創造力課程，如紋面圖騰的旋轉與鏡射等，共 36 單元，除加深原住民學生瞭解自身傳統文化外，更授予重要的學科知識，並採「動手實作」與「協作式問題解決 (CPS)」教學策略，不僅讓學

生習得知識概念，也學習小組團隊合作。

(一) 第一年

以創造力與原住民文化為基礎的課程融入 CPS 教學方法，並且設計一套適合原住民國小中、高年級的創造力課程，因此必須探究原住民文化的特色、原住民學生的學習方式、原住民文化與創造力教育如何結合，以及適合原住民學生的教學策略等相關資料。研究方法包括文本分析、田野調查、訪談法、觀察法及專家焦點團體訪談等方式，瞭解泰雅族原住民學生的學習環境、現況及文化與傳說故事，開發出具泰雅族原住民文化的 CPS 創造力與後設認知課程模組，包含課本、教師手冊、習作本與測驗卷(如圖 1.1 至 1.4)，透過試教及陶倫斯創造力測驗，瞭解教材、評量與活動的適切性，及原住民國小學生後設認知及創造力的情況。

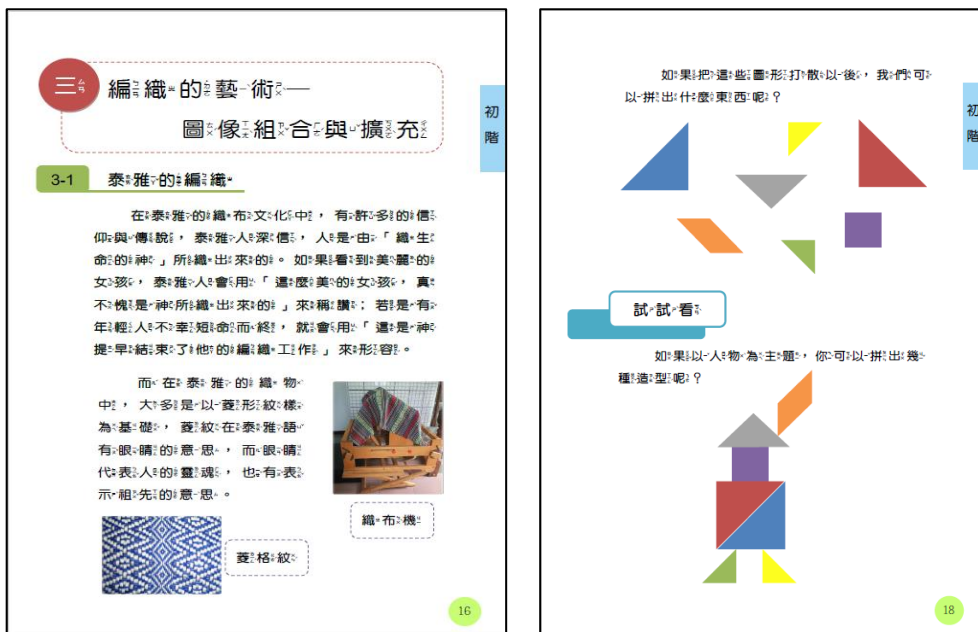




圖 1.1 創造力課程—課本

站在猴子的正面




站在猴子的背面



高階


下面有一些柱體與錐體，請依據题目的叙述，在正確的選項中打 V。

六角錐的側面




六角錐的側面是 ()

三角形




()

六邊形




()

五角柱的側面




五角柱的側面是 ()

長方形



()

五邊形




()



48

9-3 眼力大考驗

動手試試看



對照下列各組圖片，把不一樣的地方圈起來。如果不告訴你有多少個不同處，你可以找到幾個呢？

這兩隻雉雞共有 () 個不同處。

49

圖 1.2 創造力課程—習作

單元 3-3 圖像的擴充 40分鐘

單元目標


- 一、了解繪圖的步驟與其圖像樣式。
- 二、透過實作練習，增加圖像擴充的能力。

評量建議

- 一、能了解繪圖的步驟與其圖像樣式。
- 二、能將簡單線條生成圖像。
- 三、能將簡單形狀生成圖像。

想一想

除了繪圖之外，我們還可以利用簡單的線條，創造出更多的圖案嗎？



單元目標說明

線織成布，利用不同的線織出不同紋樣的布。

線織成布，利用不同的線織出不同紋樣的布。

線織成布，利用不同的線織出不同紋樣的布。

CPS 教學活動建議

第一階段：準備 - 教學者與學習者做好準備以進行小組協作。

- 一、教師發展課程並設計教學活動與擬定教學策略。
- 二、準備課程活動所需之教材。
- 三、學生準備個人上課所需之用具。

第二階段：教學者將學習者分成小型且異質的工作團體。

根據班上學生男女比例人數，進行異質分組，建議每組人數以 5 至 6 人為宜。

第三階段：團體在初步的過程中，將討論問題下定義。

- 一、簡單說明本課教學過程。
- 二、各組問題

單元 3-2：代表組舉的幾何紋樣，可以用哪些圖形組成呢？

單元 3-3：由字彙所構成的線條，除了織成布之外，我們可不可以利用簡單的線條，創造出更多的圖像呢？

第四階段：各組進行工作角色分配。

- 一、選出各組組長及其他角色
 1. 組長 1 名
 2. 記錄 1 名
 3. 發表者數名
- 二、團體中的角色分配，可每次員不同。

圖 1.3 創造力課程—教師手冊

後設認知測驗

姓名: _____ 性別: 男 女 生

學校: 南澳國小 班級: _____ 年級: _____ 班: _____

日期: 100年12月09日

各位小朋友，請你們選出最適合的答案，並在空格裡打 V

		我從來沒想過這問題	我想過但是我不知道	我想過而且我知道
1 就這學期的學習經驗，我會思考自己在上課時的表現好或不好？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2 就這學期的學習經驗，我會思考別人在上課時的表現好或不好？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3 就這學期的學習經驗，我會思考上課時使用哪些方式可以幫助學習，例如詢問老師、和同學討論等等？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

		我從來沒想過這問題	我想過但是我不知道	我想過而且我知道
4 就這學期的學習經驗，我會去思考上課的活動是屬於哪一類的活動？（例如：肢體表達是創造力等）？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5 就這學期的學習經驗，我會思考及規劃課程活動所需花費的時間？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6 就這學期的學習經驗，我會思考課程活動的安排，是要幫助我學習怎樣的知識或能力？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7 就這學期的學習經驗，我會思考過，課程活動要用什麼方法教？	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

圖 1.4 創造力課程－測驗卷

表 1.1 原住民後設認知與創造力課程大綱

第一階段—初階	第二階段—中階	第三階段—高階
第一課 紋面圖騰的旋轉與鏡射 單元一 紋面的由來 單元二 紋面的旋轉 單元三 圖像的鏡射	第五課 泰雅的成年象徵—肢體表達 單元一 泰雅的成長歷程 單元二 肢體語言的運用 單元三 肢體語言大不同	第九課 狩獵眼力訓練 單元一 射箭狩獵去 單元二 左右上下看視角 單元三 大家來找不一樣
第二課 祭祀與生活—情緒表達 單元一 祭祀與生活 單元二 祭祀的情緒 單元三 情緒的表達	第六課 泰雅服飾—圖像分類 單元一 泰雅服飾 單元二 圖像分類 單元三 圖像分類規則	第十課 能源面面觀 單元一 能源危機對人類的影響 單元二 再生能源之旅 單元三 能源問題策略討論
第三課 編織的藝術—圖像組合與擴充 單元一 泰雅的編織 單元二 圖像的組合 單元三 圖像的擴充	第七課 婚前禁忌—分類與對白 單元一 熊與兩姐妹的故事 單元二 劇本創作—分鏡 單元三 劇本創作—對白	第十一課 大家一起來跳舞 單元一 原住民舞蹈的形成 單元二 認識原住民舞蹈 單元三 泰雅樂舞
第四課 麻雀的故事—635 與 ALU 策略運用 單元一 麻雀的傳說 單元二 創造力策略 635 法 單元三 創造力策略 ALU 法	第八課 巨人哈路斯的故事—角色模擬思考策略 單元一 巨人哈路斯的故事 單元二 角色模擬分析 單元三 思考策略	第十二課 機器人課程問題討論 單元一 機器人教育 單元二 NXT 是什麼 單元三 樂高機器人的運作

(二) 第二年

持續進行前一年 CPS 創造力課程單元教學模組及訓練活動之開發，將課程分為初級（國小三、四年級）、中級（國小四、五年級）及高級（國小五、六年級），每個階段共開發 4 課 12 單元，共計 12 課 36 單元，課程大綱如表 1.1 所示。其中第二年開發並進行了初階及中階，共 8 課 24 個單元教學課程。

(三) 第三年

第三年接續前兩年的教學模組，完成了表 1.1 中高階的 4 個的 CPS 創造力與後設認知課程模組，包含課本、習作、評量、教具、教師手冊及教學流程。由於之前的研究中發現原住民學生操作機器人時，固定參照系統的定位能力較弱，因此加上空間能力的測驗方式。研究結果之後發現原住民學生在「空間視覺化測驗」的分數顯著低於漢族學生，在「空間定位」的調查後，發現原住民學生在兩點間的中間位置概念較薄弱，且參照的物體多達兩個以上時容易發生混亂。可能因為生活環境影響，學生對於空間能力的表達不夠精確，進而影響自然生活與科技的學習表現，因此，之後的研究方向也更加關注在空間與幾何的領域。

(四) 第四年

前三年完成了教學模組共十二課三十六個單元之教材與教學模組的開發，於第四年將教材以數位化方式出版。2012 與 2013 年間，與其他子計畫之課程相互配合，於南澳鄉的泰雅族國小進行 12 單元共 36 堂課的高階課程教學活動如基礎機械課程、能源課程、創造力課程。之後

進行創造力測驗、資料蒐集與分析，以探討原住民國小五、六年級學生於課程學習後的創造力表現，為了解原住民學生於創造力課程上的協作式問題解決表現，本計畫進行課室觀察，以探討原住民學生在協作式問題解決學習上的表現情形。研究結果可知學生普遍喜歡和同學一起討論的學習方式，並認為經過課程活動訓練，對他們未來如何與他人共同討論問題及解決方法，產生幫助；並能幫他們進行創意思考。

二、第二期 (2013/08—2017/07)

從前期教學活動中，本計畫發現原住民學生在操控機器人時，其固定參照系統的定位能力較弱。再經由空間視覺化測驗、訪談以及觀察結果初探，推論原住民學生可能因為生活環境影響，對於空間能力的表達不夠精確，進而影響科學的學習表現。因此本期計畫以數學領域空間概念為主，並承襲第一期研究，將原住民文化與 CPS 教學結合於課程中。本期主要開發與執行項目有「生活化題組式評量」、「互動式數位教材設計與開發」、「CPS 教學示範活動」、「第二期 CPS 網路教學平台建置」、「CPS 九步驟」、「教師研習培訓與推廣活動」，以下分別詳述。

(一) 生活化題組式評量

生活化題組式評量由 6 個空間概念生活化題組式評量組合而成，並經過 3 位專家審查及預試，預試對象是以北部一所偏鄉型學校的 27 名六年級原住民學生為主，經過刪除項目分析不顯著的題目後，「旋轉」、「映射」、「摺合」、「堆疊」、

「透視」、「立方體」等概念題目之預試結果 α 值為 0.735、0.809、0.681、0.068、0.842、0.883，總試卷 α 值則達到 0.946，形成信效度良好之正式施測測驗（附錄一）。正式評量試題總計 100 分，而各空間概念的題數與分數如下：

1. 「旋轉」概念試題計有 3 個題組，9 小題，滿分為 17 分。
2. 「映射」概念試題計有 3 個題組，10 小題，滿分為 21 分。
3. 「摺合」概念試題計有 2 個題組，6 小題，滿分為 12 分。
4. 「堆疊」概念試題計有 1 個題組，2 小題，滿分為 3 分。

5. 「透視」概念試題計有 4 個題組，12 小題，滿分為 25 分。

6. 「立方體」概念試題計有 3 個題組，11 小題，滿分為 22 分。

(二) 互動式數位教材設計與開發

第二期所開發設計之互動式數位教材內容共 20 項，除了沿用第一期所發展之教學模組課本、習作外，亦採用 Flash 軟體製作空間概念之數位教材，並將這些數位教材內容放置於本計畫所開發的第二期教學平台（<http://210.240.179.125/cpsP2/>），供後續線上教學、教師培訓、學生練習等教育推廣用途。互動式數位教材內容以及空間對照表如表 1.2 與表 1.3。

表 1.2 互動式數位教材設計進度表

次序	空間概念單元	次序	空間概念單元
1	圖形旋轉	11	立體圖像透視
2	彩色方塊旋轉	12	立方體可見計數
3	圖形映射	13	立方體不可見計數
4	彩色方塊映射	14	立方體：立體方塊圖形
5	圖形展開 1	15	認識立方體
6	圖形展開 2	16	文字映射
7	立體圖形展開	17	透視：實體透視
8	圖像視角	18	透視：立體圖形透視圖
9	圖像透視	19	摺合：多層次摺合
10	彩色方塊堆疊	20	旋轉：生活應用

表 1.3 國小數學領域康軒版本與空間概念互動式數位教材單元設計對照表

空間概念單元	適用年級	對照康軒版本的 年級階段	單元名稱
旋 圖形旋轉 轉 彩色方塊旋轉	<input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	<input checked="" type="checkbox"/> 四年級 <input type="checkbox"/> 五年級 <input type="checkbox"/> 六年級	四年級上、下學期「角度」
映 圖形映射 射 彩色方塊映射	<input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	<input type="checkbox"/> 四年級 <input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input type="checkbox"/> 六年級	五年級下學期「線對稱圖形」
摺 圖形展開 合 立體圖形展開	<input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	<input type="checkbox"/> 四年級 <input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	五年級上學期「柱體、椎體與球」 五年級下學期「線對稱圖形」 六年級上學期「柱體與椎體」
透 圖像透視 視 立體圖像透視	<input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	<input type="checkbox"/> 四年級 <input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	五年級上學期「柱體、椎體與球」 六年級上學期「柱體與錐體」
堆 圖像視角 疊 彩色方塊堆疊	<input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	<input type="checkbox"/> 四年級 <input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input type="checkbox"/> 六年級	五年級上學期「柱體、椎體與球」
立 可計數 方 不可見計數 體	<input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	<input checked="" type="checkbox"/> 四年級 <input checked="" type="checkbox"/> 五年級 <input checked="" type="checkbox"/> 六年級	四年級上學期「體積」 五年級下學期「體積」 六年級下學期「柱體體積」



圖 1.5 學生參與教學示範活動照片

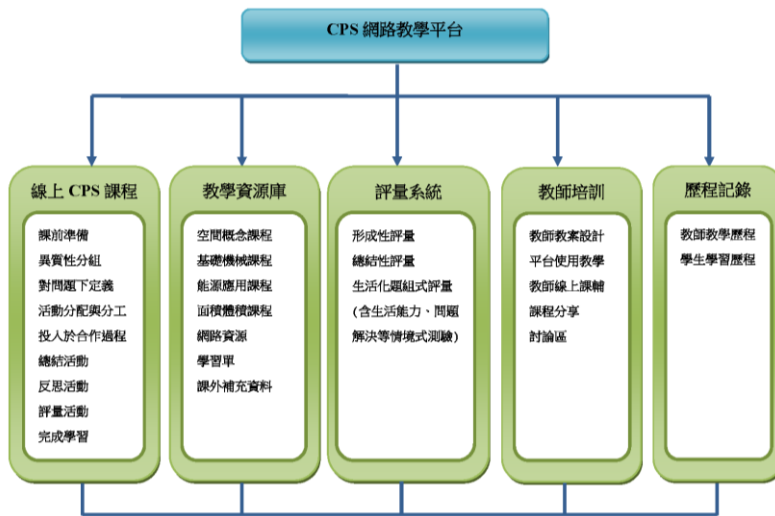


圖 1.6 第二期 CPS 網路教學平台架構圖

(三)CPS 教學示範活動

本計畫至南澳鄉的泰雅族國小共進行 11 次的教學示範活動，每次由五或六年級原住民學生 15 至 16 名參與，並於活動中融入上述開發之數位互動式教材，提升學生們對「旋轉」、「映射」、「摺合」、「透視」、「堆疊」、「立方體計數」單元的學習興趣與動機，學生參與情形如圖 1.5 顯示。

(四)第二期 CPS 網路教學平台建置

為了有效發展生活化題組式評量系統、教學資源庫、教學範本，並提供教師 CPS 課程相關的教案、教材、評量題組，以培養並增強原住民學生於空間概念之能力，因此本計畫建置網路教學平台。教學平台架構圖如圖 1.6 所示。

(五)CPS 九步驟

教學平台所建置之 CPS 九步驟協作式問題解決教案設計系統頁面，主要是依據 Nelson (1999) 所提出的九步驟內容所進行設計，教師可依照系統導向填入資料

內容，即可編排出 CPS 教學教案。其頁面參考附錄二。

(六)教師研習培訓與推廣活動

教師培訓主要參與對象以教師為主，培訓內容為 CPS 教學平台的介紹與使用為主，教師可透過 CPS 平台瞭解如何操作 CPS 九步驟並應用於課程當中，且提供教師 CPS 課程相關的教案、教材、評量題組等資源。

計畫推廣活動對象則不限於教師，活動針對計畫內容、教學平台、教學策略，以及團隊所提供之計畫服務內容，進行概括式的說明介紹，或者透過攤位辦理互動遊戲的模式，讓參與者透過遊戲的方式認識計畫內容，同時並提供與會人士一份附有計畫宣傳文件之推廣資料夾，以增加本團隊原住民科教內容的大眾能見度。

本計畫於第二期共辦理了 34 場教師研習活動，共約 529 人參與，並辦理 20 場推廣活動，除了兩屆於科學節推廣的參與人數無法統計外，其他參與培訓與推廣

活動的人數約為 807 人。

三、第三期 (2017/08—至今)

隨著科技進步，教育模式也不斷推陳出新，因此本計畫承襲前兩期創立數位教材與網路平台的經驗，於本期加入「行動學習」(Mobile Learning)，讓學習更加無遠弗屆。再加上部分原住民部落地處偏遠，希望幫助偏鄉學生不受時空而限制學習，並培養主動學習的精神。

因此本期計畫同樣以原住民文化情境為根本，發展行動學習 APP 遊戲與 PISA 生活情境試題，培養學生在數學幾何、科學領域的生活應用與問題解決之能力。本期主要開發與執行項目有「行動學習 APP 遊戲設計與開發」、「CPS 題組式評量設計與開發」、「行動學習網站」、「互動式數位教學示範活動」、「教師研

習培訓與推廣活動」，以下分別詳述。

(一)行動學習 APP 遊戲設計與開發

目前所開發設計的行動學習 APP 遊戲，除了沿用第二期所發展之空間概念互動式數位教材外，亦根據國小數學領域四至六年級之康軒版教材內容，進行幾何概念行動學習 APP 製作。本期計畫將幾何概念行動學習 APP 遊戲放置於「CPS 行動學習與評量系統」中，以供線上教學、教師培訓及學生練習等相關教育推廣用途。

目前計畫已完成「角度」、「體積」、「多邊形透視」、「多邊形展開」、「立方體計數」及「圖形鏡射」共六支幾何概念行動學習 APP 遊戲(如圖 1.7、1.8)。行動學習 APP 遊戲主題與課程目標對照如表 1.4。



圖 1.7 「角度」、「體積」與「多邊形透視」行動學習 APP 遊戲畫面



圖 1.8 「多邊形展開」、「立方體計數」與「圖形鏡射」行動學習 APP 遊戲畫面

表 1.4 國小數學領域課程目標與行動學習 APP 遊戲主題設計對照表

空間主題	幾何主題	幾何課程目標
旋轉	認識角度	【四上單元三】 認識及辨別直角、銳角、鈍角和平角。 能理解旋轉角（包括平角和周角）的意義及順時針與逆時針的旋轉方向。
堆疊（視角）	認識體積	【四下單元十】 認識體積及體積的直接比較。 經驗體積的保留概念。 能利用個別單位，進行體積的比較。
透視	多邊形透視	【五上單元十】 認識角柱、角錐、圓柱和圓錐，及其構成要素。 認識柱體（直角柱、直圓柱）和錐體（正角錐、直圓錐）的透視圖。
摺合與展開	多邊形展開	【五上單元十】 認識柱體（直角柱、直圓柱）和錐體（正角錐、直圓錐）的展開圖。
立方體計數	體積計算	【五下單元一】 透過堆疊活動認識長方體體積和正方體體積的公式。 能應用體積公式求算長方體體積和正方體體積。
映射	線對稱圖形	【五下單元五】 察覺線對稱圖形的現象。 認識線對稱圖形及對稱軸。 認識線對稱圖形的性質。 繪製線對稱圖形。



圖 1.9 CPS 行動學習網站及學習系統架構



圖 1.10 最新消息與活動花絮頁面



圖 1.11 第二期 CPS 教學資源庫頁面與互動式教材頁面

(二)CPS 題組式評量設計與開發

本期計畫依據 PISA 2015 協作式問題解決能力評量指標矩陣以及第二期生活化題組式評量的形式開發設計，目前已完成審查修訂的有「泰雅族傳統竹屋半開窗」單元共 3 個題組（內含 10 小題）、「野外求生任務」單元共 3 個題組（內含 12 小題），題目內容可參考附錄三。另外尚有 2 個以原住民祭典為主題的「守月祭釀酒」單元有 3 個題組（內含 9 小題）及「祖靈祭任務」單元有 3 個題組（內含 12 小題），尚在修訂內容階段。未來將放入 CPS 行動學習網站，不僅提供給全國各地教師建置不同主題單元，亦可讓學生練習、測驗與培養 CPS 協作式問題解決能力。

(三)行動學習網站

隨著網路科技的進步，本計畫規劃第

三期 CPS 行動學習網站及學習系統平台架構（如圖 1.9、圖 1.10），經過多次定期會議討論以及實測修正，完成本計畫 CPS 行動學習網站及學習系統平台（<http://210.240.179.59/cpslearn/>）等功能建置，未來會持續辦理相關研習培訓與推廣活動，以瞭解使用者對計畫網站與學習系統平台之使用意見，以建置出友善的使用環境。

定期更新網站各項資訊，包括計畫團隊參與之研習及研討會、教學活動、教學成果、教學紀錄花絮、最新消息等項目，以維持訊息之同步。此外，第二期建置之 CPS 教學資源庫的伺服器已完成搬遷及復原工作，期望將 CPS 教學資源提供給更多第一線的教師使用（如圖 1.11）。

(四)互動式數位教學示範活動

本期計畫已進行「角度」、「體積」、

「多邊形透視」、「多邊形展開」、「立方體計數」及「圖形鏡射」等幾何概念單元的教學示範活動 8 次，每次約 10 至 15 名五年級學生參與，並於課堂中加入行動

學習與計畫開發之 APP 遊戲，學生利用平板完成任務並進行 APP 遊戲闖關以加深概念，學生參與情形如圖 1.12 顯示。



圖 1.12 學生利用平板完成任務與 APP 遊戲闖關

(五) 教師研習培訓與推廣活動

本期計畫於共辦理了 22 場教師研習培訓與推廣活動，共約 510 人參與，活動中介紹計畫內容、CPS 教學策略，以及本期 CPS 網站功能、教材、資源和行動學習 APP 遊戲等內容，並一步步引導教師運用 APP 遊戲搭配 CPS 教學策略進行行動學習的課程，不僅拉近與其他偏鄉地區學校合作或推廣之可能性，也逐步將 CPS 教學策略及行動學習 APP 及教材推廣至其他原住民或漢族地區國小課程中。

貳、研究感想與未來展望

本計畫前後執行將近 12 年，其中最大的成果便是開發設計了很多與原住民文化相關的創造力紙本教材，及空間概念與幾何的互動式數位教材和 APP 遊戲。除此之外，計畫深根於宜蘭南澳鄉，與許多原住民教師一起成長，共同研發出適合當地學生的 CPS 教學策略。課程中不但引導學生與自身文化及生活經驗相連結，更是培養學生如何定義問題、溝通協調、分工合作及解決問題的能力。透過這

樣的教學，幫助原住民學生更加理解數學及科學的知識概念，讓學習變得有趣及有意義。

我們最大的挑戰是如何設計具原住民文化特色的科學、數學教材，而這些教材亦能幫助原住民學生有好的升學考試成績。常有家長或老師擔心要如何在保留自身文化與提高成績間達成平衡。目前的升學制度及考試下，不單是原住民偏鄉學校，就連一般漢族學校，也面臨如此的挑戰。老師若花很多心思精神在創意文化教學，或許學生的考試成績就不盡理想，因為老師在進行文化傳承，或是創新教學時，確實能夠培養學生二十世紀帶得走的關鍵能力，卻不見得會出現在考題中。特別在原住民文化中的科學，或許與主流考試的方向不是完全吻合，如果只注重文化傳承與保留，或許在強大的升學競爭力下，原住民學生就處於一個不利的狀況，畢竟漢族的學生花了大量的時間與精神，努力練習題目及考試，對題型的熟悉度與答題速度，遠遠勝過原住民學生。這不是因為原住民學生不夠聰明，而是練習的時間不夠。所以計畫團隊經常在保留原住民文化與提升原住民學生數學及科學的學習成效間費盡心思，要兼顧二者，真的不容易。

研究面臨的另一問題是偏鄉網路頻寬不夠，有時無法順暢使用網路平台即時評量並記錄學習歷程，以及具有數學、科學背景且能以原住民母語進行教學的師資難覓。另有些原住民部落地處偏遠不便參與培訓推廣活動，未來將加強平台宣傳服務，擴大 CPS 教學示範推廣範圍，並

將現有教學平台延伸為行動教室模式，讓教師與學習者可透過行動載具進行線上課程、教案設計、無紙化即時評量、教材瀏覽等多元化課程活動與師資培訓。同時可利用平台進行大數據資料蒐集與分析，以掌握原住民學生的學習方式及有助提升學習成效的課程設計模式。

總而言之，隨著科技的進步，本計畫由第一期的紙本教材，演進成第二期的線上數位互動教材，最後進化成第三期的平板行動 APP 教材，不斷將最新的資訊科技技術融入於教材開發及教學之中，就是希望偏鄉的原住民學生能夠跟漢族學生一樣，接觸最新興的科技。未來是人工智慧及大數據時代，我們希望有機會精進我們的教材，設計原住民文化的智慧型機器人教材，繼續融入在原住民數學與科學的行動學習 CPS 教學之中。

誌謝：感謝本計畫專任助理林彥宏協助彙整歷年研究資料。

參考文獻

- Nelson, L. M. (1999). Collaborative problem solving. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (pp. 241-267). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- OECD (n.d.). *PISA 2015 released field trial cognitive items*. Retrieved from <http://www.oecd.org/pisa/test/>

附錄一：生活化題組式評量（節錄）

學校：_____國小 班級：_____年_____班_____號

姓名：_____ 性別：男生 女生

是否為原住民族群？ 是 我是_____族 否

本測驗卷共有 6 種概念類型，並有 16 個情境式題組。請你每一題都要認真思考後，再進行作答喔!!!

一、**旋轉**(此題組共有 9 小題，共 17 分，除題組 1.1 為 1 分，均為 2 分)

題組一

情境說明：拉互依·倚峇今天的晚餐很不一樣，他的爸爸倚峇·蘇隆抽獎得到了一個最新科技的電子餐桌，這個餐桌的桌面可以自由地操控旋轉，綠色的左右鍵則可以操控餐桌向左轉或向右轉。

按下右鍵一次，就可以讓餐桌桌面順時針方向轉 90 度，按下左鍵一次則是可以讓餐桌逆時針方向轉 90 度，如下圖示：

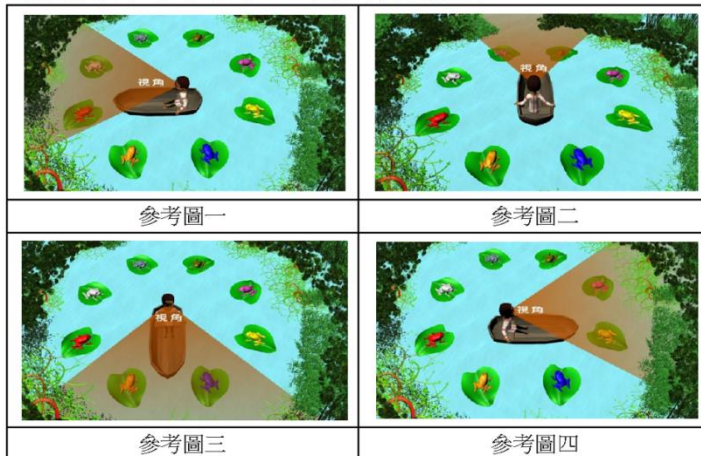


1. () 餐桌上面共有幾道食物和飲料呢? (A)2 (B)3 (C)4 (1 分)
2. () 放在拉互依·倚峇面前的食物是烤麻糬，但他卻想吃竹筒飯，那麼他應該如何操控左鍵及右鍵呢?(A)按右鍵一次 (B)按右鍵二次 (C)按左鍵一次
3. () 拉互依·倚峇順利讓竹筒飯轉到他面前以後，他又想要吃的是烤番薯，請問他應該如何繼續操控向左及向右鍵呢? (A)按右鍵一次 (B)按右鍵二次 (C)按左鍵一次





題組二



情境說明：巴杜有一天在划船，結果不小心到了一個神祕沼澤，看到荷葉上站了好多青蛙，而且每隻青蛙的顏色都不同，好奇的巴杜，正悄悄的在觀察牠們…



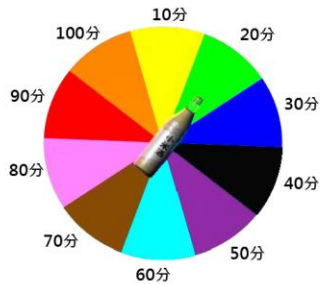
- () 船頭朝上時，請問巴杜向右旋轉 180° ，會看到哪兩種顏色的青蛙?(A)桃紅、黃 (B) 白、紅 (C)橘黃、粉紅(D)橘黃、深藍。
- () 船頭朝上時，若巴杜向左旋轉 90° 會看到哪兩種顏色的青蛙?(A)桃紅、黃(B)白、紅 (C)灰、綠(D)藍、橘黃
- () 船頭朝上時，若以巴杜的視角向右旋轉 90° 會看到下列哪個圖像?

(A) 	(B) 
(C) 	(D) 

題組三

情境說明：亞維的爸爸每天都要喝小米酒，所以家裡有許多小米酒的空瓶子，於是亞維拿了一個空瓶子，找了朋友來遊戲。亞維在紙上畫了計分的方式，一個刻度塗一種顏色，瓶口指向的位置

就是得分，現在就讓我們一起加入遊戲吧！



1. ()在小米酒的空瓶尚未轉動時，瓶口的位置是指向 20 分的刻度。那麼當亞維第一次轉動瓶口，並希望能夠獲得 100 分，此時他必須把瓶口順時鐘轉幾個刻度才能達成呢？(A)6 次 (B)2 次 (C)4 次 (D)8 次。
2. ()亞維的姊姊尤瑪轉動了兩次瓶口，分別得到不同的顏色，並獲得 40 分，請問她是轉到哪兩個顏色呢？(A)綠色、藍色 (B)藍色、黃色 (C)紫色、黃色 (D)橘色、黃色。
3. ()而亞維第二次轉動瓶口時，從 80 分開始逆時針轉動 5 個刻度，請問他轉到幾分呢？(A)30 分 (B)40 分 (C)50 分 (D)60 分。

二、**映射** (此題組共有 10 題，除了繪圖題為 3 分，其他均為 2 分，共 21 分)

題組一

情境說明：尤拉覺得今天的數學課教的主題很難，讓上課打瞌睡的他很煩惱，因為老師出的三題回家作業他完全不知道怎麼寫，在放學回家的路上，他不知不覺坐在湖邊思索。就在此時，他發現被照射在湖面上的制服學號，似乎就是今天作業一的答案，便開心的把數學作業拿出來，完成了回家作業。


南澳國小 數學科 回家作業 姓名：尤拉

(一) 尤拉的學號：42835
請畫出尤拉的學號被照射在鏡子上時，會出現的圖案

(二) ()請選出下圖電子時鐘照射在鏡子上時，會出現的數字

(A) 8:58:58 (B) 85:85:8 (C) 8:58:85 (D) 85:8:85

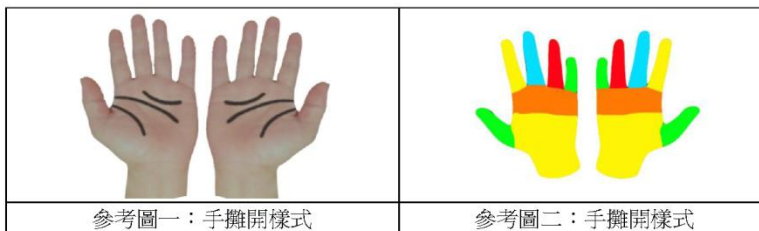
(三) ()請指出下圖照射在鏡子上的時鐘，其正確的時間是?



(A)2 點 10 分 (B)10 點 10 分 (C)1 點 30 分 (D)10 點 30 分

題組二

情境說明：今天老師發下一張空白圖畫紙，題目是「彩色的手」，大慶很好奇，要怎麼畫出彩色的手呢?



1. () 因為手有紋路，所以如果把手心向下沾上綠色顏料後，按壓在圖畫紙上，那麼按壓印在圖畫紙上的手紋，會是下列哪一張圖呢?(請參考圖一作答)



2. () 老師請大慶把手心向下時，所沾上的顏料按壓在圖畫紙上，那麼下列哪張顏色分佈才是正確的呢?(請參考圖二作答)



3. () 最後老師請大慶再蓋上寫著 **我是勇士** 的印章，那麼印章上所刻的字會是下列哪個圖像呢?

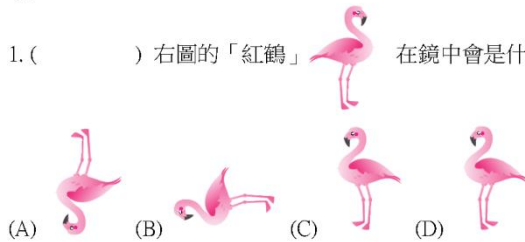


題組三

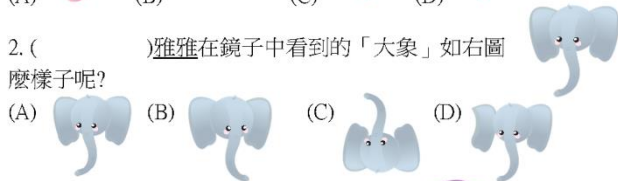


情境說明：雅雅上完自然課後，發現從鏡子看到的物體，與眼睛看到有些不一樣，於是她決定帶著鏡子到動物園去觀察動物們的改變，到底鏡子會照出什麼樣子呢？讓我們跟著雅雅一起去發現吧！

1. () 右圖的「紅鶴」在鏡中會是什麼樣子呢？



2. () 雅雅在鏡子中看到的「大象」如右圖，那麼面對鏡子中的影像會是什麼樣子呢？



3. () 如果鏡子中的「長頸鹿」是這個樣子，那麼雅雅正對「長頸鹿」所看到的圖像又是什麼樣子呢？



4. () 想一想，動物園三個字，在鏡子中會是什麼樣子呢？



附錄二：CPS 九步驟教案製作頁面

步驟一 步驟二 步驟三 步驟四 步驟五 步驟六 步驟七 步驟八 步驟九

準備(Build Readiness) 步驟說明

本教案適用對象(可複選)
 一年級
 二年級
 三年級
 四年級
 五年級
 六年級

教學準備教具
 PPT 投影片
 多媒體動畫
 更多

學生準備器材
 學生準備器材

獎勵機制
 實體獎勵
 口頭回饋
 加分制度
 更多

本課教學目標
 認知

 情意

 技能

步驟一 步驟二 步驟三 步驟四 步驟五 步驟六

形成及規範團體(Form and Norm Group) 步驟說明

本班同學有幾人：
 15

預計分為幾組：
 5

各組多少人(以3-6人為佳)：
 3

是否採異質分組(性別、種族、學習表現)：
 是

步驟一 步驟二 步驟三 步驟四 步驟五 步驟六 步驟七 步驟八 步驟九

決定初步問題界定(Determine a Preliminary Problem Definition) 步驟說明

教師教學所需外部連結的教材：
 2
 外部連結 1: 預覽
 外部連結 2: 預覽


教師教學所需自行上傳的教材：
檔名請勿參雜特殊符號 (&, <, >, @, #, ~, ^*) , 在下載檔案時會無法成功
 未選擇任何檔案

教師教學所需平台提供的教材：

討論的問題數量：
 3
 問題：
 問題一：

 問題二：

 問題三：

<p>步驟一 步驟二 步驟三 步驟四 步驟五 步驟六</p> <p>界定和分派角色(Define and Assign Roles)  步驟說明</p> <p>小組角色數： <input type="range" value="3"/> 3</p> <p>小組角色： (一) 角色 <input type="text" value="小組長"/> 人數 <input type="text" value="1"/> 工作內容 <input type="text" value="負責引導討論與總結"/> (二) 角色 <input type="text" value="紀錄者"/> 人數 <input type="text" value="2"/></p>	<p>步驟一 步驟二 步驟三 步驟四 步驟五 步</p> <p>開始合作問題解決過程(Engage in an Iterat</p> <p>問題一 內容源自(步驟三) 生活中常見哪些柱體與錐體？ 教師協助 請學生觀察教室內的物品，說明確是何種立體。</p> <p>問題二 內容源自(步驟三) 柱體與錐體的差別有哪些？ 教師協助 讓學生觀察柱體與錐體的實物，嘗試提出有哪些不同。</p> <p>問題三 內容源自(步驟三) 若骰子展開之後，點數會如何排列？ 教師協助 製作骰子的展開圖教具，展示給學生觀察。</p>
--	---

<p>步驟一 步驟二 步驟三 步驟四 步驟五 步驟六</p> <p>完成解答或計畫(Finalize the Solution or Project)</p> <p>小組成果呈現方式：</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 課堂表現 <input type="checkbox"/> 成果發表 <input checked="" type="checkbox"/> 測驗成績</p> <p><input type="text" value="遊戲APP闖關"/></p>
--

<p>步驟一 步驟二 步驟三 步驟四 步驟五 步驟六 步驟七</p> <p>綜合與反省(Synthesize and Reflect)  步驟說明</p> <p>反思指引方式：</p> <p><input type="checkbox"/> 日誌 <input checked="" type="checkbox"/> 全班討論 <input type="checkbox"/> 調查報告 <input type="checkbox"/> 學習紀錄 <input type="checkbox"/> 焦點群體座談 <input type="checkbox"/> 魚缸討論法</p> <p><input type="text" value="自行輸入逗號分隔"/></p>

三 步驟四 步驟五 步驟六 步驟七 步驟八 步驟九

評量成果與程序(Assess Products and Processes)

➡ 本單元評鑑內容：

認知
內容源自(步驟一)
學生能認識柱體、錐體以及立體圖與展開圖之連結

情意
內容源自(步驟一)
學生能小組進行合作與討論完成任務

技能
內容源自(步驟一)
能正確操作遊戲APP

➡ 小組自評內容：

小組代表發言次數、正確回答教師問題者

➡ 教師評鑑內容：

前後測驗、課堂觀察、遊戲APP操作觀察

步驟一 步驟二 步驟三 步驟四 步驟五 步驟六 步驟七 步驟八 步驟九

準備結束與結論(Provide Closure and Conclusion) 步驟說明

➡ 複習本單元重點：

認知
內容源自(步驟一)
學生能認識柱體、錐體以及立體圖與展開圖之連結

情意
內容源自(步驟一)
學生能小組進行合作與討論完成任務

技能
內容源自(步驟一)
能正確操作遊戲APP

➡ 進行表揚：

內容源自(步驟一)
1 口頭回饋

附錄三：CPS 題組設計－泰雅傳統竹屋（節錄）

情境內容：學校的數學小組報告，老師請各組調查傳統泰雅竹屋的半開式窗戶，在夾角呈現銳角、直角、鈍角時，用來撐住窗戶的竹竿長度會產生什麼變化？另外，打開不同角度的窗戶看出去的窗景會產生什麼不一樣的地方？

在這個任務裡面受試者是組長（領導者），娃郁和巴彥是組員也是實際執行任務者。

團隊人數：3 人

CPS 任務類型：做決定/協商

單元目標時間：15 分鐘

任務架構：

任務一 確定使用何種方式進行調查

任務二 小組分配工作

任務三 活動反思與回饋

任務一：確定調查方式

	試題	試題簡述	CPS 素養
任務一	1	受試者詢問娃郁及巴彥對於調查傳統屋窗戶的想法	A1 發覺團隊成員的觀點與能力
	2	受試者與娃郁及巴彥討論哪個想法比較可行且可以完成任務	B1 建立共識並協調問題的意義
	3	和娃郁及巴彥確認要執行的行動	B2 辨識並描述要完成的任務

任務一：小組成員要確認如何進行調查作業

1-1 學校數學課小組報告你是小組長，並且和娃郁、巴彥同一組，大家開始討論要怎麼進行半開式窗戶撐竿及窗景的調查




娃郁：你們知道半開窗是什麼嗎？

巴彥：我老家那邊有，可以帶你們去看。




娃郁：太好了，不過組長我們要怎麼開始調查呢？

➤這時候你會說？



選項	分數	下一步	
A 大家可以說說看，我們可以用什麼方式了解傳統屋窗戶角度和竹竿的變化呢？	2	1-2	 <div data-bbox="976 564 1225 746" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;"> 爸爸帶我去做過陷阱獵山豬 </div>
B 我也不知道耶，我們去問老師看看？	0	1-1-1	
C 巴彥家的傳統屋好玩嗎？	0	1-1-1	
1-1-1 娃郁：我們是不是應該先去傳統屋瞭解一下什麼是半開窗，然後實際操作一下比較好？ ▶這時候你會說？			 <div data-bbox="843 956 958 1050" style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 娃郁 </div>  <div data-bbox="1153 942 1268 1050" style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 巴彥 </div>
選項	分數	下一步	
A 好阿，我覺得開關窗很好玩。	0	1-1-2	
B 這個主意很不錯，巴彥你覺得呢？	1	1-2	
C 不要啦，傳統屋好遠，我覺得我們用後一點的書本代替窗戶，模仿打開的角度就知道啦。	0	1-1-2	
1-1-2 娃郁：我覺得還是要實際去操作一次才知道竹竿的長短變化，還有才看得到窗景會因為角度不同產生的變化。 巴彥：原來還是要實際測量比較好阿？ ---→1-2			
1-2 決定了要實際到傳統屋觀察並操作半開式窗戶，但是要怎麼操作比較好呢？			
娃郁：我覺得我們準備一隻50公分的直尺去當撐窗戶的竹竿，測量時就可以直接知道需要竹竿的長度。			

<p>巴彥：我覺得可以直接用我家的竹竿就好，因為老師沒有要測量長度，只說竹竿的長度會有什麼變化，變長跟變短都可以用眼睛目測出來。</p> <p>➤這時候你會說？</p>				
選項	分數	下一步		
A	0	1-2-1		
B	2	1-3		
C	0	1-2-2		
<p>1-2-1 娃郁：巴彥說的沒錯，老師的確沒有說要量長度，但我們有長度做為證據不是更好嗎？</p> <p>巴彥：你這樣說好像很有道理，那我們還是帶直尺去吧！--→1-3</p>				
<p>1-2-2 娃郁：這樣好像不太好吧！我們都到了現場應該要自己實際測量才對。--→1-3</p>				
<p>1-3 決定好怎麼測量了，再和大家確認最後一次調查的方式</p>				
<p>➤這時候你會說？</p>				
選項	分數	下一步		
A	0	1-3-1		
B	2	2-1		

<p>直尺吧 C 好，我們快點來準備要帶到巴彥家的筆、記錄本。但是我覺得 50 公分的直尺很難帶，改帶捲尺去吧！</p>	0	1-3-2	
<p>1-3-1 娃郁：你確定是這些物品沒錯嗎？好像哪裡怪怪的</p>			
<p>►這時候你會說？</p>			
<p>選項</p>	分數	下一步	
<p>A 有嗎？就是這些物品阿 娃郁：是直尺吧！</p>	0	2-1	
<p>B 還是竹竿換成捲尺？ 娃郁：應該是直尺吧！</p>	0	2-1	
<p>C 阿！對不起我弄錯了，應該是直尺才對 娃郁：對，那我們下一步要怎麼做？</p>	1	2-1	
<p>1-3-2 娃郁：我們剛剛好像沒有提到捲尺，應該是直尺吧！</p>			
<p>►這時候你會說？</p>			
<p>選項</p>	分數	下一步	
<p>A 沒有嗎？我覺的捲尺攜帶很方便 娃郁：可是捲尺不能撐住窗戶阿</p>	0	2-1	
<p>B 好，那就帶直尺吧 娃郁：那我們下一步要怎麼做？</p>	1	2-1	

泰雅文化遇上能源科學與機器人的 歷程、回顧、感想與展望

劉傳璽

國立臺灣師範大學機電工程學系教授

【摘要】

本計畫的計畫名稱「原住民國小自然與生活科技課程之 CPS 行動學習發展與建置—以能源與機器人為例」，為整合型計畫「原住民文化融入國小數理領域之 CPS 行動學習、評鑑系統與師資培育」底下之子計畫二。本研究團隊於民國九十八年八月一日至二零二年七月三十一日參與第一期為期四年的原住民科學教育計畫；在結束第一期的計畫後，本研究團隊繼續參與從民國二零二年八月一日至二零六年七月三十一日的第二期原住民科學教育計畫。前兩期的計畫重點分別在紙本教材開發與線上互動式課程的開發與推廣。而本期（第三期）的重點在將前兩期已開發之紙本教材與線上互動式課程，進一步發展成適合原住民國小學童的 CPS（Collaborative Problem Solving，協作式問題解決）行動學習（Mobile Learning 或 m-Learning）課程，與開發具有原住民情境元素的 PISA¹（The Programme for International Student Assessment，國際學生能力評量計畫）測驗題組，幫助原住民學童從小建立科學相關素養及協作式問題解決能力。底下分別說明本計畫在參與三期原住民科學教育計畫中，各期的計畫演進、研究成果與感想。

關鍵詞：原住民科學教育、行動學習、協作式問題解決

¹ PISA 的目的是要瞭解各國受完義務教育後的十五歲學生所具有的閱讀、數學和科學素養；所謂素養（literacy）指的是運用知識和技能處理日常問題的能力。以科學素養來說，PISA 評量三項科學能力：解釋現象的能力、辨認科學議題的能力與運用科學證據的能力。

各期計畫歷程、回顧、成果與感想

一、第一期研究計畫（民國九十八年八月一日至二零二年七月三十一日）

本研究團隊在第一期的原住民科學教育計畫，計畫重點是開發設計以泰雅族原住民學童為對象的能源課程。計畫團隊主要在宜蘭縣南澳鄉南澳國小實施實驗教育。南澳鄉與西北側相鄰的大同鄉是宜蘭縣境內僅有的兩個山地原住民鄉，境內居民主要是臺灣原住民泰雅族，具有獨特的文化特色。參與本研究的南澳國小原住民學童，大多為泰雅族人。計畫團隊在民國九十八年第一次來到南澳，從此也愛上南澳（圖1）。

在第一期的計畫中，此子計畫為整合型計畫「融合原住民文化與 CPS 之科學課程發展與評鑑—以能源、機器人為例」底下之子計畫—「原住民國小學童能源課

程設計與開發之研究」。計畫旨在透過提供能源科學學習與實際動手做的機會，縮短偏遠地區原住民學童科學學習的落差，並利用協作式問題解決（CPS）教學策略，發展適合原住民國小學童的能源課程及教學方法，以提升原住民國小學童對能源科學的認知與學習興趣。課程內容符合國小四、五、六年級自然與生活科技領域指標與範圍，並以原住民文化出發，擷取原住民學童已熟悉的相關神話、地理環境、風俗習慣等作為課程的切入點，規畫出一系列具有趣味性，以問題解決為導向的主動探索學習活動。四年共計完成教學用之正式教材共十二課，每一課各包含三個單元，總計三十六個能源教學模組（見表一），每課教材均包含課本、習作、教學指引、學習單與檢核表等，並整理成冊出版「國科會原住民科學教育叢書-能源小戰士」，如圖2所示：



圖1 第一次到南澳，從此愛上南澳

表一 能源課程綱要（資料來源：本研究）

子計畫一 原住民能源課程大綱		
第一階段	第二階段	第三階段
第一課 泰雅農耕型態-能源概論	第五課 酒的文化-生質能	第九課 神奇電土-化學能
單元一 農耕型態的改變	單元一 釀酒與飲酒	單元一 神奇電土
單元二 大自然的產物-初級能源	單元二 認識生質能	單元二 認識化學能
單元三 人類的力量-次級能源	單元三 生質能火箭	單元三 燃料電池
第二課 捕獵飛鼠-風力能	第六課 大自然的寶藏-地熱能	第十課 風的民族-風力發電
單元一 捕抓飛鼠	單元一 泰雅族居住之地	單元一 風的民族-泰雅
單元二 風從哪裡來	單元二 認識地熱能	單元二 風力能的應用-風力發電
單元三 認識風力能	單元三 地熱能的應用	單元三 臺灣風力發電現況
第三課 河川的意義-水力能	第七課 泰雅葬禮-石油	第十一課 跳水天堂南澳鄉-水力發電
單元一 南澳的溪流	單元一 泰雅葬禮	單元一 南澳鄉的水上休閒活動
單元二 水的特性	單元二 石油哪裡來	單元二 水力發電的原理
單元三 水的應用	單元三 石油的應用	單元三 臺灣水力發電的現況
第四課 射日傳說-太陽能	第八課 泰雅的料理方式-煤炭	第十二課 泰雅族的永續智慧
單元一 射日英雄	單元一 泰雅族的料理方式	單元一 泰雅的永續觀
單元二 太陽的光與熱	單元二 認識煤炭	單元二 人與環境
單元三 太陽能的應用	單元三 煤炭的應用	單元三 能源危機



圖 2(a) 能源教材系列叢書：課本、習作（資料來源：本研究）



圖 2(b) 能源教材系列叢書：教學指引、學習單與檢核表（資料來源：本研究）

在參與第一期的原住民科學教育計畫後，有以下三點檢討與感想：(一)課程應「數位化」以擴大影響效應：將課程內容數位化，全臺皆可透過網際網路輕易分

享本計畫之研究成果，於推廣上更為有效應；(二)課程設計應朝向「內建式」：第一期開發之課程為「外掛式」會加重學童課業上的負擔，但若為以原住民文化為本

位的「內建式」課程，配合教師授課時使用，可讓原住民學童能減輕課業上的負擔，並能獲得最大效益；(三)課程評量應朝向「多元評量」：除了傳統的紙筆測驗外，還可考量原住民學童的學型特性進行評量，如使用數位式互動問答的測驗方式。

二、第二期研究計畫（民國一零二年八月一日至一零六年七月三十一日）

本研究團隊在第二期的原住民科學教育計畫，計畫重點是發展以泰雅族原住民學童為對象的互動式能源教材。計畫為整合型計畫「原住民學童 CPS 空間概念課程與評量之教學平台發展與建置研究」底下之子計畫二「原住民學童數位 CPS 自然與生活科技課程發展與建置之研究：以能源為例」。本計畫在此第二期的原住民科學教育計畫，針對第一期計畫執行的經驗加以改良與擴充：

- (一)課程內容「全面數位化」：歸納與整理在第一期已發展之能源教學模組，設計成適合原住民國小學童之數位 CPS 能源教材，供需要的教師、學生在不受時間、空間的限制下，輕易地透過網際網路使用。
- (二)課程設計採「自助餐式的內建課程」：讓教師於適當授課時機，從數位教學平台上自行選取課程所需之課程教材與教學活動，搭配正課使用，因此不會增加學童額外的課業負擔。

(三)課程評量以「PISA 型式」為主之線上測驗：PISA 測驗試題的設計著重在將所學的知識運用在涉及科學和技術的生活情境中(李哲迪,2009)，此評量架構雖與其他國際上的學科競賽或評量設計理論架構不同，但卻符合原住民學生的學習型態。此外，由於 PISA 為題組型的測驗方式，已從 2015 年開始全面施行電腦化測驗，因此本計畫之線上 PISA 測驗模組，也有助於學童提早熟悉 PISA 電腦化之測驗方式。

(四)「互動式」的教材設計：原住民學童除了喜歡透過合作的方式學習，也偏好運用感官幫助學習，尤其是動態、視覺影像、及活潑的方式，因此課程內容採互動式的數位化設計。

因此，本計畫在第二期持續以原住民文化為基礎，結合 CPS 教學策略，發展一套符合原住民國小四、五、六年級學童之自然與生活科技領域的互動式能源課程。此互動式課程與結合生活情境之 PISA 評量模組建置在總計畫之數位教學平台上，供授課教師自行選取所需之課程教材與教學活動搭配正課使用(即自助餐式的內建課程教材)。在此第二期計畫，共計完成十二門課程之數位教材、學生手冊、生活化情境 PISA 試題、教師培訓數位教材等，且此互動式教材建置在總計畫之數位教學平台上(圖 3)供授課教師自行選取所需之教材與教學活動搭配正課使用。例如，圖 4 為「認識太陽能」課程中一個互動式教材之畫面截圖。



圖 3 CPS 數位教學平台 (資料來源：本研究)





圖 4 「認識太陽能」課程中一個互動式教材之畫面截圖（資料來源：本研究）



圖 5 CPS 行動學習平台（資料來源：本研究）

三、第三期研究計畫（民國一零六年八月一日至一一零年七月三十一日）

近年來，隨著平板電腦與智慧型手機的普及，行動學習的精神被廣為利用，學習者可透過手持行動載具（如平板電腦、智慧型手機等）連結至數位學習平台，即可不受時間、地點的限制進行個人化的數位學習。因此，本研究團隊在第三期的原住民科學教育計畫中，為因應行動學習時代的來臨，利用前兩期已開發之紙本教材

與互動式課程，連同新開發的機器人課程，發展成適合原住民國小學童的 CPS 行動學習課程，讓學生可以用行動載具觀看數位行動課程（或下載至行動載具後觀看），學生可以隨時隨地的學習與練習以及跟平台互動。此外，考量原住民學童因文化差異造成的學習型態，在上述之數位學習平台上，也開發課程相關之 APP 遊戲與 PISA 測驗題組。本子計畫為整合型計畫「原住民文化融入國小數理領域之 CPS 行動學習、評鑑系統與師資培育」底

下之子計畫二「原住民國小自然與生活科技課程之 CPS 行動學習發展與建置-以能源與機器人為例」。

圖 5 為目前總計畫建置之 CPS 行動學習平台（網址：<http://cpslearn.ntue.edu.tw/>），此平台將彙整所有子計畫發展的成果，包含：CPS 行動學習課程、評量系統（含 PISA 題組）、APP 遊戲、教學資源、師資培育、學習歷程和計畫資訊等。

本子計畫二開發的是國小自然與生活科技領域中與能源、機器人相關的 APP 遊戲，圖 6 顯示「槓桿原理」單元中的一個 APP 遊戲「擊退野獸」，此遊戲內容是透過製作投石器的主題，讓學生理解改

變支點位置可以影響石頭的飛行距離，選擇好支點後，要成功打到山豬才算得分。遊戲中不會讓玩家知道每次野獸的位置，需要透過第一次的嘗試，之後調整支點的位置，才能將石頭正確擊中野獸。支點有五個位置可以進行調整，判斷石頭的落點，來調整支點，讓學生在錯誤中嘗試，瞭解支點位置與飛行距離的關係。此外，透過此 APP 遊戲搭配適當的使用教具，實際操作讓學生體驗槓桿原理，探討如何讓物體飛得更遠，此也為行動學習的特點之一，學生的知識來源不再僅是教師，而是透過主動探索的方式找到問題的結論。



圖 6 「槓桿原理」單元中的一個 APP 遊戲「擊退野獸」（資料來源：本研究）



圖 7 學童在「槓桿原理」課程中的實際動手做與操作 APP 遊戲（資料來源：本研究）

未來展望

本計畫的未來研究展望為迎接 5G 的時代來臨，期望能夠將已發展的能源與機器人課程進一步開發成擴增實境（Augmented Reality, AR）或虛擬實境（Virtual Reality, VR）課程。如此可使課程更具真實性、互動性與趣味性，相信能夠有效提升原住民國小學童對科學學習的興趣、成效與問題解決的能力。

參考資料

- Nelson, L. M. (1999). Collaborative problem solving. In C. M. Reigeluth (Ed), *Instructional-design theories and models: A new paradigm of instructional theory*. Mahwah, N.J: Erlbaum Associates.
- OECD (2013). *PISA 2015 Draft collaborative problem solving framework*. Unpublished manuscript. Adams, R. J., Wilson, M., & Wu, M. (1997). Multi-level item response models: An approach to errors in variables regression. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 22, 47-76.
- Quinn, C. (2000). mLearning: mobile, wireless, in-your-pocket learning. *Linezine*. Available at <http://www.linezine.com/2.1/features/cqmmwiyp.htm>.

原住民科學教育專題研究的 歷程、回顧、感想與展望

劉遠楨¹、徐琳筑²、謝宇勝³

¹ 國立臺北教育大學資訊科學系教授

² 國立臺北教育大學資訊科學系助理

³ 臺北市立大學教育學系助理

【 摘 要 】

本研究將以原住民科學教育課程設計為基礎，結合協作式問題解決教學策略與製作中學的創客精神，讓學生以行動載具進行程式設計學習，預期原住民學生經由符合原住民學習特性的創客式 CPS 程式設計學習後，可提升程式設計能力和運算思維。本計畫將分四年進行，第一年先依據於住民科學教育課程發展原則進行原住民程式設計課程開發，以 Scratch 程式設計平台為教學工具，研發融入原住民文化之小學高年級程式設計教材，發展運算思維量表並進行測試。第二年以宜蘭縣南澳國小六年級學生 17 人與尖石國小高年級學生 5 人文施測對象。第三年將原住民小學實施結合行動載具、Arduimo、戶外電腦程式設計與桌遊活動進一步瞭解以行動載具進行創客式 CPS 程式設計課程對原住民學生程式設計能力與運算思維的影響。同時進程式設計能力測驗、運算思維問題解決測驗與運算思維成績和學習的自信心，學生對於 Scratch 學習平台有興趣，且能依照自身洗好發揮創意製作有趣的 Scratch 專案，在執行課程評量層面，具有發揮自身所學解決問題之能力，依據過去課程狀況與測驗成果，結合原住民國小學童的程式設計及運算思維發展教學。

關鍵詞：程式設計、運算思維、協作式問題解決

壹、緣起

計畫主持人從 2001 開始進行原住民的研究工作，參與原住民委員會的部落圖書資訊站的評鑑計畫，2007 年主持原住民部落資訊現況調查及數位落差分析，發現原住民學生的學習型態和漢族學生不大相同，對於原住民學生需要更多科學教育的關懷。後續主持科技部高瞻計畫與原住民計畫，也著力於原住民科學教育的研究，讓臺灣原住民的科學教育獲得國際學術界的重視。計畫團隊自 2009 年起一起進行原住民國小學生科學教育的研究，陸續參與第一期與第三期的原住民科學教育計畫。

此計畫第一期發表了一份原住民科學教育課程發展原則，並以這原則為基礎，融合原住民文化與生活情境，編撰適合原住民學童的能源課程、機器人課程及創造力課程等，共計 36 單元的科學教材，並多次前往宜蘭縣南澳國小進行教學活動與師資培訓活動，除了傳授數理領域知識也同時強化原住民學童對自身傳統文化的認識，並針對原住民孩童的學習風格採「動手實作」與「協作式問題解決」教學策略，培養與同儕合作的能力。第一期計畫亦辦理科學展、營隊活動，帶領原住民學童在國際性機器人大賽獲獎，在推廣原住民科學教育上奠定豐厚基礎。

臺灣的「原住民族教育法施行細則修正條文」第二條明文規定一民族教育之實施，應尊重各原住民族文化特性及價值體系，並依其歷史、語言、藝術、生活習慣、社會制度、生態資源及傳統知識，辦理相關教育措施及活動。因為我們身處在一個

多元文化的時代，必須以多元的觀點來欣賞、尊重各個族群，正如 Gunn (2005) 所言，在全球化的過程中，由於各國所處的文化脈絡與歷史背景不同，所受的影響也不一樣。當今科學教育發展的趨勢，重視多元化的科學教育或全民科學教育，科學教育強調應幫助來自不同社會文化背景，具有不同世界觀的學生學習科學，並從中學到如何肯定不同社會文化、不同族群以及不同性別對科學的貢獻與價值 (Reiss, 1993)。而以自然與生活科技領域為例，現今的課程並不能反應原住民地區學童的生活經驗，造成學童的生活經驗與課程內容斷裂 (蔡瑞君、熊同鑫，2008)。課程位於第一線直接與學生接觸，但大多呈現居住在平地、都會地區漢人的生活經驗、社會文化、思考模式及關注焦點，與原住民學生的生活經驗相差甚遠，無法與學生生活經驗產生連結，使他們不但不易理解學校課程內容，更難以引起學生的學習意願 (傅麗玉，2004)。

目前世界上很多國家的科學課程，也都是以「單一」的課程內容來涵蓋「多樣化」背景的學習者，而未顧及他們文化上的差異 (Lee, 2001)。然而，多元文化社會本身所代表的意義，是要回應種族、語言、文化、階級、地位等在教與學方面的實際需要 (林進材，2008)。Aikenhead (2006) 就指出，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。將學生熟悉的母文化做為中介，以因母文化而產生的學習模式為鷹架，使母文化不只是課程的一部份，連結、解釋主流文化的橋樑是非常重要的

(譚光鼎、劉美慧、游美惠, 2008)。舉例來說, 譚光鼎和林明芳 (2002) 的相關研究指出, 泰雅族學童偏好動態和實作的學習情境。在課堂教學過程中, 學童較喜好活動式學習, 在實務操作、活動學習或運用較多肢體動作的教學情境中, 泰雅族學童的學習興趣較高。可知文化差異會形成學習上的困難, 原住民學童對科學概念的認知往往從大自然的環境中形成, 因此與自然環境互動密切的認知方式, 應有助於原住民學生對自然科學的學習 (傅麗玉, 1999)。

Wing (2006) 將運算思維 (CT) 定義為解決問題的方法, 應用資訊科學的基礎概念, 將一個困難的問題重新定義為一個我們知道如何解決的問題, 因此, 運算思維涉及分解問題, 使用演算法來解決問題。Wing 認為 CT 是一種普遍可應用的態度與技能, 每個人都必須學習和使用。Wing (2006) 的文章推廣了術語“運算思維”, Denning (2009) 將運算思維推自 1950 年代以來在資訊科學領域有著悠久的歷史的“演算法思維”。演算法思維可以在 Polya 的如何解決問題中找到, Polya 的研究告訴學生如何以有紀律的方式處理日常問題, 分解成更小的問題, 並使用常見的技術解決問題。Wing (2006) 認為, 鑑於運算思維廣泛的運用於在包括統計學, 生物學, 化學和物理在內的學科, 這種新的能力應該當作每個孩子的基礎能力。Barr 和 Stephenson (2011) 認為, 考慮到電腦在學生的生活中的重要性, 所以我們應該教導學生運算思維來問題解決。

Papert (1991) 將程式設計與運算思維聯繫起來, 使用程式語言的主題, 幫助培養學生的運算思維和解決問題的能力。Papert 認為, 程式語言為學生提供了對電腦進行操作的機會, 更重要的, 程式語言也對提供增強運算思維的概念。

團隊觀察學生學習情形發現, 學生在使用軟體時傾向按照課本插圖, 亦步亦趨的進行操作, 對於出現錯誤的原因並不了解, 也沒有興趣探究, 大多數學生的解決方式為直接向老師詢問答案。對許多學生而言, 資訊課的目的僅在於產生正確的輸出, 卻忽略了思考與問題解決的重要性。國小學生從三年級開始接受資訊課程, 內容以基本的 Windows 作業系統和網際網路概念為主; 四到六年級則學習各種文書處理軟體 (如 word、power point)、影像處理軟體 (如 photo impact), 或是製作網頁、動畫。學習應用軟體固然有用, 但亦步亦趨、照本宣科的課程, 使得大部分的學生只學到操作步驟, 忽略了思考的重要與解決問題的能力。研究者發現在知識性測驗或課堂的口頭提問, 學生都能回答出正確的答案, 卻無法應用在實際操作上。學生在操作時遭遇問題時, 即使學生具備該項能力 (例如: 在 word 中插入表格), 仍習慣直接尋求教師的協助, 顯示學生缺乏將所學知識, 運用於解決生活中所遇到的問題之能力。已有許多研究指出, 透過學習程式語言可以幫助學生培養問題解決的能力 (Brown, Fontecchio, Fromm, Garbarine, Kusic, & Mongan, 2008; Mayer, 1998; Dyck, Mayer, & Vilberg, 1986)。Barker, Lao, Reynolds 和

Wu (2008) 認為，兒童可以透過學習程式設計，增進邏輯思考、組織、判斷與問題解決的能力；Shafto (1986) 發現學習程式設計有助於孩子們學習科學與數學，因為程式設計可讓孩子們學習如何以正確又可執行與驗證的形式來描述解題方法；林裕雲和蘇順德 (2002) 對 59 名國小六年級學生進行 LOGO 程式設計教學，結果發現學生整體的問題解決能力有顯著的進步。為了達到解決問題的目標，在程式設計教學設計上應該「以問題解決為導向，再導入需要使用的相關指令與敘述」(吳正己、何榮桂，1998；吳正己、林凱胤，1997)。許多研究也指出(Pedersen & Liu, 2003; Salomon & Perkins, 1987; Seidman, 1988; Shaw, 1986) 程式設計與問題解決的關係密不可分，必須以明確的問題解決方法來教授程式設計，亦能利於學習者將學習到的技能應用到其它相關的知識領域。以解決問題為目標的教學模式有問題導向與專題導向，皆強調在真實世界的環境中學習，以學生成效為導向。兩者相異之處在於：專題導向學習是較為行動傾向的，學生需主動設計與自己興趣相符的作品、並持續增進自己的表現；問題導向學習則要求學生專注在一個待解決的問題上。Bouhuijs、Perrenet 和 Smits (2000) 則認為專題導向學習比問題導向學習更需要知識的「應用」。由於資訊與網路的普及，學生幾乎都有玩電腦遊戲的經驗，因此在選擇專題內容上，以貼近學生興趣與生活經驗的遊戲製作為主題。Hayes (2008) 認為透過製作遊戲，可精熟學習者的資訊能力 (例如使用繪圖工

具、影像處理軟體、程式設計等等)，讓其在資訊發達的社會網絡中，不再只是資訊的消費者，而能成為有生產力、訓練有素的使用者。

貳、計畫規劃歷程

本課程發展的計畫規劃可分為四個階段，第一階段著重於教材發展的範圍選擇與規劃；第二階段為初步研究，進行前導研究，除瞭解課程實施情形、進行課程修正外，更增進研究者的敏銳度，掌握研究重要資訊；第三階段為正式研究，根據初步研究的資訊，進行深入的探討與研究；第四階段則是最後修正，針對正式研究所收集的資料，進行最後課程的修正與確認。

由於學習是一種文化現象，學習的內容來自文化內涵，故不同的文化對於不同環境成長的學習者都會有產生影響，包括學習動機、學習型態。因此，少數民族學生的文化差異，都會造成少數民族學生在學習上的適應問題與學習困難，進而導致學業成就偏低，國內有不少研究發現原住民的文化特質與漢族文化不同，而此文化差異對學生的學習型態與學業成就等有相當程度的影響。蔡中涵 (1996) 認為原住民文化的抽象概念較少，傾向具體式的描述而較少抽象的表達。然而漢族文化有許多的表達方式是使用符號來說明抽象概念，這對原住民兒童來說會造成理解與學習上的困難。林慧貞 (1999) 指出原住民學生因獨特的文化特質而產生的學習型態有：(一) 習慣以視覺方式接受訊息，而非分解式的；(二) 以整體的而非個體

的方式理解事物；（三）強調團體而非個人的表現；（四）傾向右腦而非左腦的思考。紀惠英（1998）針對泰雅族原住民兒童採實地觀察的研究，發現由於文化背景的差異，泰雅族兒童偏好自由、無拘無束的學習氣氛，動態、遊戲經驗的學習方式。高淑芳與何秀珠（1997）的研究也指出原住民學童偏好以討論的方式學習、喜歡生動活潑的教材，而且在自然科的學習上，學童偏好以「實驗」的方式進行。朱

進財（1991）與劉錫麟（1987）也建議教師在教學時，宜儘量配合原住民兒童的學習方式，多採用生動和生活化的實物或圖片進行教學，並提供多一點實際動手操作的學習機會。

本計畫初期進行學生程式設計學習能力之初探，透過 Scratch 程式設計課程之學習，進而發展學生運算思維能力與問題解決能力，研究架構如圖 1 所示。

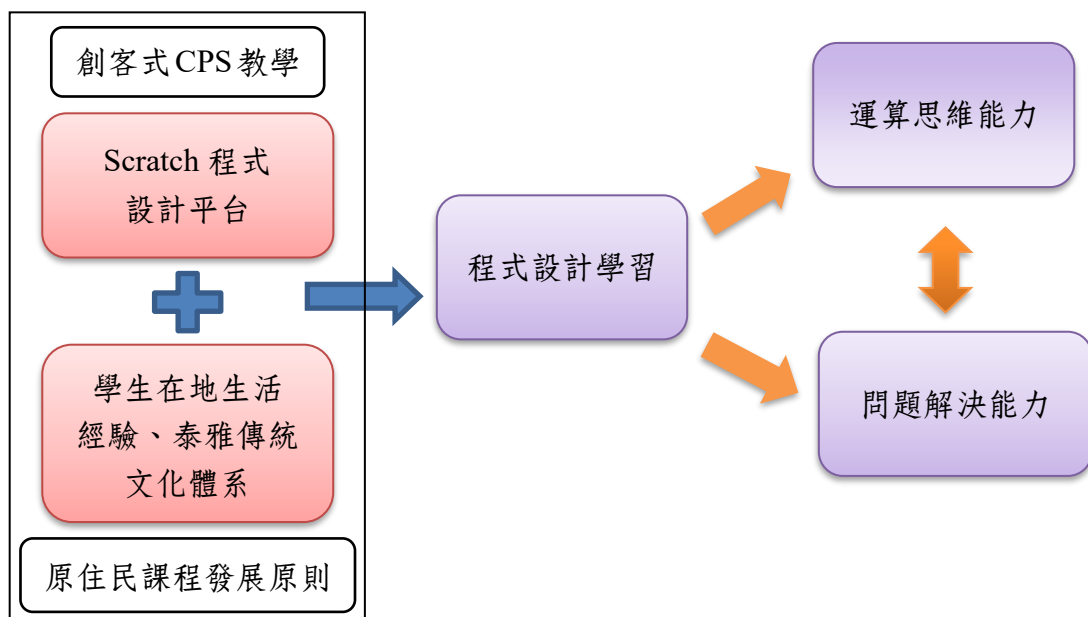


圖 1 計畫初期研究架構圖

計畫後續則進行學生基礎程式設計能力結合當地文化，使用 Scartch 發展學生的運算思維，將運算思維結合至桌遊活動中，並將生活、文化融入其中。在幫助原住民學生增進學習成效之餘，也保留當地原住民文化。研究架構如圖 2 所示。

計畫先依據原住民科學教育課程發展原則進行原住民程式設計課程的開

發，以 Scratch 程式設計平台為教學工具，研發融入原住民文化之國小高年級程式設計教材，發展運算思維量表並進行測試，以確立信度、效度。接著以宜蘭縣南澳國小六年級學生 17 人與尖石國小高年級學生 5 人為施測對象。並在原住民小學實施結合行動載具、Arduino、戶外電腦程式設計課程與桌遊活動，進一步瞭解以

行動載具進行創課式 CPS 程式設計課程對原住民學生程式設計能力與運算思維的影響。團隊將以原住民科學教育課程設計原則為基礎，結合協同合作式問題解決（CPS, Collaborative Problem Solving）教學策略與做中學的創客精神，讓學生透過

程式設計教學平台進程式設計的學習，預期原住民學生經由符合原住民學習特性的創客式 CPS 程式設計行動學習課程學習後，可提升程式設計能力和運算思維與問題解決能力。原住民學生運算思維學習如圖 3 所示。

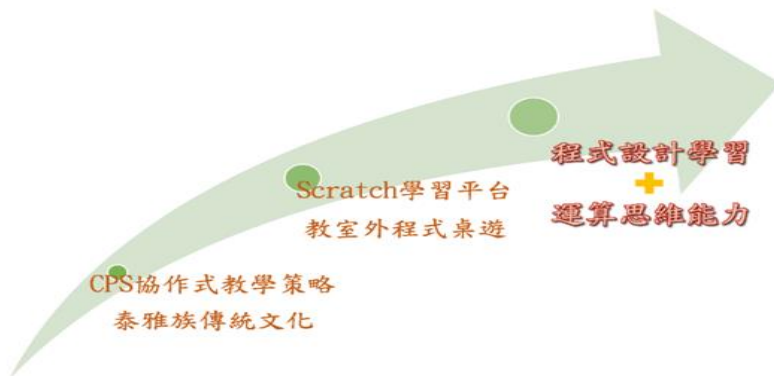


圖 2 原住民文化融入程式設計研究架構圖

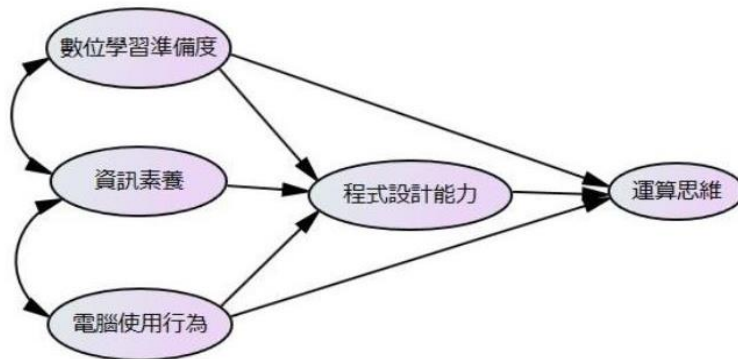


圖 3 原住民學生運算思維學習圖

參、回顧

Scratch 教學

計畫初期進行運算思維課程設計與定義學習範圍，設計適合泰雅族國小高年級的程式設計課程教材與運算思維量表，採取示範教學實作上機操作，學習地

點為南澳國小圖書室與電腦教室，課程開始先進行運算思維前測，並進行 Scratch 程式設計所需具備基礎概念教學，第一週進程式設計基礎概念之示範教學與學生實際上機操作，本年度課程增加師生、學生之間的互動式課程，並在觀察課堂學生操作情形，適時進行一對一教學，使學

生熟悉 Scratch 介面與其中需具備概念，並引導學生思考，發展透過多重路徑解決問題之能力，使學生具有程式設計概念之

基本認知，進而延伸至運算思維之養成與問題解決能力發展。Scratch 使用介面如圖 4 所示。

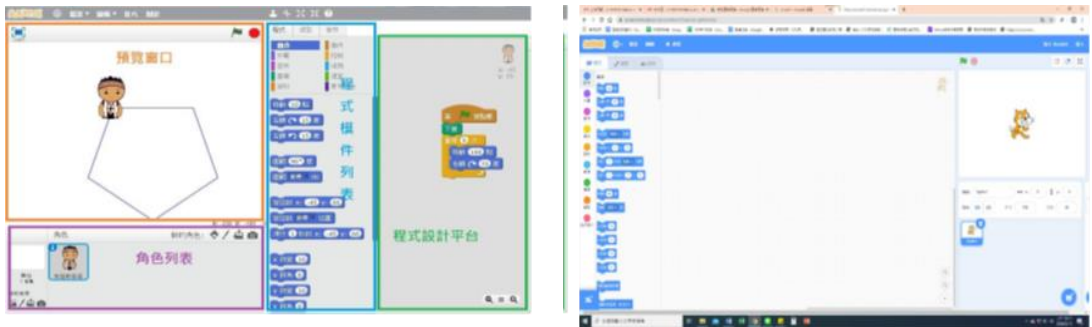


圖 4 Scratch 程式設計平台



圖 5 動手實作教材 Scratch 拼圖與 Arduino Uno+Sensor Board

教學方式採取 CPS 式分組教學課程，學生具有一定學習基礎後，採取 CPS 協作式教學流程，依照學生學習情況進行分組，組員間彼此分工合作完成程序較複雜的小遊戲專案，學習進度較快的學生引導其他學生進行專案的製作，藉由老師、學生與 Scratch 平台之間的互動，發展學生之間彼此合作的能力，把複雜的問題簡化，透過有效率的程序解決問題，完成課

堂所設計的程式設計評量。並加入 Scratch 拼圖、戶外實境教學與創客式教材 Arduino Uno 與 Sensor Board (如圖 5 所示)。加強師生之間、學生之間的互動性，減少上機操作的時間，配合 CPS 式分組合作學習，採取多元的教學方法進行課程，並依據學生的學習進度對課程內容進行調整，以達到更好的教學效果。

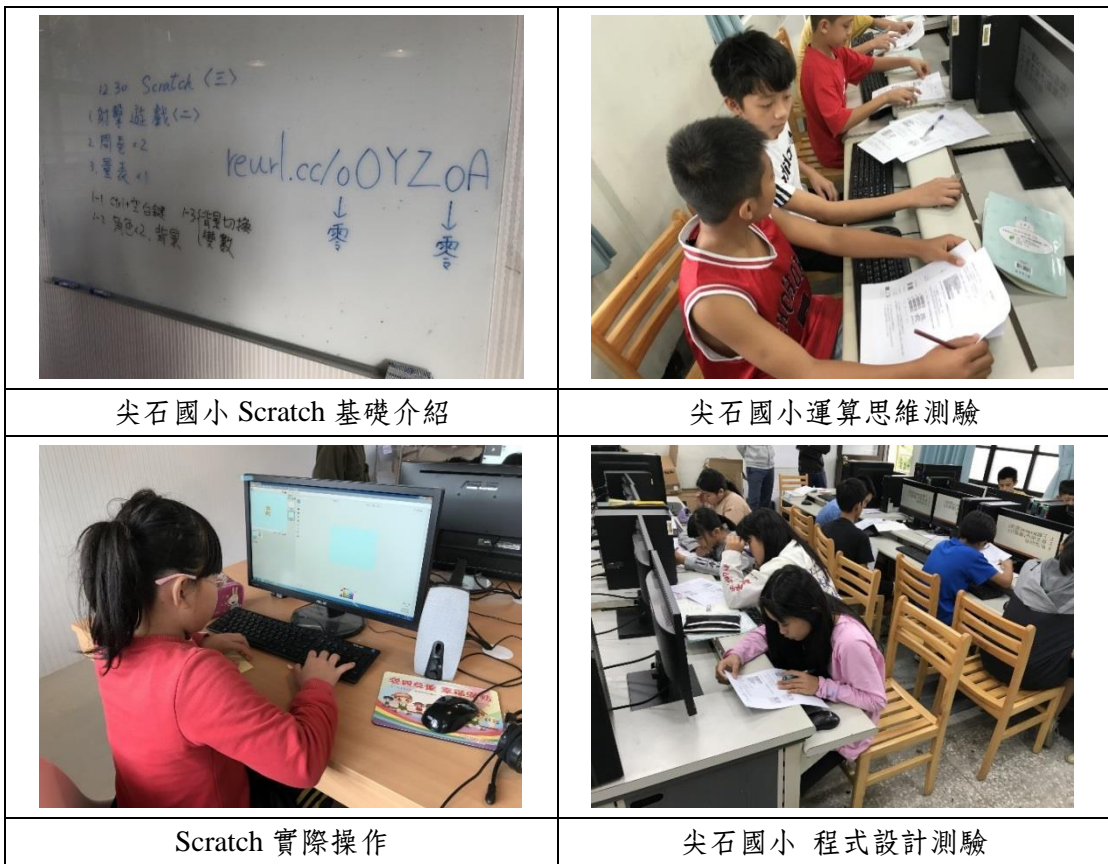


圖 6 學生參與運算思維學習活動

南澳國小第一週課程於上學期 10 月中完成，本週課程為 Scratch 基本概念介紹，本年度課程增加學生動手操作活動，並採取 CPS 是分組進行課程，減少學生上機操作的時間，測驗結束後進行 Scratch 動作、畫筆等功能，並進行 X、Y 軸的基礎概念介紹，本周課程按照 CPS 教學模式分組進行，共分成三組，每組 5 至 6 人，並提供 Scratch 拼圖讓學生操作，排出教師所下的指令，其中一組學生能按照老師所教的 X、Y 軸概念排出正方形的程式碼，其他兩組較無法理解 X、Y 軸概念，需透過一步驟一步驟的移動與轉換角度，排列出正方形的程式碼。第二堂課上

機操作 Scratch，多數學生皆能按照步驟排出正方形與長方形的程式碼，部分學生對於 Scratch 介面感到困惑，找不到移動的程式積木，需一步一步教導，排列出程式碼，在迴圈概念方面，多數學生對於控制積木較不熟悉，套入迴圈概念於 Scratch 專案的學生較少。下學期於新竹縣尖石鄉尖石國小進行運算思維與程式設計的課程，實施運算思維量表與程式設計的測驗，授課對象為高年級學生，總共 5 人。學生 5 人分成一組，部分學生接觸過 Scratch，排列正方形的程式碼，由於尖石國小座位較為分開，因此，有學生無法看清楚程式積木拼圖上的字樣，稍微調整座

位的排列，讓每位同學皆可看清楚拼圖，學生皆能按照步驟排列出正方形的程式碼，少數學生對於 X、Y 軸概念較不熟悉；在上機操作的部分，為小班制的教學，教

師較能關注每名學生的學習狀況，讓學生融會貫通畫出各種多邊形。上課情形如圖 6 所示。



圖 7 第五週課程集錦

第五週課程採取創客式 CPS 分組教學，結合 Arduino Uno 為課堂所學習之獵飛鼠小遊戲，採取 CPS 式分組進行課程，2 人至 3 人一組，由於 Arduino 介面為英文且操作相較過去課程複雜，組員 1 負責看講義上的指示，組員 2 負責 Arduino Uno 的程式積木排列與操作 Arduino，並討論如何製作小遊戲與讓 LED 顯示出白光，透過動手操作來學習程式設計，部分組別

能自行依照講義上的指示排列出 LED 燈的程式碼，完成小遊戲製作，整體課堂表現相比過去上機操作更加專注於遊戲與 Arduino 的操作。上課情形如圖 7 所示。

因應上年度的教學實驗結果，本年度增加互動式課程的操作，加入 Scratch 拼圖與戶外實境教學，加強師生之間、學生之間的互動性，減少上機操作的時間，配合 CPS 式分組合作學習，採取多

元的教學方法進行課程，並依據學生的學習進度對課程內容進行調整，以達到更好的教學效果。教學團隊於第三年執行符合原住民程式設計課程、評量與運

算思維測驗之製作，並根據測驗與課程執行結果評估與檢討計畫執行內容，做為本年度與後續一年計畫執行的參考依據本年度教學流程如下圖 8 所示。



圖 8 動手實作教材－Scratch 拼圖

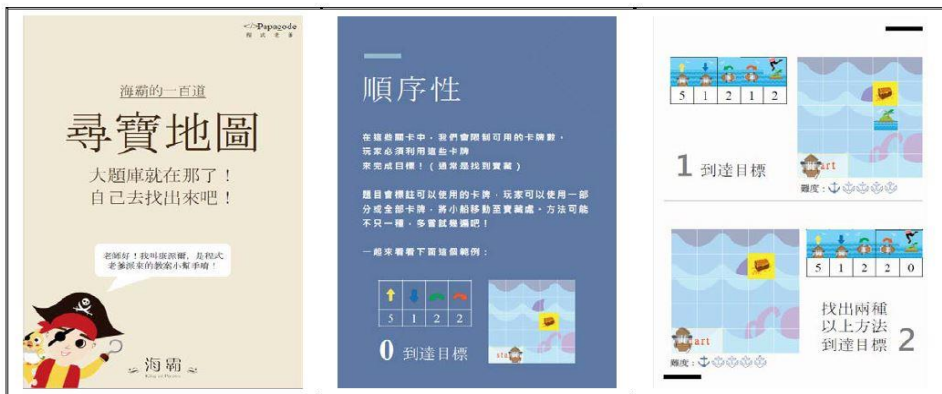


圖 9 戶外電腦程式桌遊活動



圖 10 程式桌遊道具

戶外電腦程式桌遊活動

根據程式老爹製作團隊開發的程式桌遊，讓學生學習程式邏輯及撰寫的過程中，仍需要自學、搜集資料，還得找問題、邏輯思考及創意等能力。運使用道具，配合程式設計概念：順序性等，航向終點。更重要的是，程式教育並不是為了培養更多的工程師，而是希望讓每個人具備未來社會最基本的資訊素養與邏輯思維，圖 9、10 為電腦程式桌遊活動介面圖。

原住民文化課程

課程成果包含當地景點，如南澳鄉的莎韻之鐘、彩虹橋和朝陽漁港等；尖石鄉的青蛙石、北角吊橋或塔克金溪；亦或者有占卜鳥、飛鼠。製作有關當地獵飛鼠中射擊技巧的遊戲。學生也會發揮巧思，加上不同的圖案或背景，例如母校的操場或是不同表情的飛鼠，更有學生使用程式積木讓占卜鳥有定位座標，如圖 11 所示。

從第一堂課的基礎介紹和介面操作，接著後來積木的功用與運用，學生漸漸可以產出完整的作品。如：占卜鳥在尖

石岩左右四處飛行、飛鼠射擊計分遊戲和泰雅人偶畫出五角形織布圖騰等等，結合上課所學，和 CPS 協作式問題解決，運用運算思維、程式設計來完成作品，如圖 12 所示。

運算思維測驗

透過運算思維測驗了解學生經過三堂程式設計課程後的學習成果，題目結合泰雅族原住民文化與南澳在地生活經驗，結合南澳、尖石地區村里相對位置與資訊科學拓樸地圖概念，透過村里之間的路徑移動程序了解學生邏輯思維概念；泰雅傳統文化知識方面，編織文化融入編碼的概念之中，色彩繽紛、有規律的泰雅服飾透過文字編碼，測驗學生抽象化、摘要化問題的能力；程式設計中訊息繼承概念與泰雅族傳統命名方式結合，同時考驗學生邏輯思維能力與對傳統命名文化的理解，根據 ISTE 對運算思維能力定義，題目設計融入六種運算思維能力概念，測驗學生多方面思考模式，測驗如圖 13、14 所示。

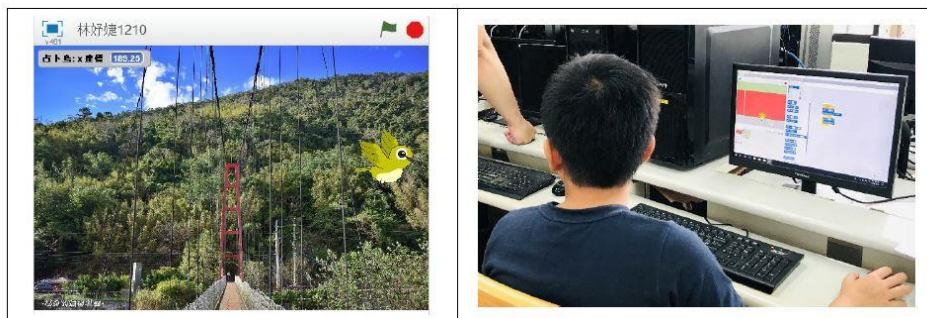


圖 11 學生作品結合當地的北角吊橋與實際操作照片

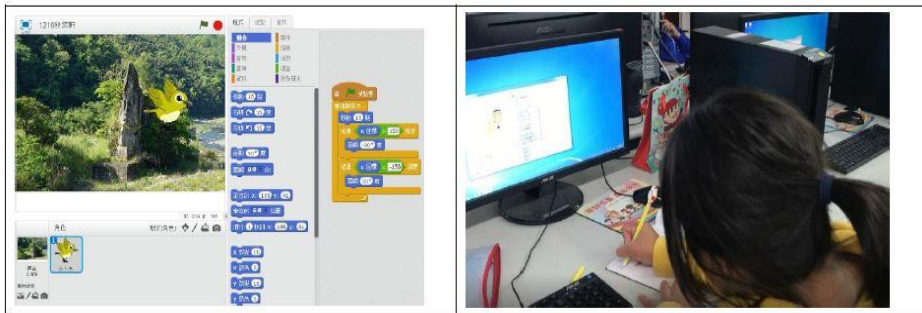
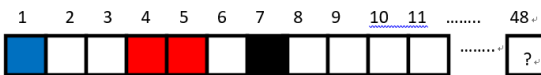


圖 12 學生學習程式積木成果、上課抄筆記

() 3. 承上題，奶奶編織衣服的色彩如下圖，11 格色塊編成一組，依序為藍白紅黑四色形成一組排列，請問第 48 格是甚麼顏色？(20 分)。



- (1) 紅色
- (2) 白色
- (3) 黑色
- (4) 藍色

圖 13 原住民文化結合運算思維測驗

() 4. 瑪雅一家的名字如下圖，子女會繼承父親的名字，例如爸爸名字為瓦旦·哈勇，女兒取名為瑪雅並繼承父親的名字，因此名字是瑪雅·瓦旦，根據下圖，請問瑪雅叔叔的名字是？(15 分)

瑪雅爸爸 瑪雅堂妹 瑪雅叔叔

(1) 鐵木·瓦旦
(2) 哈勇·馬信
(3) 馬信·哈勇
(4) 馬信·鐵木

圖 14 邏輯思維能力與對傳統命名文化的理解

運算思維 APP

教學團隊配合開發 APP 遊戲結合運算思維學習課程，第一個是泰雅成年禮為故事主軸，結合運算思維中邏輯思考與資訊科學中物件排序的概念；第二個為找寶藏 APP 遊戲，故事描述如何在森林中找

到正確的路徑並拿到寶藏；而第三個則是尤拉迴路，找到一個恰好包含了所有的路徑的路線，並且沒有走重複道路。第四個是採芋麻 APP 遊戲，根據敘述分析題目的物品所需要數量，並做好分類。



1. 泰雅族成年禮

<p>每一回合狩獵完，將首飾記錄下來做分類 聰明的小獵人，請你來幫幫阿宇和小馬吧！</p> <p>長老想考驗你是否能將集到的戰利品， 分門別類地裝進對應的箱子中！</p> <p>遊戲開始</p>	<p>第一回合 第二回合 第三回合</p> <p>第一回合 第二回合 第三回合 第一回合 第二回合 第三回合 第一回合 第二回合 第三回合</p> <p>數量</p> <p>1 2 3 4 5 6</p>
<p>1. 第一回合遊戲：對獵物（物件）進行排序分類</p>	<p>2. 拖移數字鍵，完成祭品的排列</p>
<p>分類完後長老要考考你！ 現在長老要選出四回合裡 其中一回合的戰利品，作為祭花的牲禮 請問哪一回合的戰利品符合以下條件呢？</p> <p>遊戲開始</p>	<p>Q 選出符合以下條件的戰利品 豬、山豬、猴 其中山豬數量要比山豬多，且山豬數目不得少於3</p> <p>1 3 5 2 2 6 3 2 3 3 2 1 4 4 3</p>
<p>3. 第二回合遊戲：選擇祭典祭品</p>	<p>4. 選擇題：選擇符合敘述邏輯的選項完成考驗</p>
<p>恭喜阿宇和小馬 通過考驗！ 過關</p> <p>返回首頁</p>	
<p>5. 通關畫面：完成考驗成為小勇士</p>	

2. 找寶藏



<p>打開平板</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 點擊方塊 ■ 出現以下畫面，開始遊戲吧! 	<p>首先要找打飛鼠的器具</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 首先製作出瞄準器 ■ 把鼠標設為瞄準器 <ul style="list-style-type: none"> ■ 鼠標X軸、Y軸皆定位成瞄準器 
---	---

1. 遊戲開始，測驗學生計算思維、邏輯思考、問題解決能力的展現。
2. 瞄準器程式碼的編排，X、Y 軸概念活用並讓學生思考如何利用獵槍瞄準並射中飛鼠。



<p>獵飛鼠</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 打開桌面上的檔案，打開飛鼠的兩個圖檔 	<p>設置背景</p> <p>設置全黑背景作為黑夜</p> 
--	---

3. 飛鼠程式碼：學生製作飛鼠的程式碼，轉換不同的動作與圖樣，考驗學生程式排程的能力，為邏輯思考能力、抽象化能力之運用。
4. 說明：利用學生所熟悉的生活場景，以太平山或南澳神秘湖為背景。

3. 尤拉迴路

	
---	--

1. 遊戲開始介面。
2. 根據遊戲的提示從有奇數條道路的部落出發，並且試試看。

	
<p>3. 遊戲正式開始第一關，要讓三個據點中所有偶數道路連結，並且運用所提示的及搭配兩條道路。</p>	<p>4. 挑戰成功，並進入到下一關。</p>

4. 採芋麻

	
<p>1. 遊戲開始介面。</p>	<p>2. 根據奶奶的敘述，分析題目出現的物品，並把相對物品做好分類，在题目的左下方也有提示。</p>
	
<p>3. 點開提示後並出現的畫面。</p>	<p>4. 挑戰成功完成的介面。</p>

本團隊以宜蘭縣南澳國小為教學實驗基地，並推廣至新竹縣尖石鄉尖石國小，設計出符合泰雅族國小高年級的程式設計、運算思維教材，進行教學實驗，並根據教學成果與學生課堂學習狀況調整教學模式，以利後續之教學實驗與相關活

動規劃與計劃推廣。採取 CPS 協作式分組學習課程，加入實境遊戲增加學生彼此的互動，學生相比更能專注於課堂上。研究結果發現，原住民學生的運算思維能力以運算思維測驗與運算思維量表作為評量工具，經過五週課程後，運算思維測驗

成績明顯進步，運算思維量表整體表現、計算思維、批判性思考皆達到顯著差異，顯現出良好的教學成效。學生學習上能發揮自身創意，課堂上利用自己所學融會貫通做出特色 Scratch 專案，例如：透過 Scratch 編輯物件功能畫出幾何圖形完成課堂所要求的專案，並且思考簡化程式編碼的方法，像是連點四次 Scratch 綠色旗幟畫出正方形，或是改變迴圈次數與旋轉角度畫出特別的幾何圖形，在學習上能將運用自身的學習、生活經驗來完成較容易的專案，部份學生能透過學校數學課所沒教過的 X、Y 軸概念畫出幾何圖形；經過 CPS 合作學習結合高互動式的課程，學生能透過討論並思考問題的解決過程，學生

更能專注於課堂上，對於學生問題解決能力有正向的發展。未來將拓展至其他泰雅族學校或是其他原鄉學校，採取機器人、Arduino 創客式 CPS 程式設計行動學習課程，針對更多原住民國小高年級學生進行 CPS 程式設計課程教學，以徑路分析獲得原住民高年級學生運算思維的學習模型。

除了程式設計、運算思維相關課程外，本團隊於 107 年 7 月 28 日原住民科學節於花蓮東大門夜市設立「Arduino 照亮原野」，的程式設計闖關活動，設計兩關 Scratch 遊戲關卡，基礎關為用 Scratch 畫出幾何圖形，供科學節參觀民眾挑戰，共約 60 名進行闖關活動，共約 50 名民眾完成兩關的闖關活動，圖 15 為活動花絮。



圖 15 「Arduino 照亮原野」活動花絮



圖 16 「行動 i 學習 ~ 科普 e 定行」活動花絮



圖 17 「囉咖噉！行動學習巧「科」力」活動花絮

108 年 7 月 26 日原住民科學節於高雄科工館設立「行動 i 學習~科普 e 定行」，的程式設計闖關活動，設計兩關 Scratch 遊戲關卡，基礎關為用 Scratch 畫出幾何圖形，供科學節參觀民眾挑戰，共約 60 名進行闖關活動，共約 50 名民眾完成兩關的闖關活動，圖 16 為科學節花絮。

109 年 8 月 1 號原住民科學節於臺中國立自然科學博物館舉辦「囉咖噉！行動學習巧「科」力」的科普活動，設計「有機可「程」-程式設計體驗」活動，體驗內容包含最新人臉辨識、AI 自駕車等最新科技趨勢的程式設計活動。共約 60 名民眾參與闖關活動，活動花絮如圖 17 所示。

肆、感想與展望

玩遊戲是孩子的天性，也是一種能夠發展成未來企圖心的過程。多年以來，這種學習方式已經吸引許多科學期刊的注意。其中，在教育性遊戲的部份，同時也被考慮如何去滿足現代數位原住民的需要這些年輕的世代從出生到成長，都處在數位科技的環境，在操作數位遊戲時，也會習慣對想要的訊息採取即時的反應。反而不像對傳統課堂的作業表現得如此循

序漸進，人家怎麼講、就怎麼去做。因此，社會學家 Howe 與 Strauss 特地把這個世代稱作「千禧世代」(Millennials)，那是一個非常樂觀，並且以團隊導向為特質的新世代，他們往往只因為想要取得知識，很容易就會忽略到其他重要東西的世代。近年來，數位遊戲被大力倡導，帶入教育的課程，而引發如何讓遊戲學習的過程進行得更方便或是需要改進的研究。大多數的學者將學習的概念歸類為針對學習技巧的多空間建構和認知學習的結果，而這種遊戲式學習策略也成功地運用在教育、心理學和訓練等等。不過，這個時候是否可以讓我們審思一下，遊戲式學習到底是如何發生？畢竟，對於某些教育遊戲來說，它的內容很容易因為遊戲的特徵，而變得模糊不清。因此如何定義遊戲的動機才能夠讓學習者從反覆不斷地學習當中，去找到源自於玩遊戲的互動、反饋的情感和認知，並且引領出有慾望的行為是我們必須去注意的地方。協作式學習有很多優點，在學生方面可以主動參與，並較有成就感；學習效果較差的同學以發問方式參與課程，學習效果較好的同學則以回答問題方式參與課程。透過團體問題

解決歷程和彼此的互動，營造出激勵的氣氛，促進學習效果並讓上課氣氛活潑生動。協作式問題解決 CPS 教學強調以學習者為中心的合作式學習環境，鼓勵做中學，成為主動的學習參與者，重視思考與問題解決技巧、培養互動、合作技巧，鼓勵由多種觀點進行內容的探索與分析。本計畫即使用此 CPS 的教學策略發展適合原住民國小四、五、六年級學童在自然與生活科技領域之數位 CPS 能源教材，期待原住民學童在此學習型態的合作學習環境，能夠提升他們的學習成效與問題解決的能力、刺激參與學習。因此，經驗主義的研究者認為，這種嵌入式想像脈絡的事物，比起一般世俗或是非脈絡的環境，還要更容易得到延伸的學習。在本期計畫實施的四年中，有些培育的種子教師因某些因素調職離校，而持續參與四年課程有兩位重要的教師，分別是賴主生主任與李愛華老師，兩位老師都是當地的泰雅族居民，並曾任教於漢族小學，於是對於城鄉的差距與文化不同的感受十分深刻。

南澳國小賴主任表示，原住民小朋友對於數學的理解非常不好，文字為主的考題，學生非常難理解，若從生活化、從周遭的環境講起來較能引起學習興趣，現有的社會科會介紹漢族或其他族原住民的文化，但是現在的課程還是偏向漢文化，對學生來講，有些課程可以變通，但是因為考試制度下，還是必須配合課程來教導，故對於本課程採取回應泰雅文化的設計方式，以及多元的檢核學生成果表示認同，因小朋友自信心不夠，但很在意分數，對考試沒有自信。

南澳國小李老師表示，現有的自然與生活科技課程為漢族設計，原住民只能透過影片學習某些當地可能缺少的相關知識，此外因老師不是專科畢業，只能照課本教，若課本皆為他族文化，學生可能更無法理解。而有時候漢族對於原民的錯誤認知，也讓林老師感到無奈，她說：「漢人總是以為我們是住在深山裡面，什麼都不懂，永遠把觀念停留在之前的想法。」李老師希望學生透過漢文化與泰雅文化的激盪，可以對自然與生活科技有更多的視野。兩位老師在進行課程設計的討論會議時，會提供許多泰雅文化，希望可以讓計畫所發展之教學模組更貼近學生的生活與文化。對於研究團隊，兩位老師更是熱情且全力支持，讓計畫團隊即使長途跋涉，也感到十分值得。

計畫團隊將持續於原鄉學校推廣課程與相關活動、師資培訓，國中小推廣計畫內容，討論課程合作事項，持續推廣本計畫教學課程與原鄉學校師資培育。

原住民科學教育與科普閱讀專題研究 之歷程與展望

黃思華¹、李易駿²

¹臺北市立大學教育學系副教授

²臺北市立大學教育學系助理

【 摘 要 】

「教育」原是原住民適應大社會的最佳途徑，可是沒有合宜的課程和教育方針，卻讓他們面臨比一般人更多的困難，原住民教育的相關問題一直是各國政府關注的焦點，包括提升原住民的教育成就、就業情況、保留原住民的傳統文化等。而學生的學習往往與教材密切相關，在臺灣，這些教材大多數僅結合漢人的學習經驗，與原住民的生活經驗大不相同，原住民學生很難透過漢人學生的學習模式學習，加上缺乏相關的文化背景，導致原住民學生逐漸失去學習興趣。因此，本研究歷年來持續探討影響原住民學生數學成就及閱讀理解的因素，期望透過結合原住民文化與學科領域的學習方式，以提升原住民學生的學習成效。

研究前期透過協作式問題解決教學模式及五感體驗發展面積與體積的課程，激發原住民學生的專注力、創造力與想像力，促使學生透過觀察提高專注力，並透過資訊科技的引導及實際動手探索的方式理解數學概念。研究後期則探討影響原住民學生閱讀理解的因素，包含閱讀策略、閱讀焦慮及閱讀理解監控能力等，並發展族語電子有聲書及結合原住民文化的互動式 APP，以了解原住民學生的閱讀理解成效。本研究希冀以研究結果為基礎發展適合原住民學生的學習架構，讓學生從自身的文化脈絡學習學科知識。

關鍵詞：原住民文化、協作式問題解決、五感體驗、面積與體積、閱讀理解、族語電子有聲書

歷程

原住民學童數學學習成效不佳的原因一直是備受關注之議題，從各項研究中可以歸納出造成原住民學習成就低落的三種假設：家庭因素、學校因素及原住民學童本身的因素。多數的課程與教材雖然與學童的學習環環相連，但其內容卻多呈平地、都會型地區漢人的生活經驗、社會文化、思考模式及關注焦點，與原住民學童的生活背景與經驗相差甚遠，多數原住民學童無法與教材提供的生活經驗產生連結，不但不易理解學校課程內容，更難以引發學童的學習意願。回顧歷年成果，研究前期主要透過協作式問題解決（CPS）教學模式及五感體驗（視覺、味覺、觸覺、嗅覺、聽覺）發展面積與體積的課程，所謂的五感課程是指運用內在五種體驗（視覺、味覺、觸覺、嗅覺、聽覺）的多重感受，刺激原住民學童的專注力、創造力與想像力，進而影響學生們對待事務的熱情與觀察，促使他們的感受力變得更敏銳，也提高了專注力。如此便容易自動自發、隨時隨處的學習，逐步建立起自己對事物的全新感受與脈絡。以原住民學童喜愛的學習方式，讓他們透過資訊科技的引導及實際動手探索的方式理解數學的概念。同時實施差異化量表的施測，分析原住民學生的學習差異，從特殊需求、心理特質及智能傾向等方向來分析原住民學生的差異性。

研究後期持續於宜蘭縣南澳鄉南澳國小、新竹縣尖石鄉尖石國小及新北市板橋區海山國小、文德國小進行，共發展了八本科普電子有聲書與四支互動式 APP

科普教材，並探討影響原住民學生與漢人學生閱讀理解的因素。研究結果顯示，原住民學生閱讀電子有聲書後，閱讀理解成效的提升達顯著差異，且原住民男學生提升幅度顯著高於女學生；漢人學生的閱讀理解成效提升均達顯著差異。閱讀理解策略的研究結果顯示，原住民學生的「重點註記」分數最高，「釋義」分數最低；漢人學生的「重讀」的分數最高，「總結及圖示化」分數最低，顯示原住民與漢人的閱讀策略有所差異。結果亦發現原住民學生無論是整體或不同性別，閱讀理解能力與差異化因素均無顯著相關，後持續探討閱讀理解監控能力、閱讀理解能力、的差異及相關性，以期了解影響原住民學生閱讀理解成效的因素。分析閱讀理解成效前後測成績可以發現，以原住民學生而言，全體學生閱讀電子有聲書後閱讀理解成效提升均達顯著差異；且對於不同閱讀理解監控能力的學生，閱讀「Lahuy 小館」的閱讀理解成效提升顯著優於閱讀「一個精心設計的活動行程」。以漢人學生而言，全體學生閱讀電子有聲書後閱讀理解成效的提升均達顯著差異；且不同閱讀理解監控能力的學生，閱讀「一個精心設計的活動行程」的閱讀理解成效提升顯著優於閱讀「Lahuy 小館」。此外，經過族語電子有聲書教學後，全體原住民學生及漢人學生，閱讀理解監控能力的提升均達顯著差異。低閱讀理解監控原住民學生與高閱讀理解監控漢人學生的閱讀理解成效達顯著差異。研究結果顯示透過族語電子有聲書的學習可以提升學生的閱讀理解成效與閱讀理解監控能力。

回顧

研究前期實驗課程主要參與對象為宜蘭縣南澳國民小學五年級學生，其他參與對象包含：宜蘭縣南澳鄉的武塔國小、碧候國小學生，以及臺北市南港國小。其中，南澳國小人數為 13 人、碧候國小人數為 20 人、武塔國小人數為 11 人為原住民樣本；南港國小人數為 24 人為漢人樣本，希望探討經過 CPS 教學之後原住民與漢人學生在幾何學習成就上的差異。研究更以 108 位原住民國小高年學童為樣本，進行差異化量表的施測，以了解影響原住民學童幾何學習成就的重要因素。研究工具共包含：動畫、前後測學習單、教學投影片、美感經驗觀察表、訪談大綱、數學情境式試題、CPS 教案、數學幾何概念測驗、差異化量表等。

每個單元教學之前都會利用與該單元內容相關之互動式動畫來引發學生的學習動機，並揭示本節課學習重點概念，讓學生動手操作。



圖 1 森林中的線對稱圖形



圖 2 聖誕驚魂夜-角錐角柱也瘋狂



圖 3 學童進行設計與剪裁



圖 4 學童剪裁完的色紙

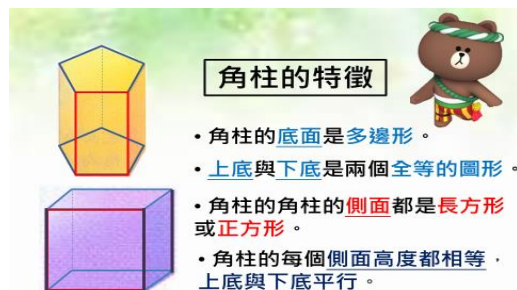


圖 5 沙灘上的角柱與角錐



圖 6 角錐角柱之禮物的秘密

每單元教學中，教師會使用教學投影片來輔助教學，揭示該節重要概念並提供舉例及示範。

研究開發的教案，係依據 CPS 協作式問題解決模式的教學步驟進行設計，表 1 以「生活中的線對稱」單元為例說明。

表 1 CPS 教學流程

CPS 流程	教學活動
1. 課前準備	教師準備課程教材
2. 形成與規範團體	1. 前測學習單 2. 課程動畫引導學生 3. 以 PPT 複習圖形特徵，提問確認學生舊經驗
3. 決定初步問題界定	進入教學主題，老師用 PPT 介紹課程內容並引導
4. 界定和分派角色	1. 能夠指出生活周遭的對稱設計特色 2. 老師補充教學，圓形的對稱線有無限條 3. 請學生在紙上先設計出具有對稱線的圖案
5. 開始合作問題解決過程	1. 教師提供許多有關對稱的日常生活用品 2. 教師請學生針對這些用品，或回想生活周遭對稱的物品，激發對對稱線條的興趣，再藉由自由回答，讓學生對對稱定義更加了解 3. 老師歸納後帶入介紹生活物品對稱圖案之設計應用 4. 並揭示以剪紙對稱圖形排列設計的杯墊底板，傳達對稱圖形應用的視覺符號性，進而引起學生創作動機，並示範基礎剪紙技巧與對稱圖形之剪紙設計 5. 教師分發材料與用具，讓各組製作杯墊
6. 完成解題或計畫	老師請各組派出學生展現各自的成品，並說明杯墊上包含的對稱圖形中含有那些對稱線
7. 綜合和反省	老師針對本節課程內容以提問的方式複習
8. 評量成果和程序準備結束	實行後測
9. 結論	教師總結今日教學內容

表 2 五感體驗與課程對照表

單元名稱	「動手做」	視覺	聽覺	嗅覺	味覺	觸覺
生活中的線對稱	杯墊	✓		✓		✓
追風箏的孩子之祖靈的傳說	存錢筒	✓	✓			✓
沙灘上的錐體與柱體	十字風箏	✓			✓	✓
聖誕夜驚魂-角錐角柱的應用	聖誕帽	✓		✓		✓



圖 7 將水果置入袋中讓學童體驗嗅覺單元

研究所設計的課程包含動手做的活動，及讓學生得到「五感」的體驗，說明如表 2 所示。

學生實際體驗活動以圖 7 為例，將水果置入袋中，透過嗅覺分辨袋中的水果。

研究持續建置並發展適用於原住民學生的 CPS 課程與評量之教學平台（如圖 8、圖 9、圖 10 所示），結合並整理先前計畫與本期計畫等相關原住民教材之資源，使教材資源數位化，讓全國教師與學生均能利用此 CPS 網路學習平台進行教學與學習，並利用教師進修與課程推廣的方式，讓各地區的教師與學生能利用此 CPS 網路學習平台作為教學資源，同時調

查教師與學生的滿意度與意見回饋，改進並增加平台的操作與資源使用，進而推廣至其他族群的原住民與漢人學校，成為有助於教師教學，並能幫助原住民學生學習的網路學習平台，網站內分為空間概念、基礎機械、能源應用、數學五感及泰雅文化等課程。網址：http://www.uuulearn.com.tw/cps_platform/

空間概念 基礎機械 能源應用 **教學五感** 泰雅文化

q

no	會議名稱	時間	地點	人員	內容
1	104年 五上 第四次教學後會議	2016.01.14 10:00	臺北市立大學公誠樓	鄭凱文、王柏又、張子柔、李姿瑩、王薰研、陳佩萱、王嫻婷、吳嘉玲	內容
2	104年 五上 第四次教學前會議	2015.12.24 10:00	臺北市立大學公誠樓	鄭凱文、王柏又、張子柔、李姿瑩、王薰研、陳佩萱、王嫻婷、吳嘉玲	內容
3	104年 五上 第三次教學後會議	2015.12.10 10:00	臺北市立大學公誠樓	鄭凱文、王柏又、張子柔、李姿瑩、王薰研、陳佩萱、王嫻婷、吳嘉玲	內容
4	104年 五上 第三次教學前會議	2015.11.19 10:00	臺北市立大學公誠樓	鄭凱文、王柏又、張子柔、李姿瑩、王薰研、陳佩萱、王嫻婷、吳嘉玲	內容
5	104年 五上 第二次教學後會議	2015.10.27 10:00	臺北市立大學公誠樓	鄭凱文、王柏又、張子柔、李姿瑩、王薰研、陳佩萱、王嫻婷、吳嘉玲	內容
6	104年 五上 第二次教學前會議	2015.10.13 10:00	臺北市立大學公誠樓	鄭凱文、王柏又、張子柔、李姿瑩、王薰研、陳佩萱、王嫻婷、吳嘉玲	內容
7	104年 五上 第一次教學後會議	2015.09.22 10:00	臺北市立大學公誠樓	鄭凱文、王柏又、張子柔、李姿瑩、王薰研、陳佩萱、王嫻婷、吳嘉玲	內容

圖 8 CPS 教學平台種子教師培訓網頁

成果展示

空間概念 基礎機械 能源應用 **教學五感** 泰雅文化

q

no	會議名稱	時間	地點	人員	內容
1	宜蘭縣南澳國小五年級上學期第四次教學實驗	2016.01.07 10:00	宜蘭縣南澳國小	鄭凱文、張子柔、吳佳玲、王嫻婷、王薰研	內容
2	宜蘭縣南澳國小五年級上學期第三次教學實驗	2015.12.03 10:00	宜蘭縣南澳國小	鄭凱文、張子柔、吳佳玲、王嫻婷、李姿瑩	內容
3	宜蘭縣南澳國小五年級上學期第二次教學實驗	2015.10.22 10:00	宜蘭縣南澳國小	鄭凱文、張子柔、吳佳玲、王嫻婷、王薰研	內容
4	宜蘭縣南澳國小五年級上學期第一次教學實驗	2015.09.17 10:30	宜蘭縣南澳國小	鄭凱文、張子柔、吳佳玲、王嫻婷、陳佩萱	內容

圖 9 CPS 教學平台計畫分享內容網頁

2013 原住民科學教育計畫 CPS 網站 回首頁 \ 計畫分享 申請帳號 登入

活動花絮

空間概念 基礎機械 能源應用 **教學五感** 泰雅文化

q

no	會議名稱	時間	地點	人員	內容
1	104年 南澳國小五上同樂會	2016.01.07 09:17	宜蘭縣南澳國小	鄭凱文、張子柔、吳佳玲、王嫻婷、王薰研	內容
2	103年 南澳國小四上同樂會	2015.01.27 10:26	宜蘭縣南澳國小	王柏又、曾晴、蔡郁欣、周瓊瑜、王冠智、高家璋	內容
3	102年南澳國小三下同樂會	2014.07.17 16:25	宜蘭縣南澳鄉南澳國小	黃思華 教授、李易伍、王柏又、呂郁欣、王禹茹、游恩浩	內容

圖 10 CPS 教學平台活動花絮網頁

前期研究結果發現，以數學概念而言，原住民學童最缺乏的是「反思」的概念，「連結」的概念最好。「連結」是指解決非例行性問題，包含熟悉和半熟悉的情境。「反思」指複雜的訊息，建立問題的數學表徵，發展有助於解題的模型，解釋所進行的數學運算。數學情境式試題的題目描述越簡單明瞭，學童答對率較高；若是需要觀察與思考的題目，則學童普遍無法作答，尤其是原住民學童對於太過複雜圖形的分析，無法做出正確的判斷。學童們除了在創作活動中將族群圖案重複再製，也將作品運用在生活中。當學生遇到問題時，懂得自我思考，或是和其他學生討論，進而解決問題，可以看出學生美感經驗的認知面向及連結面向的成長。經課後訪談可以發現，學生自發性地發揮創意製作自己喜愛的杯墊，明顯感受到學生對於動手做的教學活動有濃厚的興趣。學生在課程的延續性上，與美感經驗的情感性與動態性是有關的。學生除了提升其數學概念外，在美感經驗的各個面向也得到提升。

研究後期進行閱讀理解課程的教學，每次課程為兩節課共 80 分鐘，閱讀課程進行前，先進行克漏字前測、差異化量表及閱讀理解能力前測，並教導學生平板電腦與電子有聲書的操作，接著學生開始透過行動載具閱讀泰雅語科普電子有聲書，使用 CPS 教學策略，採用教師提問，學生彼此討論回答的方式進行教學，閱讀課程結束後實施克漏字後測、差異化量表與閱讀理解能力後測，分析學生經過電子有聲書學習後閱讀理解能力、閱讀理解監控能力與差異化因素的前後差異。本研究實施科普電子有聲書實驗，原住民樣本以南澳國小四年級（15 人）、五年級（14 人）、六年級學生（8 人）為研究對象；漢人樣本以新北市海山國小六年級學生（31 人）為研究對象，進行兩本電子有聲書的教學與施測（Lahuy 小館、一個精心設計的活動行程）。原住民學生以泰雅族為主，母語為泰雅賽考利克語，且部分學生已熟稔實驗流程，閱讀電子有聲書與進行實作活動較能進入狀況。

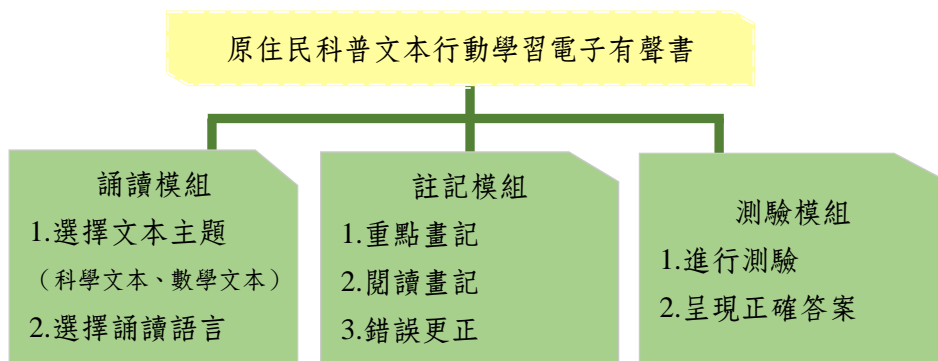


圖 11 科普文本行動學習電子有聲書系統架構圖

開發的科普文本行動學習電子有聲書分包含三個模組。誦讀模組：具選擇文本主題、選擇誦讀語言形式；註記模組：

具重點畫記、閱讀畫記和錯誤更正；測驗模組：進行測驗和呈現正確答案。系統架構如圖 11 所示。



圖 12 CPS 平臺入口頁面（一）



圖 13 CPS 平臺入口頁面（二）

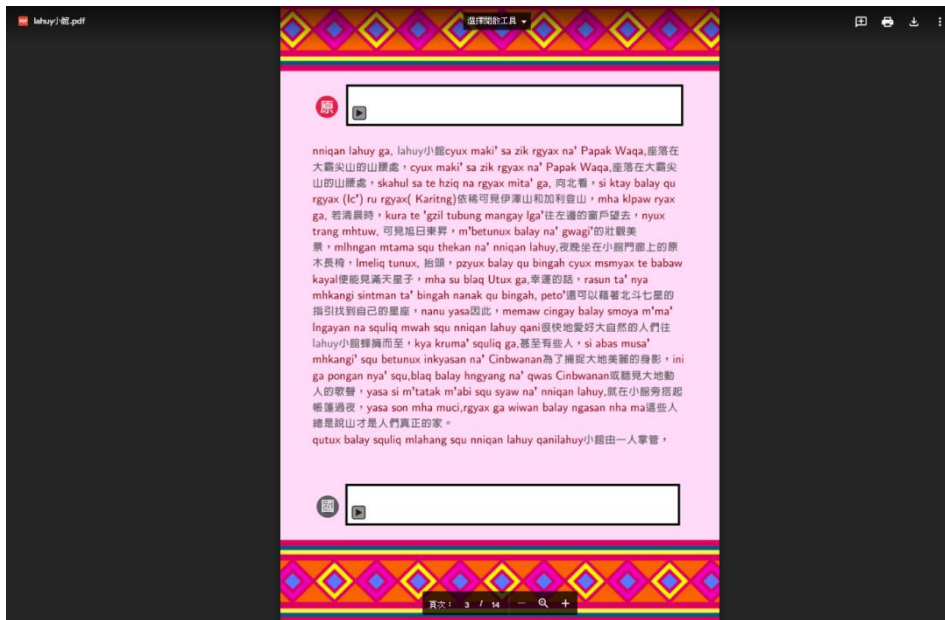


圖 14 CPS 平臺入口頁面 (三)

CPS 平臺畫面

學生進入 CPS 平臺入口頁面 (如圖 12-14 所示)，以泰雅文化為主的首頁，清楚展現本計畫所針對的族群類別。教學的主題為術科領域內容，與行動學習電子有聲書所要發展的科普內容相關。學生可以由畫面自由點選閱讀主題 (科學文本或數學文本)。選擇文本領域後，有聲書提供兩種誦讀版本、註記功能以及試題測驗。

計畫研發之電子有聲書，以結合教育部學習能力指標與原住民學生學習型態為基礎，融入族語教學、科普知識於行動載具，與其他現行開發之族語教材相較，特點如下：

1. 配合現行教科書結合數學學科與自然學科知識，學生閱讀電子書同時加強學科常識。
2. 本電子有聲書結合數學能力指標與自然能力指標，文本內容經過現行專家檢

定認可符合數學科與自然科教學。

3. 本電子有聲書結合數學能力指標與自然能力指標，測驗題內容經過現行專家檢定認可符合數學科與自然科教學。
4. 透過電子有聲書連結學科知識與泰雅文化，加深學生日常生活自然與數學概念。
5. 本電子有聲書文本同時呈現中文及族語，原漢學生均可閱讀文本。
6. 本電子有聲書中文與族語發音皆為真人聲發音，發音與用詞貼近日常生活。
7. 本電子有聲書文本翻譯均由部落耆老進行修改，用字遣詞更貼近真實部落文化。
8. 本電子有聲書之泰雅語發音皆由部落族語老師專業錄製。
9. 電子有聲書閱讀結束後，文本均附讀後練習題，以利學生自我檢測閱讀理解狀況。
10. 中文內容 (文本、人聲朗讀) 與泰雅語內容 (文本、人聲朗讀) 均可提供

	
<p>部落的不速之客封面頁</p>	<p>科學電子有聲書內文</p>
	
<p>科學電子有聲書內文</p>	<p>科普閱讀測驗題目</p>

圖 16 部落的不速之客文本內容

1. 幾何圖形繪本故事（數學文本）

第一本電子有聲書「幾何圖形繪本故事」，改編自夢想家的披風結合泰雅傳統編織文化，學生可對照泰雅語與中文，進行閱讀、發音學習，故事結合數學幾何概念與泰雅傳統編織文化，讓學生透過編織中各種形狀的圖案了解數學幾何概念。

以數學文本為例，進入數學文本閱讀後（如圖 15 所示），行動學習電子有聲書提供整篇誦讀、整段誦讀。整篇誦讀的過程中，假使學生需要暫停誦讀，也可以使用電子書下方的按鈕控制播放速度。本行動電子有聲書也提供閱讀註記功能，閱讀文本時可以利用此功能，為電子有聲書的學習增添學習興趣。

2. 部落的不速之客（科學文本）

第二本電子有聲書「部落的不速之客」，故事以不速之客入侵農田，破壞農作物導致村莊裡的居民恐慌、糧食短缺，村民想到利用光（鏡子反射）、聲音（口簧琴）等方式嚇退不速之客，讓農作物得以豐收，故事結合科普光學、聲音的知識，與泰雅傳統祭典、器具，讓學生了解泰雅傳統器具、祭典與農耕文化，同時認識科普中光學、聲音、熱傳導的概念，如圖 16 所示。



圖 17 爺爺、小石兒與苦花魚文本內容

3. 爺爺、小石兒與苦花魚（科學文本）

第三本電子有聲書「爺爺、小石兒與苦花魚」，介紹泰雅族之魚「苦花魚 qulih tayal」，並說明泰雅傳統美食的醃苦花魚的製作過程，讓學生認識醃製過程的化學反應，醃製過程使細胞萎縮，細菌不易孳生，從日常生活中的事物讓學生認識科普，如圖 17 所示。

4. 聰明的希利克鳥（科學文本）

第四本電子有聲書「聰明的希利克鳥」，故事結合泰雅族傳統希利克鳥神話與物理科普知識，述說希利克鳥如何運用智慧來搬動大石頭，以槓桿原理的概念結合文本，同時說明希利克鳥在傳統泰雅族文化中的象徵性地位，如圖 18 所示。

5. Lahuy 小館

第五本電子有聲書「Lahuy 小館」故事靈感來自於吳明益的「複眼人」一書，以泰雅族勇士的角度，敘述泰雅族文化與大自然環境的結合，學生可對照泰雅語與中文，進行閱讀、發音學習，故事融入科學概念與泰雅傳統文化，讓學生透過故事中的建築物了解單斜屋頂、雙斜屋頂的概念，如圖 19 所示。

<p>課後閱讀測驗</p>	<p>延伸活動與解答</p>

圖 19 Lahuy 小館文本內容

<p>一個精心設計的活動行程封面頁</p>	<p>科學電子有聲書內文</p>

<p>課後閱讀測驗</p>	<p>延伸活動與解答</p>

圖 20 一個精心設計的活動行程文本內容

6. 一個精心設計的活動行程

第六本電子有聲書「一個精心設計的活動行程」為數學文本，故事以主角瓦辛和瓦雅舉辦活動為故事主軸，活動日期為今年的八月二十二號禮拜六上午八點半，瓦辛和瓦雅必須精準的安排各項活動，包含傳統的口簧琴表演、織布展等，學生可以了解泰雅傳統文化活動，練習時間計算與培養活動規劃的時間概念，如圖 20 所示。

7. 爺爺的老相機

第七本「爺爺的老相機」為數學文本，故事主角回顧日據時期爺爺發生的故事，因爺爺的戲院門票被風吹走無法進入戲院，一位日本人經過便伸出援手協助。文本從爺爺進入戲院前發展，並藉由日本人的相機與沖洗相片引導出面積計算與倍數概念，如圖 21 所示。

	
<p>爺爺的老相機封面頁</p>	<p>數學電子有聲書內文</p>
	
<p>課後閱讀測驗</p>	<p>延伸活動與解答</p>

圖 21 爺爺的老相機文本內容

	
<p>山的老朋友封面頁</p>	

1. 平行與垂直

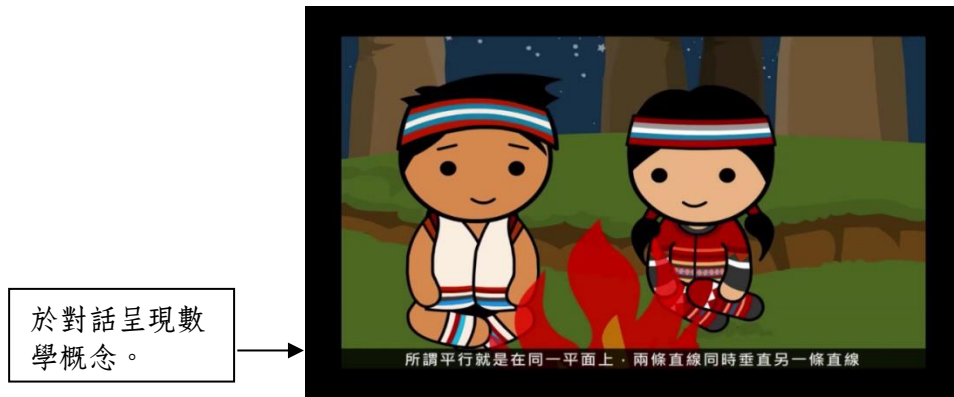


圖 23 平行與垂直互動式 APP 介面（一）

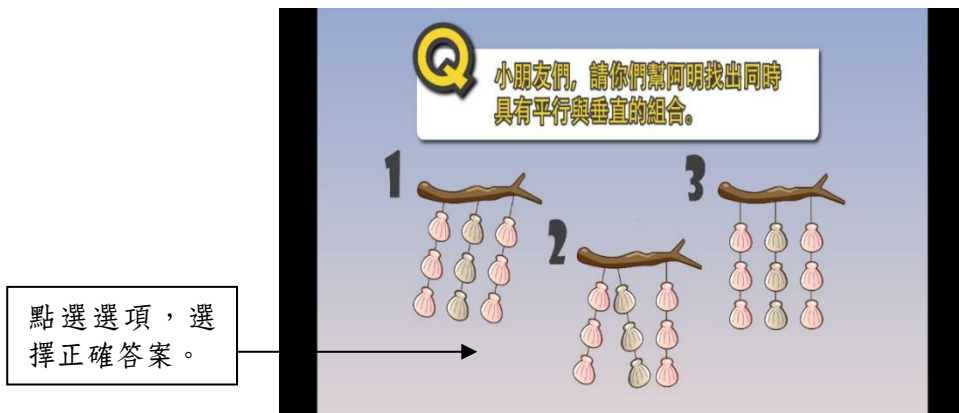


圖 24 平行與垂直互動式 APP 介面（二）

2. 立體幾何圖形



圖 25 立體幾何圖形互動式 APP 介面（一）

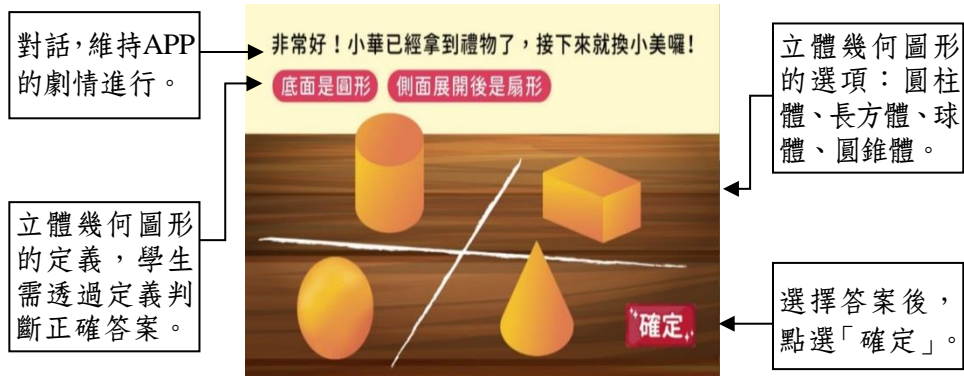


圖 26 立體幾何圖形互動式 APP 介面 (二)

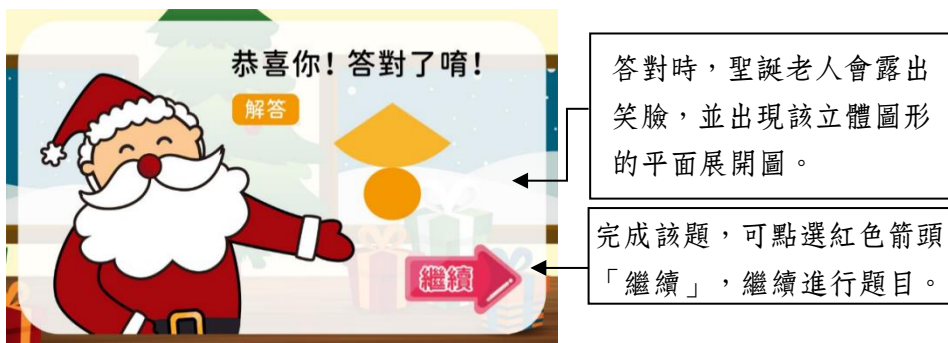


圖 27 立體幾何圖形互動式 APP 介面 (三)

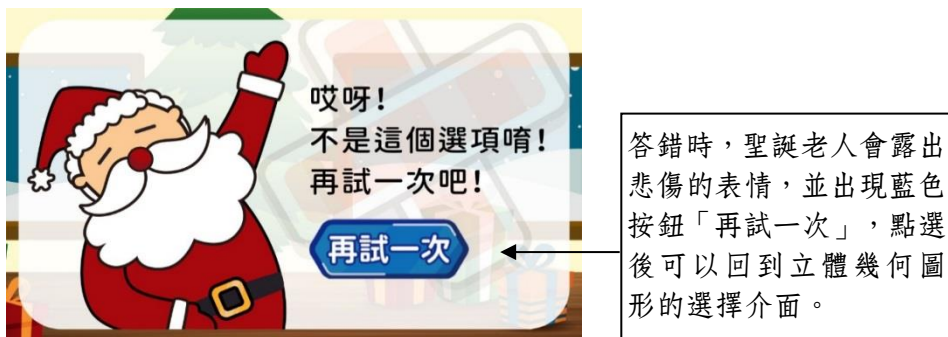


圖 28 立體幾何圖形互動式 APP 介面 (四)



完成所有題目後，可點選紅色按鈕「過關回首頁」回到首頁，重新開始。

圖 29 立體幾何圖形互動式 APP 介面 (五)

3. 森林中的線對稱圖形



圖 30 森林中的線對稱圖形互動式 APP 介面 (一)



於對話呈現數學概念。

圖 31 森林中的線對稱圖形互動式 APP 介面 (二)



圖 32 森林中的線對稱圖形互動式 APP 介面 (三)

4. 槓桿原理



圖 33 槓桿原理互動式 APP 介面 (一)



圖 34 槓桿原理互動式 APP 介面 (二)

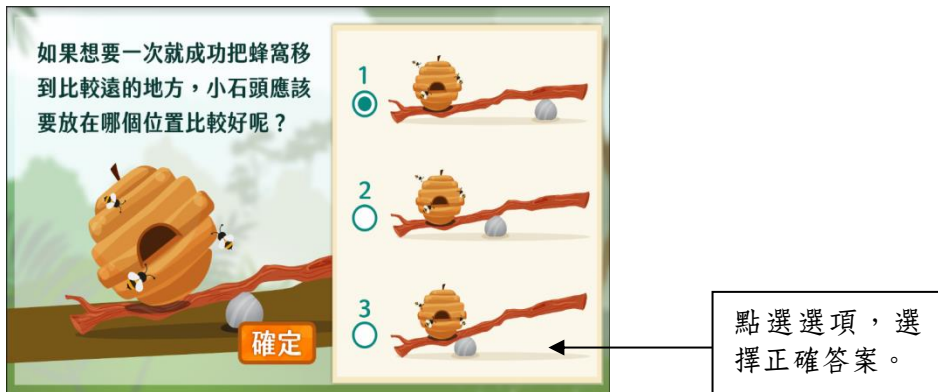


圖 35 槓桿原理互動式 APP 介面（三）

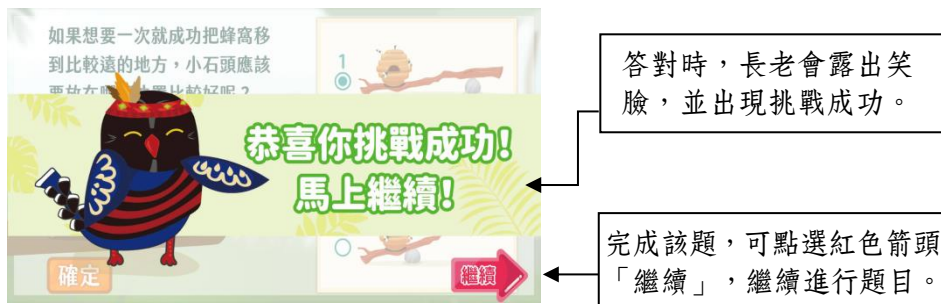


圖 36 槓桿原理互動式 APP 介面（四）



圖 37 槓桿原理互動式 APP 介面（五）



圖 38 槓桿原理互動式 APP 介面（六）

<p>學生閱讀電子書《Lahuy 小館》（南澳）</p>	<p>學生閱讀電子書《Lahuy 小館》（海山）</p>
<p>學生閱讀電子書 《一個精心設計的活動行程》（南澳）</p>	<p>學生閱讀電子書 《一個精心設計的活動行程》（海山）</p>
<p>學生進行 CPS 實作活動（南澳）</p>	<p>學生進行 CPS 實作活動（南澳）</p>

圖 39 原住民國小教學情形

閱讀理解成效

本研究自 108 年 9 月開始，截至 109 年 5 月，共進行八次教學，教學前後皆施以閱讀理解前後測，以實際了解學童的學習情況。學習單內容為選擇題，測驗結束後，以統計方式分析前後測成績，並進行比較。研究採用成對樣本 T 檢定分析，了解前後測驗的差異。首先探討原住民與漢人國小中高年級學生閱讀理解能力差異，再者探討不同閱讀理解監控能力原住民與漢人國小中高年級學生，經科普文本行動學習電子有聲書教學後閱讀理解能力、閱讀理解監控能力與差異化因素的情形。原住民國小教學情形如圖 39 所示。

族語電子有聲書

本期研究完成 1 本數學文本電子有聲書及 1 本科學文本電子有聲書，分別為「爺爺的老相機」與「山的老朋友」，完成 8 本電子有聲書。族語電子有聲書製作內容相當繁複，首先，文本內容參考現行教科書與繪本，結合教育部規定學習指標與學習目標，難易度改編為適合國小中高年級學生閱讀，語句重新改寫潤飾且結合數學與科學知識內容，最終將文本完成版給予教學專家審核通過，遂完成電子有聲書之文本。

電子有聲書的內容在完成文本後與部落長老或者老討論如何在不抵觸文化衝突前提下，結合部落文化於文本內容中，使族語電子有聲書之文本更貼近學生生活文化。完成文本的編寫後，需請教部落長老、耆老，或族語老師進行文本內容翻譯。文本內容翻譯為電子有聲書中最為

重要且複雜的部分，因為文本內容以漢語編寫而成，且原住民族語與漢語結構有所差異，因此，在翻譯文本內容上，實屬不易。文本請耆老協助翻譯後再請族語老師進行錄音，最終將各資料彙整，完成電子有聲書製作。

推廣活動紀錄

推廣記錄表參考過去計畫使用之紀錄表進行編修，本計畫持續進行推廣活動紀錄，108 年 6 月 12 日，推廣地點於宜蘭縣羅東鎮北成國民小學，本次推廣與族語教師共同進行、探討電子有聲書文本內容與族語翻譯，以更貼近泰雅族文化，並構思未來族語電子有聲書內容與計畫。108 年 7 月 27 日推廣地點於高雄國立科學工藝博物館，配合計畫辦公室進行，估計推廣人數破千人，當中不乏有老中青三代，推廣範圍相當廣泛。109 年 5 月 15 日推廣地點於新北市烏來區福山國小，本研究以泰雅族為主要研究對象，故選擇福山國小做為族語電子有聲書推廣地點，讓以期讓更多學生了解泰雅族文化，並從原住民的文化脈絡中學習科普知識，如圖 40 所示。



108年6月12日／宜蘭縣羅東鎮北成國小



108年7月27日／高雄國立科學工藝博物館



109年5月15日／新北市烏來區福山國小



109年8月1日／臺中國立自然科學博物館



109年12月24日／新北市板橋區文德國小

圖 40 計畫推廣情形

成果

一、建置行動學習族語電子有聲書

族語電子有聲書為本期研究之發展重點，陸續於實驗基地宜蘭縣南澳國小、新竹縣尖石國小、新北市海山國小、新北市文德國小進行施測，並完成八本電子有聲書，三本數學文本及五本科學文本。

二、建置互動式 APP 教材

為提升原住民學生學習興趣與動機，以行動載具搭配 APP 呈現原住民的科普知識有其必要性，於計畫第四年完成兩支 APP，皆以原住民傳統文化和特色進行設計，內容分別為數學概念與科普概念。本研究共計完成六項互動式 APP 教材。

三、建置 CPS 情境題組

本研究亦配合總計畫推廣 CPS 情境題組網站，本計畫完成五個題組，以原住民傳統文化為主軸，分別為搭造拼板舟、舉辦豐年祭、建造石板屋、舉行成年禮、織布圖騰設計等，依據 CPS 指標發展題目，以期探討原漢學生 CPS 協作式問題解決能力。同時辦理教師研習，以期推廣至各校教師共同設計題目，提升題庫豐富度。

四、研究目的延伸

研究第二期探討原漢學生閱讀理解能力與閱讀理解監控的差異，而後持續探討原漢學生的科普閱讀理解成效、閱讀理解基模與差異化因素的情形。

五、教材推廣

本研究所建置之族語電子有聲書、互動式 APP 教材、CPS 情境題組，預計推廣至原住民重點國小，優先於泰雅族部落推廣，如：桃園縣復興區羅浮國小、宜蘭縣南澳鄉武塔國小、羅東鎮北成國小，並同步推廣至漢人學校，如：臺北市內湖區南湖國小、新北市板橋區文德國小、福山國小等，使更多學生了解原住民文化以及相關科普知識。

感想

本計畫之族語電子有聲書製作上有一定程度上的困難，一為文化差異的隔閡，二為資料採集的不易。計畫執行人員大多非原住民，必須查閱相關資料，做足前置作業，才能使科普文本內容更加融入泰雅族生活文化。為使文本能夠貼近原住民學生的真實生活，需往返宜蘭、新竹及

臺北，與當地族語老師、部落長者及耆老討論文本內容。因此，完成一本族語電子有聲書，不僅需多著墨原住民文化融入科普文本的部分，中文譯為泰雅族語是本計畫發展族語電子有聲書最為困難之處，製作一本完整電子書，實屬不易。

文本翻譯是族語電子有聲書最為困難之處，許多漢語詞彙在泰雅族語語境中無法直譯，以「Lahuy 小館」為例，文本當

中的成語「杳無人煙」在泰雅族語中，僅能以「沒有任何人」翻譯；另外，「旭日東昇」則譯為「陽光剛升起」。顯現出一般漢語常見的詞彙或成語，在泰雅族的語言中，必須使用文化脈絡當中相似或相近的詞彙或語句來替代。對應表如表 3 所示。

本研究進行推廣時，由觀察員進入班級觀察，並記錄課堂情形與現場，如表 4 至表 7 所示。

表 3 原漢雙語對照表（Lahuy 小館）

漢語	泰雅語	漢語	泰雅語
旭日東昇	陽光剛出現	壯觀	非常美麗
星座	星星所倚賴的	搭帳篷	蓋工寮
掌管	照顧	噩耗	很壞
典雅端莊	漂亮、美麗、非常好看	殊榮	最得意、最勝利
漂泊四處	迷失方向	大地的脈搏	大地的呼吸
愛莫能助	無法幫助	纏繞著	綁著

表 4 觀察記錄表



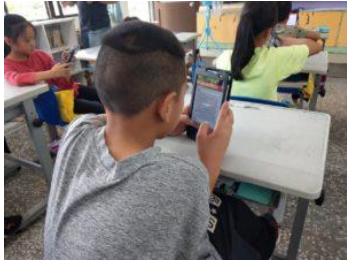

觀察領域	自然科學	觀察小學	南澳國小	觀察班級	四年忠班
單元主題	Lahuy 小館		觀察日期	108 年 10 月 08 日星期二 08:20-10:00	
內容述要	<p>觀察學生：A9（匿名）</p> <p>觀察內容： A9 在填寫量表時相當迅速，誦讀文本族語時亦會與其他同學討論，並善用時間練習，且對於電子書相當有興趣。分組討論時，老師便請他唸出文章段落。前測結束後，A9 拿到平板後就開始使用，且按照規定聆聽閱讀文本。CPS 分組討論過程中，A9 主要以漢語為閱讀語言，並與同學討論文本中的單字。聽完漢語與族語發音後，和左邊的組員互相練習。雖然對課文當中的族語感到困惑，但還是努力跟著誦讀。待大多數人完成 CPS 分組任務後，老師便實施後測，因提出獎勵，A9 很積極答題，且在最後觀念講解時，大聲舉手說出答案。</p> <p>全體狀況： 課程開始前實施科學態度與科學焦慮前測，前測題目偏易，學生很快完成前測。閱讀有聲書時，主要以漢語閱讀及聆聽有聲書。聆聽有聲書時，因聽不懂族語，所以大多跳過族語的頁面，但因為 CPS 分組任務，指定小組必須兩兩互相誦讀漢語與族語，學生普遍都能開口說族語。待全部學生讀完之後，尚有部分學生跟著教材大聲誦讀族語。閱讀理解前測結果看出該班學生普遍對於泰雅族傳統食物已有概念，後測答題狀況良好。</p>				
教學現場					
					
學生使用族語電子有聲書，進行 CPS 分組學習					

表 5 觀察記錄表

觀察領域	自然科學	觀察小學	南澳國小	觀察班級	五年忠班
單元主題	Lahuy 小館		觀察日期	108 年 11 月 18 日星期二 10:30-12:00	
內容述要	<p>觀察學生：B1（匿名）</p> <p>觀察內容： B1 在填寫量表與前測時較慢，誦讀文本族語時，會因為其他同學討論而分心，老師便請他利用下課時間練習，雖然對於電子書相當有興趣，但會分心操作 APP 其他功能，分組討論時，老師便請他唸出文章段落。前測結束後，B1 拿到平板後就開始使用，並依照規定閱讀。討論過程中，B1 只聽完漢語就結束閱讀，並和組員互相練習，雖然對課文當中的族語感到困惑，但還是和組員互相誦讀。待大多數人完成 CPS 分組任務後，老師便實施後測，因提出獎勵，B1 很積極答題。</p> <p>全體狀況： 課程開始前實施科學態度與科學焦慮前測，學生很快完成。閱讀電子有聲書時，學生主要透過漢語閱讀及聆聽有聲書。聆聽有聲書時，因聽不懂族語，所以大多跳過族語的頁面，但因為 CPS 分組任務，指定小組必須兩兩互相誦讀漢語與族語，學生普遍都能開口說族語。待全部學生讀完之後，尚有部分學生跟著教材大聲誦讀族語。狀況亦優於四年級同學。</p>				
教學現場					
					
	學生使用族語電子有聲書，進行 CPS 分組學習				

表 6 觀察記錄表


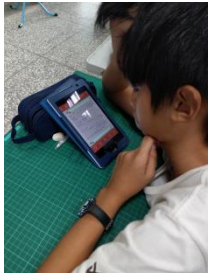






觀察領域	自然科學	觀察小學	南澳國小	觀察班級	六年忠班
單元主題	Lahuy 小館		觀察日期	108 年 11 月 18 日星期一 08:20-10:00	
內容述要	<p>觀察學生：C3（匿名）</p> <p>觀察內容： C3 是一位高年級的女生，在誦讀文本族語時，能主動帶領分組並與其他同學討論，過程中會督促同學練習。課程開始前先使用 APP 引起動機，C3 對於當中的科學概念感到得心應手，甚至向同學說明。前測結束後，C3 拿到平板後就開始使用，且按照老師規定聆聽閱讀。在 CPS 分組討論過程中，C3 以漢語為閱讀語言，聽完漢語與族語後，與另外一位組員兩兩互相練習，C3 比較害羞，在誦讀族語時聲音較小，但還是努力的跟著誦讀。完成 CPS 分組任務後，老師進行搶答活動，雖然 C3 知道答案，但她並沒有舉手，僅默默將答案說出來。</p> <p>全體狀況： 課程開始前實施科學態度與科學焦慮前測，前測題目偏易，高年級學生答題速度很快，優於前面兩個年級。閱讀有聲書時，六年級學生普遍以漢語閱讀及聆聽有聲書，因為學習族語時間較長，能理解大部分的族語內容。聆聽有聲書時，因聽不懂族語，所以大多跳過族語頁面，但因為 CPS 分組任務，小組必須兩兩互相誦讀漢語與族語，學生普遍都能開口說族語，且狀況優於前面兩個年級。</p>				
教學現場					
					
學生使用族語電子有聲書，進行 CPS 分組學習					

表 7 觀察記錄表

觀察領域	自然科學	觀察小學	海山國小	觀察班級	六年八班
單元主題	Lahuy 小館		觀察日期	108 年 12 月 27 日星期四 15:20-16:00	
內容述要	<p>觀察學生：D12（匿名）</p> <p>觀察內容： D12 是一位男生，在誦讀文本時，能主動帶領分組並與其他同學討論，討論過程中，D12 因為讀太小聲被同學催促儘快讀完句子並指定下一位同學誦讀。D12 對於文本中的科學概念非常了解，直接向老師說明文本當中的單斜與雙斜概念。輪讀結束後，D12 拿到材料後就開始黏貼，按照老師規定的任務開始拼裝製作。在 CPS 分組討論過程中，D12 與其他組員互相分配，裝水與灑水、黏貼吸管等等。完成 CPS 分組任務後，老師邀請組別上台分享，D12 非常踴躍舉手，並代表組別發言。</p> <p>全體狀況： 課程以輪讀及動手實作進行，高年級學生答題速度很快。閱讀有聲書時，學生主要以漢語閱讀，因使用輪讀方式，學生需讀完句子後指定下一位同學誦讀，可以提升學生的專注度。透過 CPS 分組任務，指定小組必須動手實作文本中的科學概念，並說明斜屋頂的積水原因，組別普遍都能了解文本當中的科學概念，其中僅一組學生在製作時，組內較無共識，需要老師特別督促。</p>				
教學現場					
					
學生使用族語電子有聲書，進行 CPS 分組學習					

展望

本計畫以現有的研究成果為基礎，將未來規劃分為五個方面持續進行：

1. 研究方面：本研究將研發更多元且具信效之量表，並結合全球核心素養的項目，以期更深入了解原住民學生的差異化學習特徵，探討學生學習特徵與風格差異等其他因素是否亦影響學生閱讀理解及其他學習成效，並順應國際趨勢，探討原住民學生所需具備之相對應之素養以及能力。
2. 課程方面：本研究將開發泰雅族原住民類 PISA 教材與課程，讓原住民學童能結合素養發展趨勢學習，並調整現行開發教材，因學生普遍反應電子書內容過於困難，未來考慮將電子書分為初階、中階、進階，以期對應學生族語程度，給予適當教材。同時電子書內容將結合部落當地相關文化活動，如部落村民大會、鄉村運動會等，以提升學生共鳴，更貼近部落生活。
3. 推廣方面：回顧本研究歷年成果，逐年皆發展不同教材並探討影響原住民學生學習的各種因素，然研究所累積之成果需持續推廣至其他原鄉教學現場，擴散計畫推廣成效，以期提升研究成果的能見度。
4. 政策方面：本研究所累積之成果，以科普文本教材結合文化回應教學的背景，透過電子書進行閱讀能否提升閱讀理解成效，這一特殊問題引起了相關單位的興趣，因為這是一種尚未普及的教學方法。這代表了一種從學生文化背景來學習科學，並使用母語結合新興科技

學習的新方法，並為當今母語復甦，資訊科技和全球科學學習趨勢複雜層次和細微差別提供了一個窗口。期盼持續影響相關單位政策的調整及訂定，回歸原鄉文化脈絡，以利原住民學生能透過更多元的方式學習學科知識。

5. 國際方面：聯合國制定 17 項 SDGs，包含：終結貧窮、零飢餓、健康與福祉、優質教育、性別平等、淨水與衛生、可負擔乾淨能源、就業與經濟成長、工業創新及基礎建設、減少不平等、永續城市與社區、責任消費與生產、氣候行動、海洋生態、陸域生態、和平與正義制度、促進目標的夥伴關係，本計畫對應 SDGs 當中的「優質教育」項目，以現有的計畫基礎融入 SDGs 主題，持續深化並擴展計畫規模，不僅對應聯合國主題，更能藉由與國外學者合作的方式發表相關著作，以期提升臺灣原住民對於國際社會的重要性。

以原住民族文化檢視科學教育中 學生學習及教師參與

郭東雄 Tjangkus pasaljaig¹、林珈合²

¹ 國立屏東大學原住民族健康休閒與文化產業學士學位學程原住民專班助理教授

² 國立屏東大學原住民族健康休閒與文化產業學士學位學程原住民專班專任行政助理

【 摘 要 】

本研究計畫將以四年為期進行規畫，其宗旨乃「以文化完形發展原住民族學童數理與閱讀教學模組暨建置數位學習平台之研究」為研究主軸。在此四年內採用「協同行動研究法」的研究理念及做法，邀請在地原住民族耆老、學校內一般教師與原住民教師共同參與「協同行動教學」研究，並以國小學生之學習行為研究內容，進行在地知識與現代科學知識之探究。

本研究以『水』為初始研究主題，並且以既有研究成果為基礎，後持續透過部落耆老訪談與在地部落田野調查，整理發展出以「原住民傳統水文化知識」為基礎之自然科教學模組。本研究之目的，即是透過排灣族傳統水文化知識內涵，發掘部落在地水生態知識，進而由教師帶領學生認識先民與水共處的智慧、並了解蘊含其中的科學原理。另一方面，以排灣族的傳統水智慧作為導引，強化教師對於在地知識之理解，與共同發展「協同行動教學」策略，冀望啟發學生於自然科學之學習動機，並同步增加學生對自己傳統文化的探索興趣。

關鍵詞：排灣族、水教育、協同行動研究法

壹、研究動機與目的

自 17 世紀科學革命以來，西方科學和技術進步迅速，推展了殖民主義與資本主義成為世界文明的主宰。如今，科學界對自然現象的描述與解釋已在世界各地的學校被教導給學生，但往往這些描述與解釋不同於非西方文化中所發現的。這些在東方與西方之間文化的差異亦存在於臺灣漢族學生中，但是這些文化差異對在臺灣的原住民學生而言會更大，因為他們必須用中文，而不是他們的母語來學習科學（高慧蓮、林志隆、蘇明洲、張祈良，2016）。

臺灣大部分原住民族地區的教師，多依採用講述式或文字書寫的方式，來呈現教學活動，但是這些教學活動與教材對臺灣原住民族學童來說，是脫離生活情境脈絡的，因此導致他們沒有動機與興趣去參與老師所設計的課程（郭李宗文，2013）。教育是文化傳遞和更新的過程，小孩到上小學的時候，已過了他的最可塑造的時期，並且非正式教育早已將他塑造了一番，學校對兒童的塑造具有侷限性。教育工作者如果不瞭解文化的影響力，不知道學生在學校以外學習的性質，結果會使文化和教育脫節，以致產生斷裂的現象。

臺灣於歷史上的紀錄一直是零星模糊，直至 16 世紀明朝掃蕩海盜，才自典籍中翩然而出。其後歷經荷西、明鄭、清領與日治時期，發展成為今日多元共治的社會，其中原住民族在這塊島嶼上屬於居齡最悠久的族群。早期的原住民居於高山峻嶺之間，發展出與環境共存的本領；今日的原住民雖然生活模式不再相同，但面

對大自然的平等無情，與幾千年前的老祖先並無二致。臺灣四面環海，淡水來源有賴梅雨和颱風，地理環境已然先天不足。面臨氣候變遷的議題，無論族群人種皆是休戚與共。冀望借助原住民族在環境中磨練出的傳統水智慧，不僅引導原住民族學生認識自己的美好文化，日後亦能走出族群藩籬，幫助其他族群的學生認識自己生於斯、長於斯的土地，增進對自然與生態的關懷意識，並在相關研究領域上有所助益。

貳、文獻回顧

一、文化回應教學

臺灣的教材課綱歷經數回變動。傳統課程內容皆由三皇五帝、華夏文化引入大中國概念，至九年一貫課程綱要公布後，才改由史前文化與原住民文化入門、再接入荷西殖民到日治時期的四百年。原住民族歷史在逐次修正中逐漸顯露，但仍有進步空間。

文化回應是多元文化教育其中一種實踐取向；文化回應教學意指察覺差異，並能以教育的方法回應學生受文化形塑而成的學習行為（Bowers & Flinders, 1990）。而教師若想成功建構出文化回應教學的情境，極重要一點即是藉由與學生有關的生活經驗來組織學習內容、並確保學習的有用性；以及為學生建立包含家長、同儕與社區在內的學習社群。處於正向並充滿支持的學習環境中，學生可利用自己的先備知識與經驗技巧來學習。教師的角色與責任就是替學生提供有效與增能的教學（Irvine, 2011）。

在教室之中，最容易出現的分歧點，就是不同族群與文化背景的師生之間出現的矛盾或誤解（Weinstein、Tomlinson-Clarke & Curran, 2004）。在此，Stritikus 與 Varghese（2010）建議教師，將多元族群文化做為教育資源，學生的異文化背景可與學校課程整合，一方面提升學生的學習興趣，另一方面提供其他學生認識不同文化的機會。學校是社會再製與文化再製的機構（Apple, 1989），學生的生活經驗就是最佳學習橋梁，透過熟悉的母文化，更有利於學生學習主流文化（Gay, 2000）。

如何將族群傳統文化導入教育，是為文化回應教學的特色，其中最重要的角色是教師。教師在教學過程中若能善用不同文化背景創造不同世界觀的轉換，凸顯多元族群的獨特性，則能成功引導學生學習主流科學，並幫助學生在民族文化中尋找科學之源（Hooks, 1994 & Aikenhead, 1997）。文化回應教學要成功，就必須把教學重點放在學生『所擁有的』，而不是『所缺乏的』。

本研究計畫採用「協同行動研究法」，邀集原住民學校校長、教師、部落耆老進行合作，以文化地理學為基礎進行訪談與在地田野調查。並整合改編訪談調查所收集之田野素材，與授課教師重新規劃教學設計以融入學校課程，建立以排灣族文化為基礎的科學學習教材，以觀察非原住民族籍教師與原住民族籍教師在實際教學上呈現的文化差異與學生對文化教材的理解程度與學習成效。

二、傳統智慧

今日提到所謂『自然知識』，此類知識的擁有實踐者多半會與原住民族畫上等號。Kalland（2000）認為以原住的（indigenous）、原生的（aboriginal）來定義族群，是依照他們與國家的關係所形成的政治定義。事實上知識會不斷演化，而不是僵化固定的。將知識二分為『原住民的』、與『非原住民的』，容易讓外界覺得原住民族所累積的智慧經驗只是簡單的技術，且讓原住民族自外於知識疆域。Dudgeon 和 Berkes（2003）則建議以傳統知識（traditional knowledge）來凸顯原住民知識與非原住民知識的殊異性，在他們的理論中，一個文化群體調整借用自己族群的傳統智慧以維持生活環境的日常運作，這種傳統知識即使悠長古老，仍可與時俱進，隨時創造變化出新的風貌。

臺灣的教育趨勢長期處於『文化失語』的狀態（李淑菁，2016），漢民族文化成為主流學習管道。在學習風格與文化習俗截然不同的教學環境裡，原住民族的學生難以適應，導致學習意願與成就低落。Barnhardt（2005）認為這是全世界原住民族學生皆會遇到的處境，就是必須要適應『兩個文化』。當教師未能察覺學生不同的文化背景，又使用主流課程內容、教學方式以及評量標準時，其實容易導致不同文化背景學生學習上的不公平。多元文化教育的內容是與時俱進的，唯有跨越族群間的疆界，才有可能產生良好的互動（劉靖國，2006）。了解並評價自己的文化遺產（heritage），尊重並有興趣於團體中成員的文化遺產，而不只是關注自己

的 (Blum, 1994)。所以在課堂上，教師所面臨問題如下：能否理解多元族群學生的語言文化與學習方式？能否將其文化背景融入課程教學？甚至能否帶領學生開發屬於己身的多元文化課程？

原住民生態知識經常被認為是原住民族經過數個世代與自然的接觸互動集結而成的生活心得 (Johnson, 1992)，但其實也可以理解成人與土地互動中形成的智慧。這種『人與自然榮枯與共』的觀念，與 Aldo Leopold 的土地倫理觀相似；土地是維持生命的必要條件，維持土地健康才能確保土地永續利用 (Leopold, 1970)。回到傳統水智慧的議題上。其實水智慧並不限於水資源的合理使用，而可以更進一步延伸至人與環境的依存關係 (陳建置, 2010)。水火無情，真正該被治理的並不是水，而是人對待自然與土地的方式。日治時期總督府進行了一連串對臺灣森林河川的調查，認為「山上之番人進行原始、愚昧的狩獵和游耕，破壞水土保持。」 (馬鉅強, 2005)，此論點在後來的諸多研究中被平反，當初被官方認為原始愚昧的生活方式，其實才是真正的友善自然。例如陳枝烈 (2009) 將排灣族水土保持、預測氣象與打獵智慧轉化為科學教材；吳百興、吳心楷利用泰雅族傳統藤編進行科學學習等研究。

如何將族群傳統文化導入教育，是為文化回應教學的特色，其中最重要的角色是教師。教師在教學過程中若能善用不同文化背景創造不同世界觀的轉換，凸顯多元族群的獨特性，則能成功引導學生學習主流科學，並幫助學生在民族文化中尋找

科學之源 (Hooks, 1994 & Aikenhead, 1997)。文化回應教學要成功，就必須把教學重點放在學生『所擁有的』，而不是『所缺乏的』。多元文化科學課程的最終目的並非重新發展出一套科學課程，而是基於開放尊重的心態，以族群文化為基礎而發展的科學教育 (傅麗玉, 2004)。

參、研究歷程

本研究規畫期程為期四年，自 106 年 8 月起至 110 年 7 月底止。截至今年已執行三年期之計畫內容，各期執行計畫成果整理如下：

(一) 第一年期 (106 年 8 月 1 日至 107 年 7 月 31 日)

1. 探討文化回應教學，設計原住民族 STREAM 課程之可行性與素材。
2. 探討文化回應教學，原住民族 STEARM 的課程設計方式。
3. 探究教師在文化回應教學原住民族 STEARM 課程設計，教學過程中的成長與心得。

(二) 第二年期 (107 年 8 月 1 日至 108 年 7 月 31 日)

1. 設定「排灣族的水智慧」為研究主題，採取「以人為本，以地為宗」之研究理念。
2. 進行田野調查並將蒐集之資料轉化為自然科學教材，提供學校進行文化回應教學之課程內容。
3. 學生採用熟悉之生活素材，有效提升其學習動機和專注力。

(三) 第三年期 (108 年 8 月 1 日至 109 年 7 月 31 日)

1. 文化回應教學吸引授課教師參與部落田野調查，藉以提升自己對在地傳統文化知識的理解。
2. 授課教師協同進行田野調查並將蒐集之資料轉化為自然科學教材，提供學校進行文化回應教學之課程設計。

透過「協同行動教學」研究，從備課討論、課堂觀察、課程結束之檢討授課教師認為不同文化背景確實顯著影響其教學型態。

一、教學對象

本研究計畫之課程實施地為屏東縣泰武鄉武潭部落之武潭國民小學本校，實施年級段為中年級共 18 位學生，屬於混齡教學。武潭部落位於沿山公路旁，為排灣族部落，地形為盆地狀平原，部落的地質均為由硬頁岩、板岩與千枚岩組成的廬山岩為主，大部分土質為極端酸性到中性，屬於鬆散土質，利於種植薑、芋頭、

山芋頭、小米、紅藜、花生與高粱等作物。部落領域內水文以佳平溪和武潭溪為主。雖然鄉內降雨量甚豐，但是因為山林砍伐與缺乏儲水地形，水源涵養力不佳，以致水源豐枯期極為明顯。早期部落用水來源為山泉水，近年因為汗水與不易儲存的原因，逐漸改用自來水。

本研究計畫在武潭國小推行實施，後又進一步邀請排灣族老師加入，與原先的漢族老師組合，另於武潭國小平和分校中年級進行教學。藉助排灣族老師的傳統文化內涵與本地經驗，紀錄傳統自然智慧對學生學習與教師參與的影響。

二、教學方法

課程內容綱要如表 1，分為(一)vuvu 說今天會下雨；(二)水質檢測；(三)我們需要乾淨的飲水；(四)vuvu 的農田；(五)Maljeveq-刺球架的科學；(六)Maljeveq-福球 qapudung；(七)大氣對流。

表 1 課程設計綱要

教學主題	教學情境	教學重點	觀念來源
vuvu 說今天會下雨	我的 vuvu 非常厲害，看著山上的雲層就知道會不會下雨。只要雲層變得厚厚黑黑的、或是空氣變得又濕又悶，vuvu 就會趕快去收衣服；夏天的傍晚出現飛得好低的飛蟻跟小昆蟲，vuvu 就會叫我去把窗子關起來，怕等一下雨水會潑進家裡。我想知道 vuvu 這麼厲害的秘訣是什麼？	觀察天氣變化	晴雨的預測
水質檢測	Vuvu 說，以前的 vuvu 們在河流邊要取水喝的時候，都會先觀察住在河流裡面的生物，因為這些生物會告訴我們這裡的水乾不乾淨。Vuvu 告訴我，觀察河流裡面的生物種類，而不是用眼睛看河水清不清澈。這就是以前的 vuvu 們在山裡找水喝的秘訣。	透過地形變化認識水質	指標生物

教學主題	教學情境	教學重點	觀念來源
我們需要乾淨的飲水	颱風或大雨過後，水都會變得黃黃髒髒的，而且味道很不好聞，喝了這樣的水會讓我們生病。有沒有什麼方法，可以讓水回復到乾淨可以喝的模樣？	認識可喝與不可喝的水	檢驗水源可否飲用
vuvu 的農田	在部落裡面，我們有乾淨的山泉水跟自來水可以用。但是你知道部落的土壤也可以為我們保留水源嗎？土壤會藉著下雨的機會補充水分，試著想一想，什麼樣的地面最容易保留水源？	毛細現象	種田的智慧
Maljeveq-刺球架的科學			五年祭
Maljeveq-福球 qapudung			五年祭
大氣對流			耆老口述

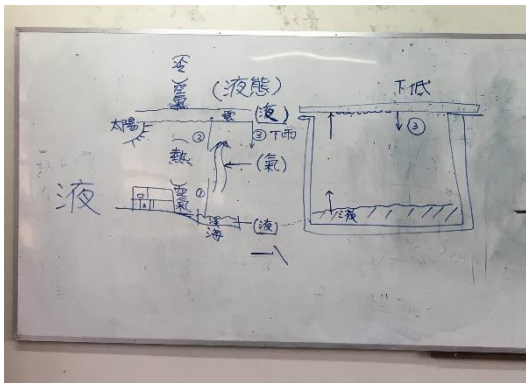


圖 1 水的凝結原理示意圖



圖 2 觀察實驗結果



圖 3 學生將蓋玻片蓋在燒杯上



圖 4 將實驗結果紀錄在學習單

(一)vuvu 說今天會下雨

水資源課程的起始，即是以圖片認識水的形態、名詞。教師借此觀察學生能否分辨出形態的轉換，例如氣態的水藏在哪裡？液態水是不是同時存在地面與天上？再用簡單的燒杯實驗解釋所謂下雨的原理，即是冷熱空氣的相遇、並凝結成雨。

次期課程實施，邀請了排灣族老師加入授課。兩位老師的授課方式大同小異。排灣族老師在課前已請學生回家詢問vuvu 如何觀察下雨前昆蟲出沒的徵兆，再於課堂上帶領學生這些昆蟲與天氣變化的族語；漢族老師讓學生在課堂上直接回答，藉以了解學生對傳統智慧的掌握程

度。兩位不同族別的老師以不同的方式開啟課程，再由『昆蟲低飛』的現象，帶入濕度的科學原理。並用燒杯實驗解釋所謂下雨的原理，即是冷熱空氣的相遇凝結，帶領學生認識雨水的來源。

(二)水質檢測

河流指標生物用以定義該段河流的水質乾淨程度。在現代科學釋義裡分為上游：未受汙染水域；中上游：輕度汙染水域；中游：中度汙染水域；下游：重度汙染水域。而在排灣族的觀念中，水只分為可喝與不可喝，因此在概念轉化上，修改如表 2。



圖 5 排灣族老師的教學情境

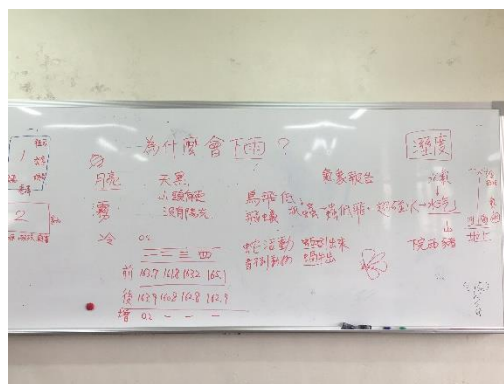


圖 6 漢族老師的教學情境



圖 7 以燒杯實驗製造濕氣



圖 8 用冰塊讓玻璃片降溫

教師在課堂中提供了多種水域，提供學生思考『會流動的活水』與『不會流動的靜水』該是什麼模樣。學生有了分類觀念後，會自己去判斷活水與靜水哪種適宜飲用。在過程中發現，學生會從『可以直接喝的水』與『絕對不能喝的水』中間，另外思考出『有點不乾淨、但是處理過後就有點乾淨的水』，部分學生也有淨水場與淨水公司的粗淺認知，儘管他們很難明確解釋，但的確可以回答出『不是自己煮的水，而是把水弄乾淨的公司』。

學生在學習單中，透過武潭部落的周遭地圖，簡易標示四大水域的代表地點如表 2，藉由自己熟悉的地名來認識水域的

不同。地標由東至西是武潭瀑布、萬巒新厝、萬巒三溝水與潮州橋；水質的變化顯示武潭瀑布最乾淨、較西邊的萬巒三溝水次之、較東邊的萬巒新厝反而汙染較多，而汙染比例最重的便是最西邊的潮州橋。原來佳平溪另有一條支流流入三溝水，稀釋了原本應該比較髒汙的三溝水流域；而新厝因為少了乾淨河水的流入、再加上在地養豬戶多，便造成三溝水的水質反而優於新厝的原因。透過教師說明，學生便可認識到有時水質乾淨度並不是完全由地理位置來區分，還要將周遭水文流域與水中生物種類結合為一，才是明確的觀察結果。

表 2 以水質定義的水域

	現代科學釋義	概念轉化	學習單地標
上游	未受汙染水域	可以直接喝的水	武潭瀑布
中上游	輕度汙染水域	需要處理過才能喝的水	萬巒三溝水
中游	中度汙染水域	喝了會不健康的水	萬巒新厝
下游	重度汙染水域	絕對不能喝的水	潮州橋



圖 9 帶領學生閱讀情境文本



圖 10 觀察杯中水質與生物

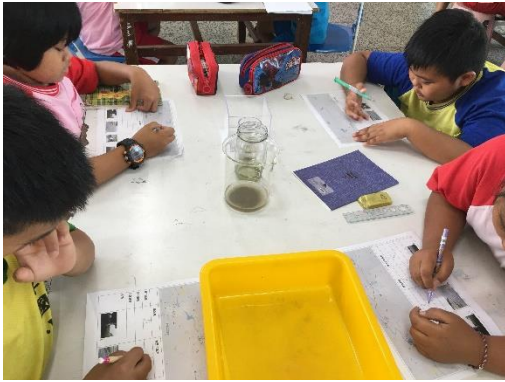


圖 11 紀錄在學習單上

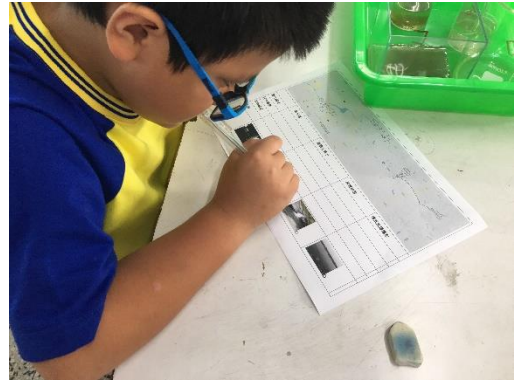


圖 12 利用武潭部落周遭地圖進行教學



圖 13 於部落上游的瀑布採集



圖 14 村長協同老師於村外水渠採集



圖 15 水質檢測的樣本



圖 16 教師於課前製作的檢測範本

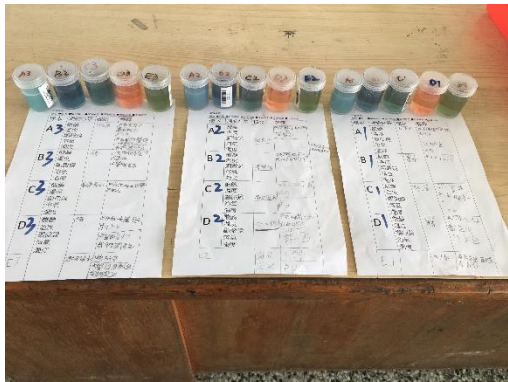


圖 17 學習單

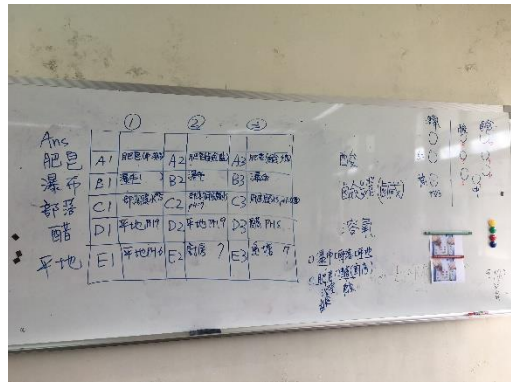


圖 18 學生的觀察紀錄

水質檢測的方法，可由教師於課前先行採集水質樣本，供學生用肉眼觀察；也可進一步用藥劑檢測酸鹼值。此次的水質採集分別為部落上游的瀑布與小池塘、部落中的排水溝以及部落外的大型水渠。四種不同的採集地水質，學生可藉由投放檢測藥劑，來了解自己的居住環境水質健康度。

(三)我們需要乾淨的飲水

濾水的課程內容，承襲『水質定義水域』的概念，在指標生物課堂上，學生已知可以直接喝與絕對不能喝之間，還有一種水是不太乾淨、但是處理過就可以喝的水。於是這節課程便讓學生自己動手實驗，學習除了煮水以外，還有什麼方法能讓不太乾淨的水變得有點乾淨甚至可以喝。

表 3 濾顏色實驗

濾杯標籤	濾材	實驗結果
1-1	濾袋+報紙	最乾淨
2-1	濾袋+麥飯石	
3-1	濾袋+活性炭	

表 4 泥水實驗

組別	濾杯組合 (由上而下)	實驗結果
1	報紙、麥飯石、活性炭	最乾淨
2	活性炭、麥飯石、報紙	尚可
3	活性炭、麥飯石、報紙	尚可
4	活性炭、報紙、麥飯石	次乾淨

表 3 的濾顏色實驗，需將麥飯石與活性炭先行洗去灰塵雜質，再與報紙一同比較濾效。表 4 則是進一步把濾杯疊起來，再從最上方倒入混合過的泥水。經過實驗，報紙的吸附力強，利於過濾灰塵雜質；而第二次的濾泥水實驗，學生發現將活性炭放在最上面反而不利過濾泥水，以第一組學生以報紙、麥飯石與活性炭組合成的濾杯，能將泥水過濾得最乾淨。

(四)vuvu 的農田

教師以小米和水稻兩種種植條件較為兩極的作物為例，作為思考情境。再如表 5，用五種土沙混合比例不同的觀察杯，讓學生自行實驗出最能保留水源、與最不能保留水源的觀察杯。

表 5 保水實驗與結果

A 杯	B 杯	C 杯	D 杯	E 杯
土 0 沙 400	土 100 沙 300	土 200 沙 200	土 300 沙 100	土 400 沙 0
最不能保水				最保水

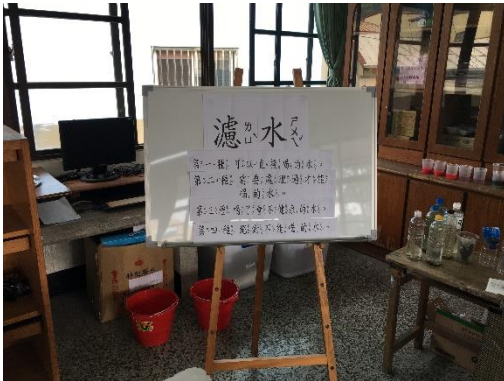


圖 19 加強情境提示



圖 20 學生自己製作濾杯



圖 21 認識材質的不同



圖 22 進行濾泥水實驗

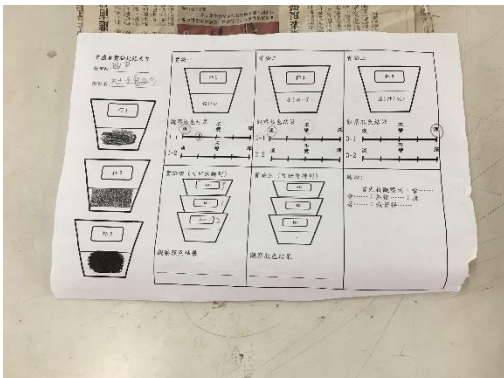


圖 23 學習單



圖 24 濾泥水實驗的結果



圖 25 教學先置情境



圖 26 學生們合作完成實驗



圖 27 五種土沙混合比例不同的濾杯



圖 28 學生混合濾杯中的土沙



圖 29 用電子秤測量流出的水的重量



圖 30 上台分享心得

『vuvu 的農田』其課程內涵為土壤。除了邀請排灣族老師加入授課，並改變課程內容。因此除了土沙混合的保水實驗以外，另加入了毛細現象實驗。親採舊部落

地區的土壤作為教材，再過濾為粗中細三種顆粒的砂土，學生經由毛細現象的實驗操作過程，了解能作為耕地的土壤模樣、以及耕作時的翻土整土意義。



圖 31 課前採土



圖 32 過濾後的三種砂土

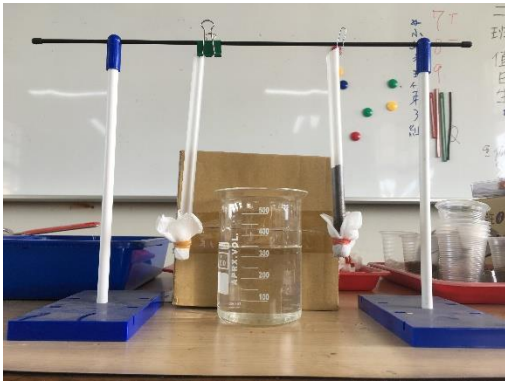


圖 33 毛細現象實驗範例



圖 34 學生使用電子秤

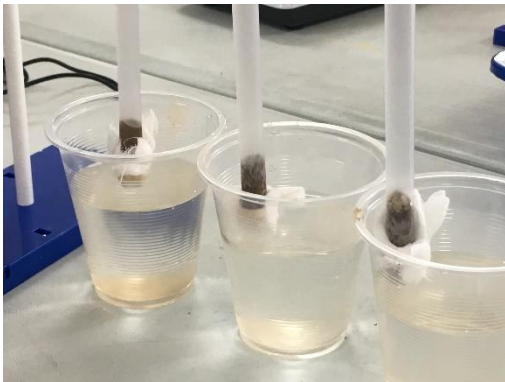


圖 35 毛細現象實驗



圖 36 學生以尺測量砂土吸水高度

此堂課程與其他課程較不同的是，需要四節課方能走過完整實驗流程。漢族老師直接進行毛細現象的實驗，完成了三種顆粒各秤 15 公克、以及 5 公克細顆粒砂

土壓實與不壓實的實驗，學生採用的是吸水後的秤重紀錄，後漢族老師再引領學生思考 vuvu 耕作時翻土的意義。排灣族老師因課程時間限制採用不同的教學方

式，先帶領學生從 Google Earth 開始認識地理水文，學生列出新舊部落各自栽種的作物、進一步判斷作物的需水程度，排灣族老師再間以族語輔助教學。讓學生先將三種顆粒各取 5 公克裝進實驗用吸管，再以尺測量吸水後的爬升高度。

(五)Maljeveq-刺球架的科學

Maljeveq 又被稱為五年祭，從準備材料到祭典完畢，有一連串的流程規定，準備時間通常長達數月以上，刺球即為祭典中最重要的儀式。其中刺球架的搭建，從選擇材料、砍伐運送到建成，其中皆藏有科學原理。

刺球架的材料為木頭，取其堅固的特

性，讓刺球勇士能安全上下刺球架並進行刺球活動。在搭建刺球架時，將支柱放入地面挖好的洞，搭好基本架構。再從坐面、攀爬架開始往下建造。刺球架講求的是對稱性與力的方向性，兩股相等的力才能互相抵銷，才能讓刺球勇士安全的上下刺球架。故在教案設計中，會先讓學生以影片與照片觀察刺球勇士在刺球架上的姿態，引導學生了解刺球勇士手抓腳爬的施力方向，教師藉以觀察學生能否利用簡單的口語、文字或繪圖等方式，表達其探究過程與成果。課程最後，再讓學生憑藉前面累積的觀察知識，自己動手建造刺球架模型。



圖 37 刺球架近照



圖 38 刺球架近照



圖 39 現代刺球架有時會用鐵架輔助



圖 40 七佳部落搭建刺球架



圖 41 七佳部落搭建刺球架



圖 42 建成的刺球架



圖 43 刺球活動進行中



圖 44 藤編福球

(六)Maljeveq-福球 qapudung

刺球活動的另一個亮點是用以拋擲的祭球。當開始刺福球 (djemuljat) 時，祭司要將十多顆福球分別拋上約三層樓的高空，除了講求人的臂力，還有球的重量與拋擲時的離心力。福球由樹皮或是藤編織乾燥而成，乾燥後的福球不足一公斤，這麼輕的福球無法單純憑著臂力與離心力拋上三層樓的空中，就必須依靠泡水後增加的重量增加離心力。

為了讓學生了解福球乾濕的差異，在

教案初始先讓學生觀察普通棒球、乾福球、濕福球拋高後的差別。學生藉由觀察比較過後，再透過親身參與拋擲福球的實驗，認識重量與離心力的原理。教師可從學生報告中評量學生對拋福球實驗的觀察心得。

(七)大氣對流

教案設計的靈感來自田野調查時，vuvu tjanubak 的一句『下午的時候燒起火，如果煙往山下流，就是收工回家的時候了。』

如何向學生解釋對流的科學原理？光憑著一句冷空氣下降、熱空氣上升，學生尚能清楚冷熱對流的意義。但如果加上海洋與陸地，甚至是山頂與山谷，該如何讓學生連結到大氣對流的原理？在訪談時，耆老的一句分享提供了教案的設計方向，vuvu 當時的工作地是在山中，山上吹的雖然不是我們所熟悉的海陸風，但是山谷風擁有同樣的對流原理；由上往下吹是山風、由下往上吹是谷風，所以 vuvu 下午收工回家時的風，就是山風。

同樣的科學原理放大到海洋與陸地，陸地的特性是吸熱快也散熱快，根據熱空氣上升的原理，白天的風是海洋往陸地；晚上則完全相反。即使學生不似 vuvu 那樣的豐富的山野經驗也無妨，亦能透過簡單的冷下熱上常識，去推論山谷風與海陸風的成因，並反推驗證 vuvu 口述的生活經驗。

三、教學限制

本研究計畫所設定的課程主軸為『水』，並聚焦在『排灣族傳統水智慧』，試著以文化回應的教學方式編寫出屬於排灣族自己的自然科學課。在文化調查與教材轉化之間就需取得平衡，並對應施教年級調整教材難度。在初始設計中，課程有加入族語元素，然而在與教師共同備課討論過程中，發現學生自父母長輩處傳承而來的族語能力程度不一。在施教過程中加入族語名詞，若是教師本身族語能力未足，不僅增加教學負擔，亦有混淆學習重點的可能。因此在最終施教版本中，即把族語相關教材刪除，讓課程重點回到『排灣族對水的傳統智慧』。

其後經過田野調查、訪問耆老，整理過往的生活經驗，找出一定的運行規律，並嘗試改編為自然課程教案。除了舊有的四篇與水有關的教案，又加入了兩篇取材自五年祭的刺球架與拋福球，以及由口述經驗得到的大氣對流教案。改編傳統智慧進入學校課程，遠比單純田野調查還不易；例如五年祭，即不是所有排灣族部落通行的祭典。事實上耆老們的生存智慧可說是倖存者法則，順應一定程度的自然規律流傳下來，是很好的自然教材。該如何適當改編成屬於排灣族的自然課，除了家長的口傳教育以外，就有賴於部落社區與學校合作無間的力量。

四、資料收集

本研究計畫的課程重點是『用老人家的智慧學習怎麼用水』，並在施教過程中觀察課程內容對教師與學生的各自啟發心得，所以田野調查的詳細度會關連到課程完整度。

田野調查的協力者為武潭部落的劉安生村長與許明色耆老。向他們取材，就像在聽老人家說故事一樣，充滿濃厚的排灣風情。訪談可以解析一個部落維持運作的方式，光是了解種植的作物就可以認識部落的土質、水質與地理環境。例如在雨水儲存的問題上，武潭部落的地段屬於短溪流，也沒有可以儲水的天然地形，所以即使迎來大雨可解乾旱，水資源也容易流失。另外，武潭部落位於佳平段的土地上，兩部落距離極近，當水源在上游被截走，下游就有缺水問題。傳統部落在擇地而居時，會注意選定在遠離河谷的山坡地

上，預防洪水與土石流的侵襲。但今日的部落多已遷徙到平地、或是離平地不遠的山區中，武潭部落亦同。所以每每在雨後，村長就會巡視部落，或是帶著巡守隊

維護部落族人的安居。因應部落的防災需求，葉明勳醫師甚至自願提供空拍機，提供部落用於檢視環境與防災觀察。



圖 45 用來預測颱風機率的大風草



圖 46 武潭國小陳開平老師與屏東大學郭東雄老師向劉安生村長、許明色耆老進行訪談



圖 47 學校與社區合作無間



圖 48 武潭國小校園防災活動地圖



圖 49 部落長輩演示耕種智慧



圖 50 田地中的石製駁坎 (upu)



圖 51 以 Google Earth 紀錄部落舊地名

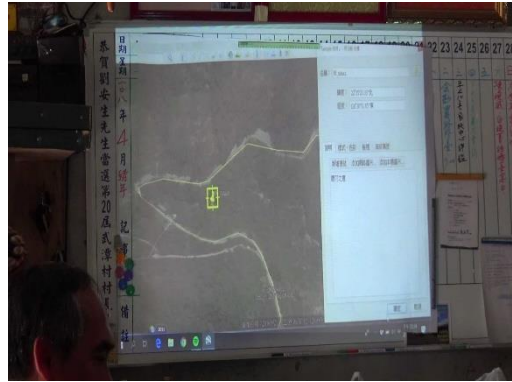


圖 52 以 Google Earth 紀錄部落舊地名

田野調查紀錄了武潭部落自古至今的變化。今日的武潭部落所在地在日治時期乃為平地人打鐵的地方，於民國 42 年部落才自山上遷至現今位置。時光荏苒，改變了地貌，便利了生活，唯有舊地名尚能保留一絲昔日的生活痕跡。從訪談中發現，舊武潭部落大致位於圖 53 的黃色圈

圈區域，族人的生活範圍十分廣闊。舊部落領域昔日盛產芋頭的地區，曾有芋葉繁茂如石板屋頂的盛景；也有小米種植長成時，遠望如同一件件衣服迎風飄揚；另還有桑葉豐產之地。然而隨著年代久遠、傳承弱化，許多區域都只餘稱呼，當初命名的意義已佚失。

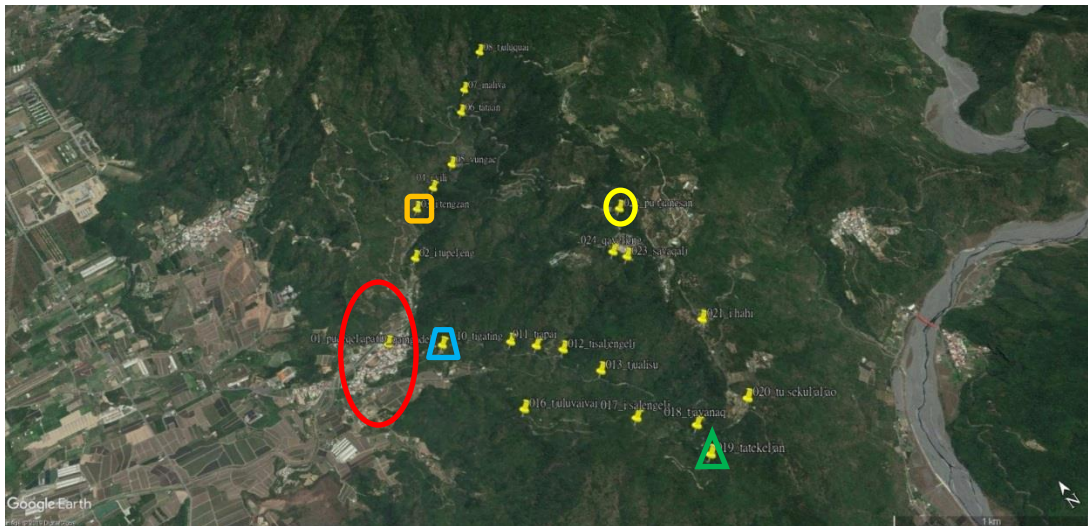


圖 53 武潭部落舊地名彙整，紅圈：今日的武潭部落



圖 54 i tengzan, 瀑布所在地 (橘色方框)



圖 55 pu tjianesan, 挑水之地 (黃色圓圈)



圖 56 tatekeljan, 飲水的地方 (綠色三角)



圖 57 tigating, 今日簡易自來水所在地 (藍色梯形)

肆、研究結果與討論

一、教師文化認同

張淑娟(2002)曾針對國小學生實行過生活用水知識與日常用水態度的研究。訪談中發現,學生在尚未學習過正式的水資源課程時,對於生活用水的理解局限於日常可見的範圍;若是學過相關課程,在回答問題時便能做出廣泛並正確的說明。而趙家民(2013)、鍾淑敏(2013)的研究亦顯示設置在自家社區環境的水資源教學,更能提升學生對水的正向態度與學習成效。

本研究計畫共於武潭國小本校與分校執行了『vuvu 說今天會下雨』、『水質檢測』、『我們需要乾淨的飲水』、『vuvu 的農田』四堂課程。並另外設計『Maljeveq-刺球架的科學』、『Maljeveq-福球 qapudung』、『大氣對流』三堂課程待實施。從過往的觀課經驗中,可發現理論性太高的課程不適宜學生,還是必須要借用其熟悉的地緣環境、還有親自動手做實驗,才能引起學生的學習興趣。

人通常對於自己熟悉的地理事物才能產生親切與親近感,兩位授課老師分別為漢族與排灣族人,漢族老師平日雖於武

潭國小服務，但與部落的連結僅限於每日上下班，唯有排灣族老師才生於斯長於斯。故此次選定『觀察天氣變化』、『河流指標生物』、『觀察水質的乾淨度』與『土壤的含水性』四種概念，將教材背景設立在武潭部落，對兩位老師都是嶄新的嘗試。藉由事前的備課討論與現場教學，即使在執行過程中產生了許多變數與待改疏失，引起的不只是學生的學習興趣，還有在場兩位老師的。顯見學習不分族群血緣，也可以是件快樂的事。

二、田野調查成果簡述

根據武潭部落劉安生村長的回憶，民國 103 年時，佳平段的山路曾因大雨坍方。此後每當雨季來臨，就是他加緊巡視的時候。尤其武潭部落坐落在山腳與平地接壤處，若以土石流三大危機區來定義，部落正好在堆積部地帶上，所以武潭國小也會定時舉行土石流疏散演習。劉安生村長與許明色耆老在訪談中回憶了許多現今年輕族人已不見得知道的排灣故事，例如『sulamu』是取水的地方，在這裡的泉水就是溪水的來源地；『kuvulj』這裡都不長作物，所以是缺水的地方；『ljaviya』長滿了蘆葦；『tatekelan』是喝水的地方。文化是悠久綿長的，所以故事也是沒有盡頭的。

日治時期以前的武潭部落，是遵循『以人為本、以地為宗』，藉由父母與耆老指導的傳習方式與青年會所(cakar)的集體訓練來教育部落中的孩子(qapedang 武潭部落誌, 2000)。即使時代變遷, cakar 的教育模式依然可以持續下去。本研究計

畫日後的調查目標，便是以地理學概念為主，收集部落古地名所蘊含的意義，還有部落居民在日常生活中累積的經驗、如何取用環境資源以及在自然中如何安居的方式。讓部落中的孩子不因族語能力的隔閡就與自己的傳統文化疏遠，並進而引導學生、教師甚至是家長，重新認識保留並傳遞傳統文化的重要性。

此番透過對研究區的實察發現，年齡層對於傳統文化的認知呈現相當大的落差，以水文化現象發現，老年人仍舊習慣以自然現象作為生活作息之依據；中年人則已經倚賴現代科技設備的輔助方式；少年人則已經看不出對傳統水文化的認知，若有也僅只淺薄表象的態度。研究者認為，產生這些文化變遷是有很多的因素造成，但其中較為明顯的影響因素就是教育體系。傳統生態知識體系不會是單純、一致、和諧的理想型態版本，在地知識會有不同的樣態，並且因著年齡、性別、階級、近用資源的機會等之差異而有不同的知識分佈。情境實作(situated practices)與在地知識的擁有與傳承不可分割(陳毅峰, 2009)。資訊大量的湧現、流通，固然為原住民族研究注入了新的活力、視野和主體性內涵，但它同時也讓我們對原住民族的認識陷入空前的戰國時代，並且逐漸有「反智」的傾向。在再提示著我們不同知識體系的交流匯聚，產生的順服、抗拒、協商等關係，能在變遷中有連續性、現代性中有傳統、不同知識體系的交織具體落實在人地和諧的脈絡上。

伍、結論與建議

一、結論

本計畫將主要研究地設立在屏東縣泰武鄉武潭部落，採取『以人為本、以地為宗』的研究方式，在此基礎上將文化田野調查的成果整理並轉化為科學教材，提供武潭國小本校、平和分校進行教學，並觀察學生的學習興趣與成效。以傳統文化融入現代學校課程並非新舉，於武潭部落卻是久違的嘗試。經過教學觀察，發現用學生熟悉的生活素材來教學，能夠有效提升他們的上課專注力。前有文化教材、後有需要自己動手做的實驗，學生對此種課程設定接受度極高。而本研究計畫另一觀察重點就是課程對授課教師的吸引力，從備課過程、課堂觀察、到課程結束後的討論；教學結果成功引起授課教師們的興趣。可見文化的分享沒有族群藩籬，只缺乏執行的動能與長期成果的累積，才能吸引更多關注與參與。

二、建議

本研究計畫的執行前提為『排灣族的水智慧』，是乃『用老人家的智慧學習怎麼用水』。所以在前置作業上，文化田野調查對教材的支持度比重極大。在此次的教學設定上，本計畫選擇把重點放在科學學習成效，而不是了解族語；故刪除了所有教材中的族語名詞，還給學生明確的學習重點。未來於相關研究上，若有類似觀點者，可參考科學與族語重點二擇一，或是引入部落耆老們進行教學，可獲得較佳研究結果。

陸、教案附件

vuvu 說今天會下雨

學習概念	藉由部落老人家傳承的預測降雨智慧，結合教師所提供的學習情境，找出觀察自然徵兆並預測降雨的方法。
學習重點	1. 排灣族預測下雨的傳統智慧。 2. 以科學實驗認識雨水的成因。 3. 預測降雨的原理。

是誰需要住在乾淨的水裡

學習概念	從排灣族部落域水生動物的生存特性認識水質分別，
學習重點	1. 部落域水生動物的生存條件。 2. 以水質定義的四大水域。 3. 今日部落周圍水域水質調查。

我們需要乾淨的飲水

學習概念	從檢驗水源的傳統方法，到時間對自然環境的影響，再結合濾水實驗；引導學生思考保護環境與水源地的意義。
學習重點	1. 比較百年前與百年後的水環境差異。 2. 飲用水的標準。 3. 自製濾水器實驗。

vuvu 的農田

學習概念	從部落傳統農作物開始辨認土質水文的差異，再以毛細現象實驗找出最適合種植作物的土質組合。
學習重點	1. 舊部落與新部落的作物差異與生長特性。 2. 毛細現象實驗。

Maljeveq-福球 qapudung	
學習 概念	以刺球架的材質選料與搭建方法角度學習力的作用。
學習 重點	1. 認識刺球架。 2. 自搭簡易刺球架。

Maljeveq-刺球架的科學	
學習 概念	用祭典福球來認識球體質量、重量對拋擲離心力的影響。
學習 重點	1. 認識福球材質。 2. 拋福球實驗。

大氣對流	
學習 概念	從耆老口述經驗中了解日落而息背後的自然運行規律。
學習 重點	1. 冷風與熱風的流動方向。 2. 製造冷風與熱風實驗。

原住民族文化中的數學探詢與轉化 —文化融入數學課程發展的歷程

徐偉民

國立屏東大學教育學系教授

【 摘 要 】

參與為期 12 年三期的科技部原住民科學教育研究計畫後，回首各期的焦點與方向，發現可分為：摸索時期（第一期）、數位時期（第二期）、深耕時期（第三期）。為落實以文化為主的課程發展，第三期以「原住民族文化中的數學探詢、轉化與應用」為子計畫名稱，來實踐文化深耕的數學課程發展。在四年的研究執行期間，透過與排灣族耆老訪談與現場田野調查，並根據 Bishop (1988) 提出的數學和文化間的關係為架構，來設計與發展訪談大綱，並與 10 位部落耆老或藝術家進行 13 次的半結構式訪談，建構了排灣族傳統文化中蘊含的數學知識，發現傳統文化是根據於生活的需求來發展相關數學概念，因而未建立抽象化與系統化的數學知識體系（徐偉民，2021）。同時，透過與實驗學校教師組成共學探究社群（Co-Learning Inquiry Community, CLIC），在師培活動中採共學探究的方式來發展文化融入的取代式與補充式數學課程。共同完成課程的發展與設計後，由教師進行教學並檢驗對學生數學學習的影響，前者可替代現行數學教科書，後者則作為實驗學校特色課程時來使用。而回顧課程發展歷程，發現包括了分析、設計、實施、評鑑和修正等 ADIER 歷程的課程發展模式（徐偉民，2019），可做為日後文化融入數學課程發展的參考。展望未來，除持續以建置的傳統數學知識體系來進行文化數學課程的轉化外，盼納入學生和教師的思維模式，結合內外因素來進一步探討與檢驗對原住民學生數學學習的影響。

關鍵詞：文化本位、共學探究、排灣族、數學學習、數學課程發展

一、回首

參與了三期的科技部原住民科學教育研究計畫後（為期 12 年），回首過去三期的焦點與方向，大致可以分為：摸索時期（第一期），期間以數學學科為主、文化為輔，與現場教師合作，透過以現有教材的知識結構為主，尋找合適的文化情境融入的方式，來發展文化融入或文化本位的數學課程。例如將六年級下學期的速率單元，融入可以結合文化情境-狩獵，將原有單元中的問題情境改為狩獵文化中的情境。當時，以此方式共發展 23 單元的文化融入的數學課程，並進行相關的個案或行動研究來檢驗其成效；數位時期（第二期），期間因強調科技融入，故焦點在於將第一期發展的 23 單元數位化，

製作成電子書，共發展 23 份電子數位教材並檢驗教材成效；深耕時期（第三期），有鑑於前兩期均以數學知識為主、文化為輔的發展方式，並未落實文化為主的課程發展方式，所以第三期分為兩個主軸來實踐文化深耕的數學課程發展：一是以田調的方式，透過對於部落耆老的訪談、參與部落活動，從傳統文化活動中來建置原住民族（排灣族）傳統數學知識的體系；另一是擴大前兩期的成果，發展文化融入的取代式與補充式課程，透過與學校教師組成共學探究社群（Co-Learning Inquiry Community, CLIC），在師培活動中採共學探究的方式來進行發展。圖 1 呈現三個時期研究的主軸與相關作法，可見文化逐漸深耕與融入到數學課程的發展。

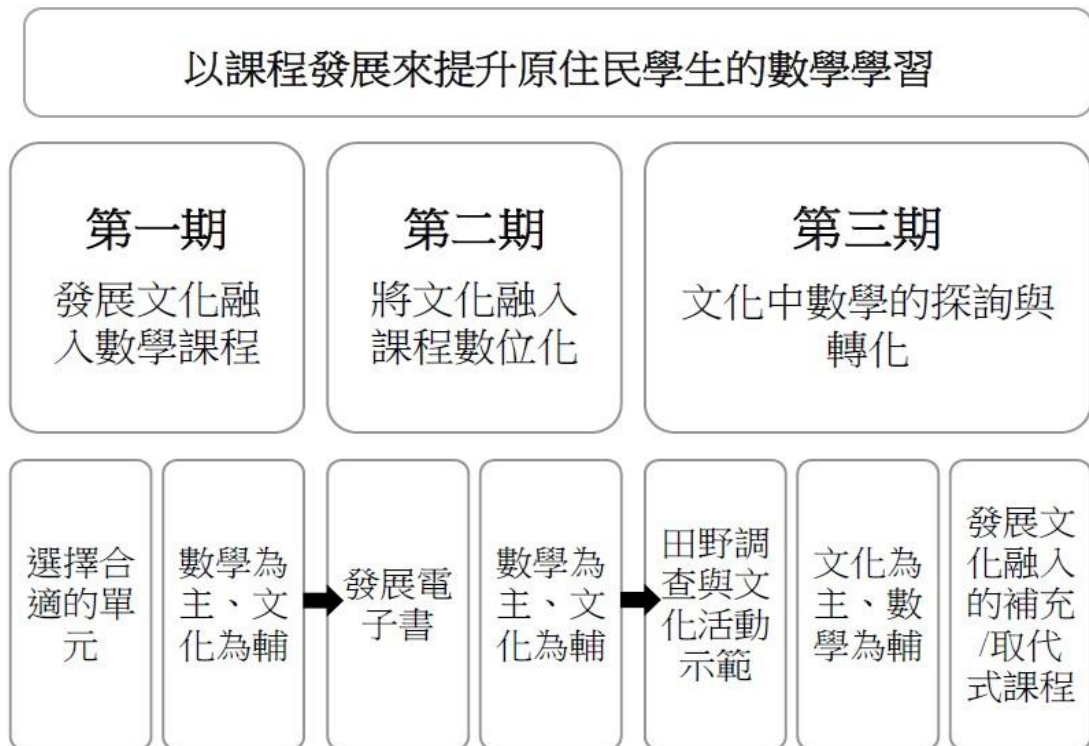


圖 1 原住民科學教育計畫三個時期的發展焦點與做法

二、駐足

(一)探詢建置排灣族原住民數學知識體系

目前在執行第三期計畫時，焦點與目的之一在於探詢與建置排灣族傳統文化中的數學知識體系，以呼應目前政府所強調原住民族傳統知識體系建置的主張。因此，在第三期計畫的前前期（2018-2019），透過與耆老訪談及部分實地觀察，根據 Bishop（1988）提出的數學和文化關係架構，來探詢與建置出排灣族傳統文化中的數學體系。進行了兩年的田野調查，規劃了表 1 的訪談大綱，找了 11 位部落耆老進行 13 次的訪談，作為分析與建置的基礎。

將兩年蒐集的資料整理分析後得出的結果，經由耆老們再次檢核確認分析的正確性後，完成了**排灣族傳統文化所發展的數學知識體系**，如表 2，而此一研究成

果也刊登於課程與教學季刊(TSSCI)(徐偉民, 2021)。

在探詢與建置的結果中發現，在傳統文化中，排灣族在數與量的概念上，發展出 10 進位的計數系統（最大位數到萬），有簡單的單位分數語言，表示具有初步的部分/整體的概念，也發展出估算的策略並且使用生活中的個別單位（如手扞）來進行測量；在幾何概念中，排灣族對於方向的判斷是透過自然和人為的參考點，會把自然現象和生活事物圖形化，而且幾何的圖形會被賦予特定的文化意義，並應用在日常生活用品或藝術品上。研究得到的結論是，排灣族傳統文化發展的數學知識體系是源自於對日常生活的需求，以及呈現獨特的文化意涵，但因沒有發展抽象符號與生活需求不高，並無發展出較具系統化與結構化的數學知識體系。排灣族傳統文化中數學知識形成的關係圖如圖 2。

表 1 訪談大綱的向度與問題

向度	問 題
計數	<ol style="list-style-type: none"> 1. 排灣語的 1-10 怎麼唸？哪一個數字有特殊的意涵？ 2. 排灣語是 10 進位嗎？最大的數字是多少？大數用在甚麼地方？ 3. 傳統文化如何表示很大的數？如何處理大數量的問題（如土地面積或收穫數量等）？ 4. 有發展出分數或小數的語言嗎？如何去表示小於 1 或是非整數的數？如何表示很小的數？ 5. 在傳統生活中，如何去計數或知道自己所擁有的財產（如土地和農作收成）？
定位	<ol style="list-style-type: none"> 1. 同伴一起從事相同活動時（如打獵），如何告知彼此所在的位置？ 2. 傳統文化是否將方位分為東西南北？有特定語言來描述方向嗎？ 3. 迷路時如何找到正確的方向？如何知道自己和目的地間的關係？

向度	問 題
測量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 過去如何測量獵物的重量？有測量的工具和單位嗎？如何分享獵到的獵物？ 2. 如何測量所釀的小米酒容量？有測量的工具和單位嗎？如何估計節慶時所需要的小米酒數量？ 3. 製作弓箭、祭竿、或傳統服飾時，如何決定其長度？有測量的工具和單位嗎？ 4. 如何測量或知道自己家族獵場（或田地）的大小？有測量的工具和單位嗎？如何知道自己和他人獵場的界線？ 5. 如何知道一天中的時間？有測量時間的工具和單位嗎？
設計	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在傳統打獵或捕魚中，發展了哪些工具？這些工具使用了那些幾何圖形？ 2. 在傳統服裝製作和雕刻中，可以看到許多幾何圖形，如三角形、菱形等，除此之外還會用那些幾何圖形？為何選擇這些圖形？ 3. 在進行服裝圖騰設計時，大都採用對稱與相同圖形，製作過程中如何確定是對稱的？ 4. 過去如何決定陶壺的形狀與大小？如何決定陶壺上圖騰的形狀與大小？是否有特殊的工具？
遊戲	<ol style="list-style-type: none"> 1. 傳統生活中最常玩的遊戲有哪些？它們的規則為何？是否有發展出相關的遊戲策略？ 2. 傳統遊戲中是否蘊含著有數學相關的概念（如機率、估算等）？
說明	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在教導下一代生活的技能過程中（如蓋石板屋），是如何指導與說明？ 2. 部落領袖如何教導子孫部落管理的事宜（如納貢、資源分配等）？ 3. 製作相關工具（如陶壺、服飾等）時，如何教導下一代具有這些技能？

表 2 排灣族傳統文化所發展的數學知識體系

主題	內涵															
數與計算	<table border="1"> <tr> <td>計數系統</td> <td>10 進位</td> <td>最大到萬 (ulav) 位</td> </tr> <tr> <td>計數方式</td> <td>石頭、結繩或劃記</td> <td>標記數量和重要日子</td> </tr> <tr> <td>分數</td> <td>有部分/整體概念</td> <td>簡單單位分數，如一半</td> </tr> <tr> <td>小數</td> <td>無</td> <td>用鳥喙代表小數點，表示錢</td> </tr> <tr> <td>估算</td> <td>財產分配</td> <td>分配耕地面積大小、納貢</td> </tr> </table>	計數系統	10 進位	最大到萬 (ulav) 位	計數方式	石頭、結繩或劃記	標記數量和重要日子	分數	有部分/整體概念	簡單單位分數，如一半	小數	無	用鳥喙代表小數點，表示錢	估算	財產分配	分配耕地面積大小、納貢
計數系統	10 進位	最大到萬 (ulav) 位														
計數方式	石頭、結繩或劃記	標記數量和重要日子														
分數	有部分/整體概念	簡單單位分數，如一半														
小數	無	用鳥喙代表小數點，表示錢														
估算	財產分配	分配耕地面積大小、納貢														
量與實測	<table border="1"> <tr> <td>測量單位</td> <td>個別單位</td> <td>以身體部位或器物為單位</td> </tr> <tr> <td>量的比較</td> <td>主觀感官與參考點</td> <td>根據主觀或自然現象來判斷</td> </tr> </table>	測量單位	個別單位	以身體部位或器物為單位	量的比較	主觀感官與參考點	根據主觀或自然現象來判斷									
測量單位	個別單位	以身體部位或器物為單位														
量的比較	主觀感官與參考點	根據主觀或自然現象來判斷														
幾何	<table border="1"> <tr> <td>定位</td> <td>自然和人為參考點</td> <td>標定空間與個人的關係</td> </tr> <tr> <td>形體</td> <td>簡單幾何形狀（體）</td> <td>圖形化自然現象和事物</td> </tr> </table>	定位	自然和人為參考點	標定空間與個人的關係	形體	簡單幾何形狀（體）	圖形化自然現象和事物									
定位	自然和人為參考點	標定空間與個人的關係														
形體	簡單幾何形狀（體）	圖形化自然現象和事物														

資料來源：徐偉民（2021）。排灣族傳統文化中「數學」知識之初探。《課程與教學季刊》，24（1），175-200。

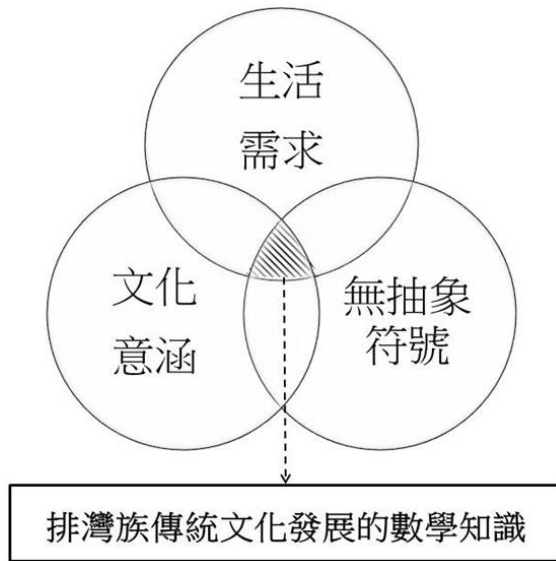


圖 2 排灣族傳統文化中形成的數學知識關係圖

資料來源：徐偉民（2021）。排灣族傳統文化中「數學」知識之初探。《課程與教學季刊》，24（1），175-200。

（二）透過 CLIC 發展取代式和補充式課程

1. 取代式課程的發展

第三期計畫開始，便有來自南區與東區的原住民實驗小學尋求與研究者的合作，希望達成「文化紮根、學力提升」的實驗教育目標。因此，在考量學校不同的目標與需求後，本計畫決定採用 CLIC 的方式來進行師培活動的規劃，與學校教師共同發展取代式和補充式課程。「取代式課程」是透過跨版本數學教科書分析，以數學問題為單位，針對問題呈現的情境與表徵，以及編輯者背後的思考角度等三方面進行分析，以了解不同版本教科書的優缺點與特色，再結合對於原住民學生數學學習的理解，設計成可取代現行教科書使用的教材。而 CLIC 是由師培者和教師組成的共學探究社群，共同探究數學教學實務的議題。因課程的設計涵蓋數學知識與

文化內涵，故建議學校安排兩位教師一組，一位教學者及一位文化熟悉者，共同進行數學問題的分析與設計。其中，文化相關的資訊由原住民教師來協助提供與確認，且所有教師（含校長）均參加 CLIC 聚會討論。

CLIC 聚會討論的焦點在教科書中的數學問題，透過三個不同版本教科書中數學問題的分析 and 比較（相同或相似單元），針對數學問題的呈現方式與學生可能的思考進行討論，由師培者帶領現場教師一同設計出適合學生學習及融入原住民文化的取代式數學課程。而如何將文化融入到現行的數學課程中，則由研究團隊先研發出課程分析設計的範例，並提供給合作學校參考。一個單元內容的分析設計，會由負責的教師先行比較坊間三個主要版本的教學活動規劃，說明各版本對於教學活動數量與名

稱，之後做出教學活動的規劃，而這規劃可能是採用某一個版本，或是結合不同版本的教學活動；接著依序進入各個教學活動中，細看數學問題，針對情境、表徵與思考方式分析和比較，從導入型問題開始（每個活動開始都有一題介紹該數學概念的導入型問題），分析比較後，接著分享教師所設計的問題內容，內容包含該教學活動所適合融入的文化或日常生活情境。研究者和其他教師在這過程中會進行提問和討論，多是針對题目的情境、表徵及文化融入的真實與合適性，取得共識之後，再針對延伸型問題（導入型問題之後都有延伸練習的問題來讓學生練習與熟練）的內容進行分析、設計與討論。如此循環，從第一個教學活動到最後一個教學活動，便完成整個單元內容的分析與設計。截至目前為止，本計畫和實驗學校教師合作已完成 113 個數學單元設計，剩餘的進度為將設計的內容繪製成一般教科書的內

容（含情境扉頁與數學問題的呈現），並進行最後檢視修正。

在 CLIC 聚會前後對教師的訪談中，發現教師課程的設計思考聚焦在設計出更貼近學生的生活經驗和思考方式來呈現數學問題，也開始從學生的角度來思考數學的教學與學習。文化融入取代式數學課程的發展歷程，也已經發表於教育研究集刊 (TSSCI)，並得出課程發展的歷程與模式，包括：在定期的討論中進行跨版本的分析比較 (Analysis)、文化融入的數學問題設計 (Design)、繪製教材後的實施 (Implementation)、以及針對使用情形進行的評估 (Evaluation) 和修正 (Revision) 等 ADIER 的歷程，最後發展出文化融入的數學課程。取代式文化融入數學課程的發展歷程、CLIC 討論與跨版本分析扮演的角色，如圖 3，此也為第一篇提出文化融入數學課程模式的研究論文。

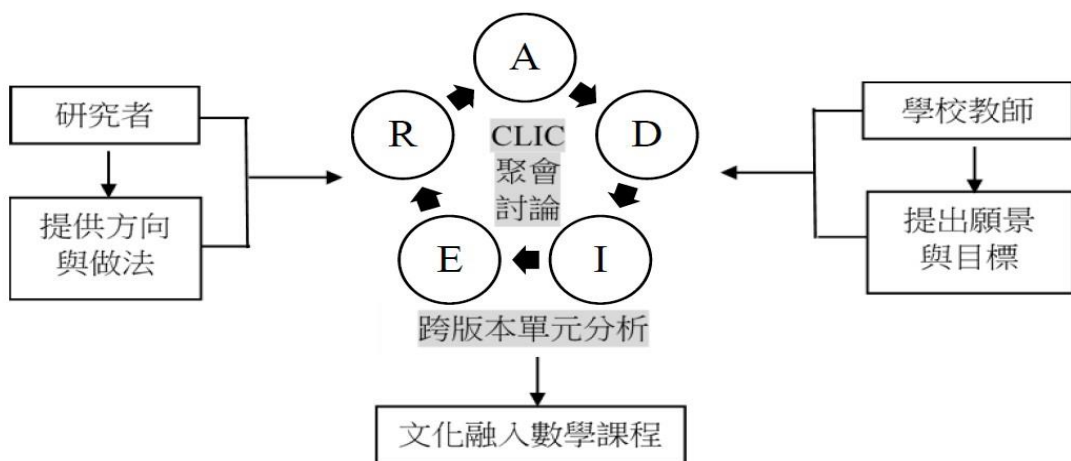


圖 3 文化融入數學課程發展的歷程

資料來源：徐偉民 (2019)。原住民文化融入數學課程的發展：以一所實驗小學為例。教育研究集刊，65 (4)，75-114。

2. 補充式課程的發展

有鑑於取代式課程發展所投入的時間與精力過於龐大，且希望可以從部落文化出發來發展出相對應的數學課程，因此，補充式課程的概念便成為另一個課程發展的焦點與方向。補充式課程發展的核同樣是透過 CLIC 聚會運作，由教師群組成社群小組，每組約 3-4 人，小組中皆含一位文化諮詢者，可能是心校內資深原住民籍教師或是部落耆老，以學校已經發展的民族文化課程為底，各年段組別各別設計出文化活動中所蘊含的數學概念與課程，並於 CLIC 聚會中由研究者帶領，逐字句、逐題目討論。討論內容大多聚焦於問題的呈現方式以及難易的程度，希望提供學生從「低地板→高天花板」的學習經驗，在逐漸建立的學習信心中，來進行更高層次數學思考與推理的學習，同時希望呈現教材的內容，呼應 12 年國教素養導向的學習目標。

補充式課程的具體作法是：第一步先有文化事件文本為底，並以此文本延伸出相關的數學概念，之後將此文化事件形成文本作為進入課程前的讀本；第二步將文本中相關的數學概念，對應相關的單元並條列出各年級的學習內容或分年細目；第三步為決定設計的單元內容與概念，此時教師須以實際教學上學生容易產生迷思及學習困難的概念，作為挑選數學概念的依據，並依據該概念的分年細目來設計合適的數學題目。CLIC 討論過程多針對題目難易程度安排及如何以表徵呈現來幫助學生理解，一份完整的課程須歷經二至三次的全體討論修正，從文本到活動內

容，題目設計包含教學、文化提醒，最後再加入挑戰題及因應 12 年課綱之素養導向問題。完成設計後由駐守於實驗學校的南區協作中心助理進行排版美編，包含文化文本與數學活動的繪圖與排版，便完成一個文化融入的補充式數學課程。文化融入補充式數學課程於 2 所南區實驗學校發展（高雄多納與樟山國小），目前已完成共 28 份，且持續進行發展中。補充式課程實施的成效，目前已指導研究生完成一份碩士論文，另一位則繼續進行分析蒐集資料中。另外此 CLIC 發展補充式課程的模式也推廣到屏東賽嘉及高雄茂林國小，兩校每月皆固定安排 CLIC 聚會進行課程發展，其中賽嘉國小也已經完成 3-5 份的補充式數學課程。

3. 成果的推廣

第四年焦點在於推廣，除了前往各個小學及相關單位，如屏東霧臺國小、臺東安朔國小、高雄市原住民資源中心等，說明及推廣計畫成果外，並積極參加國際研討會發表，如 2019 至上海華東師範大學參與亞洲數學教育中心第二屆國際學術研討會；2019 至北京師範大學參加 ICCTTS-2019，受邀擔任大會主講人等，皆獲熱烈迴響。現階段任務是將兩種教材結合數學探究教學，來進行數學問題的改變，以推廣應用於 109 學年度寒假數學營（已有兩所實驗學校表達意願希望團隊去辦理數學營）。

總結來看，第三期研究計畫是落實從原住民傳統文化出發，透過與耆老及原住民教師的合作，來進行文化中數學知識的探詢與轉化，並進一步形成學校數學課程

的內容，也透過數學課程發展過程中，提升部落學校教師的數學教學專業能力，最後提升原住民學生的數學學習表現，達成本期計畫的目標。

三、展望（代結語）：延續與創新的未來方向（計畫）

從上述前三期計畫的焦點和發展趨勢來看，過去三期的計劃都聚焦在外在課程的發展，且逐漸從「數學為主、文化為輔」的發展方向，轉向「文化為主、數學為輔」的方向來發展文化融入的數學課程，同時也透過探詢的田野調查，建置出排灣族傳統文化中的數學知識體系，希望能做為未來轉換課程的基礎，實踐如阿拉斯加原住民數學課程發展團隊（Mathematics in Cultural Context, MCC）所宣稱的“bring local knowledge into an academic core subject”的目標。但，我們知道雖然外在的課程是影響學生數學學習表現的關鍵（徐偉民，2017；Stein, Remillard, & Smith, 2007），但內在的數學思維模式（mathematical mindset）也是影響學生數學學習表現的關鍵（Boaler, 2016），而思維模式又可以分為固定型思維模式（fixed mindset）和成長型思維模式（growth mindset），具有固定型思維模式的學生，會影響其數學學習的表現與發展（Dweck, 2006）。也就是說，除了外在課程的影響外，內在思維模式也是影響學生數學學習表現的關鍵。因此，未來的計畫除了根據目前所建置的傳統數學

知識體系來進行文化數學課程的轉化之外，也應該納入學生和教師的思維模式，結合內外因素來進一步探討與檢驗對原住民學生數學學習的影響。因此，本計畫未來的展望與方向，將有兩大任務：延續與創新。延續是指「延續」以文化為主、數學為輔的補充式課程發展，包括來自耆老的示範以及來自傳統文化中數學知識體系兩個部分，來持續地進行補充式課程的發展；創新是指融入 mindset 的概念融入到師生相關的活動，包括進行以數學問題設計為基礎的專業成長活動，來使教師的 mindset 從固定型轉向成長型，同時將專業成長活動中所設計的數學問題（具有挑戰性與思考推理的問題），透過探究取向的數學教學來引導學生進行思考與探究，從解決基礎的操作型問題出發，到解決逐漸需要思考與推理的問題，以「低地板→高天花板」的問題設計與實施原則，讓學生從成功解題的經驗中，逐漸成為成長型的數學思維模式。結合內外的關鍵因素，相信更能有效地提升原住民學生的數學學習表現，實踐原住民科學教育計畫當初所設定的目標。此外，也可以透過未來計畫的延續與執行，更全面性的瞭解原住民學生與授課教師所具備的 mindset，才能針對師生內在的需求與思維來設計相關的活動，更全面性地理解內外因素對教師數學教學及學生數學學習的影響。未來計畫的概念如圖 4，期待未來能有延續與實踐未來計畫的機會，以延續過去 12 年的努力與成果。

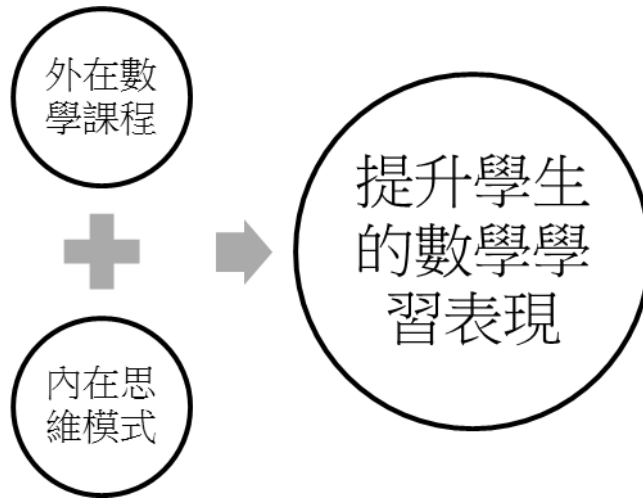


圖 4 未來計畫概念架構圖

參考文獻

- 徐偉民 (2017)。小學數學教科書使用之探究。*教科書研究*, **10**(2), 99-132。
- 徐偉民 (2019)。原住民文化融入數學課程的發展：以一所實驗小學為例。*教育研究集刊*, **65**(4), 77-116。
- 徐偉民 (2021)。排灣族傳統文化中「數學」知識之初探。*課程與教學季刊*, **24**(1), 175-200。
- Bishop, A. J. (1988). Mathematics education in its cultural context. *Educational Studies in Mathematics*, *19*(2), 179-191.
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Dweck, C. S. (2006). *Mindset: the new psychology of success*. New York: Ballantine Books.
- Stein, M., Remillard, J., & Smith, M. (2007). How curriculum influences student learning. In Frank K. Lester, Jr. (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.319-369). Charlotte, NC: Information Age.

「我的閱讀課－排灣族傳統生活中的科學」 課程發展歷程與成效檢驗

陸怡琮

國立屏東大學教育學系副教授

【 摘 要 】

本研究針對屏東地區最大原住民族群－排灣族，發展了一套國小高年級學童適用的文化科學閱讀課程，以回應排灣族文化的科學文本，教導學生認識科學文本的特性與運用閱讀策略來理解科學文本。此課程經歷了多次「教學－修正」的發展歷程，並經過兩次實驗教學來檢驗課程對提升排灣族學童詞彙與閱讀理解的成效。本文詳細說明此課程的發展歷程與兩次教學實驗的結果，以作為發展其他原住民族群適用的文化科學閱讀課程的參考。

關鍵詞：科學閱讀、文化閱讀、排灣族、原住民兒童、國小學生

壹、前言

文化回應教學（culturally responsive teaching）觀點的課程設計是促進原住民學生學習表現的重要方法，透過採取符合學生文化背景、學習型態、溝通方式的教材與教學作法，協助原住民學生有比較公平的機會追求卓越表現（何蘊琪，2007）。研究顯示這樣的課程設計對於少數族裔學生的動機與成就有正向效果（李奇憲，2004；何蘊琪、林喜慈，2006；Au & Carroll, 1997；Gay, 2000）。

高慧蓮、張靜儀、徐偉民、林志隆（2012）在國科會第一期原住民計畫中開發了「以排灣族文化為本」的數理教學模組，結果發現，依據學生的文化經驗而設計的教材與教學，可以提升原住民學生的

數理素養與對數理學習的興趣，同時該研究也指出原住民學童的數理學習成效與閱讀能力息息相關，要有效提升學生的數理能力，促進閱讀科學文本的能力是刻不容緩的配套。

「我的閱讀課－排灣族傳統生活中的科學」（陸怡琮等，2021）這套回應排灣族文化的科學閱讀教材（以下簡稱「排灣族科學閱讀課程」）（見圖1），即是在此背景下，在科技部原住民科學教育計畫第二、三期經費補助下，針對屏東地區最大原住民族群——排灣族——國小學童，歷經多次修訂而發展出來的。本文將說明此課程的設計、發展歷程與成效的證據，以作為後續發展其他原住民族群科學閱讀教材的參考。



圖1 我的閱讀課－排灣族傳統生活中的科學（教學手冊、讀本、習作）

貳、規劃排灣族科學文本與科學閱讀教學模組

科學文章的內容與組織結構都是讀者較陌生的（Anderson, Heibert, Scott, Wikinson, 1985），它通常以學術語言寫成（Snow, 2010），使用較困難的詞彙、句型和邏輯結構以及圖表等附屬工具（adjunct devices）來呈現訊息，這些都使得理解科學文本即使對成人來說是一項

困難的認知工作。因此，降低科學文本的難度，增加其適讀性（readability），將有助對文本內容的閱讀理解。從過去研究可知，在文章一開始就提出主要概念並以小標題標示、以學生熟悉的語詞替換艱難詞彙、加入因果關係詞以引發適當的因果推論、提出可能的迷思概念以促進概念的後設覺察、將文本改寫為故事性訊息文本……等作法，都能有效提升閱讀理解與

概念學習 (Kamil, 2010)。

檢視過去原住民科學教育計畫所發展的教材以及原住民科學教案設計得獎的作品，可以發現既有的文化科學教材都是以教師為閱讀對象的教案設計。這些教材以專業的成人語彙、典型說明文的形式，介紹原住民文化中的科學現象。這些文字的難度很高，國小學童無法直接閱讀，教材中的文化相關科學知識必須仰賴教師讀懂教案後，將文字轉化為口語解釋給學生聽。由此來看，為原住民學生發展文化科學文本，以供教學或學生自學之用，讓學生能透過與自己的生活和文化經驗貼近的文本學習科學概念，是有迫切需要的。

基於此，本研究決定參考相關文化與科學資料，針對排灣族這個屏東最大原住民族群，撰寫適合國小高年級學童閱讀的科學文章並發展科學閱讀課程。根據有助閱讀理解的科學文本特性 (羅廷瑛、張景媛, 2011; Kamil, 2010)，本研究設定了文化科學文本應具備的特性：(1)以故事性訊息文本的形式呈現文章內容，以降低文章的難度；(2)用小標題標示出主要概念，使文章重點能夠凸顯；(3)以因果關係詞來引發適當的因果推論，以促進對文章連貫性的理解；(4)加入圖、表並與文字連結，以多元表徵形式呈現科學訊息。

在訂定了文本撰寫原則後，由 5 位熟悉科學教育與閱讀教學的國小教師組成的教材編撰小組，開始廣泛地蒐集探討排灣族文化中科學現象的研究資料，然後比對國小自然科課程大綱，選出了符合國小學童程度的文化相關科學概念，作為文章

的科學主題。如此規劃出 7 篇文章，每一篇都包含 1 個文化主題和 1 至 2 個科學主題，見表 1。這些科學主題都是在國小五、六年級才出現在自然科課程中，因此將這些文本的適用對象設定為高年級學童。

為了以故事性訊息文本的形式呈現科學知識，我們決定以故事形式和學童熟悉的師生互動情境來呈現內容，以常見的排灣族名字虛構了二位排灣族教師 (查馬克老師和裘谷老師) 和二位排灣族學童 (巴魯和慕尼)，作為貫穿這些文章的主角。在每篇文章中這二位排灣族小朋友和他們的老師對生活中經驗到的文化科學現象展開對話與討論。

在確認了文章內容與呈現方式後，教材編撰小組開始著手撰寫文章。文章初稿完成後，首先由研究者逐一審核文章內容與呈現方式是否符合設定，修改後的文章再由教材編撰小組成員交互進行檢核，再次修改後，再委請一位屏東縣自然科國教輔導團教師與一位具科學教育博士學位的國小教師分別對文章中的科學概念進行審查，也邀請長期研究排灣族文化的大學教授以及兩位排灣族籍國小教師審查文章中排灣族文化內涵的說明。根據所有審查意見修改文本後，再請兩所排灣族國小之高年級教師以及六年級低、中、高語文能力學童各二位試讀文章，評定文章難度，並將有困難的字詞與語句標示出來。針對學生圈出有困難的字詞與語句，以較容易的同義詞替代較罕見的一般字詞，語句敘述不清的做修正，但對於學生不懂的學科專有名詞、非罕見字詞、以及科學概念的敘述則保留，這些都是學生需要透過

閱讀科學文本學會的，將是教學活動設計的重點。

文章撰寫完成後，對 7 篇文章分別進行字頻與詞頻的分析，以決定各篇文章中字詞的難度。參酌字詞頻分析的結果與五位國小教師對文章難度的評定，由簡到難排出文章的順序，即組成排灣族文化科學閱讀教材的文本。七篇文化科學文本的內容見表 1。

在科學文本撰寫完成後，本研究根據國內外閱讀教學研究的文獻（如 National Reading Panel, 2000），決定將教學目標設定為教導閱讀理解策略，期望學生除了能夠學到文本中的科學知識外，也能透過課程學會在閱程中主動運用各種閱讀策略解決所遭遇到閱讀困難，培養他們成為

能自我調整的閱讀者。主要教導的策略包括預測、理解監控、自我提問和概念圖等四項理解策略，也教導字詞策略，並訓練朗讀流暢性，以加強學生的識字與詞彙能力。這些策略都透過 Duke 等人（2011）所提出的漸進釋放責任模式（model of gradual release of responsibility）來教給學生，也就是先由教師說明策略內涵及適用時機與好處，接著教師或學生示範策略的使用，然後進行師生合作使用策略、學生進行引導練習，並由教師視其學習情形逐漸釋放學習責任，直到最後學生能獨立使用策略為止。依此原則完成了為期 14 週、每週 2 節課的文化科學閱讀課程教學活動設計，當時的課程規劃見表 2。

表 1 七篇排灣族科學閱讀文本的內容

文章篇名	字數	文化主題	科學主題
土石流的祕密	1266	傳統水土保持作法	土石流成因、水土保持
天啊！我的麵包發霉了！	1377	傳統食物保存	黴菌、食物保存
美麗的圖騰、尊貴的氣度— 蛇中之王百步蛇	1391	百步蛇圖騰	蛇類習性
鞦韆的愛情與科學	1644	盪鞦韆	單擺運動
「石」在有學問	1222	石板屋的建材	岩石的分類與成因
會呼吸的神祕石屋	1504	冬暖夏涼的石板屋	熱傳播
來自天窗的神祕光束	1212	石板屋的天窗	竿影變化、廷得耳效應

表 2 第一版排灣族科學閱讀課程的教學規劃

週次	文章	識字、詞彙、理解(第 1-2 節)		理解(第 3-4 節)	
		預測與監控	字詞教學	自我提問	以概念圖說大意
1-2	土石流的秘密	預測、理解監控	部件辨識與造詞、擴展詞彙	學生練習在一句裡問題 教師示範在多句裡問題	教師示範畫出文章概念圖，並以概念圖講大意
3-4	天啊！我的麵包發霉了！	預測、理解監控	部件辨識與造詞、擴展詞彙	學生練習在一句裡、在多句裡問題	學生在教師引導下畫出概念圖
5-6	美麗的圖騰、尊貴的氣度--蛇中之王百步蛇	預測、理解監控	部件辨識與造詞、擴展詞彙	教師示範作者與我問題 學生練習在一句裡、在多句裡問題	教師放聲思考呈現文章概念圖
7-8	鞦韆的愛情與科學	預測、理解監控	部件辨識與造詞、擴展詞彙	學生練習提問各類型問題	提供上層概念，小組以圈選方式完成概念圖
9-10	「石」在有學問	預測、理解監控	部件辨識與造詞、擴展詞彙	學生練習提問各類型問題	提供上層概念，學生以選擇方式完成概念圖
11-12	會呼吸的神祕石屋	預測、理解監控	部件辨識與造詞、擴展詞彙	學生練習提問各類型問題	提供主要概念，學生小組討論完成概念圖
13-14	來自天窗的神祕光束	預測、理解監控	部件辨識與造詞、擴展詞彙	學生練習提問各類型問題	和學生一起找出主要概念，學生小組討論完成概念圖

參、藉由二次試探教學微調文本與課程方向

在教材與教學活動設計初稿完成後，於 103 學年度第 1 學期於屏東縣萬安國小六年甲班進行了為期 14 週、每週 2 節課，總計 28 節課的試探教學。由負責設計教案的教師輪流到萬安國小實施教學，教導學生運用各種閱讀策略來讀懂文化科學文本。透過此試探教學期望能讓設計教案的教師對排灣族學童的閱讀能力起點行為有更精確的掌握，並對所觀察到的教學設計缺失做修正。此教學也與該校教師專業發展結合，每次上課全校教師皆到場觀課並在課後進行教師研討與演示

練習，希望能藉此將閱讀策略帶入該校各班教學中。教學活動照片見圖 2。

由教學歷程中得到以下觀察與發現。首先，學生在朗讀文章時經常讀錯字詞，也常出現不適當的停頓、錯誤的斷詞、及朗讀不順暢的情形，顯見學生們的識字、流暢性與詞彙能力不足，可能也因此學生對文章的理解只能聚焦在文章表面訊息，難以進行深層的推論理解。其次，學童的理解監控能力仍有待發展，雖然他們已從教學開始時認為自己全都看得懂，進步到能找出部分不懂的字詞，但仍無法將注意力放在對文句意義的監控。第三，學生已逐漸熟悉自我提問的問

題類型，但當提出的是需要連結上下文或整合先備知識的問題，因為缺乏摘要能力，會無法精簡、清楚的說出答案。第四，在足夠的教師支持下學生可以完成文章概念圖，但將概念圖轉化為文章大意仍有

困難。整體而言，教學時間明顯不足是每次課程都有的問題，所有授課教師都認為需要更多教學時間以深化閱讀策略的示範與練習。

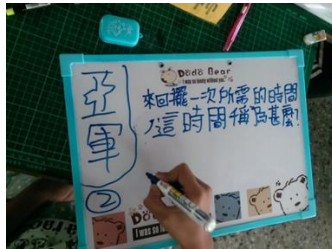


圖 2 萬安國小試探教學



圖 3 泰武國小試探教學

針對這些發現，本研究對教學活動設計進行以下修正：(一)前三篇文本的教學設計由 4 節增加為 6 節，以便在學習初期能提供更多的鷹架支持，深化學習，同時為避免教學週數過長，第六、七篇文本不列入教學內容，而是做為自學材料，讓學生運用學過的閱讀策略自行閱讀；(二)強化字詞策略的教學，透過部件辨識、擴展辭彙等做法，提供學生更多字詞的學習與練習；(三)減緩自我提問教學的鷹架撤除速度，教師每次都會示範高層次問題的提問，並帶領學生找出答案，以確保對文章意義的深入探究；(四)強化理解監控的執行程序，讓學生能更熟悉各個調整策

略，以利課堂上的溝通；(五)發展將概念圖轉化為文章大意的教學步驟。

在 103 學年度寒假對科學文本與教學活動設計進行修正後，再於 103 學年度第 2 學期在屏東縣泰武國小五年甲班進行第二輪的試探教學。有別於第一輪在萬安國小的做法，此次課程由該班閱讀課任課教師負責執行教學，在每週兩節的閱讀課中以修正後的教學活動設計，教導學生運用閱讀策略來閱讀文化科學文本，以促進閱讀理解。教學活動照片見圖 3。

在第二輪試探教學中發現了以下問題。首先，整體而言，教學時間不足、學生不知如何進行小組討論、與學生作業完

成度不佳，是教學過程中不斷遭遇的問題。課程安排太過緊湊，無法讓學生充分討論與發表，再加上學生不知如何討論，需要花許多時間指導如何進行小組討論，都讓文本理解的學習無法深化。原住民學童回家作業的完成度不佳，也打亂了原本規畫的課程進程。

至於在策略教學所遇到的困難上，在字詞策略和流暢性部分，課程規劃每週3次流暢性課後練習，但由於授課教師並非導師，很難有系統的要求學生實施流暢性練習；課程中字詞學習的規劃，有部分延伸過遠，已脫離了理解文本意義的脈絡，還有些字詞練習的難度過高，學生難以獨力完成，這些都需要調整；上下文推詞意對學生而言較為困難，需要加強練習。在理解監控策略部分，教學後期學生已能找出不懂字詞，並使用字詞策略推測詞意，但仍較不會監控文句不懂之處。在自我提問策略策略部分，教學後期學生已能判斷問題類型，能提問並回答「在一句裡」與「在多句裡」問題，但對於提問「作者與我」問題仍有很大困難。在概念圖策略部分，由於各篇文章的文章結構變異很大，學生不易掌握，也發現概念圖說大意的提示對學生說出大意很有幫助，但要學生自行找出主要概念，完成概念圖，仍有很大

困難。在預測策略的教學上，發現學生很容易掌握此策略的運用，教學流程因而顯得太過冗長，應可適當簡化。

根據這些發現，本研究擬訂了教材與教學活動設計再精緻化的方向。首先，字詞練習的份量需減少並降低難度，以減輕學生負荷並能自行完成練習。第二，字詞的學習或指導應該緊扣達成理解文本的閱讀目的，避免為了加強學生的字詞能力而將字詞教學過度延伸。第三，強化如何進行小組討論的引導與示範，讓學生在進入課程初期就能學會小組討論的規則與作法；第四，加強對文句進行理解監控的示範與引導，以協助學生能從了解文句或文本意義的角度來監控閱讀歷程；第五，提供更明確的提問「作者與我」問題之提示，以幫助學生掌握如何提問此類問題；第六，調整各篇文章的敘寫方式，使相同的文章結構能反覆出現，以利文章結構的學習；第七，對於如何找出文章主要概念與如何形成概念圖，要提供更明確的提示，以降低畫概念圖的難度。

基於這些修正原則，本研究於104學年度上學期，再次召集教材編製小組進行文化科學閱讀教材的編修。最後定稿的教材包含：教學手冊、學生讀本、學生習作、小組學習單和教學資源，見圖4。



圖4 排灣族科學閱讀課程實驗教材（105版本）

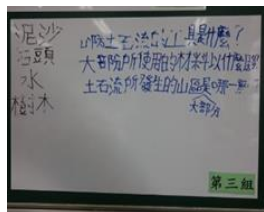
肆、第一次實驗教學檢視課程 成效

經過再次修訂後的文化科學閱讀教材，於 104 學年度第二學期進行第一次的實驗教學。實驗組包括排灣族五年級 4 班 46 位學生，六年級 2 班學生 17 人，一般學校五年級 1 班學生 25 人、六年級 2 班學生 35 人。另有控制組的一般學校五年級學生 1 班學生 18 人和六年級學生 2 班學生 34 人。實驗組學生接受由班級導師或閱讀教師實施的排灣族科學閱讀教學，針對教材中前五篇文化科學文本引領學生運用閱讀策略，以讀懂文章中的重要概念，控制組則由學生自行閱讀文化科學文本並完成理解試題，教師再進行檢討與訂正。

為確保實驗組教師能確實掌握教材與教學活動設計的理念與做法，本研究辦理了一系列教師訓練工作坊，藉由講師的

教學示範、策略的實做練習、教學的省思與討論來協助教師熟悉課程的設計。以 5 點量表詢問實驗組教師對工作坊的看法，他們皆同意工作坊的內容有助他們了解課程理念、閱讀策略內涵與做法、和策略教學的執行方式，各題平均數皆高於 4。

實驗教學為期 13 週、每週 2 節課。兩個實驗組（排灣學校與一般學校）皆採用排灣族科學閱讀教材，由班級導師或閱讀教師依據計畫所發展的教學模組進行科學閱讀教學，教導學生如何使用策略讀懂科學文章。每單元教學結束後學生完成課後評量，教師填寫教學紀錄與省思。控制組則在同樣的時間裡，由學生自行閱讀與實驗組相同的五篇科學文章並完成讀後評量練習，並進行自由閱讀。教學結束後，所有學生再接受閱讀成份能力的後測，並填答教學回饋單。



預測



小組討論



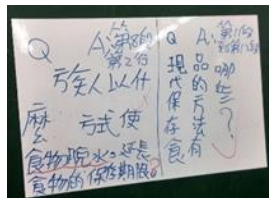
小組發表



語詞歸類



教師引導討論



自我提問



討論概念圖



流暢性練習

圖 5 第一次實驗教學實施情形

表 3 第一次實驗教學的結果

年級	原民實驗		一般實驗		一般控制		
	M	SD	M	SD	M	SD	
詞彙							
五	前測	.83	.88	1.06	.95	1.45	.84
	後測	.97	1.03	1.21	1.28	1.40	.73
	進步分數	.14	.63	.15	1.37	-.06	1.26
六	前測	1.25	.69	2.03	1.09	1.97	1.13
	後測	1.40	1.05	2.28	1.00	2.17	1.07
	進步分數	.15	.77	.25	1.09	.21	.82
閱讀理解							
五	前測	19.28	6.67	20.46	6.62	23.72	7.64
	後測	18.54	6.92	20.58	6.64	23.78	4.22
	進步分數	-1.40	6.33	-.24	15.13	-.41	15.49
六	前測	21.88	6.66	26.73	5.74	25.60	6.28
	後測	21.00	5.58	20.27	6.97	20.26	7.32
	進步分數	-1.80	5.21	-10.35	11.22	-8.64	15.34

註：粗體字表示兩組平均數有顯著差異。

實驗教學開始不久就發現實驗控制遭遇許多困難。首先，原住民學校課外活動豐富，經常因活動而停課，這使得教學進度無法按照規劃進行，停課數次後再密集趕課是很常見的。其次，當教學是由閱讀教師負責實施時，學生的上課參與度和作業完成度都明顯比由導師擔任教學的班級來得差。第三，實驗組教師在教學檢討工作坊的出席情況有很大的個別差異。此工作坊是設計來提供教學支持並對教學狀況進行監控的，教師參與度不佳自然影響教學成效。第四，一般學校實驗組教師反映課程設計過於偏重字詞，並不符合一般高年級學童的閱讀發展需求，且導理解測策略教學因時間不足而難以深化。

在這些變因難以完全控制的情況下，實驗教學的成效不盡理想。三組學生

在實驗前後，在詞彙（洪儷瑜等，2014）和閱讀理解（陸怡琮，2018）的表現見表 3。以後測減前測所得的進步分數，進行教學組為自變項的單因子變異數分析，結果發現只有在六年級群組的閱讀理解分析中得到顯著的組別效果（ $F(2,72.27) = 3.58, p < .05, \eta^2 = .064$ ），由事後比較來看，原住民學校實驗組學生在實驗前後，在閱讀理解的成長顯著大於一般學校實驗組，但與一般學校控制組無顯著差異。五年級的詞彙與閱讀理解和六年級的詞彙能力都未因教學而有顯著的組間差異。

這些量化的結果雖不如預期，但六年級原住民學童在閱讀理解的成長顯著優於同年級一般學校實驗組學生，似乎顯示文化科學閱讀課程對提升原住民學童閱讀能力可能有某種程度的助益。但為何只

有六年級有此效果？觀察實驗教學過程，六年級學童的上課反應較五年級學童來得佳，推測可能是因為課程中所討論到的許多科學知識都是六年級學生已在自然科課程中學習過，較為熟悉與容易理解，因此六年級學生可能較有餘裕在學習科學概念的同時學習閱讀策略，反觀五年級學生可能因為缺乏足夠的背景知識，課程內容對學生的認知負荷過重，因而沒有明顯效果。另外，一般學校實驗組與對照組學童的詞彙與閱讀理解皆無顯著差異，甚至對照組的平均數還都略高於實驗組，顯示文化回應科學閱讀課程對於一般學校學童閱讀能力成長的助益並不大，這可能是因為一般學校學童缺乏文本相關的文化經驗與知識，且為配合原住民學童學習的需求，教學有相當比重仍聚焦在發展字詞能力，而這並不符合一般學校高年級學童的閱讀發展需要。

雖然客觀的測量並未得到明顯的效果，但排灣族學生對課程有相當正向的看法。他們普遍同意文化科學文章的內容很吸引他們(92%)，覺得文章不難(64%)，自己學會了課程中所教的各種策略(80-94%)，很喜歡這個課程(86%)，有試著把這些方法運用在其他科目與課外閱讀上(81%)，以後也希望還能再上類似課程(85%)，上完這個課程認為自己認識更多字詞(92%)、更知道如何讀懂一篇文章(91%)、也更喜歡閱讀了(85%)。

綜合此次實驗教學的結果來看，雖然學生對排灣族科學閱讀課程有非常正向的態度，但實驗並未得到原住民學生閱讀

能力有明顯成長的客觀證據。由此來看，此課程仍有再修正與精緻化的空間。

伍、根據前期實驗教學的發現 再次修正文本與課程

進入第三期原住民科學教育計畫，我們反思前期實驗教學的歷程與結果，也與實驗組教師深入討論，希望能使課程更聚焦在理解科學文本與閱讀策略的運用上。藉由此歷程，我們看到排灣族科學閱讀課程的幾個問題。首先，原先設計的自我提問策略，對原住民學童而言難度過高。學生自我提問所提出的問題多只停留在文本表面層次，難以透過自己提出問題促進對文本中科學概念的深層理解。更多的教師介入以協助學生形成對文本概念的深度理解，顯然是有必要的。第二，學生在某些策略的學習上有較大的困難，例如理解監控中如何解決文句不懂的問題與如何找出重要概念形成概念圖。課程需要針對這些策略發展出更明確的方法與步驟，以提供學生學習的鷹架支持。第三，一般學習者在閱讀科學文本時，常會統整或比較文中的概念，進而形成表格，這是學科閱讀中常見的做筆記策略，但本課程中並未導入此策略。第四，課程中的「預測」策略強調根據先備知識推論文本中可能討論的內容，而學科閱讀中常使用的「瀏覽」策略則強調透過瀏覽文本，運用對科學文本特徵的了解，初步掌握文章主要概念。兩者在概念上雖相似，但瀏覽策略似乎更適合科學閱讀。最後，文本撰寫歷程中雖已經過文化與科學教育專家協助審查內容，但在實驗教學中發現部分

內容在文化上或在科學概念上仍有疑義，需要進一步釐清與修正。

針對這些問題，本研究在 108 年暑假邀集教材編撰小組教師密集聚會，針對科學文本與教學活動設計進行精緻化。主要的修正方向為：(一)將自我提問策略的教學改為「教師提問」。由教師有系統的提出「在一句裡」、「在多句裡」、「作者與我」等不同層次的理解問題，指導學生如何找出各種問題的答案，藉此引領學生讀懂文章中重要概念的意義，也學習如何有效地找答案與回答問題。(二)針對理解監控的「解決文句不懂的方法」和概念圖中「如何找出主要概念並畫出概念圖」，發展詳細的策略步驟與教學流程。(三)在每一課的教師提問問題中都加入整理表格的問題，讓學生能逐漸熟悉表格的形式，練習統整概念並形成表格，學到以表格整理概念的做筆記技能。(四)將「預測」策略更名為「瀏覽」，使策略內涵能更貼近優秀讀者在閱讀科學文本時的歷程，亦即讀者在詳細閱讀文本前，會透過運用對科學文本特性的了解，瀏覽文章，以得知

文章大致內容並提取相關先備知識。(五)針對文本中排灣文化內容有疑義的部分，與數位熟悉排灣族文化的排灣族資深國小教師反覆討論後修訂；對文本中文化現象的科學解讀有疑義的部分，則請曾任屏東自然科輔導員並任教於排灣族國小的資深教師，提供詳細的回饋與修正建議。此最終版的排灣族科學閱讀課程所教導的閱讀策略和教學規劃，見表 4 和表 5。

第二期計畫未得到預期的教學成效，除了文本與課程設計的問題外，也可能與課程所造成的認知負荷有關。在前期的實驗教學中，學生閱讀的科學文本，相對於其閱讀能力，是極有挑戰性的，學生需要讀懂文本中的科學概念且同時要學習閱讀策略，這可能使得認知負荷過重因而無法有效學習。若果如此，將閱讀策略和科學知識的學習分開，讓學生先具備能運用閱讀策略的基本技能，再學習如何讀懂科學文本，也許就能顯現教學成效。而這正是本研究希望在第三期計畫探究的問題。

表 4 最終版排灣族科學閱讀課程所教導的閱讀策略

成 分	策 略	內 涵
理 解	瀏覽	瀏覽、猜猜看、讀讀看
	理解監控	懂多少、找不懂 ¹ 、找方法 ² 、懂了沒
	教師提問	在一句裡、在多句裡、作者與我的問題、整理表格
	概念圖講大意	畫概念圖、以概念圖講重點
詞 彙	科學詞彙	
流暢性	能正確且快速的辨識字詞	

¹ 「找不懂」包含「字詞不懂」和「句子段落不懂」

² 「找方法」包含：「解決字詞不懂的方法」—部件辨識、部首表義、聲旁表音、析詞釋義、上下文推詞意、圖文連結、連結先備知識、補充知識等；「解決句子段落不懂的方法」—放慢速度重讀、上下文推論、圖文連結、連結先備知識、補充知識、提問為什麼等。

表 5 最終版排灣族科學閱讀課程的教學規劃

週次	文章	瀏覽	理解監控	教師提問	概念圖說重點
1-3	土石流的秘密	教師示範 學生練習	1. 教師示範、個別練習懂多少、找不懂 2. 教師示範找方法（析詞釋義、上下文推論、圖文連結、連結知識）	1. 教師示範、小組練習如何辨識三類理解問題 2. 教師引導、學生回答三類問題與表格填答 3. 教師示範、學生練習判斷問題答案關係	1. 教師示範畫出概念圖 2. 教師引導、學生練習以概念圖說文章重點
4-6	天啊！我的麵包發霉了！	個別練習	1. 個別練習懂多少、找不懂 2. 教師引導、學生練習找方法 3. 教師示範找方法（補充知識）	1. 教師引導、學生回答三類理解問題與表格填答 2. 教師引導、學生練習判斷問題答案關係	1. 教師引導、小組練習畫出概念圖 2. 教師引導以概念圖說文章重點
7-9	美麗的圖騰、尊貴的氣度--蛇中之王百步蛇	個別練習	1. 個別練習懂多少、找不懂 2. 教師引導、學生練習找方法 3. 教師示範找方法（提問為什麼）	1. 教師引導、小組討論回答三類理解問題與表格填答 2. 教師引導、學生練習判斷問題答案關係	1. 教師示範、引導、小組練習畫出概念圖 2. 小組練習以概念圖說文章重點
10-11	鞦韆的愛情與科學	個別練習	1. 個別練習懂多少、找不懂 2. 教師引導、學生練習找方法	1. 個別練習後，小組討論回答三類理解問題與表格填答 2. 小組討論判斷問題答案關係	1. 教師引導、小組練習畫出概念圖 2. 小組練習以概念圖說文章重點
12-13	「石」在有學問	個別練習	1. 個別練習懂多少、找不懂 2. 教師引導、學生練習找方法	1. 個別練習後，小組討論回答三類理解問題與表格填答 2. 小組討論判斷問題答案關係	1. 教師引導、小組練習、個別練習畫出概念圖 2. 個別練習以概念圖說文章重點
自學	會呼吸的神祕石屋	個別練習	個別練習	個別練習	個別練習
	來自天窗的神祕光束	個別練習	個別練習	個別練習	個別練習

陸、進行第二次實驗教學以檢驗最終版課程的教學成效

基於前述對前期研究結果的反省，同時參考有效教導低成就學生的教學原則為「早期介入」、「高成功率」、「長時

間且密集」與「教導閱讀策略」等（陳淑麗、曾世杰、洪儷瑜，2006；Stanovich, 1986），本研究在第三期原住民科學教育計畫中以長期追蹤的研究設計，針對二個年級群組的原住民國小學童，在中年級實

施為期三個學期融入語文課的閱讀策略教學，到第三年在高年級再接受排灣族科學閱讀課程，期間每學期都對學生實施閱讀能力的評量，以了解教學對學生閱讀能力成長的影響。這樣的規劃是以較和緩的速度讓學生從中年級開始逐步的學習各種閱讀策略，到高年級時再學習將閱讀策略運用在科學文本的閱讀中，冀望能有助學生將閱讀策略內化，進而得到此課程成效的證據。

參與實驗教學的有四所屏東排灣族國小三年級（群組一）5 個班級 54 位學生和四年級（群組二）4 個班級 36 位學生，另外還有兩所鄰近的排灣族國小三年

級學生 21 人和四年級學生 33 人擔任對照組。所有學童每學期都接受閱讀成長追蹤，測量學生的詞彙成長（洪儷瑜等人，2014）和閱讀理解（陸怡琮，2018）與科學閱讀理解（高慧蓮、徐偉民、陸怡琮，2017）。實驗組學童在計畫前二年在語文課或閱讀課中接受導師或閱讀教師實施的閱讀策略教學，採用一般文本教導閱讀策略，第三年則在文化閱讀課程中學習如何運用閱讀策略來理解科學文本，對照組學生在這三年則接受一般的語文教學與定期的閱讀成長追蹤。兩組學生逐年所接受的實驗處理見表 6。

表 6 第二次實驗教學實驗組與對照組學童逐年所接受的研究處理

	第一年	第二年	第三年
學生年級	群組一：三年級 ⇨⇨⇨⇨⇨ 群組二：四年級 ⇨⇨⇨⇨⇨	四年級 ⇨⇨⇨⇨⇨ 五年級 ⇨⇨⇨⇨⇨	五年級 六年級
實驗組	詞彙、閱讀理解 成長追蹤 106-1, 106-2 閱讀策略教學 106-2	詞彙、閱讀理解 成長追蹤 107-1, 107-2 閱讀策略教學 107-1, 107-2	詞彙、數理閱讀理解 成長追蹤 108-2 科學閱讀教學 108-1, 108-2
對照組	詞彙、閱讀理解 成長追蹤 106-1, 106-2	詞彙、閱讀理解 成長追蹤 107-1, 107-2	詞彙、數理閱讀理解 成長追蹤 108-2

從 106 學年度第 2 學期到 107 學年度第二學期，實驗組接受三個學期的閱讀策略融入國語課或閱讀課的教學。教導的包含理解監控、摘要刪除法、自我提問、文章結構等四項策略，教師以這些策略的教學取代或修正原有教學流程，例如以理解監控找不懂並解決不懂字詞的策略進行詞彙教學，以摘要刪除法或文章結構找大

意進行大意教學，以理解監控找不懂並解決不懂句子或段落、教師提問、自我提問進行課文深究。為減輕師生的負荷，每個學期只導入一至兩種新策略，並持續練習先前學過的策略，漸進地引導學生熟悉這些閱讀策略的運用。這些策略的選擇都是經過研究者與實驗組教師的討論，選出對於解決當下學生語文學習困難較有幫助

的策略。導入一個新策略的時機也都透過討論，在學生已能掌握先前策略的基本作法後才進行。閱讀策略的教學皆採漸進釋責直接教學法（Duke et al., 2011），經由教師說明與示範、教師引導練習、學生小組練習、學生獨立練習的程序，逐步地建立學生能夠獨立使用策略的能力。

在 108 學年度第一學期實驗組開始在閱讀課中實施排灣族科學閱讀課程，教師採用最終版的排灣族科學閱讀教材，根據教學活動設計，按部就班地指導學生認識科學文本的特性，並運用適當的閱讀策略來讀懂並學習文本中的科學概念。教學實施照片見圖 6。



教師說明

教師示範

小組討論

小組發表

圖 6 第二次實驗教學實施情形

實驗組教師在實驗進行的三年間，持續參與本研究提供的教師訓練工作坊，透過專家的示範、引導與同儕教師的分享、回饋，得到教學上的支持與協助。參與教師對工作坊都有相當正向的評價，認為工作坊對於自己了解教材、閱讀策略、以及如何教科學閱讀和促進學生閱讀能力都很有幫助，教師對各題項的平均都在 5 分以上（6 點量表）。

實驗教學實施過程中遭遇到以下幾項困難與挑戰。首先，由於實驗教學橫跨了三個學年，期間會遇到學生升上高年級，導師更換的問題。本研究在招募實驗參與學校時都有就此議題與學校行政端討論，並得到了會全力配合的承諾。然而實際上在每個新學年還是都遇到了教師更換的問題。107 學年度有兩個班級更換了導師，所幸兩位新接手教師都同意參與研究，且學生的策略學習也才剛起步，教師銜接上的問題較小，本研究透過持續且

密集的教師訓練工作坊，協助兩位教師盡快掌握策略教學的做法。但到 108 學年度有 3 個班級新導師無意願參與排灣族科學閱讀課程的教學，協調後其中一班由原導師利用週末上課，另外兩班則只能流失。本研究雖盡力解決導師更替的問題，但不可否認教師因素極可能影響研究結果。第二，學校課外活動多，嚴重影響課程進度。原住民學校學生在運動、音樂上多有非常優秀的表現，再加上學生人數少，許多校際活動（運動、音樂比賽或表演）幾乎都是中年級以上學生就得參與。這些活動從準備到實際參加，通常需要一段時間的密集練習，常會借用原本規畫好的實驗教學時間。這對於屬於外加式的排灣族科學閱讀課程影響特別大，此課程的教學因此無法在 108 學年度第 1 學期末如期在一個學期內完成，而必須延至 108-2 開學後的一個半月，所有班級才完成實驗教學。

本研究在實驗教學的前、中、後，亦即在 106-1、106-2、107-1、107-2、108-2 五個學期的期末，都對實驗組與對照組學生實施閱讀成長的追蹤。不同年級群組的實驗組與對照組學生在 106~107 學年度四個學期在詞彙與閱讀理解的描述性資料，見表 7。為了解兩組學生在各時間點的差異情形，首先以 t 考驗檢視兩組學生在教學開始前 106-1 期末（前測）各項閱讀表現的差異，再以前測成績為共變項，教學處理為自變項，各時間點的各項閱讀表現分別為依變項，進行共變數分析。

群組一的結果顯示，實驗組與對照組學生在實驗教學開始前一學期（106-1）詞彙與閱讀理解的前測皆無顯著差異。實驗教學開始的第一個學期（106-2）期末，群組一顯現了在閱讀理解上的教學效果。在排除了 106-1 學期前測的表現後，實驗組在閱讀理解上顯著優於對照組（ $F(1,60)=8.02, p<.01, \eta^2=.118$ ），但在詞彙成長上未發現顯著的教學效果（ $F(1,60)=.06, p>.05$ ）。而在接下來的幾個學期中，兩組學生在詞彙和閱讀理解上都無顯著差異（ $p>.05$ ）。

另一方面，群組二卻有完全不同的結果。在教學前，實驗組與對照組在詞彙和閱讀理解皆無明顯差異（ $p>.05$ ），但在教學開始後則在各學期發現不等的教學效果。在詞彙部分，實驗組在 106-2 和 107-2 兩個學期的詞彙能力都顯著高於對照組（106-2 學期 $F(1,53)=5.98, p=.018<.05, \eta^2=.101$ ；107-2 學期 $F(1,53)=5.73, p=.02<.05, \eta^2=.098$ ），但在 107-1 和 108-2 兩個學期的詞彙能力卻無顯著差異

（ $p>.05$ ）。在理解部分，兩組學生只有在教學的第一個學期（106-2）沒有顯著差異（ $F(1,54)=.03, p>.05$ ），在接下來的 107-1 和 107-2 二個學期，實驗組學生的閱讀理解都顯著優於控制組學生（107-1 學期 $F(1,54)=5.39, p<.05, \eta^2=.091$ ；107-2 學期 $F(1,54)=6.31, p<.05, \eta^2=.105$ ），且在 108-2 學期的數理閱讀理解表現也顯著優於對照組（ $F(1,54)=6.76, p<.05, \eta^2=.111$ ）。

這些結果顯示，為期三年的實驗教學對這兩個群組的學生有非常不同的效果。對群組一而言，閱讀策略教學只在第一個學期的教學後能有效提升實驗組學生的閱讀理解，但在之後的兩年則不論是用一般文本或以科學文本的教學都沒有發現任何顯著效果。但閱讀策略教學對群組二學生的詞彙與閱讀理解都有相當明顯的效果，尤其是在閱讀理解上。從教學進行一年後開始，在排除了前測的影響後，實驗組學生的閱讀理解就顯著優於對照組，且此效果持續在第三年的數理閱讀理解仍然明顯。

為何有此年級群組上的差異？推測可能與學生接受教學的年級有關。群組二學生在四、五年級接受一般閱讀策略教學，在六年級實施排灣族科學閱讀課程，而群組一學生則是在三、四年級接受一般閱讀策略教學，在五年級實施科學閱讀教學。因此兩個群組教學成效的差異，可能反映了閱讀策略教學對年齡較大學童較有效，因此在五年級接受一般閱讀策略教學的群組二學生在詞彙與閱讀理解上有明顯的成長，但在四年級接受此教學的群

組一學生則無明顯進步。同樣地，在六年級接受排灣族科學閱讀課程的群組二學生在數理閱讀理解上有明顯進步，但在五年級接受同樣教學的群組一學生則無效果。再對照本研究第一次實驗教學的結

果，只有六年級原住民學生在閱讀理解的成長上優於同樣接受排灣族科學閱讀課程的一般學生，但五年級卻無此效果，這似乎顯示排灣族科學閱讀課程對於六年級學童會有比五年級學童較佳的成效。

表 7 第二次實驗教學實驗組與對照組學生在五個施測時間點的詞彙和閱讀理解表現

成分能力	年級群	學期	實驗組			對照組		
			N	M	SD	N	M	然
詞彙	群組一 三→五	106-1(三上)	43	-.016	.85	20	-.243	.59
		106-2(三下)	43	.227	1.02	20	.014	.55
		107-1(四上)	43	.618	1.16	20	.221	.77
		107-2(四下)	43	.654	1.14	20	.460	.88
		108-2(五下)	43	1.364	1.05	20	.908	1.20
	群組二 四→六	106-1(四上)	25	.014	.71	31	.017	.72
		*106-2(四下)	25	.218	.83	31	-.128	.58
		107-1(五上)	25	.546	.60	31	.310	.73
		*107-2(五下)	25	.761	.81	31	.373	.77
		108-2(六下)	25	1.116	.94	31	.829	.77
閱讀理解	群組一 三→五	106-1(三上)	43	13.30	5.30	20	12.75	5.11
		*106-2(三下)	43	15.72	6.17	20	11.60	5.01
		107-1(四上)	43	16.44	6.06	20	13.70	6.38
		107-2(四下)	43	15.28	6.38	20	15.00	7.02
		數理閱讀 108-2(五下)	43	10.28	4.97	20	9.75	4.63
	群組二 四→六	106-1(四上)	25	12.52	6.64	32	12.91	5.40
		106-2(四下)	25	12.92	6.34	32	12.88	5.53
		*107-1(五上)	25	15.44	7.05	32	12.34	5.70
		*107-2(五下)	25	15.68	6.91	32	12.53	4.73
		數理閱讀 *108-2(六下)	25	11.92	4.98	32	9.44	3.89

108-2 學期測量數理閱讀理解 (陸怡琮, 2017)

*與粗體字表示共變數分析顯示該學期兩組間有顯著差異。

在三年的實驗教學結束後，學生在回饋單中表達了他們對自己的學習與課程的看法。超過八成的學生非常同意或同意自己已經學會課程中所教的各種策略，也

了解為何要學習這些策略，也會嘗試將這些閱讀策略運用在其他學科與其他課外閱讀活動中。學生們對於排灣族科學閱讀課程的文本與課程也有相當正面的看

法。超過八成學生非常同意或同意認為文章雖然困難但很有吸引力，他們喜歡這個課程，認為這個課程對讀懂文章很有幫助，讓自己認識更多字詞、更知道如何讀懂文章、更喜歡閱讀、也覺得自己的閱讀能力進步。

參與實驗的教師們也對排灣族科學文本與科學閱讀課程有相當正向的態度。他們指出，回應學生文化的科學文本提高了排灣族學生的閱讀興趣，讓學生有意願閱讀長篇的科學文章：「文本與學生有連結，〔讓學生〕更願意去讀文章」（TC1090401F）。老師們也觀察到學生在閱讀能力上最大的改變，是變得「比較能處理自己遇到的閱讀困難，會想要自己解決不懂的問題，並且也有能力解決遇到的困難」（TE1090401F）。「藉由課文，〔學生〕更了解自己的文化，向老師介紹、分享排灣文化，也增加了認同感」（TB1090401F）也是老師們認為排灣族科學閱讀課程的重要效益。

柒、結語

「我的閱讀課—排灣族傳統生活中的科學」課程包含了七篇國小高年級學童適讀的排灣文化科學文本，教導學生運用各種閱讀策略，讀懂科學文本，學習文本中的科學概念。此課程的發展經歷了在排灣族國小高年級進行的二輪試探教學，依據教學中觀察到的問題與困難進行修正後，進行第一次實驗教學，再根據實驗的結果，對課程再次修訂後，再進行第二次實驗教學。實驗教學的結果顯示，在中年級先在語文課中教導學生閱讀策略的使

用，到高年級時再進行文化科學閱讀課程，能有效提升六年級原住民學生的閱讀理解、數理閱讀理解和詞彙。參與課程的排灣族學童對文化科學文本及課程都表達了非常正向的看法，他們喜歡這些與自己的文化和生活貼近的科學文章，也覺得課程對於提升自己的閱讀能力很有幫助。

此課程可以推廣到全國各地的排灣族國小，作為文化閱讀或文化科學的補充教材，讓排灣族學生可以透過這些文本學習傳統生活相關的科學知識。但要注意的是，排灣族不同部落對於類似傳說或文化意涵的細節常有差異，科學文本中呈現的文化細節可能與學生的經驗有落差，教師可鼓勵學生請教部落長輩做確認，或由熟悉部落文化的排灣族教師做說明。此外，這套課程也可推廣到非原住民一般國小，讓一般學生可以透過此課程對排灣族文化與相關的科學知識有更多的了解。

隨著原住民教育法的通過，辦理原住民實驗教育的原住民國中小學日漸增加。如何針對原住民學童的學習需求與特性，發展有效課程以促進其發展與成長，這仍有賴未來更多研究的投入。本文所提供的排灣族科學閱讀課程的發展歷程可做為原住民實驗學校或未來研究發展類似的文化回應課程之參考。藉由反覆的「教學—課程修訂」歷程及有系統地蒐集教學成效的實徵證據，才能確保原住民實驗課程的適切性與有效性，也才能提供原住民學生高品質的教育。

本研究蒐集實徵證據顯示，排灣族科學閱讀課程似乎較適用於國小六年級學童，對於提升其詞彙與閱讀理解都有明

顯的效果，但對五年級學童則未見顯著的效果。由此來看，此課程應可嘗試推廣到排灣族國民中學，以文化回應文本教導排灣族國中生運用閱讀策略來理解文本，對於正在發展學科閱讀能力的國中生可能很有幫助。未來研究可探究此課程在排灣族國中實施的情形並蒐集成效的證據。

參考文獻

- 李奇憲 (2004)。提昇國小原住民學生語文科學業成就之行動研究。花蓮師範大學多元教育研究所碩士論文。
- 何蘊琪 (2007)。「原住民文學」在語文教學之應用。《中等教育》，58 (4)，32-47。
- 何蘊琪、林喜慈 (2006)。文化回應教學之實踐與省思：一個多族群班級的行動研究。《慈濟大學教育研究學刊》，2，39-40。
- 洪儷瑜、陳心怡、陳柏熹、陳秀芬 (2014)。詞彙成長測驗。臺北：中國行為科學社。
- 高慧蓮、徐偉民、陸怡琮 (2017)。提昇國小中低數理與閱讀學習成就學童數理與閱讀能力之研究。行政院科技部專題研究計畫成果報告，補助編號：MOST103-2511-S153-002-MY3
- 高慧蓮、張靜儀、徐偉民、林志隆 (2012)。縮短學習落差：發展排灣族小學與幼稚園數理教學模組 (Pek-msim) 與科普活動 (Pek-psa) 之研究 (2/4 和 3/4)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，補助編號：NSC 99-2511-S-153-001 和 NSC 100-2511-S-153-001。
- 陸怡琮 (2018)。提昇原住民學童科學閱讀能力之研究。行政院科技部專題研究計畫成果報告，補助編號：NSC 102-2511-S-153-007-MY4
- 陸怡琮等人 (2021)。我的閱讀課—排灣族的生活科學(教學手冊)。臺北市：華騰文化。
- 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。
- Anders, P.L., Hoffman, J.V., & Duffy, G.G. (2000). Teaching teachers to teach reading: paradigm shifts, persistent problems, and challenges. In Kamil, M.L., Mosenthal, P.B., Pearson, P.D., Barr, R. (Eds.), *Handbook of reading research volume III* (pp. 719-742). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Au, K. H., and Carroll, J. H. (1997). Improving literacy achievement through a constructivist approach: The KEEP Demonstration Classroom Project. *Elementary School Journal*, 97, 203-21.
- Duke, N. K., Pearson, P. D., Strachan, S. L., & Billman, A. K. (2011). Essential elements of fostering and teaching reading comprehension. In S. J. Samuels & A. E. Farstrup (Eds), *What research has to say about reading instruction* (4th ed.). Newark, DE: International Reading Association.

Gay, G. (2000). *Culturally responsive teaching*. New York: Teachers College Press.

Kamil, M. (2010). *Adolescent literacy and textbooks: An annotated bibliography*. New York: Carnegie Corporation of New York.

National Reading Panel (2000). *Teaching Children to Read: Report of the National Reading Panel*. Rockville, MD: NICHD Clearinghouse.

Snow, C.E. (2010). Academic language and the challenge of reading for learning about science. *Science*, 328, 450-452.

原住民兒童科學閱讀研究的歷程與省思

陸 怡 琮

國立屏東大學教育學系副教授

【 摘 要 】

科學閱讀能力的提升是促進原住民學童科學素養的重要配套。在第二和第三期原住民科學教育計畫中，研究者執行的計畫探討如何透過文化科學讀本、閱讀策略教學與教師專業發展來促進排灣族國小學童的科學閱讀能力。本文說明研究執行的歷程，並對所遭遇到的問題與觀察提出省思，以作為未來原住民兒童科學閱讀研究的參考。

關鍵詞：科學閱讀、文化閱讀、研究歷程、排灣族、原住民國小學生

壹、前言

科學素養是 21 世紀世界公民必備的核心能力之一，以其內涵來看，「能閱讀並理解一般書報雜誌中的科學文章」、「能與人溝通討論」和「判斷文章中科學論點的有效性」都屬於科學素養涵蓋的能力（National Research Council, 1996），顯示閱讀能力與科學素養有密不可分的關係。

《科學教育白皮書》（科技部，無日期）指出，提供包含原住民等特殊族群均等且適合其個別差異的科學教育學習機會是我國科學教育的主要目標之一。有鑑於科學素養與閱讀能力的密切關係，在考慮如何提供原住民學童均等科學學習機會時，提升原住民學童閱讀科學文章的能力是不可忽略的層面。

高慧蓮、張靜儀、徐偉民、林志隆（2012）在第一期的原住民科學計畫發現，原住民學生的數理學習表現不佳，可能與閱讀力不足有關。研究者在第二期（2013-2017）開始投入此計畫，首先調查了排灣族四到六年級學童閱讀成分能力（識字、流暢性、詞彙、閱讀理解）的成長情形，發現排灣族學童在各閱讀成分能力的表現，都明顯落後同年級的高屏地區一般學童以及同樣處於偏鄉的一般小校學生（陸怡琮，2016）。

針對原住民學童的閱讀困難，研究者針對高年級學童，開發了文化回應科學閱讀教材和以教導字詞與理解策略為核心的原住民科學閱讀教學模組（Culturally Responsive Science Reading Instruction for Paiwan, CRSRI-P）（陸怡琮，2016）。在五個排灣族國小與三個一般國小進行

的準實驗教學結果顯示，雖然原住民學童對課程高度肯定，他們喜歡讀這些貼近其文化經驗的科學文本，喜歡科學閱讀課，也覺得課程幫助他們更懂得如何閱讀，但教學成效並未顯現在客觀的閱讀成分能力評量上。

有關閱讀低成就學生的介入教學研究指出，「早期介入」、「高成功率」、「長時間且密集」與「教導閱讀策略」是有效教學的主要原則（陳淑麗、曾世杰、洪儷瑜，2006）。據此來反思前期的「原住民科學閱讀課程」做法，雖是以教導閱讀策略為課程目標，但課程針對高年級學童，只在一學期中進行 14 週每週 2 節課，且文本難度偏高，顯然不符合「早期介入」、「長時間且密集」與「高成功率」等原則，可能因此使得教學效果未盡理想。

在教師素質方面，研究顯示，即使對照學生的家庭貧窮情形與語言能力後，教師素質依然是預測學生閱讀表現的最重要因子（Darling-Hammond, 1999）。教師需要熟悉各種有效閱讀策略，也要能充分理解閱讀策略教學的作法，才可能有效的進行閱讀教學（Williams, 2002）。研究者在第二期計畫針對原住民學校教師開發了科學閱讀教師訓練模組，此教師訓練課程包含了課程設計理念與課程規劃的介紹和各種閱讀策略運用與教學的實作練習，總計 15 小時。參與該訓練課程的原住民教師有超過 90% 在回饋問卷中認為此課程有助理解課程的設計與實施，也讓他們對策略的運用及教學做法更熟悉。但在實驗教學結束後的檢討會議中發現，教師仍對教學活動設計有諸多盲點。

反思此現象可能是因為教師只是教案的使用者，並未親身參與教學活動設計，因而對教案中教學規劃未必有深刻理解。

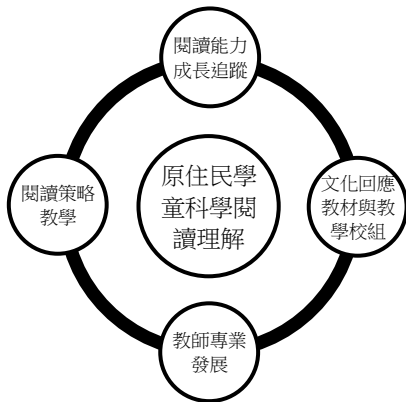


圖 1 研究架構

根據對第二期計畫結果的檢討，本研究在第三期（2017-2021）計畫調整作法：提早開始閱讀教學介入、降低文本難度、長時間且密集的教導學生一系列有效閱讀策略，並調整教師對教學活動設計的投入情形，期望協助原住民學生在中年級時發展策略運用能力，進而在高年級時能具備足夠的理解力讀懂科學文本。

以下針對第三期的研究重點與從歷程中所觀察到的現象與省思加以說明。

貳、重點發展與省思

一、閱讀能力成長追蹤

本計畫以標準化測驗來測量學生閱讀成分能力的成長，包含：國小識字量測驗（陸怡琮，2016）、國小流暢性測驗（陸怡琮，2016）、詞彙成長測驗（洪儷瑜等，2014）、國小閱讀理解測驗（陸怡琮，

2016），這些測驗皆有不錯的信效度，也都具有高屏地區常模可參考。自 106 學年度第一學期期末展開每學期一次的閱讀成長追蹤，在計畫期程內共實施了五次。各校的施測都是由研究團隊的施測員到校，為所有參與的學生進行識字量和流暢性的個別施測以及詞彙與閱讀理解的團體施測。

透過定期的成長追蹤，觀察原住民兒童的閱讀成長有以下幾點現象：

（一）識字量、流暢性及詞彙等基礎閱讀能力較不足：相較於高屏一般生的常模，原住民學生在識字、流暢性與詞彙這些閱讀基本能力上的表現都仍有相當的成長空間。找出能適用於原住民學童的中文字詞教學做法，是未來研究應聚焦的一個重點。

（二）較缺乏完成紙筆測驗的動機與應試策略：相較於一般學生，原住民學童明顯缺乏紙筆測驗的應試動機與策略。在理解測驗施測時，屢見學生不願耐下性子讀完文章，再回答問題，對選擇題亂猜答案，問答題隨意抄寫文章中的句子，應付了事。此外也常見學生遇到一個想不出答案的問題，就卡在該處，不知可以先跳過，最後有時間再回來思考，也有不少學生答題時未回到文本搜尋答案，只憑記憶選擇答案。如何加強原住民學童完成紙筆測驗的動機與應試策略，值得未來研究的探究。

（三）學校間與班級間的表現差異大：從歷年來實驗組與控制組各校施測的結果來看，不同學校甚至同校不同班級

間的閱讀能力差異極大，造成此差異的可能原因為何？要如何縮小這些

表現差異，讓所有學生都能有適切的閱讀成長？這有待未來研究的探究。



圖 2 識字量和流暢性的個別施測



圖 3 詞彙與閱讀理解的團體施測

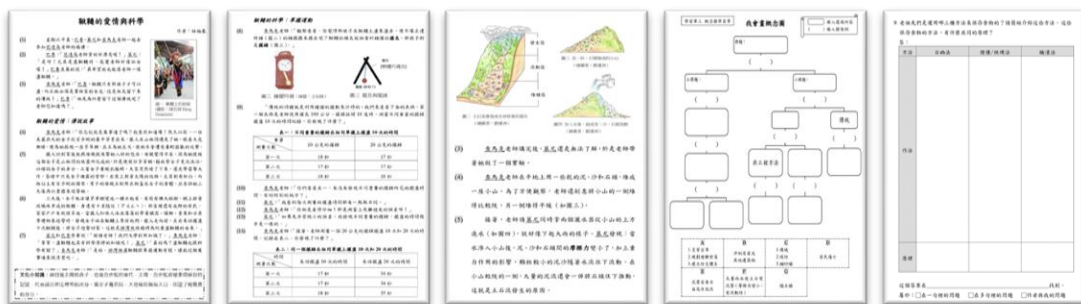


圖 4 排灣族科學閱讀教材示例

二、文化回應教材與教學模組

參考過去研究發現能促進科學閱讀理解的文本特性，研究團隊設計了一套國小高年級學童適讀、以排灣族文化為本的科學閱讀文本與教學活動設計。閱讀文本包括 7 篇回應排灣族文化的科學文章，內容涵蓋一個文化主題與一至二個符合國小高年級程度的科學主題。文章以學童熟悉的師生對話故事情境呈現，以虛構的二位排灣族教師和二位排灣族學童貫穿七篇文章，同時文章採科學類說明文常見的列舉結構撰寫，並以標題、次標題、粗體字標示主要和重要概念，也以圖表連結文字（見圖 4）。針對此教材，本研究設計

了為期 13 週，每週 2 節課的科學閱讀教學活動，期望學生能透過課程學會自主使用閱讀策略來監控並調整自己的閱讀理解。教學活動設計包含教師手冊與學生習作兩部分，教師手冊收錄了各課的詳細教案，並附有教學 PPT，供教師備課參考，學生習作則內含所有課程中會使用到的學習單與提示單。在實驗課程結束後，學生與教師都表達了對學生學習與課程成效的正向看法。

從本研究的發現來看，融入文化的科學閱讀教材能促進學生的閱讀投入，但從教材研發的歷程來看，發展文化回應教材遭遇到以下困難：

(一)不易招募原住民教師參與教材與教法開發

文化回應教材與教法的開發：文化回應教材與教法的開發需要有熟悉學生所屬族群文化又了解原住民學童能力與經驗的教師參與，才能設計出符合學生閱讀發展需求與文化經驗的教材教法。但由於原住民學校教師人數少，工作繁重，常還須負責補救教學、甚至夜光天使等課後學習扶助課程，因此計畫在招募教材開發團隊成員上遇到很大的困難。未來研究需思考如何能招募到更多熟悉學生文化的教師，特別是原住民籍的教師。

(二)兒童適讀的原住民科學讀本極為缺乏

本研究在坊間搜尋適用於原住民學童的兒童讀本，結果發現以原住民兒童為對象的科學讀本幾乎不存在。雖然原住民科學教育計畫已發展了三期將近 12 年，但各計畫多只發展出成人教師適讀的文本，再由教師口述文本內容給孩子聽，少有研究發展出兒童適讀的科學讀本。將原住民傳統文化中的科學轉譯為兒童適讀的文本，是要培養原住民兒童科學素養的重要養分，這有待相關主管機關去推動。

(三)部落間的傳說故事與文化詮釋不盡相同，文本很難一體適用

在開發文本的過程中發現，類似的排灣族傳說在不同部落中流傳的故事情節與文化詮釋經常有歧異，因此甲校教師根據在地傳說寫出的文本，乙校教師卻反應內容有誤，這使得文本很難一體適用於所有排灣族國小。未來在撰寫

傳說故事時，可註明是哪一個部落的故事，在教學時則由教師補充在地傳說的說法，以解決文本內容與學生文化經驗不符的問題。

(四)文化中科學議題難以有系統地對應

自然科學習內容：本計畫嘗試將文化科學文本的主題與國小自然科學習內容對應，但發現文化主題要完整的對應自然科學習內容是非常困難的。由此來看，文化回應科學文本應較適合作為自然科相關主題教學時的補充或自學教材。

三、教師專業發展

本計畫採取建構取向教師專業發展的作法(陸怡琮, 2017)，透過實務社群、教學實踐與教學省思等方式，透過閱讀教學專家的長期陪伴，發展參與教師對閱讀策略教學及排灣族科學閱讀教學的專業能力。所有參與實驗教學的排灣族國小教師以每學期 6 次的頻率，參加每次 2-3 小時的閱讀策略教學工作坊。在工作坊中，參與教師、熟悉策略教學的種子教師與閱讀專家(即研究者)形成一個實務社群，藉由專家解說與引導式的實作，發展教師對特定策略教學的初步理解。接著教師回到班級中嘗試所學到的策略教學，記錄教學省思，然後再回到工作坊中進行對話與討論，待教師們對該策略具備一定的熟悉度後，再導入下一個新策略。工作坊中進行的活動包含了理論基礎的解說、策略實作練習、排灣族科學閱讀課程的介紹、種子教師教學演示、教學共備與教學省思與回饋等(活動照片見圖 7~圖 12)，透過

循序漸進的作法，引導參與教師漸進地熟悉閱讀教學的理念與作法。每個學期的工作坊都有預定進度，但同時也根據教師的教學需求或疑問而做調整。這些參與教師在閱讀、科學與排灣族文化背景知識上的

個別差異，使得工作坊中的互動不只是由專家單向的回饋給教師，教師們也會彼此互為鷹架，就自己的專長提供同儕教師有效的回饋與建議。



圖 7 閱讀策略解說



圖 8 策略實作練習



圖 9 科學閱讀課程介紹



圖 10 種子教師演示



圖 11 教師共備



圖 12 教學分享及回饋

經歷了教師訓練工作坊的實踐，本研究有以下的觀察與省思：

- (一)專業團隊長期投入學校的教師專業發展，可帶入新的觀念與做法：研究團隊長期在學校深耕，不只促進了參與教師對閱讀策略的了解，也逐漸讓學校內其他未參與的教師開始有了閱讀策略教學的概念，甚至進而開始在班級中嘗試。
- (二)教學示範、實作、省思、回饋的循環歷程有助教師發展新的教學策略：計畫在教師訓練工作坊中透過專家示

範、教師實作、省思與回饋的循環歷程，來幫助教師發展策略教學的專業，由教師的回饋來看，參與教師普遍肯定此專業發展模式的有效性。

- (三)持續的專業發展歷程能協助新進代理教師的適應與專業發展：本計畫有兩位參與教師是初任的代理教師，每月1-2次的工作坊不只協助他們學習閱讀策略教學，也讓他們與實務社群中的資深老師有許多對於教學實務的討論與互動。兩位教師在回饋單中都表示，這樣的長期專業發展的支

持，對於新任教師對教學環境的適應與教學專業的發展都幫助匪淺。

(四)密集且定期的教師專業發展方案，需要學校大力配合：本計畫的教師訓練工作坊固定利用週三研習時間舉行，然而國小教師有多元任務與研習活動需要在週三研習時間完成。要能利用此時間在學校中進行長期密集的教師訓練工作坊，端賴學校行政端的配合，協助挪開其他研習活動或允許教師優先參與此專業發展活動。

四、閱讀策略教學

教師透過工作坊了解閱讀策略的理念與教學方法後，隨即開始在班級實施教學，透過漸進釋放責任直接教學模式（Duke et al., 2011）將瀏覽、理解監控、提問和概念圖等策略教給學生。此模式首先由教師說明策略內涵及適用時機與好處，接著教師以放聲思考示範策略的使用，然後學生在引導下進行策略的練習，教師視其學習情形逐漸釋放學習責任，直到最後學生能獨立使用策略為止（教學照片見圖 13～圖 18）。



圖 13 教師解說及示範



圖 14 教師引導討論



圖 15 小組練習



圖 16 學生獨立練習



圖 17 學生發表成果

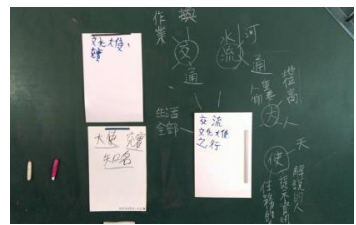


圖 18 教師補充及延伸說明

回顧此課程在各實驗學校的實施情形，本計畫有以下的觀察與省思：

(一)科學閱讀課程的適用時機：由於國小自然科的教學時數有限，也有既定要完成的教學內容，因此本研究原本希望將科學閱讀課程融合在自然課中實施，但學校與教師的接受度普遍不

佳，本計畫因而改在沒有進度與段考壓力的閱讀課中來實施。由此來看，要推廣此課程到排灣族國小，較適合利用閱讀課或文化閱讀課來進行。

(二)指導原住民學生如何讀懂科學文本是有必要的：從教學歷程的觀察可見，學生普遍缺乏從段落中摘要重點

或做推論的能力，若沒有教導學生這些技能，閱讀能力不佳學生其實無法從問答教學中受益。指導原住民學生如何使用摘要、推論等各種閱讀策略來讀懂科學文本，是要促進學生科學閱讀素養很重要的元素。

(三)先在語文課中學習策略運用，再遷移到科學文本：從第二期的計畫執行中發現，直接在科學閱讀課中教策略，難度較高，師生的負荷都極重。在本期計畫中，改為先在語文課中，以學生較熟悉的記敘文學習閱讀策略，然後才在科學閱讀課中將策略運用於閱讀科學文本，參與教師在回饋單中皆表示，此作法能有效減輕教師教學與學生學習的負荷，教學執行起來較不費力，學生也學得較為輕鬆。

參、未來展望

科學閱讀理解是科學學習中重要一環，能讀懂科學文章，學童才能自主學習科學新知。讓原住民學童在自己所屬的文化脈絡中學習，不僅可以學到傳統知識及與其相關的現代科學知識，更容易學會彈性的使用閱讀理解策略來監控與調整自己的科學閱讀歷程，成為能有效自主學習的科學文本閱讀者。過去八年本計畫已對融入文化的科學閱讀課程之課程設計與教學實施有了相當的成果，以此為基礎展望未來，以下是後續研究值得進一步探討的議題：

一、發展融入文化的語文科與自然科的統整性課程

本計畫所發展的科學閱讀課程是獨立於自然科課程外的。然而，科學素養的培養應是整合科學閱讀理解與科學探究活動，讓學生將閱讀到的科學知識與科學探究活動歷程與發現連結，以建立對概念的理解及科學思考能力。因此，未來研究可發展融入原住民文化的語文與自然統整性課程，並檢視其成效。

二、發展不同族群原住民學校適用的文化閱讀課程

隨著原住民教育法的通過，許多原住民國小紛紛轉型為實驗學校，這些學校需要發展文化相關的課程。因此未來研究可與原住民實驗學校合作，協助發展其族群專屬的文化閱讀或文化科學閱讀課程，培訓學校教師發展並檢視這些課程對促進原住民兒童的科學與閱讀學習的效果。

三、探討與原住民學童科學閱讀理解表現有關的因素，進而發展介入方案

國內有關原住民學童科學閱讀理解表現相關因素的基礎研究並不多，對於原住民學童的科學閱讀困難的原因為何，所知有限，因此未來研究應探討原住民學童的閱讀能力與各種認知（如：音韻能力、工作記憶、推論能力、摘要能力、理解監控能力、科學先備知識、科學詞彙……等）與動機因素的關係，再根據研究所得進一步發展教學介入方案。

參考文獻

- 科技部(無日期)。科學教育白皮書。107年1月10日取自
https://www.most.gov.tw/sci/ch/list?menu_id=aa20fc35-9772-47b2-b4e2-e39ce049c148
- 洪儷瑜、陳心怡、陳柏熹、陳秀芬(2014)。詞彙成長測驗。臺北：中國行為科學社。
- 高慧蓮、張靜儀、徐偉民、林志隆(2012)。縮短學習落差：發展排灣族小學與幼稚園數理教學模組(Pek-msim)與科普活動(Pek-psa)之研究(2/4和3/4)。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，補助編號：NSC 99-2511-S-153-001 和 NSC 100-2511-S-153-001。
- 陸怡琮(2016)。提昇原住民學童科學閱讀能力之研究。科技部專題研究計畫第三年期中報告，補助編號：NSC 102-2511-S-153-007-MY4。
- 陸怡琮(2017)。促進國小教師摘要策略教學的專業發展。師資培育與教師專業發展期刊，10(2)，59-80。
- 陳淑麗、曾世杰、洪儷瑜(2006)。原住民國語文低成就學童文化與經驗本位補救教學成效之研究。師大學報：教育類，51(2)，147-171。
- 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。
- Darling-Hammond, L. (1999). *Teacher quality and student achievement: A re-view of state policy evidence*. Center for the Study of Teaching and Policy, University of Washington.
- Duke, N. K., Pearson, P. D., Strachan, S. L., & Billman, A. K. (2011). Essential elements of fostering and teaching reading comprehension. In S. J. Samuels & A. E. Farstrup (Eds.), *What research has to say about reading instruction* (4th ed.). Newark, DE: International Reading Association.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Williams, J.P. (2002). Reading comprehension strategies and teacher preparation. In Farstrup, A.E., & Samuels, S.J. (Eds.), *What research has to say about reading instruction* (3rd ed.), pp. 243-260. Newark, DE: International Reading Association.

原住民族科學教育之我見、我思

(以科普活動提昇原住民族奈米科技新知暨生活科技教具研究)

施焜燿

國立屏東大學應用化學系副教授

【摘要】

研究者參與原住民族科學教育推動至今已經八年了。這些年來總是隨著耆老、部落人士及學校各級行政人員們一起學習與成長。對於不同文化有較深刻的瞭解後，才懂得為什麼原住民朋友總會說「您不懂我的明白！」。當主流文化的霸權沒有多元文化的思維時，以「科學中的文化、文化中的科學」，這種二元式分法的研究及評鑑，不同族群的聲音漸被遺忘。研究計畫目標主要是以發展原住民族生活科技教具與推廣活動提昇原住民認識生活科技新知。將生活科技知識自學術機構、學校、專業領域向下紮根普及於原住民族中小學教育，讓原住民族中小學師生有機會接受生活科技知識，動手做實驗並參與相關研究，也藉由閱讀教材之開發、教師增能進修之機制與課程規劃深根原住民教師有關生活科技新知內涵。在整個研究歷程中，首先是探究學生在科學的學習特性及困難、研發原住民族「認識生活科技新知」閱讀教材。另一方面也藉由「山林智慧與科技教具有樂營」的實驗教學讓原住民學童理解原住民的科學智慧。而教師專業成長也是我們長年藉由原住民師資在地深耕與擴展至不同原住民族群與不同區域，藉以提昇原住民學童之科學素養。科學是一種系統性的知識體系，它積累和組織並可檢驗有關於宇宙的解釋和預測，「原住民族知識體系」也是這地球上的一種系統性的知識體系，而在文化完形概念基礎上，期待原住民族的科學知識體系不會再被遺忘。

關鍵詞：科技教具、原住民文化、推廣活動

壹、參與原住民科學教育專題研究的歷程

一、提昇排灣族學童數理競爭力與科普活動之研究—子計畫三：以科普活動提昇原住民認識奈米科技新知之研究（參與原住民科學教育專題研究第二期）

（一）研究成果

1. 舉辦「奈米科技巡迴展」、「奈米科技體驗營」：本研究計畫籌劃「奈米科技體驗營」、「奈米科技數位學習體驗營」，在尋求與學校建立良好的研究夥

伴關係後，並按照與合作學校聯繫並配合時間。提供參與原住民地區與平地國中小學童動手做體驗奈米先進科技，擴大學習深度與廣度以達深耕認識奈米科技於屏東排灣族部落學校地區。

2. 配合建構數位學習系統：本計畫為探討原住民學校認識奈米科技新知，設計奈米科技新知等主題，以生動活潑、深入淺出的內容介紹。過程中採用***科技股份有限公司所提供電子書軟體編輯器編輯電子書，以育樂營的方式進行，推廣奈米科技新知。以下舉例說明：

編輯的電子書

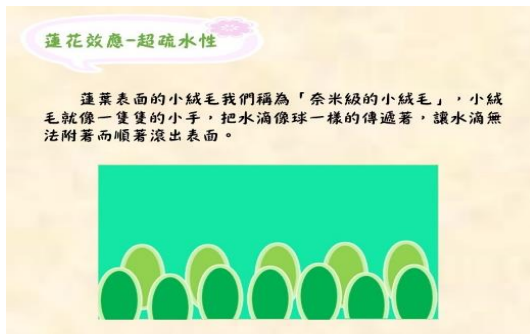


圖1 蓮葉表面具有 5~15 微米細微突起的表皮細胞，且上面覆蓋著奈米級的纖毛結構，此結構是造成蓮葉表面具疏水特性的原因

活動相片與資料蒐集討論

蓮花為原住民學童在校園中最常見的植物之一，因此利用蓮花的超疏水性及自我潔淨之特性，來提昇屏東地區原住民學生奈米科技之認知。



圖2 本實驗將臭豆腐利用光觸媒效應後的結果，結果顯示，利用太陽光後，果真能分解臭豆腐的氣味

講解完光觸媒與奈米級光觸媒的差異後，最後帶到光觸媒除臭的應用方面，利用實驗小影片與電子書內建的功能，能讓學童更能認識到奈米科技的相關應用與認知。

編輯的電子書

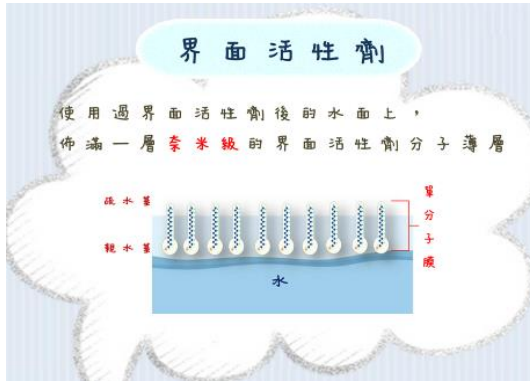


圖 3 介紹界面活性劑的基礎結構，及其特性，並且說明其形成奈米級分子薄層的原因

活動相片與資料蒐集討論

界面活性劑是一般生活中很常接觸到的用品，舉凡肥皂、牙膏等都屬於其一種，而其與奈米也有關聯性，利用這樣的特性來完成牙膏動力船的實驗，即可帶領小朋友用最簡單的方法認識奈米。

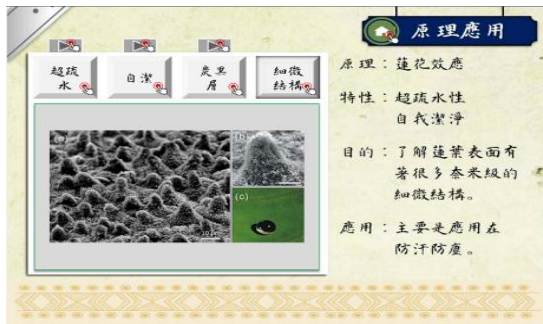


圖 4 多個按鈕在點選後能夠呈現出對應的圖片或是小影片，配合語音和文字作原理說明

分別以圖片、小影片等多媒體將枯燥的實驗理論說明改變成能夠使眼睛一亮的形式，再配合上語音的說明描述與文字的点題，事先給予小朋友在學習上的第一眼的興趣並且建立初步關於的蓮花效應與奈米科技的觀念。



圖 5 利用小劇場將石墨烯加入故事內容中將石墨烯依不同種類來介紹

利用重點整理的方式，依照幾個不同的項目來介紹石墨烯，以不同主題來介紹石墨烯，讓小朋友可以簡單明瞭的學習到石墨烯的構造及特性。

(二)發表相關研究論文(研討會)(篇)研究成果

1. 原住民學校認識奈米科技新知育樂營-變色的藍天。施焜耀、郭雅婷，數位電子書實務社群專業成長學術研討會，國立屏東大學，2015年1月。
2. 原住民學校認識奈米科技新知育樂營-黑色驚奇。施焜耀、韓鎮遠，數位電子書實務社群專業成長學術研討會，國立屏東大學，2015年1月。
3. 認識奈米科技新知原住民活動-動物中的奈米。施焜耀、巫毓翊，數位電子書實務社群專業成長學術研討會，國立屏東大學，2015年1月。
4. 原住民學校與奈米科技新知-奈米科技在現代生活的應用。施焜耀、郭宗杰，數位電子書實務社群專業成長學術研討會，國立屏東大學，2015年1月。
5. 原住民學校發展奈米科技電子書之研究-變色的藍天。施焜耀、巫毓翊、韓鎮遠、戴呈宇、黃琇伶，2015年兩岸原住民族少數民族數理科教學理論與實務學術研討會，國立臺東大學，2015年12月。

(三)出版品：開發科普活動教材十份，電子書十份。

(四)推廣活動：配合總計畫進行原住民師資對數學、科學、科學閱讀與奈米科技新知的培訓，以下為相關圖片：



圖6 南排灣族原住民學校教師(地點：F國小)參與奈米科技新知講座



圖7 中排灣族原住民學校教師(地點：N部落)參與奈米科技新知工作坊

在數位電子書開發，配合子計畫二動畫式數位電子書製作課程：例如奈米的足跡、奈米科技在現代生活的應用、奈米科技的發展與未來、動物中的奈米、植物中的奈米共五份進行設計。實驗教材則完成奈米金寶寶的成長、蓮花效應實驗-奈米碳傘、蓮花效應實驗-黑色驚奇、認識光觸媒-除汗、認識光觸媒-除臭等五份則繼續努力中。期望完成數位電子書後，將定期團隊會議中討論教案電子書呈現技巧外，將擇日於學校試用數位學習模式試教以估未來電子書融入奈米科技對原住民

學生在奈米科技新知的提昇。

(五)雲端平臺、網站，請附 QR Code：

網站

<http://paiwan.nptu.edu.tw/Course/BookCase.aspx?cid=122504>



(六)研究相關圖片、表格或相關資料，資料以呈現研究成果、亮點為主；

1. 研究相關圖片、表格或相關資料

計畫研究團隊今年主要的重點是持續精緻化數位電子書的內容，目前正開發的電子書，在數位學習單元規劃上分為閱讀版與實做版，期能在科普活動過程中深耕科學。另一方面，配合電子書的開發，

相關的教師手冊、教案與學習單持續一併進行中。

2. 研究成果、亮點

(1)研究成果亮點 1

計畫以生動活潑、深入淺出的內容介紹奈米科技新知。過程中使用奈米科技教材編輯電子書軟體，藉由「奈米科技新知體驗活動」方式進行，推廣奈米科技新知。

(2)研究成果亮點 2

持續以「認識奈米科技新知」科普活動提供原住民學童奈米新知、並將發之排灣族「認識奈米科技新知」閱讀教材建構數位學習系統。



圖 8 PZ 高中奈米科技體驗營



圖 9 高中生科學營



圖 10 WA 國小奈米科技數位學習體驗營



圖 11 T 國小奈米科技學習活動



圖 12 數位電子書奈米小劇場



圖 13 牙膏動力船電子書開發



圖 14 奈米展海報



圖 15 科普活動閱讀教材設計



圖 16 活動手冊

(3) 研究成果亮點 3

進行奈米科技數位學習體驗營活動，以界定學習者對於數位學習系統的需求與適應性。共開發科普活動教材十份，電子書十份。總計約 979 名學童參與近三十場的奈米科技體驗營活動與數位學習活動。

活動名稱	場次
奈米科技新知巡迴展	7
奈米科技體驗營	15
奈米科技數位學習體驗營	7
排灣族偏鄉教師奈米科技新知研習	2
電子書開發(含教案、學習單、閱讀手冊)	10
總參與人員約 979 人	

(七) 下一期程的展望

1. 自我期許

原住民學校認識奈米科技新知，學習奈米科技融入教學的目的與環境等，但原住民學校對於認識奈米科技新知，不管是學校行政、老師、學生等皆感陌生，又無經驗可供參考，因此實施時常常遭遇困難。為了排除以後實施上的困難，建議教育主管單位與原住民學校可在短時間內完成下列事項，而本計畫也會努力協助：(一)原住民學校認識奈米科技新知，老師與學生電子書操作能力的培訓及融入教學的校園電腦環境之建立。(二)原住民學校認識奈米科技新知教學認知的推廣、教材教法的編製研習、軟體資源的發展與推行。

2. 展望

許多原住民學區位處於山區，在新興科技資源的取得上都比都市學校不足與不便，因資訊的接受上較為缺乏，而導致學習表現上比都市學生較為低落，但現今網路資源的盛行，網路的盛行打破了空間上的藩籬，不僅能使資訊上的傳遞更方便，更能改善原住民學童學習資源上的缺乏，因此透過原住民已知的相關知識融入奈米科技電子書，再利用「奈米科技新知校園巡迴展」活動模式，使更多原住民學童瞭解到奈米科技與自己居住環境生活的相關性，經由奈米科技的推廣，落實屏東地區原住民學童對於奈米科技之認識與認知。

(1) 持續舉辦「認識奈米科技新知育樂營」

教學實驗，透過培訓活動，提供屏東排灣族地區各校學習及成長空間，並能建立本校發展奈米教材與課程之特

色，展現多元豐富之教育內涵；藉由理論與實際應用相配合，提升參與計畫學生專題研究能力。

- (2) 配合總計畫規劃深根部落舉辦「認識奈米科技新知前進部落」，藉由活動之推行改善偏遠地區學童認識奈米科技新知教育學習之落差，提出「創新認識奈米科技新知主題式模組學習之人才培育」模式，由學生具有的生活經驗為起點，設計出具有多元目標與跨領域的教學模組。

二、以文化完形發展原住民族學童數理與閱讀教學模組暨建置數位學習平台之研究-發展原住民族生活科技教具與推廣活動之研究 (參與原住民科學教育專題研究第三期)

(一) 原住民族生活文化田野資料蒐集亮點

1. 「風倒木」(漢人稱為漂流木)文化田野資料蒐集

部落大學校長與部落居民帶者研究者認識「風倒木」(漢人稱為漂流木)之利用，原住民「就地取材」是效法自然的思維...，原住民的科學是「智慧」，耆老說我們的「知識」就是我們的科學，因為我們不喜歡說一大堆，而要問你是否曾經做過，原住民文化的傳承是從「實作」中，再「建構理論」，最後精緻化屬於「個人的創作」(如圖 17)。部落人士以為我們是要做一「商品化童玩」，然而我們原住民的科學，就在你親身親為後，把科學智慧傳遞給你(如圖 18)。例如該如何選取與製作過程，才是原住民老祖先要傳

承的智慧。因此在採集與動手操作的過程中，我們才能夠把「文化完形」給確實的記錄下來。正如杜威名言「教育不是為生活做準備，而是生活的本身」，是為本研究亮點之一。

目前「學生」的實作經驗十分貧乏(如圖 19)，與整個自然世界的連結也很受限，以致於他們需要一個管道能給他們整片自然現象的森林來探索(如圖 20)。



圖 17 文化傳承從「實作」中，「建構理論」



圖 18 原住民科學在親身親為後傳遞給你



圖 19 目前「學生」的實作經驗十分貧乏



圖 20 原住民的科學得親身體驗



圖 21 我們是否真正仔細聆聽呢？



圖 22 跟著 Vuvu 們動手做與仔細聆聽原住民族對自然的觀察和瞭解



圖 23 原住民「風倒木」利用之童玩車



圖 24 此輪軸及槓桿應用「物品」，存在於原住民的日常生活中

所以許多人常有刻板印象，認為學習原住民族科學是很困難的事，但是我們是否真正仔細聆聽呢（如圖 21）？且要有原住民族文化基礎，其實原住民族科學最核心部分是親身親為跟著 Vuvu 們動手做與仔細聆聽原住民族對自然觀察和瞭解（如圖 22）。因此課程設計以落實原住民科學生活化，並提昇學童的科學素養與興趣為目標，著手將原住民生活中用品設計成簡單實驗與製作科學技術童玩教具（如圖 23），藉著親身動手操作的進行，來體驗原住民族在生活中的美，進而引導應用於日常生活中（如圖 24）。很快地

我們會發現原住民族的科學與科技是如此簡單，如此原住民化、生活化、實用、美好。而且在這樣的課程設計中，每一個原住民科學技術童玩教具動手作都可以帶回家去，當作傳承原住民文化與家庭、朋友間知性的消遣。

2. 「舊筏灣」文化田野資料蒐集

研究者陪同屏東縣部落大學校長及一群國立**大學原住民族專班學生（如圖 25），造訪舊筏灣部落（如圖 26），這部落是排灣族與魯凱族祖先的發源地，是一個居高臨下的地理優勢。



圖 25 國立**大學原住民族專班學生



圖 26 研究者與拉夫琅斯·卡拉雲漾



圖 27 排灣族人傳統建築-石板屋



圖 28 自然景觀中裡聆聽部落歷史的解說

目前舊筏灣部落稱沒有電的部落，到了部落內，沒有電一切回歸原始自然生活，感受在這部落古老文化中，要盡情的享受著排灣族文化的薰陶。石板屋（如圖 27）是排灣族人傳統建築，因應自然環境的需求就地取材。由於在臺灣南部的山區到處都有裸露的灰黑色板岩和頁岩，取用十分便利，因此排灣族的家屋便以當地盛產的岩石為主要建材，即俗稱的石板屋，成為排灣族獨特的文化表徵之一。在這自然景觀中裡聆聽部落歷史的解說（如圖 28），當時舊筏灣部落因故被迫遷村 40 幾年…，現在因為有心人士陸續回到部落裡，完全採用傳統工法，親力親為原地原屋重建石板屋部落，讓舊筏灣部落得以重建當時舊有風貌。

根據多元文化教育的觀點，原住民族文化表現都具有獨特的科學，耆老透過口傳或活動授予知識，讓文化得以傳承。換言之，無論是西方現代科學或原住民族科學，均可視為科學知識的一種類別。科技的發展因以在地文化為起點，貫穿原住民族群族人熟悉的日常生活事物，提供空間與時間讓族人思考或

想像故事的後續發展。

研究者認為如果採用在地文化的題材作為學習媒介，族人在其生活可以看到題材中所提到的實體，更重要的是題材中所涉及的文化情境，仍然還保存在部落族人的生活世界中，使族人有機會在學習過程中重新建構故事，使整個相關的故事情節與所涉及的主體文化產生新的意義。因此這一趟的文化田野資料蒐集，有著豐富的山林植物等原住民族傳統智慧，是為本研究亮點之二，需要努力學習文化並且消化與吸收後，做為未來發展原住民族生活科技教具題材。

貳、參與原住民科學教育專題研究的回顧

一、「原住民族科技教具」—望嘉國小

(一)原住民族科技教具-空氣偵測器

在面對排灣族文化中的傳說或日常生活，針對排灣族生活文化田野資料蒐集，做為發展排灣族生活科技教具題材。曾有原住民族研究學者參與部落活動時，登高在屏東山區，望屏東平原看去，

高高屏一片霧茫茫地，因此感慨說：「山下的人們，您們呼吸還好嗎？」讓研究者塗發想到可參考目前行政院環境保護署空氣品質監測網，空氣品質指標（AQI）如圖 1。

再由研究團隊成員中以 ARDUINO UNO（如圖 2）+gp2y1051au0f（如圖 3）+LCD 螢幕（如圖 4）+蜂鳴器（如圖 5）+LED（如圖 6）+12V 電源（如圖 7）等電子器材；從重初始定義腳位及元件，接綠燈、接黃燈、接白燈、接紅燈、接藍燈、接紅燈、接蜂鳴器；Start PM2.5 Sensor 預設 RX 腳位，int out;int pos;int data;int sum;int incomeByte [7]；來設置 LCD 模

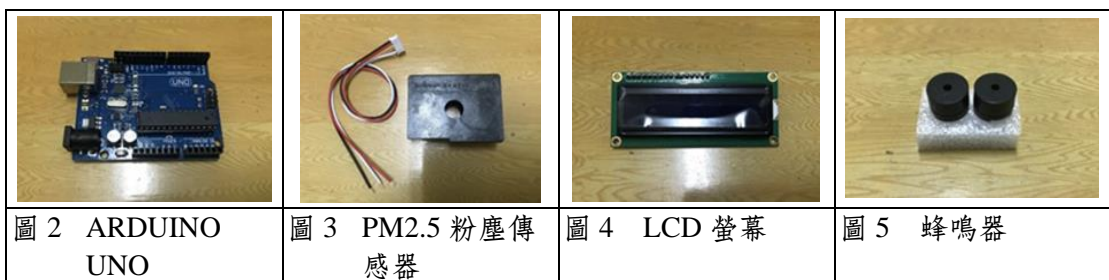
組 LiquidCrystal_I2C lcd（0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE）；設定 LCD I2C 位址，開啟通訊 port 2400 baud Serial.begin（2400）；開啟 LCD 螢幕……等程式碼。完成原住民族科技教具-空氣偵測器（如圖 8、圖 9），這是實驗教學時能夠有實物與原住民學童共同探討目前空氣汙染情形的科技教具。

因此以 ARDUINO UNO 開發版設計完成的「原住民族科技教具-空氣偵測器」，與學校自然與生活科技課程的概念作連結，對應科技的教具之初探，此「原住民族科技教具-空氣偵測器」的數據及融入原住民文化之相關生活情境感等。

空氣品質指標 (AQI)	0 ~ 50	51 ~ 100	101 ~ 150	151 ~ 200	201 ~ 300	301 ~ 500
對健康影響與活動建議	良好	普通	對敏感族群不良	對所有族群不良	非常不良	有害
狀態色塊						
人體健康影響	空氣品質為良好，污染程度低或無污染。	空氣品質普通；但對非常少數之極敏感族群產生輕微影響。	空氣污染可能會對敏感族群的健康造成影響，但是對一般大眾的影響不明顯。	對所有人的健康開始產生影響，對於敏感族群可能產生較嚴重的健康影響。	健康警報：所有人都可能產生較嚴重的健康影響。	健康威脅達到緊急，所有人都可能受到影響。

資料來源：行政院環境保護署

圖 1 空氣品質指標（AQI）



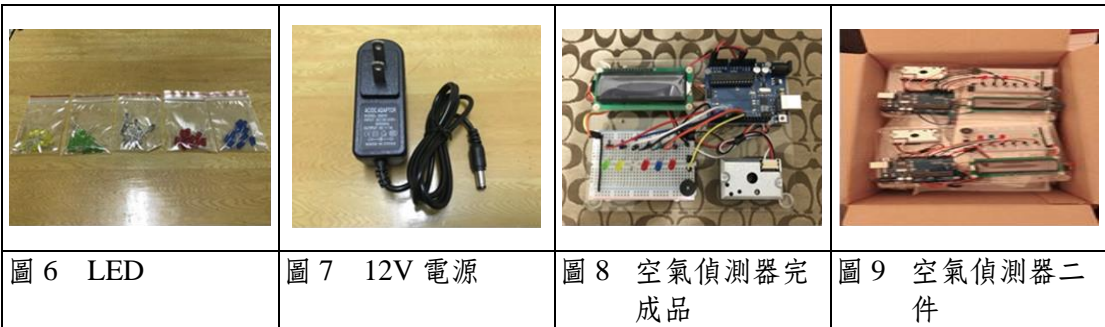


圖 10 望嘉國小教導主任介紹研究團隊成員及研習課程



圖 11 參與的教師

(二)原住民族科技教具-空氣偵測器到

「望嘉國小教學與課程之教師研習」

2019年9月18日，研究團隊成員自行舉辦進行原住民族生活科技教具與推廣活動師資培育於望嘉國小（如圖10、11）。與會望嘉國小教導主任認為這就是他一直想努力追尋的課程，因此希望本研究團隊成員能夠繼續保持密切的聯繫與夥伴關係。

引發研究團隊成員與合作教師，努力將為學校與學校課程發展結合。因此，研究團隊成員與原住民籍教師想努力創造一個經過專家學者設計的課程。家庭、學校、社會三角關係都很重要，原住民籍教師表示原住民的紋身是榮耀的象徵，男生必須獵到山羌；水鹿；山豬分享給族人，或過

去的獵到人頭，對部落有貢獻。女生則是要很會手工，pulima是巧手的意思。紋身是關乎「品行」與「技藝」的表現，是需要透過部落會議的認證（如同現在的證照制度），如今有人重新推動這文化的保存。

二、「原住民族科技教具」—武潭國小

(一)原住民族科技教具-趕鳥器

多元文化教育是一個新興教育改革運動，它強調尊重文化差異與追求教育均等、提升弱勢族群的學業成就、瞭解與支持文化多樣性等（劉美惠，2016）。近年來，臺灣跟上世界各國的腳步，在多元文化教育（Multicultural Education）觀點影響，對於原住民族科學教育極為關心與重視！因此本計畫進入部落採訪，探究學生在「認識科技與科學發展」的學習特性及

困難、界定學習者對於文化特色之生活科技教具開發方向，進而開發融入排灣族文化科技教具。

本研究主要發展排灣族生活科技教具，讓排灣族學校師生有機會接受生活科技知識，動手做。探究學生在科學的學習特性及困難，研發排灣族「認識生活科技新知」、界定學習者的需求之活動模組與生活教具之開發，並進行實驗教學。研究中藉由耆老訪談、田野調查並舉辦原住民族學生動手做體驗特色教具開發過程，擴大學習深度與廣度。研究以排灣族傳統趕鳥器原理為例，經由 Arduino 微電腦科技製作成趕鳥器科技教具，並於數所原住民族學校試教，將原住民族文化特色教具開發推廣至原住民族部落學校地區。

各項工作內容敘述如下：

1. 文化與科技對話：本計畫之研究對象為原住民族學童，內容將清楚包含原住民族文化與科技發展的對話，例如對人的生活的衝擊或影響，包括價值觀之討論等，研究者如何融入原住民族文化製作科技教具。
2. 教學策略：教學策略則特別具體描述如何延伸/擴展原住民族學童的學習經驗。推廣方式將採用「科技與科學發展」文本閱讀、以發展探究和分析的能力。
3. 研究架構：研究者先以研究架構階段說明，以文化完形進入部落採訪，探究學生在「科技與科學發展」的學習特性及困難、研發系列讀本，原住民族文化特色教具開發為主原住民族文化田野資料蒐集。

科技產品被人們創造出來，便是為了能節省工作，把時間花在更重要的事情

上。從前種稻，人們帶著鋤頭到田裡，舉上舉下的將土撥鬆…，省下力氣與許多時間。然而，時代的進步之快，如今全改用機器，不出幾小時幾畝田的土壤就可以播種或育苗，實在方便又快速。經過幾個月的辛苦看著小米漸漸長大，除了農夫們在觀察小米，成群聚集在樹上的麻雀們（圖 12）更是摩拳擦掌在等小米的成熟（圖 13），若在收成之前被麻雀吃光光，那辛苦地耕種都會變成麻雀的食物了。

因此農民開始以主動或被動的方式來嚇阻麻雀或其他小動物覓食，例如：敲打鐵器、施設捕鳥網、…。有鑑於科技之發達，感測器的功用日新月異，漸漸地可以取代簡單的監視活動，再配合蜂鳴器，施放警報，嚇阻小動物的入侵。為了不施設鳥網造成小鳥被網子纏住而犧牲。因此本作品試著以多顆感應器連接主機板，並接上蜂鳴器或燈光，取代農夫趕鳥而非捉鳥的工作。讓辛苦的農作能被保護，同時也對於小動物不造成危害。麻雀可以於四面八方襲來，但不會從農田一側跳進田裡，因此感測器的感應主要感測空中飛下稻田的小鳥，將感測器的水平拉抬到小米成熟的高度，使小米不容易誤觸感測器，當小鳥由空中下降並試圖停留於小米上，便會被感應器偵測到，並由程式觸發警報（如圖 14）。

實驗教學以鳥類的自然生態與趕鳥器為主題，先以排灣族母語喚起學童對於母語的知識，麻雀族名：tali，進而討論麻雀會不會消失的議題…。最後排灣族的趕鳥文化，來自祖先 Vuvu 與麻雀們的約定，因此有了趕鳥的相關行為與活動及科

技教具誕生，可以讓原住民族學童親自動手測試感測器的功能，並探討相關聲音的產生與原理（如圖 15）。

(二)趕鳥器到「武潭國小教學與課程之教師研習」及從原住民族科學教育到

I-STEM 課程概念與實施模式

2019 年 12 月 17 日，研究團隊成員自行舉辦進行原住民族生活科技教具與推廣活動師資培育於武潭國小-平和分校（如圖 16~19）。



圖 12 聚集成群在樹上的麻雀



圖 13 成熟的小米穗



圖 14 模擬的小米田與感測器



圖 15 原住民族學童親自動手測試



圖 16 武潭國小平和分校教導主任帶領教師參與的研習課程

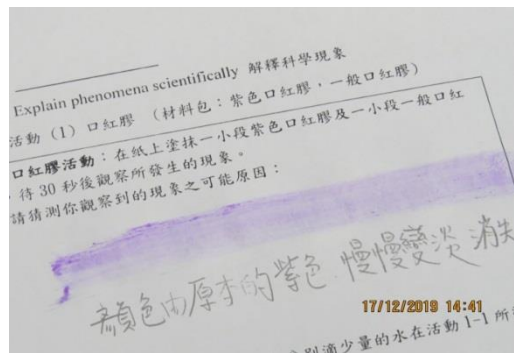


圖 17 科學探究學習單參與教師的答案



圖 18 課程活動緊湊讓平和分校的教師願意參與研習課程



圖 19 參與教師得親自動手體驗科學的課程



圖 20 引起動機的疊疊樂科學活動



圖 21 參與的教師彼此分享學習科學樂趣



圖 22 需要聚精會神的科學活動



圖 23 教師團隊成員仔細聽如何從不同的 STEM 課程觀點看原住民族科學智慧如何融入 12 年國教的 19 項議題

研究團隊成員認為原住民族科學教育活動的實施，不論是認識原住民的文化，原住民族科學校學活動，含原住民文

化內涵的科學課程內容，對培育具原住民族文化素養的老師等等都應努力擴及全臺灣的兒童與老師，唯有透過全體師生的

學習，才能夠讓彼此互相瞭解，才能夠互相尊重文化上的差異，減低偏見與歧視的可能。因此，研究團隊成員推動，從原住民族科學教育到 I-STEM 課程概念與實施模式，原住民族生活科技教具與推廣活動師資培育。

參與教師得親自動手體驗科學的課程，才能夠把學習科學的感受傳達給原住民族學生。

(三)空氣偵測器到「武潭國小教學與課程之教師研習」-從不同的 STEM 課程觀點看原住民族科學智慧如何融入 12 年國教的 19 項議題

2020 年 1 月 7 日本研究子計畫四，研究團隊成員自行舉辦進行原住民族生活科技教具與推廣活動師資培育於武潭國小-平和分校(如圖 20~23)。Gay(1974)指出許多老師對少數民族(原住民族)的學生是採負面情緒在溝通，且以負向言語與非語言和學生互動。因此，與原住民族學校教師一同探討如何因應十二年國教，希望能夠讓第一線的教師確實瞭解，教師如何呈現科學與科技教材的方式會影響原住民族學生如何看待自己。教室中老師面對科學的態度、行為與知覺對學校中的社會性氣氛與學生學習科學與數學態度有很深的影響。

教師團隊成員一同探討如何從不同的 STEM 課程觀點看原住民族科學智慧如何融入 12 年國教的 19 項議題。

(四)「智慧科技石板屋」

研究團隊成員從第三年起，開始利用科技教學，介紹原住民族地區的老師關注與使用 LIS (Learning in Science) 情境科

學教材的影片，其中主要有物理與化學兩大分類。在探討大氣壓力-托里切利的發現，本以為研究團隊成員可以解釋清楚大氣壓力的教學。結果系統思考的學習讓研究團隊成員更加清楚如何辨識系統內與系統外的系統思維的重要。理想氣體定律是高中的物理與化學都有提到，印象中只有計算，沒想到經由舉例的每一個實驗更是讓研究團隊成員躍躍欲試，並且親自動手作好幾組與原住民族學校教師及原住民族學生玩探究與實作，來增進自己的教學知能。例如大氣壓力-托里切利的發現，從亞里斯多德不相信真空的存在，到伽利略(1564—1642)是最早相信原子的存在的學者之一。但是要讓人們接受原子論，首先必須解決一個問題：真空到底存不存在？托里切利的發現-真空的存在，實證發現探討到深超過 10 公尺以上的水井抽不到水，並證明出大氣壓力的大小，76 公分水銀柱=1033.6 公分水柱的概念。

畢竟，研究團隊成員面對的是屏東地區的原住民族國中小學生，小學的自然與生活科技重點在讓學生瞭解及探究科學，國中有些運算的過程，然而對學生而言科學家的重要發現只是增加他們的考試壓力，一點也不會覺得有多麼的偉大及重要。然而身為科學教師的責任就是一、用科學解釋清楚；二、能夠設計科學實驗與科學探究教學；三、引導學生解釋圖表證據，用科學數據說話，讓學生能夠對科學保有好奇心，願意持續探究科學新知。另外，此文章中的系統思考的評分標準更是我想努力學習的重點。因為，之前有看過學習進程的研究，提到傳統評量模式已

由教、學、評量的單向性結構，轉變為教、學、評量同時並進的新評量趨勢。其中，教、學與評量同時並進的動態評量歷程（引自 Puckett & Black, 1994, p. 34）。

智慧科技石板屋的特色，功能與設計，是研究團隊成員與高慧蓮教授專案助理於排灣族耆老拉夫琅斯·卡拉雲漾平和部落的家中訪談資料。光學二字，拉夫琅斯·卡拉雲漾耆老幫我們開啟了智慧石板屋的設計理念。因此未來於實驗原住民族學校進行推廣時，教、學、評量是同時並進的新評量趨勢。什麼是科學？科學讓我們到達目前所知道的。而且，特別提到如何解釋科學史的認知與學習，重點在探討科學家如何用實證的實驗來使科學一步一步往前進，這就是科學革命的本質。科學革命的結構-科學歷史能做甚麼？常態科學如何產生；常態科學的本質；“常態科學”的解謎活動；典範的優先性；異常現象與科學發現之產生；危機與新理論的建構；對危機的反應；到科學革命的本質及其必要性；科學革命是世界觀的改變。

石板屋的整體造型是參考總計畫郭東雄教授的石板屋圖，經由研究團隊成員從木棒棍籬型屋（如圖 24），裡面除了排灣族人的居住屋以及祖靈柱外，也設計了豬的通道（如圖 25），再轉換為真實石板屋。

研究團隊成員為了收集石板（如圖 26），是從南和部落一直溯溪往上，在路邊發現的建築後的廢棄石板，成員們不辭辛勞的模擬蓋石板屋（如圖 27）其中的屋頂設計更是需要田野資料（排灣族族人

夢見蛇或魚的鱗狀）的概念來排列不滲水。因此，屋頂是有排水功能堆疊。

本作品是排灣族石板屋能夠冬暖夏涼，其中有著科學原理，例如傳導、對流、輻射等熱能有關的應用，未來教、學、評量如何讓原住民族學生，學習帶著走的科學素養呢？另外，智慧石板屋未來試著以多顆感應器連接主機板，並接上蜂鳴器或燈光，保護著如果有人想接近石板屋破壞的警告裝置，因為排灣族的傳統建築，是因應氣候環境需求而就地取材。

「政府很像為我們開了一扇門，卻關上了所有的窗。」石板屋的石板要去哪裡採集呢？這是研究團隊第一個遇到的問題，現在就連原住民族個人申請採集石板以修繕石板屋，都是難上加難，更何況我們研究團隊要組成的石板屋模型。真的感謝祖靈的幫忙，讓我們知道石板的產地相關條件，也因為之前的田野經驗，讓我們熟知有人會將建築廢棄的石板沿溪丟棄。所以，研究團隊的模型石板屋就這樣誕生了！

三、108學年度舉辦「原住民族文化特色科技教具教學與課程之教師研習」

（一）來義國小原住民族文化特色科技教具教學與課程之教師研習

2019年9月4日配合本子計畫三：文化文本與閱讀策略教學，在來義國小舉辦「原住民族文化特色科技教具教學與課程之教師研習」，而本研究為子計畫四，則進行原住民族生活科技教具與推廣活動師資培育（來義國小），如圖 32、33。



圖 24 木棒棍雛型石板屋



圖 25 排灣族人的居住屋以及祖靈柱外，也設計了豬的通道

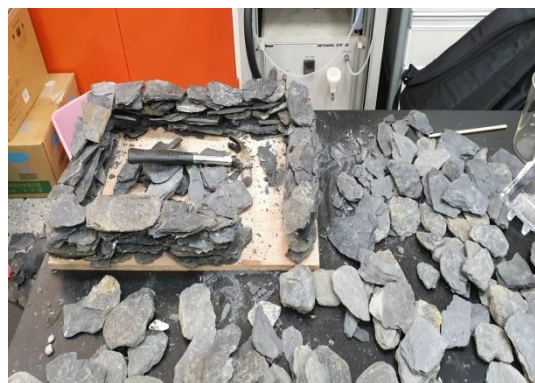


圖 26 研究團隊成員收集石板，是從南和部落一直朔溪往上，在路邊發現的建築後的廢棄石板。



圖 27 石板屋的屋頂設計更是需要田野資料(排灣族族人夢見蛇或魚的鱗狀)的概念來排列



圖 28 團隊成員分工友人組裝，有人攝影才能夠完成紀錄



圖 29 團隊成員分工合作，未來教、學、評量如何讓原住民族學生，學習帶著走的科學素養呢？



圖 30 石板的大小需要修，一塊一塊敲碎再組裝



圖 31 細心關注智慧石板屋屋頂的設計



圖 32 研究團隊成員介紹在地的二峰圳



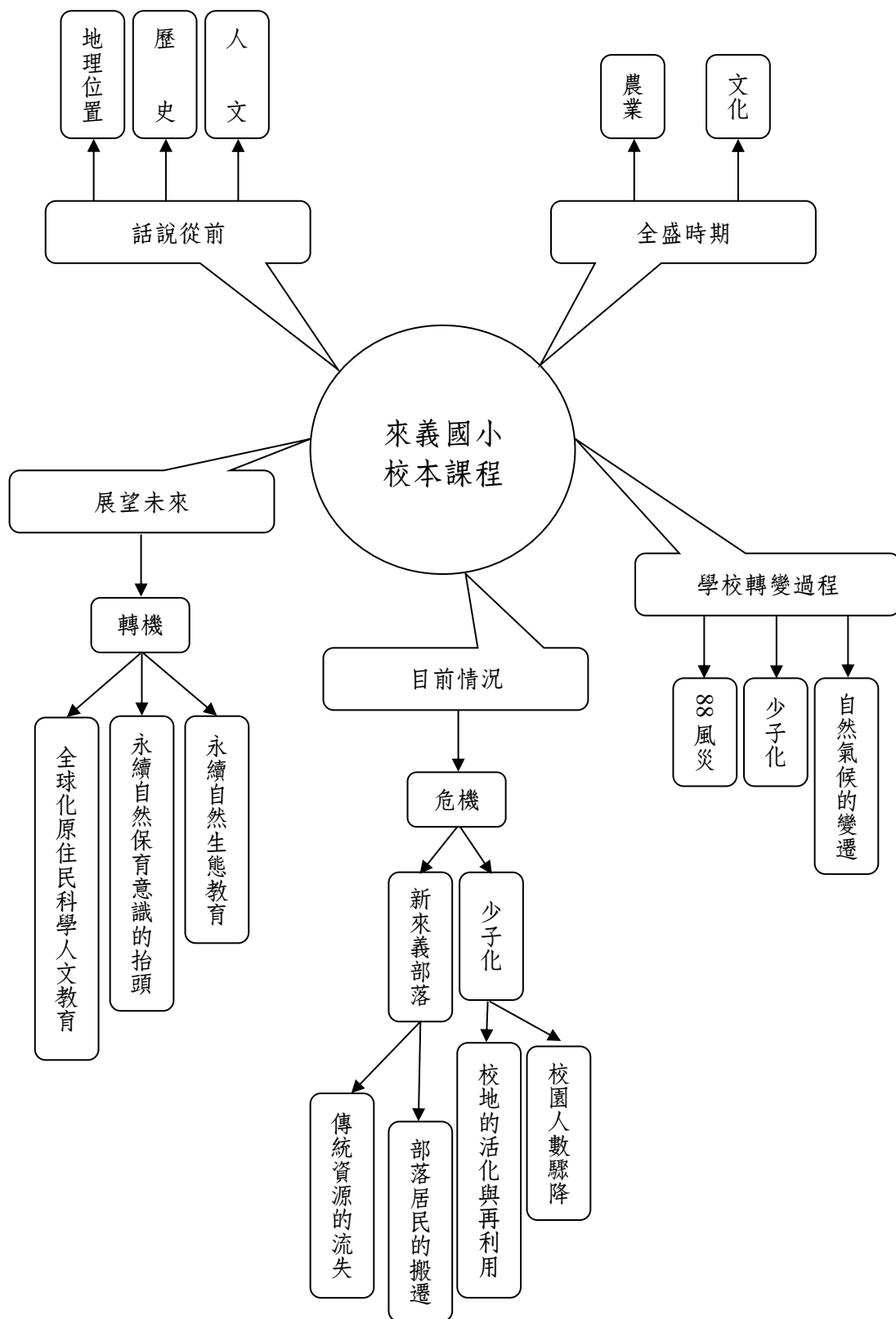
圖 33 參與的教授、校長及教師

引發研究團隊成員與來義國小校長，提起可將學校以故事模式的發展校本課程設計，故事源起是三位生長在來義部落社區的小孩，名字分別為來來、義義、心心。小時候就讀來義國小，常聽長輩說起學校旁的「二峰圳」及來義溪的故事……。然而現在來義國小旁的二峰圳以及來義溪經歷 88 風災後……。

三個兄弟從小只要一有時間就是去來義溪邊玩，且多數的時間都與溪水的事情生活在一起，溪水與他們的關係是很密切且親近的。長大後，在一次偶然的機會，站在來義溪邊聽到溪流在哭泣！來義鄉原本的自然風貌以及獨特的人文歷史文化，受到人為的開發，再也無法保留純

樸的生活環境。例如 1.溪流變了；2.大家都無法到溪流邊玩水；3.爸媽必須外出工作；4.家裡只剩我和 Vuvu；5.我的同學、朋友漸漸搬走！可從認識土壤做起，從原住民（排灣族）傳統農耕文化認識文化。

以環境永續發展教育觀點介紹土壤；水；空氣；廢棄物的處理，以現代科技角度瞭解原住民族的傳統自然生態知識，尋求 Vuvu 的腳步，找回原住民族的根。



(二)來義國小-2020年校本課程設計與規劃

2019年10月8日、11月5日、12月3日，研究團隊成員與來義國小校長討論校本課程概念圖，以「環境永續發展教育」為主軸，來義國小校本課程—自然資源的關係

研究團隊成員建議校長可從認識土壤做起，從原住民（排灣族）傳統農耕文化認識文化。以環境永續發展教育觀點介紹土壤；水；空氣；廢棄物的處理，以現代科技角度瞭解原住民族的傳統自然生態知識，尋求 Vuvu 的腳步，找回原住民族的根。研究團隊成員參考 Drake (2010) 故事模式對師資培育的效益備受肯定，廣泛應用到課程發展和教學策略，有助了解和分析當前複雜的教育議題，增進未來教師的分析性和批判性思考。故事模式主張：人們透過故事脈絡過濾而認識世界，因此，透過說故事的方式陳述生活環境問題，人們可以清楚呈現對未來世界的假設，表達其行為的信念與價值，並促進行動。故事模式原本涵蓋個人、文化、全球、宇宙等四個空間脈絡與層次，本研究擬配合課程結構與社會行動範圍，將其調整為個人、學校/社區、國家/社會、全球四個層次。

1. 個人故事：個人生活經驗是認識世界最重要的方式，可以建構知識及產生意義。
2. 社區故事：學生身處社區，社區環境和文化傳統會直接影響學生的環境與生活品質及所採取的行動模式。
3. 國家故事：個人故事的假設與信念往往傳承自國家的文化價值，從而影響決定

與價值。

4. 全球故事：教育與全球議題休戚與共，除了個人與文化的故事，必須考慮全球故事。並且故事模式涵蓋過去、現在和未來的時間脈絡與層次，探討個人成長和社會變遷：

(1)過去（舊故事）：過去的價值和信念影響今日的我們；想要了解現在故事的緣由，必須分析從過去到現在故事的價值，找出現在故事的問題，並說明如何解決這些問題。

(2)現在（現在的故事）：現在故事是我們對現今的國家、社會、世界的看法，知覺過去和預期未來也是現在故事的一部分。讓學生找出真實世界網絡中的行為蘊含的價值；述說現在故事的正、負面；討論現在故事中顯著的價值觀。

(3)未來（新故事）：新故事可以當成一個介於計畫的故事和理想的故事。

故事模式運用在師資培育課程模組的設計步驟如下：

- a. 選擇要涵蓋的內容領域：社區永續發展議題。
- b. 選擇單元的主要目標或標準：依據認知、價值與態度、能力與行動層面，撰寫素養導向的相關目標與課程架構。
- c. 設計素養導向的認知、價值與態度、能力與行動評量。
- d. 決定合乎目標或標準的活動與學習表現；決定與各階段計劃相吻合的評量措施。

參、感想與展望

一、期許給原住民學童一個科學的「未來教育」

Gondwe & Longnecker (2015) 則認為跨文化科學教育中的科學文化知識，可以達成學生的共同點認知。目前人類的工業發展與科技奇蹟，讓有限的地球資源陷入枯竭，面臨全球暖化與氣候變遷的危機。除此之外，UNESCO 主張師資培育機構和師資培育者是推動永續發展教育的關鍵，因此在 2005 年發佈了「重建朝向永續性的師資培育綱要和建議」(Guidelines and Recommendations for Reorienting Teacher Education to Address Sustainability) (Hopkins & McKeown, 2005)，呼籲師資培育者檢視所屬機構課程、方案、實踐、政策和社會環境，做出促進永續發展教育的革新和行動。

本校為屏東縣的師資培育與教學輔導單位，冀盼藉由計畫執行將以原住民族文化為基礎的「以文化特色科技教具認識科技與科學發展」相關概念轉化成淺顯易懂知識，讓屏東地區原住民族國中小學師生了解科技與科學發展脈絡，以激發參與原住民族學校教師與學生對科技與科學發展高度興趣，進而將相關科技人才培育向下延伸至原住民小學教育階段，提升高屏地區原住民族科學教育品質。藉由研究之過程，提昇參與研究計劃之研究人員從事科技與科學發展之相關研究能力並期能帶動屏東縣各級學校科學教育改革與推廣風氣。因此原住民族學校教師將可成為發展、推廣符合本計畫目標提昇教師科技與

科學發展教學之教學知能之種子教師。

二、原住民族地區學校的科學師資培育

研究團隊綜合歷年的教師研習活動，研究者與研究團隊成員會議討論的省思，在原住民族學校地區面對十二年國教的課程與教學的改革必須從「心」與「新」開始，該如何重新喚起教師思考與創作的潛能(蕭佳純, 2018)呢?許多學者的研究，老師是教室中的核心人物，例如，Shulman (1986) 指出身為教師要進行教學，須具備 Content Knowledge (內容知識 CK)、Pedagogical Knowledge (教學知識 PK)、Pedagogical Content Knowledge (教學內容知識 PCK)。另外，Ball & Bass (2000) 編織學科與教學知識於教學則認為，教師學要具備的是瞭解學生知識 Common Content knowledge, CCK; Horizon Content Knowledge, HCK, 教師本身的 Specialized Content Knowledge, SCK; Knowledge of Content and Student, KCS; Knowledge of Content and Teaching, KCT 以及 Knowledge of Content and Curriculum, KCC 課程知識。Rowland (2005) 發展數學教學的工具稱為 Quartet (四重奏)，四重奏包含：①foundation (基礎)、②transformation (轉換)、③connection (聯繫)、④contingency (突發性) -- 有不可預測的情況；Davis & Simmt (2006) mathematical objects (數學主體)、curriculum structures (課程結構)、classroom collectivity (班級集體)、subjective understanding (主觀認知) 一層

一層巢狀 (nested)，也就是洋蔥式，各個學者們有著不同的 Framework。因此，師資培育單位如何看待教學，教師中心或學生中心的觀念對理解，這些集體很大程度是因為「中心」(center)的現象而非個人，而是共享觀點的集體現象。

三、計畫願景與展望

以下將說明計畫對原住民族科學教育的未來計畫願景與展望：

(一)舉辦「原住民文化特色科技教具教學與課程之教師研習」

本計畫主要目標是辦理「原住民文化特色科技教具教學與課程之教師研習」，希望在原住民族學校服務的教師，能夠在專業領域向下紮根，讓原住民族學校師生有機會接受生活科技知識，動手做實驗並參與相關研究，並且學習「情境模式」教學。情境模式，又稱「文化分析模式」，假定是以個別學校及教師作為課程發展的焦點，即「學校本位課程發展」。

情境模式與當代社會文化分析密不可分，主張從文化選擇角度來詮釋課程；Lawton (1989)認為課程是具體呈現於可以傳遞到下一世代人類知識、語言、科技、工具、價值與思考體系，並且強調教育與其所處社會的文化情境和環境背景間之關係，認為教育不是處於社會的真空當中。例如，研究團隊成員曾經在屏東縣原住民文教協會圖書館，看見斗大創會宗旨令我們感到震撼-唯有「教育」能幫助人脫離貧窮，只有「讀書」才能創造機會和未來。原住民族是多麼渴望藉由「受教育」與「讀書」來脫離貧窮呢？藉由科學

與科技發展的閱讀教材之開發、教師增能進修機制與課程規劃深根原住民族教師有關生活科技新知內涵，是未來努力方向。

(二)耆老訪談及學童科學創造力調查研究，開發融入文化的「原住民族科技教具」

本研究持續踏查及耆老訪談，開發融入文化的「原住民族科技教具」，並將探討原住民族學童科學創造力。因為，人們普遍認為，創造力是有助於生產新穎有用的產品，或者提供創新的解決方案，是經濟發展的關鍵 (Amabile, 2012)。且王薪惠 (2009) 研究都市原住民族學生的創造力表現在「流暢性」、「獨創性」與「精密性」上顯著高於非原住民族學生。除此之外，創造力教育除了能培養出優秀的菁英人才，更能進一步提升國家競爭力 (Park, Lubinski, & Benbow, 2008)。由此可見，創造力教育是各國刻不容緩的首要任務，所以，創造力教學也成為近年來各國政府希望能夠實踐的重要政策之一 (蕭佳純, 2015)。

(三)期許一個科學的「未來教育」展望

未來的展望，我們期許一個科學的「未來教育」給原住民族學童，這麼多年來學校教育，我們的教師有注意到原住民族學童的觀點嗎 (陳枝烈, 2006)？教育要從學生的「好奇心」根本做起。另外，研究團隊對於原住民族科學教育未來的展望，希望藉由原住民族情境模式教學就是筆者擬引導原住民族學生在情境模式下，應用科學創造力的「表達力」、「產出力」、「發明力」、「創新力」和「應變力」等，例如，創造的潛能記憶法，將

永續發展目標應用「數字掛勾法」，如 1 瓶（貧）、2 鵝（餓）、3 健、4 教、5 信（性）、6 水、7 元（源）、8 作、9 工、10 彈、11 城、12 責、13 氣、14 海、15 陸、16 公、17 球（如表 1），再藉由永續發展目標課程設計 STEM 桌遊的內容，要讓大家認識實際的臺灣原住民族學校教育現場現況。此外，熊同鑫（2013）提出科學是普世化的（universal）或是多元文化的（multicultural），不同的學者站在不同的角度，對於科學的文化屬性進行定義。如同傅麗玉（2016）研究，認為傳統自然智慧具有極高價值，原住民族的自然智慧與觀點是培育數理科技領域的原住民族人才重要資源。

十七世紀的科學革命，到十八～二十世紀的科學與科技發展，發展和進步是人類努力追求的目標。在科學與科技發展的過程中，人類有過輝煌的成果，但也遭受到無數的失敗。時至二十一世紀，人類才開始省思真正需要的不僅僅是科學與科技發展，而是永續發展。隨著科技部 98 年到 109 年以來的原住民科學教育規劃推動計畫所訂之目標，原住民族科學計畫將執行的特色呼應世界相關研究趨勢，以「連結 UNESCO（聯合國教科文組織）教育 2030 的 ESD（永續教育）指標與精神，發展以原住民知識體系為本的數理教育環境，提升教育品質」為總體目標（熊同鑫，2020），對於原住民族科學教育，已經有了些許的變化與改善。

聯合國教科文組織於 2005 年開始推動聯合國永續發展教育十年計畫（United Nations Decade of Education for Sustaina-

ble Development，簡稱 UNDESD），Baynes & Austin（2012）認為在科學課程中融入文化知識對所有學生都是有益的，文化知識和原住民族知識之間共同點可能有助於原住民族學生和其他文化的學生與科學發展有關積極的文化認同；這可以改善原住民族學生和其他文化背景的學生在科學獲取，參與和保留方面的能力（Lee 等，2012）。

參考文獻

一、中文部分

- 一般社團法人 Think the Earth（2020）。**SDGs：我們想要的未來：17 項永續發展目標&國際實踐範例**。譯者：沈盈盈，繪者：羅賓西，出版社：幸福綠光。
- 教育部（2014）。**十二年國民基本教育課程綱要總綱**。取自 <https://www.naer.edu.tw/files/15-1000-7944,c639-1.php?Lang=zh-tw>。
- 教育部（2020）。**永續發展目標教育手冊**。取自響應 6/5 世界環境日－教育部出版「永續發展目標教育手冊」（www.edu.tw）。
- 陳枝烈（2009）。排灣族文化中的科學智慧初探。**台灣原住民研究論叢**，6 期，P115-156。
- 傅麗玉（1999）。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（2003）。誰的生活經驗？九年一貫課程「向然與生活科技」領域原住

民生活經驗教材探討。原住民教育季刊，38（8），5-26。

劉美慧、游美惠、李淑菁（2016）。多元文化教育（第四版）。臺北市：高等教育文化事業。

二、英文部分

Barnhardt, R., & Kawagley, A. O. (2005). Indigenous Knowledge Systems and Alaska Native Ways of Knowing. *Anthropology & Education Quarterly*, 36(1), 8-23.

Gay, G. (2000). *Culturally responsive teaching: Theory, research and practice*. NY: Teacher College Press.

Hsu, W. M., Lin, C. L. & Kao, H. L. (2013, Oct). Exploring teaching performance and students' learning effects by two elementary indigenous teachers implementing culture-based mathematics instruction. *Creative Education*, 4(10), 663-672.

Lawton, D. (1996). *Beyond the national curriculum: Teacher, professionalism empowerment*. London: Hodder & Stoughton.

Jansen, J. D.(1991). *The state and Curriculum in Transition Societies: Zimbabwe, 1980-1990*. Stanford University. Ph.D. Dissertation. (DAI-A 51/09, p.368.Mar 1992)(AAC9206792)

UNEP. (United Nations Environment Programme) 1992. "Rio Declaration on Environment and Development." (里

約環境和發展宣言)

(<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=78&ArticleID=1163>) (2010/10/18).

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) (2014b). *Shaping the future we want: UN decade of education for sustainable development (2005-2014) final report*. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/230171e.pdf>

附錄

2017 年，UNESCO 發行了「永續發展目標的教育」(Education for Sustainable Development Goals, ESDG) (UNESCO, 2017)，使用教育的架構詳細說明 17 個 SDGs 的教育策略。

表 1 永續發展 17 個全球性目標-潛能記憶法

潛能記憶法	永續發展 17 項圖型	內容(內涵)說明	原住民族情境模式
1 瓶		消除貧窮	屏東縣原住民文教協會創會宗旨-唯有「教育」能幫助人脫離貧(1)窮，只有「讀書」才能創造機會和未來
2 鵝		終結飢餓	原住民族學校的營養午餐，終結飢餓(2)
3 健		健康與福祉	爬山(3)健康，山是我們(原住民族)的家
4 教		優質教育 	四健會(4-H Club)是美國農業部的農業合作推廣體系所管理的一個非營利性青年組織。身、心、手、腦優質教育
5 信		性別平權	給女孩的一封信；給男孩的一封信。勾(5)住信(兩性平權)
6 水		潔淨水資源	大象鼻子(6)噴水；山上的水從哪裡來？
7 元		可負擔能源	小(7)能源充足；山上可負擔的能源，88 風災後的災後部落重建
8 作		良好工作與經濟成長	希望部落也會有良好工作與經濟成長(例如種樹；種花-花瓶(8))
9 工		工業化、創新及基礎建設	世界文化遺址-老七佳的石板屋群，創新該如何兼顧文化與基礎建設，現代工(9 宮格)業化與精緻農業的發展
10 弭		消弭不平等	1 支球棒打掉不平等(0 球)，原住民族棒球運動的未來？

潛能記憶法	永續發展 17 項圖型	內容（內涵）說明	原住民族情境模式
11 城		永續城鄉	城市 1；鄉村 1，永續城鄉(11)該如何減少城鄉差距
12 責		責任消費與生產循環	沒有垃圾的責任（一兒 12 是責任）消費與生產循環
13 氣		氣候變遷對策	一閃一閃（13 閃電），原住民族的世界觀與氣候變遷對策
14 海		海洋生態	有意思(14)的海洋教育，原住民族的海洋觀點
15 陸		陸地生態	（鸚鵡 15）鳥類的未來，老鷹、山麻雀的消失
16 公		公平、正義與和平	圓形衣鈕(16)上的公字，代表公平、正義與和平
17 球		全球關係夥伴	一妻(17)，帶者老婆（夥伴關係）去環遊世界全球

（研究者與研究團隊成員參考徐上德「潛能記憶法，p29」加以創造，2020.4.17）

以部落災害知識為主題的防災教育課程發展 與設計研究

李馨慈Tjuku Rujiljigaljig¹、王凱倫Giyu · Tjauvalid²、鄭清平³

¹ 國立屏東大學文化發展原住民專班副教授

² 國立中山大學教育研究所博士候選人

³ 國立屏東大學文化發展原住民專班研究助理

【 摘 要 】

本研究旨在探究以「傳統災害知識」為議題發展與設計融入在地小學高年級自然科領域的課程。為此研究分為傳統災害知識的收集與建構、課程發展與設計、實驗課程教學與驗證三個階段，並以田野調查法、參與行動研究法及實驗研究法等途徑回應傳統災害知識的內涵與融入制式化課程中的過程與影響。本研究以屏東縣來義鄉來義村為研究個案場域，並以關心近年部落遭遇風災的社會議題為起點及延伸出試圖描述部落世界觀、信念、文化實踐等對應災害的知識。為收集傳統災害知識，以若干名部落耆老為受訪者，以一對一或集體焦點等策略進行開放亦或半結構式訪談。在完成第一階段研究工作後邀請部落長者、部落所在地小學（來義國小）合作教師、校長與本研究團隊成員共同以三次循環的流程發展與設計出一模組傳統災知識議題融入國小高年級自然科領域的課程。為驗證課程對學習參與者（20位五年級排灣族學生）的影響與課程的品質，實驗課程採單一組別前後測設計進行，並以多元評量檢視學生的學習成效及反映課程實施的成效。本研究自2018年執行至2021年7月，迄今由歸納法分析資料後發現個案部落的原生神話故、信仰、部落文化行為、生計活動，乃至自發性選址的各範疇中都包含當代防災管理的策略。據此，邀請部落長者、學校教師與本研究團隊共同發展課程，經過三次反覆討論、設計、評估、修正的過程，得到一組含四個活動單元的模組作為發展課程的結果，並以「社會科學性議題」教學策略設計出符合部落參與災害行動與實境的課程活動內容。正式實驗課程以四週共八個小時完成教學，完成授課後進行總結性評量。對於現階段研究成果本研究提出二項建議：鑑於原住民知識的跨領域性，許多相關學者提議將研究者本身領域限制置於方法的論述當中，並藉由反身性的探究來揭露可能被忽略的意義範疇，並建議結合不同的專業領域建構出更具紮根性的原住民災害知識；另在課程發展結果中，有感原住民知識內含特有的知識傳遞模式，與制式教學單一空間的教學方法截然不同。為此，建議學校配合部落社區相關的災害防救的過程，以進學童在課堂學習的科學新知與參與部落防災行動時習得的經驗作對話，並產生出知行合一的學習素養成效。

關鍵詞：傳統災害知識、參與式行動研究、排灣族、社會科學性議題、課程發展與設計

壹、前言

我國有關肯認原住民族知識並以系統性的課程設計於學校教學中，可回溯 108 學年度原住民實驗教育型態的學校成立，並於 2020 年教育部制定 2 月公布之「中等以下原民實驗教育辦法」內容；其中該法第 2 條第 1 項內容規定：「學校辦理原民實驗教育，應依原住民族知識特性及內涵，發展原住民族課程及評量」，以及第 2 項規定：「前項原住民族知識特性及內涵，得包括原住民族語言、歷史、文學、歲時祭儀、社會組織、傳統習慣、工藝、樂舞、生活技能、土地與生態智慧、族群權利及其他文化內涵」二則法規雖明文強調原住民族知識作為主體的完整性，以及突破過往漠視與忽略「原住民族知識」存在的事實與作為原住民族教育知識主體的合理性。然而，就原住民族知識內涵的陳述，仍停留在字詞片面的定義上，且尚未看出內涵間彼此的主軸價值和精神。另外，就原住民族特有知識傳遞的教育模式（世代間師徒制傳遞），法規中亦未見其回應制式教育的集中教學與原住民知識經由非制式教育間的衝突。如落耆老雖具豐富的文化知識，但不具制式教育結構中的教師資格，因此無法在學校中以持續和穩定的頻率滿足有效的教學（施玉權，2018）。有鑑於此，本團隊執行科技部原住民科學教育計畫，於 2018 至 2021 年間試圖從排灣族個案部落中進行整理與建構傳統災害知識，及以傳統災害知識為議題融入在地學校自然領域課程中。

一、研究緣起

在 2019 年莫拉克颱風重創南臺灣原住民部落，災後發布的「莫拉克颱風災後重建特別條例」政策公布並訴諸於異地重建的過程中，各方輿論與主張迄今仍是相關社會議題與學術討論的主要焦點。一些論述認為政策遷村未考量與納入原住民族文化生態性的需求，以及未正視原住民族因應災害的文化實踐與知識。對此，李馨慈等人（2019）提出在未受風災危害的排灣族舊聚落中發現了傳統選址所呈現的生態與氣候變化的觀測能力，與其所延伸面對災害的調適能力。

然而，這種運用世代傳承的經驗來預測環境變化並以利於減低災害風險的能力與知識，鮮少於制式教育中以系統化及主體性的方法呈現在教學現場。如同其它世界各地原住民知識一般，而其知識永續性所面臨的威脅也如出一轍。其中教育作為知識與文化傳遞的主要介質，臺灣原住民族知識在國家教育體制中，從過去的統一化到近代強調多元的教育流變過程，知識遭受與主體的斷裂（孫大川，2010）、文本的零散化（陳張培倫，2010；周惠民，2018）、課程的型式化（周水珍，2007）等窘境，直至近期原住民族教育強調教育文本的主體性（subjectivity）與系統化（systematic）。原住民族知識與主體的斷裂在某種程度上是勢不可擋的結構性問題所致，居住在臺灣的原住民族處於現代化的潮流之中，自原鄉移居、遷徙等情況屬大多數年輕一代生活的一部份。因此造就了不同世代間的價值觀與生活方式，以及看待環境與土地認知模式的差

異；然而這究竟是否影響與阻礙了歷代原住民累積環境知識的傳遞，這幾個問題是近年來相關專家學者們所聚焦關心的議題。從多元文化教育層面而論，將原住民環境科學教育置於原住民知識的脈絡（世界觀）與經驗（信念、知識、實踐）中，除貼近原住民族教育主權的訴求，更能作為檢視一個社會文明發展的重要依據。

二、研究目地

本研究認為從描述與脈絡化在地部落觀測環境的知識，並作為滿足原住民教育知識文本系統化的要求，更是符合原住民知識統整性與不可分割性的特性。為此，使用情境教學（Situated Teaching）的策略將系統化的傳統災害知識以參

與、引導、對話、反思等行動方式讓學習者建構出以在地文化生態為本位的防災知識，亦作為本研究主要研究目的。自2018年本研究團隊以文化本位教育（Culture-Base Education）、參與式行動研究（Participatory Action Research, PAR）、社會科學性議題（Social Science Issue, 簡稱 SSI）等概念與合作個案小學開發災害議題融入自然科學領域的課程，在課程發展與設計上，則結合部落耆老、學校行政人員與教師、國小高年級學生、本計畫研究人員等進行知識採集與匯整、教材設計、實驗教學及修改與評估的行動研究策略。

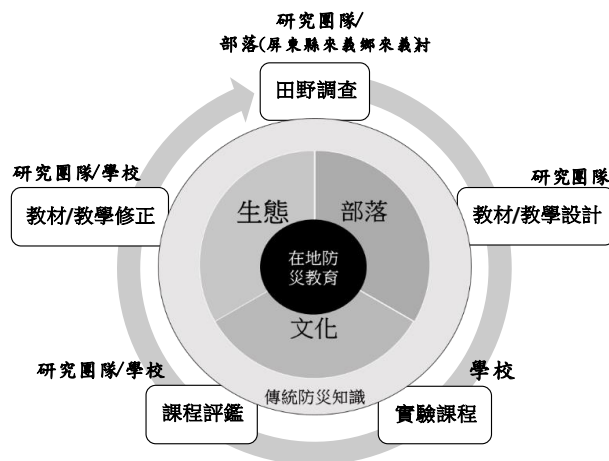


圖 1 在地防災教育課程發展與設計理念圖

更具體來說，本研究主要目地在於透過與合作對象（部落耆老、小學教師與學童）進行參與式的行動策略來逐步依在地對災害議題的實境條件（生態、文化、部落）為素材，並以社會科學性議題（SSI）的教學模式發展出在地防災教育的模

式。據此，本研究提出二項研究問題：

- （一）在個案的場域當中，傳統生態知識如何提供族人面對災害？
- （二）原住民知識作為經驗科學，如何藉由適切的課程設計與方案融入其原住民族制式化教育當中？

貳、文獻探討

一、原住民知識 (IK)

多數研究涉及原住民知識 (Indigenous Knowledge, 簡稱 IK), 多與水文氣象災害, 及氣候變化等相關, 並提出原住民知識有助於在地減災與在全球氣候變遷下具災後的韌性, 以及可加強社區的抗災能力 (Gomez-Baggethun 等人, 2013)。如肯亞 Makueni 地區的原住民族, 以觀測降雨量的經驗來決定農耕活動的進行 (Ifejika 等人, 2010); 在加拿大紐納武特 (Nunavut) 克萊德河 (Clyde River) 地區居住的因紐特人 (Inuit) 則透過觀察風的變化來進行狩獵及其它相關的活動 (Gearhearh 等人, 2009); 西太平洋地區薩摩亞人 (Samoa) 依不同的季節特徵來紀錄動物和植物的行為變化, 並作為氣候預測的依據 (Lefale, 2009)。綜合上述針對原住民環境知識的研究實證案例, 那麼原住民知識究竟內涵為何, 並引領著不同地區的原住民在面對臨不同環境變化時能在世代間永續生存? 對此 Dekens (2007)、Jha (2011) 等人與 Sithole (2015) 等人認為原住民知識是嵌入在一套由信仰 (belief)、實踐 (practice)、價值 (value) 與世界觀 (worldview) 所組成的複合體當中與自然生態變化共存的一種能力, 並提供在地居民降低災害風險 (disaster risk reduction, DRR) 的各項知識, 讓部落能減災 (mitigation)、備災 (preparedness)、應變 (response) 災害, 並從災害中復原 (recovery)。

然而以西方實證主義 (positivism) 追求客觀事實 (objective fact) 為主體來論述災害, 顯然不再能滿足人們面對劇烈的氣候變遷所帶來的社會性議題。對於求助於自然主義 (naturalism) 並從原住民知識中學習與災害和平共處的理念, Kelman 等人 (2012) 以巴布亞新幾內亞及菲律賓兩個案例中建議從了解地方脈絡作知識的轉移、彼此信任與互助等三方面著手。另 Ifejika 等人 (2010) 更從教育的領域中建議: 「為確保原住民族知識的永續性, 透過在地族人的參與以及結合現代科學的技術, 將其知識納入學校制式課程中」。Stephens (2000) 亦強調原住民族的科學教育課程需要與現代科學結合, 即規劃原住民族的科學教育課程, 需要和原住民族的文化傳統接軌; 原住民族獨特的知識觀和現代知識可以互補。

二、社會科學性議題 (SSI)

本研究秉持族群對環境的「知識權」與「文化權」的掌握為目的, 採用社會性科學議題 (SSI) 應用實驗課程教學的理念與策略。所以, 以議題爭議及其衍伸的問題進行實驗教學, 藉以來義部落在 2010 年遭逢凡那比颱風的襲擊之下, 他們面臨是否要遷移到新地點的兩難的例子, 進而與學生共同發展出在地防災教育的知識、技能、情意、批判、論證等要素。

科學教育者提出應該由社會、文化、政治、環境的角度思考科學, Zeidler 等人 (2005) 曾提出科學教育應著重在使學生能夠思考科學導向之議題, 並提出四大 SSI 教育的理論架構: 情境 (discoure)、

個案本位 (case-based)、文化 (culture) 與科學本質 (nature of science)。因此，本實驗教學於第四年 (2020) 起延續與合作實驗學校合作，並以莫拉克與凡那比颱風所遭受的侵擾與災難為主體，以及部落內部對遷村中「安全性的生活」(自然環境的事件、族群文化環境延續的事件、社會群體共生的事件) 兩難爭議為背景，並試圖以「災害與遷村」為主題發展「社會科學議題」課程模式。有鑑於此，本實驗課程旨在提供實驗班級學生對災害與遷村議題的一般性學習能力 (災害的認知、關心與感到在地部落文化的興趣、能模擬制訂適合部落防災方法的技能)，進而兩難議題的討論中，藉由引導發展出學生的社會科學論證能力。根據社會科學性議題的主張，本教案參考 Zeidler 和 Keefer (2003) 提出 SSI 教育的四大因素架構為發展原住民科學教育的基底，並以在地排灣族社會與文化為課程脈絡的背景，如下整理所示：

- (一)科學本質議題 (nature of science issues)：著重排灣族在地的自然環境觀點影響學生選擇、評估證的方式。為此本教案以結合排灣族神話(大洪水)的環境觀來延伸對災害發生的信仰與自然地觀點。
- (二)對話議題 (discourse issues)：建構論證和利用謬誤推理的方法探究學生之先前信念如何幫助他們在道德議題上框架出其情感反應、信奉原則或所持立場。根據此準則，本教材以角色扮演、辯論與個人設計創作為發想設計出能讓學生多重思考環境中

的各項因素，並提出個人對議題的主張與推理。

- (三)文化議題 (cultural issues)：營造相互尊重和包容異議觀點的對話。並強調學生所做的決策是理解道德原動力的結果，是受基準價值的影響，這就像自然界的文化信仰一樣。如此，教材建立在與部落及國家制度上的對話中發展出資源收集與閱讀的方法來安排。

- (四)個案導向議題 (case-based issues)：檢視權勢與權利是如何嵌入科學，並建立良好心態以促進學生對倫理的覺知 (ethical awareness) 以及支持議題解決方案和道德感 (moral sensitivity)，使能傾聽各種不同的意見。

參、研究方法

為回應待解的核心問題—探究以在地知識為本位發展防災課程的可能性，本研究以「田野研究法」(field study) 的途徑取得個案部落的傳統災害知識；使用「參與式行動研究」(Participatory Action Research) 開發課程；以及使用「前實驗性研究」(pre-experimental design) 單組前後測的設計來檢驗課程的成效。

在收集傳統災害知識的部份，本研究以來義鄉來義村為個案場域，在輔以相關文獻與研究資料補充研究者對臺灣原住民災害知識的瞭解後，為聚焦個案場域的傳統災害知識，經由研究關係人引薦適合的受訪者，並以立意抽樣選擇部落長者、部落文化相關工作者等若干名人士作為訪談的主要受訪者。在進入正式訪談前，

以電洽或親面知情受訪者研究內容與目的地，並徵詢受訪者受訪意願。而後由本研究成員撰擬數項相關問題後在與擇定的受訪者中，以一對一自然語談情境中或以集體焦點訪談中進行收集個案場域貫時及共時的災害知識。在訪談全程中以錄影音電子器材工具收錄訪談對話內容。本訪談以半結構型式 (semi-structured interview) 進行，是以相關原住民知識中針對災害的內涵理論為依據，並擬制出有關觀測劇烈自然環境變化前的徵兆、解釋徵兆的意義、災害來臨時部落的準備工作、面對災害來臨時部落的行動策略以及災後部落復原等核心範疇概念，並依個案部落的文化與部落社會事實作為訪談大綱問題的構面分類，如下列所示：

- (一) 部落的災害歷史
- (二) 對天氣、氣候的和自然現象的觀測與解釋方法
- (三) 部落選址方法、緊急避難處與逃生路線選擇
- (四) 自然現象或災害有關的傳統地名、故事、歌謠、俗諺、禁忌等
- (五) 食物生產及短長期儲存方式
- (六) 自然資源的利用與管理
- (七) 野外求生的知識與技能
- (八) 傳統組織的運作
- (九) 傳統建築工法、水土保持工法
- (十) 傳統信仰、祭儀文化

而後針對所收錄的資料進行初步的登錄、文字化。

在完成資料收集與處理後，資料採歸納法 (Induction)、編碼者間一致性信度 (Inter-coder Reliability) 等方式進行分

析。即針對資料進行概念特徵的辨識 (significant pattern)、界定分析單位 (unit of analysis)、組織概念類目 (Category)、形成命題 (theme) 等意義化資料的過程。分析結果如表 1 所示：

表 1 質性資料分析結果表

分析階段	內 容	數目
第一次	土地的觀測、引水方式、水的禁地、水的觀測、水源、用水習慣、共有土地、共有水資源、取水的方式、神話	10
第二次	公平使用水資源、水能消滅生命，亦能開啓生命、生人勿近自然界中的泛靈之地、多方彈性使用水資源、私有管理、公家使用、就地取材、順應自然規律、節省使用	8
第三次	水帶走一切，亦能提供生命的開始、理解環境特性，以防未然、多方彈性及道德規範使用水資源	3

為精確計數各類目配置的數次與方便進行內容編碼的工作，本研究引用 Atlas.ti 0.8 與微軟 2013 Excel 做為分析工具。

另在「參與式行動研究」中，本研究與個案部落所在地小學合作進行開發適宜國小高年級的在地防災議題融入自然課領域的課程，即共同從界定開發課程中的問題、發現傳統災害知識的文本、教學目標的釐定、教學的策略、及評估與回饋課程的循環過程。研究者與合作學校 (行政人員、授師老師) 的關係建立在理論與實務的二方，即研究者以探究個案部落傳

統防災知識的目的，與提供其建議研制課程的方向；而教師在教學現場中，依其教學實務經驗提供發展課程方案所面臨可能的問題，與提出解決問題的方法，並有利研制出更具貼近議題「實境」的在地防

災的社會科學性議題教學模式。另為增加課程設計的行動性、賦權與尊重參與者與有效地將部落傳統災害知識融入其課程中，本研究與邀部落長者共同於二個學期中開發二組教材模組。

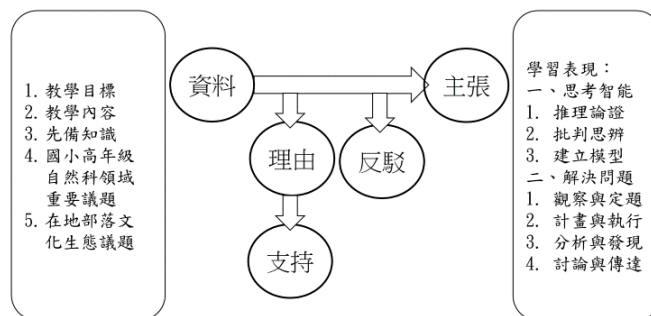


圖 2 教學設計概念圖

在完成正式教材模組（目標、活動、文本）後，本研究以「前實驗研究法」來驗證以「社會科學性議題」為教學策略的在地防災教育課程，並以單一組別前後測設計（one-group pretest-posttest design）與採質性多元評量來理解課程對合作班級（國小五年級 1 班）學習者（20 位）的影響。本實驗課程以四週八節課完成，並依課程設計的安排進行課堂實作、戶外教學、報告、習作、教師檢核等型式不等的授課方式進行，並根據學生參與課程中所書寫與制作的作品、報告、口語互動等作為本課程評量參與學生從論證在地災害議題過程中（閱讀資料—提出主張）所表現出來的思考與解決問題的能力。本實驗課程全程以電子攝錄音器材、教師教學自評表、研究者觀課檢核表等工具收集教

學評鑑的資料，並引用《國民中學及國民小學實施課程評鑑參考原則》（教育部，2016）內容作編碼系統（coding system）的依據，而後與邀二位研究者根據類目進行資料編碼的分析工作，並依此建立起編碼者間同意度¹建立分析結果的信度。

肆、研究結果與發現

一、個案部落災害知識

個案部落因遭受二次風災嚴重的影響，受訪者在述及有關災害議題時大都以「水」（zaljum）來貫穿對於天然災害的認知與經驗。在經資料分析與詮釋後，針對以水為範疇的災害知識可投射受訪者「水帶走一切，亦能提供生命的開始」、「理解環境特性，以防未然」、「多方彈性及道德規範使用水資源」、等三項重要

¹ 公式 = 同意百分比 = $\frac{2x \text{ 一致的觀察總數}}{\text{所有觀察總數}}$

核概念。以下針對該四項重要概念分述解釋之：

(一)水帶走一切，亦能提供生命的開始

在相關的族群源生故事中，曾述洪水沖毀遠古時期的部落，過程中即便遭受洪水之害損失大部份部落族人的性命，並只留下一對兄妹生還與遷往山頂處開始綿延子孫，以及待洪水退去後族人漸往山下移遷與屯墾。然大洪水故事情節中，不見族人為大洪力作地任何的抵抗與表現人定勝天的隱喻，反透露出自然力量的不可逆與水能消毀一切生命存在的敬畏態度。

…*tjua zaljum sa tjaljamavavavan a gadu i kuckuc avan na zua kuckuc macai a caucau amin nazua madrusa a marekaka*… (大洪水淹滅了所有的山，當時的只剩下一對兄妹住在山頂的kuckuc部落) (A-012², 2019)

在相關水的禁忌與神話內容中，大自然的不可抗力情況被訴諸於一個決對神聖的主宰者所致—「*cemas*」(世界的支配者)，自然界被化約為惡與善，水源在此亦被化約分為「*palisi*」(禁忌地)與「*bulay*」(良好地)二種，前者如「*tjantjan na qadaw*」(被太陽吸走水的溪)、溪河源頭處、「*sini a pacai*」(意外死於水源處的地方)、「*ljelen*」(林處濕地)等；後者則如「*tjesen*」(伏流湧泉)、「*veleljuan*」(山澗)等。事實上這些乃出自世代間生

活經驗與觀察自然生態中所淬取的分類，前者乃基於這些水源處不易穩定提供水資源、易造成潛在的生命威脅以及可能造成自然生態危機等因素被視為不適合作為取用水的來源。

…太陽取水的地方我們不能去…可以在那裡洗手、洗腳，但不能取走那裡的水，也不能喝更不能在那洗沾有血的衣物(B-04, 2019)…水源頭也是*palisiyan*(禁忌之地)，用意是在禁止人們靠近水源地，避免水源地被破壞…(A-03, 2019)

相對於前者，良好的水則被視為有穩定供水的功能，以及在取水時不具有造成人身安全的風險，它能作為部落公共用水與平時家庭的用水來源，亦被視為部落傳統選址的重要條件之一。在訪談資料中，受訪者對於有安全水源的地方是駐紮與定居的條件一說，早期部落因人口密度過高或能耕作的地方有限，部份家戶隨部落領袖或其餘嗣手足帶領前往尋找新屯墾與居住地的路途中，族人會利用獵狗喜水的習性來擇定居的條件。由此說明部落與水的親密關係外，亦不將視為可任意支配的自然資源，如受訪者耆老表示隨氣候與時令的改變，以及降雨的頻率是族人行事耕作與選擇種物的重要依據。以上種種說明水作為一項「*cemas*」所支配的自然資源，無法經由人技術上的操作成為個人私利的資本。

² 為遵循研究倫理的規範，與為保護受訪者身份不易被辨認，全文以三碼代之。A=男性/B=女性-阿拉伯數字(受訪順序)。

另從族人觀察生態環境的層面而論，此種對於水資源的態度與信念在某程度中暗示了預防旱災可能帶來部落無水取用之危機，以及於風災來臨時部落尚能有其它若干處安全又乾淨的水源可取得。

(二)理解環境特性，以防未然

對於自然環境的觀察，個案部落表示環境必然呈現它原本的型態與特質，如原為水路處、原為易崩坍山面等雖常時不見其流水與落石，然這些環境特質好發於劇烈的災害來臨時，即便使用現代工程技術仍造成重大的環境破壞與地景的改變，並透露人們應經由這些世代對環境的觀察與知識選擇遠離居住以達防災與降低危及人身安全的風險。如下訪談資料中受訪

者對於生態環境在長期居住時的觀察所陳述的想法：

…*nu malungluq za qipu, macunuq* (那個山面如果都有滾石滑落時，它就會崩坍) (A-01, 2019) …*azua pana, singlit ta nimadju a djalan a sicuayan* (那條河，會想念他原本的路) … (A-01, 2019)

如前項所述，這些平時不見其災害威脅的地方，長者以述起過往相關風災經歷重新從地理位置中標示出來，為有效記錄該資料本研究以下圖記錄示之：

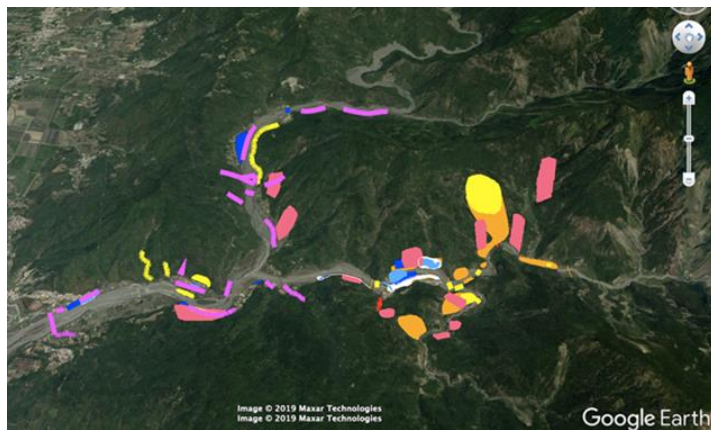


圖3 社區參與式災害地圖繪製結果

由於根據這些對於環境潛在風險的記憶，以及風災後環境頻率性變化的觀察都直接地反射及呼應部落農耕位置與勞動的時程，這也直接地影響了農獲量以及作為儲糧以備部落發生災害等以供不備之需。如，以下資料所述：

…秋天時我們種植的農作物不會盛產，像我們現在種的芋頭小小的矮矮的，不像六月份的春季。到六月份時我們種植的農作物都會盛產，因為雨量豐沛… (B-04, 2019)

綜上述，理解環境的特性關係著部落降低環境災害的風險，即從生計、一般生活等展現該理解的實踐行為並內化為隱性知識（Tacit knowledge）。事實上，在其它資料中亦顯示對於環境或氣候變異的理解大多出自世代間經驗累積的傳遞，諸如根據動植物的活動與生長的變化來預測風災的強度與方向，並直接反應在部落集體備災的行動，加固房屋、巡視水源並保存食物等，以及災後族人訴諸於互助機制，以提供物質和情感的支持。

（三）多方彈性及道德規範使用水資源

為有效永續使用水資源，並避免因集中高頻率使用單一水源，並於災害不可抗力等的因素造成全體部落居民無水之用的風險，部落在取水方法與擇水源的規範有著相當彈性的作法。其中有關取水的來源可分為農作灌溉時的水源與一般生活用水的來源，前者以雨水、伏流湧泉、山瀾等水源等為主；後者則以家庭儲水炊事用及鄰近河川清洗與盥洗使用。另為達到有效多方彈性使用水資源，部落以道德規範限制不同目的地來擇用不同水源以及取水方法：

…以前打水的人都要按照排隊的順序舀水不能隨隨便便…被控開的泉水，水一直湧出沒有間斷過，所以都要小心翼翼的拿器皿去盛水再倒進我們的容器，不能直接用容器去取水…水是共有的，就看誰早到，誰比較勤奮地取水…

有鑑於土地在排灣族從傳統階序社會的統一分配到現代私有登記化的演變過程中，水源的使用在某程度上並未因土地的私有制度化而阻斷了部落共享水資源、自發維護水源區水質與建築的部落道德，亦透露降低災害來臨時無乾淨水資源使用風險的佈署行動。

綜合以上針對個案部落傳統災害知識的資料分析與詮釋，本計畫提出該知識乃一套將對生態知識轉化為居安思危的信念並實踐於部落行動的模式，即從宗教信仰、部落選址的條件、生計的安排、部落社會關係、日常家庭作息等皆見「知」、「備」、「防」、「減」災的行動概念。然而，支持該知識的生態知識面臨著主流知識的介入處於片斷化、零散化的危機，而又傳統信仰與制度的式微，年輕人越來越少上山進行傳統狩獵或耕作等因素，使得傳統災害知識從根本中與主體形成斷裂的現象。也因為新的教育走向與政策仍未擺脫將原住民知識置於部份取樣的情況，因此恐有滯礙其存續與發展的可能。

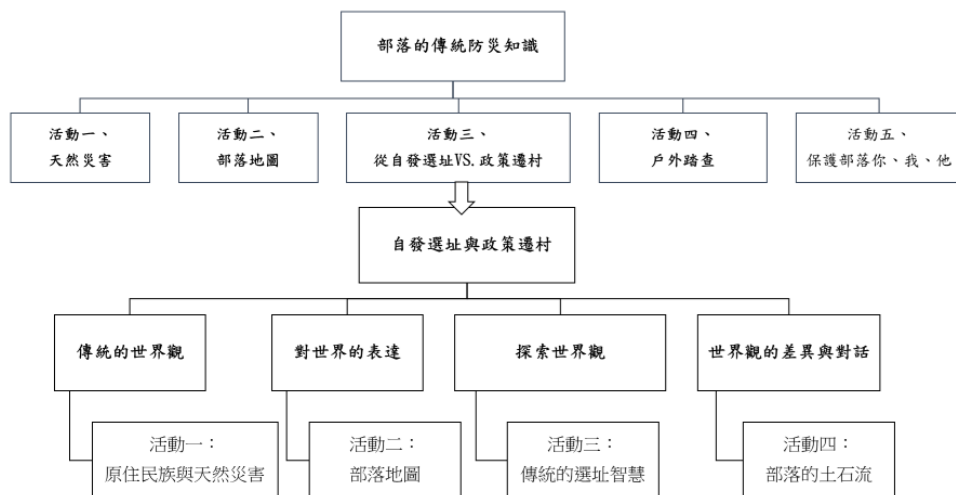
二、傳統知識融入防災課程開發

本研究實驗課程開發乃結合部落耆老、合作小學教師及本研究三位成員共同開發。因此就合作發展在地防災教育課程關係上，本研究作為部落與學校合作的樞紐主要任務與目的有三：收集與整理個案部落的傳統防災知識、引入部落知識至學校課程中、設計適宜之教學教材與策略。為此，除第一項任務已於前段呈現，以下列點陳述行動參與式的課程發展的結果：

(一)從「在地災害」中發現社會科學性議題

自莫拉克與凡那比二風災後，官方重建與安置的政策始終與部落所期待的「安全性」居住有所落差，亦造成了諸多不同的爭議與討論，亦透露出了長期被主流科學價值所忽略的在地災害思維與態度。誠如 Sithole (2015) 以巴布亞紐幾內亞 (Papua New Guinea) 的原住民為個案研究，並表示在地原住民對災害 (disaster) 的理解乃建構在世代間的經驗與信仰，及表現在各式的文化行為當中。有別於一般

對災害的理解為一種即將發生的劇烈自然現象 (hazard)；Jha (2011) 與 Sithole (2015) 針對個案原住民的調查結果提到：原住民對於災害的認識乃基於他們在傳統信仰、社會運作、日常生活乃至生計活動所展現的管理機制中，即防災或減災、備災、應變與復原等，因此災害此一概念在原住民文化化為族群生活與延續的一部份。Jha (2011) 更認為在原住民的文化脈絡中，探討災害不應單單將之視為一項客觀的自然現象，更應該是為一項社會議題。



據此，本研究以個案部落於 2009 年莫拉克及 2010 年那凡比颱風重創來義部落的災害經歷為發展社會議題為背景，其中與合作學校討論過後，一致認為二次風災有關「遷村議題」與「傳統環境觀測」的二項分別代表社會性及文化生態性的概念是最具大眾與部落討論的核心面向，並據此初步擬制出含五個活動的教學模組。活動設計的具體設計流程乃在在完

成相關天然災害的介紹後，以立體地形模型讓學生認識部落周遭地質、地型、災害及部落遷移史，同時藉由認識部落周遭環境進行實地踏查與觀測，讓學生主動參與，提升其災害識覺及科學興趣。在完備對自然環境與變化的基礎認識後，課程活動目標致力於聚焦學生的論證能力，並於活動三中試圖從個案部落的傳統自發性選址與現行的政策遷村作比較，以及在教

學策略中藉由引導學習者從查找資料—提出支持的理由—表達與辯論—修正主張等一連串論證行為來探究部落傳統的災害知識，並能回應對現今自然生態環境在認知、情意、行為上的素養能力。於活動四當中，透過進行實地的部落觀察，找出部落中讓大家生活便利舒適的設施，以及部落中可能潛藏危機的地方，藉此提升學生對環境的敏感度。最後，為整合前所有活動內容，以發展與設計行動方案的小組活動於活動五中引導學生設計出符合部落文化習性的災前、災中與災後的防災行動策略。

(二)以「在地世界觀」為起點的社會科學性議題課程模式

由於針對前次課程模組的討論結果，本研究團隊與合作學校教師共同認為課程所融入的在地文化經驗過於零散和不具知識系統化，因此在經與合作學校校長與教師共同研議與設計後，決議以排灣族「大洪水」的原生神話故事作為教學文本的起點，並試以發展排灣族「環境觀」的理念模式來環扣傳統與科學的知識。其具體設計策略為從故事腳本中採錄族人與自然的核心概念，如「禁忌」、「共存」、「謙虛」等作為課程活動的學習目標，並以相關的具體文化行為與活動作為鋪陳各活動的案例來說明說與指涉族人與環境的倫理關係，如土地的觀測、引水方式、水的禁地、水的觀測、水源、用水習慣、共有土地、共有水資源、取水的方式等。

為此，本研究配合 108 課綱及參考清華大學傅麗玉教授以臺灣原住民世界觀為基礎研發的「世界觀導向的學習架構」

(Worldview Oriented Learning Framework, WOLF)，即課程架構以呈現文化的世界觀、表達對文化的世界觀、探索世界觀、形成新的世界觀、連結文化世界觀與科學的世界等五步驟來設計課程。因此，課程模組以 WOLF 的模式作修正與重新編輯，及以社會性科學議題 (SSI) 為教學策略，即從神話故事中呈現排灣族對災害的觀念，並請學生使用討論與表達對此的看法，而後經由參與實作的過程詮釋作品背後所承載的世界觀，以及與科學知識相比較後知覺出不同的世界觀，並有能力在傳統世界觀與科學世界中互為詮釋。

有鑑於上述之課程設計理念與目標，教學內容以聚焦「災害遷村」為議題，並從中安排自發選址與政策遷村間的討論與有利彰顯出傳統環境知識所承載的世界觀，因此站在第一版教學模組的基礎，擬就對排灣族環境觀的認識—表達—探索—對話等目的發展出四個活動單元：原住民族與天然災害、部落地圖、傳統的選址智慧與部落的土石流。

前二項課程開發結果 (2 模組/9 活動單元) 乃源起於研究者對課程文本適切性的探究，以及出自收集在地議題與知識的目地並有利於正式實驗教學時能提供教授者有效的教學文本。二階段的開發工作皆配合二場科普活動，分別於二所原住民國小合作進行試教的檢測工作。試教發現學生藉由原住民族文化學習科學知識與實際手動操作，學生的專注力較為集中。老師從旁觀察也發現，參與學生對於未接觸過之活動，有興趣主動嘗試與學習，以部落的周遭環境作為學習內容更能

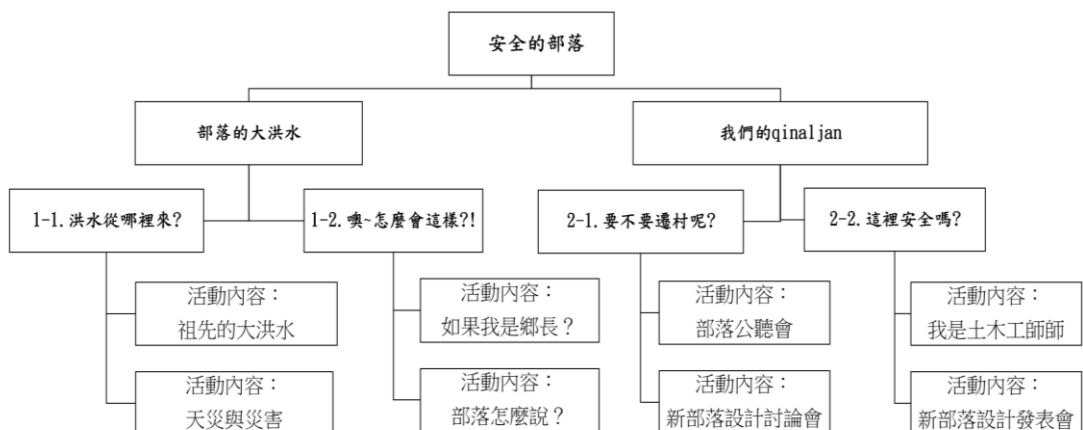
帶動參與學生的主動討論與分享。為此，本研究為讓課程模組更具實驗性價值與參考的價值，與正式實驗學校班級（來義國小五年級）合作，並以配合教材、評量執行正式實驗課程。

(三)以「安全的部落」為議題的防災實驗教育課程

基於上述二次的課程發展結果，以及突顯在地部落與政府對於政策遷村一議題所共同關心的核心價值－居住的安全，本研究團隊與合作單位（部落耆老、學校）再次研議課程模組的架構，並共同認為一個適切的在地防災教育課程首要任務應以滿足與回應在地對於「安全」一詞的脈絡定義與需求，並從具體的參與實踐過程中萌發學習者對於在地環境的社會性情感、文化性認知與應用科技的技能。為此，本研究重新將課程模組以學習「安全的部落」為核心目標，並透過歷史性脈絡的討論神話故事文本中所呈現的族群環境倫理到近代災害議題所呈現的生態、部落、文化的衝突；以及從災害議題中平面地探究問題解決的策略與過

程。因此，本正式實驗課程引用大量的實境教學與讓學生參與知識生產的過程。

正式課程教學模組含二個單元（單元一：部落的大洪水，單元二：我們的qinaljan）；及各單元含二個活動作設計（「活動 1-1 洪水從哪裡來？」，「活動 1-2 噢~怎麼會這樣?!」及「活動 2-1 要不要遷村呢？」，「活動 2-2 這裡安全嗎？」）。單元一強調從傳統環境觀中人與災害天災的共存關係；單元二則強調應用現代科學知識維持人與族群的互助精神。為彰顯課程議題的真實性，活動以模擬部落常見的公聽會、村民大會與政策發表會等型式進行。本案與合作班級授課教師共同以滾動式方法發展與設計課程，並以連續八週期間進行，課程成效則採多元評量（學習單、實作、討論、小組報告）方式評鑑，並以八週時間完成教學。正式實驗課程預計於 2021 年 7 月實施完成後，所收集的評量與評鑑內容資料將進行內容分析與敘述統計等質與量化等結果分析。



伍、結論與建議

一、結論

依據本研究以「傳統災害知識」為起點，並以「社會科學性議題」課程模式與策略發展在地國小高年級防災議題融入自然領域課程的結果，並提出總結性的結論如下所列：

- (一)以個案部落為場域收集傳統災害知識的分析結果表明，個案神話故事中有關遷徙與禁忌的陳述存有對自然空間的敬畏和保持人與自然空間的和諧態度，以及從部落俗民的文化行為中（用水習慣、農耕方式、儲糧分配）皆可看出對降低災害風險的策略，以及符合相關理論研究針對傳統災害知識中減災、備災、應變、復原等的特徵。另就傳統災害知識融入國小高年級自然科領域的適切度而言，研究者試圖從 108 課綱防災議題適切融入領域課程學習目標內容³作類比發現，雖與個案傳統防災知識的內涵與維度與之不同外，但對於使用該知識作為防災教育的教學文本洽能滿足該項的制式化教育中的學習目標。
- (二)在地防災議題融入自然科領域課程的開發，在經過二次返覆的討論、設計、評估與試教後，正試實驗課程的教學模組與活動內容安排皆受合作單位的肯定，另為使實驗課程內容能有效融入國小高年級自然課領域學

習目標，邀請合作授課教師進行評鑑，其滿意程度良好，並表示實驗課程能有效連結學生實際部落生活經驗與能有效地回應班級原住民學童的學習模式。最後本研究團隊在跟班觀察過程中初步發現到經由議題實境教學的策略中，參與學童於課堂中的參與度與自我表達的意願極高。

二、建議

- (一)在傳統災害的知識分析結果中，本研究原住民知識對於增強部落面對自然災害和環境變化的能力至關重要，它代表著重要的地方資源，可以補充科學技術，建立有效的減災的政策和行動。然而就原住民傳統災害知識為本研究聚焦主題，亦可能限制了研究結果的紮根性與支持理論產出的資料飽合度，事實上在研究者進行開放的自然訪談中，受訪者在談及有關災害時有高頻率地使用「禁忌」(palisi)的概念與語境範疇來陳述他們對自然災害的認識，但就研究者本身的理論依據恐有所干擾了資料取得的面向與性質。對此，本研究建議在建構原住民知識同時，應反身性研究置入於資料收集、分析等過程當中，以求取資料呈現的純淨與信實度。
- (二)雖目前本研究僅進行到災害知識的調查，與初探系統化地納入制式課程的階段中，並尚未進行廣泛地驗證學習傳統災害知識對自然科領域學習

³ 學習目標內容如右：「認識天然災害成因；養成災害風險管理與災害防救能力；強化防救行動之責任、態度與實踐力」

的影響。然就西方科學與原住民知識在知識論 (epistemology) 的特徵而言,其知識的傳達與接收各有自不同的表現方式,在評鑑知識參與者的成效西方知識系統自來有其制式化的方法;就原住民知識部份,Aikenhead 與 Ogawa (2007) 則表示原住民以參與行動的方式來學習應用與生存的知識,即知識與生存直接相關,因此學習知識可從生活中直接評估其成效。如此,在制式化教育中如何透將參與生活方式並來判斷學習參與者的學習成效,是值得再作深度的討論與進行相關的進一步研,亦作為本研究在進行課程發展與設計時作為另一層面的研究建議。另有鑑於制式化教育的限制與無法滿足原知民知識傳遞的方法需求,並滿足文化本位教育的永續性,建議學校配合部落社區相關的災害防救的過程,以進學童在課堂學習的科學新知與參與部落防災行動時習得的經驗作對話,並產生出知行合一的學習素養成效。

參考文獻

- 李馨慈 Tjuku Ruljigaljig, Giljegiljav Salingaul, Saiveq Kisasa, 余奕德、羅永清 (2019)。降低災害風險的原住民知識調查—以義部落為例。2019 魯凱學研討會。
- 邱美虹 (2018)。以科學素養為導向的新課綱—從社會性科學議題融入課程談起。*臺灣教育評論月刊*, 7 (10), 1-07。
- 周水珍 (2007)。原住民族小學民族教育課程實施之個案研究。*課程研究*, 3 (1), 87-108。
- 周惠民 (2018)。原住民族知識與學校課程轉化。載於教育部, 2018 原住民族教育巡迴教育論譚南/高屏場會議手冊 (91-105)。國立中山大學: 教育部。
- 孫大川 (2000)。夾縫中的族群建構——台灣原住民的語言、文化與政治。臺北: 聯合文學。
- 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。
- Aikenhead, G. S., Ogawa, M. (2007). Indigenous knowledge and science revisited. *Cultural Studies of Science Education*, 2(3), 539-620. Retrieved from <https://reurl.cc/ZO3xjl>
- Dekens, J. (2007). *Local Knowledge for Disaster Preparedness: A Literature Review*. International Centre for Integrated Mountain Development, Kathmandu, Nepal.
- Gearheard S, Pocernich M, Stewart R, Sanguya J, Huntington H (2009) Linking Inuit knowledge and meteorological station observations to understand changing wind patterns at Clyde River, Nunavut. *Climate Change*, 100:267-294. doi:10.1007/s10584-009-9587-1Nunavut. *Clim Change*. doi:10.1007/s10584-009-9587-1
- Gómez-Baggethun, E., Corbera, E., &

- Reyes-García, V. (2013). Traditional Ecological Knowledge and Global Environmental Change: Research findings and policy implications. *Ecology and Society*, 18(4), 18(4): 72.
- Hiwasaki L., Luna E., Syamsidik & Shaw R, 2014, *Local and indigenous knowledge for community resilience: Hydro-meteorological disaster risk reduction and climate change adaptation in coastal and small inland communities*, UNESCO, Jakarta.
- Ifejika Speranza C, Kiteme B, Ambenje P, Wiesmann U, Makali S (2010) Indigenous knowledge related to climate variability and change: insights from droughts in semi-arid areas of former Makueni District, Kenya. *Clim Change*, 100:295-315 doi:10.1007/s10584-009-9713-0
- Kana'iaupuni, S. M., Ledward, B., & Malone, N.(2017). Mohala i ka wai: Cultural Advantage as a Framework for Indigenous Culture-Based Education and Student Outcomes. *American Educational Research Journal*, 54(1), 311-339.
- Kelman, I., Mercer, J. and Gaillard, J. (2012) Indigenous knowledge and disaster risk reduction, *Geography*, 97(1): 12-21.
- Krippendorff, K. (1980). *Content analysis an introduction to its Methodology*. London: Sage.
- Lefale P (2009) Ua 'afa le Aso Stormy weather today: traditional ecological knowledge of weather and climate, the Samoa Experience. *Clim Change*. 100:317-335. doi:10.1007/s10584-009-9722-z
- Mavhura, E., Manyena, B., Collins, A. and Manatsa, D. (2013) Indigenous knowledge, coping strategies and resilience to floods in Muzarabani, Zimbabwe, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 5: 38-48.
- Mercer, J., I. Kelman, L. Taranis, & S. Suchet-Pearson (2010). Framework for integrating indigenous and scientific knowledge for disaster risk reduction. *Disasters*, 34(1), 214-239.
- Sillitoe, P. (2015) The development of indigenous knowledge: a new applied anthropology. *Current Anthropology* 39(2), 223-252.
- Stephens, S. (2000). *Handbook for culturally responsive science curriculum*. Fairbanks, AK: Alaska Native Knowledge Network, University of Alaska Fairbanks .
- Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive? *The Journal of the Learning Sciences*, 12(2), 145-181.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issue education. *Science Education, 89*, 57-377.

一個針對臺灣原住民孩童以雲端運算技術 所建立的多媒體線上教育平台 在結核病預防教育上有顯著的效果*

華國媛¹、林琬曼²

¹ 國立臺北科技大學分子科學與工程系暨有機高分子研究所副教授/生醫產業研發中心主任

² 國立臺北科技大學有機高分子研究所博士生

【 摘 要 】

在偏遠的山區裡，因為師資與教育資源的缺乏，上學是一件很挑戰的事情。為了克服這樣的挑戰，我們建立了一個利用雲端技術所架設的多媒體線上學習平台。這套多媒體線上教材有七種語言的版本，包含中文，曾經使用在結核病預防教育課程。這個平台可以讓單一教師或學生輕易的使用。有 310 位使用者使用過這套線上平台，此外有 901 個使用者觀看過平台中的多媒體影片教材。為了評估這個平台的使用成效，我們在平台中設計了互動式評量系統，同時也以線下的課前課後測試評估學生的學習成效。實驗的結果證實了這套文化融入式多媒體教材是有效的，以及雲端教育平台對於臺灣原住民學童教育是個很有效的解決方案。

關鍵詞：教育、線上學習、健康科學、原住民文化、結核病

* 《Journal of Platform Technology》（平台科技期刊），第二期第一卷，2014 年 3 月。韓國。

1. Introduction

Health science education can improve personal skill in disease prevention and in maintaining a healthy community. However, few successful health science education models have been demonstrated to be effective in sensitive populations such as indigenous peoples. Also, there are few successful educational programs in tuberculosis even though over 14 million persons are estimated to have tuberculosis (TB). Moreover, TB has been the leading contagious disease in Taiwan. The Council of Indigenous Peoples and the Ministry of Health of Taiwan published that crudely the TB mortality was ranked sixth for indigenous children aged 1 to 14 years in indigenous townships [1, 2]. Moreover, health disparity of TB in indigenous children exists, since there are children dying from TB in non-indigenous populations, and the disease is not ranked in the top 20 leading causes of death for all children in the same age range.

The Permanent Forum on Indigenous Issues, which was established by the United Nations in the Global Indigenous STOP-TB Expert Meeting in 2009, demonstrated numerous obstacles in identifying and treating TB in indigenous populations, such as the shortage of medical resources, lack of knowledge, poverty, and culture differences. Hence, these risk factors make indigenous people easily susceptible to TB [3]. To overcome the lack of knowledge about TB, it

is important to develop an effective educational program that deals with TB prevention for the Taiwan indigenous population, especially the children. However, indigenous schools are in remote mountain areas, and they often do not have teachers specialized in health education. Moreover, the number of teachers who are proficient in the indigenous language is small.

Therefore, we have developed an on-line multimedia educational platform on TB prevention for the Taiwan indigenous children. Our platform is at: <http://210.61.2.8/health/>.

2. Concept, Model and Methodology

2.1 Culturally inclusive multimedia teaching materials of TB based on multimedia theory

We have developed the multimedia content based on culturally inclusive pedagogy. Culturally responsive teaching curricula emphasize the different learning styles of students [3]. Culturally responsive teaching responds to the students' ethnicities, cultures, and languages. Teachers who use proper educational materials address different cultural backgrounds to build learning scaffolds for students [3]. One conclusion from the Global Indigenous STOP-TB Expert Meeting of the United Nations suggested that the educational contents of TB for indigenous populations

should reflect the prospective indigenous people’s cultural values, traditions, and lifestyles. A few studies have demonstrated that culturally responsive teaching can efficiently improve indigenous children’s learning effectiveness [4, 5]. Cultural cognition and related student knowledge can be improved simultaneously using specific science topics to integrate traditional indigenous life experience into Western knowledge systems [6].

“Multimedia learning” means learning from multiple representations of the same material, including visual and verbal explanations [7, 8]. Multimedia learning can assist learners in constructing knowledge by following the following three information processes [7, 8]:

- a) The learner actively selects and connects relevant pieces of visual and verbal knowledge from the presented material, and stores those pieces into visual and verbal short-term memories.
- b) The learner organizes those selected pieces into a coherent representation, thus “organizing the selected information in short-term memory into a coherent whole.” The coherent mental representation is called the situation model, which is divided into two types: visually based and verbally based.
- c) After constructing two models, the learner finally integrates those representations to develop both visual and verbal connections.

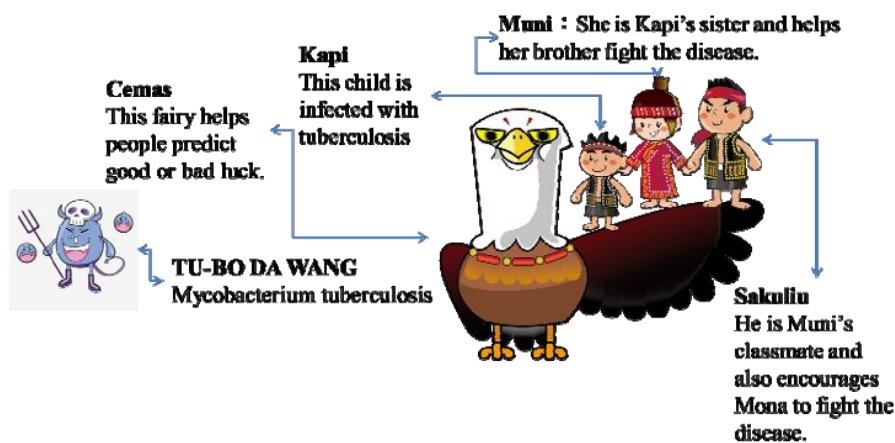


Figure 1. The main characters based on Paiwan culture context.

Furthermore, based on Paivio’s dual coding theory [9], learners process the information of multimedia learning to divide two pathways: processing visual explana-

tion and processing verbal explanation. Based on these theories, multimedia educational programs using words and images simultaneously are more effective than do-

ing so separately. The modality of presenting words as narration is better than that of presenting on-screen text. Therefore, we applied these theories when developing our TB multimedia educational materials for indigenous children of Grades 7 to 9. The characteristics of the seven indigenous cultures were included (for the main characters of Paiwan, one of the tribal groups is shown in Figure 1).

Regarding the script for the animated material, we designed the main characters to be interactive by including questions and answers that encourage participation. There are three main roles who are Kapi, Muni, and Sakuliu, a fairy character named Cemas (Eagle, in the Paiwan legend, who always protects the Paiwan tribes), and a sacrifice (Maleveq, who prays to the ancestral spirits to bless the tribal safety), as shown in Figure 1.

Afterward, each production step was reviewed by experts in the fields of public health, education, and psychology, as well as the tribal elders familiar with the Paiwan culture and language. The websites with the animation are as follows:

“Warriors vs. Tu-Bo Da Wang” (Paiwan language version) <https://www.youtube.com/watch?v=pjyx-uzJ2YU> (the viewer count in 5/18/2014: 387)

“Warriors vs. Tu-Bo Da Wang” (Chinese language version) <https://www.youtube.com/watch?v=5htHz8QE2o0> (the

viewer count in 5/18/2014:2849)

2.2 Community participatory education with local indigenous tribal teachers

Since the availability of qualified health science teaching is low in the remote areas, we recruited tribal villagers to participate as the seed teachers. Suitable seed teachers were required to be familiar with the local Paiwan language. The established qualification criteria included retired health teachers who had graduated from departments of nursing, public health, or social welfare, indigenous language teachers who possessed a government-provided certificate or DOTS workers who were serving or had served as a priority. The NGOs, the Health Tribe Construction Centers also assisted in the training courses of the seed teachers. After training and practice, potential seed teachers were examined by an evaluation team composed of relevant scholars and tribal elders familiar with the tribal languages and cultures. Consequently, following review, qualified persons became the seed teachers of this course.

2.3 Outcome assessment of culturally inclusive media films with pre- and post-course exams

a) Research ethics: The proposal of the work was sent to Internal Review Board (IRB) prior to execution of the project in indigenous villages. In addition, town meetings were called before initiating the

science educational class on TB.

b) Participants: 127 indigenous Paiwanese junior high students from grade 7-9 (12-15 years old) in Ping-Tung County participated in our science class on TB.

c) A multimedia education film: “The Warrior Flights with the King of TB” was produced by a professional film company. However, the script of the film was designed based on our previous study, assessing the proficiency on the TB within indigenous villages. The content of the film has four topics:

1) general knowledge of TB, 2) identification of TB symptoms, 3) key knowledge about TB treatment, and 4) myths about TB disease in traditional cultures that were learning index to set for the evaluation purpose.

d) Proficiency evaluation test: An impact-based written evaluation test was conducted to evaluate the effectiveness of the multimedia educational tools. The test was reviewed by five experts. A pilot test was conducted with 78 students in schools similar to the target schools, but in different villages. After this some of the questions were reframed as appropriate. There were 11 questions in the final test. Meanwhile, the animation was dubbed in two languages.

e) Satisfaction evaluation questionnaire: A process-based questionnaire was set up to evaluate if the students liked the film.

The satisfaction questionnaire was based on a Likert-type five-point scale scoring system. There were 14 questions in the questionnaire.

f) Data analysis: Paired Student’s t-tests and Independent T-tests were applied for the statistics analysis.

2.4 Construction of a multimedia educational platform with cloud computing technology

a) Cloud technology for education

Cloud computing is the evolution of distributed computing and grid computing [10]. The great computing system can be partitioned into multiple independent virtual machines, and as many physical servers. The cloud computing service is convenient for people without the experience of setting up the server to build internet service, e.g., platform. It is also easy to quickly regulate the computing ability and build a service anytime [11]. Meanwhile, transferring the E-learning system into the cloud will save the cost of building and maintaining the classroom [12]. We have used Platform as a service (PaaS) [10] to build up our education platform, the “Warriors vs. Tu-Bo Da Wang” on the Hicloud service provided by the Chunghwa Telecom, a local internet service provider.

b) User interface

We developed an interactive learning environment by using Hypertext Preprocessor (PHP) language in the cloud server.

The data obtained from the analyses are stored in a MySQL relational database and the webpage interface was built by PHP language. The schema for the user interface of the platform was shown in Figure 2 and

separated into two parts: one is the indigenous culturally inclusive TB education interface and the other is linkages of outside websites.



Figure 2. The schema for the user interface of “Warriors vs. Tu-Bo Da Wang” platform

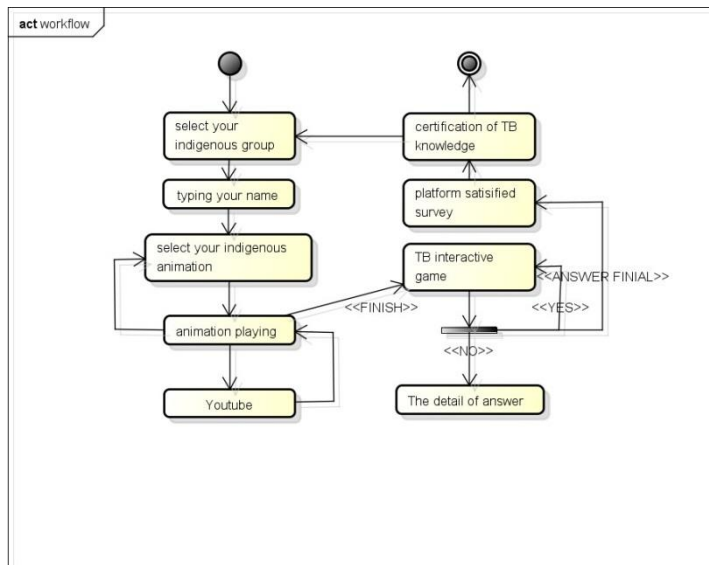


Figure 3. The schema of workflow of the “Warriors vs. Tu-Bo Da Wang” platform

c) Platform workflow

The learning workflow of TB knowledge was designed and shown in Figure 3. First, the user of accepting this education should select her own ethnic group and then enter the name. The learner can start the multimedia animation by selecting his/her tribal language or mandarin Chinese. After finishing watching the film, the system automatically goes to an interactive evaluation system, with online assessment of TB knowledge. If the learner answers correctly, the system automatically goes on to the next question. If not, the correct answer is shown on the screen and then the system automatically goes on to the next question. After completing the evaluation game, the system gives out a certification online to reward the learner. The certificate can also be printed out for the learners to keep.

3. Experiment, Simulation and/or Analysis

3.1 Outcome assessment of culturally inclusive films by pre- and post-course exams

To evaluate the outcome of the culturally inclusive TB educational program, we developed an evaluation tool based on four major TB topics. The assessment questionnaire can be divided into four major topics: general knowledge of TB, identification of TB symptoms, key knowledge about TB treatment, and the myths about TB disease in traditional cultures. Table 1 summarizes

the outcome of the educational program. Before the course began, the average scores were set as baselines of 40.3 ± 19.6 for all of the Paiwan students and, for the respective different implanting year, 44.1 ± 15.6 for the first year, 35.0 ± 23.2 for the year after next. After completion of the course, the average scores increased by 32.3 ± 23.4 for all of the Paiwan students and, for the respective different implanting year, 31.1 ± 24.6 for the first year, and 33.9 ± 21.7 for the year after next respectively. All of the increases in scores were statistically significant (*p* values ranging from .000 to ***). In comparing between implementing first year and the year after next, the increases were not significantly different by using independent T-test. Therefore, with the same curriculum being implemented, the same townships during? two different implementing years still has significant learning effect.

We proved this course to have a highly significant learning effect on improving the understanding of TB among indigenous students from Grades 7 to 9. The assessment results indicated that the students from implementing first year and the year after next improved significantly in all four topics (***). Independent T-tests showed no significant relationship ($p > .05$) for different genders. In other words, this Paiwan culturally inclusive curriculum of TB can be provided to all indigenous Paiwan students irrespective of gender.

Table 1. Results of tribal indigenous students from Grades 7 to 9 under different teaching versions

Score / items	Total (100)	the general knowledge of TB (4/18*100)	the identification of TB symptoms (4/18*100)	the key knowledge about TB treatment (7/18*100)	the myths of TB disease in the traditional culture (3/18*100)
Total (115 persons)					
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Pretest	40.3 ± 19.6	7.8 ± 5.1	10.0 ± 6.4	15.7 ± 9.0	6.9 ± 5.3
Posttest	72.6 ± 20.0	14.8 ± 6.0	18.0 ± 6.0	27.1 ± 8.5	12.9 ± 4.6
Degree of advancement	32.3 ± 23.4	7.0 ± 7.4	8.0 ± 7.4	11.4 ± 12.0	6.0 ± 5.9
p value ^a	***	***	***	***	***
First year (67 persons)					
Pretest	44.1 ± 15.6	8.5 ± 5.0	11.4 ± 6.0	17.2 ± 8.0	7.0 ± 4.6
Posttest	75.2 ± 20.3	17.1 ± 5.1	18.7 ± 5.7	27.2 ± 9.1	13.1 ± 4.4
Degree of advancement	31.1 ± 24.6	8.6 ± 7.3	7.2 ± 7.7	10.0 ± 12.7	6.1 ± 5.7
p value ^a	***	***	***	***	***
The year after next (48 persons)					
Pretest	35.0 ± 23.2	6.9 ± 5.2	7.9 ± 6.5	13.4 ± 9.8	6.7 ± 6.3
Posttest	68.9 ± 19.1	11.7 ± 5.8	17.0 ± 6.5	26.7 ± 7.8	12.6 ± 4.8
Increases in score	33.9 ± 21.7	4.7 ± 7.0	9.1 ± 6.8	13.5 ± 10.6	5.9 ± 6.2
p value ^a	***	***	***	***	***

^a(**p* < 0.05, ***p* < 0.01, ****p* < 0.001)

3.2 Process assessment of culturally inclusive multimedia content

To evaluate the process of the culturally inclusive TB educational program, we developed an evaluation tool with three major TB topics (see Method and Research Materials, “Development of the assessment tools”). Table 2 summarizes the impact of the educational program.

The average overall scores of student satisfaction with the courses in the Paiwan versions was $4.48 \pm .58$. In addition, the

average score of student satisfaction of the two implementing years were $4.52 \pm .53$ and $4.44 \pm .63$. The total score was 5. Comparing between of them, the course satisfied scores were all substantially high. The questionnaires on course satisfaction were divided into three sections: course design (with an overall score of $4.54 \pm .61$), teaching style of the seed teacher (with an overall score of $4.52 \pm .61$), and learning effectiveness (with an overall score of $4.45 \pm .73$). Satisfaction was also extremely

high for all three sections. Comparing between the first year and the year after next, there were no significant difference of satisfactions for overall and three divided sec-

tions. In summary, the multimedia teaching materials for Paiwan cultures were well accepted by the Paiwan students of Grade 7 to 9.

Table 2. Satisfaction analysis results of Paiwan students from Grades 7 to 9 under different implementing year

5 points of each question / item(persons)	Total	Course design	Seed teacher's teaching style	Learning effectiveness
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Total (115)	4.48 ± .58	4.54 ± .61	4.52 ± .61	4.45 ± .73
First year (67)	4.52 ± .53	4.54 ± .60	4.57 ± .57	4.48 ± .64
The year after next (48)	4.44 ± .63	4.53 ± .62	4.45 ± .65	4.40 ± .83

^a 5points:Strongly satisfied, 4points:Satisfied, 3points:Neither satisfied nor dissatisfied, 2points:Dissatisfied, 1points: Strongly dissatisfied



Figure4. The Paiwan culturally inclusive multimedia film with the dubbings of Paiwan and Chinese

3.3 A viewer analysis of the on-line multimedia platform

After validating the culturally inclusive multimedia, we have set up an on-line educational platform with cloud technology. The on-line education session is started by a user typing his/her name and selecting

a version of the multimedia film, with one of the tribal languages or Chinese (see Figure 4). The viewing time is about 20 minutes. After viewing the film, the session automatically enters into an interactive evaluation during which the user is tested for his/her knowledge about TB (see Figure

5). If the user had entered a wrong answer, an on-line correct answer would show up on the screen, which could enhance the efficiency of learning by giving out the correct answer immediately. For a period of about one year, we had analyzed the distribution of the user tribal culture background (shown in Table 3). Amis and Tayal groups have higher viewer numbers, since we had

asked some of the health promotion centers in the Tayal tribe to participate and the Amis group is the largest tribal group. The results suggested that community participation via health promotion centers is an effective approach to promote the awareness in the mass.



Figure 5. The user interface for the online interactive evaluation system

Table 3. The distribution of user's tribal background

Tribal Groups	Amis	Bunun	Paiwan	Seediq	Tayal	Truku
Numbers of viewers	111	16	25	29	117	12

3.4 Outcome assessment of platform with imbedded questions

In order to assess if the on-line platform was effective, we imbedded a set of 11 questions. They are listed in Table 4. For the interactive brief section, a question-and-answer game was incorporated to strengthen the participants' impression of the course, in addition to the animation

used as teaching material. The purpose of producing the interactive brief was to have the trained seed teachers, after showing the animation, engage the students with question-and-answer games to interact and collaboratively reflect on the materials, and to embed TB knowledge into them and help them re-evaluate their misconceptions of TB. Based on four topic constructions of

the teaching materials, 11 questions were designed for presentation (Table 4). The teachers could share more related experiences and allow the learners to interact with one another.

Furthermore, the trained and certificated indigenous seed teachers familiar with the local indigenous languages used the teaching materials and led the students

to course completion.

In Table 5 the analysis on the percentage of correct answers from the users is shown. After viewing the film, for each question, the percentages of users with correct answers were all higher than 60%, except for the first question (Can all TB patients infect others with this disease?).

Table 4. The items in the interactive brief

Questions:	Four Topic Constructions^a
1. Can all TB patients infect others with this disease?	1
2. Is coughing for more than three weeks consecutively considered a symptom of TB?	2
3. When TB symptoms disappear, is there any need to take TB medication?	3
4. Can TB be caused by smoking excessively or excessive alcohol consumption?	1
5. Are DOTS workers good helpers for caring TB patients?	3
6. Is it easy to contract TB through aerosol droplets from infectious TB patients?	1
7. Must people who come in contact with TB take contact examination to protect themselves and patients?	3
8. In order to encourage the indigenous population to receive treatment for TB, are small incentive bonuses given to them after they are cured?	3
9. Can herbal medicines commonly used in tribes or referred to in legends cure TB effectively?	4
10. Will people who come into contact with TB patients communicate the disease to others if they test positive for tuberculin during contact examination?	3
11. Should TB patients who are still under treatment avoid attending tribal rituals as a way of demonstrating their love towards other people in the tribe?	4

^a The four topics of the general knowledge of TB are as described: 1. The topic on the identification of TB symptoms, 2. The topic on the important information about TB treatment, 3. The topic of the myths of TB disease indicates 4.?

Table 5. The analysis on the percentage of correct answers about the interactive brief from the users

Question number	Total participants	Participants answered correctly	Percentage of correct answer
1	32	19	59%
2	26	19	73%
3	28	19	68%
4	28	18	64%
5	22	15	68%
6	26s	18	69%
7	28	20	71%
8	23	16	70%
9	22	15	68%
10	24	15	63%
11	28	20	71%

4. Conclusions

We have proved our designed on the workflow of the course and the content of the multimedia film are very effective in improving the understanding of TB knowledge among indigenous students from Grades 7 to 9. Independent T-tests showed no significant relationship ($p > .05$) for different genders. In other words, this Paiwan culturally inclusive curriculum of TB can be provided to all indigenous Paiwan students irrespective of gender.

5. Acknowledgements

The work was supported by NSC 102-2511-S-027-002-MY4 from the

Ministry of Science and Technology (Taiwan), DOH99 supplement grant and Grant DOH101-DC-1102 to K.Y. Hwa from the Centers for Disease Control, R.O.C. (Taiwan). We thank all participants in this study, especially the participating tribal members who were willing to share their expertise in our program as seed teachers. We also thank Chun-Feng Lin (Amis), Chiu-Ying Chen (Taiwanese), Chao-Kuang Lin (Tayal), Chen-Wen Yao (Taiwanese), Wei-Che Chiu (Taiwanese), and Ting-Ting Fang (Taiwanese) for their great efforts in the program.

References

- [1] Ministry of Health and Welfare, "Indigenous population and health statistics annual report (2006-2007)," in Ministry of Health and Welfare, R.O.C. (TAIWAN), Taipei, 2009.
- [2] Statistics Office. (2009, Dec.). The TB crude mortality rate of national average between 1-14 years old (every 100,000 people) gotten from the main cause of death in deaths, the mortality rate - according to a specific age group and gender (2007), by selected the item of tuberculosis: 1-14 years old [Online]. Available: <http://www.mohw.gov.tw/cht/DOS/DisplayStatisticFile.aspx?d=12480>
- [3] G. Gay, "Culturally Responsive Teaching: Theory, Research, and Practice," Teachers College Press, 2nd ed. New York, USA, pp. 22-45, 2010.
- [4] G. Aikenhead, "Integrating Western and Aboriginal Sciences: Cross-Cultural Science Teaching," *Research in Science Education*, Vol. 31, No. 3, pp. 337-355, 2001.
- [5] B. R. Belland, K. D. Glazewski, and J. C. Richardson, "A scaffolding framework to support the construction of evidence-based arguments among middle school students," *Etr&D- Educational Technology Research and Development*, Vol. 56, No. 4, pp. 401-422, 2008.
- [6] S. Stephens, "Handbook for Culturally Responsive Science Curriculum," Alaska Science Consortium, 2000.
- [7] H. A. Houghton and D. M. Willows, "The Psychology of Illustration: Volume 2: Instructional Issues," in Springer London, Limited, 2011.
- [8] R. E. Mayer, "Multimedia learning," Cambridge University Press, 2nd ed. New York, 2009.
- [9] A. Paivio, "Mental representations: A dual coding approach," Oxford University Press, England, 1986.
- [10] Wikipedia contributors. (2014, May). Cloud computing [Online]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing
- [11] A. Amies, H. Sluiman, G. Tong, and G. Liu, "Developing and Hosting Applications on the Cloud," in IBM Press/Pearson, 2012.
- [12] M. Anwar, H. Masud, and X. Huang, "An E-learning System Architecture based on Cloud Computing," *World Academy of Science, Engineering and Technology*, Vol. 6, No. 2, pp. 738-742, 2012.

An Effective Multimedia Education Platform on Tuberculosis Prevention for Taiwan Indigenous Children Based on Cloud Computing Technology*

Kuo-Yuan Hwa¹, Wan-Man Lin²

¹ Department of Molecular Science and Engineering, Institute of Polymeric Science, Center for Biomedical Industries National Taipei University of Technology, Taipei, Taiwan, ROC.

² Institute of Polymeric Science, Center for Biomedical Industries National Taipei University of Technology, Taipei, Taiwan, ROC.

Abstract

Schooling in a remote mountain area is a challenging issue because of the lack of teachers and technological resources. To overcome these challenges, a multimedia e-learning platform based on cloud computing technology was established. Our on-line multimedia contexts were in seven different languages, including mandarin Chinese. It is used for tuberculosis prevention education. Our platform can be easily accessed by individual teachers or students. 310 users had used the on-line platform. Furthermore, the multimedia films had been viewed by 901 users. To evaluate the effectiveness of the platform, an interactive assessment was imbedded. Also, the culturally inclusive content were tested off-line for its effectiveness by comparing learners' scores from pre- and post-course exams. Our results suggested that the culturally inclusive multimedia content is effective and the cloud computing educational platform is an effective solution for Taiwan indigenous children in remote mountain areas.

Keywords: Education, E-learning, Health science, Indigenous culture, Tuberculosis

以數學語言出發之泰雅民族課程設計 與教師專業發展

陳嘉皇¹、楊晉民²、魏士軒³、博屋瑪國民小學全體師生⁴

¹ 國立臺中教育大學數學教育學系教授

² 國立臺中教育大學數學教育學系助理教授

³ 國立臺中教育大學數學教育學系助理教授

⁴ 博屋瑪國民小學

【 摘 要 】

本研究旨在探究原民小學教師針對數學語言與原民文化的融合，如何建構課程發展模式？如何實踐民族數學課程？泰雅原民學生對民族數學的學習表現為何？經過為期四年 PLC 的執行，博屋瑪小學的教師利用民族數學課程設計運作程序，從數學語意整理>族語語意比對>進行語意佈題>實務現場教學實驗>教學群修正的歷程模式，設計符合泰雅文化的一和二年級的數學課程。博屋瑪小學的教師從數學課本中，提取學生應該要了解的數學語言，作為數學教材設計的重點；透過族語教師的轉譯，尋找互相契合的詞彙、作法或生活經驗，來強化數學與文化的連結，融入泰雅元素重新詮釋數學示例，以符應學生需求和課程目標，發展與實踐民族數學課程。經民族數學教學的實踐，發現博屋瑪國小的原民學生數學學習動機提升、數學語言理解與發表能力增強、族群文化認同提升，而教師專業知能成長、促進有效教學。

關鍵詞：文化、民族數學、泰雅族、數學語言

壹、計畫緣由

良好的教育表現是獲取有利資源、提升社會地位、改善原住民不利條件、爭取往上流動的主要途徑之一。因此，許多學者投入原住民的教育研究，從不同的角度來理解原住民教育所面臨的問題，探討原住民學生學習成就低落的原因，改善其學習的成就表現。因為學習成就的高低，決定個體能否往上流動，能否擺脫原有生存困境的關鍵。Ernest（2006）指出數學此課程扮演的是一個「關鍵過濾器」(critical filter)的角色，決定一個人未來成功與否最重要的指標。近年來，學者或一些機構發現文化差異對原住民的學習有非常深遠的影響，開始從課程的設計著手，探討數學表現和原住民文化之間的關聯。學校的數學是在社會和文化的實踐中教導，教師需明白學生的文化數學基礎，透過學生的眼睛評估學習的環境，然後從師生與社區之間協商的結果進而發展課程。數學課程、數學學習與教師的數學教導信念的整合，對於決定如何協助原住民學生發展數學扮演重要的角色，因此，應該從相關文獻與教學實務的理解，設計符合原住民學生需求的數學教材和活動，以提升原住民學生的數學學習表現。

為了要評估學生的特殊學習需求，教師需正當的與系統化的批判其數學課程與教材內容，將重點放在專業發展，與在反思的時間，不斷地描述原住民學生在課堂上出現的問題，認識到數學課本質上是一個非常複雜和一個語言的練習，應給予原住民學生他們不同的背景和語言需求，鼓勵在數學教室中提供積極、無威

脅、語言豐富的環境，及這種存在對發展相關學習活動和採用適當的教學材料有什麼影響，幫助減輕課堂上的文化衝突，提高原住民學生的數學學習成果(圖1)。

博屋瑪國小面對孩童族群的認同與數學學習上的困難，藉著與臺中教育大學數教系陳嘉皇、魏士軒、楊晉民教授合作，透過研習、對話、分享及諮詢等方式，在「教材與教法」上，順應原住民地區的特殊性，培養本身轉化教材的能力，並將教材與當地生活結合，重視知識與學童生活經驗的連結(圖2)。本研究計畫旨在提供一個實務的框架，透過發展的數學材料來支持原住民學生的學習。在學校教育中，計算能力是課程所有領域學習、表現、話語和批判的基本組成部分，它涉及在上下文中使用的處置，包含：支持跨學科(數值、空間、圖形、統計和數學)的數學概念和技能、數學思維和策略、一般思維能力與評估情境作為基礎。原住民學生的數學學習應該對主流識字和計算能力方案進行文化評價，包括確定是否對原住民學生適當，並在必要時制定新的內容，引入技術和信息以幫助發展識字和計算技能，確定和利用計算機的資料庫，以幫助能在關鍵學習領域取得教育成果，發展高品質的課程和資源材料，其中包括確定原住民觀點的關鍵學習領域。因此整合相關數學議題的情境，包含四則運算、圖形空間、統計與機率和如何解題等，協助教師使用情境化描述生活語言所表達的數學內容，以真實生活的例子來教數學，促進數學化。

貳、歷程

本計畫探索教師學習如何應用課程設計理論，當成發展其對原住民學生在數學領域理解所產出的啟發，研究此議題的理由在於考量專業發展進修的需要，讓他們能合宜的預期和反應原住民學生解題的困難，提升所需的專業知識；另一方面則配合博屋瑪國民小學完成「課程泰雅化」的目標，結合校內泰雅族語教師，積極的創發泰雅民族數學教材。基於此理念，研究者擬定研究架構圖如圖 3 所示，引導研究之進行。這個研究架構由三個相互關聯的工作組成，第一個項目利用方法分析原

住民數學教材設計的要求，包括核心的數學概念和數學語言，對於教師來說可能是重要的，旨在理解、描述和產生關於如何、何處及什麼樣的數學知識在教師的實踐中可能是有用的。第二個項目是以第一個項目所形成的假設之檢驗，發展數學知識和語言的測量，透過追蹤數學知識的語言教學對學生成就的影響來測試這些假設，因此，第二個項目是透過驗證或建議修訂的擬定假設形成第一個項目。第三個項目，利用其他兩個項目的發現，旨在發展和精鍊的方式有效地促進教師專業發展計劃裡教師的數學知識。

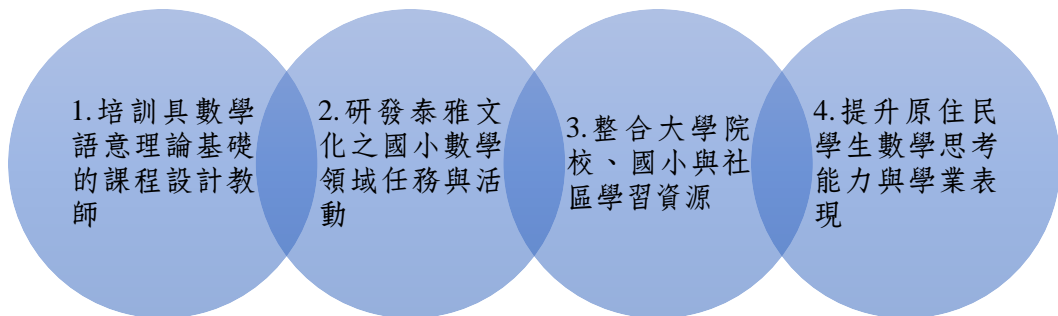


圖 1 本研究計畫緣由



圖 2 全人泰雅教育的願景

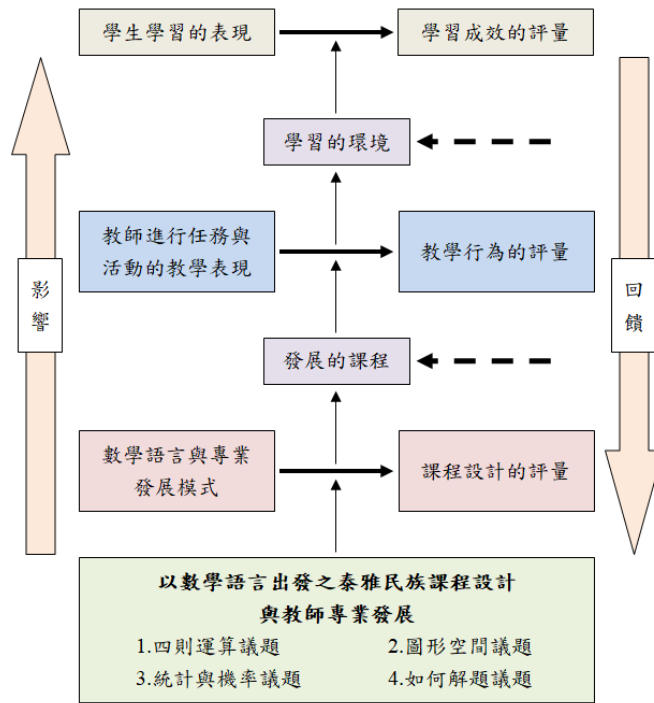


圖 3 以數學語言出發之泰雅民族課程設計與教師專業發展研究流程與架構

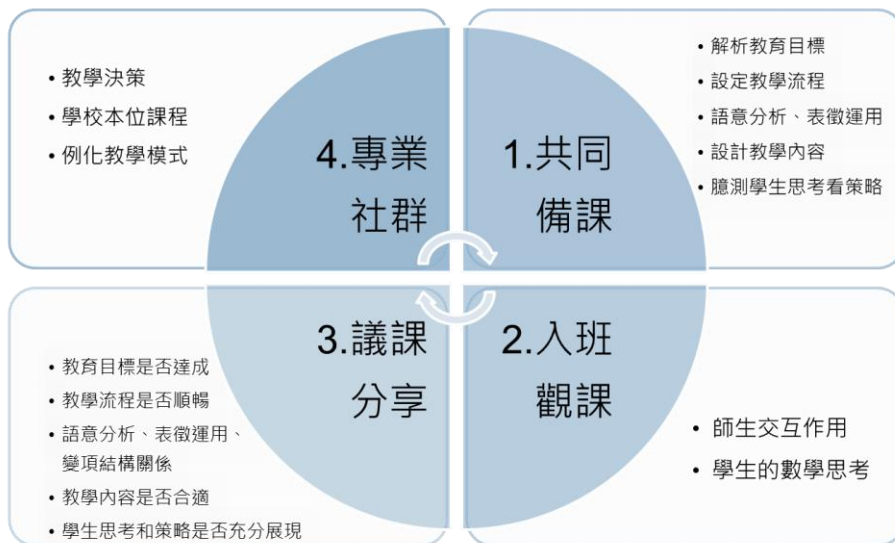


圖 4 數學課程與教學發展專業訓練流程

要提供教師積極參與專業發展的方法，有三項需強調的核心實務，特別是如如何激發教師對學生推理的思考，如何支持

數學對話的發展，及如何協助教師注意數學概念與意義的機會，因此研究者建構數學課程與教學發展專業訓練流程(圖 4)。

在此架構裡，在共同備課的歷程，將教師的注意力集中在當他們參與數學課程設計時，原住民學生可以學到的數學概念和語意什麼。教師們討論學生所激發的觀念，並且透過辨識學生可以理解的內容，及何種類型的問題可以運用加以佈題，以誘發和建構這方面的理解。因此，明確化教師實務的問題，可幫助教師創造回應的故事，以應付學生不足之能力。教師專業發展的目標，是創造自己組織的理解方式，連結學生的反應，隨著時間而注意更多的解題策略，就能協助發展個別及可詳述解題策略之自己的觀點，組織學生思考的知識，及運用資訊引導教學（Franke, Carpenter, Levi, & Fennema, 2001）。

入班觀課和議課分享歷程，教室裡的教學必須進一步的依賴課程材料作為傳遞與產出課程概念、形式和實務的工具。近來，研究者將注意力集中在教師解釋與運用創新課程資源方面（Brown, 2008;

Decuir & Dixson, 2004; Delgado & Stefancic, 2001），及設計者如何創造資源以調整教學。理解教師如何運用課程資源去策畫教學，則須對用來溝通概念及行動呈現的課程材料予以明確化，須注意教師知覺和解釋這些表現，了解這些表現如何限制與提供教師實務之用。這些努力最後的目標是能形成研究者檢驗課程材料的運用，及設計者企圖影響實務所創造的材料。

最後形成專業社群，教師需思考連結數學課程設計如何同時受到材料設計和教師本身的知識、技巧、信念、目標與情境的影響，而且這每一個步驟：選擇、詮釋、調整、適應和塑造是人們參與設計時都會做的事情。教師和工具之間的關係包含了雙向的影響：課程的人工製品如何經由供給物和限制影響教師，及教師如何透過他們的知覺和決策，自動化課程的人工製品。

參、回顧與產出

一、泰雅民族數學產出與教學實驗

計畫成員

計畫主持人：陳嘉風
共同主持人：楊賢民、魏士軒
計畫參與人員：許苕綾

計畫亮點

秉持著「做中學」的理念，建構屬於泰雅族的數學課程，並朝著博屋瑪國小「立足部落、涵育傳統、雙軌多元、走向國際」的全人泰雅教育願景邁進。

計畫產出

1. 泰雅民族數學一年級教材
2. 泰雅民族數學二年級教材
3. 博屋瑪國小PLC之泰雅民族數學課程設計研究

2019「多元族群教育與文化回應教學」國際學術研討會，臺北市立大學(5/30、5/31、6/1)

立足部落 走向國際
涵育傳統 雙軌多元
全人泰雅的教育願景



滿竹你的生活 知竹常樂

古人愛竹，竹有結而空心，象徵高風亮節與虛懷若谷的品格，而聰明的老祖先則利用竹的此點特性做出多種方便的器

具，剖竹為筒、削竹為弓，用竹子滿足生活上的各種需求。利用自然資源解決生活問題，做出容量大小與需求相符的器具，充分地展現數學素養。





數織數織 最多幾織

從取材、剝皮、捻線、曬乾……，這一絲一縷得之不易。如何織出美麗的服飾？那更是祖先傳下來的技術與藝術。組出自己的理經架開始編織，顏色的選擇、

排列的方式都依照個人的喜好及創意拼貼在紙上，學生各自發揮自己的創意，做出獨一無二的作品。透過傳統手工編織，學生從動手操作中體會原民祖先智慧與勤儉刻苦耐勞精神。





二、辦理民族數學教材教法設計分享



辦理泰雅民族國小數學教材發展與教學實驗成效分享

三、舉辦原住民教育聯合成果展

原來如此

教育部國民及學前教育署
原住民族課程發展協作西區中心
暨
科技部數學語言出發之泰雅民族
課程設計與教師專業發展計畫

聯合成果展

活動流程

教育部國民及學前教育署原住民族課程發展協作西區中心 暨
科技部數學語言出發之泰雅民族課程設計與教師專業發展計畫

“原來如此”聯合成果展		
日期	108年8月26日(星期一)	
時間	活動	地點
08:30 - 08:50	報到	求真樓大廳
08:50 - 09:00	開幕式	求真樓演講廳
09:00 - 12:00	泰雅民族國小數學教材發展與教學 實踐成效分享 臺中市博屋瑪國小	
12:00 - 13:00	午餐	求真樓大廳
13:00 - 14:20	原住民族實驗教育文化課程發展分享 苗栗縣泰興國小 臺中市和平國中 南投縣久美國小	求真樓演講廳
14:20 - 14:40	茶敘	求真樓大廳
14:40 - 16:00	原住民族實驗教育文化課程發展分享 南投縣都建國小 嘉義縣阿里山國中 嘉義縣達邦國小	求真樓演講廳
16:00 -	賦歸	

四、舉辦各項研習及工作坊

(一) 原住民科學節

109年8月1日原住民計畫假國立自然科學博物館進行原住民科學節活動，本計畫策畫數學操作教具，提供與會來賓推理思考解題，大家沉浸其中意猶未盡。

(二) 計畫輔導訪視

感謝總計畫主持人國立臺東大學熊同鑫教授與臺中博屋瑪小學林志宏主任於國立臺中教育大學，進行計畫輔導訪視座談，檢視計畫執行成效、強調與加強執行重點，並交流計畫執行經驗，擘劃未來

計畫執行方向。

(三)邀請賴孟龍教授分享眼動儀研究成果

109年8月28日國立嘉義大學幼兒教育學系的賴孟龍教授風塵僕僕，一早出發趕往臺中博屋瑪小學，與師長分享其在

原住民小學進行閱讀理解之眼動儀成果與發現，教師獲益良多，理解到教學上的缺失與不足之處，該如何在教學上著力和改善，數學教學應概念性知識與程序性知識並重，不可偏廢只強調運算而已。





肆、感想與展望

104 學年度時，本研究團隊藉由「推動大學協助偏鄉地區國民中小學發展課程及教學計畫」，在這樣的契機下開始與臺中市和平區的博屋瑪國民小學合作，透過與教師的研習、對話、分享及諮詢等方式進行。面對原住民學生數學學習的困難，初期發現一年級的數學課本提到的數學概念，都可以將泰雅元素加入進行教學，但在二年級之後的數學概念裡，泰雅元素可以融入的內容逐漸減少，且有難度上的提升。因此重新思索數學題目泰雅化的方向是否正確？是否真的可以提升學生的學習興趣，並達到學習的目標？幾經思量後，發現一般的數學課本內容與泰雅族群所用之語言有巨大的鴻溝存在，貿然的以一般教材為基礎再融入泰雅文化進行數學教學，是無法讓學生理解數學重要概念，也忽略了泰雅族本身文化優美之處。

經嘗試與試驗後，發現數學中的許多重要概念和專業術語，需經文化上的調和轉譯，才能溝通和學習，因此將數學課程的發展定調為「將學生應該明白的數學語言，透過泰雅邏輯思考，達成學習的目標」，開始從數學語言著手積極的創發民族數學教材，並同時探討數學教學上的問題：在專業發展階段針對數學領域的議題，如何運用數學語言建構學生思考模式？其能力與方法為何？運用數學語言後，在數學領域的課程設計表現為何？設計泰雅課程後，在數學領域的教學成效為何？學生在泰雅課程數學領域的學習成就表現為何？

本研究計畫已獲得該校師生的支持，期望在原先大學與國小攜手合作既有的基礎下，透過泰雅文化的數學課程，讓學生成為「全人泰雅」的目標。期許透過合作計畫，能讓數學教師朝向專業發展，反思數學課程與教材內容，不斷地描述原住民學生在課堂上出現的問題，認識到數學課本質上是一個非常複雜和一個語言的練習，應給予原住民學生他們不同的背景和語言需求，鼓勵在數學教室中提供積極、無威脅、語言豐富的環境，及察覺對發展相關學習活動和採用適當的教學材料有什麼影響，幫助減輕課堂上的文化衝突，提高原住民學生的數學學習成果。教師在發展原住民學生數學情境的知覺，與促進原住民學生數學學習成效所採用的任務和活動，需要持續的專業化與原住民社區的支持。

原住民文化融入國小四年級數學課程繪本 電子書製作之行動研究：以賽德克族為例

陳致澄

國立臺南大學應用數學系教授

【 摘 要 】

本研究旨在以行動研究法，探討由研究者與 6 位師資生所組成的團隊，將賽德克族文化融入國小四年級數學課程，並將此學習課程轉化成電子書的行動、反思與再行動歷程，以及 5 位部落學校教師使用繪本電子書後的接受程度。蒐集的資料包括過程中會議討論的語料、參與成員撰寫的反思記錄、研究者觀察反思札記及研究者對參與成員的晤談語料等相關資料。研究結果發現：繪本電子書製作過程分為研究發生期、課程設計期、電子書轉化期、成果評估期等四個時期；故事情境以賽德克族祖先發源的《白石傳說》與族群間爭奪獵場的歷史典故為脈絡，以「概數」、「角度」與「三角形、四邊形性質」等數學概念為內涵；而部落教師也都肯定本研究所開發的繪本電子書，覺得此媒材能提升學生的數學學習興趣。最後，本文再透過研究結果與相關文獻對話，進而提出電子書教學與後續研究之建議。

關鍵詞：行動研究、原住民、數學課程、賽德克族、繪本電子書

壹、研究動機與目的

近幾年，由於多元文化主義的興起，教育領域開始關注社會文化脈絡對於教育的影響，多元文化教育日益受到重視（劉美慧，2011）。劉美慧更提到，美國於1986年所出版的《教學研究手冊》（*Handbook of Research on Teaching*），是從個人差異探討教學議題，但是在2001年第四版《教學研究手冊》則改從族群文化差異探討教學。2009年所出版的《課程與教學手冊》（*The Sage Handbook of Curriculum and Instruction*）內容更從多元文化觀點分析課程與教學的研究。由此可見，多元文化觀點下的教育，已成為當前重要的研究趨勢。過去，許多研究（王騰銘，2014；李明錦，2015；黃志賢、林福來，2008）提到，國內原住民學生存在數學學習動機不高、學習成效不佳的現象。紀惠英（2001）也發現，數學是原住民學童感到最困難的學科之一。其原因可能源於課程是以主流文化為考量（姚如芬，2014），顯少關注弱勢或少數族群（低成就、少數民族）學生的學習所致（Baxter, Woodward, Olson, & Robyns, 2002; Empson, 2003）。對此，教育部（2014）指出，課程實施需尊重多元文化與族群差異，有些國家（美國、加拿大、澳洲）也開始主張，從學生先備知識及其文化設計適合的教材，以提升其學習成效（Cobern, 1996; Snively & Corsiglia, 2001）。因此，為少數或弱勢族群學生設計一份有助於他們進行數學學習的教材，應是一份重要的任務。

此外，Healy（2002）強調，學童素養的實踐應鑲嵌於複雜的情境脈絡之

中。因為，多元素養的動態發展對學生的生活才能產生較大的影響（Thanabalan, Siraj, Alias & Thanabalan, 2015）。因此，上課的文本不應只是由許多文字與符號所堆砌，數位科技的發展已擴大文本的定義，而使其具備許多其他多元的特性（Larson, 2009）。一些研究（McVee, Bailey & Shanahan, 2008; Tseng, 2008）發現，電子文本與印刷文本對讀者素養的培養來說，有顯著的不同。Healy 歸結其原因，其一，要閱讀文本與數位科技的內容其方法並不相同。電子文本是由影像、符號與聲音等資訊圖像所結構而成，這會使得文本成為豐富且非線性的結構，需要讀者使用多元的策略進行閱讀；其二，多媒體文本的意義並非固定但卻加乘了它所具有的多元特性（McVee, Bailey & Shanahan）。游光昭、蔡福興、蕭顯勝和徐毅穎（2004）則提出，電子書是資訊科技發展脈絡下所衍生出來的多媒體產物，以電子書的方式進行教學，其視覺性的刺激不僅可吸引學生主動學習，也提供學生學習的機會（Johnson, 1992），讓靜態的符號系統轉化成一個動態的符號系統（Dickson, 1985）。由此看來，當前教育思潮期望培養學生能運用於生活中的能力（即素養），不應該繼續在印刷文本中進行，而應讓學生置身於兼具影像、聲音、符號等多元且非線性的情境中，才能培養出「帶得走」的能力。

然而，環顧國內16個原住民族群，賽德克族於2008年由官方認定為第13個原住民族群，屬正名歷史較新的族群（原住民委員會）。研究者再查詢國家圖書館

網路平臺，博碩士論文系統中以「賽德克族」為研究對象的論文共有 48 篇；期刊論文系統中以「賽德克族」為研究對象的論文共有 43 篇。其中，針對「賽德克族」學童進行課程實施或教學的僅有 2 篇（李明錦，2015；劉志容，2012）。可見，為賽德克族學童設計文化融入數學的課程，具其價值性。

面對原住民學童在數學學習產生困難的狀態，數位科技產品電子書具有培養學生「帶得走的能力」之功能，以及關於「賽德克族」學童數學學習資料缺乏的情形，本研究從賽德克族文化出發，尋找可提供四年級賽德克族學童學習數學的素材（本研究使用神話故事：《白石傳說》以及族群衝突的歷史），結合四年級的概數（4-n-06）、角度（4-s-01, 4-s-04, 4-s-05）與三角形、四邊形（4-s-07）等數學概念，設計一個以原住民文化為脈絡的數學學習課程文本；並將此課程轉化為繪本電子書。然而，Sardo-Brown（1990）指出，行動研究主要在於改善教育現況、探討特別的研究問題。研究的主體為「我」，研究類型可以是有意圖的行動。由於本研究意欲解決過去研究發現「教學現場中，原住民學童感到數學學習困難」的現象，研究者企圖從自身引領師資生進行原住民文化融入數學電子書的過程中，從實際產生的問題反思並理出解決策略，形成下一個階段的行動方案並加以實踐，再從新行動方案的實踐歷程中診斷新的問題，並進行再反思及構建新行動方案。上述作法即說明本研究具備行動研究的團隊合作、溝通對話、批判反省與問題解決導向之精

神。因此，本研究可稱為行動研究。

最後，研究者再邀請 5 位賽德克族部落學校教師，將此繪本電子書實踐於課室中，以探究此繪本電子書被教師接受的程度。茲提列本研究目的如下：

- 一、以行動研究的方式報導繪本電子書研發的歷程與內涵。
- 二、探究 5 位部落學校教師使用繪本電子書後的接受程度。

貳、文獻探討

一、原住民學童數學學習現況與數學教材開發的相關研究

已有許多研究（吳昭毅，2005；黃德祥，2007；楊肅棟，2001）發現，原住民學童的數學成績表現比漢人低落。對此，紀惠英及劉錫麒（2000）認為，課程、教材、教學與評量與原民學童的學習特性、傳統文化有極大差異是影響的因素之一；數學課程中充斥主流文化，缺乏原住民文化，是造成原住民學童數學學習產生斷層的因素之一（姚如芬，2014；Bishop, 1991）。

再者，過去已有研究針對原住民學童學習數學概念感到困難的內容進行探析：在數與量主題，林逸文（2002）發現，由於原住民的生活中對數字的使用並不大，使他們在日常生活中少有加法進位與減法退位的需求，此現象導致低年級原住民學童在進行加減法運算時，常出現該進位卻未進位、退位後卻未修改退位值數字的情形。吳昭毅（2005）發現，原住民學童到了高年級以後，對於數字就變得較不靈敏，因此產生無法了解運算對數字的

意義與影響之情形，導致在計算策略發展與答案合理性判斷上，與漢民族學童產生落差。在幾何主題，蔡春美（1980）討臺東縣原住民學童面積保留與面積測量概念的發展，發現不同族群原住民學童對於前述概念有不同理解方式，且原住民學童發展的時間較非原住民學童晚。潘宏明（1996）探討花蓮縣阿美族、泰雅族、太魯閣族及布農族國小五、六年級學童對幾何概念的理解發現，雖然原住民手工藝品中有「圓形」的器具或雕刻作品，但原住民學童對於圓性質（半徑、周長、面積）的概念卻是模糊的。呂季霏（2001）、林莠芹（2003）亦發現上述情形。在機率與統計主題，王舒平（2009）提到，原住民學童在繪製長條圖時，認為統計數量的起始數為1，因此，會將統計圖左下角坐標原點「0」的位置標示為「1」。綜合來說，原住民學童在數學的認知發展，似乎比漢民族學童來得晚，這也導致他們在學習表現上略顯落後，也產生許多迷思概念。

針對上述現象，潘宏明（1996）指出，由於原住民各族只有語言沒有文字，因此，他們無法運用文字進行邏輯推理。並且，他們的生活也沒有幾何術語，多用實際圖形來象徵幾何概念（例如：排灣族以百步蛇上的圖案代表三角形），也形成幾何學習的一大阻礙。對此，廖偉仁、龔峰源與熊同鑫（2010）建議從原住民文化、生活經驗中尋找素材，將之融入數學教材，再考量學童的先備經驗，才能有效引起原住民學童的學習興趣。國外亦有些從事原始部落數學活動開發的學者（D'Ambrosio, 1990; Zaslavsky, 1994）指

出，從多元文化觀點設計數學課程、編製教材，有助提昇部落學童的數學學習。透過資訊科技之多媒體運用，呈現生活化教材並輔以實際操作、歸納等情境，更有助於學童對概念的理解（周珊瑜、黃思華、余沛鏘，2015）。因此，研究者認為，若能考量原住民學童文化脈絡與學習特性，並結合資訊科技技術編寫教材或教學活動，相信對於原住民學童的數學學習應能產生正向影響。

二、繪本電子書的設計及其對學習的影響

Barker(1992)認為，電子書(Electronic Book)是一種與傳統紙本書不同的新型式書，電子書的每一頁都是經過設計且是動態的電子資訊；它是聲音、動畫、多媒體（包括文字、圖畫等資訊）的集合體（蔡佩璇，2003）。並且，電子書可機動地依照學習者的學習進度及需要，呈現適量的教學內容，提供立即性的回饋、建議與提示（Tennyson & Park, 1987）。

過去，已有研究證明：繪本具有娛樂（松居直，1995）、建構知識（張清榮，1991）、發揮想像力（鍾玉鳳，1996）、社會化與增進閱讀能力（方淑貞，2003）等功能。而繪本電子書能呈現繪本大而精美的圖畫、幫助讀者了解故事內容、增加閱讀趣味的功能（曹俊彥，1998）；也能吸引學童的注意力與學習動機（Doty, Popplewell, & Byers, 2001）。藉由繪本電子書故事的鋪陳與說故事的引導，不僅可彌補教科書不足，也能促進教師對教科書概念統整與潛在課程的發展（Clyde, 2005）。

那麼，要如何設計一本良善的繪本電子書呢？計惠卿、蔡佩璇（2003）提出設計繪本電子書的6個步驟：1.選定主題內容：當選好故事題材後，先發展成故事內容，再藉由媒體設計與編輯完成；2.設計腳本：此部份包括角色形塑與情節設計，角色形塑乃決定故事中主角的造型、個性，情節設計則是整個故事的鋪陳，其中涉及故事發展與結構、角色間對話。3.選擇合適的編輯工具：進行相關版面腳本的設計、圖像繪製的風格、音效/配樂設計、動畫設計及其他功能的設計；4.製作：依據腳本進行數位媒體的編輯；5.評鑑與修訂：重新檢視所有頁面，再進行修訂；6.彙整檔案：匯出繪本電子書。上述步驟將作為本研究開發賽德克文化融入數學課程的繪本電子書參考。

近年來，運用繪本電子書進行教學的研究發現，此方式可提升學生對科學概念與科學本質的認知（王郁昭，2003；盧秀琴，2007）；提昇學習興趣（Lu, Lin, & Tsai, 2008）；亦能提升理解能力（Matthew, 1997）。然而，在數學領域，國內僅有陳姿佑（2014）運用於探討幼兒數概念的學習。其結果發現，數學繪本電子書對幼兒的數數學習成效有顯著幫助，也能提升其數學學習態度。但是，運用繪本電子書於國小數學學習領域則付之闕如。因此，發展繪本電子書提供賽德克族國小學童進行數學學習有其價值性。

三、科技接受模式的意涵與相關研究

要將「原住民文化融入數學課程繪本電子書」此科技產品推廣於教學現場，成

功與否的關鍵因素在於教師（Cohen & Ball, 1990; Czerniak & Lumpe, 1996）。目前，科技與教學整合，尚無法有效促進教師教學與學生學習（Watson, 2006）。其原因在於科技整合教學的意義無法讓第一線教師理解與實踐（van den Berg, Vandenberghe & Slegers, 1999）。要解決此問題，就得讓教師有意願將科技產品運用於他的教學中（Ghaith & Yaghi, 1997）。也就是讓教師理解此科技產品是有價值的，進而體會此科技產品能創新教學（Ertmer, 2001）。

那麼，該如何評測教師對於此科技產品整合於教學的看法呢？Davis（1989）提出科技接受模式（Technology Acceptance Model, TAM）。這是目前最常被使用在探討使用者對新科技產品接受度的理論模型（林信志、湯凱雯、賴信志，2010）。此 TAM 模式共分為外部變項（external variables）、認知有用性（perceived usefulness）、認知易用性（perceived easy to use）、使用行為態度（attitude toward use）、使用行為意向（behavioral intention to use）及實際使用行為（system usage）等六個構面（參見圖1）。Lederer, Maupin, Sena 與 Zhuang（2000）提到，上述六個構面中以認知有用性、認知易用性為獨立變項，其他構面則為依變項。也就是說，使用者「認為此科技產品有用」及「認為此科技產品容易使用」能用來解釋、診斷與預測他使用此科技產品的態度、意願與實際行動。過去，已有許多研究（陳莉淑，2014；謝佳容、王子華、沈怡秀，2009；Gefen,

Karahanna, & Straub, 2003; Taylor & Todd, 1995) 運用此模式探究於各領域探究使用者對於該領域新興資訊科技產品

的接受度，驗證了此模式的解釋力與簡潔程度。因此，運用此模式探討教師對本研究繪本電子書的使用意願具其正當性。

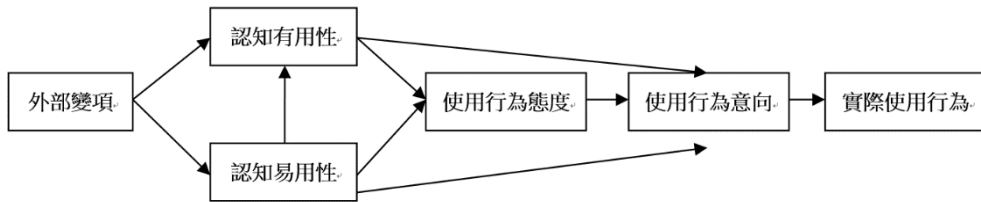


圖 1 科技接受模式架構

表 1 教師對繪本電子書接受程度評估之晤談內容

構面	操作性定義	晤談題幹
認知有用性	使用繪本電子書可幫助使用者改善他們工作表現的程度	1-1. 我覺得繪本電子書可讓學生覺得數學學習變容易了。
		1-2. 我覺得繪本電子書可提高學生的數學學習成效。
		1-3. 我覺得繪本電子書可提昇學生的數學學習興趣。
		1-4. 我覺得繪本電子書可提高我的教學效能。
		1-5. 我覺得繪本電子書在課室中使用方便，也節省許多時間。
認知易用性	使用繪本電子書可讓使用者使用時不費力的程度	2-1. 我覺得要學會使用繪本電子書很容易。
		2-2. 我覺得上課中使用繪本電子書很方便。

Davis (1989) 提到，「認知有用性」是指使用者相信此科技產品有助於他工作表現的程度。研究者認為，此處所指的「有用性」應涵括「教師教學」與「學生學習」等兩個面向，也就是對教師教學與學生學習有幫助。而「認知易用性」則指使用者相信此科技產品很容易使用的程度。因此，本研究以此模式中的兩個獨立變項為基礎，並參考相關研究（謝佳容、

王子華、沈怡秀，2009；Taylor & Todd, 1995) 對這兩變項的定義形成操作性定義，進而設計晤談題幹（表 1），以評估國小部落教師對本研究所開發之繪本電子書的接受程度。

參、研究設計

一、研究情境與流程

研究者於任教學校徵求 6 位「對原住民學生學習有興趣」及「希望精進數學教學活動設計與實踐能力」的師資生，以「開

發賽德克族文化融入國小四年級數學課程繪本電子書」為目標，進行為期 6 個月的研發歷程。過程中，研究者基於過去的經驗，規劃本研究開發繪本電子書的過程共 7 個步驟（參見表 2）。

表 2 繪本電子書開發規劃步驟與內涵

步驟	時間	內 涵 說 明
1. 文化分析	103.12	1-1. 蒐集並閱讀賽德克族相關文獻 1-2. 實地訪查賽德克部落 1-3. 拜訪賽德克族部落學校老師
2. 課程分析	104.01	2-1. 分析四年級數學教科書內容 2-2. 瞭解四年級學生的數學先備知識
3. 故事脈絡與 數學問題構築	104.02	3-1. 結合賽德克族文化設計故事橋段 3-2. 在故事橋段中嵌入數學概念並佈題
4. 部落教師 批判與修訂	104.03	4-1. 邀請部落教師審閱故事與數學問題 4-2. 針對部落教師提出之建議進行修訂
5. 繪本繪製	104.04	5-1. 進行繪本構圖與討論 5-2. 繪本上色與排版
6. 繪本電子書製作	104.05	6-1. 尋找可加值之多媒體（音效、動畫） 6-2. 電子書頁面編輯與製作
7. 使用者使用意願 評估	104.06	7-1. 邀請 5 位教師實踐繪本電子書 7-2. 晤談 5 位教師對此繪本電子書的使用意願

由圖 2 觀之，本研究繪本電子書開發過程，依參與成員類別可將上述 7 個步驟分為三個階段：第一階段，繪本內容設計：由 5 位數學教育學系的師資生負責。首先，他們蒐集並閱讀文獻、前往南投縣仁愛鄉探訪賽德克族部落、拜訪部落學校教師，以理解賽德克族的生活、傳說與相關文物，為文化分析步驟；其次，再從四年級教科書中尋找可在賽德克族文化中因孕而生的數學概念，並掌握這些概念的先備知識，為課程分析步驟；進而建構繪本的故事脈絡及鋪陳數學問題，為故事脈

絡與數學問題構築步驟；接續，研究者邀請 5 位於部落學校任教四年級的教師評閱繪本的初步內容，檢視繪本中數學問題的合適性，並進行修訂，形成文本定稿。第二階段，繪本電子書製作：這是由 5 位數教系與 1 位文創系師資生合力完成。首先，由文創系師資生閱覽繪本之故事情境與數學問題，再提出疑問與數教系師資生討論，並由文創系師資生提出構圖想法，確認繪本每頁圖文的搭配，再進行繪製；最後，再由數教系 1 位師資生將完稿後的紙本式繪本轉檔形成 PDF 檔，並以電子

書製作軟體及 Flash 技術進行編輯，形成繪本電子書。第三階段，繪本電子書試行：研究者再度邀請 5 位於部落學校任教四年級的教師，將此繪本電子書實施於課

室中，研究者於教師教學結束後進行個別晤談，以評估他們對此繪本電子書的使用意願。

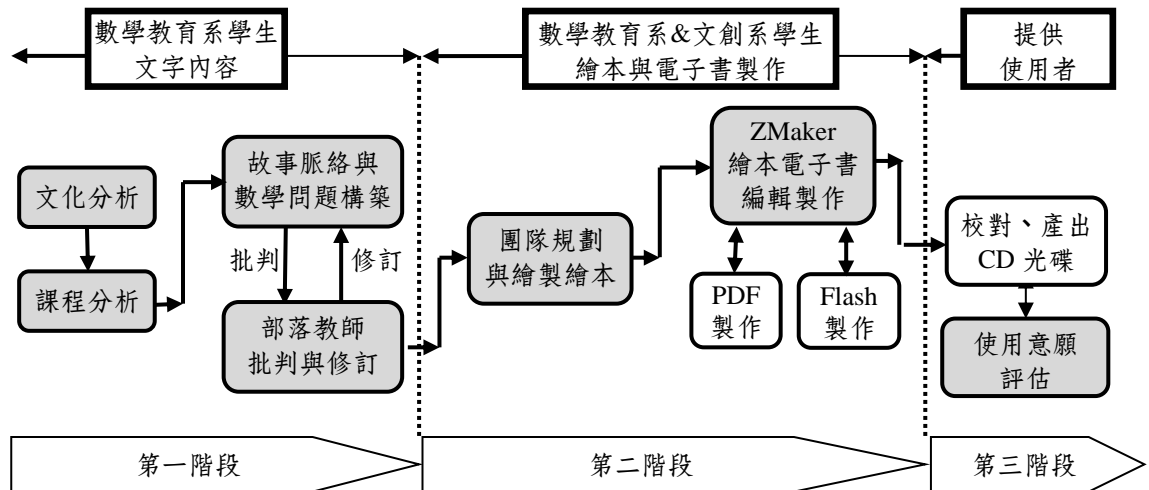


圖 2 繪本電子書開發流程

二、研究類型與參與者

本研究屬行動研究。研究者任教學校徵求 6 位師資生成為一個團隊，以「開發賽德克族文化融入數學課程繪本電子書」為目標，進行為期 6 個月的研發歷程。研究者在歷程中蒐集會議討論的錄影語料、參與成員的反思記錄、研究者的觀察反思札記及晤談語料等多種資料，以行動研究的方式探究此繪本電子書製作過程的行動、反思與再行動歷程。本研究亦報導 5 位部落學校教師對本研究所開發之繪本電子書的使用意願，以評估繪本電子書的合適性。以下，茲介紹本研究主要參與者：

(一)繪本電子書研發團隊

「文化融入數學課程繪本電子書」是由研究者主導，目的乃希望透過同儕合作的過程，為部落學童設計貼近他們生活的數學學習素材，亦增加師資生自身數學教材設計經驗。

參與的 6 位師資生中，其中 1 位(A)是文創相關學系大學部二年級學生，其餘 5 位(B、C、D、E、F)則是數學教育學系大學部學生(三年級：4 位；一年級：1 位)。其中，4 位數教系三年級學生(B、C、E、F)已修讀「普通數學」、「兒童數學概念發展」與「國小數學教材教法」等師培課程，其餘 2 位一、二年級的學生(A、D)只修讀「普通數學」課程。但他們過去一年已隨研究者進行鄒族文化

融入數學課程之教學活動設計，具備一些課程設計的經驗。

(二)繪本電子書評估與使用人員

本研究亦邀請 5 位任教於南投縣仁愛鄉賽德克族部落學校的教師(M、P、R、T、K)，在繪本初稿完成時，審閱內容的合適性；並於繪本電子書開發完成後，使用此繪本電子書於課室中。研究者植基於「科技接受模式」的架構，請老師針對研究者提供的問題給予 1~3 分數（滿意：3 分；普通：2 分；不滿意：1 分），並回答其對此題目的感受。透過晤談與教師們所提供的分數，研究者得以理解他們使用繪本電子書的意願，並從質性晤談語料中，評估本研究開發之繪本電子書的合適性。

三、研究工具

(一)繪本電子書製作工具

本研究所使用製作繪本電子書的軟體是 Zmaker 電子書製作大師軟體。此軟體是網路上的自由軟體，能融合圖檔、動態檔、聲音檔、影片檔等不同類型檔案，對於第一次接觸電子書製作（不懂 Flash 與 PhotoShop）的人來說，能很快就上手。因此，研究者選取此軟體進行繪本電子書之製作。

(二)教師使用繪本電子書意願評估架構

為了理解本研究開發之繪本電子書被使用者所接受的程度，本研究參考 Davis(1989)所提出的「科技接受模式」，以此模式中「認知有用性」與「認知易用性」兩個獨立變項為基礎，並參考相關研究形成操作性定義，在 5 位教師運用繪本

電子書進行教學後，研究者以此作為晤談題幹（參見表 1），研究者請教師針對研究者提供的每道問題給予「很好」、「普通」與「不佳」等三等第評價，再針對這些評價提供理由。研究者將從三等第評價給予 3 分、2 分、1 分，以計算 5 位教師的接受程度。

四、資料蒐集與分析

本研究蒐集的資料包括每週開會時錄影的語料（計 25 次）、參與 6 位師生在每次會議結束後所撰寫的會議後反思記錄（計 150 筆）、研究者於會議後所撰寫的反思札記（計 25 次），並且，研究者對使用繪本電子書之教師進行晤談（計 5 筆），以分析教師使用此繪本電子書的接受程度。

至於資料分析的方式，由於本研究蒐集的資料均屬質性資料，因此，研究者以「分析歸納法」（黃瑞琴，1994）在繪本電子書發展脈絡中，以「時間」為軸線，點狀地檢視每一類資料，逐步透過歸納、分析的方式，交叉檢視參與成員「語料」與「撰寫」的質性內容，並輔以研究者記錄的「反思札記」驗證，進而找到每階段所產生的「問題」；為解決問題而反思、形塑的「行動方案」；與新行動方案的「實踐情形」。此外，本研究也對 5 位部落教師進行「晤談」，檢視他們對此繪本電子書的接受度。下表 3 為每項資料的質性編碼說明：

表 3 各類資料編碼說明

資料類別	編碼形式	內 涵
會議錄影語料	議 1-B-05	第 1 次會議中第 5 句語料，由 B 發言
會議後反思記錄	省 2-D-13	D 在第 2 次會議後反思記錄的第 13 句語料
研究者反思札記	札 5-04	研究者於第 5 次會議後反思札記的第 4 句語料
晤談語料	晤-M-07	研究者對 M 老師晤談的第 7 句語料

研究者與部落教師進行晤談時，請教師依著「電子書接受程度晤談架構」的每道問題給予「很好」、「普通」與「不佳」等三等第評價，並針對這些評價提供理由。研究者則從三等第評價給予 3 分、2 分、1 分，計算 5 位教師的接受程度。

再者，為了避免研究主張提出時，佐證資料為單一來源或是單一詮釋者的偏見，本研究採「不同資料來源三角校正」與「不同人員三角校正」(Patton, 1990)的方式，交叉檢視、驗證研究主張的有效性。舉例來說，研究在進行數學問題佈題時，研究者從會議中發現「從這次大家的佈題來看，我覺得太『參考書』的感覺。這樣的命題和一般學生在參考書看到的題目沒什麼差別(議 5-師-38)」，師資生的佈題似乎「與制式教材雷同」，並且，從師資生的反思記錄中亦看見「…如何在一個脈絡中整合兩個數學概念？這有點困難。因為如果問題情境走入數與量主題，好像就不容易再進入幾何或其他主題(省 5-D-07)」。因此，研究者提出大家遇到「無法同時融入兩個或兩個以上的數學概念」以及「命題的題幹與制式教材相似」困境的主張。此外，研究者亦邀請一位數學教育師培者一同檢視本研究提

的主張，若有意見衝突者，則是透過重新檢視資料、各自提出看法、協商而達成最後的一致性。

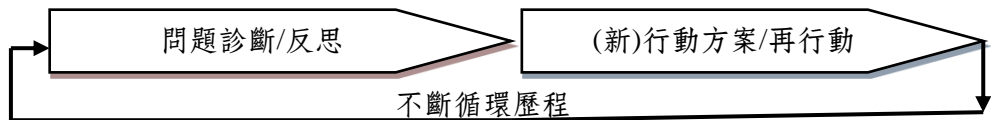
肆、研究結果與討論

一、原民文化融入數學課程繪本電子書製作的行動、反思與新行動

本研究在發展繪本電子書初期，鑑於過去國內並沒有將原住民文化融入數學課程繪本電子書的設計成果，研究者預期會在執行過程中遇見困難。因此，研究者以行動研究(王文科, 2000)的精神，企圖從電子書開發過程中報導「診斷的問題」，以及研究者因著「問題」而思考如何解決的「新行動方案」。研究者綜覽電子書開發的脈絡後，將研究歷程以「研究發生期」、「繪本設計期」、「電子書轉化期」與「成果評估期」等四個時期呈現，而此四個時期也對應著研究設計的 7 個步驟。以下，首先表列各時期診斷出來的「問題」以及因此而形成的「新行動方案」(詳見表 4)，再針對各時期發生的故事進行闡釋：

表 4 繪本電子書開發歷程

時期/時間	產生現象（問題診斷）	（新）行動方案
研究發生期/103.12	1. 賽德克族文化典籍並不多見 2. 部落學校教師多為漢人	1. 尋求原住民族委員會協助 2. 透過人際網絡尋找賽德克族教師
繪本設計期 /104.01~104.03 （文化、課程分析、文化脈絡與數學問題構築、同儕批判與修訂）	1. 文化物件較多屬幾何概念 2. 數與量多和低年級概念相關 3. 問題情境佈題與制式教材雷同 4. 不易將兩個數學概念融於同一脈絡	1. 以較高的幾何概念層次佈題 2. 以「族群人數」與「習慣大約」的特性佈題 3. 融入「操作」與「論證」的因子佈題 4. 從電影《賽德克巴萊》尋找轉化的點子
電子書轉化期/104.04 （繪本繪製、電子書製作）	1. 故事人物樣貌內隱作者的意象 2. 繪本版面未符應圖畫書的視覺畫面 3. 電子書沒有聲音、生動的效果	1. 尊重原創想法，形成繪本特色 2. 增加畫面形成左右頁滿版的圖像 3. 學習 Flash 設計並尋找相關音效
成果評估期/104.05	1. 教師抗拒使用電子書進行教學	1. 親自示範教學並進行溝通、協調



（一）研究發生期的「問題診斷」與「新行動方案」

1. 問題診斷 I

鑑於本研究希望將賽德克族文化融入四年級數學課程，並開發為繪本電子書的想法，因此，必須先行理解賽德克族相關文化（例如：飲食、服飾、住屋建築、神話傳說…等）的內涵。於是，研究群決定從「靜態：史料典籍」以及「動態：拜訪部落學校教師」著手。但是，研究者發現「…關於賽德克族的文化資訊，網路或圖書館應有很多資料可以查詢，結果不然

（札 1-03）」，而且，有師資生提到：

我蒐集到的資料，大部份是敘述霧社事件，或是賽德克族的起源與遷徙，比較少談到他們的生活。（議 1-E-06）我在學校圖書館找到的資料也很少，只有一本《泰雅賽德克族人食物及其典故》有提到一些關於賽德克族的飲食文化。（議 1-F-09）

此外，研究者亦帶領參與的師資生前往南投縣仁愛鄉賽德克族部落小學拜訪

校長、相關處室主任，但是，「這次上山拜訪部落學校，發現學校裡真正具賽德克族身分的老師其實不多（議 1-B-12）」，而且，「賽德克族部落學校裡，雖有原民身分的老師，但不全是賽德克族的老師，且多是漢人，要認識文化有點困難（札 1-08）」。上述「典籍不多見」、「部落學校具賽德克族身分教師不多」的問題，似乎無法讓研究如預期進度順入「賽德克族文化分析」的步驟。因此，研究者須思考「如何促使研究發生」。

2. 新行動方案 I

經思考後，「我可尋求曾在南投縣耕耘的○教授協助，他有許多學生擔任南投縣的校長、主任，或許他能幫忙找到賽德克族身分的老師（札 1-11）」，果然，「因為 X 大學○老師的介紹，我們找到 2 位具賽德克身分的老師，我們也在他們帶領之下，參觀了許多賽德克族的建築、生活器具（議 2-D-05）」。師資生亦提到：

這次透過主任介紹到部落參觀，我看到賽德克族的傳統屋舍是懸空式的建築，屋舍的門、窗戶其實和我們一般屋舍差不多。但是，他們石板的建材很特別…。（議 2-C-15）

這次與部落老師的訪談，○老師告訴我們有關賽德克族過去和太魯閣族之間的故事，這啟發了我設計故事脈絡的一些想法。（省 2-E-11）

研究者透過「人際網絡」資源，找到可供諮詢的部落學校教師。但是，「我仍希望能再找到有別於『口說』或『實體』

的文化資料…（札 2-15）」，因此，「老師直接打電話到原民會，詢問他們是否有關於賽德克族的文化資訊，…這些資料包括一些神話傳說，還有他們先民生活的介紹，相當豐富（議 3-E-08）」。在「原民會協助」下，本團隊亦獲得其他相關的資料，促發研究真正發生。

(二)繪本設計期的「問題診斷」與「新行動方案」

1. 問題診斷 II

本研究獲得足夠關於賽德克族文化的資料後，便展開其文化分析。然而，從賽德克的文化物件（服飾、屋舍、搗米器，參見圖 1）分析發現，其中所蘊藏的數學概念「多為幾何圖形」概念，「我從部落拍回來的照片發現，這些房舍、布料裡包含的數學概念大多和平面圖形有關（議 3-F-18）」，「我也發現他們的木屋、石屋外觀的圖形，大部分是像長方形、平行四邊形之類的圖形（議 3-D-20）」，似乎「數與量」、「統計」等主題的概念較少，而生活中會用到的概念也大多是屬於「低年級」的「簡單整數」概念：

這次上山跟部落老師談他們的生活，老師提到部落裡打獵時，因為只能靠自己扛著獵物下山。因此，能背的獵物頂多只有 3、5 隻，很少會超過 10 隻。（省 3-C-05）

部落老師有說，部落孩子的生活裡，很少遇到像分數、小數之類的經驗，所以他們對分數、小數的概念較不佳。（省 3-B-07）



圖 1-1 賽德克族服飾

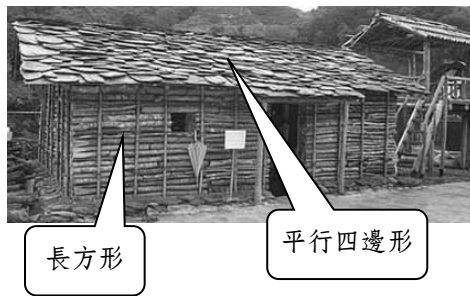


圖 1-2 賽德克族屋舍



圖 1-3 賽德克族
搗米器

圖 1 賽德克族文物

2. 新行動方案 II

鑑於文化分析過程中看見的問題，研究者想：「這些表層看來只有平面幾何圖形的概念，如果依照 van Hiele 的幾何認知層次來看，應該要引導這些原先只有辨識層次的概念，提升至幾何性質分析的層次（札 3-13）」，於是，研究者引導師資生思考：「…雖然這些文化物件中看到的大多是幾何相關的概念，但我們可以想一想，除了幾何圖形認識之外，有沒有辦法提高問題的層次，讓問題更能引發孩子的思考（議 4-師-27）」。此引導方式，讓師資生想到：「賽德克族有個《白石傳說》，也有一些關於他們和其他族群的戰鬥傳說。我們可把這兩個傳說串成一個故事，再來思考後面故事可延伸的數學問題（議 4-E-35）」。這個點子，促發他們熱烈討論：

我覺得這個點子蠻有趣的！結合賽德克族起源的《白石傳說》還有他們和太魯閣族間的淵源，我們可編一個他們因為搶寶石的故事，來引入一些

數學問題…。（議 4-F-37）

部落老師也提到，原民的習慣是「大約」、「大概」，而四年級課程也有「概數」這個單元，我們可以用這個來做結合。（議 4-B-40）

今天開完會，我查了賽德克族的人口數，大約是 5000 多人。這樣，如果設計一次出發尋寶的人數是百多人，再取概數，應該合理。（省 4-B-05）

因著樵的點子，師資生突破原先困在「低年級數與量概念」的窘境，將數學情境佈題結合原民「習慣大約、大概」的生活習慣，提升至「概數」單元，是本研究在數學問題設計的突破。

3. 問題診斷 III

然而，經大家回家思考並嘗試佈題後，「從這次大家的佈題來看，我覺得太『參考書』的感覺。這樣的命題和一般學生在參考書看到的題目沒什麼差別（議 5-師-38）」，似乎「與制式教材雷同」，無法與一般教科書區別。舉例來說，「像 E 命的題目：『太魯閣的成年男子有 124 人，

請問：取概數到十位後，大約是多少人？」和一般課本的題目差不多，只是冠上太魯閣族人的名詞而已（議 5-師-39）」。此外，B 亦反應，「這一次設計題目時，我還遇到一個困難，就是在一個情境裡，好像不太容易用到兩個概念（議 5-B-42）」。關於這個「不易在同一個文化脈絡中包含兩個數學概念」的困難，也存在 D 反思中：「…如何在一個脈絡中整合兩個數學概念？這有點困難。因為如果問題情境走入數與量主題，好像就不容易再進入幾何或其他主題（省 5-D-07）」。上述現象顯示，大家在文化脈絡中建構數學問題的過程中，遇到「無法同時融入兩個或兩個以上的數學概念」以及「命題的題幹與制式教材相似」的困境。

4. 新行動方案 III

面對上述困難，研究者引導大家思考：「…教學的另一個路徑，是讓學生透過『動手做』的方式學習數學概念。…當前的數學教學，強調的不是知識的獲得，而應該是能力的培養。我們應該在教學過程中培養孩子說理由的能力，讓他們能表達想法（議 6-師-15~17）」。另外，研究者亦建議師資生「…電影《賽德克巴萊》雖然是一部描述原住民族與日軍間的抗戰，但這些場景還有故事的情節，或許有一些我們在設計題目或情境的靈感（議 6-師-22）」。這些建議，促發師資生反思：

《賽德克巴萊》的場景中，大部分的部落行動都是群體戰，而且有「偵查」的行為。如果從偵查敵人的情境，融入原先我們想到的「概數」，還有觀

察的「角度」，就同時包含「數與量」和「幾何」主題了。（省 6-F-11）

四年級在幾何部分，是要讓學生瞭解平面圖形的性質。用在「偵查」部落的田地，和教科書便有所區別。（省 6-B-08）

循著大家想法的匯集，師資生逐漸凝聚出「…依著樵和翰的想法，我們想要用德克搭雅群和太魯閣群爭奪白石山上寶藏的故事，引入兩方敵對、偵查的故事，故事中就可帶出人數的概數、偵查的角度還有偵查敵方所看到的田地形狀…（議 7-C-22）」文化融合數學的脈絡。此脈絡是以德克搭雅群和太魯閣群爭奪白石山上的寶藏為基礎，引出兩族群間爭奪寶藏的敵對關係，過程中再佈以「概數」、「角度」與「平面圖形性質」等概念的數學問題，其架構如圖 2 所示。

接續，大家即針對此架構下每個人設計的數學問題進行討論。首先討論的是傑設計的問題：

…針對這道（太魯閣的成年男子有 124 人，請問：取概數到十位後，大約是多少人？）問題，如果把它改成「太魯閣群的成年男子取概數到十位後約 120 人，你能算出太魯閣群男子最多和最少可能是多少人嗎？」，這樣，一方面和課本問的方向不一樣，一方面也讓學生能去思考真正取概數的意涵是什麼。（議 8-C-27）

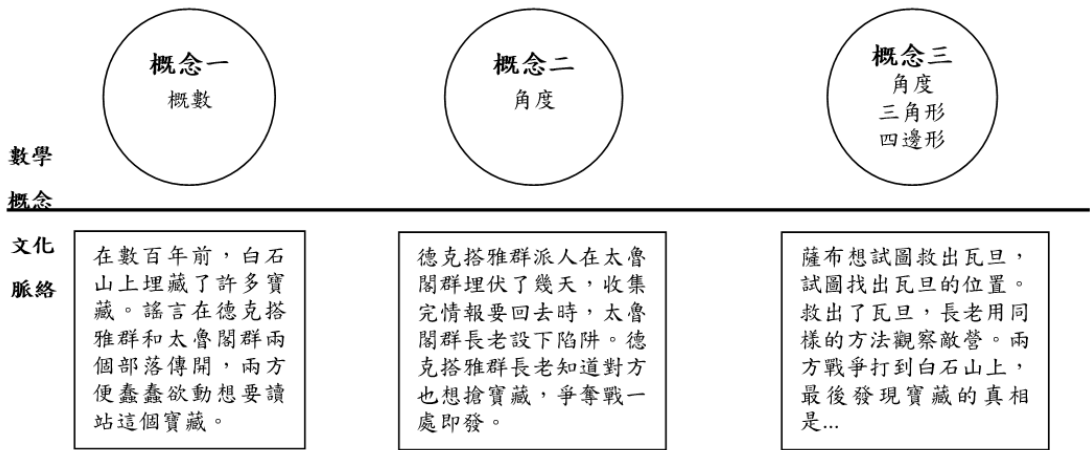


圖 2 本繪本電子書的文化脈絡與數學概念架構

我覺得把題目改成這樣很好。因為，這樣學生沒有辦法立刻得到所有答案，要慢慢思考取概數的精神，才能說出其中的幾個答案。（議 8-D-29）

上述對話顯示，丞修正傑設計的問題，讓原先如教科書的問題，轉而成為學生需要思考，才能提出主張與理由的問題，即論證式的問題。此外，大家也針對豪設計的問題（薩布對著天上的鳥射出他的最後一支箭。請問：這支弓箭射出的仰角是幾度？）進行討論：

這個問題就像是老師說的，和一般的題目差不多。（議 8-F-35）

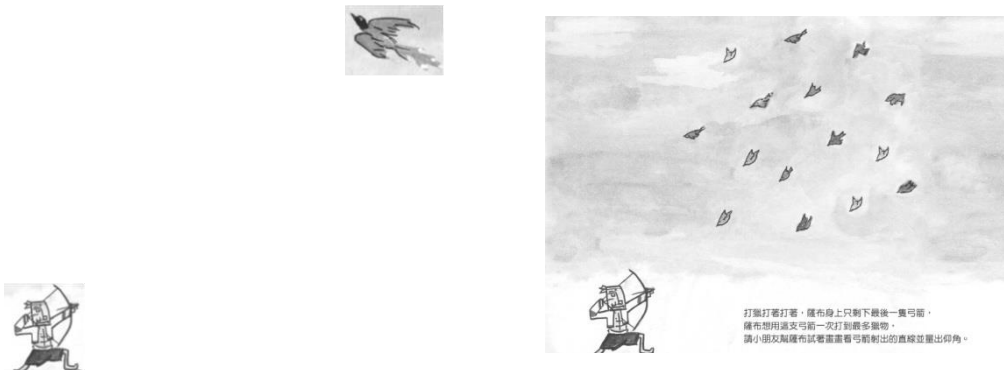
如果我們在天上畫很多隻鳥，讓學生自己去畫一個子箭射出去的路徑，獵得最多的鳥，再讓他們去量自己所畫仰角的度數呢？（議 8-E-37）

這個想法很棒！讓孩子先實作，提出

不同答案，再根據自己的答案說明理由，讓題目活化了。（議 8-師-39）

他們同儕間針對設計的問題進行批判，「這次討論，我們腦力激盪出很多不同的想法，也讓很多原本只是一般般的數學問題變成屬於『論證』的問題（省 8-C-05）」。研究者也看到「因為傑的問題，大家集思廣益後，讓教材式的數學問題變成有論證味道的問題後，後面有許多問題就愈來愈活化…（札 13-07）」。透過同儕批判與逐題修訂，大家逐步完成文化脈絡中數學問提的修訂。

以下，是上述這道問題修正前後的改變：



薩布身上只剩最後一支弓箭，薩布想用這支弓箭打下天上的飛鳥，請你畫出這支弓箭射出的直線，並量出仰角的度數。

薩布身上只剩最後一支弓箭，薩布想用這支弓箭一次打下最多獵物，請你畫出這支弓箭射出的直線，並量出仰角的度數。

圖 3-1 設計初期的數學問題

圖 3-2 修正後具「論證」因子的數學問題

圖 3 數學問題設計前後的改變



圖 4 本研究繪圖者對原住民的意象

(三)電子書轉化期的「問題診斷」與「新行動方案」

1. 問題診斷IV

當文化脈絡與數學問題確定後，團隊即展開繪本電子書的製作。首先是由數教系設計文化脈絡、數學問題的 5 位師資生和文創系的師資生進行繪本繪製理念的溝通。「我們在討論繪本的畫面時，琮曾

提到繪本要呈現什麼樣的風格？一開始，我們就讓他自由發揮（議 14-B-05~06）」。結果，「…我對原住民的印象，直方形的臉，所以，我就畫了這樣的畫風（議 14-A-09）」。此現象意味著「繪本人物的風格，其實隱約地嵌入繪圖者自身對於原民的意象（札 14-06）」（圖 4）。「其實，這也沒有不好，因為，

意象來自於當事人對此事物過去累積的經驗（議 14-師-15）」，對此，傑有不同想法：「我認為我們可以畫可愛型的，這樣比較能夠吸引學生的注意（議 14-F-18）」。面對不同想法，研究者建議：「這次大家回去想想，該怎麼做？會比較好的方式（議 14-師-24）」。

另外，瑄也提到：「我之前看繪本的時候，它的左右頁面都是滿版的風格，但這次畫完後，我發現它的左右頁面並沒有連貫。雖然故事沒影響，但是視覺上較沒這麼好看（議 14-A-31）」。這個意見，也引起不同想法：

…如果從成本考量，既然故事沒有中斷，左右沒有滿版好像也無妨。（省 14-F-12）

我到書局看了一些圖畫書，我看到有些繪本確實是符合滿版的說法，也有一些左右並沒有同樣的情境。但我看完之後，覺得滿版比較舒服。（省 6-F-11~12）

面對本研究將文化故事脈絡與數學問題轉為紙本式繪本時，參與成員遇到「繪本中原民畫風隱含繪圖者意象」及「版面沒有滿版的視覺畫面」的衝突，研究者選擇「我不想直接下決定，因為這些問題並沒有絕對的對與錯。我希望他們能從批判中形成共識（札 14-12~13）」，留待師資生凝聚共識。

2. 新行動方案IV

對於研究者拋給師資生思考的問

題，「…我從看繪本的角度和大家分享。為什麼我們看到幾米的作品就能立刻說出那是幾米畫的？原因在於他的獨特畫風。所以，我贊成瑄維持她的獨特畫風（議 15-D-09~11）」，丞也認為「我贊成豪的看法，因為這是『我們』的繪本，要有我們獨特的人物（議 15-C-15）」。透過深入理解繪本的精神與自我反思後，本研究達成「尊重原創想法」的決定，「這樣，方形臉的賽德克族人就成為這本繪本的人物特色（議 15-E-26）」，使得繪本中角色的外型，成為此繪本的一大特色。

透過討論後，我很高興大家接受我的畫風。也認同繪本獨特的特色。（省 15-A-12）

我很滿意這次大家決定繪本人物風格的過程。起初，大家原本的想法並不一致，但經過想法溝通後，最終能喚起尊重多元的想法，這是很棒的經驗。（札 15-07~08）

此外，關於繪本中「版面沒有滿版的視覺畫面」之衝突，B堅持「我還是認為滿版的感覺比較有整體性（議 15-B-31）」，獲得其他同儕的認可：「…這個部分我也沒堅持說一定得怎樣。但我認同翰所說的整體性，也覺得看起來比較舒服（議 15-F-33~34）」（如圖 5）。最後，在大家獲得共識的決議下，A陸續完成繪本繪製。



圖 5 本研究繪本修正（增加左半頁面）後的「滿版」樣態

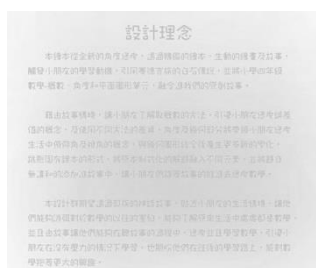


圖6-1 電子書理念說明頁面



圖6-2 電子書往前翻頁回顧



圖6-3 電子書往後翻頁閱讀

圖 6 電子書功能說明（1）

3. 問題診斷 V

接下來，是將紙本式繪本置入電子書的製作軟體-Zmaker。「…電子書一開始呈現的是繪本設計的理念，可讓讀者先瞭解繪本設計的想法，還有用在哪一個年級，包括哪一些單元（議 16-D-05）」（圖 6-1）；還有，「…電子書也具有往前、往後翻頁的功能，學生可重新看已經看過的內容，也可往下繼續閱讀後面的故事（議 16-C-09）」（圖 6-2，圖 6-3）。

另外，「它還有提供師生互動實作的功能，老師可請學生上臺，透過紅外線簡報筆嘗試找到最佳解（議 16-F-12）」（圖 7）。

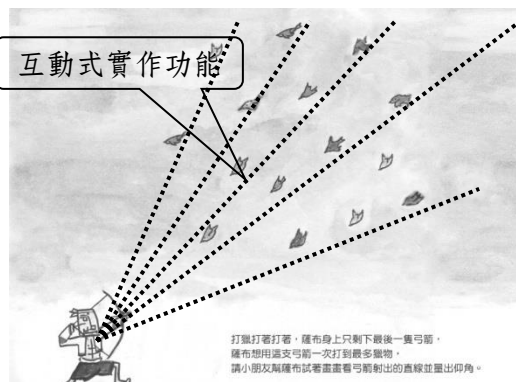


圖 7 電子書功能說明（2）

此外，「…這個軟體的功能還包括往前翻到首頁、往後翻到末頁，還有任意挑選自己要的頁面（議 16-B-12）」；「…整體來看，圖片的比例較大，文字的比例較小…（議 16-E-14）」。上述功能，確實滿足電子書「有說明、可（任意）翻頁、

圖片佔版面的比例較文字占的比例大」的基本功能。但是，研究者繼續提問：「你們可想一想，除了這些功能之外，從一個讀者的角度來說，電子書應該再多些什麼？（議 16-師-30）」。研究者期望能讓

師資生站在學生的觀點，思考電子書除了提供教師上課使用之外，如果提供童作為自學的工具，那麼，應該還需要一些引導學童閱讀的功能。

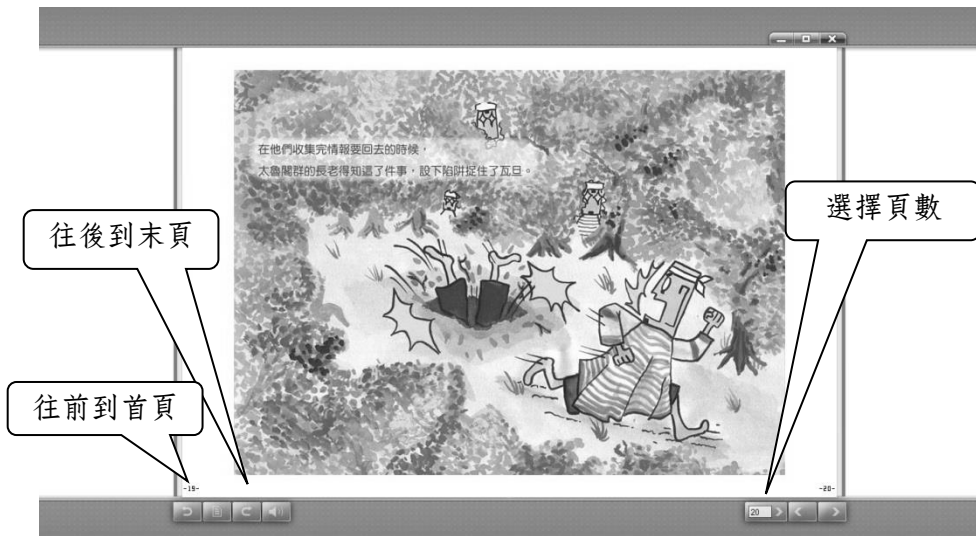


圖 7 電子書功能說明 (3)

對此問題，師資生思考到：

我上網查《文化部兒童文化館》看到一些繪本電子書，我發現它們都有「聲音」，有人說故事。（省 16-E-05）我想到，如果能讓故事中的人或是動物呈現會動的樣子，應該會更生動。（省 16-F-02）

我認為，電子書應該要有「人聲導讀」，如果有不同人物的聲音對話，應該會更好。（省 16-D-09）

他們思考到電子書「沒有聲音搭配、沒有動畫效果」的劣勢，進而再度共商「下

次會議，我們應該來討論如何解決『音效』和『動畫』的問題（省 16-D-12）」之解決策略。

4. 新行動方案 V

面對同儕意識到電子書缺少「音效」與「動畫」的功能，翰提出由他來負責動畫處理：「這應該需要 Flash 的技術，這我來學學看（議 17-B-08）」；至於音效部分，樵提議「我認為對話時，應該有不同的人物聲來配合（議 17-E-12）」，而此觀點亦獲得「…我贊同樵的看法，故事情境中不同人物對話如果能配合符合角色的聲音，應該會更生動、有趣（議 17-E-12）」的認同。至於這個技術，臺

提出「我志願當說書人的角色（議 17-D-18）」願意在情境脈絡中說故事，解決電子書欲增加功能的任務。對於師資生欲強化的電子書功能，研究者思考：「從 Lesh 等人教學多元表徵的觀點來看本次電子書編制的過程，此電子書已具備『情境』、『互動式實作』、『圖像』、『符號』及『語言』的表徵，算是完善的教材了（札 17-06）」。

（四）成果評估期的「問題診斷」與「新行動方案」

1. 問題診斷 VI

在繪本電子書完成後，研究者開始向部落學校教師推薦使用此電子書：「這次我到部落學校去跟老師商量，希望他們能使用這本電子書在自己的課堂中。但是，大部分老師都感到懷疑，懷疑這樣的教學是不是會浪費時間（議 18-師-02~03）」，師資生也提到：「我和老師到學校，也感覺到學校老師質疑的，是進度會因此落掉…（議 18-B-27）」。此現象顯示，教師對於使用此電子書於課室教學「感到抗拒」，他們擔心此教學方式會延遲進度，更覺得「…好像都擔心學生無法學到該學的內容（省 18-C-03）」。

2. 新行動方案 VI

面對部落學校教師的「畏懼」，研究者並不感到訝異。研究者進而思考：「我應該讓老師的擔憂消除。可能的做法，應該由我親自示範電子書如何進行，讓他們感受這能引起學生的學習興趣（札 18-03~04）」。因此，研究者決定前往部落學校示範電子書教學提供教師觀看，「這次示範教學後，老師們慢慢體會這是

另一種具趣味性的教學方式，能讓學生的注意力回到老師身上（議 19-師-06）」，當然，他們也願意試著把這本電子書帶到自己的課室中實踐，讓本研究所發展的電子書進入第一線課室中教學。

綜合來說，本研究從賽德克文化資料蒐集，重新編排《白石傳說》與族群爭奪寶藏的故事為脈絡，並引入四年級數學教科書中「概數」、「角度」與「三角形、四邊形性質」的概念，透過繪本的繪製，希望學童能在「具情境」的學習氛圍中理解相關概念，並能從實作過程中真正體現其對數學的學習成果。此編製歷程，符應過去文獻（廖偉仁、龔峰源、熊同鑫，2010；D'Ambrosio, 1990；Zaslavsky, 1994）所述，從原住民文化、生活經驗中融入數學教材，亦考量學童的先備經驗，研究者期待能有效引起學童的數學學習興趣。此外，本研究再將繪本與科技結合成為具備文字、動畫和聲音等符號播放功能的電子書，也符合相關學者（計惠卿、蔡佩璇，2003；盧秀琴、石佩真、蔡春微，2006；Dickson, 1985）所提的電子書功能，相信應能提升學生的數學學習興趣，增加「悅讀性」，並強化對數學概念的理解。

二、部落學校教師使用繪本電子書後的接受程度

最後，研究者邀請 5 位賽德克族部落學校教師使用此繪本電子書進行教學，並透過晤談以理解他們對此繪本電子書的接受程度。下表 5，首先呈現他們對於此繪本電子書接受度的評價分數：

表 5 5 位教師使用繪本電子書後接受程度分析

科技接受模式面向		試用教師					平均
		M	P	R	T	K	
認知 有用性	1-1. 繪本電子書讓學生覺得數學學習變容易	3	2	2	2	3	2.4
	1-2. 繪本電子書可提高學生的數學學習成效	2	2	2	3	3	2.4
	1-3. 繪本電子書可提昇學生的數學學習興趣	3	3	3	3	3	3
	1-4. 繪本電子書可提高我的教學效能	2	2	2	2	2	2
	1-5. 繪本電子書在課室中使用方便，也節省許多時間	2	2	2	3	3	2.4
認知 易用性	2-1. 要學會使用繪本電子書很容易	3	3	2	3	3	2.8
	2-2. 上課中使用繪本電子書很方便	3	3	2	3	3	2.8
平均得分		2.57	2.42	2.14	2.71	2.86	2.54

整體而言，5 位教師認為此電子書的接受程度趨近「滿意 (M=2.54)」，K 老師認為「…對於平常就時常使用數位產品的我來說，電子書並不陌生。我使用這電子書進行教學，學生覺得很有趣，也變得比較喜歡數學課，我用起來也覺得蠻方便的 (晤-K-07~08)」，T 老師也同意「在上課時，我看到學生的眼睛亮起來了，也對故事的情節感到熟悉而有興趣。要使用電子書進行教學，應不太難 (晤-T-05~06)」，這顯示多數教師認為要運用繪本電子書於課室是容易的，且能提升學生的學習興趣。但 R 老師提到「要用電子書進行教學，上課前必須先確認投影機、電腦是否能運作，課中還得自己操作電子書翻頁，這比較麻煩 (晤-R-09)」，對此，研究者認為「…或許可用無線滑鼠或無線簡報筆，就可免除在課室中上台、下台的麻煩… (札 19-17)」。

其次，從「認知有用性」面向來看，所有老師對於「繪本電子書可提高教學效能」(M=2) 以及「繪本電子書可提高學習成效」(M=2.4) 都抱持趨近「普通」的看法。究其原因，R 老師認為「這次教學還沒看學生的學習成果，我不敢斷然認定我的教學效能 (晤-R-15)」，此想法與 M 老師「…沒有測驗成績，我不能貿然說教學成效良好 (晤-M-11)」的說法不謀而合。對此，研究者反思「要發展完整的教學材料，除了教學的主要內容之外，應該要因應內容設計評量工具，才能更完整 (札 19-20)」。但是，所有老師都同意「繪本電子書可提昇數學學習興趣」(M=3)，因為，「學生對於我用這種方式上課覺得很新奇 (晤-P-02)」。由此看來，5 位教師在歷經電子書教學後，多肯定電子書能提升部落學童的情意表現。而 Doty, Popplewell 與 Byers(2001)

指出，繪本電子書具有濃厚的故事情節，多能吸引學童的注意力和學習動機。此論述與本研究所獲致的結果相呼應。換言之，本研究所開發之繪本電子書與過去研究都發現，學生在此教學過程中，其學習動機呈正向發展。

再從「認知易用性」的面向來看，5位教師中有4位教師對於「電子書容易學習使用」以及「使用電子書很方便」等觀點均給予「很好」的評價，這顯示多數教師均同意本繪本電子書是方便使用的。但T老師提到「要準備一個說、講皆精彩的數學課，仍然需要花一些時間準備（晤-T-15）」，此觀點與R老師「我還是得花不少時間去練習說故事（晤-R-21）」的看法倒是一致。但是，研究者認為「...教師能不能主動面對新的媒材，並花時間去熟悉、準備，是影響後續對此科技產品好不好用的關鍵因素（札 19-22）」。然而，Czerniak 與 Lumpe（1996）指出，教師對於教學的信念與意圖，將會影響其教學與學習的成效，也攸關教育改革是否成功。此論述正呼應本研究所發現，教師若對於本研究所開發之文化融入數學電子書抱持正向的接受態度，其將思考如何克服實作層面所面臨的問題，反之，其將為此新產品的實踐提出許多窒礙難行的理由。因此，思考如何引領第一線教師接受科技新產品並運用於教學現場，將是未來可再努力的方向。

五、結論與建議

總的來說，本研究設計以「賽德克族」文化融入國小四年級數學課程的繪本電

子書，透過行動研究「診斷問題→反思→形成並實踐新行動方案」的循環歷程，解決了「文化鮮少」、「不易從文化中找到對應數學概念」、「繪本繪製」、「電子書需具備動畫、音效」等困難，逐步形成繪本電子書的成品。此外，研究者亦透過親身示範教學，為部落教師釐清「課程會因此延宕」、「學生會因此學習不夠多」的疑慮，讓教師願意實踐此繪本電子書教學，進而發現此文化融入數學概念的電子書能提升學生的學習動機，讓學生感覺數學問題情境的「親和性」。綜合各項研究發現，提出以下結論：

本研究從賽德克族文化脈絡中，融合《白石傳說》與族群間對抗的典故，創發了本研究的故事脈絡。接續，研究者再從這文化脈絡中思索可能涉及的數學概念，在脈絡中發展數學問題，再依循這情境繪製成紙本式繪本，最後編製成具「動畫、聲效、互動」等多重功能的電子書，是未來設計、編製原民數學電子媒材的可參考徑路。再者，本研究透過行動研究的方法，檢視繪本電子書形塑歷程中遭遇的「問題」，這些問題包括「文化資料取得不易」、「不易融入高層次數學概念」、「數學問題不易與教科書區別」等，但經由「廣用社會與人際網絡資源」、「同儕互動、反思」的策略，終能逐步解決過程中的困境，最後發展出令參與成員皆滿意的成果。這些「問題診斷」與「新的行動方案」都可作為未來編製原民文化融入數學概念繪本電子書的重要參考。基於上述研究歷程中的發現與經驗，研究者建議，未來若要編製原住民族文化融入數學繪本電子書時，可

考量以下幾點：1.原住民學童真正感受得到的文化內涵為何？本研究乃用賽德克族的神話故事作為脈絡，由於部分內容貼近他們兒時的經驗，因此，在課程運行中確實獲得學童的迴響。但是，其他文化元素如習俗祭典、建築可能因時間久遠而被遺忘，如何還原原住民過去的文化並讓學生有感，便是一個值得思考的挑戰。2.原住民文化脈絡中可抽取出的數學概念為何？以本研究為例，本研究從神話故事的脈絡中所抽取的數學概念包括「全數」、「幾何」與「幾何量：角度」。然而，文化脈絡中是否真能抽取出分數或小數概念？實有待後續深思的議題。

最後，本研究再從 Davis (1989) 所提出「科技接受模式」中的「認知有用性」與「認知易用性」面向，檢視部落教師對本研究開發繪本電子書的接受度，發現多數教師皆初步肯定此繪本電子書能提高原民學童的數學學習興趣，但是，有關於數學教學與學習成效，本研究尚未使用有信、效度的工具來評估繪本電子書的成效，建議後續研究可思考再建構相關工具以評估此繪本電子書的效果，再做長期性檢視與觀察。基此，研究者認為，為不同族群學生編製符合其生活經驗畫文化脈絡的教材，實為可行之方向，但建議教師思考：雖然繪本電子書是當前教科書外的補充教材，但是，若能因此促發學生的數學學習動機，那麼，原住民學童是否因此會主動進行教科書的研讀？或許值得後續研究深入觀察。此外，從參與本研究五位教師的回饋亦建議，要使用繪本電子書進行教學，須於課前培養說故事的能力，

也需要熟悉相關電子設備，才能讓課程運作更為順暢。而從研究者親自為部落教師示範本電子書教學的過程亦建議，電子書固然能引起學生的學習動機與興趣，但是，搭配「實作」、「討論」方能讓數學課室的學習管道趨於多元。

最後，雖然本研究所發展的文化融入數學繪本電子書能獲得部落教師正向的肯定，但是，深入去體會、理解原民文化對於身為漢人的設計者來說，卻是重要而且必須面對的挑戰。對此，研究者建議可透過「更多文化資料閱讀」、「尋求更多耆老、原住民委員會相關機構與人員諮詢」等支持系統，才能促發繪本電子書發展的運作。當然，為教師設計符應電子書涉及的數學概念之評量工具，也是影響教師是否願不願意使用以及評估成效的重要因素。從本研究的發現中可見，教師因為未能「看見」學生使用本繪本電子書後的「學習成效：解題表現之改變」，因此，有教師並未能真正相信此課程的實施有助於學生數學學習。故研究者建議可在繪本電子書教學進行前後，實施前、後測評量，若能讓教師「看見」學生上課情形與數學解題的改變，相信就能提高教師實踐繪本電子書教學的意願。

參考文獻

- 方淑貞 (2003)。FUN 的教學：圖畫書與語文教學。臺北市：心理出版社。
- 王文科 (2000)。教育研究法。臺北市：五南圖書出版社。
- 王郁昭 (2003)。科學故事融入自然科課程之研究。國立中山大學教育研究所

- 碩士論文，未出版，高雄市。
- 王舒平（2009）。**盛夏！愛在後山部落~偏遠地區原住民學生數學教學之行動研究**。慈濟大學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮縣。
- 王騰銘（2014）。**文化融入數學課程設計與實踐對鄒族高年級學童數學學習影響**。國立臺中教育大學數學教育學系碩士論文，未出版，臺中市。
- 李明錦（2015）。**文化融入數學學習活動之成效研究：以南投縣賽德克族四年級學童為例**。國立臺中教育大學數學教育學系碩士論文，未出版，臺中市。
- 呂季霏（2001）。**花蓮縣國小低年級泰雅族學生平面幾何概念之詮釋性研究**。國立花蓮師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮縣。
- 周珊瑚、黃思華、余沛錚（2015）。**動畫教學對原住民學童美感經驗影響之研究**。**教育科技與學習**，3(1)，1-24。
- 松居直著（1995）。**幸福的種子：親子共讀圖畫書**（鄭明進譯）。臺北市：臺灣英文雜誌社有限公司。
- 林莠芹（2003）。**國小五年級排灣族學童平面幾何概念之詮釋研究-以屏東縣某國小為例**。國立花蓮師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮縣。
- 林逸文（2002）。**原住民數學低成就學生數學問題解題分析之研究**。國立彰化師範大學特殊教育學系碩士論文，未出版，彰化縣。
- 吳昭毅（2005）。**台東縣國小高年級漢、原學童數字感差異之研究**。國立臺東大學教育研究所碩士論文，未出版，臺東縣。
- 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。
- 計惠卿、蔡佩璇（2003，10月）。**互動電子故事書之教學設計模式**。發表於2003ICICE 全球華文網路教育研討會。臺北市：僑務委員會。
- 紀惠英、劉錫麒（2000）。**泰雅族兒童的學習世界**。**花蓮師院學報**，10，65-100。
- 紀惠英（2001）。**山地國小數學教室裡的民族誌研究**。國立臺灣師範大學教育心理與輔導研究所博士論文，未出版，臺北市。
- 黃志賢、林福來（2008）。**利用活動理論分析台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。
- 黃瑞琴（1994）。**質的教育研究方法**。臺北市：心理出版社。
- 黃德祥（2007）。**原住民學生數學學習的困境與突破**。載於行政院原住民委員會主編：**臺灣原住民族教育新思維專輯論文**，7-1~7-12。
- 教育部（2014）。**十二年國民基本教育課程綱要總綱**。臺北市：作者。
- 曹俊彥（1998）。**圖畫、故事、書**。**美育月刊**，91，19-30。
- 陳姿佑（2014）。**互動式電子繪本對幼兒數概念與內在動機之影響**。國立臺灣科技大學數位學習與教育研究所碩士論文，未出版，臺北市。

- 陳莉淑 (2014)。臺北市國小教師使用互動式電子白板行為意向之關鍵因素研究。*北市大社教學報*, 13, 143-166。
- 游光昭、蔡福興、蕭顯勝、徐毅穎 (2004)。線上遊戲式的網路學習成效研究。*高雄師大學報*, 17, 289-309。
- 張清榮 (1991)。兒童文學創作論。臺北市：富春出版社。
- 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—以台東縣國小為例。*臺灣教育社會學研究*, 1 (1), 209-247。
- 廖偉仁、龔峰源、熊同鑫 (2010, 5月)。原住民文化融入國小低年級數學領域課程之研究。發表於原住民學生數理科教/學理論實務學術研討會。臺東市：國立臺東大學。
- 劉志容 (2012)。科普活動實施成效之評估以南投縣仁愛鄉一所原住民小學為例。未出版之碩士論文，靜宜大學生態學系，臺中市。
- 劉美慧 (2011)。多元文化教育研究的反思與前瞻。*人文與社會科學簡訊*, 12 (4), 56-63。
- 蔡春美 (1980)。臺東縣山地兒童面積保留與面積測量概念。國立臺灣師範大學教育學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 蔡佩璇 (2003)。互動電子故事書教學設計模式之發展研究。淡江大學教育科技學系碩士論文，未出版，臺北市。
- 潘宏明 (1996)。花蓮縣原住民國小學童數學解題後設認知行為及各族原住民固有文化所具有的幾何概念之調查研究 (NSC-84-2511-S-026-006)。臺北市：行政院國家科學委員會。
- 鍾玉鳳 (1996)。近十年圖畫故事書內容價值觀之分析研究。中國文化大學兒童福利研究所碩士論文，未出版，臺北市。
- 盧秀琴 (2007)。「生物演化」的繪本電子書編製與教學研究。發表於 2007 年臺灣教育學術研討會。臺北市：市立臺北教育大學。
- 謝佳容、王子華、沈怡秀 (2009)。以科技接受模式理論探討國民小學教師使用互動式電子白板之接受度調查研究。*Information Technology*, 13 (3), 319-339。
- Barker, P. (1992). Electronic books and libraries of the future. *The Electronic Library*, 10(3), 139-149.
- Baxter, J. A., Woodward, J., Olson, D. & Robyns, J. (2002). Blueprint for writing in middle school mathematics, *Mathematics Teaching in the Middle School*, 8(1), 52-56.
- Bishop, A. J. (1991). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Clyde, A. L. (2005). Electronic books. *Teacher Librarian*, 32(5), 45-47.
- Cobern, W. W. (1996). Constructivism and non-western science education, *International Journal of Science Education*, 18(3), 295-310.
- Czerniak, C. M., & Lumpe, A. T. (1996).

- Relationship between teacher beliefs and science education reform. *Journal of Science Teacher Education*, 7(4), 247-266.
- D'Ambrosio, G. (1990). The history of mathematics and ethnomathematics: How a native culture intervenes in the process of learning science. *Impact of Science on Society*, 40(4), 369-378.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived easy to use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Dickson, W. P. (1985). Thought-provoking software: Juxtaposing symbol systems. *Educational Researcher*, 14(5), 30-38.
- Doty, D. E., Popplewell, S. R., & Byers, G. O. (2001). Inter CD-ROM storybooks and young reader's reading comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(4), 374-384.
- Empson, S. B. (2003). Low-performing students and teaching fractions for understanding: An interactional analysis. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(4), 305-343.
- Ertmer, P. A. (2001). Responsive instructional design: scaffolding the adoption and change process. *Educational Technology*, 41(6), 33-38.
- Gefen, D., Karahanna, E., Straub, D. W. (2003). Trust and TAM in online shopping: an integrated model. *MIS Quarterly*, 27, 51-90
- Ghaith, G., & Yaghi, H. (1997). Relationships among experience, teacher efficacy, and attitudes toward the implementation of instructional innovation. *Teaching and Teacher Education*, 13(4), 451-458.
- Healy, A. (2002). Digital reading pedagogy for novice readers. http://eprints.qut.edu.au/963/1/Dooley_digital.pdf
- Johnson, P. (1992). *Human-computer interaction: Psychology, task analysis and software engineering*. London: McGraw-Hill.
- Larson, L. C. (2009). E-Reading and e-Responding: New tools for the next generation of readers. *Journal of Adolescent and Adult Literacy*, 53(3), 255-258.
- Lederer, A. L., Maupin, D. J., Sena, M. P., & Zhuang, Y. (2000). The technology acceptance model and the World Wide Web. *Decision Support Systems*, 29, 269-282.
- Matthew, K. I. (1997). A comparison of the influence of interactive CD-ROM storybooks and traditional print storybooks on reading comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 29(3), 263-275.
- McVee, B., Dunsmore, K., & Gavelek, J. R. (2005). Schema Theory revisited. *Review of Educational Research*, 75(4),

- 531-566.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Sardo-Brown, D. (1990). Middle level teachers' perceptions of action research. *Middle School Journal*, 22(3), 30-32.
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2001). Discovering indigenous science: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 6-34.
- Tennyson, R. D., & Park, S. I. (1987). Artificial intelligence and computer-based learning. In R. M. Gagne (Ed.), *Instructional technology: Foundations* (pp. 319-342). Hillsdale, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Taylor, S., & Todd, P. (1995). Understanding information technology usage: A test of competing models. *Information Systems Research*, 6(2), 144-176.
- Thanabalan, T. V., Siraj, S., Alias, N. (2015). Evaluation of a Digital Story Pedagogical Module for the Indigenous Learners Using the Stake Countenance Model. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14(2), 63-72.
- van den Berg, R., Vandenberghe, R., & Sleegers, P. (1999). Management of innovations from a cultural-individual perspective. *School Effectiveness and School Improvement: An International Journal of Research, Policy and Practice*. 10(3), 321-351.
- Watson, G. (2006). Technology professional development: Long-term effects on teacher self-efficacy. *Journal of Technology and Teacher Education*, 14(1), 151-166.
- Zaslavsky, C. (1994). "Africa counts" and ethnomathematics. *For the Learning of Mathematics*, 14(2), 3-8.

開發以布農族知識體系為本的中小學 數理教材之研究歷程回顧、感想與展望

秦爾聰¹、翁崧桓²

¹ 國立彰化師範大學科學教育研究所副教授

² 南投縣立豐丘國民小學主任

【 摘 要 】

本研究計畫第一次參與科技部原住民科教研究，總體目的在依據文化回應的相關理論，開發以布農族知識體系為本的中小學數理教材。基於這樣的目標，本研究首要工作即為尋索背後富含數學與科學知識的布農傳統技藝或文化活動，前兩年主要鎖定國寶級布農耆老松萬金（Laung，松爸）和谷秀紅（Savung，谷阿姨）夫婦的高杆織布技巧與石板屋興建為研究標的，挖掘隱藏在其背後的數學與科學知識，並以此一手資料設計真正具布農文化底蘊的中小學的學習活動教材；第三年起除持續參與石板屋興建外，也開始配合松爸和谷阿姨在東龍村（布農近百年前的舊部落）建構布農文化園區的理想，透過文獻探討、耆老專家訪談等方式，規劃設計可供未來「布農學校」做為課程的科學相關教學活動，涵蓋主題除了石板屋興建外，還包括飲食文化、狩獵文化、藝術文化等。在挖掘傳統布農知識的部分，其研究設計的概念是採取實證主義的認識論，屬民族數學與科學研究的範疇，研究方法基本上就是數學探究的方法；而教學活動設計的部分則是採用發展性研究方法，透過思考實驗於教學實驗的循環來效化教學活動的設計。目前計畫的成果包括了對於布農傳統織布的詳細介紹，一份布農織布圖騰密碼的國中小數學學習活動，布農學校數學/科學課程的相關主題架構與部份教學活動內容的設計；此外，計畫成員依據織布圖騰密碼的教案，指導四位布農族學生進行科展研究，榮獲 108 年度南投縣國小科展數學組第二名的佳績。最後，我們也針對本計畫的價值與未來展望做了分析。

關鍵詞：布農族、文化回應、布農織布、石板屋興建、數理教材

一、計畫目的

本計畫最初的總體目的在依據文化回應的相關理論，擬開發以布農族知識體系為本的中小學數理教材（徵求重點二、（一）、（二）&（三）；另考量提供教師設計好的教材，並不能保證該教師能掌握教材設計背後的理念，較佳的方式是能帶領老師們一起參與教材的設計，也能透過此過程促進原住民重點學校教師對原住民文化的了解，提升其多元文化數理教育的知能，發展教師專業成長（徵求重點一、（五）&（六））；此外，若能結合師資生於計畫中，透過共同參與原住民重點學校教師專業學習社群等師培課程外的活動，以與部落學校師生形成學習共同體，除提升師資生自身的數理教學知能外，亦培養其對原住民科教的負擔，並協助提升原住民學生的數學與科學素養（徵求重點一、（一）&（六））。然而由於計畫主持人與計畫成員均為原住民科教研究的新手，在開始執行計畫後，面對諸多的現實狀況，包括核定的計畫經費與原規劃的落差、進入研究現場（合作學校&部落）所遭遇的困難、……，使得原本在撰寫計畫申請書時所規劃的內容需要進行必要的調整。

由於這是本計畫初次加入「原住民科學教育研究計畫」的團隊，計畫成員均無從事原住民科教研究的經驗，因此在計畫執行之初，首先聚焦在尋索布農族傳統文化活動中富含數學與科學知識的活動，以挖掘、探究布農知識體系中數學與科學知識的一手資料（而非只是透過文獻查詢整理出的多手資料）；接著我們希望能透過

帶領信義鄉布農族原住民重點學校（信義國中、民和國中、豐丘國小、……）的教師與本校的師資生，形成專業學習社群的學習共同體，以植基於布農傳統文化活動的一手資料來設計以布農族知識體系為本的數學/科學學習活動，促進社群成員對布農文化的深入了解，進而能培養其文化回應教學的知能，除了可以提升教師與師資生自身的專業成長外，也能有助於布農族學生的數學與科學素養的養成。

二、文獻評述

以下就與本計畫相關的文獻，包括「多元文化教育」、「布農族文化活動中的數學與科學」、「原住民學生科學學習的相關實徵研究」等主題進行文獻評述。

（一）多元文化教育的相關文獻

1. 多元文化教育的意涵

依據 *Dictionary of Multicultural Education* 中對多元文化的定義：「多元文化教育起源於 1960 年代的族群研究（ethnic studies）運動，它是一種哲學概念，也是一種教育過程。多元文化教育植基於哲學上平等、自由、正義、尊嚴等概念，希望透過學校及其他教育機構，提供學生不同文化團體的歷史、文化及貢獻等方面的知識，使學生了解及認同自己的文化，並能欣賞及尊重他人的文化。另一方面，多元文化教育對於文化不利地位的學生亦提供適性及補救教學的機會，以協助學生發展積極的自我概念」（Grant & Ladson-Billings, 1997；引自譚光鼎、劉美慧和游美惠，2008，第 7 頁）。雖然對於多元文化教育的定義相當的廣泛與籠

統，但 Grant 和 Ladson-Billings 所提出此相對權威的詮釋，可以做為呼應教育部十二年國教建議實施原住民族知識課程及文化學習活動的重要參考。

2. 多元文化的科學教育

早在 1991 年美國的國家科學教師協會 (National Science Teacher Association, [NSTA]) 即公布了所謂的「多元文化科學教育立場宣言 (Position Statement on Multicultural Science Education)」，強調多元科學教育 (pluralistic science education) 和全民科學教育 (science education for all)，並宣誓 NSTA 將信守以下六點信條：(1) 學校提供的科學教育課程，必須能在學業上和身體上培育所有的孩子，並培養其發展正向的自我概念；(2) 所有來自不同文化族群的孩子必須能公平地獲得均等的科學教育的機會以獲致成功，並提供其知識與機會成為民主社會中成功的參與者；(3) 課程內容必須融合許多文化對科學知識上的貢獻；(4) 科學教師必須知曉並會使用和文化相關的學習與教學的實務；(5) 科學教師有責任使來自不同文化背景的孩子獲得在科學、技術與工程等領域的就業發展機會；(6) 科學教師選用的教學策略必須能使所有孩子得以辨識並尊重其他同學所帶來的文化差異。這些 NSTA 對於多元文化科學教育所提出的立場宣言與信條，雖已歷經 20 個年頭，但仍然非常值得我們在推動原住民科學教育時的參考。

3. 文化回應教學

多元文化教育重視弱勢族群學生的學習，強調弱勢族群學生也應和其他學生

一樣有獲致成功的機會。學校教育扮演著社會傳遞文化的重要角色，學生的母文化應被視為學習的橋樑，而不是學習的障礙；學校教育要適度反應學生的母文化，使學生的學習經驗更具脈絡意義 (Gay, 2000)。有些弱勢族群學生的學習成就低落，是因為學生的母文化與學校的主流文化產生隔閡所致，教師應該以學生的母文化為中介，透過學生的母文化產生的學習模式為鷹架，建立文化比較協調的學習環境，實施適性教學業及學生的母文化不只是課程的一部分也是連結或解釋主流文化的工具，這就是「文化回應教學」(譚光鼎、劉美慧和游美惠，2008)。針對文化回應教學的面向，譚光鼎等人整理了 Wlodkowski 與 Ginsberg (1995) 所提出的文化回應教學模式，包含了四個層面的規準、條件與教學方法，如表 1。

Gay 以身為非裔美籍的身分，長期關注文化回應教學的實務與研究，並成為此領域重要的學者。Gay 認為文化是弱勢族群學生學習的關鍵，唯有教師在課室中進行文化回應的教學，才能提升弱勢族群學生的學業成就。她進一步點出文化回應的重要面向：「關懷」是文化回應教學的「理念基礎」，「文化溝通」則是「工具」，「多元文化課程」是「資源」，並透過「教學」來加以「實踐」。(Gay, 2000)

(二) 布農族文化活動中的數學與科學

由於本計畫所設定的原住民對象為布農族，因此針對布農族的文化活動先進行文獻探討，以初步了解這些文化活動背後所隱藏的數學和科學的概念。

表 1 文化回應教學的面向

層 面	規 準	條 件	方 法
建立包容	<ul style="list-style-type: none"> • 尊重 • 相互依賴 	<ul style="list-style-type: none"> • 強調課程與學習者經驗的連結 • 教師不是知識的權威 • 強調合作 • 肯定學生改變的能力 • 公平地對待每一位學生 	<ul style="list-style-type: none"> • 合作學習 • 寫作團體 • 分享
發展態度	<ul style="list-style-type: none"> • 相關 • 自我決定 	<ul style="list-style-type: none"> • 教學與學生的經驗與先備知識相連結 • 鼓勵學生依據自己的經驗、價值和需要做出決定 	<ul style="list-style-type: none"> • 問題解決教學 • 多元智能教學 • 學習型態 • 做決定
提升意義	<ul style="list-style-type: none"> • 參與 • 挑戰 	<ul style="list-style-type: none"> • 鼓勵學生挑戰高層次思考與分析議題的學習機會 • 學習者的經驗與語言應受重視 	<ul style="list-style-type: none"> • 角色扮演 • 真實性學習 • 個案探討
培養能力	<ul style="list-style-type: none"> • 真實性 • 效能 	<ul style="list-style-type: none"> • 評量過程與學習者的世界、參照與價值連結 • 重視多元評量 • 強調自我評量 	<ul style="list-style-type: none"> • 回饋 • 真實性評量 • 自我評量

資料來源：譚光鼎、劉美慧、游美惠（2008）。**多元文化教育**。臺北：高等教育。

1. 布農族服飾

臺灣各原住民族的織布均有其特色，針對布農族而言，分布在南投、高雄、花蓮或臺東的族人，其傳統服飾在不同區域呈現的色彩雖不相同，但均保有原型相似之處；男性服飾的織布上衣重視背後腰際的橫織連續菱形紋，以及方布長衣裡前胸的織紋，穿在長衣內的胸兜會繡著與長衣背後對應的菱形紋；女性服飾則以漢式款式為主，藍布或黑布為底色，斜襟衣沿跟隨著成列的鮮豔菱形織紋（現代製作的布農女服已多被坊間的滾邊材料所取代），在長衣的裡層，加一條同樣是藍色或黑色的裙，裙邊織上與斜襟對應的菱形紋滾邊。腿部則綁上同色同花飾的腳絆。布農族的女性服飾受到排灣和魯凱喜綴銀飾的縫工，伴著斜襟紋飾，嵌上懸吊的

珠綴或銀飾，古時候原料衣布都採草麻為主，現代則材質變化多端，華麗而璀璨，走動起來還會叮噠作響。

很多布農服飾中的圖騰都是根據蛇的紋路而來，因為傳說中布農族人是與蛇生活在一起的。原本布農族的服飾只用單純的顏色，但有一天一位布農婦人看見百步蛇身上鮮豔的鋸齒狀紋路，感到相當驚喜，於是就跟百步蛇媽媽借了牠的小蛇寶寶，回去當作織布花紋的參考。由於織出來的布紋太漂亮了，部落中的其他婦女爭相來借用小百步蛇回家織布，竟然不小心把小蛇弄死了。母蛇得知後非常難過、生氣，於是號召了所有的百步蛇來攻擊布農族人，最後只有逃到香蕉樹和刺蔥樹上的族人得以存活，遂跟百步蛇協商。百步蛇願意將身上鮮豔的紋路借給布農族作為

織布的紋路，而布農族人則不能獵殺百步蛇，要以朋友的方式對待和尊重百步蛇，故在布農族語中，百步蛇叫做「kaviaz」，意即「朋友」的意思。

布農族服飾的配色，男性服飾以白色為底色，圖案紋路花色均較鮮豔多彩，相較之下女性服飾以黑色為基底，花紋色彩均較為單調；這與大自然的動物世界中，雄性大多擁有色彩鮮豔亮麗的外觀表徵相一致。因此，在布農族的衣著特色中，可以發現其生活與動物間有著密不可分的依存關係。

透過這些不同的服飾上的紋樣，可以引入幾何圖形（特別是對稱圖形）、乘法公式（服裝搭配）等數學概念的介紹，另外在觀察衣帽綴飾與花邊珠飾中，可以引入數型規律（如數列級數）；若是科學部分，或許可以透過不同織布的材料讓學生認識一些植物的特性。

2. 木刻畫曆

根據記載，在臺灣的原住民族中只有布農族與排灣族有「行事曆」的文物。在日本治臺時期，於當時警務局任職的橫尾廣輔在 1934 年的《理番之友》第三期一月號中，曾提及在臺中新高郡（即今南投信義）布農族的卡尼多岸社發現一塊畫曆板，後來又陸續在其他布農族部落發現另兩塊不同形式的祭曆板，板上以各種圖形來表示全年應行之歲時祭儀及生活禮俗，且三塊曆板上的圖形大致相仿。布農族非常重視農耕與米糧，以及祭典的禁忌，布農畫曆上的符號，可視為是原始文字的雛型，布農族也因此臺灣原住民各族中獨樹一幟，成為擁有自己文字的種族。

布農畫曆背後隱藏著極豐富的數學和科學的概念，包括可以透過布農畫曆來介紹時間（曆法），較進階的數學概念則可引入代數和幾何的概念；科學部分則可探討地球科學中的月像盈虧。

3. 山泉水管與泥水過濾

對於日常生活來說，如何取得足夠的用水至關重要。由於布農族部落多處於地勢險峻的山區，因此族人運用吸管兩端作用於水平面大氣壓力差來運送液體的虹吸原理，製作了山泉水管。布農族的傳統智慧中，除了運用虹吸原理製作了山泉水管外，為了能夠獲得乾淨的飲水，也懂得運用「沉澱與過濾」的原理，將竹子做成吸管，再加上布料作簡單的過濾，就可以直接吸取水源並過濾水中的雜物。因此，我們可以透過此山泉水管和濾水的簡單裝置，來介紹水中可能的污染源（生物性或化學性），或可藉此帶出環境污染的環保議題，接著介紹現今常用的水的淨化方法，如：沉澱法、過濾法、蒸餾法、化學處理法、RO 逆滲透法等，甚至可以介紹自來水廠淨化水質的程序，並請學生透過實作來設計出屬於自己的山泉水管加濾水裝置，這樣的過程基本上亦符合 STEM（Science, Technology, Engineering, & Mathematics）的精神。

4. 鞭打陀螺

鞭打陀螺是布農族重要的娛樂體育活動，在每逢四月打耳祭之前，會用打陀螺來舉行小米收成的占卜儀式。主持打陀螺的占卜儀式者必須是部落中德高望重的長老，因為第一次啟動的陀螺，若是旋轉成功，且越直、越正、越久，即表示這

一年的小米將可豐收；但如果旋轉不成功，則表示部落族人與儀式主持者犯了天忌，這一年的小米將會生長不良而難以豐收；因此，要不斷的鞭打陀螺，好讓陀螺可以一直旋轉。

鞭打陀螺這個布農族特有的民俗活動，背後蘊藏著豐富的科學知識。陀螺是以自身的軸線做自轉運動，而轉動速度的快慢會決定陀螺擺動角的大小，轉得越快，擺動角就越小陀螺的穩定性也越好。因此，讓學生藉由傳統由鋸木、削木、磨木、置鐵釘和上漆的流程來製做自己的布農族陀螺，並透過取（鋸）構樹、撥離構樹皮、曬乾、將樹皮綁於棍上的流程製作鞭繩，透過實作來探究出陀螺旋轉背後的物理概念，這也是可以實踐 STEM，甚至是 STEAM（STEM + Art）的一個學習活動。

5. 灰燼儲存

在布農族的飲食文化中，為了保存食物，發展出一些特殊的儲存方法，例如：煙燻、曬乾、烘烤、自然儲存、醃漬儲存和灰燼儲存，其中以灰燼儲存最為特殊。灰燼儲存法是運用木灰防潮與防蟲的特性，將食物（特別是豆類食物）置入木桶中，然後放入大量木柴燃燒後的灰燼即可。透過這些不同的儲存食物的方法，可以讓學生探究其背後防腐的原理，並藉此認識不同食材在保鮮上的差異。

6. 魚震捕魚法

原本中部山區的布農族其實比較不喜歡捕魚，因為後來族人遷移到較中海拔的山區，看到溪流中有很多苦花和其他魚類，就隨便拿起教大的石頭丟到水中，因

石頭撞擊時發出的響聲，竟然讓石縫中的魚暈昏而翻白浮起，就這樣發現了魚震這種輕鬆的捕魚方法。透過帶領學生實地進行魚震捕魚的活動，可以融入對臺灣主要岩石種類的認識，也可藉此對部落附近溪流水族生態的調查。

（三）原住民學生科學學習的相關實證研究

關於原住民學生的科學學習相關研究，包括一些以各種教學策略搭起學生文化、生活經驗與科學概念之間的橋樑，如林麗君、曾亮榮（2006）與陳吉文（2008）都認為以地方本位課程來提升原住民學生的科學學習；有些則是運用某教學策略來提升原住民的科學學習，如潘于君（2006）與蕭麗滿（2007）運用文化取向的科學圖畫書進行教學；其他如黃淑容（2004）與陳靜光、謝易成（2005）將原住民文化或其世界觀融入課程中，藉以提升原住民學生科學成就、學習興趣，甚至是自我認同；吳百興與吳心楷（2010）透過原住民傳統藤編活動進行科學學習，發現原住民學生在「測量」、「控制變因」與「下操作型定義」三項能力表現都有進步，對科學原理與學校自然課程的態度提升，可見融入原住民文化的科學學習，可促進原住民學生的學習成效。藉由原住民學生的文化與主流族群學生的文化之間的差異，著手改善原住民的科學學習，而非簡化、省略教學內容。上述科學學習可從生活經驗的學習開始，透過生活經驗跨越科學領域與日常生活經驗之間的鴻溝，才能獲得有意義的學習（傅麗玉，1999）。



關於文化回應教學應用在科學教育的相關研究中，郭富祥（2009）研究指出以布農族小米祭典活動為主題，選出與國小自然與生活科技學習主題相互應的內容，而發展出布農族小米祭典模組教學，以國小中、高年級學童為研究對象，其中其布農族 20 人，鄒族 9 人，在地球科學領域的教學主題「星象教學」配合開墾祭，在植物生態領域的教學主題「民俗植物無患子」配合播種祭；並以植物生態與化學領域結合「傳統火藥製作」教學主題配合打耳祭；在化學領域結合「傳統小米酒」教學主題配合進倉祭。研究發現文化回應的教學模組能增進學生族群文化認同與科學學習之影響。李泳泰（2007）則以排灣族國中學生為研究對象，探討實作教學對原住民學生科學學習影響研究，以原住民文化中的竹槍，融入自然科的槓桿原理教學中，研究發現學生在「自我效能」、「主動學習策略」、「科學學習價值」、「表現目標導向」、「成就目標」、及「學習環境誘因」等向度的學習動機，都有顯著的提昇；研究結果顯示實作教學可以提昇原住民學生的科學學習動機。蕭麗滿（2007）是以排灣族文化配合科學圖畫書，進行「文化取向科學圖畫書教學活

動」研究，選取排灣族兒童 32 人為對象，探討原住民兒童在「生物特性與生長概念」的改變效果，研究發現兒童在動物特性、植物特性、生物特性概念都能提升，具有教學效果。何映虹（2008）以幼稚園中大班幼兒 20 名為研究對象，以阿美族野菜文化為主軸，結合文化與科學的教學，探索過程中以科學圖畫書做為引導及釐清幼兒植物概念；研究發現從學生的生活經驗出發感受學生學習的積極，互相學習尊重不同的文化。

三、研究設計與研究方法

這是本計畫第一次參與原住民科教研究計畫的第三年，經過第一年的兩次計畫訪視，依據原住民科教中心主任熊同鑫教授的指導與建議，並考量計畫經費所核定的金額限制，遂將計畫內容設定在挖掘蘊藏在布農傳統文化活動（如織布、石板屋興建）背後的數學與科學知識，再將這些知識轉化為文化回應的數學與科學教學活動設計，這才是真正有文化底蘊，且以原住民知識體系為本的數學與科學教材。以下就針對本研究的關鍵：布農耆老的介紹，以及挖掘布農知識體系的數學/科學知識和據此設計教學活動的研究方法與步驟進行說明。

（一）參與計畫的布農族耆老松萬金（Laung）&谷秀紅（Savung）夫婦，與布農族詩人卜哀·伊斯瑪哈單·伊斯立端（Bukun）的背景介紹

在本計畫執行之初，尋索真正的布農族耆老的合作參與，是最迫切的課題。透



過在民和國中服務的布農文化與族語專家全正文校長（布農族耆老、歷任南投縣三所布農族重點學校（國中）同富國中、信義國中與民和國中的主任、校長）的協助與引介，得以認識仍居住在濁水溪畔東龍部落（百年前布農的舊部落，有超過30間石板屋的遺跡）自建石板屋的布農族耆老松萬金（Laung）與谷秀紅（Savung）夫婦。松爸是僅存仍有興建石板屋經驗的布農族文化專家，亦擅長藤編、狩獵、各種傳統工具製作、麻線製作（種麻、採麻、染麻）……等傳統技藝；而谷阿姨更是國寶級原住民織女，擁有「十二杆織布技法的高竿技巧，有「布農編織之寶」之譽。十多年前王蜀桂（2004）的「臺灣原住民傳統織布」中所稱“現已失傳”的布農夾織技術，谷阿姨仍然能熟練地使用，國內外許多人士慕名來跟谷阿姨訂製布農族男、女的禮服，最貴的定價10萬臺幣，



卜哀（Bunun）就是其中一位。其實松爸和谷阿姨分別是仁和部落（洽波石）和雙龍部落的族人，然而十多年前因不捨自己布農族

的古老部落東龍村轉賣給平地漢人，花了一百萬將其土地購回，兩個老夫婦就搬回山上去了。這十多年來他們一直有個夢想，就是趁他們有生之年可以在東龍部落重建一個布農傳統文化園區，讓布農的子孫和其他對布農文化有興趣的人，可以在有著一棟棟的石板屋的園區中，學習織布、籐編、耕作、狩獵、……等傳統生活的技藝。在去年暑假過後，松爸提出了他要重新興建石板屋，並逐步建構布農文化園區的構想，住在高雄那瑪夏的 Bunun 得知後，便積極表達願意共襄盛舉的意願。在經過數月的場勘規畫，2019年春天我們正式開工了，Bukun 也每月數周抽



空來到東龍部落，為了一圓這個夢想而努力。剛開始我們只知道 Bukun 是位退休的國中體育老師，因著認同且佩服松爸和谷阿姨要復興布農傳統文化的理想，而願意長途跋涉回來信義，跟著松爸學習一起興建石板屋。Bukun 雖然小時候曾看過阿公蓋石板屋，但自己卻未曾動手做過，他認為這樣的技藝若再不努力保存，不久的將來就會失傳了，所以他一定要抓住機會來參與其中。後來我們查詢了資料才得知，Bukun 是知名的原住民詩人，有多本原住民文學的著作出版，他還曾身兼原文會

(原住民族文化事業基金會) 董事長、原民台董事、布農族語言學會理事長等要職，是位積極推動原住民文化保存的先鋒。然而，Bukun 卻說，在他眼中布農族只剩下兩位耆老，就是 Laung (松爸) 跟 Savung (谷阿姨) 了，因為只有他們不只有著豐富的布農傳統文化知識，並且還生活在這樣的文化裡，他自己需要再努力學習布農文化，期盼不久的將來也能成為真正的布農耆老。Bukun 因此亦語重心長地勉勵我們，要抓住機會向松爸和谷阿姨挖寶，並對我們要據此設計布農文化底蘊的數理教材深表肯定。

(二) 研究布農傳統技藝或文化活動 (如織布、石板屋的興建、……)，以挖掘布農族知識體系中的數學和科學知識的研究方法與進行步驟

這部分的研究在概念上是採用實證主義 (positivism) 的認識論 (epistemology)，強調知識是來自於經驗，具有客觀性的特質，並依循假設演繹的 (hypothetico-deductive) 程序，經由持續的反覆驗證而獲致 (Audi, 2003)。此外，這樣的研究也屬於民族數學 (ethnomathematics) 或民族科學 (ethnoscience) 的研究範疇，因為民族數學/科學簡單的定義是“對數學/科學與文化之間關係的研究” (Ascher, 1991)，且通常連結於“沒有文字或圖象表徵的文化 (culture without written expression)”，即研究在特定的文化系統中數學/科學是如何產生、傳播、擴散與特殊化的 (specialisation) (D'Ambrosio, 1985)。

以布農織布為例，雖然谷阿姨只有讀過小學，連國語都講得不甚流利，但在她高竿的織布技法背後，卻隱藏著不是透過學習「西方數學」，而是完全存在於布農傳統文化下的數學知識。我們將透過持續的觀察與經驗，經由假設演繹的反覆驗證，以客觀地解析出這樣的數學知識體系。

這部分研究的進行步驟，基本上就是「數學/科學探究」的方法。以研究谷阿姨織布為例，首先是瞭解織布的工具與其功用，以及織布的程序 (從整經、倒紗 (將繞好的經線從整經架上移到織機)，到織布)，再透過觀察谷阿姨的實作，從最簡單的一杆織法開始，循序漸進地進入複雜的織法，藉以歸納出從整經時的規律與織布成品所呈現之花色間的連結，並將所發現的數學規律，套用在解釋更複雜圖騰的織法上。

(三) 將挖掘出隱藏在布農傳統技藝或文化活動 (如織布、石板屋的興建、……) 背後的數學和科學知識轉化成教學活動設計

這部分的研究基本上是在挖掘布農織布或石板屋興建背後的數學/科學知識有一定結果後，才會開始啟動。因為設計數理教學活動是筆者過去十多年執行科技部數教/科教相關研究計畫的主軸之一，所以如何設計教學活動不是困難所在，重點在於我們要能挖掘到真正屬於布農族的數學/科學知識，以做為教學活動設計的素材，這才能真正設計出以布農族知識體系為本的文化回應的數理探究活動。

這部分的研究在研究法的概念上採用發展性研究方法（Gravemeijer, 2001）。根據荷蘭發展現實數學教育（Realistic Mathematics Education [RME]）的經驗，教學理論是教學研究與教學實作長期互動的產物，藉由「思考實驗」（thought experiment）和「教學實驗」（instruction experiment）的循環（如圖 1 所示），不僅產生完整的課程設計，同時也形成並檢驗擬發展的教學理論。所謂思考實驗是指在進入實際教學前，要先就現有的資源設計一些合理的教學方案，想像教學活動的進行，以及可能發生的情況與解決策略。然而思考實驗僅是一種想像與臆測，許多預期發生的狀況在真實教學中未必會真正出現，反而一些未預期的情形倒發生了。因此實際教學中必預具有檢驗與測誦思考實驗的作用，這就是教學實驗。藉由思考實驗與教學實驗的反覆循環，教學策略的臆測持續提出也持續被檢驗，此時教學策略反覆被修正得越來越有效且可行，所設計之教學活動始能趨於成熟。

根據這樣的想法，我們相信教學活動的設計不單只是研究者根據某些理想和主張所作的推測，還需要和現實教學結合，以檢驗學生的學習軌線（learning trajectory）是否真和所作的推測一致。我們希望能與合作學校的在職教師合作，並結合師資組成教師專業學習社群（teacher professional learning community），藉由典範教師（exemplary teacher）的帶領，進行模組的設計與研發，並透過上述的發展性研究法進行行動研究來效化所設計之教案。具體做法會透過分組合作的方式著手設計教學活動，完整的教學活動設計需包含「學習目標」、「教學指引」、「工作單」等。教案設計之初稿完成，即安排其於計畫會議中進行報告試教，透過研究群內的批判討論，作初步之修改校正（亦即發展研究法中的一「思考實驗」）；接著就安排實際課室的「教學實驗」，藉以檢視教案設計各細節的具體可行性；最後再回到研究群作最後的批判討論，以調整修正出教案的最後版本。

綜合以上的說明，圖 2 呈現了本計畫之研究架構圖。

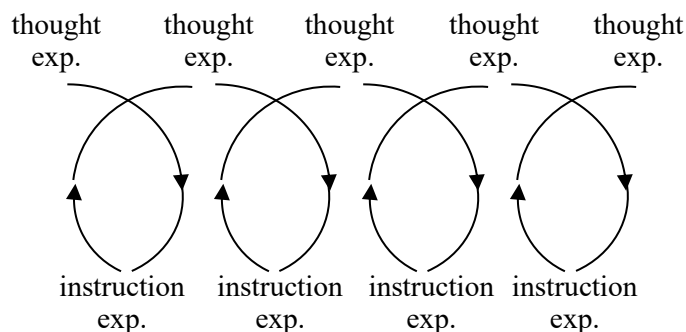


圖 1 發展性研究示意圖

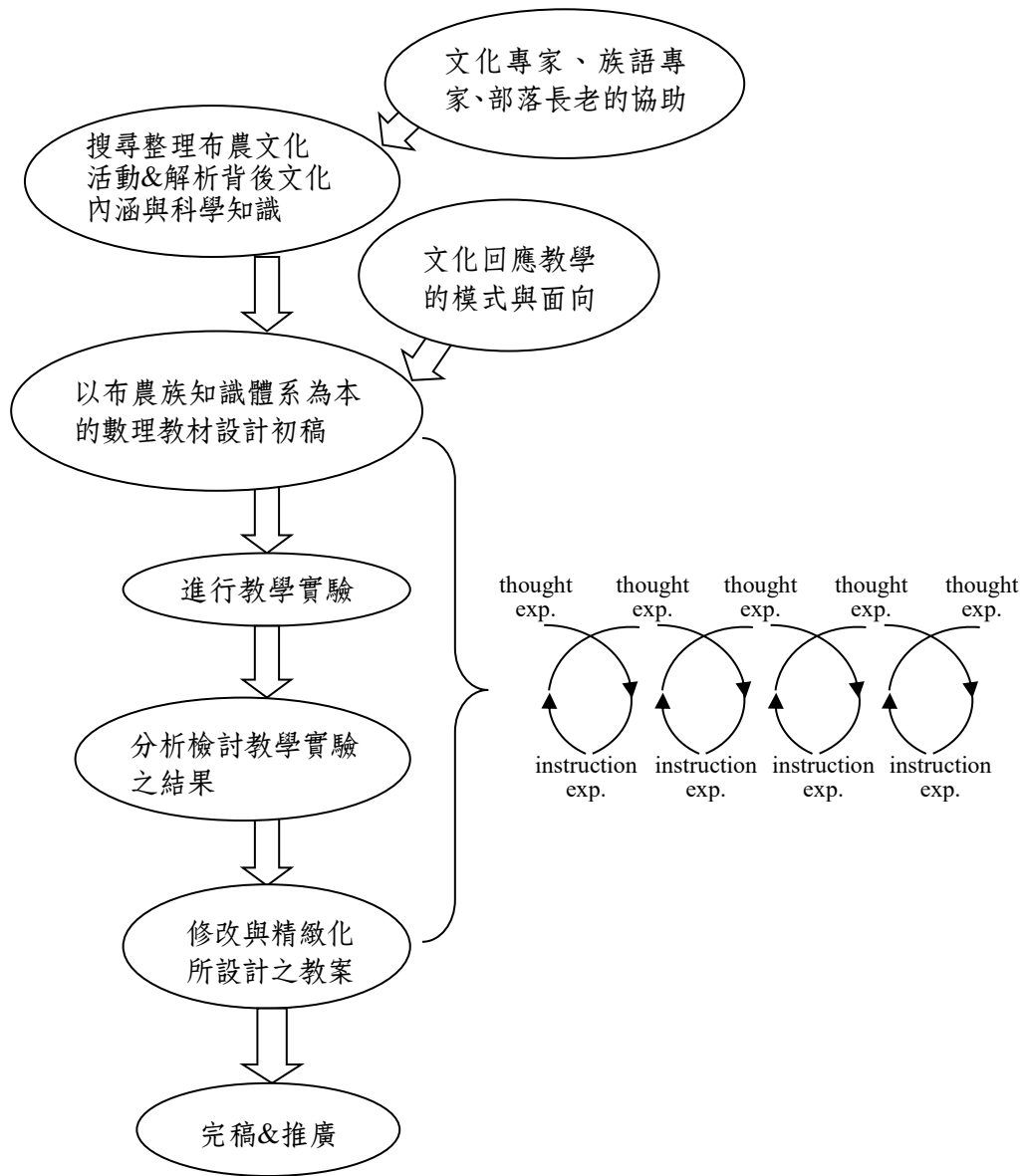


圖 2 本計畫之研究架構圖

四、計畫執行情況、遭遇的困難與研究成果

(一) 計畫執行情況與遭遇的困難

計畫執行的第一年，我們都是借用民和國中進行谷阿姨織布的觀察研究。但在學年結束前得知，松爸和谷阿姨每次從東龍部落下來，都要請他們的一個兒子或女

婿暫停一天的工作搭載他們，也因此會失去一天的工資。所以從第二年起，便調整成由我們開車至濁水溪畔的黑黑谷吊橋（從彰師大出發約 1.5 小時），再由松爸開“國光號”（農耕車）接駁（約 30 分鐘）或步行（約 50 分鐘）至東龍部落進行研究。每次進山，花費在交通往返的時

間就要近四個小時，在體力上雖然有些負擔，但也是非常好的鍛鍊，然而最大的問題是天候因素是我們無法掌握的，只要遇到下雨，我們就無法進山了（臺 16 線地利檢查站四月起因梅雨季雨勢過大，已多次封路）。

第二年度剛開始時，我們仍然繼續觀察谷阿姨兩杆的織布。在透過直接觀察谷阿姨的織布（整經、倒紗（上架）、織布）與研究有關原住民織物中織紋結構與圖案分析的文獻，我們越來越感受到要據此設計出在一、兩節課的時間就能讓中小學生可以學習理解的數學學習活動，實在是非常困難的挑戰。首先我們自己花了約一年半的時間才觀察記錄完一杆的六種加兩杆的前四種圖騰花紋，若要觀察完全部近八十種圖騰紋路（共一杆到十二杆，每杆有六到八種圖騰花紋），應該得再花好幾年的時間；而且布農的孩子基本上對織布都沒有什麼概念（傳統上織布是女生的工作），要準備足夠的傳統水平織布機工具的諸多配件供學生使用，幾乎也是不可能的事情；此外，如何將不同圖騰花紋以學生能理解的表徵方式呈現，也是需要突破的。我們已完成以第一杆第四種圖騰花紋 Lamis Lamis 的不對稱的變形為主題，透過使用塑膠連接方塊的數學教具，設計出適合國小高年級以上學生學習「型與規律」（mathematical pattern）的兩節課的教學活動，並透過兩次的實際試教來進行效化與修正。

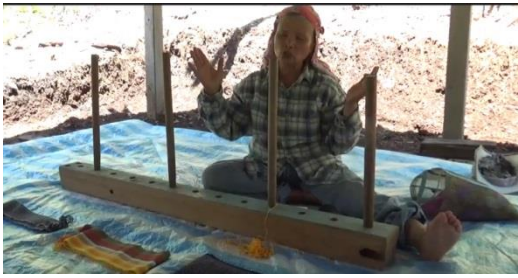
在我們開始有此疑惑（是否要持續鎖定織布為主題）時，松爸提出了他想再興建石板屋，並逐步構築布農傳統文化園區

的想法。若能實際參與石板屋的興建，實在是可遇而不可求的珍貴經驗，這也是為何 Bukun 要遠從那瑪夏過來共襄盛舉的主要原因。興建石板屋背後蘊藏了更豐富的科學/數學知識，包括石材的取得（地球科學）、石板堆砌的結構（力學）、……。因此我們在 2019 年五月起，就開始鎖定石板屋興建的觀察研究。經過一年的 field study，我們確實從石板屋的興建中發掘出許多蘊藏在背後豐富的數學與科學知識，然而，由於石板屋的興建受到諸多外在環境的影響（人力、材料取得、經費、天候、……），進度緩慢，我們意識到不能只透過直接收集織布與石板屋興建的一手資料來發展設計學生的數學/科學教學活動（雖然這樣的方式能讓我們更真實地掌握布農知識來轉化出教案設計來），所以我們不再只執著於一手資料的收集，也同步增加了透過文獻與訪談等二手資料，針對布農各樣的傳統技藝與文化活動，來開發設計較全面的教案來。此外，由於在和民和與信義兩所國中聯繫接觸時發現，因為他們都已有頗多的外來資源的固定支持，所以對於我們希望能進入學校試教布農數學/科學活動的要求，似乎有配合上的困難。不過相對的，國小端願意配合的意願很高，因此我們會優先與豐丘國小配合，再試圖擴展到信義地區的其他幾所聯盟的學校。

（二）三年來的主要成果

1. 有關布農族傳統織布的介紹

布農族的傳統織布，主要分為兩大部分，包含整經、編織。



(1)整經

每次訪談、觀察織布之前，谷阿姨都會帶領大家一起禱告，因為編織既是日常生活的一部分，也是一份崇高、神聖的工作。除了要承襲布農族部落長輩已有的紀律、禁忌以外，谷阿姨說更重要的是將原有的技巧傳承給部落內的族人。如此，過世後方能接受部落祖先的肯定，邁向原住民的文化開端—彩虹橋，並與祖先再度相逢，一同享受天倫之樂。

整經也有族人稱為理經，實為編織的先前作業，也是最基礎的步驟。透過整經架的結構，將每一條經線井然有序的環繞在每根木樁上面。谷阿姨不斷的強調整經的重要性，「整經看似一成不變的繞線動作，卻是整個織布的靈魂，這個步驟將決定最後織物的色彩與紋路」。在此階段，谷阿姨不斷的繞線，看似輕描淡寫的舉動，若沒有親身經歷過是體會不到其中的奧秘，以為簡單卻是荊棘叢生的步驟。



松爸則稱整經這個階段為「打地基」，先將經線牢固的纏繞、整理好後，下一個步驟才能與緯線互相交織。俗話說「魔鬼藏在細節中」，松爸說避免在編織時「迷路」，整經時一定要聚精會神，要有順序、有條理的繞線，之後才不會找不到回部落的路。



整經架的構造非常簡易，先取得一塊長方體的木板，然後在此木板上取“差不多”的距離打數個洞。再由編織者根據欲完成的編織物品，決定區間距離插上數支木柱。會採用“差不多的距離”解釋的原因為，原住民耆老沒有公分、公尺的學習，僅善用生活周遭的物品作為測量單位，也因此無法說是取相等距離打洞。除此之外，有次松爸和谷阿姨與研究團隊相約分享他們的編織技巧，竟然忘記攜帶平常慣用的木柱前往。松爸則說，給我“一杯茶”的時間準備，他將掃把的頭拔掉，取代木柱的使用。由此可知，原住民利用日常生活經歷的事物表達他們的想法，與研究團隊內原住民專家確認“一杯茶”



的時間，即為代表不需要太多時間的意思。從這次的對話中，無意間發現原住民耆老十分善用週遭的物品，來幫助他們完成想要做的事情。



總而言之，理經是一項十分需要專注力的前置作業，考驗著編織者的耐心與毅力。理經的步驟看似不斷重複的機械式操作，卻能決定日後成品的顏色與圖案。此外，理經的細節中也蘊藏著原住民耆老的智慧與傳統文化，經過一代一代的薪火相傳，得以沿用至今。

(2) 編織

整經完成後，將整經架倒向地面，整

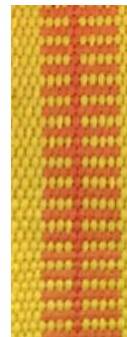
經架上的柱子朝向編織者，插入幾根重要的細木棒，俗稱「綜枕棒」；綜枕棒取代的是原先在整經架上的柱子；下一個步驟，編織者移動到綜枕棒的末端，並將織布工具依序穿插於經線中，包含有捲經軸、固定帶、布軸、打緯板、絞桿。最後，就可以將梭子上的緯線左一下、右一下的來回穿梭，屆時即開始織布。



谷阿姨如此巧妙的運用織布器具與編織者之間的相對位置，將人與器具合為一體，再利用靈巧的雙手將緯線穿入。臺灣原住民傳統織布書中稱他為「腰氏水平織機」、「水平背帶機」，大陸更簡稱它為「腰機」。

2. 以 Lamis Lamis 不對稱的圖騰花紋（第一杆的第四種圖騰花紋）為情境脈絡所設計的數學學習活動

我們以谷阿姨第一杆第四種圖騰花紋 Lamis Lamis 的不對稱性為情境脈絡，連結數學領域核心素養中的「具備理解與關心多元文化或語言的數學表徵的素養，並與自己的語言文化比較」(數-E-C3) 與「具備欣賞數學觀念或工具跨文化傳承的歷史與地理背景的視野，並了解其促成技術發展或文化差異的範例」(數-S-U-C3)，透過 WHERE 的課程設計架構 (W=幫助學生知道這個單元的方向 (where))



和對學生的期望 (what)？幫助教師知道學生之前的狀況 (where；之前的知識和興趣)？H=引起 (hook) 所有學生的興趣並加以維持 (hold)？E=使學生做好準備 (equip)，幫助他們體驗 (experience) 關鍵概念的學習並探索 (explore) 問題？R=提供學生機會以重新思考 (rethink) 及修正 (revise) 他們的理解和學習？E=允許學生評鑑 (evaluate) 自己的學習及學習的涵義？)，以「解開布農織布圖騰的秘密」為主題，設計了兩節課 80-90 分鐘的數學學習活動，對象設定為國小高年級和國中的學生，教案設計分別經過信義國中七年級的一個班完成第一次的試教，修改後再於豐丘國小五六年級完成第二次試教，即完成最後的修改定稿。教案設計

與學習單請見附錄。

3. 以布農知識體系為本的數學/科學課程

在現行十二年國教中，欲培養學生素養導向的學習模式，強調「自發」、「互動」、「共好」的學習歷程，因此設計切合學生有感的校本課程就相當重要。本計畫以南投信義的豐丘國小為基地，透過教師專業學習社群的運作，協助社群老師首先對布農傳統文化進行深入的挖掘與探討，進而能發展設計出以布農文化與之係體系為本的數學/科學課程，除可供布農原住民重點學校使用，也可以配合松爸、谷阿姨實現成立布農傳統文化園區的夢想，作為其中的「布農學校」之用。目前歸納整理出的課程架構如下：

狩獵文化：山野教育課程

獵槍的科學小知識

布農實作陷阱課程~槓桿，定滑輪

野外常見動植物導覽

魚震捕魚法

飲食文化：布農肉粽~吉那福

有趣的石板烤肉~燃燒教案

布農燻肉的秘密~食物防腐的奧秘

小米酒釀製課程

竹筒飯的熟與不熟

藝術文化：串珠大解密

布農木刻畫曆大解密

編織好有趣~規律性，苧麻的選材

杵音的音階變化

布農背箕的秘密

好玩的打陀螺



好好玩數學營：面積&周長



好好玩數學營：空間大師

石板屋興建：蟲蟲危機~竹節蟲教案

安能辨我是雌雄~公母石板的區分
安全的三十八度角~蓋石板屋的角度
冬暖夏涼的秘密~石板屋通風教案
石板屋採光大研究



科展研究學生繪製的手稿

4. 豐丘國小布農族學生榮獲 2020 年第 60 屆南投縣科展國小組數學第二名佳績

本年度計畫成員之一的崧桓主任，透過所設計的織布教案，指導豐丘國小的四位高年級的布農族學生由布農織布中的圖騰，發展出「串珠“布農”義~布農圖案大智慧」的科展研究，並榮獲全縣科展國小組數學第二名的佳績，對這些偏鄉的部落孩子來說，是極大的肯定與鼓勵。

五、本計畫的價值與展望

在過去兩期原住民科教研究計畫中，尚無針對布農族的計畫；此外也較缺少國中端的研究，特別是國中的數學領域。本計畫除了以南投信義的布農族部落為研究場域，且是以開發國中小的數理教材為研究主軸。更難能可貴的是，本計畫有幸能透過布農族文化專家和族語專家的部落耆老全正文校長的引介，結識了國寶級的布農族耆老夫婦松爸（Laung）和谷阿姨（Savung），更在第二年增加了卜哀·伊斯瑪哈單·伊斯立端（Bukun）這位布農詩人與文化專家（他謙稱自己還稱不上是耆老），並獲得他們的完全配合，使出渾身解數提供我們進行研究的素材，讓我們得以有機會挖掘在松爸和谷阿姨在織布和石板屋興建背後隱藏的數學和科學知識，除了這些珍貴的一手資料

外，我們也結合了透過文獻探討與專家訪談等方式，盡可能涵蓋布農傳統文化中的各個面向，發展出真正以布農知識體系為本，具有文化底蘊的國中小數理科教材，除可成為布農重點學校的校本課程，也希望能夠回應松爸和谷阿姨成立布農傳統文化園區的夢想，作為其中的布農學校的科學體驗課程。

參考文獻

- 王玉崙（2003）。美國多元文化教育—理論與實際。私立淡江大學美國研究所碩士論文。
- 王蜀桂（2004）。台灣原住民織布。臺中市：晨星出版社。
- 台邦·撒沙勒（1993）。廢墟故鄉的重生：從高山青到部落主義——一個原住民運動者的觀察和反省。臺灣史料研究，2，28-40。
- 田哲益（2007）。布農族。臺中市：莎士比亞文化事業股份有限公司。
- 何撒娜（2004）。布農族。國立臺灣史前文化博物館臺灣原住民數位博物館計畫。
- 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，81，17-36。
- 吳昭毅（2006）。臺東縣國小高年級漢、

- 原學童數字感差異之研究。未出版之碩士論文，國立臺東教育大學，臺東縣。
- 吳清山、林天佑（1996）。教育名詞：多元文化教育。**教育資料與研究**（11），62。
- 李怡宏（2007）。影響臺東縣國小原住民學童成就動機的相關因素之探討。**研究原住民教育學術研討會論文集**，臺東教育大學科學教育，123。
- 阮文彬、劉炯錫（2000）。臺東縣成功鎮宜灣部落阿美族海洋漁獵活動之研究調查。東台灣原住民民族生態學論文集，東台灣研究會，**東台灣叢刊**（4），65-80。
- 周瑜珊、黃思華、余沛鏘（2015）。動畫教學對原住民學童美感經驗影響之研究。**教育科技與學習**，3（1），1-24。
- 林美慧（2003）。文化回應教學模式之行動研究—以一個泰雅族小學五年級社會科教室為例。未出版之碩士論文，國立花蓮師範學院多元文化教育研究所。
- 陳枝烈（1997）。原住民兒童族群認同與文化認知之探討。**研究原住民教育學術研討會論文集**，屏東師範學院原住民教育研究中心出版，1-21。
- 陳枝烈（1999）。多元文化教育。高雄：復文。
- 家葉家寧（2002）。**臺灣原住民史·布農族史篇**。南投市：國史館臺灣文獻館。
- 葉素玲（2012）。從排灣族文化教材談雙文化學習知課程示例。**2012 全國原住民族研究論文發表會會議手冊**。臺北：行政院原住民族委員會。
- 傅麗玉（1999）。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。
- 董恩慈、汪明輝（2016）。達悟族傳統生態知識與其永續性價值。**地理研究**，65，143-168。
- 達西烏拉彎·畢馬（田哲益）（2003）。**台灣的原住民—布農族**。臺北：臺原。
- 達西烏拉彎·畢馬（田哲益）（2013）。**玉山的守護者—布農族**。臺中：五南。
- 蔡玉珊（2006）。**台灣原住民織物：織紋結構與圖案分析（泰雅族篇）**。臺中縣立文化中心出版。
- 劉美慧（2002）。多元文化課程轉化—三個不同文化脈絡之課程研究。**91 年原住民教育學術研討會論文集**（頁 226-246）。國立屏東師範學院。
- 劉美慧、游美惠、李淑菁（2016）。**多元文化教育（第四版）**。臺北市：高等教育文化事業。
- Ascher, M. (1991). *Ethnomathematics: A multicultural view of mathematical ideas*. NY: Chapman and Hall/CRC.
- Audi, R. (2003). *Epistemology: A contemporary introduction to the theory of knowledge*. NY: Routledge.
- D'Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 5, 44-8.
- Gravemeijer, K.P.E. (2001). Developmental research: A course in elementary data analysis as an example. In F-L. Lin

(Ed.), *The Proceedings of 2001 the Netherlands and Taiwan Conference on Mathematics Education* (Taipei, Taiwan, 19-23 November 2001), 19-32.

Orey, D. C. (2000). The ethnomathematics of the Sioux tipi and cone. In Selin, H. (Ed.). *Mathematics Across Culture: The History of Non-Western Mathematics*, (pp. 239-252). Dordrecht, Netherlands: Kulwer Academic Publishers.

Skemp, R. R.(1987). *The psychology of learning mathematics*. Psychology Press.

原住民族學生在文化融入數學教材的閱讀 與解題行為：以臺東土坂排灣族學生為例

賴孟龍¹、徐偉民²、張晉璋³

¹ 國立嘉義大學幼教系助理教授

² 國立屏東大學科學傳播學系教授

³ 國立嘉義大學幼教系兼任研究助理

【 摘 要 】

教科書的設計對學習影響很大，設計良好的教材可以成功吸引學生的注意力，提升學生的學習效率與閱讀理解。市售商業教科書多以主流文化為設計，無法顧及特定族群的學習需求，因此，自編課程可以設計適合的內容，更有助於學生的理解。原住民族實驗教育近年來方興未艾，已經有許多文化融入教科書，對於學習的效果值得探究。因此，本研究以眼動型態檢視排灣族學生在文化融入教材的閱讀與作答歷程，再進一步分析排灣族學生是否能善用圖解表徵解題。本研究包含兩個實驗。實驗一以眼動技術檢視排灣族學生閱讀文化融入數學教材的閱讀行為（文字與圖示訊息）；實驗二結合手寫板檢視排灣族學生閱讀文化融入數學教材的閱讀行為與解題歷程。研究對象來自土坂 vusam 文化實驗小學的 15 位排灣族學生。研究材料改編自徐偉民教授與土坂國小教師群編製的文化融入數學教材。本研究有兩點主要發現：第一，四年級到六年級學生主要在閱讀題目文字而鮮少閱讀圖示；第二，文化用語吸引較多注意力，相對應的圖示也有較多的閱讀行為。基於研究發現，本研究提出三點建議：第一點，提高教科書中文化用語的比例；第二點，題目、圖示與作答區的相對位置建議呈現三角形；第三點，使用圖示前先進行圖示的說明教學。

關鍵詞：文化融入數學、眼動型態、排灣族本位數學教材

壹、緒論

近年來，發展文化本位或文化融入的課程已成為了各國的趨勢，為了讓學生更認同自己的鄉土與文化，國內有學校也跟上國際趨勢，開始編纂自編式課程，當中又以原住民的自編課程較具特色。由於原住民文化的數學觀不同於主流數學觀，不強調數量上的精確，而是重視文化融入與生活上的比喻，因此編纂文化融入數學教材不僅能呼應當地使用習慣，讓數學容易學習之外，更具保存原住民族文化的意義，深具必要性。

目前，已經有許多自編式文化融入的數學課程。例如，以排灣族文化為基礎的屏東縣地磨兒數學課程與臺東縣土坂文化融入數學課程；以泰雅族文化為基礎的臺中市博屋瑪族語數學課程；以魯凱族文化為基礎的高雄市多納及高雄市樟山文化融入數學課程。每個課程編制團隊都有強烈的使命感，希望能將數學與當地的文化結合，不僅能因為數學學習材料貼近生活素材引起學習興趣，更能喚起族人的文化認同，冀望能有效的提高原住民族學生對學習數學的興趣與表現。

文化融入數學課程與教科書的編製是一項巨大的工程，絕非僅是考量文化融入的多寡、是否足夠生活化，就連教科書內的排版也必須納入考量。設計良善的排版能讓學生方便閱讀、容易學習，而設計不良的排版反而可能對學習有害。

數學教科書中，每一頁都包含許多部件（例如：「題目」、「圖示」、與「算式解說」），每個部件都扮演非常重要的角色，該如何吸引學生的注意

力，進而幫助學生學習，是教材設計者關注的焦點。因此，本研究的目的之一為探究原住民族學生如何閱讀自編式文化融入數學教科書。

除此之外，翻閱大量國小數學教科書，發現教科書內的圖片與圖示佔有一定篇幅，可見圖示表徵對於數學學習與解題的重要性。然而，鮮少有文獻探究學生如何使用教科書內的圖示表徵幫助學習。有鑑於此，本研究目的之二為探究原住民族學生如何運用教科書內的圖示表徵解題。

本研究所使用的文化融入數學教科書選用屏東大學徐偉民教授以及臺東縣土坂 vusam 文化實驗小學蕭德光校長與教師群們所共同開發的排灣族本位數學教材。本教科書編製團隊包括大學數學師培者和學校教師，透過共學探究社群（Co-Learning Inquiry Community, CLIC）的建立與運作，結合理論與實務的知識和經驗，透過跨版本教科書內容的分析比較，再結合學生的數學學習特性，將學生所熟悉的生活經驗以及重要的排灣族文化慶典、儀式和活動等，融入到數學教材的設計，除了讓教科書情境更加貼近排灣族學生的生活日常外，也設計能夠增加學生理解數學概念和數量關係的圖示表徵（如面積模式），來增加學生對於數學的理解與學習（徐偉民，2019）。

綜上所述，為了檢視原住民族學生如何閱讀文化融入教科書各部件，本研究利用眼動技術檢視排灣族學生在閱讀文化融入教科書不同教學部件的閱讀行為（例如：注意力分布與掃視歷程等眼動型態），藉此瞭解排灣族學生在文化融入教

科書上的閱讀偏好，再進一步分析排灣族學生是否能善用圖示表徵解題。

貳、文獻探討

一、文化融入教材對原住民族學生數學學習的影響

過去研究指出原住民族學生學習表現欠佳（林蘭香，1999；劉芸旻，2003），不過這些研究並未考慮文化的熟悉性。主流的數學學習與原住民族的數學存在歧異，主流的數學教育強調數量上的精確，然而原住民族的數學則重視文化融入與生活化的比喻（徐偉民、楊雅竹，2009；陳枝烈，2010；黃志偉，2002；譚光鼎、林明芳，2002）。例如，分數概念中的等分概念存在排灣族生活文化中，然而他們在分配食物時並非使用精準的儀器測量後均分，而是透過容器約略分配（陳枝烈，2010）。因此，以原住民文化作為腳本重新去建構相關的文化本位教材，將生活經驗情境融入教材，是提升原住民族學生數學學習表現的利器，也是世界各國的趨勢（王前龍，2015；陳惠珍，2017）。假若能使用日常生活中所熟悉的文化融入教材進行教學，並以文化融入的測驗檢視學習表現的話，原住民族學生的學習表現可能會不同於過往的研究發現。為了證實上述的假說，近年來許多學者（例如：徐偉民、姚如芬）積極發展民族本位（原住民族文化融入的自編教材）的數學教科書，檢視文化融入教科書設計對原住民族學生的學習表現（徐偉民、楊雅竹，2009；姚如芬，2013）。

李明錦（2015）以賽德克族的文化背景及生活環境著手，設計一套賽德克族文化脈絡的數學課程，用以提升賽德克族學童對數學學習的興趣及學習成效。自編的教材包括四年級賽德克族文化融入情境式數學前、後測試卷與一套賽德克族文化為本的數學繪本及課程，並對南投縣仁愛鄉某賽德克族部落小學的 7 位四年級學童進行教學與施測。研究結果發現經由這套自編教材的教學後，賽德克族學童對於「數與量」、「幾何」兩大主題的數學概念理解皆有提升之現象。同樣地，張庭宇（2020）設計的文化回應自編補充式教材也提升了原住民學童（布農族）的學習動機與學習表現。張庭宇將數學概念融入布農族的在地文化與生活經驗，自編六年級數學體積與比值的教學課程，對 5 位國小六年級的布農族學生進行教學，結果發現文化回應的數學補充式課程除了對原住民學生的數學學習態度有助益外，亦提升了原住民學童在「體積表面積」、「比與比值」的答題表現。

Carraher 等人（1985）指出將日常生活的文化情境納入數學題型中有助於學生在數學答題上的表現，因此將生活文化情境置入教學中成為日後數學教育研究關注的焦點，也間接影響美國在 1980 年代由 Jerry Lipka 與其他學者在美國阿拉斯加原住民族的數學教育上所發起的文化脈絡中的數學（Math in a Cultural Context, MCC, Lipka et al., 2013）。MCC 數學教材與教學方案的內容加入原住民族的生活情境，以利原住民族學生理解相關內容。MCC 數學最大的特色是邀請當

地原住民族耆老加入編制過程，有效的在數學課程中重建原住民族生活情境的真實性與合理性(陳惠珍, 2017; Lipka et al., 2013)。MCC 中，我們可以理解社區場域與教學場域在數學教學上的交會，除了教師自身的知識，該文化社群對教育學領域的發展認識，與在地文化如何去述說相關的知識皆扮演了相當重要的角色 (Lipka et al., 2013)。

Unodiaku (2013) 檢驗民族取向數學教材於奈及利亞特定地區的成效，發現民族取向教材比傳統數學教材有更好的數學表現。無獨有偶地，Amit 與 Qouder (2017) 針對貝度因族的學生進行數學學習的實徵研究，發現使用相同種族文化情境圖片作為課程教材有助於協助學生增加學習認知與自我知覺 (self-perception)。

然而並非所有原住民族文化融入的自編教材都能提升原住民學童的學習表現。例如：郭李宗文 (2013) 將四個班的國小一年級，共 58 人，分成實驗組與對照組，實驗組以融入排灣族在地文化的自編「具體化在地化數學活動」進行教學，對照組則進行一般課後教學，並於教學結束後施測 TEMA-2。結果顯示兩組排灣族一年級的學生在教學後的數概念皆有成長，不過使用文化融入教材教學的實驗組的數概念表現沒有顯著優於對照組的學生。

綜上所述，研發原住民文化本位的教材不僅為各國的趨勢，實徵研究也顯示文化本位教材有助於原住民族學生的表現，不過並非只是將教材融入在地文化就能增加原住民族學生的學習表現，其中教材的設計與編排可能也會影響原住民族

學生的學習成效，但學生在教科書的閱讀行為尚未有清楚的研究發現，且搜尋國內原住民自編教材的文獻也未有研究檢視原住民族學生如何閱讀教科書。

因此，本研究選用屏東大學徐偉民教授與土坂 vusam 文化實驗小學教師共同發展的文化融入數學教科書做為研究材料，檢視原住民族學生閱讀文化融入數學教科書的閱讀行為與解題表現，進一步理解文化融入、文化本位的教材設計對原住民族學生學習表現的影響。

二、圖示對學習的影響 (學習者在教科書部件的閱讀行為)

教科書設計與編排對學習影響相當大。設計一本具學習成效的教科書並不容易，尤其是數學教科書。數學教科書的內容(部件)包含圖示、文字解說、算式解說等，是各科教科書中部件特別多的學科，教材編制者無不想盡辦法設計讓學習者理解數學概念。學習者在學習數學時，必須透過數學部件來理解。理想上，學習者先讀完題目理解題意，透過圖示理解將抽象的題意具體化，再透過文字解說與算式解說來理解題目所涵蓋的數學概念，形成解題策略，最後再完成解題運算。其中，圖示所扮演的角色相當重要，圖示除了協助解題 (Amit & Qouder, 2017)，還可以幫助讀者專注於文字解釋的訊息，降低認知負荷，以及較快速完成測驗的時間 (Cierniak et al., 2009; Sweller et al., 1990)。

教材設計(例如：圖文擺設與符號提示)與教材內容(例如：題目、文字解說

與圖示)影響學習者的閱讀行為與學習表現(van den Ham & Heinze, 2018)。林輝雲(2017)檢視七、八年級學生與成人在兩本教科書(部編、南一)中有機化合物單元的學習效果,以概念圖評分的四大要素「關係」、「階層」、「交叉連結」與「舉例」分析受試學生閱讀完教科書後所繪製的概念圖。結果發現部編版的教科書設計在「關係」、「階層」與「交叉連結」的部分勝過南一版,但南一版的教科書設計在「舉例」的部分卻遠勝於部編版,導致南一版的教科書整體分數高於部編版,說明內容生動活潑、具生活實例連結的南一版教科書更能幫助學生閱讀理解。

吳貞儀、林陳涌與張永達(2016)將國中教科書內遺傳學的內容重新編排成三種閱讀文本(相鄰版、分散版、集中版),隨機分派給169個七年級生閱讀,並利用自編測驗檢視學習成效。結果發現文本知識的編排順序會影響國中學生遺傳學知識的理解,閱讀相鄰版的七年級生學習表現優於其他兩個版本。

林淑惠(2018)透過具象化教材的教學呈現,探討具象化教材提升原住民五年級學生數學學習表現的成效,以及探討採用具象化教材呈現的歷程與轉變。研究對象採屏東縣原住民部落平安國小五年級學生共10人,男生7名,女生3名。此研究所使用之具象化教材是符合原住民學生的學習型態所設計,將抽象的數學概念以圖像表徵、線段表徵、符號表徵等,用PPT動畫具體呈現數學概念以及解題技巧。研究發現透過具象化教材的教學過程,原住民族學生在數學學習成效的認知

部分有正面的影響。在數學態度量表的前後測部分,只有五位的學習態度有提升,在面對五年級更困難的數學課程中,不易轉變原住民學生數學學習態度。

然而,並非所有的教科書中的圖示都有益於所有的學生學習。Magner等人(2014)發現,對有先備知識的讀者而言,圖示有助於學習,然而,對無相關先備知識的讀者而言,由於讀者必須耗費更多認知資源去理解圖示的意涵,導致圖示非但無助於學習,甚至會增加學習者的認知負荷而不利於學習。

無獨有偶的, Kim等人(2016)將韓國小學自然科學教科書加以編輯,並以眼動技術探究字體編排(靠左、分散對齊)與圖示的說明資訊是否清楚對22名國小五年級學生視覺注意力的影響。結果發現字體編排無顯著影響,不過相較於原版本的教科書圖示,受試學生在有詳細說明資訊圖示的注視時間(AOI Total visit duration)更長,換言之,有清楚說明資訊的圖示更能吸引學生的注意力,可以幫助他們更了解學習的內容。

然而,上述研究並未討論學習者在圖示的閱讀偏好以及是否能善用圖示來解題。本研究目的之一為檢視原住民族學生閱讀數學教材時的注意力在哪些部件上,進一步探討原住民族學生解題時在圖示上的閱讀行為。

三、以眼動型態檢視學習者在教科書教材的閱讀行為

眼球追蹤技術(eye-tracker)可以具體呈現學生的注意力分佈,相較於傳統的

紙筆測驗，眼球追蹤技術能蒐集到學生眼睛注視的「位置」與「時間」，學習者眼睛注視的位置等同於學習者的注意力焦點，眼睛注視該區域的時間越長，代表所接收的資訊量越大、越複雜（Antes, 1974），以及學習者更深入思考所接收到的訊息（Salvucci & Anderson, 1998）。

許多研究領域（例如：閱讀）已經開始利用眼球追蹤技術檢視學習者複雜的認知行為。眼球追蹤技術是透過視覺的方式進行資料收集與分析，可清楚與精確呈現學生的眼動型態（例如：凝視、掃視）。Chang 等人（2015）使用眼球追蹤技術檢視原住民族文化教材編制，研究發現文化融入的題型與教材比較能吸引原住民族學生的注意力，同時也減少認知負荷，顯示文化融入的教材對於原住民族學生是有趣且易於學習的。由此可見眼球追蹤技術除了能瞭解原住民族學生的數學表現之外，亦能瞭解學生閱讀教材與題目的哪些部分，測量教材與題目的認知負荷量，與歸納學生的答題策略，提供傳統紙筆測驗較難觀察到的認知層面。

近年來越來越多的眼球追蹤研究開始使用序列分析（sequential analyze）分析眼動數據（Cook et al., 2008a; Jian, 2016, 2017; Jian et al., 2014）。Jian（2017）指出使用序列分析方法分析眼動數據，有助於瞭解含圖文章（Illustrated text）的閱讀歷程與閱讀者的策略。因此，本研究不僅分析傳統的答對率與錯誤類型，尚分析各項學生閱讀時的眼動型態，以及使用序列分析方法了解學生的閱讀歷程與策略。

參、研究架構與方法

本研究執行兩個實驗。實驗一檢視排灣族學生閱讀文化融入數學教科書中各個部件的眼動型態；實驗二結合手寫板與眼動技術檢視排灣族學生的閱讀行為與解題表現。

實驗一：排灣族學生在文化融入數學教科書的閱讀行為

實驗一的目的為探究排灣族四到六年級學生在文化融入數學教科書的閱讀行為，注意力多集中在哪些部件上（例如：圖示與文字解說），更進一步檢視受試者如何閱讀部件的順序。

一、研究方法

（一）研究對象

本實驗合作的學校為土坂 vusam 文化實驗小學，該校學生全部都是排灣族學生。研究參與者為 3 位四年級、6 位五年級、與 6 位六年級學生。

（二）研究工具

本實驗的施測平台包含 faceLab、GazeTracker、以及 Overlay，設備設置與施測實況如圖 1 所示。

1. faceLAB 4.5

本研究採用的眼動儀為 faceLAB 4.5，每秒可以取樣 60 次（60Hz），免戴頭盔，利用一個紅外線裝置和兩個攝影機，計算出眼睛凝視在電腦螢幕的位置。

2. GazeTracker 8.0

GazeTracker 主要功能為建立與呈現實驗材料，以及眼動資料的分析（例如：凝視點數、凝視時間及掃視軌跡等）。凝視點數與凝視時間可以看出受試者在某

一個關鍵區域 (Area of Interest, AOI) 注意力的長短，而掃視軌跡可以得知受試者的閱讀歷程。

3. Overlay

本研究採用的 Overlay 機器型號為

IT-CY-750，實驗者可以藉這個裝置即時監控受試者在實驗的閱讀行為，觀察受試者的凝視軌跡是否有偏移或是消失，以確認受試者眼動軌跡被精確地擷取。

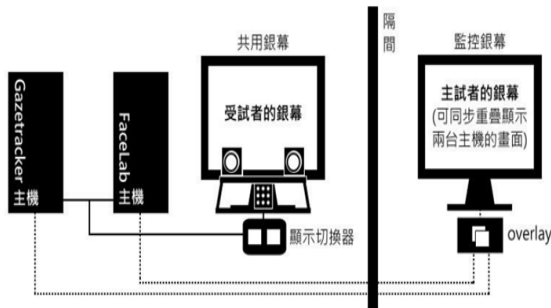


圖 1 眼動儀系統平台配置圖



圖 2 四、五、六年級文化融入教科書分數單元封面頁

(三) 研究材料

本實驗材料改編自具有原住民族本位的土坂文化融入數學教科書。實驗一的材料為四到六年級的分數單元教材，四年級 10 題、五年級 9 題與六年級 9 題。土坂文化融入數學教科書由屏東大學徐偉民教授與土坂國小教師編製 (圖 2)，目的是以文化融入課程提升排灣族學生的學習表現與興趣。土坂文化融入數學教科書編制的理念是「文化而來、數學而去」，透過跨

版本教科書內容的比較、排灣族文化的融入與學生的日常生活經驗，進行教材內容情境的設計，讓學生在熟悉的文化情境中進行數學學習，以提升其數學學習的專注力與興趣。同時，透過圖示表徵的設計與呈現增進學生對於數學概念與解題方法的理解，進而提升數學的學習表現，且透過挑戰題的設計延伸學生的數學推理與思考，這便是所謂從文化出發，聚焦且提升數學學習的設計理念。

整套教材的設計完成後，經由專業的美編人員進行繪圖，設計團隊再檢視美編後的教材，以確定文化情境的合適性以及圖示表徵的正確性，希望藉此教材的完成與實施(兼顧排灣族文化的內涵與強調數學的理解)，達成該校所設定「文化紮根、學力提升」的實驗教育目標。

每一題中，「標題」、「題目」、「圖示」、「算式解說」、「文字解說」、「裝飾性圖片」、「選項」、與「作答區」為關鍵區 (Areas of Interest, AOIs) (如圖 3)。本實驗檢視排灣族學生在關鍵區的眼動型態 (eye movements)，深入瞭解排灣族學生在土坂文化融入數學教科書的閱讀行為與解題歷程。

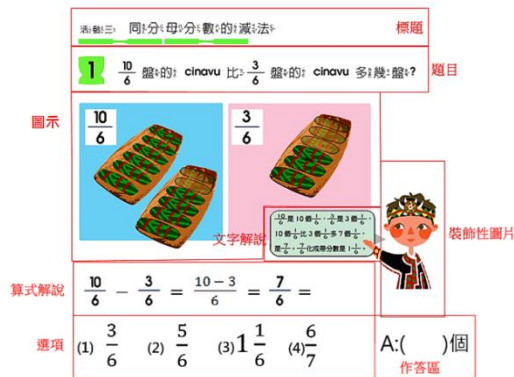


圖 3 教科書各教學部件示意圖

(四) 實驗流程

本實驗在安靜且不被干擾的學校圖書館內進行，實驗採用個別施測。在正式實驗進行前，施測人員進行眼動儀的機器校正，確認凝視位置與紀錄位置相符，校正成功後開始正式實驗。實驗進行方式為學生閱讀螢幕呈現的分數教材，過程中每位學生以口頭方式回答題目，同時以眼動

儀記錄學生的眼睛凝視歷程 (閱讀歷程)。實驗無作答時間限制，每位學生平均 15-20 分鐘完成實驗。

(五) 滯後序列分析 (Lag sequential analysis)

本實驗採用「滯後序列分析」技術分析閱讀部件之間行為的顯著序列，藉此瞭解學生在觀看文化融入數學教科書過程中的閱讀行為模式。具體而言，本實驗先將學生閱讀的部件進行編碼，以「滯後序列分析」技術將編碼按照時間先後順序排列後，計算閱讀某 A 區塊後閱讀某 B 區塊 (A→B) 行為的次數，形成「閱讀部件行為次序分配表」，再將每個序列的次數計算 Z 分數後，得到「閱讀部件行為序列 Z 分數表」。若某項閱讀部件行為序列的 Z 分數值大於 1.96 ($p < .05$)，則該行為序列在統計上達到顯著水準。

二、研究結果

(一) 四、五、六年級排灣族學生閱讀數學教材的答題表現與注意力分布

排灣族學生閱讀文化融入材料的答題表現，四年級平均答對率為 45%；五年級平均答對率為 89%；六年級的平均答對率為 87%。

在整體閱讀行為的表現上，排灣族學生的閱讀注意力主要是在題目與算式解說上 (見圖 4)，而不論是具有教學功能的圖示或是裝飾性圖片，排灣族學生都比較少有閱讀的行為；即便是在閱讀圖示就能更快獲取答案的題型，排灣族學生仍只重視題目與算式解說之上。

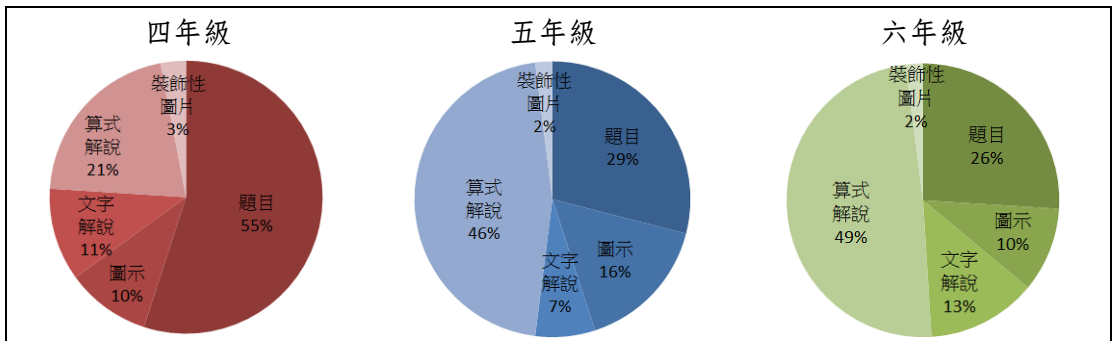


圖 4 四、五、六年級學生閱讀教科書各部件的注意力分布

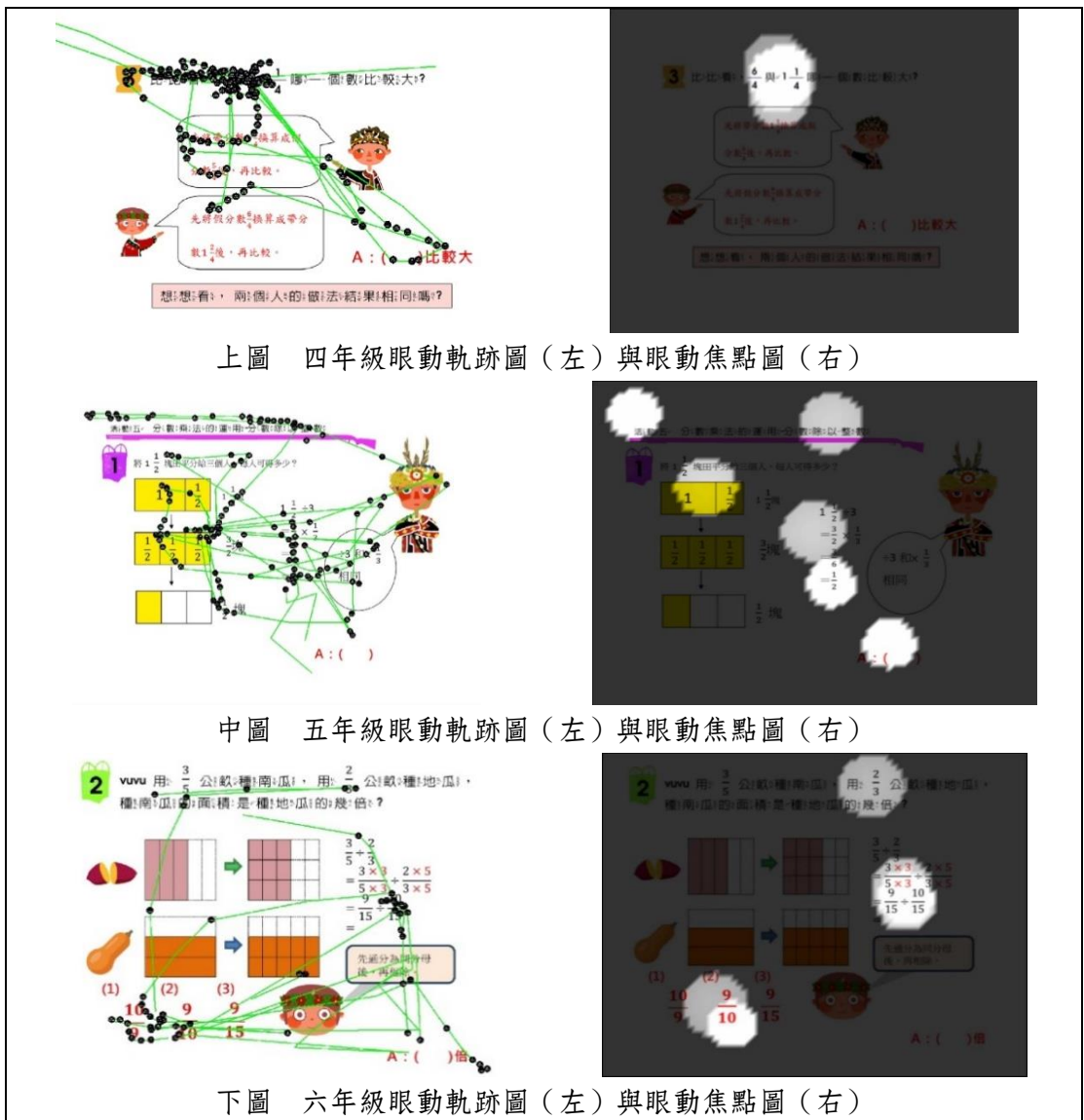


圖 5 四、五、六年級學生典型閱讀行為

實驗一檢視受試學生閱讀教材時的眼動型態（見圖 5）。對照課程進度，由於四年級學生對於帶分數單元較為陌生，因此四年級學生花更多時間在探索題目與算式解說（76%）上。四年級學生凝視的焦點主要在題目上；五年級排灣族學生在算式解說區凝視最久（46%），其次則是在題目區上（29%），值得注意的是，五年級學生在圖示區注視相當久的時間（16%），代表圖示可能對五年級學生具有相當程度的協助作用，圖 5 中可以清晰看見五年級學生在圖示區的凝視行為；六年級學生在施測前已經學習過本單元，熟悉本教材，六年級學生在注視算式解說與文字解說最久（共 62%），這可能反應出答題策略的進步。本研究發現，隨著年紀成長，五年級學生開始出現透過數字尋找答案的解題策略。

整體而言，四、五、六年級學生大部分的注意力都放在題目與算式解說上；自五年級開始，排灣族學生的注意力多分布於算式解說上。

（二）四、五、六年級排灣族學生閱讀行為分析

四、五、六年級學生閱讀行為序列分析分別為圖 6、圖 7、圖 8 所示，圖中的數字代表顯著行為次序發生機率。圖 6 指出，四年級學生在注視完圖示或作答區後，傾向去檢視文字解說（.45）；當題目頁面有選項，四年級的排灣族學生會來回比對題目中的算式解說與選項；當學生閱讀選項後，往往傾向閱讀算式解說，這個閱讀行為可能是在進行答案的核對。由於標題無關於解題，多數學生在凝視完標

題後會立刻看向題目，相對而言，看完題目則鮮少再回頭檢視標題。

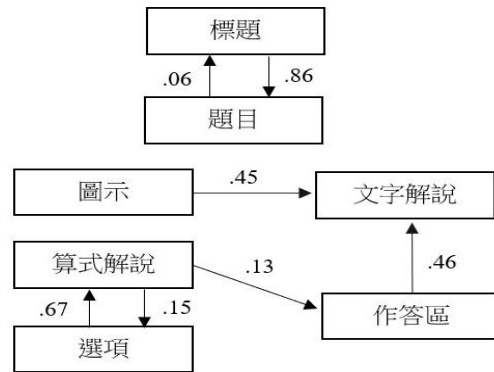


圖 6 四年級學生整體凝視次序

五年級學生的閱讀模式如圖 7。五年級學生在各個 AOI 之間的回視更明顯，有很明顯題目與圖示對照閱讀的行為（.39 & .56）。進一步地，我們也可以發現在算式解說與文字解說有較為緊密的關聯（.44 & .52），可知受試學生頻繁對照文字解說與算式解說。此外，作答區與算式解說間的回視行為明顯，可以推論受試學生作答時主要參照算式解說。

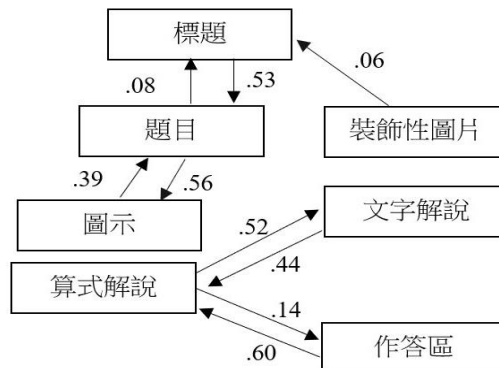


圖 7 五年級學生整體凝視次序

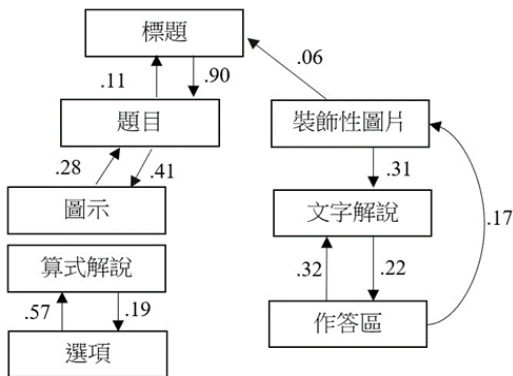


圖 8 六年級學生整體凝視次序

六年級的閱讀模式如圖 8 所示。六年級學生在題目與圖示間、文字解說與作答區間、算式與選項間，有回視的現象。更詳細的說，圖示與題目間的回視和五年級有著相似的特色，六年級的排灣族學生看完題目後，常常將視線轉移至圖示上；在算式解說與選項間則與四年級的排灣族學生有類似的結果，他們看完選項後，有相當高的機率回頭檢視是否與算式解說得到的答案一致；作答區的部分則出現了低機率往裝飾性圖片凝視的行為，這可能是受到教科書排版的影響：文字解說常搭配裝飾性圖片，導致在閱讀文字解說時也會有意無意地閱讀裝飾性圖片。六年級的排灣族學生也會進行文字解說與作答區的對照，雖然轉移的機率不算高(0.22)，但我們可以得知文字解說對於六年級的排灣族學生來說具有一定程度的答題意義。

三、討論

實驗一檢視排灣族學生閱讀自編文化融入數學教科書教材時的眼動型態，研究發現不論是哪個年級都會將注意力放

在「題目」與「算式解說」兩個區塊；自小學五年級開始，排灣族學生的注意力多分布於題目與算式上，其原因可能是實驗一的材料可透過閱讀算式解說獲得答案，當學生一旦發現這個「方法」，便會在閱讀完題目後尋找「算式解說」，以便快速獲得答案，導致學生將較多注意力放在上述兩者的現象。

在閱讀行為方面，從序列分析發現五、六年級排灣族學生在閱覽題目時，已經出現較具系統性的閱讀方式，學生在閱讀教科書各個部件間存在彼此回視的現象，尤其是在題目與圖示、算式與選項、文字解說與作答區為較常見的回視比對型態，說明學生不僅只有瀏覽而已，而是會來回檢視各部件的關聯，找尋最佳的解題方法。

實驗一呈現所有的部件，包含文字與算式解說。受試者注意力多在提示(文字與算式解說)，忽略圖形表徵。圖形表徵扮演將抽象文字具體化的橋樑，為了清楚檢視圖示對解題的影響，實驗二將提示移除，僅留下題目與圖示，並加入手寫板，檢視受試者如何利用圖示協助解題。

基於上述，實驗二探究圖示對排灣族四到六年級學生的影響，包含兩個研究問題：一、排灣族四到六年級學生閱讀自編文化融入數學教科書時如何利用圖示解題？圖示對於學生會有什麼影響？二、文化融入數學教科書(文化用語 vs.非文化用語)對排灣族四到六年級學生的閱讀型態產生什麼影響？

實驗二：排灣族學生在文化融入數學教科書中圖示的閱讀行為與解題歷程

實驗二的目的為探究排灣族四到六年級學生在自編文化融入數學教科書的閱讀與解題歷程，並進一步分析四到六年級排灣族學生如何利用圖示解題，檢視圖示對解題的影響。

一、研究方法

實驗二的研究對象及研究工具與實驗一相同。

(一) 研究材料

實驗二材料改編自屏東大學徐偉民教授與土坂國小教師編製的文化融入數學教科書分數單元，四年級 9 題、五年級 10 題與六年級 10 題。為了避免學生透過算式解說找答案，研究材料移除算式解說與文字解說，保留題目、圖示，新增作答區，並結合手寫板，以探究閱讀與解題歷程（如下圖 9）。其中，題目劃分為文化用語、關鍵數字、主詞/名詞等重要解題資訊區域（關鍵區 AOIs）。

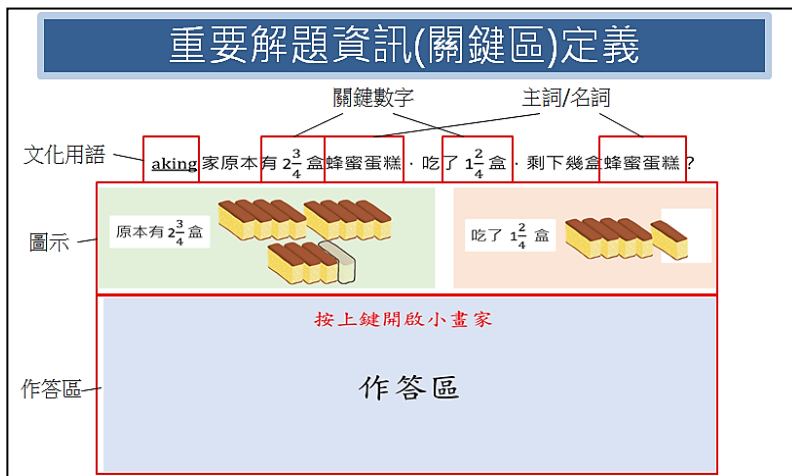


圖 9 實驗二實驗材料圖示-國小四年級重要解題資訊（關鍵區）定義解說圖

(二) 實驗流程

實驗二流程與實驗一相同，唯不同之處在於校正成功後讓學生練習操作手寫板（顯示作答區、練習使用手寫板回答問題、作答完後關閉作答區），練習完成後進入正式實驗。正式實驗過程中研究者請每位學生以手寫板回答完題目後，由施測人員協助開啟下一道題目；同時，在過程

中以眼動儀記錄學生的眼睛凝視歷程（閱讀歷程）。實驗無作答時間限制，每位學生平均 15-20 分鐘完成實驗。

二、研究結果

(一) 各年級學生閱讀型態（眼動型態）分析（整體數據）

分析各年級學生閱讀教科書各關鍵區的凝視時間，整理成閱讀關鍵區的平均

凝視時間分布圓餅圖（如圖 10）。圖 10 顯示三個年級凝視時間比例最多的區域為作答區，其次為題目區（主詞/名詞+關鍵數字）。另外，三個年級閱讀圖示區

的比例相似，同為所有關鍵區中凝視時間最短的區域，凝視時間百分比皆大約佔整體的 15%。

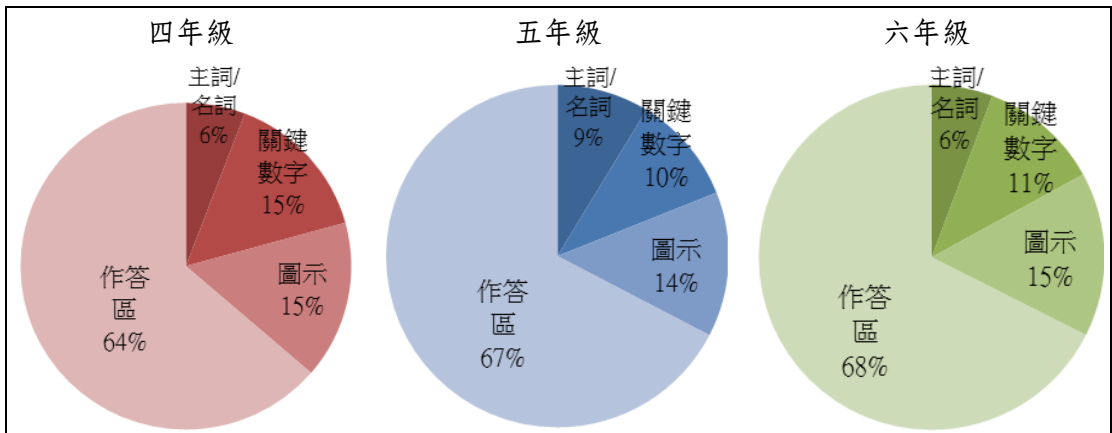


圖 10 四、五、六年級學生閱讀關鍵區 (AOI) 凝視時間分布

(二)文化用詞對各年級學生的閱讀影響分析

各年級題目中含有文化用詞的題目歸類為文化用語題，其餘歸類為非文化用語題。四年級文化用語題使用的文化用詞包含食物名小米、cinavu（吉拿富，用葉子包的食物，似漢人的粽子），以及人名（atjang、luwa、aking）等；五年級文化用語題使用的文化用詞包含食物名 cinavu、人名（mulanen、piya、Ijuzem），以及生活文化（頭目祭竿、糧食神祭竿）；六年級 10 道題目皆為文化用語題，包含的文化用詞有食物名，如：紅藜發酵液、小米醋、洛神花茶、紅藜餅；人名（aking、piya）；稱謂（vuvu）；與生活文化（原住民織布、石板）。

如圖 11、圖 12 所示，四年級與五年級學生在閱讀與解答文化用語題時，學生

凝視題目（文化用語、主詞名詞、關鍵數字、圖示）所佔的時間比非文化用語題更多，尤其是五年級的學生更為明顯（見圖 12）。比較文化用語題的文化用語與非文化用語題的主詞/名詞，四年級學生閱讀文化用語的凝視百分比（5%）大於主詞/名詞（3%）；五年級學生閱讀文化用語的凝視百分比（8%）亦大於主詞/名詞（2%）。在圖示方面，四年級在文化用語題閱讀圖示的凝視百分比（18%）大於閱讀非文化用語題的圖示（11%）；五年級學生的差異則更為明顯，文化用語題圖示的凝視百分比（20%）大於非文化用語題圖示的凝視百分比（10%）。上述結果顯示當題目加入排灣族文化用語時，學生將會放更多注意力在題目上，包括閱讀更多的圖示，使圖示更能夠引發教學效果。

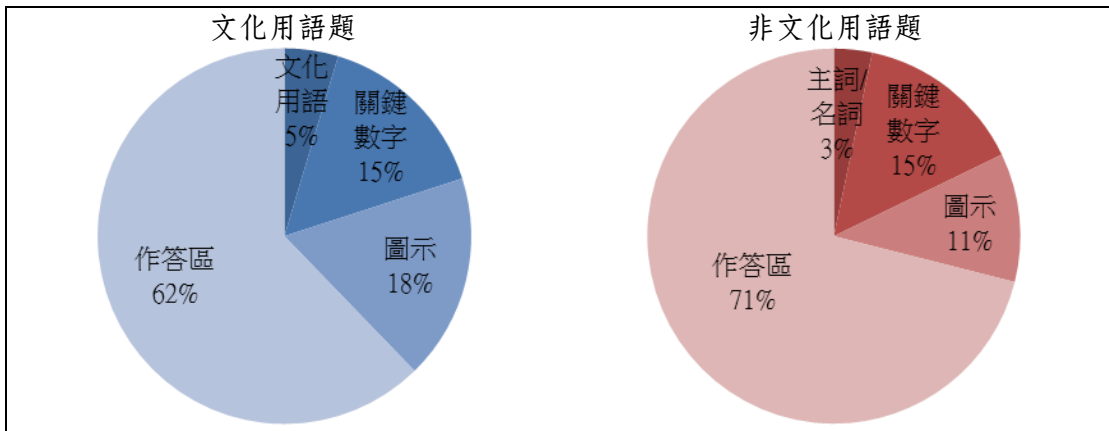


圖 11 四年級學生文化用語題 VS.非文化用語題關鍵區凝視時間分布

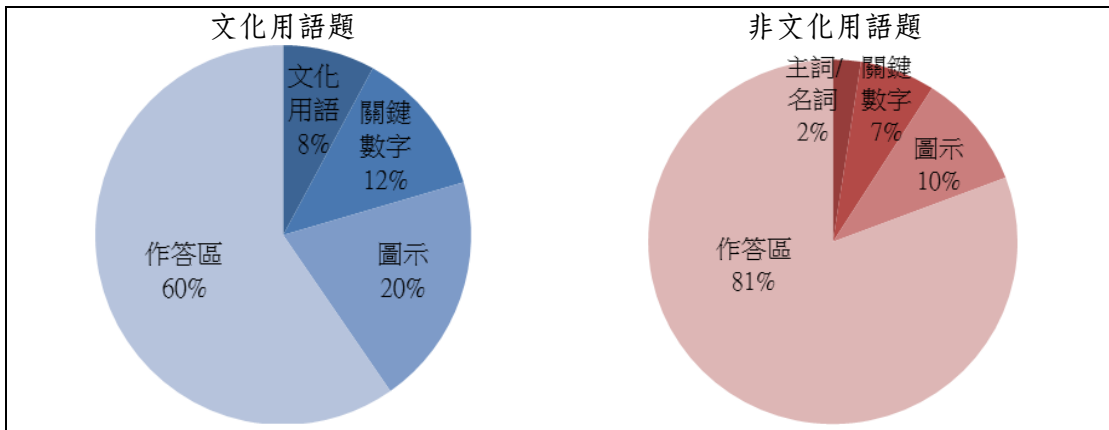


圖 12 五年級學生文化用語題 VS.非文化用語題關鍵區凝視時間分布

(三) 表現佳與表現欠佳排灣族四、五、六年級學生閱讀行為分析

為了分析圖示對學生解題的影響，實驗二將文化用語、關鍵數字、主詞/名詞歸納在題目區塊，以分析學生閱讀教科書題目、圖示與作答區三者間的序列行為。依據答題表現，各年級挑選一名答對率最高與答對率最低的學生，比較上述兩類學生的閱讀行為模式，分析結果如圖 13(圖中箭頭表示具統計顯著水準， $p < .05$)。

如圖 13 上圖左側，四年級表現佳的學生閱讀題目與閱讀圖示後常常會直接

進入作答區；表現欠佳的學生閱讀題目後則常常會接續閱讀圖示，此外，在閱讀作答區之後也常常再次閱讀圖示(見圖 13 上圖右側)。

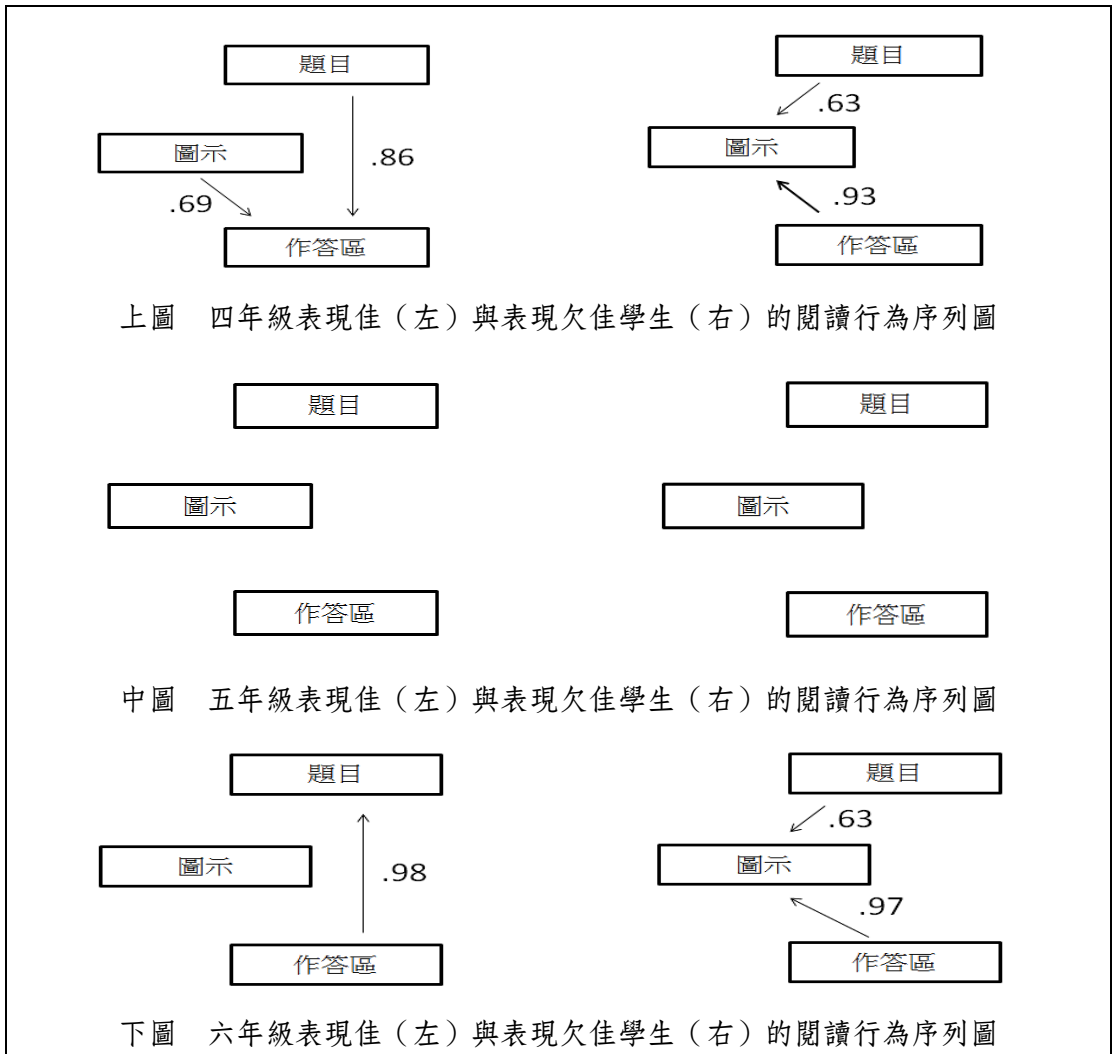
五年級學生無論表現如何，在閱讀教科書各部件上並無統計上顯著的行為模式(見圖 13 中圖)。六年級表現佳學生在作答區之後常常閱讀題目(見圖 13 下圖左側)，而六年級表現欠佳學生的閱讀型態與四年級表現欠佳的行為模式相同，在閱讀完題目之後有很高的機率會接續閱讀圖示，另外，在閱讀作答區後也常

常閱讀圖示（見圖 13 下圖右側）。綜合上述結果，發現教學圖示的設置反而會降低排灣族學生的數學表現。

(四)排灣族四、五、六年級學生的眼動型態分析（數線題型）

為了深入了解圖示對排灣族學生的影響，研究者利用眼動數據分析四年級到六

年級學生作答數線題（如下圖 14）的閱讀歷程。數線題關鍵區細分成三個：文字部分、圖示部分與作答區部分。各關鍵區眼動數據的平均數、標準差整理於表 1，並以無母數統計方法—Kruskal-Wallis（H 檢定法）比較各年級眼動數據的差異。



上圖 四年級表現佳（左）與表現欠佳學生（右）的閱讀行為序列圖

中圖 五年級表現佳（左）與表現欠佳學生（右）的閱讀行為序列圖

下圖 六年級表現佳（左）與表現欠佳學生（右）的閱讀行為序列圖

圖 13 四、五、六年級學生表現佳 V.S.表現欠佳學生的閱讀行為序列

註：箭頭表示閱讀的偏好方向；數字為具統計顯著 ($p < .05$) 的相關係數

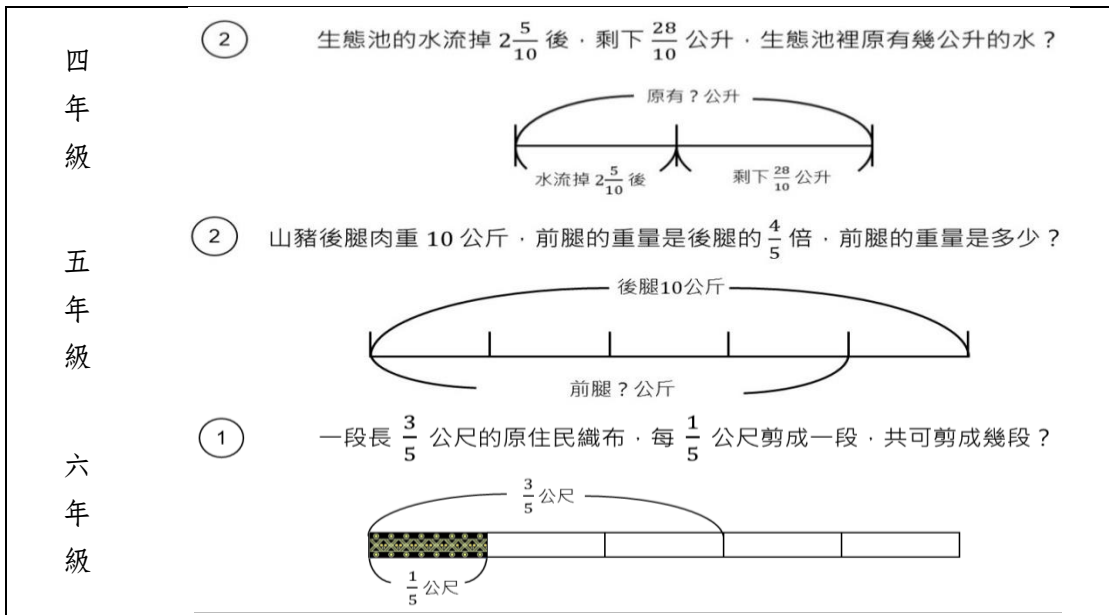


圖 14 四年級、五年級與六年級數線題題目

表 1 排灣族四年級到六年級學生閱讀數線單題的眼動數據表

	四年級 <i>M (SD)</i>	五年級 <i>M (SD)</i>	六年級 <i>M (SD)</i>	顯著值 <i>p</i>	效果量 <i>Eta</i> ²
整題					
總閱讀時間 (s)	74.63 (6.56)	96.07 (18.34)	49.47 (7.53)	.04*	.76
文字部分					
凝視時間 (s)	4.38 (.89)	6.82 (5.35)	1.55 (1.42)	.12	.34
時間比例 (%)	5.87 (1.20)	7.09 (5.57)	3.14 (2.88)	.58	.20
凝視點平均時間 (ms)	319.97 (59.67)	260.26 (26.82)	153.33 (133.24)	.09	.47
圖示部分					
凝視時間 (s)	18.95 (13.58)	25.47 (5.86)	8.68 (.85)	.10	.63
時間比例 (%)	17.14 (6.52)	26.51 (6.10)	17.56 (1.72)	.15	.54
凝視點平均時間 (ms)	277.75 (23.38)	236.07 (20.88)	228.58 (46.19)	.21	.35
作答區部分					
凝視時間 (s)	54.98 (12.28)	53.18 (16.54)	32.57 (9.47)	.17	.44
時間比例 (%)	73.68 (16.47)	55.36 (17.21)	65.85 (19.14)	.56	.20
凝視點平均時間 (ms)	392.41 (43.92)	332.55 (35.20)	364.62 (49.06)	.30	.33
AOI 間的掃視次數					
題目與圖示	4.00 (4.24)	8.50 (4.36)	2.33 (2.52)	.16	.45
題目與作答區	2.50 (3.54)	2.00 (2.71)	1.00 (1.73)	.71	.07
圖示與作答區	17.5 (3.54)	18.75 (6.85)	11.67 (3.06)	.13	.35

**p*<.05

表 1 顯示不同年級的學生在總閱讀時間上達顯著差異 ($p=.04$, $\eta^2=.76$)，事後檢定以曼恩-惠尼 U 檢驗各年級總閱讀時間差異，結果顯示六年級的總閱讀時間顯著少於五年級 ($p=.03$)。其餘不同年級的眼動數據間皆無顯著差異。在閱讀理解方面，研究者分別比較各年級閱讀題目時，文字與圖示部分的凝視時間比例，發現所有年級凝視圖示部分的百分比皆遠超過文字部分，其中四年級凝視圖示部分百分比約為文字的 3 倍；五年級凝視圖示部分百分比為約為文字的 4 倍；六年級凝視圖示部分百分比為約為文字的 5

倍。從凝視百分比可以得知學生在閱讀此題時，凝視圖示部份的時間較文字部分長，也就是說相較於文字，學生在作答時從圖示部分獲得較大量的資訊。在解題策略上，研究者分別比較各年級三個關鍵區（文字、圖示、作答區）之間來回掃視（saccade）的次數，發現圖示與作答區部分的掃視次數皆遠超過其他組合（文字與圖示、文字與作答區），也就是說，相較於文字部分，學生解題時會有更多圖示參照的行為，確認作答的資訊與圖示的資訊相符合。

表 2 各年級排灣族學生閱讀路徑滯後序列序列分析表

	出現次數	出現機率	期望個數	Z 值	相關係數
四年級					
文字到圖示	5	.10	3.76	1.02	.56
文字到作答區	2	.04	3.42	-1.16	-.32
圖示到文字	3	.06	4.67	-1.17	.14
圖示到作答區	18	.38	15.56	1.62	.97
作答區到文字	3	.06	4.29	-.92	.19
作答區到圖片	17	.35	15.71	.92	.93
五年級					
文字到圖示	16	.14	12.03	1.93	.65
文字到作答區	5	.04	8.97	-1.93	-.32
圖示到文字	18	.15	18.00	0	.82
圖示到作答區	36	.31	35.14	.33	.92
作答區到文字	3	.03	11.76	-3.76	-.61
作答區到圖片	39	.33	30.80	3.57***	.96
六年級					
文字到圖示	3	.07	2.50	.47	.34
文字到作答區	2	.04	2.50	-.47	-.10
圖示到文字	4	.09	4.78	-.57	.66
圖示到作答區	18	.40	19.13	-1.00	.96
作答區到文字	1	.02	3.33	-1.83	-.50
作答區到圖片	17	.38	13.33	2.55*	.98

* $p<.05$ ；** $p<.01$ ； $p<.001$

除上述眼動數據的分析，研究者統計三個關鍵區視線轉移的次數，紀錄方式以 GazeTracker 8.0 匯出的單人單題凝視點數據為主，資料由上而下紀錄受試學生第一眼所視（凝視點 1）到結束作答（凝視點 n）各凝視點位於的關鍵區（文字、圖示、作答區），統計與分析結果如表 2。舉例來說，某生整題的閱讀凝視點有 10 個，依序落在三個關鍵區，將其編碼成 AAABBCCAB，統計轉移關鍵區的凝視點次數得知：A 到 B 的凝視點轉移次數有 2 次；A 到 C 有 0 次；B 到 A 有 0 次；B 到 C 有 1 次；C 到 A 有 1 次；C 到 B 有 0 次。表 2 顯示五年級排灣族學生閱讀作答關鍵區後視線會轉移到圖示關鍵區，其中從作答區轉移到圖示的比例顯著高於期望值 ($Z=3.57, p<.001$)，且相關係數高達.96；同樣地，六年級排灣族學生閱讀作答關鍵區後視線亦會轉移到圖示關鍵區，其中從作答區轉移到圖示的比例顯著高於期望值 ($Z=2.55, p<.05$)，且相關係數高達.98；四年級則無顯著閱讀路徑偏好。簡言之，五年級與六年級的排灣族學生閱讀路徑是由作答區看向圖示部

分，由此可看出在需要解題相關資訊時，五、六年級的學生會從圖示部分尋找相關資訊。

(五)排灣族四、五、六年級學生的錯誤型態
排灣族學生答題表現，四年級平均答對率為 61%；五年級平均答對率為 32%；六年級平均答對率為 65%。

實驗二加入了手寫板，藉此瞭解排灣族學生解題歷程。由作答錯誤的題目中歸納可得三大錯誤類類型，讀題錯誤、分數概念不完整與計算錯誤。各年級學生的錯誤題目，排除作答與回答不知道的題目後，依據上述三個類型分類，所整理的次數統計結果如圖 14。圖 14 顯示學生最容易犯的錯誤類型為第一類型的讀題錯誤，結果說明學生在回答數學題目時並非不懂概念或是不會，而是出於對題目理解錯誤，導致錯誤的答題結果。

以下就學生答題錯誤的錯誤類型依序詳細說明讀題錯誤、分數概念不完整，以及計算錯誤等三大錯誤類型，並透過範例描述（範例類型詳見圖 15、圖 16、圖 17）。

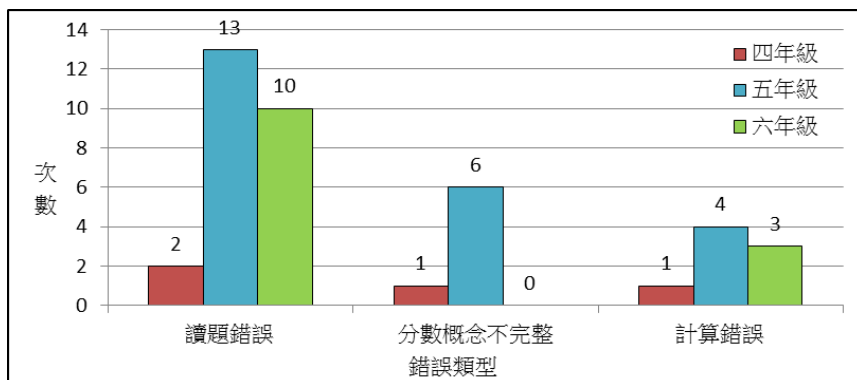



圖 14 四、五、六年級學生錯誤類型

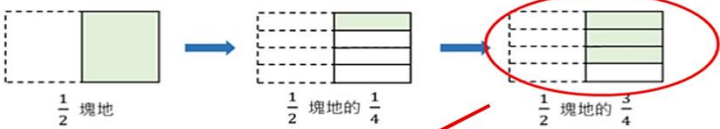
1. 第一類型—讀題錯誤：看錯題目數字、圖示，以及未能理解題意。

看錯題目數字，有兩袋小米，一包重 $\frac{13}{5}$ 公斤，另一包重 $\frac{21}{5}$ 公斤，兩包共重幾公斤？
將13看成15。
(四年級題目)



$$\frac{15}{5} + \frac{21}{5} = \frac{36}{5} \text{ ①}$$


圖示數錯。Luzem有一塊地，他將 $\frac{1}{2}$ 塊地的 $\frac{3}{4}$ 種玉蜀黍，種玉蜀黍用了全部的多少地？
(五年級題目)



$$\frac{3}{10}$$

需用除法解題，該生理解題意錯誤而誤用乘法。
(六年級題目)

將 $\frac{2}{3}$ 公升的小米醋，每 $\frac{1}{9}$ 公升裝一瓶，可裝幾瓶？



$$\frac{2}{3} \times \frac{1}{9} = \frac{2}{27}$$


此題應該要用除法

圖 15 第一類型—讀題錯誤類型範例說明

2. 第二類型—分數概念不完整：受到其他的整數、分數概念混淆而導致。

整數化分數概念錯誤。同樂會時，老師買了3個pizza，全班吃掉 $2\frac{3}{4}$ 個pizza，還剩下幾個pizza？
(四年級題目)

3=3/4 ??



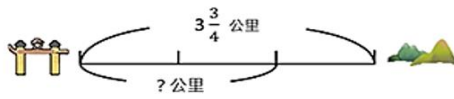
① $3 - 2\frac{3}{4}$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 11 \\ 3 \\ \hline 34 \end{array} - \frac{11}{4} = \frac{8}{4}$$

$9\overset{0}{\cancel{1}} - \frac{3}{8}$

分數的乘法受到分數加法概念影響，導致該生計算時，分母沒有相乘。
(五年級題目)

學校到舊土板的距離是 $3\frac{3}{4}$ 公里，全校師生已走了其中 $\frac{2}{3}$ 段，請問是走了幾公里？



① $\frac{3}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{15}{12} = 3$

$45/12 \times 8/12 = 360/12 ??$

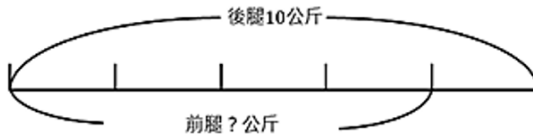
$\frac{15}{4} \times \frac{2}{3} = \frac{12}{24} = 360$

$144 \overline{) 360} \begin{array}{r} 2 \\ 288 \\ \hline 72 \\ 72 \\ \hline 0 \end{array}$

分數乘法時，分子*分子，分母*分母
此做法應是受到分數的加法所混淆

整數成分數受到通分概念的影響，導致該生分子分母都乘上整數。
(五年級題目)

山豬後腿肉重10公斤，前腿的重量是後腿的 $\frac{4}{5}$ 倍，前腿的重量是多少？



② $10 \times \frac{4}{5} = \frac{40}{5} = 4$

整數成以分數應只須乘以分子即可
分子分母同乘1數的做法，可能係與通分概念混淆

圖 16 第二類型—分數概念不完整類型範例說明

3. 第三類型—計算錯誤：算錯、計算過程中粗心、答案抄錯。

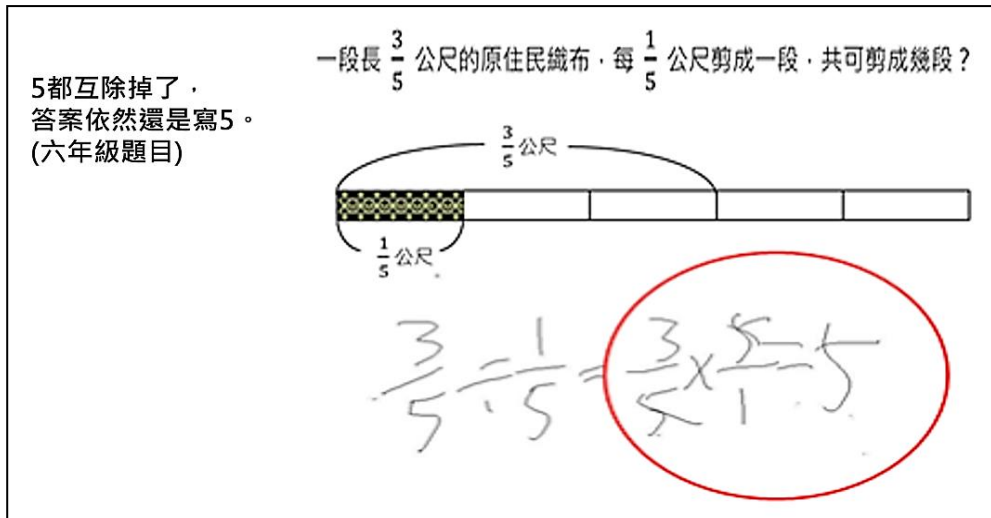


圖 17 第三類型—計算錯誤類型範例說明

三、討論

實驗二主要目的為探討排灣族四、五、六年級學生在文化融入數學教科書的閱讀型態與閱讀行為模式，以及加入手寫板檢視學生的解題歷程。實驗二分析圖示對學生的影響，閱讀行為模式的分析結果呈現出與過往研究相悖的結果，研究預期為在教科書內增設圖示可增加學生的學習表現，但實際結果顯示學生可能反而受圖示影響導致表現不佳。

原因之一為表現欠佳的學生閱讀理解能力較為不足，無法精準掌握解題重要關鍵資訊，呈現出的閱讀型態可以看出他們會凝視教科書的各個部件，因此容易受到圖示所影響。另一方面，表現較好的學生擁有較好的閱讀能力，能精準掌握解題重要關鍵資訊，能在閱讀完題目後直接作答，因此較不受圖示所影響。原因之二為學生可能沒有具備圖示的先備知識，除了無助於學習之外，反而對學習有害

(Magner, et al., 2014)。學生先前並未具有研究教材裡圖示的先備知識，像是以虛線表示一盤該有幾個 cinavu，或像是利用格子內的顏色表示部分與整體，學生在未具有圖示的先備知識前，需花費大量的認知負荷理解圖示所表達的含意，反而影響答題表現。原因之三可能受本研究材料編排的影響（圖示位於題目與作答區中間）(Behnke, 2016； Jian & Wu, 2015)，導致學生在核對題目與作答區的內容時，注意力受到圖示干擾，造成過多的認知負荷，無法專注於將題目資訊謄寫於作答區內，亦無法專注於核對作答區內容跟題目間是否一致。此項發現同 Jian 與 Wu (2015)，證實教材設計（版面設計，如圖文擺設、符號提示；言語使用）會導致學習成效的差異。

值得注意的是，若將題目分成文化用語題與非文化用語題時，五年級學生的閱讀型態則呈現出很有趣的狀態，五年級學

生閱讀文化用語題目的時間比起閱讀非文化用語題目的時間多出許多，說明文化融入題目後更加吸引學生的注意力，使其有興趣詳細閱讀題目，讓學生能更專注在題目的關鍵數字以及圖示上，增加理解題目的時間，此結果呼應賴孟龍（2016）的發現，文化融入題型與教材比較能夠吸引原住民族學生的注意力，並減少認知負荷，顯示文化融入的教材有助於原住民族學生的數學學習。此外，錯誤類型分析上，學生讀題與概念釐清上的錯誤比計算錯誤還多，說明學生數學表現不佳的原因大多是因為無法理解題目。

肆、研究發現與建議

本研究檢視排灣族學生閱讀文化融入教科書的閱讀型態，研究發現如下：

一、四年級到六年級學生主要在閱讀題目文字而鮮少閱讀圖示

臺東縣土坂部落排灣族的四到六年級學生閱讀文化融入數學教科書的閱讀注意力主要聚焦於題目與文字說明。四年級的學生閱讀注意力主要放在題目上，隨著年紀增長，五、六年級學生的閱讀注意力開始從題目轉移至文字說明，顯示五、六年級已開始掌握教科書的教學重點。除此之外，五、六年級已發展較具系統性地閱讀方式，閱讀教科書的各部件時呈現較多來回對照的情形，說明五、六年級的學生會核對、確認所接收到的資訊，並組織全面性的理解。

綜觀四年級到六年級學生的閱讀型態，發現其共同點皆鮮少將注意力放在圖

示上，也就是說學生鮮少利用圖示提供的資訊解題。進一步地說，表現較好的學生具有較好的閱讀能力，能直接連結題目與作答的內容，自己形成認知概念圖。表現欠佳的學生會閱讀教科書各個部件，產生過多的認知負荷，連帶降低了圖示的功效。

二、文化用語吸引較多注意力，相對應的圖示也有較多的閱讀行為

土坂部落的排灣族四到六年級學生在閱讀融入文化用語的題目時，注意力較能集中於題目上，擁有較多的凝視時間，也就是說，當教科書加入文化用語後，學生較具學習興趣，更願意長時間仔細閱讀以理解題目。值得一提的是，加入文化用語亦提升了學生觀看圖示的閱讀行為，若圖示與文化用語相互呼應的話，便能吸引學生更多的注意力，讓圖示所具備的教學性獲得較高的效益。

整體而言，透過理解原住民族學生的閱讀歷程，本研究提供原住民族教材設計者與原住民族教師幾點建議參考：

一、教科書設計

(一) 提高教科書中文化用語的比例以增進學生學習興趣

建議編寫教科書時採用實地生活的文化用語與圖示，如此可讓學生更願意學習，達到教科書的教學效益。

(二) 圖示、題目與作答區之間相對位置呈現三角形

教科書的編排應避免成為干擾學生學習的因素，圖示的安排應避免位於題目與作答區兩者間之直線範圍內，而是將題目、圖示與作答區相對位置設計為三角

形，讓彼此之間的閱讀動線不互相干擾，以降低學生的認知負荷，使其能快速連結解題的重要資訊。

二、教學

(一)教師使用圖示前可先進行圖示的說明教學，讓學生具備圖示的先備知識。學生具備圖示的先備知識有助於使用圖示進行解題。教學前教師可先進行圖示的使用說明，以降低學生理解圖示所需的認知負荷，讓學生更願意使用圖示協助學習。

(二)協助四年級學生建立系統性的閱讀方式

建議教師可在教學前帶著四年級學生一同閱讀教科書，分組討論教科書的閱讀重點，再由教師提供系統性的閱讀方式給學生當學習時的參考，再進行數學概念的教學。

參考文獻

- 方文邦 (2014)。屏東縣國小四年級學生在同分母分數加減解題表現之研究 (未出版碩士論文)。國立屏東教育大學，屏東縣。
- 王前龍 (2015)。現階段原住民族課程政策發展之多元文化課程轉化評析。*課程研究*，10 (1)，13-34。
- 吳貞儀、林陳涌、張永達 (2016)。文本知識編排順序對國中學生遺傳學閱讀理解的影響。*課程與教學*，19 (3)，85-111。
- 李明錦 (2015)。文化融入數學學習活動之成效研究：以南投縣賽德克族四年

- 級學童為例 (博士論文)。取自 <https://hdl.handle.net/11296/fa9wrf>
- 林輝雲 (2017)。以概念圖探討八年級自然與生活科技教科書版本在輔助閱讀理解上的差異 (未出版碩士論文)。國立屏東教育大學，屏東縣。
- 林蘭香 (1999)。花蓮縣國小一年級泰雅族新生數概念詮釋性研究 (未出版之碩士論文)。國立花蓮師範學院，花蓮。
- 姚如芬 (2013)。雲端數學部落教室—原住民小學數學教材發展與師資培育：總計畫 (NSC 102-2511-S-415-010-MY4)。臺北市：科技部。
- 紀惠英 (2001)。原住民國小數學教室裡的民族誌研究 (未出版博士論文)。國立臺灣師範大學，臺北。
- 原住民族委員會 (2013)。原住民族教育政策白皮書書修訂版。提取自：<http://public.hlc.edu.tw/apfiles/A201401031534484714-2.pdf>
- 徐偉民 (2004)。一位國小教師教學實踐的歷程：以批判民族誌為方法的教學革新 (未出版之博士論文)。國立高雄師範大學，高雄。
- 徐偉民 (2019)。原住民文化融入數學課程的發展：以一所實驗小學為例。*教育研究集刊*，65 (4)，77-116。DOI: 10.3966/102887082019126504003。
- 徐偉民、楊雅竹 (2009)。影響原住民學生數學學習的因素：從屏東縣部落小學的教學行動來看。*臺中教育大學學報：教育類*，23 (1)，129-152。

- 張庭宇 (2020)。文化回應數學課程之發展與實踐之研究 (博士論文)。取自 <https://hdl.handle.net/11296/h72n6n>
- 郭李宗文 (2013)。具體化在地化數學操作活動對原住民小一學童數學學習之影響。《屏東教育大學學報-教育類》，40，183-214。
- 陳枝烈 (2010)。原住民族教育-18 年的看見與明白 (Vol. 1009904763)。中華民國政府出版品。
- 陳惠珍 (2017)。文化脈絡數學在幼兒園之應用探討。2017 年幼兒教育創新與經營學術研討會論文集。國立屏東大學出版。
- 黃志偉 (2002)。多元文化對數學課程的衝擊—民族數學的剝奪與回歸。《師友月刊》，415，38-41。
- 劉芸旻 (2003)。屏東地區排灣族國小六年級學童幾何概念之研究 (未出版之碩士論文)。國立屏東師範學院數理教育研究所，屏東。
- 蕭仲廷、黃毅志 (2015)。臺灣國三生原漢族群與其他出身背景透過社會資本、文化資本、財務資本對學業成就之影響。《教育研究學報》，49 (1)，29-54。
- 譚光鼎、林明芳 (2002)。原住民學生學習型態的特質—花蓮縣秀林鄉泰雅族學生之探討。《教育研究集刊》，48 (2)，233-261。
- Amit, M., & Qouder, F. A. (2017). Weaving culture and mathematics in the classroom: The case of Bedouin ethnomathematics. In M. Rosa et al. (Eds.), *Ethnomathematics and its diverse approaches for mathematics education* (pp. 23-50). ICME-13 Monographs, Springer.
- Antes, J. R. (1974). The time course of picture viewing. *Journal of Experimental Psychology*, 103(1), 62-70.
- Behnke, Y. (2016). How textbook design may influence learning with geography textbooks. *Nordidactica: Journal of Humanities and Social Science Education*, 1, 38-62.
- Carraher, T. N., Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (1985). Mathematics in the streets and in schools. *British journal of developmental psychology*, 3(1), 21-29.
- Chang, C.W., Lai, M.-L., & Lee, C.C. (2015, December). *Investigating indigenous students' mathematics learning using the eye tracking technique: The case of length conversion*. Paper presented at the meeting of 31st annual international conference of Association of Science Education, Taiwan.
- Jian, Y. C., Wu, C. J. (2015). Using eye tracking to investigate semantic and spatial representations of scientific diagrams during text-diagram integration. *Journal of Science Education and Technology*, 24, 43-55.
- Lipka, J., Wong, M., & Andrew-Ihrke, D. (2013). Alaska native indigenous

- knowledge: Opportunities for learning mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 25(1), 129-150.
- Magner, U. I., Schwonke, R., Alevon, V., Popescu, O., & Renkl, A. (2014). Triggering situational interest by decorative illustrations both fosters and hinders learning in computer-based learning environments. *Learning and Instruction*, 29, 141-152.
- Salvucci, D. D., & Anderson, J. R. (1998). Tracing eye movement protocols with cognitive process models. In *Proceedings of the Twentieth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp.923-928). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Unodiaku, S. S. (2013). Effect of ethno-mathematics teaching materials on students' achievement in mathematics in Enugu State. *Journal of Education and Practice*, 4(23), 70-77.
- van den Ham, A. K., & Heinze, A. (2018). Does the textbook matter? Longitudinal effects of textbook choice on primary school students' achievement in mathematics. *Studies in Educational Evaluation*, 59, 133-140.

臺灣原住民科學教育的回顧與展望*

樂鍇·祿璞峻岸¹、高慧蓮²、周子琳³、洪素蘋⁴、陳雲雀⁵

¹ 國立成功大學地球科學系副教授

² 國立屏東大學科普傳播學系教授

³ 國立成功大學地球科學系研究助理

⁴ 國立成功大學師資培育中心暨教育研究所副教授

⁵ 國立成功大學地球科學系研究助理

【 摘 要 】

臺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臺灣原住民科學教育現況。綜觀目前原住民科學教育之研究，臺灣與國際相比偏少；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，顯示臺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。

關鍵詞：原住民科學教育、原住民科學、文化回應、科學教育

* 出自臺灣原住民研究論叢，第22期，頁77-104。

壹、臺灣科學教育的發展

一、臺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。臺灣科學教育受社會、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。例如國立臺灣師範大學於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、臺灣科學教育研究的發展趨勢

在《臺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）

領域 \ 年份	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

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

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，《臺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，早期臺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、臺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。

二、原住民族科學的重要性

臺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臺灣的荷蘭人、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」來到臺灣，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臺灣西部土地（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。

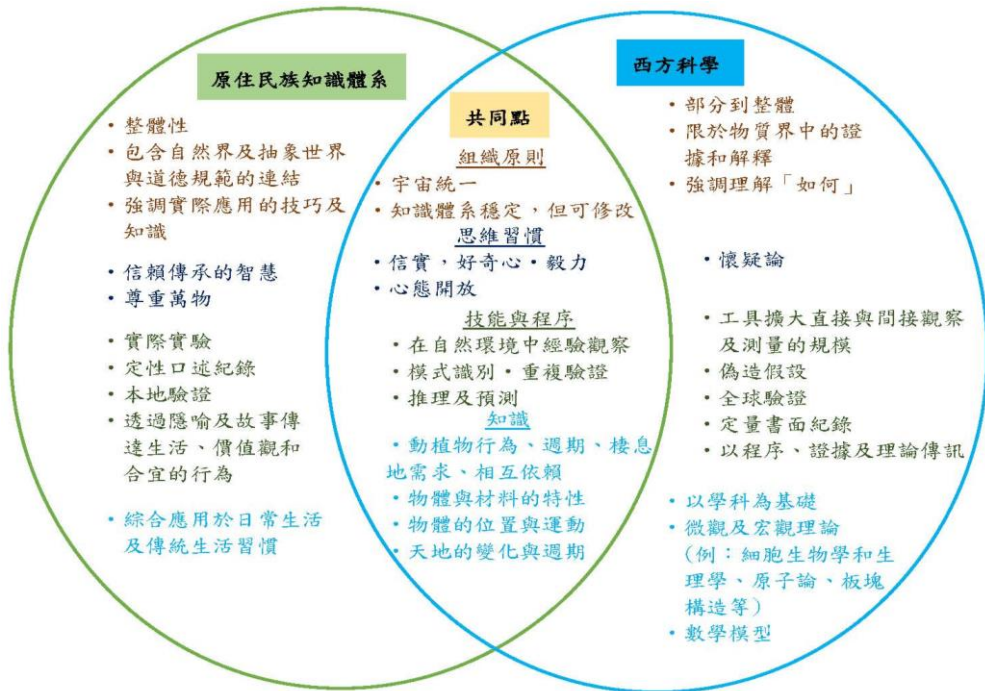


圖 1 原住民知識體系 vs 西方科學 (翻譯自 Stephens, 2000)

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濃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，其在臺灣開始活動的時間

(約 6000-8000 年間) 遠遠早於漢人移民臺灣 (約 200 年)，因此原住民乃是臺灣最重要的文化與環境智慧載體，臺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臺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、原住民族科學教育現況分析

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臺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3）。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。

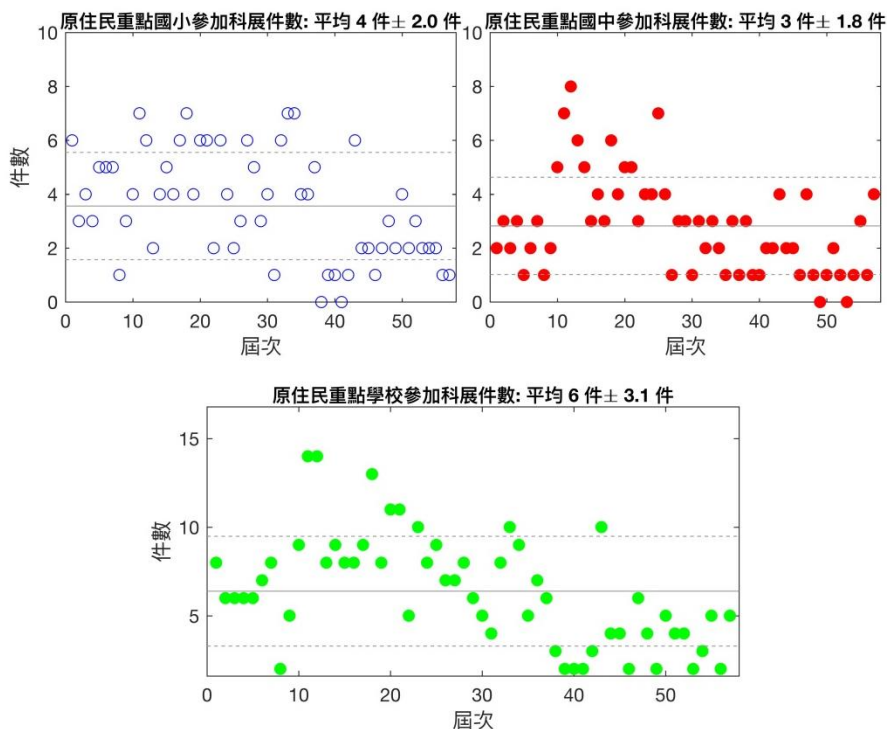


圖 2 第 1 屆至第 57 屆全國中小學科學展覽國小、國中組及整體原住民重點學校參展作品數量

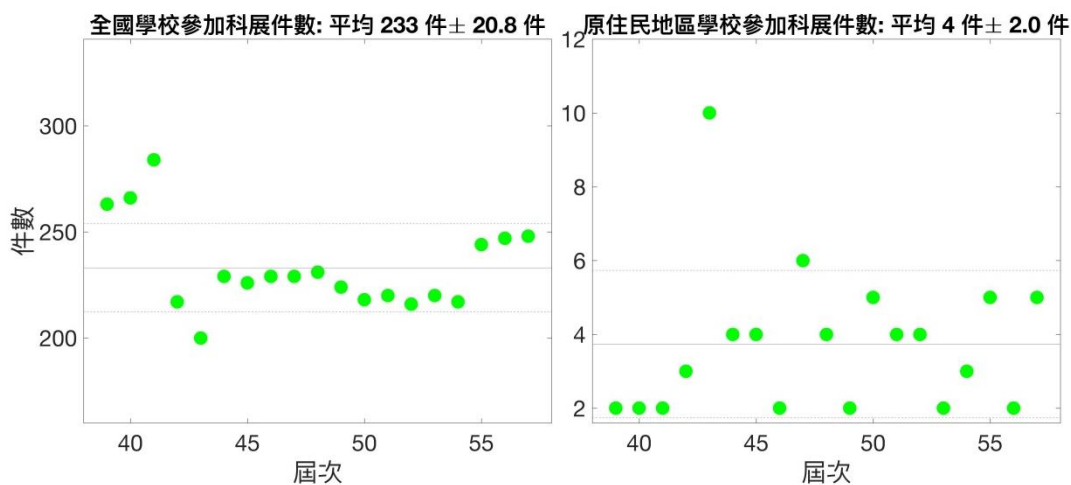


圖 3 第 37 屆至第 57 屆全國學校及原住民重點學校參加全國中小學科學展覽作品數

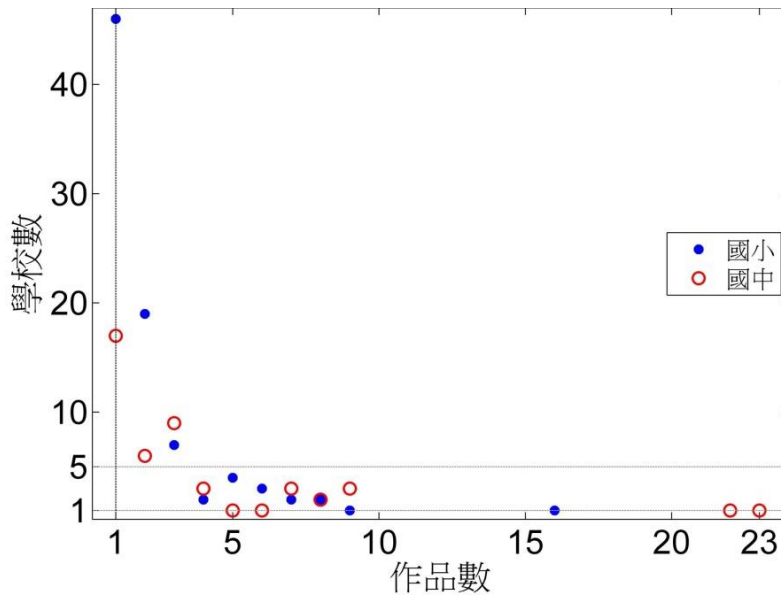


圖 4 原住民重點國小、國中於歷屆科展參展作品數

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。

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。

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。

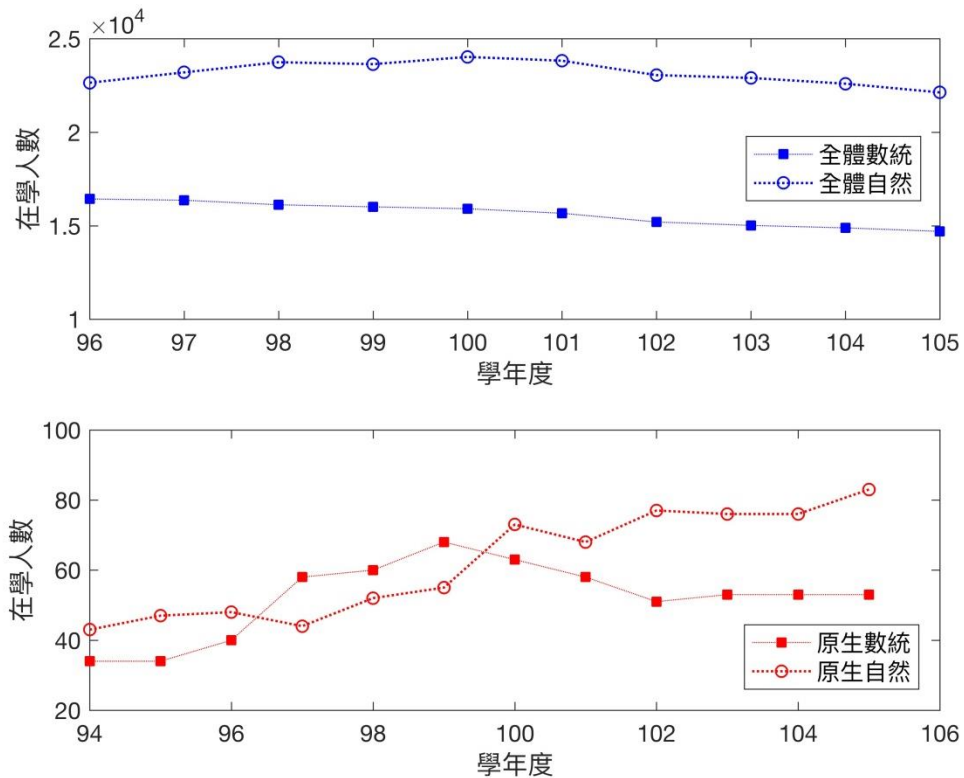


圖 5 全體及原住民大專院校數學及統計學門、自然科學學門在學人數

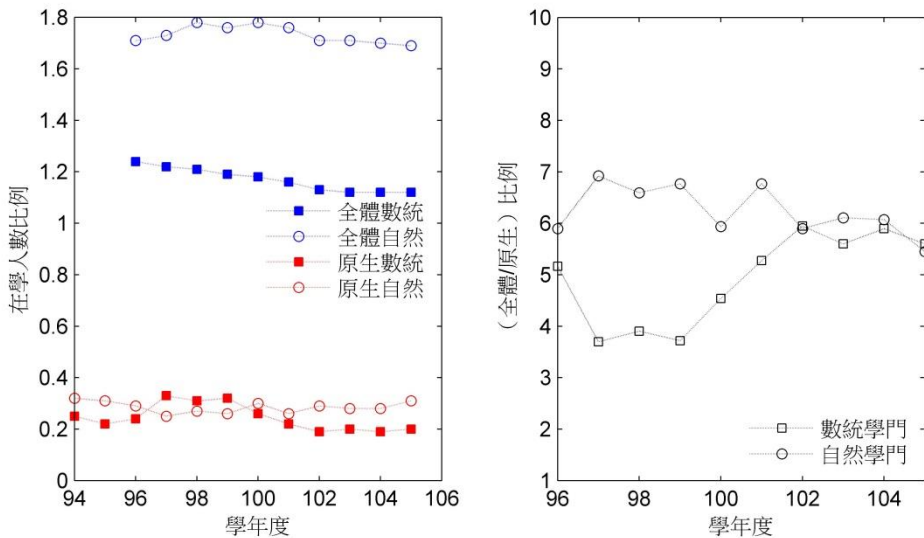


圖 6 原住民及全體大專院校數學及統計學門、自然科學學門在學人數比例和該學門全體及原住民在學人數比例之比值

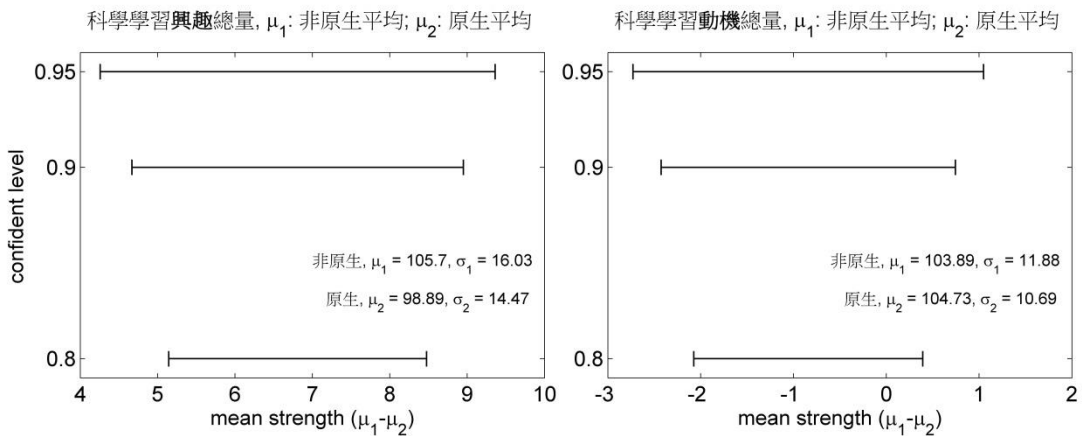


圖 7 原漢學童在各信心水準下其科學學習興趣和動機平均數差距 ($\mu_1 - \mu_2$) 的區間

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

綜觀臺灣目前的科學教育，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）。

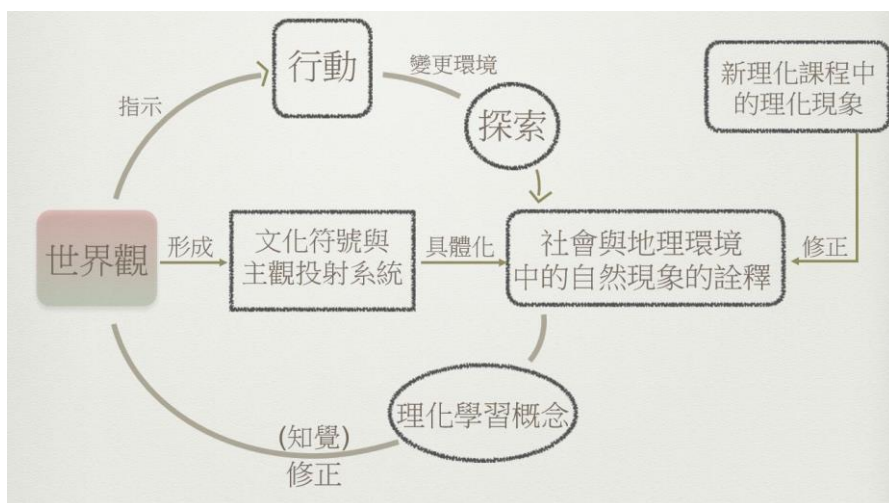


圖 8 傅麗玉（1999）以世界觀為基礎的學習模式（WOLF）

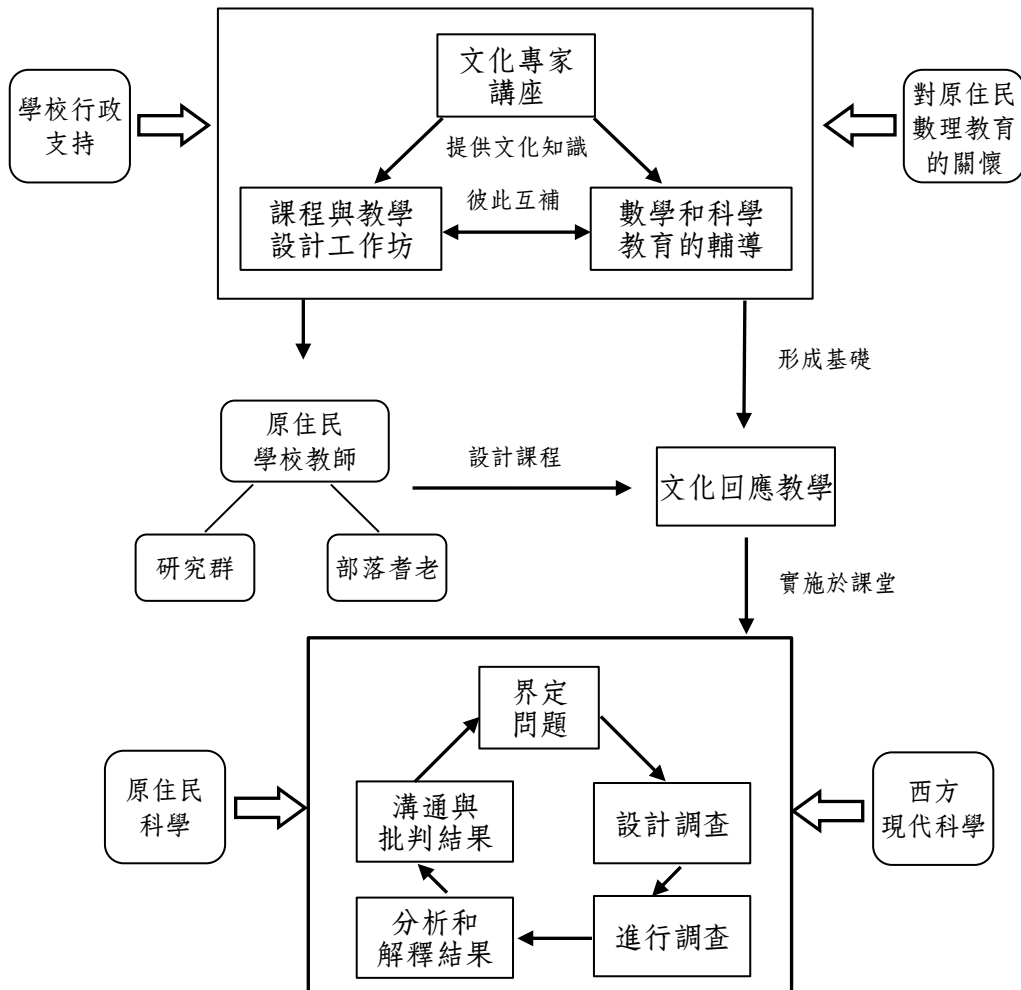


圖9 高慧蓮（2016）以文化回應的科學教學模式(CRSTM)

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）。

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）。

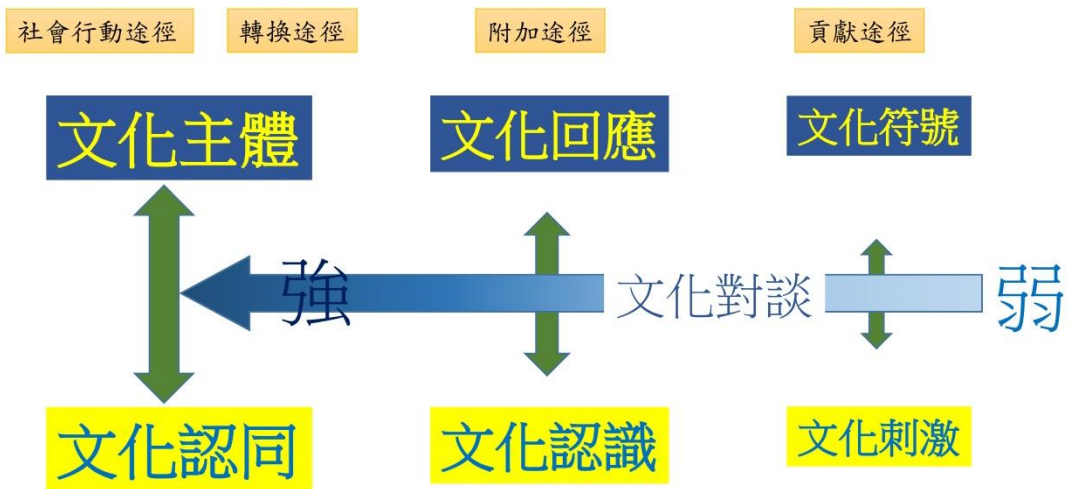


圖 10 原住民科學教育中的文化層級，圖中四種途徑取自 Banks (1999)

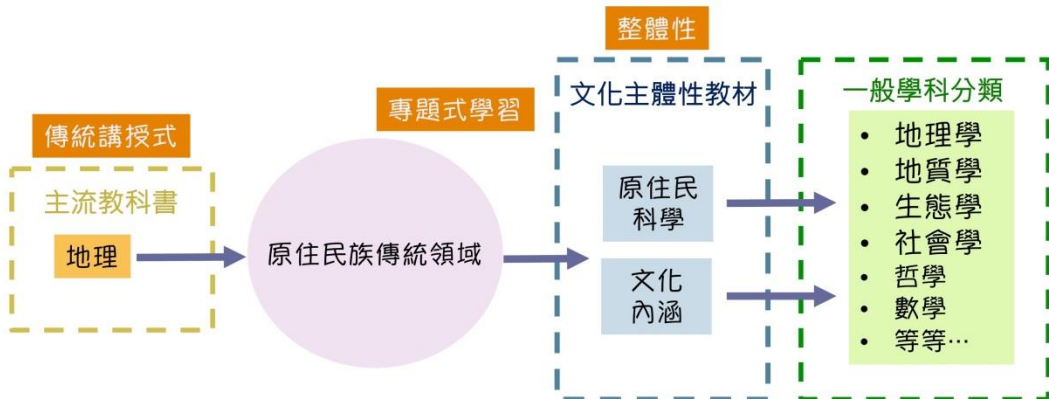


圖 11 以原住民族傳統領域為例，比較具文化主體性的專題式教學模式和
使用主流教科書的傳統講授式教學。

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。

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 5 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，升入國高中後，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除更深度的科學學習，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「原住民族教育政策白皮書」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。

伍、原住民族科學教育研究計畫

執行歷程

研究計畫「開發以排灣族文化及環境知識為本的科學教材與課程」以南部排灣

族部落為研究區域，透過文獻回顧與整理、訪談部落耆老等方式蒐集素材，並與來義高中及潮州高中合作，實際安排系列課程、製作專題，依據教學團隊及學生回饋意見編寫以排灣族環境知識為主體的科學教案，將部落傳統知識與世界觀，結合科學實證來理解科學推繹及歸納的過程，創造具文化內涵的科學學習經驗。此外研究團隊亦致力於科普活動，邀請多校原住民高中學生至成大參訪實驗室，並推廣計畫成果分享原住民文化與科學連結的案例。本計畫團隊亦持續彙整原住民族科學教育相關文獻，並以此為研究議題發表三篇研究論文，第四篇研究論文投稿中。

成大理學院科教團隊與來義高中、潮州高中合作之原住民族科學專題課程與教案重點，整理如下表：

課程與教案主題（一）：原住民族傳統領域			
學科領域	文化內涵	科學重點概念	教案重點對應於傅麗玉（1999）世界觀模組
地球科學	傳統領域、遷移史、部落傳統選址方式、傳統坡地災害防災知識	當代坡地災害防災知識、以現代科技軟體 GPS、Google MAP 繪製傳統領域地圖。	一、生活文化世界觀的傳承 <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識原住民族傳統領域概念及其重要性 2. 認識排灣族傳統領域 3. 認識部落遷移史：以白鷺部落、來義部落為例 4. 認識部落遷移因素及傳統選址方式 二、自我世界觀的表達 <ol style="list-style-type: none"> 1. 描繪印象中的部落 2. 分享自身部落傳統領域、遷移史故事 3. 分享探訪舊社或自身部落的生活經驗 三、生活文化世界觀的探索 <ol style="list-style-type: none"> 1. 訪談家人或部落耆老關於傳統領域及部落遷移史的狀況。 四、學科概念世界觀的形成 <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識傳統與當代坡地災害防災知識 2. 介紹 GPS、Google earth、Base Camp、GPicSync 原理及使用方式 五、生活文化世界觀與學科概念世界觀的對話與連結

			<ol style="list-style-type: none"> 1. 討論現今傳統領域議題，例如傳統領域劃設 2. 部落巡禮：以學校所在的古樓部落為活動範圍，結合耆老介紹部落，使用相機記錄部落風景及 GPS 紀錄路徑，並將資料以 Google earth、Base Camp、GPicSync 整合，繪出部落地圖
課程與教案主題（二）：原住民地震神話與科學			
學科領域	文化內涵	科學重點概念	教案重點對應於傅麗玉（1999）世界觀模組
地球科學	原住民地震神話、傳統建築地震防災	地震成因、地震災害、地震防災	<ol style="list-style-type: none"> 一、生活文化世界觀的傳承 <ol style="list-style-type: none"> 1. 臺灣原住民族及國外原住民族的地震神話 2. 臺灣其他族群對地震現象的解釋 二、自我世界觀的表達 <ol style="list-style-type: none"> 1. 印象深刻的一次地震經驗 2. 部落遭受自然災害的例子 三、生活文化世界觀的探索 <ol style="list-style-type: none"> 1. 訪問部落族人對地震現象的說法及應對方式 2. 部落傳統建築的避難設計 四、學科概念世界觀的形成 <ol style="list-style-type: none"> 1. 地震成因 2. 地震災害 3. 地震防災 4. 臺灣地震 五、生活文化世界觀與學科概念世界觀的對話與連結 <ol style="list-style-type: none"> 1. 地震神話、族人對地震現象的解釋是否有科學根據 2. 不同情境下的避難原則 3. 關心部落居住環境安全 4. 關懷部落族人災害復原
課程與教案主題（三）：原住民的鞦韆文化與科學			
學科領域	文化內涵	科學重點概念	教案重點對應於傅麗玉（1999）世界觀模組
物理	鞦韆的傳說、鞦韆與婚禮文化、鞦韆的結構	簡諧運動、單擺運動	<ol style="list-style-type: none"> 一、生活文化世界觀的傳承 <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識原住民族具鞦韆文化之族群：排灣、魯凱、卑南等 2. 認識排灣族鞦韆(tiyuma)的傳說故事 3. 認識排灣族 tiyuma 婚禮文化 二、自我世界觀的表達 <ol style="list-style-type: none"> 1. 分享看過或盪過傳統鞦韆的經驗 2. 討論鞦韆儀式對傳統婚禮的意義 三、生活文化世界觀的探索 <ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察鞦韆的結構及立鞦韆的過程 2. 實地採集架立鞦韆所需的材料 3. 架立小型傳統鞦韆 四、學科概念世界觀的形成 <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識鞦韆擺盪的科學概念：簡諧運動

			<p>2. 操作實驗裝置，了解週期及繩長關係</p> <p>五、生活文化世界觀與學科概念世界觀的對話與連結</p> <p>1. 分析生活中其他簡諧運動應用的例子</p> <p>2. 討論時代變遷之際，鞦韆文化傳承的必要性</p>
課程與教案主題（四）：Maljeveq 刺球文化與科學			
學科領域	文化內涵	科學重點概念	教案重點對應於傅麗玉（1999）世界觀模組
物理	Maljeveq 祭儀由來及文化意義、祭儀流程與禁忌、刺球儀式介紹、祭球及刺球竿製作方式	拋體運動	<p>一、生活文化世界觀的傳承</p> <p>1. 認識排灣族 maljeveq ((人神盟約祭)的祭儀由來及文化意義</p> <p>2. 認識 maljeveq 的祭儀流程及禁忌</p> <p>3. 認識 maljeveq 的重要儀式 djemuljat (刺球儀式)</p> <p>4. 認識 qapudrun (祭球) 及 diuljat (刺球竿) 製作方式</p> <p>二、自我世界觀的表達</p> <p>1. 分享參與 Maljeveq 或其他祭典的經驗</p> <p>2. 學生講述刺球儀式的文化意涵</p> <p>三、生活文化世界觀的探索</p> <p>1. 耆老介紹製作 qapudrun 及 diuljat 所需的植物及其生長環境</p> <p>2. 實際製作 qapudrun 及 diuljat</p> <p>四、學科概念世界觀的形成</p> <p>1. 認識刺球儀式中的科學原理「拋體運動」</p> <p>2. 「百發百中」投射實驗操作及資料分析</p> <p>五、生活文化世界觀與學科概念世界觀的對話與連結</p> <p>1. 討論日常生活中的拋體運動</p> <p>2. 理解 maljeveq 對於排灣族族人的重要性及神聖性</p> <p>3. 從刺球儀式理解文化中的科學元素，藉科學路徑傳承文化</p>
課程與教案主題（五）：石板屋的天窗			
學科領域	文化內涵	科學重點概念	教案重點對應於傅麗玉（1999）世界觀模組
化學	排灣族傳統建築文化、石板屋建築結構	廷德耳效應、火與煙霧效應、物質氧化還原的燃燒反應	<p>一、生活文化世界觀的傳承</p> <p>1. 認識排灣族石板屋構造</p> <p>2. 認識排灣族建築文化</p> <p>二、自我世界觀的表達</p> <p>1. 分享印象中的排灣族傳統建築</p> <p>2. 講述舊部落周遭地質環境</p> <p>三、生活文化世界觀的探索</p> <p>1. 實地踏訪舊部落，邀請族人介紹石板屋聚落歷史及文化</p> <p>四、學科概念世界觀的形成</p> <p>1. 認識廷德耳效應</p>

			2. 認識物質氧化還原的燃燒反應 3. 認識光與物質的作用 4. 認識野外求生的五種取火方式 五、生活文化世界觀與學科概念世界觀的對話與連結 1. 石板屋生活文化體驗 2. 實地取材生火、觀察石板屋內火與煙霧的效應 3. 其他生活中廷德耳效應的例子
課程與教案主題（六）：來義植物與微生物的祕密世界			
學科領域	文化內涵	科學重點概念	教案重點對應於傅麗玉（1999）世界觀模組
生物	在地常見植物及其族語名稱、在地生態環境	生物多樣性概念、土壤微生物多樣性與植物相互作用、基礎生物實驗	一、生活文化世界觀的傳承 1. 介紹部落常見植物、族語名稱及其用途 2. 認識校園內常見的動植物 二、自我世界觀的表達 1. 列舉部落常見植物及描述該植物特色 2. 植物運用於傳統食材的例子 三、生活文化世界觀的探索 1. 實地踏查植物生長的環境，了解在地生態系統 2. 進行校園或部落土樣的觀察、紀錄及採集 四、學科概念世界觀的形成 1. 認識生物多樣性 2. 認識土壤微生物多樣性與植物相互作用 3. 認識生物田野調查法 4. 認識基礎微生物實驗 五、生活文化世界觀與學科概念世界觀的對話與連結 1. 探討生物多樣性的重要性 2. 關心部落生態環境 3. 理解在地族群與自然環境互動的永續發展智慧
課程與教案主題（七）：排灣族神話太陽之子			
學科領域	文化內涵	科學重點概念	教案重點對應於傅麗玉（1999）世界觀模組
太空科學	排灣族創世神話：百步蛇、陶壺與太陽、其他原住民族的太陽神話傳說、排灣族手紋文化：圖騰與階級	太陽結構、日冕、日珥、太陽黑子、小型望遠鏡太陽觀測	一、生活文化世界觀的傳承 1. 介紹排灣族創世神話：百步蛇、陶壺及太陽 2. 介紹其他原住民族與太陽相關的傳說 3. 介紹排灣族手紋文化：圖騰與階級 二、自我世界觀的表達 1. 分享與太陽相關的傳說故事 2. 分享日常生活中可見太陽圖紋之處 三、生活文化世界觀的探索 1. 訪談部落族人及文化工作者對太陽神話、手紋文化的看法 2. 分享曾觀察過與太陽相關的自然現象

			<p>四、學科概念世界觀的形成</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識太陽系與太陽結構 2. 認識太陽磁場活動週期 3. 認識太陽觀測：觀測內容、紀錄重點及觀測儀器 4. 實際進行太陽觀測與紀錄 <p>五、生活文化世界觀與學科概念世界觀的對話與連結</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 探討太陽活動對氣候變遷及人類生活的影響 2. 探討與太陽相關的神話故事中可能的科學原理
課程與教案主題（八）：原住民舊社考古			
學科領域	文化內涵	科學重點概念	教案重點對應於傅麗玉（1999）世界觀模組
考古	考古遺址、文化形成過程、考古學家與原住民合作的典範	考古研究方法：計畫設定、調查與發掘；舊社踏查	<p>一、生活文化世界觀的傳承</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識排灣族聚落 2. 認識部落歷史及文化 <p>二、自我世界觀的表達</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 分享舊部落位址並描述舊部落現況 2. 分享舊部落可能存有的遺物或遺跡 <p>三、生活文化世界觀的探索</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 實地踏訪舊部落，邀請族人介紹聚落歷史及文化 <p>四、學科概念世界觀的形成</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識考古研究方法：計畫設定、調查與發掘 2. 認識考古證據範疇 3. 認識考古材料的形成過程與背景 4. 認識遺址形成研究途徑與案例 5. 認識考古田野發掘方法 6. 認識考古紀錄、分析與分類 <p>五、生活文化世界觀與學科概念世界觀的對話與連結</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 了解考古學與原住民族合作案例 2. 了解排灣族舊社考古概況：以老七佳為例 3. 體驗舊社遺址發掘與紀錄 4. 從考古學角度認識老七佳聚落的建構 5. 探究考古研究對當代部落的影響

參考文獻

- 牟中原、汪幼絨，1996。〈原住民教育改革報告書〉。臺北市：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〉。2017 年 8 月 20 日下載，取自

<https://www.most.gov.tw/sci/ch/list?m>

- enu_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〉。2017 年 8 月 20 日下載，取自 http://www.isu.edu.tw/upload/223/-1/news/postfile_57743.pdf
- 朱志強，2014。〈以 IKSPPOE 模式提昇排灣族國小學童自然科學學習成效之行動研究〉。國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文，未出版，屏東市。
- 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，臺東市。
- 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，臺北市。
- 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學習興趣之探究〉，《科學教育》2，73-91。
- 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。
- 周惠民、施正鋒，2011。〈我國原住民族教育之回顧與展望〉，見溫明麗（編）《我國百年教育—回顧與展望》。新北市：國家教育研究院。
- 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〉見邱美虹（編）《臺灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會》。臺北市：高等教育。
- 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。
- 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。〈以文化一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。
- 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。
- 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〉。2017 年 8 月 18 日

- 下載，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>
- 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〉。見邱美虹（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。
- 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。2017 年 7 月 26 日下載，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〉，見於胡金倫（編）《原民狩獵的倫理省思》。臺北市：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》。臺北市：行政院原住民族委員會。
- 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。
- 郭玉婷、譚光鼎，2002。〈泰雅族青少年學習式態之探討〉，《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。
- 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。
- 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〉。見邱美虹（編）《臺灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會》。臺北市：高等教育。
- 教育部，2016a。〈大專校院概況統計〉。教育部統計處。2017 年 7 月 15 日下載，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。2017 年 7 月 15 日下載，取自 http://www.edu.tw/News_Content.aspx?n=829446EED325AD02&s=0CE75B8E351BA603
- 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〉。2017 年 8 月 5 日下載，取自

- <https://twsf.ntsec.gov.tw/Article.aspx?a=40&lang=1&p=1>
- 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。
- 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。
- 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. 1997. "Multicultural Education: Characteristics and Goals", pp. 3-31 in James A. Banks, and Cherry A. McGee Banks (eds.), *Multicultural Education: Issues and Perspective, 3rd ed.* Boston: Allyn & Bacon.
- Banks, J. A. 1999. *An Introduction to Multicultural Education (2nd ed.)*. Boston: Allyn and Bacon.
- Banks, J. A. & Banks, C. A. M. 2001 *Multicultural education: Issues and perspectives (4th ed.)*. New York: John Wiley and Sons.
- 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.
- Freire, P. (方永泉譯)，2003。《受壓迫者教育學》(*Pedagogy of the oppressed 30th Anniversary Edition*)。臺北市：巨流。
- 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.

科學學習生態系統取向之原住民族 永續發展教育課程、推廣與評量模式

謝百淇¹、顏瓊芬²

¹ 國立中山大學教育研究所教授

² 靜宜大學生態人文學系終身特聘教授

【 摘 要 】

本計畫以「MUSIC 科學學習生態系統」的觀點整合博物館/文物館、大學、學校及原住民社區的資源，共同推展永續發展課程、推廣與評量，以臺灣南部的一個魯凱族原住民族社區（IC）和小學（S）為研究場域，透過大學（U）的主動連結和協調，將大學資源和博物館/文物館資源（M）帶入社區和小學。本研究的三大研究目的為：1）整合「U 大學」和「IC 原住民族社區」資源，以紮根理論的方式訪談數位 75 歲左右的魯凱族耆老，勾勒出霧台地區魯凱族傳統生態和永續知識，研究結果作為後續永續發展教育開發的參考。2）整合「U 大學」、「S 學校」、「IC 原住民族社區」資源，以地方本位教育理論將地方耆老的永續發展智慧融入學校課程，共同發展「地方本位之永續發展教育課程」。3）整合「M 博物館」、「U 大學」、「S 學校」、「IC 原住民族社區」資源，與博物館和文物館建立合作關係，舉辦「魯凱漁你相遇」特展，內容呈現魯凱族人的漁撈智慧以及當地溪流原生淡水魚種，最後師生沿著溪流到離島，與四間巡迴推廣國小分享「魯凱族淡水魚行動展示箱」。本研究的永續發展教育包含課程、教材、推廣、展示、師資培育、紀錄片等方式。

關鍵詞：科學學習生態系統、永續發展教育、傳統生態知識、行動展示、博物館、魯凱族

壹、前言

「MUSIC」計畫所代表的博物館、大學、學校和原住民社區 (museum, university, school, and indigenous community) 透過合作關係，建立起以人與自己、人與他人、人與部落、人與自然、人與萬物作為研究的創發源流。藉此，基於原住民族生生不息的永續生態觀，將融入部落耆老的在地知識和自然生態的永續環境，進而產出呼應當地文化、結合在地資源的永續發展教育。

目前全球各地已將教育導向永續發展的方向，致力於使社會各階層都能有環境與發展認知，其中強調原住民文化中的智慧是措施之一；而國內已有針對原住民族學生在永續發展教育上的推廣策略（行政院國家永續發展委員會，2016）。為了促進國內族群的融合、尊重及關懷弱勢種族的發展議題，減少衝突及剝削與殘害少數族群之文化資源，在原住民族學校，課程已與環境教育、防災教育等重大議題的結合，顯示永續發展教育已陸續深耕於原住民族學生中。

本計畫以國內的原住民族為主要研究對象，以強調原住民族永續發展的知識體系，讓永續發展議題能在原住民族的教育中深根。針對原住民族學校實行文化回應之永續發展課程，是為了讓永續發展的理念，可以落實在原住民族學生原生居住的環境，用原住民族與自然生態共生共融的文化觀點思考如何永續經營在地的文化與環境。

貳、以「永續發展教育」為主軸的「科學學習生態系統」

一、永續發展教育 (Education for Sustainable Development, ESD)

永續發展是 1980 年首度在「世界自然保育方略」提出，之後 2002 年聯合國提出「永續發展教育十年計畫」提倡永續發展教育必須考量永續性在環境、社會文化和經濟的三個面向，故永續發展教育是為了培養人民對社會之經濟、生態與公義的長遠未來進行決策的能力，而經由教育過程，達到環境、社會及經濟的永續發展。現今社會民眾面對許多對發展模式與生活型態抱持不同價值觀所產生的爭議議題時，應培養批判思考與對未來的思考，自我檢視與分辨「無法持續」與「可能持續」的人類發展模式與生活型態。永續發展教育在教學上應強調：與實際生活脈絡連結、課程與影響未來的爭議性議題連結、協助學生發展批判思考、未來思考與問題解決能力、融入跨領域的內容在正式課程中實施（詹志禹、陳玉樺，2011）。

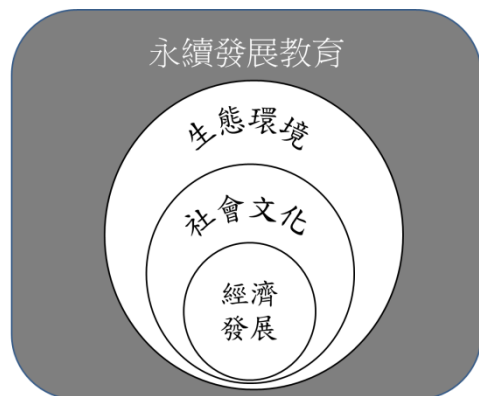


圖 1 生態環境、社會文化和經濟發展之間的關係 (USDA, 2011)

本計畫採用圖 1 之永續發展教育模式，主要說明生態環境是永續性的重要基礎，因為環境提供任何其他方式都無法獲得的自然利益，沒有生態環境就沒有空氣、水、食物、能源和原料，人類社會就不可能存在。經濟發展取決於人與社會的互動，而永續的核心概念是自然資源是不可替代的，整個經濟依賴於社會，而社會完全依賴於環境，故社會文化、經濟發展和生態環境之間是相互依存的关系（USDA, 2011）。沒有任何一個經濟發展模式，可以在環境資源受到破壞、缺乏正義的社會中長久持續發展，惟有善用及保有地球重要資源，公平善待社會上的每個人，平均分配經濟發展成果，任何發展才能永續。

在自然界中經長期的互動和依存關係，大多數原住民的生活和精神與土地緊緊結合，因此保存了許多珍貴的傳統生態知識，舉凡天文、地理、動植物、農事、山林智慧、生活技藝與環境倫理。然而，百年異文化的介入，原住民文化與自然資源被迫脫離，環境被破壞，文化被矮化與扭曲，終至生計困頓、人口外流、語言與文化無以傳承，僅剩少許耆老可以從回憶中透露各社區與自然保育共生的典範。若不及時搶救與儘速重建，這類典範將完全從台灣這塊土地上消失。本計畫以經濟發展為永續發展的核心，因為在現在的整個社會結構下，部落的青年人必須到外地求職，如果部落內有提供就業、生存的機會，青年人才會回來，文化的傳承才不會有斷層。然而，要達到永續的文化傳承和經濟發

展，要在永續生態環境的條件之下，整個社區才得以達到永續發展的目標。

二、科學學習生態系統 (Science Learning Ecosystem)

生態系統是一個多層面性的系統，一個大的生態系統下包含了幾個子系統，每個系統間具互動的關係。在過去 20 年，生態系統理論已被應用在人類社區（Mahonge, 2010; McAslan, 2010），並廣泛地運用在社會科學領域，包括醫療保健、商業管理、經濟學和公共政策（McLeroy, Bibeau, Steckler, & Glanz, 1988; Hannan & Freeman, 1989; Klijn & Koppenjan, 2000; Brown & Keast, 2003; Dale, 2003; Hudson, 2004; Winch, 2012）。國外已有研究直接應用具體的分析工具和全系統方法（system-wide approaches），最初是用於社區生態學領域（Falk, 1976; Morin, 2011），現在應用於人類系統領域（Mahonge, 2010; McAslan, 2010），以及描述和分析英國科學教育整體的系統發展（Falk, Dierking, Osborne, Wenger, Dawson, & Wong, 2015），以了解組織內部和外部環境的變化情況，以及兩者間的互動關係。但國內甚少研究「科學教學」上作生態系統理論整體性的探討，大部分是在幼兒教育（簡楚瑛, 2016; 張靜文, 2004）和特殊教育（吳昆壽, 2004; 吳秀照, 2004; 鄭青青、宋明君, 2004; 顏瑞隆、張正芬, 2012）領域的研究。

國外研究指出科學學習生態系統（science learning ecosystem）是社區中制式與非制式教育機構相互連結與互動，以

及資源彼此分享和整合，形成背景脈絡，對學生的科學學習造成影響（Falk & Needham, 2011; Corin, Jones, Andre, Childers, & Stevens, 2015），在這方面目前已有量化（Falk et al., 2015）與質性（Falk, Randol, & Dierking, 2008）的相關研究，也有研究顯示將生態系統中的非制式 STEM 課後社團形式有利於學生的科學興趣培養（Falk, Staus, Dierking, Penuel, Wyld, & Bailey, 2015）；本計畫主持人的研究發現，科學學習生態系統能運用在科學教學現場，整合各組織中的資源，並發展文化回應課程和教學。為了發揮系統中

各組織的價值，創造永續經營的可能性，建議培養所有合作伙伴的協調與整合能力，和關注所有合作伙伴的自身利益，將各小組組織連結起來進而形成大組織（謝百淇、黃育真、張美珍、李馨慈，2016）。本計畫利基於本計畫主持人之前的研究，乃結合制式與非制式教育，以博物館、大學、學校、和部落（museum, university, school, and indigenous community）的資源，建立 MUSIC 合作模式，建立起整合性和永續性的「MUSIC 科學學習生態系統」，如下圖 2 所示。

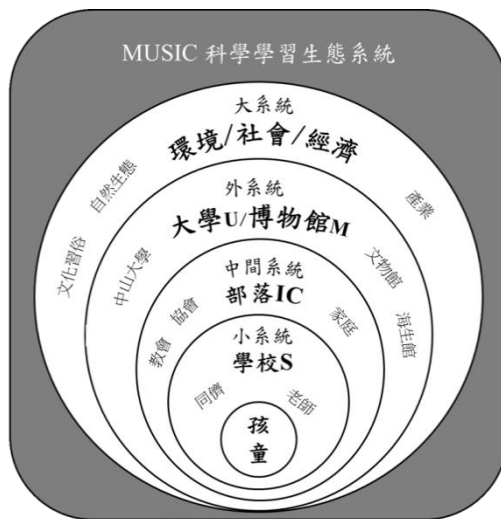


圖 2 MUSIC 科學學習生態系統（改修自 Bronfenbrenner, 1979）

Bronfenbrenner (1979) 提出的生態系統理論是描述社會環境如何對個人產生影響，以生態的觀點探討多重環境對人類行為與發展的影響，將環境一人的空間與社會距離分成數種系統。個體為核心，由內而外的系統分別是：1)小系統：個體置身其中的脈絡情境，對個體經驗有直接影

響，2)中間系統：各微系統之間所互動的關係，3)外系統：對個體有間接影響的外部環境條件，4)大系統：隱含在個體的意識型態。本計畫以學校（小系統）和部落（外系統）的資源為核心資源，向外整合科學博物館和大學（中系統）的資源，因為這些教育機構擁有許多教育資源，倘若

能建立彼此的合作模式，即可促進部落資源擴展與教育推廣 (Falk, et al., 2015)。教育資源是指任何教育活動進行所需的財政資源、物理資源、人力資源、資訊及無形資源等 (Griffin, 1990; Robbin & Coulter, 2002)。以部落中的資源為例，自然環境與傳統文化 (大系統) 這兩項資源吻合文化回應教學活動的要素，學生與自然環境本是一體的生活型態，傳統文化則是原住

民族的知識分子有義務和責任，透過教育活動傳承下去 (黃純敏, 2014)。

參、「MUSIC科學學習生態系統」

本計畫「MUSIC 科學學習生態系統」的研究場域包含博物館、大學、學校和原住民社區這四個不同類別的環境，茲就四者的自然與人文基本背景作說明，整理如表 1 所示。

表 1 「MUSIC 科學學習生態系統」之研究場域的介紹

類 別	介 紹
博物館 (M)	距離學校最近且以海洋生物為主的博物館。
文物館 (M)	位於原住民社區中，以收集和展示魯凱族文物為目的。
大學 (U)	領域以原住民族、科學教育、課程評量、師資培育。
學校 (S)	臺灣南部山區、偏鄉，學生約百人，師生族群多元，主要為魯凱族群。
原住民社區 (IC)	臺灣南部屬山區，主要為魯凱族群。

本計畫以「MUSIC 科學學習生態系統」的觀點整合博物館、大學、學校及原住民社區的資源，共同發展和進行永續發展課程教學，主要研究目的為：

1. 整合「U 大學」和「IC 原住民社區」資源，共建在地部落的永續發展知識體系。
2. 整合「U 大學」、「S 學校」、「IC 原住民社區」資源，共同發展「地方本位之永續發展教育課程」。
3. 整合「M 博物館」、「U 大學」、「S 學校」、「IC 原住民社區」資源，共同發展「魯凱族行動展示課程」。

肆、研究結果

一、整合「U 大學」和「IC 原住民社區」資源，共建在地部落的永續發展知識體系

本計畫的研究場域位於臺灣中央山脈南端，地處高山與水源之處，族人世代居住於此，累積的傳統生態知識 (traditional ecological knowledge, 簡稱 TEK) 牽引著部落的族人與自然和諧共存。本研究團隊以滾雪球的方式，接洽了數位 75 歲左右的魯凱族耆老進行深入訪談，並以紮根理論的分析方法勾勒出當地魯凱族的傳統生態知識。從觀察記錄、影片、錄音以及訪談的資料中，初步整理出對於傳統水資源五個重要的概念：

calakebe 一般用水制度、*drakerale* 特殊用水制度、*twalrisiane* 禁忌文化、*drapulu* 魚藤捕魚制度與一般俗民文化。研究結果能提供在地原住民學校進行環境教育課程的參考，以及對於族群內部支援傳統生態知識活化的支持力量。

本計畫依紮根理論的途徑收集魯凱族傳統生態知識，並進行受訪參與者的抽樣對象。研究對象經數個部落關係人的介紹，連繫到了五位部落耆老與長者進行訪談，並隨著初步資料的分析與相關問題的浮現，持續著進行抽樣訪談，直至概念釐清與形成互為對應與支持的理論架構為止。本研究共進行 17 次訪談、回訪與參與觀察等的資料收集工作。另，本研究為讓受訪者使用熟悉的語言，並防止因跨文化溝通過程中為遷就研究者語言而感到壓力與緊張與限制了受訪者所要分享的傳統生態知識，本團隊鼓勵受訪者使用族語或最為熟悉的母語作為受訪時的語言，為此本團隊邀請二位部落相關文化工作者協助訪談的口譯工作。訪談前後或過程中，因與口譯者另有非正式的談話，本研究認為該者亦可視為本資料收集的重要來源。

在進行傳統生態知識的收集時，為掌握在地文化、全觀見解、厚實描述的取向（楊孟麗、謝水南，2013），以影像紀錄為最佳的實行方式。原住民族部落生活有其獨特流傳知識的溝通方式，部落耆老擅長口述方式和年輕一輩的族人傳承生命經驗，另有一部分則是身體力行，不斷地在部落中實踐個人維持永續發展的生活方式。影像紀錄能真實的呈現原住民族與土

地親密的文化連結，這種連結是屬於在地化的知識系統，需要事先規劃及設備完善的方式做記錄。再者，影像紀錄對於教學使用上能清楚明瞭，又能吸引學生目光，將文化豐富的面貌導入永續發展教育的內容，建立有深度和厚度的文化課程裡。

本計畫依循紮根理論，從收集的研究資料中分析出有意義內涵，並從資料中建構理論（Streubert-Spezial & Carpenter, 2003）。在進行正式訪談前均向受訪者告知本訪談的目的、內容，並在受訪者完全瞭解之下再徑行詢問受訪者的同意後始得開始進行訪談。受訪地點以受訪者建議的地點作為訪談場所。本研究使用廣泛開放的語句去收集受訪者對傳統生態知識中的現象或事件提出認知、情意等回應，並預備半結構式的訪談大綱，協助受訪者回憶與脈絡化訪談時的語境，於談話之中也適時的提出問題與深探對話內容。在分析傳統生態知識的面訪資料的過程中，不斷提出相關問題與深化訪談大綱，並多次進行回訪。

本計畫以臺灣南部某魯凱族之傳統水資源知識為主題，針對部落耆老的訪談資料進行開放編碼後，共產出 69 筆開放編碼，歸納後先產出四大群組：*calakebe* 一般用水制度、*drakerale* 特殊用水制度、*twalrisiane* 禁忌文化與 *drapulu* 魚藤捕魚制度。

（一）*calakebe* 一般用水制度

calakebe 是傳統魯凱族部落族人取水、用水很重要的區域處，其水的來源於地下湧出的泉水（伏流水）。族人為善用該水資源，便於部落附近有伏流水湧出地

面處予以石頭、石板等石材堆砌成槽，以方便部落族平常取水與用水。*calakebe* 依湧出的水量為區分，分為主要的 *calakebe* 和一般的 *calakebe*。另相較於一般的 *calakebe*，主要的 *calakebe* 為常年不乾涸的一般生活取水處。在取水量的差異上，一般生活中所需水量較大時，則往主要的 *carekebe* 取水，而一般 *calakebe* 則供平日生活所需使用水。在傳統部落中族人欲進行祭拜或相關祭儀時，或部落遇共同性事務使然，所需之用水則取自主要 *calakebe*。有關 *calakebe* 的取水和用水在部落中的規範與制度，如族人不可直接於 *calakebe* 槽中清洗衣服與清洗身體，必須以盛水工具將水勺出之後，另他處進行清洗工作。另有關 *calakebe* 處的清掃與清潔工作則為每位族人的責任，凡遇土崩毀壞 *calakebe* 或遇枯葉或垃圾堆積於水槽內時，部落每一位族人則有義務和自動自發地進行重建與清掃的工作。而每當部落族人取水時，不得爭先恐後，並按先來後到的精神依序取水。部落中所有的 *calakebe* 非為個人或個體家戶所有，*calakebe* 為部落公共財。

(二)*drakerale* 特殊用水制度

drakerale 為大河旁自山處流下的水澗，為外地事農或狩獵的族人主要取水和用水的地方。另，*drakerale* 為部落備用取水之處，倘若部落中的 *calakebe* 已乾涸，族人則往 *drakerale* 取水。*drakerale* 取用水的制度如同 *calakebe* 一般。惟不同在族人不得於 *drakerale* 清洗穀物，其主要用意為防止清洗過後的殼渣流入主要河川中，以及可能帶給下流部落用水的污染。

(三)*twalrisiane* 禁忌文化

twalrisiane 為魯凱族部落內很重要的信仰核心概念，一般稱之為禁忌，部落族人稱之為「會導致毀滅的行為」。魯凱族人相信萬物皆有靈，部落世界觀認為自然界中，存在著各式的靈與超自然的力量。靈分為善與惡，凡有違 *twalrisiane* 的規約，則將受惡靈報復或導致生命的失去。善靈則居住於家屋內，如祖先的靈。對於水資源的使用，部落族人針對不同區域的水域有著不同的 *twalrisiane* 的傳說與規範。如水源區就禁止族人進入或規定族人必須按長者的規範經過。另，*twalrisiane* 亦發揮著部落保護水資源的功能，如不得污染河水、湖水的水質，若有違者則遭不可抗力的身體損害或致全族人的災難情事。

(四)*drapulu* 魚藤捕魚制度

對於河川水資源利用的規範，主要表現在 *drapulu* 魚藤捕魚制度上，傳統魯凱族人對於河川的利用並不頻繁，惟 *drapulu* 魚藤捕魚因涉及上下流部落的用水安全，所以在河撈規範上顯為特別嚴謹。其具體規範如：魚藤捕魚非為常態性活動、為全族部落的共同性活動，所釋放於河中的魚藤必須經耆老或有經驗者估量後才得以執行、魚藤捕魚不得抓取幼魚，亦不得超量捕撈。

二、整合「U大學」、「S學校」、「IC原住民社區」資源，共同發展「地方本位之永續發展教育課程」

此部份之研究目的是建構課程與評量設計架構之理論模型，在課程開發的過程中每一個步驟都至關重要。因此本研究

透過不定期召開的課程評量開發會議、課程進行結束後之檢討會議的錄音檔案做為主要資料來源。然而，雖然主要的課程與評量開發決策都是在這些正式會議中達成決議，但是非正式會議或討論的結果或共識，在課程與評量的開發過程中也是相當重要的歷程，因此也會透過通訊軟體的通訊紀錄，做為輔助性資料，以強化並補足會議資料的不足。

在課程方面，採用謝百洪、黃育真、張美珍、李馨慈（2016）所提出的文化回應課程之發展與實施模式進行分析，該模式將文化回應課程之發展與實施分為四個部分，詳細說明如下：(1)時程安排與

探勘，(2)人員確認與規劃，(3)共同發展課程，(4)課程實施與反思。在評量部份，則是採用 Hood、Hopson 與 Kirkhart(2015)所提出的文化回應評量九步驟為主要架構進行分析，具體九個步驟如下：(1)準備評量，(2)召集利害關係人，(3)確定評量目的，(4)建構正確的問題，(5)設計評量，(6)選擇、調整評量工具，(7)收集資料，(8)分析資料，(9)分享、使用結果。

本研究與合作學校確定合作關係之後，規劃全年度的地方本位永續發展教育課程，透過共同備課研習及協同教學，達到教師專業能力的成長，下圖 3 所示。

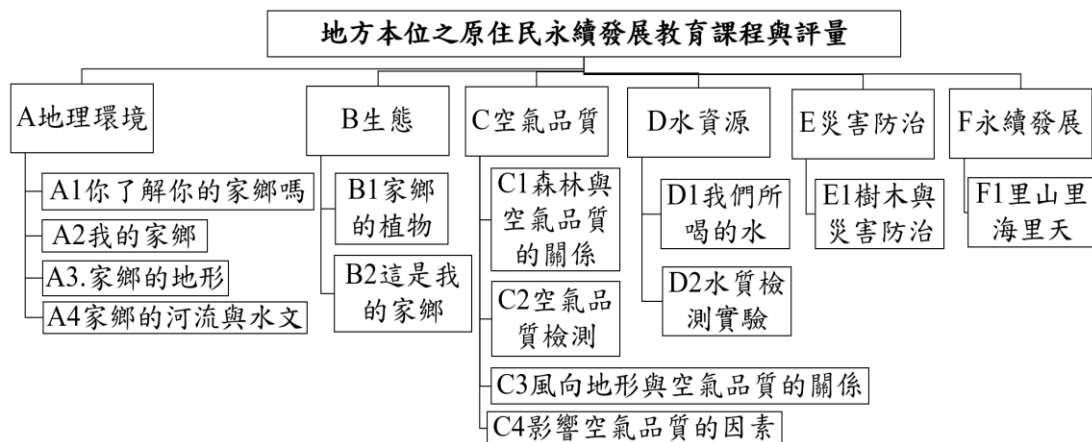


圖 3 地方本位之原住民永續發展教育課程與評量

本研究發現，在發展地方本位之原住民永續發展教育課程與評量時，由於需要透過地方傳統生態知識融入在課程之中，因此在課程發展之初對於地方傳統生態知識的探勘過程相當重要，運用在地社區與環境作為起點，強調實作與真實世界的體驗（Sobel, 2004），才能使學生可以

真正的體會到地方本位的意義，透過耆老的知識以及探查周遭自然與人為環境，除了可以學習與當地相關的知識之外，也能提升學生對於地方的認同與情感（Smith, 2002）。除此之外，這樣的課程設計方式也呼應了重視情境的自然模式，透過課程發展的過程中不斷動態修正，進行實驗式

的課程設計（黃光雄、楊龍立，2012）。

本研究亦修正了謝百淇、黃育真、張美珍、李馨慈（2016）所提出的文化回應課程之發展與實施模式，原本是單向的線性模式，修正為各階段不斷交替出現的循環模式。此外，在評量方面，修正 Hood、Hopson 與 Kirkhart（2015）所提出的文化回應評量九步驟，發現並非每一次的循環都會回到原點，而是有可能會略過評量發展之初的兩個步驟，直接從第三步驟啟動循環。在完成兩個模式的修正之後，本研究更進一步將課程與評量模式進行整合，形成地方本位課程與評量之統整模式，提供未來在進行地方本位教育課程與評量設計時的參考。

建議未來進行地方本位教育課程與評量設計時，要先進行完整的傳統生態知識探勘。此外，根據研究結果發現，進行地方本位課程與評量發展時，整個地方本位教育課程與評量的發展與實施過程，是動態循環的模式，在每一節課進行前中後都要進行充分的討論與反思，而非過去所理解的從學期初完成課程準備後，再次進行課程討論就已經是學期末了。如此一來，課程與評量內容才能更加貼近學生所生活的地方，也能針對學生在課程中所遇到的問題進行動態調整與修正，以提升學生在學習過程中的學習動機與學習成效。

三、整合「M 博物館」、「U 大學」、「S 學校」、「IC 原住民族社區」資源，共同發展「魯凱族行動展示課程」

本計畫將以「連結」為目的，整合博物館（museum）具非制式教育特色的活動

設計經驗、與大學（university）的跨領域研究資源、學校（school）的制式課程與社區（community）的自然環境和傳統文化，建立了 MUSIC 合作關係，共同發展和實施永續發展教育課程。MUSIC 教育資源進入偏鄉原住民部落小學、進行社區溪流上游生態及淡水魚自然資源調查、訪問部落耆老傳統漁撈方式與漁具製作如方法、並與學校協同教學進行課程設計，運用海生館行動展示箱模組設計出融入魯凱族傳統生態知識之「地方本位淡水魚行動展示箱」並向中下游、濱海、離島之海洋學校進行里山里海環境教育推廣行動評估學生地方感與永續發展素養成效。

首先聯合博物館（museum, M）、大學（university, U）、學校（school, S）與原住民族社區（indigenous community, IC）的 MUSIC 教育關鍵人物，共同設計小學高年級的 STEAM 展示課程，融入學校之跨領域藝術、自然科學、民族教育與環境教育課程，強調「里山里海」的永續發展教育理念；其次進行相關溪流環境及民族文化的教學與評量，經由學生的學習成效分析，最後做出屬於魯凱族當地的行動展示箱；再來培訓小小解說員向中下游學校推廣特展與展示解說行動，促進學生地方感與永續發展素養成效，最後評估經過本研究之後，參與學生地方感與永續發展素養成效。整個研究流程如圖 4 研究流程圖表示。

本研究以南部某博物館開發之『台灣淡水魚的來龍去脈』行動展示箱模組為參考設計融入魯凱族傳統生態知識之「地方本位淡水魚行動展示 STEAM 課程」教

學，如下圖 5 所示。前導課程於 2019 年 4-5 月進行 4 次課程試教，教案修正後於 2019 年 9-10 月進行 6 次正式課程教學與評量，如表 2 所示。

本研究課程評量方式以訪談、課堂觀察（影片紀錄）、學習單、實作作品、檢核表等方式收集資料，如表 3 所示，並以歸納分析法，最後三角校正法進行分析。



圖 4 研究流程圖

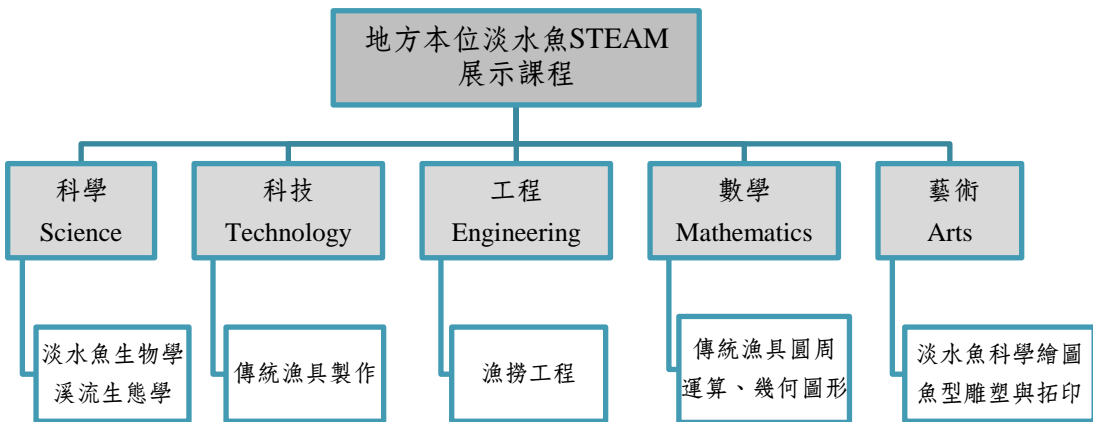


圖 5 課程架構圖

表 2 STEAM 展示課程教案執行表

課程主題	執行日期	節數	內容
D0 臺灣淡水魚的來龍去脈	2019 年 9 月 20 日	2	海生館淡水魚行動展示箱課程
D1 認識部落淡水魚	2019 年 9 月 27 日	2	認識部落溪流裡的淡水魚
D2 漁撈傳說與溪流保育	2019 年 10 月 4 日	2	傳統漁撈文化與漁具編織
D3 淡水魚雕塑與拓印	2019 年 10 月 18 日	4	淡水魚科學繪圖、泥雕與拓印
D4 部落小小解說員行動	2019 年 10 月 25 日	2	解說稿設計與解說訓練

表 3 STEAM 展示課程評量：

課程	主題內容	地方感評量		
		認知評量	情意評量	技能評量
D0	臺灣淡水魚的來龍去脈	臺灣淡水魚與溪流生態的先備知識（學習單）		
D1	認識部落淡水魚	部落淡水魚與溪流生態的知識（學習單前後測）	對家鄉的熟習度（學習單）	觀察淡水魚標本辨認種類、族名與特徵（實作評量）
D2	漁撈傳說與溪流保育	認識部落傳統漁具與漁法、生態保育知識（學習單前後測）	生物與生態保育態度（訪談）	傳統漁具編織技能（實作評量）
D3	淡水魚科學繪圖 淡水魚雕塑與拓印	D1、D2 課程延宕測試（學習單）		淡水魚科學繪圖、雕塑與圖騰創作（實作評量）
D4	部落小小解說員行動	解說知識（學習單）	解說態度（課堂觀察）	解說技巧能力表現（實作評量）

本研究總共分為四大項目，分別為課程開發、師資培育、巡迴展示與推廣、博物館特展、紀錄片，如表 4 以雙向細目表表示、圖 6~11 呈現照片紀錄、圖 12~15 呈現影片紀錄。

表 4 活動簡介

	活動項目	時間	活動參與人員
一、 課程開發	行動展示箱課程模組開發	8/2019-12/2019	課程模組 8 個 行動展示箱 2 組
	2019 魯凱學發表	11/2019	魯凱學發表論文 2 篇 魯凱學論壇與會者 30 位
二、 師資培育	海生館師資培訓（一場）	2/2020	全國海生館解說員 25 位 部落族人 7 位
	學校師資培訓 （霧台、地磨兒、載興、 海濱、白沙國小）	3/2020	在職教師 21 位
二、 巡迴展示與 推廣	小小解說特訓（五場）	3/2020	霧台國小高年級生 6 位
	學校巡迴推廣（共 16 所）	3-7/2020	十六所學校推廣師生 662 位
三、 海生館特展	「魯凱漁你相遇」特展， 展期 5 個月	7-12/2020	海生館參觀人數約 60 萬位 （依照觀光局統計估算）
四、紀錄片	展示影片、紀錄片	8/20-6/2020	活動紀錄片 3 個 特展影片 3 個

照片記錄



圖 6 行動展示箱開箱照



圖 7 魯凱學發表



圖 8 海生館師資培訓



圖 9 學校師資培訓



圖 10 霧台國小小小解說特訓

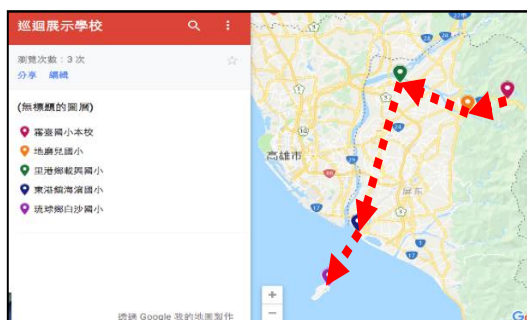


圖 11 特展巡迴展示



圖 12 海生館師資培訓-尋找河流的根



圖 13 魚藤捕魚流程



圖 14 老人家的交代-1 (紀錄片)



圖 15 竹製大型漁具 Valranga

伍、MUSIC 計畫的歷程、回顧、感想與展望

本計畫以「科學學習生態系統」的觀點整合博物館、大學、學校及原住民社區 (MUSIC) 的資源，共同推展永續發展課程、推廣與評量，以臺灣南部的一個魯凱族原住民族社區 (IC) 和小學 (S) 為研究場域，透過大學 (U) 的主動連結和協調，將大學資源和博物館資源 (M) 帶入社區和小學。本計畫在四年期間建立一個整合性、有效性和可持續性的 MUSIC 合作模式，初期以大學為啟動者，依序漸進的方式，穩定的協調和連結部落、學校與博物館之間的合作關係，最終目的為建立一套可永續經營的「科學學習生態系統」，待計畫期程結束後，四方可持續互動合作，譜出一個個餘味不絕的動人樂

章，亦是 MUSIC 計畫的核心精神。

一、傳統生態知識中的科學

從本計畫的最後一哩路回望，本計畫不僅在生態知識文本和教學設計上，因著人文的深度刻化而發展出獨特的地方本位教育模式，更重要的是，魯凱族的傳統生態知識中所蘊含的科學思想和作為，不再只是被含糊的用「迷信」等字眼來帶過，因此，當傳統科學神秘面紗被卸下的那一剎那，不但沒有澆熄在地學習者的好奇心，反之增加了他/她對自己族群的認同，而當他們帶著這個知識去和其他地區的人來交流，更鞏固了他們對位在水源地的家鄉的重要性的認知。

二、水的樂曲

位於北隘寮溪的魯凱族，他們具高度環境意識的傳統生活，在計畫進行的每一

年，都被挖掘的更深。當與在地魯凱社群有了更多的溝通和理解，關係的建立也變得更加深刻，在這樣的互動基礎上，本計畫的「科學」面貌，呈現了講究「精準」之外，一種具有「調和」的科學精神。現代科學的治學方式和不斷精進的科學儀器，讓人類能夠將許多從前可能藏在神話、儀式以及實質生活經驗中的科學，以精確又精緻的方式被展示開來。

如同「MUSIC」這些英文字母所可能排列出的各樣字彙，本計畫在不同領域朝著同一個目標時，可能擦出的火花也有數個可能性，而因著機緣，本計畫得以連結四方領域，逐漸共同譜出了一首「MUSIC」，並透過地方本位的教學模式，將這「MUSIC」傳給了魯凱族和所有關心自然資源的人們及其下一代。

「MUSIC 計畫」起於高山的水源地而終於大海，是一首以水為主調的樂曲，一首無論身在何處，都可聽懂、亦能隨著唱和的樂章，因為生靈萬物皆依水而能活著。這是一首屬於古老民族的歌，也是全體人類都存在意識裡的一首歌。

三、追溯過去、確認當下、建構未來

當計畫邁向第四年，MUSIC 夥伴逐漸凝聚共識和力量，共同為魯凱族的新生代努力，原本毫無交集的生命卻因此開展了一個全新的故事，一個新型態的社群，改變了以往學校或社區一個單打獨鬥的局面，變的更加有力量，進而促成了實驗小學的轉型。透過 MUSIC 資源的匯流，夥伴們因而都獲得了「培力」，社區和學校也發掘了建構孩子未來的力量。當我們

共同致力於發展和實踐屬於當地魯凱族的教育，這機制才能獨立於任何單一的計畫而達到永續創新的可能。

本計畫未來將持續擴展和深化 MUSIC 夥伴關係，實驗教育除了讓學生學習傳統生態知識中的 STEAM 跨領域知識，更需要讓學生可以發揮創造力和對未來的想像，提出一些看法和行動，完整建構永續發展教育的三大面向：生態環境、社會文化和經濟產業。實驗課程的發展將以魯凱族文化作為地方本位教育的開展，從一則「abulru 神話或寓言」、一首「senai 歌」或一個「kakudhane 律」開始，透過它們，原無文字的魯凱族群，紀錄並傳承他們對所處生活之空間中人事物的觀察、互動以及看法。地方耆老、學校和文物館，為本計畫中協力建構此環塊的主力。另，本計畫欲從主題相關之地方語言為切入，理解某物質在地方人群意念中的「原型」，進而試著以科學的語言來與之對話。例如魯凱族生活中運用的「tawlrishiane 禁忌」，在經過對地方視角的探索後，才有可能理解它所涉及的，即是現代所談「維護」和「使用」自然資源時的概念。藉由交錯的爬梳，「MUSIC 計畫」期待能發展出一種跨文化和跨領域的教育平台，釐出清晰的地方角度，以求全貌的大環境視野。

參考文獻

- 行政院國家永續發展委員會 (2016)。永續發展政策綱領。查詢 2017 年 01 月 20 日，檢自
http://nsdn.epa.gov.tw/Nsdn_Article_P

- age.aspx?midnb1=BB&midnb2=B4&midnb3=0&midnb4=0
- 吳秀照 (2004)。東南亞外籍女性配偶對發展遲緩子女的教養環境與主體經驗初探—從生態系統觀點及相關研究分析。《社區發展季刊》，105，159-175。
- 吳昆壽 (2004)。資優障礙學生學校生態系統研究。《特殊教育復健學報》，12，81-97。
- 張靜文 (2004)。台灣近二十年來幼兒階段親子教養研究歸類與分析—生態系統論的觀點。《兒童發展與教育創刊號》，49-68。
- 黃光雄、楊龍立。(2012)。《課程發展與設計—理念與實作(三版)》。臺北市：師大書苑。
- 黃純敏 (2014)。《轉化的力量：多元文化課程與教學研究》。臺北市：學富文化。
- 楊孟麗、謝水南 (2013)。《教育研究法：研究設計實務(第二版)》。臺北市：心理。
- 詹志禹、陳玉樺 (2011)。發揮想像力共創台灣未來—教育系統能扮演的角色。《教育資料與研究雙月刊》，100，23-52。
- 鄭青青、宋明君 (2004)。《外籍新娘及其子女教育之研究分析—生態系統論觀點》。國立嘉義大學，外籍與大陸配偶子女教育輔導研討會。
- 謝百淇、黃育真、張美珍、李馨慈 (2016)。化零為整：科學學習生態系統取向之文化回應課程。《科學教育學刊》，24 (S)，25-49。
- 簡楚瑛 (2016)。《幼兒教育課程模式》。臺北市：心理。
- 顏瑞隆、張正芬 (2012)。從生態系統理論談自閉症學生的學校適應。《特殊教育季刊》，124，11-19。
- Bronfenbrenner, U. (1979). Contexts of child rearing: Problems and prospects. *American psychologist*, 34(10), 844.
- Brown, K., & Keast, R. (2003). Citizen-government engagement: community connection through networked arrangements. *Asian Journal of Public Administration*, 25(1), 107-131.
- Corin, E. N., Jones, M. G., Andre, T., Childers, G. M., & Stevens, V. (2015). Science hobbyists: Active users of the science-learning ecosystem. *International Journal of Science Education, Part B*, 1-20.
- Dale, V. H. (2003). *Ecological modeling for resource management*. Springer Science & Business Media.
- Falk, J. H., Randol, S., & Dierking, L. D. (2008). The informal science education landscape: A preliminary investigation. *Washington, DC: Center for Advancement of Informal Science Education*.
- Falk, J. H. (1976). Energetics of a suburban lawn ecosystem. *Ecology*, 57(1), 141-150.
- Falk, J. H., & Needham, M. D. (2011). Measuring the impact of a science center on its community. *Journal of*

- Research in Science Teaching*, 48(1), 1-12.
- Falk, J. H., Dierking, L. D., Osborne, J., Wenger, M., Dawson, E., & Wong, B. (2015). Analyzing science education in the United Kingdom: Taking a system-wide approach. *Science education*, 99(1), 145-173.
- Falk, J. H., Staus, N., Dierking, L. D., Penuel, W., Wyld, J., & Bailey, D. (2015). Understanding youth STEM interest pathways within a single community: the Synergies project. *International Journal of Science Education, Part B*, 1-16.
- Griffin, R. W. (1990). *Management* (3rd ed.). Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Hannan, M. T., & Freeman, J. (1989). *Organizational ecology*. Harvard university press.
- Hood, S., Hopson, R. K., & Kirkhart, K. E. (2015). Culturally responsive evaluation. *Handbook of practical program evaluation*, 281.
- Klijn, E. H., & Koppenjan, J. F. (2000). Public management and policy networks: foundations of a network approach to governance. *Public Management an International Journal of Research and Theory*, 2(2), 135-158.
- Mahonge, C. (2010). *Co-managing complex social-ecological systems in Tanzania: the case of Lake Jipe wetland* (Vol. 2). Wageningen Academic Publishers.
- McAslan, A. (2010). The concept of resilience: Understanding its origins, meaning and utility. *Adelaide: Torrens Resilience Institute, 1*.
- McLeroy, K. R., Bibeau, D., Steckler, A., & Glanz, K. (1988). An ecological perspective on health promotion programs. *Health education quarterly*, 15(4), 351-377.
- Morin, C. (2011). Neuromarketing: the new science of consumer behavior. *Society*, 48(2), 131-135.
- Robbins, S. P. T. & Coulter, M. (2002). *Management* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, p.231.
- Smith, G. A. (2002). Place-based education: Learning to be where we are. *Phi Delta Kappan*, 83(8), 584-594.
- Sobel, D. (2004). Place-based education. *Connecting Classrooms & Communities, The Orion Society, Great Barrington, MA*.
- U.S. Department of Agriculture. (2011) National Report on Sustainable Forests-2010. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture.
- Winch, C. (2012). For philosophy of education in teacher education. *Oxford Review of Education*, 38(3), 305-322.

繪本教學融入原鄉幼兒數學概念學習之 實踐與省思*

胡美智

慈濟學校財團法人慈濟大學兒童發展與家庭教育學系助理教授

【摘要】

原鄉學童普遍有學習成就落後的情形，其中數學的學習落後狀況，更令人關注。因此，探究原鄉學童數學學習落後的因素，進而提出具體教學策略與協助方案，成為大學師培機構與教學現場實務工作者所共同關注的議題。繪本為提供幼兒學習數學的重要媒介，透過繪本故事內容、插圖及幼兒熟悉的語言，可以協助兒童學習早期數學相關的概念與技巧。本研究主要於 107 學年度上學期期初，進行焦點團體座談，由於大學任教的研究者邀請大、中、小班共 16 位現職原鄉幼兒園之教保員做為研究參與者，藉以瞭解幼兒園運用繪本於原住民幼兒數學概念能力提升的運作機制及可能問題。本研究結果顯示（一）許多坊間市售繪本已經有不少巧妙融入學前數學概念的創作題材，所以原鄉教保員認為透過繪本進行數學概念教學是可行且重要的議題。（二）原鄉地區教學具原住民族群學習的文化特殊性，但目前的學前教育現場缺乏適切且具文化脈絡的數學繪本資源。（三）原鄉教保員普遍反應自己對於學數學概念之教與學理解有限，過去也較少思考如何以文化回應的方式進行幼兒數學概念的課程設計。基於上述研究結果，研究者針對後續研究之設計提出相關些許的省思與建議。

關鍵詞：大魯閣族、繪本、數學概念、原鄉、幼兒

* 繪本教學融入原鄉幼兒數學概念學習之實踐與省思，中華家政學刊，第六十八期，109 年 12 月，頁 39-47。

壹、緒論

一、研究動機

原鄉學齡兒童學習落後現象已廣為學界所揭示，其中數學成就的低落更是明顯。過去的研究顯示臺灣偏鄉原住民部落兒童，大多生活於社會經濟及文化較弱勢的地區，以致家庭往往無法提供子女良好的發展與學習環。相對於大都會地區的原住民學齡兒童之數學領域表現，明顯較為低落（郭李宗文、吳佩芬，2011；謝百亮，2014；黃志賢，2006；黃志賢、林福來，2008；蘇船利，2006）。楊肅棟（2001）比較臺東兩間國小學童的數學成績，發現原住民比非原住民低了九分之多。黃德祥（2007）則發現臺北縣國小高年級原住民學童數學成就比非原住民學生明顯較低，甚至也比新住民子女低；且原住民學童在解應用題時普遍有困難，少有學童能進行抽象的運算。

學者專家認為原鄉學齡兒童數學學習表現不佳，可能主要有以下二個原因。第一個原因可能是現行國小數學教材普遍缺乏族群文化的意涵，國小教師教學方法也未能進行適度的調整，造成原鄉兒童學習困難；原因之二，可能為學童個人因素，例如：原鄉兒童的整體語文能力較低，日常使用的詞彙較少、課堂上聽不懂老師的指示、或看不懂教科書文本等（郭李宗文、吳佩芳，2011；黃志賢、林福來，2008；黃德祥，2007；熊同鑫，2013）。Clements 和 Sarama（2011：970）提出學齡前的數學能力可以預測未來學校學習成就，數學是幼兒認知學習的基礎。若是

幼兒來自學習資源較缺乏的社區，若能透過有系統、以研究為基礎的數學介入活動，可提供幼兒數字、空間、幾何、測量和數學過程思考的基礎經驗。

本研究的協同幼兒園位居臺灣東部，家長與幼兒大多以太魯閣族群為主。幼兒園的前身為因應農忙時期於各部落所成立的社區式托兒所（內政部，1981），2011年起歷經幼托整合後，本研究場域逐步改善外在硬體設備與人員相關學經歷的要求後，正式改制為鄉立幼兒園，共有一個主園及四個分班，位居鄉內不同的部落。101學年度起透過教育部專業輔導的介入，開始自編太魯閣族群之在地文化回應課程。如同《幼兒園教保活動課程大綱》（2017）所言，鄉立幼兒園的教保員一致認同幼兒園應該如同外在社會一樣，進行相關幼兒園課程設計時，需考量提供幼兒內容豐富且具多元文化意涵的學習素材。

此外，教保員體認各種文化的價值與重要，進而嘗試提供幼兒多元的機會，從認識自己的族群文化出發，進而幫助幼兒學習彼此包容、尊重各族群文化。因此，依多位研究者的觀點（姚如芬，2014；紀惠英、劉錫麒，2000；黃德祥，2007），教保員在進行幼兒園課程設計與教材使用，都應考量原住民學童偏好動態、活動性的課程特性。而本研究在大、中、小三個年齡層的課程設計，也都會以太魯閣族文化議題出發，並參考《幼兒園教保活動課程大綱》的六大領域的課程目標與學習指標，並搭配學習區文化素材的融入規劃，進行統整性課程的設計。

2016年起本研究場域的大班配合每年十月份鄉公所所舉辦的「感恩祭」，由教保員帶領大班幼兒從看見族服的存在，再進行太魯閣族服之探究；中班則從認識老人家所種植的野菜，進而在幼兒園的菜園內，自己學習種植原住民常見的蔬菜，並在種植的歷程中，學習觀察與紀錄農作物成長歷程；剛入學的小班新生則從認識自己出發，進而學習瞭解太魯閣族族群文化的基本意涵，並以成為勇敢的小小Truku為主要學習目標。此外，太魯閣族幼兒園文化課程設計，還會參考鄉公所於2013年、2014年與2016年所出版的二套文化繪本。另外，配合族服、種植與自我的等主題課程，教保員們也會嘗試使用市售的繪本，將與衣服、種植、自我認識等相關的繪本資源置於教室內的主題區或語文區。

二、研究目的

基於上述，本研究之目的如下：

- (一)探究如何使用繪本提升原鄉幼兒數學概念的學習。
- (二)探討原鄉幼兒園教保員進行數學概念教學的可行性與侷限性。
- (三)依據研究結果對日後相關原鄉幼兒園文化回應教學提出建議。

貳、文獻探討

一、原鄉數學學習現況

郭李宗文與吳佩芳(2011)曾邀請四位原住民地區小學數學教師在兩年中進行3-4次訪談，主要是為了進一步瞭解原住民學童學習數學時所遭遇的困難，用以

理解原住民學童數學學習困難可能的因素。研究結果發現，由於原鄉學童大多來自於隔代教養家庭，或是父母教育程度不高，家庭中的成人幾乎無力監督或協助學童的課業學習；另為學童個人因素，包括生病、發展遲緩、情緒、或語文能力（詞彙很少、聽不懂、或看不懂）、學習態度等，均影響其數學表現。其中原鄉兒童的語文能力，從華文詞彙很少、聽不懂老師指令、或看不懂數學題目等，都與幼兒的閱讀理解能力相關。此外，學童數學素養的建立主要強調能從解決生活中的數學問題，進而對於數學現象進行探究，因此Mullis和Martin(2013)主張閱讀能力是學習數學的重要基礎能力，數學素養則可幫助學童理解和詮釋數學提問或圖表紀錄等議題。

此外，近來許多學者開始注意到當代課程教材大多以主流文化觀點進行設計，並未或根本上很少去貼近原鄉學童的生活經驗與族群文化、且教學者較少配合原鄉學童理解的方式，進行課程說明之調整。並因課堂上課時間的限制與課程進度的壓力，很少採用對學童可能有助益的操作性教具，或者使用較多抽象式的宣講，都是不利於原住民學童數學學習的重要因素(郭李宗文、吳佩芳，2011)。特別是原鄉兒童對主流符碼認識與操作能力的的不熟練，也是導致其數學能力表現較差的可能原因，再加上他們的詞彙較少、聽不懂老師的指示、或看不懂文本，都可能會影響學習者的整體學業表現(郭李宗文、吳佩芳，2011；黃志賢、林福來，2008；黃德祥，2007；熊同鑫，2013)。為改善

前述問題的策略之一，為課堂教材可以融入原住民族文化，使其貼近學童生活經驗，拉近學習內容與學習者文化背景的距離。唯國內原住民族數學教材仍相當匱乏，還需要學界與實務界共同投入發展（姚如芬，2014）。

二、臺灣地區早期數學學習的現況

2002 年全美幼教協會（National Association for the Education of Young Children, NAEYC）及美國數學教師協會（National Council of Teachers of Mathematics, NCTM）共同提出一個聯合聲明，主張為了提升幼兒早期數學學習的品質，學前教師應該幫助幼兒建立未來進入學齡階段數學學習的基礎，幼兒園需提供有效且以研究為基礎的數學課程與教學。相對於學齡階段數學為正式學科內容，臺灣目前幼兒園階段的早期數學學習大都採取統整課程或融入遊戲的方式進行。

教育部（2017）於「幼兒園教保活動課程大綱」指出透過感官、工具測量及紀錄等步驟「蒐集訊息」，並利用歸類、分類、比較等方式「整理訊息」，進而發現探究性的問題，再來「解決問題」。幼兒可在新、舊經驗循環中，逐漸建構認知領域的相關能力。以「生活環境中的數學」而言，幼兒園每一天的課程都提供幼兒蒐集和整理「生活環境中的數學」的相關訊息，最後能與他們合作，解決生活環境中的問題」。當幼兒園每一天的生活都是學習的主體，幼兒所屬家庭的文化，理應成為每一天數學課程發展的起點。「幼兒園課程與教學品質評估表」針對數學區提出

的定義為「提供多元教具與玩具，規劃引發幼兒探索與運算、測量、圖形空間、邏輯關係的學習環境」。其學習類別共有「數與運算、圖形空間（幾何）、邏輯關係（代數）、測量、資料分析與機率」等五項。此外、學齡前幼兒可以於學習區內學習問題解決、推理與證明、溝通、連結、表徵等能力（教育部，2020）。

而幼兒時期的數學能力，可以預測他們進入國小到高中階段後的數學與閱讀相關成就（Aunio & Niemivirta, 2010; U.S. Department of Education），因此原住民孩子早期的數學落後現象也就不可小覷了。參考 Brandt 與 Chernoff（2014）提出以文化為基礎的數學教育，應該更積極融入數學教室內的課程活動。所以對於原住民文化地區的學校數學教育而言，原住民族的數學（ethnomathematics）教學取向在於將學校的數學和學生的日常生活與社會文化有更多的相關性。如同高傳正、徐敏琪、高昱昕、李湘凌（2016）的研究發現，雖然原住民幼兒在「計數與基數」、「數的合成與分解」、「心算」、「讀寫數字」等數學能力上，表現不佳。但幼兒園教師可以將數學概念的學習與「遊戲」、「大肢體活動」及「可操作性」等有趣的數學學習形式進行結合，再搭配有系統的教具於學習區引導後，原住民幼兒在數學能力的表現上都有明顯的進步。所以，如何從原鄉地區幼兒園課程設計的源頭，建立幼兒數學素養與閱讀興趣，以提升原住民幼兒數學的學習成果乃成為本研究探究的起點。

三、民族數學概念融入幼兒繪本教與學的現況

Ocal 和 Isik (2017: 930) 提出幼兒園老師可以積極擔任提升幼兒數學學習的角色與責任。從提供安全的幼兒園環境開始做起，進而提供幼兒顏色豐富的數學素材，再經過老師有技巧的指導，考量不同幼兒的年紀和個別差異，將幼兒階段的數學活動變得生動且有趣。Rosa 和 Orey (2011) 的研究則指出，透過文化和個人經驗來教導數學，除了可以幫助學童認識自己所屬族群文化、社會與環境的相關議題，也能幫助他們更成功地掌握數學學科的學習。因此，實踐民族數學的教學內涵，旨在整體提升學生的教育品質，也期待傳授學生有關自己的族群獨特的文化知識、技能和態度，進而發展學生的智力、社會、情緒和政治觀點的可能性。Ahlskog-Björkman 和 Björklund (2017: 169) 進而強調學前教育課程取向應該以社會文化為背景，所以，學齡前幼兒日常生活環境中所蘊含的族群傳統、規範和價值都值得幼兒學習。

Schiro (1997) 提出繪本可提供幼兒學習數學的重要媒介，透過繪本故事內容、插圖及幼兒熟悉的語言，可以協助兒童學習早期數學相關的概念與技巧。例如閱讀繪本過程中解決問題的歷程，可幫助幼兒學習推理與思考。江淑卿與潘於君 (2010) 以原住民族文化經驗為基礎，將相關學習概念融入圖畫書，進而發展科學探究繪本教學。結果顯示當以六個教學階段（活化、探索、解釋、導讀、精緻化、及評量）介入後，對大班與小二的科學概

念（包括作用力與反作用力、摩擦力）有明顯改變的效果；對照組僅進行圖畫書導讀，則有助於摩擦力概念學習。

承上所述，教育現場雖然已釐清數學概念繪本對於數學教育的重要性，也理解如同 Hyde (2006) 所言，教師其實是繪本教學的主要角色，無論從數學繪本的選擇開始，或是帶動學童與文本以及相關情境進行互動，教師即開始為幼兒建立鷹架，透過提問讓幼兒可以練習預測與澄清數學概念。這樣的繪本閱讀活動，已經開始幫助學童將數學與真實生活進行連結。然透過相關文獻發現，幼教工作者對於進行數學教與學，從知識、信念到教學，常常不太具有信心 (Youmans, Coombs, & Colgan, 2018)。吳楸椒與張宇樑 (2018) 更主張無論是職前或是在職幼教老師其實對於數學領域課程與教學並不熟悉，且感到畏懼與害怕。

參、研究方法

一、研究對象

本研究以 16 位臺灣東部太魯閣族教保員為主要研究參與者。過去有關原住民幼兒教育的研究大多以泰雅族、阿美族及排灣族為主，可能由於太魯閣族一直到 2004 年才完成正名，所以各級學校對此族群的文化回應課程非常少見，幼兒園階段更是缺乏。本研究主要運用社群焦點團體座談的方式，分別邀集大、中、小班共 16 位現職幼兒教保員做為研究參與者。這些參與對象全部都是太魯閣族，任教年資最低為 3 年，最多則有近 20 年的資歷。大班群共五位教保員，編號分別

T1~T5，其中 T1~T4 過去大多以固定帶五~六歲大班幼兒為主。T5 年資最淺，只有三年，107 學年度第一次嘗試帶大班。中班群共七位老師受訪，編號 T6-T12，大多有 4-5 歲中班幼兒的帶領經驗。小班群共四位老師受訪，編號 T13-T16，除了 T15 過去多以大、中帶班為主外，其他三位長期固定帶領 3-4 歲小班幼兒。本研究透過他們多年在原鄉立幼兒園工作經驗，與所提供的相關文本資料，藉以瞭解幼兒園運用繪本於原住民幼兒數學概念能力提升的運作機制及可能問題，期以增加研究資訊的豐富度與多元性。

二、研究設計

本研究於 107 學年度上學期邀請 16 位研究參與者，以班群方式進行焦點團體訪談。資料收集前，研究者先依據文獻探討之結果，以及研究目的，擬定半結構訪談大綱作為訪談之依據，初步瞭解教保員對於大、中、小不同年齡層數學概念的想法與教法，及如何使用繪本融入太魯閣族文化於數學概念學習等資料之蒐集情形。

肆、研究結果與討論

一、幼兒數學繪本運作的策略

(一)選材力求生活化

鍾靜、古智有、黃琺懿、詹婉華、房昔梅、翁嘉聲、高淑君、張鳳蕙（2013）認為繪本所蘊含的數學概念，會連結孩子的生活經驗。T4 分享透過他們大多數利用語文區所擺放的繪本，鼓勵幼兒自行探究與閱讀，進而幫助班上 5-6 歲幼兒對數與量的理解達到 10 以上。在孩子們可以

正確計數後，教保員會再給予他們更進一步任務~進行族服的製作。

班上小朋友會看繪本《數字在哪裡》，第一天一開始唸到十，就自己開始拿扣子，要拿幾個呢？他知道排序，要二個，就會拿二個釦子來縫（T4）。

另外，T8 運用繪本所傳達的溫馨的生活故事，幫助幼兒從日常生活中的現象去體驗數學概念，例如：強調家長與幼兒一起玩測量遊戲的繪本《可愛的尺》，即透過繪本的分享，引導幼兒推理與思考可以使用哪些方法或工具去測量，激發幼兒做測量活動的創意與想像。

從衣服開始去發現不一樣的地方，大跟小，故事中的媽媽用她的舊經驗跟孩子說：「用手測量」。然後最好玩的是故事中的主角把這些經驗去測量他們家所有的東西。…這就是我在主題教學裡面的會帶到的毛線、頭帶的測量經驗，幼兒自己會說：「要多長，用手量」。比如說要織布，我們要多長的線或者是多寬，或者種的蕙苾現在多長，或者一個尺不夠量的時候，還有什麼辦法可以去量。（T8）

透過蘊含數學概念的繪本與幼兒對話，教保員發現其實「數學」並不陌生，在地主題文化課程提供鄉立幼兒園 3-6 歲幼兒，透過數學繪本了解「測量」這個概念，其實是就在每一天的生活中。

(二)實施特重趣味化

T15 提出具趣味化的繪本，可以讓3-6歲幼兒理解並正確運用空間語言，例如研究者與鄉立幼兒園在學期初所辦理的數學概念工作坊，講師分享《100層樓的家》這本繪本時，即有有教保員很有所感地表示班級內的5-6歲幼兒幾乎都能描述此繪本的空間相對位置。

我覺得很驚奇就是那麼多層樓，還那麼多動物的家，然後我是不知道他們到底是怎麼樣記起來的，可是在我分享的時候他们就都告訴我說，下一個是誰的家，我翻了一看，真的就是下一個是那一層樓、那隻動物的家。

(T15)

另外 T6 分享 3-4 歲幼兒聆聽老師分享鄉公所出版《太魯閣族》文化繪本後，透過老師後續引導，師生共同自製主題繪本，並融入數字與運算概念的經驗的學習。

我是透過鄉公所《太魯閣族》繪本來引導孩子，他們從繪本觀察幾個人在跳舞，幾個人在搗米，有幾隻動物，我們再延伸自製繪本。他們會說，我要會找好朋友，二個去山上採野菜、三個去山上打獵，射了幾隻山豬，小朋友從遊戲、繪本中，瞭解到數與量的概念。(T6)

T5 則分享曾以《好餓好餓的毛毛蟲》作為引起動機的媒介，之後進行種植蔬菜的主題，並與幼兒討論過後，延伸進行班

級烹飪活動。但讓她比較驚喜的是此班級在小班階段，她就發現透過《你的房屋、我的房屋》的介紹，才3-4歲的幼兒就能主動融入幾何與空間感的學習。

他們那時候要建構房子，我帶過《你的房屋、我的房屋》這本書，裡面就是房子的層樓都不一樣高，可是在十以內，所以就適合小班小朋友，然後顏色也很鮮豔，所以在那本書小朋友會去數說幾格，然後再去角落拿色紙，會按照跟故事書去建構房子。

(T5)

上述的幼兒園課程活動即符應黃琚懿、鍾靜(2016)的研究結果，運用「繪本學數學」的教學設計特色，的確有活化數學教學的可能性，具趣味化的繪本或師生共同製作主題繪本，的確增進孩子對於數學學習的正向態度。

(三)教學首重具體化

T2 表示進行太魯閣族族服主題活動測量與製作時，大班幼兒幾乎將《可愛的尺》這本繪本快要翻爛了，透過此繪本的引導，5-6歲幼兒最後已經可以正確使用標準工具(鐵尺)，進行重複測量。

為什麼會進行這本書，第一是我自己有興趣，剛好我們有測量苧麻，其實一開始我沒有給孩子任何的測量工具，所以他們就是用線，還有毛根，那是他們的舊經驗，後來就是用身體去學會測量。其實那時候我把《可愛的尺》放到角落裡面，孩子才說：「她有用手，有用身體。」他們

對身體的印象最明顯，所以我們在畫族服的時候，小孩子就跟我們說：「你可以拿鐵尺，你也可以用你的身體去量你的衣服要多大」。(T2)

另外 T17 則將與種植的主題與相關的繪本結合，並嘗試融入太魯閣族群文化，幫助 4-5 歲幼兒建立數字和運算的基本能力。

我把這兩本結合在一起是因為，起先是讓他們有認知的概念，蔬菜是怎麼長大的，從種子開始去種，然後怎麼發芽，發芽之後我們要怎麼採收，採收完我們就會用石頭湯引進課程，就會讓很多的蔬菜一起煮在石頭湯裡面，然後在煮的過程中孩子就會說我們的調味料加的量有多少，我把《蔬菜是怎麼長大的》裡面的蔬菜，當作是我們部落的蔬菜去做結合，《石頭湯》是因為它是三個和尚，所以我就把三個和尚當作是我們原住民的獵人。(T7)

Minetola、Ziegenfuss 和 Chrisman (2014) 建議學齡前的課程可透過使用具體操作性的教具和手作活動，幫助幼兒建立正確的數學的相關概念。故發展合宜且適性的課程，進而確保學前階段幼兒的數學基本能力可以達到小學入學前的準備程度，對於日後學習有重要影響。生活化、趣味化和具體性的數學繪本，提供鄉立幼兒園教保員進行 3-6 歲原鄉幼兒園課程設計的有效資源。

二、幼兒數學繪本實施的成效

(一) 有利文化的認同

《原住民族教育法》(2014) 第 21 條提出「各級政府對學前教育及國民教育階段之原住民學生，應提供學習其族語、歷史及文化之機會」。參考此法令的精神，還未納入國民教育的學前階段，也需注意多元文化扎根的可能性。教保員表示鄉公所所出版的文化繪本，雖然並非為數學概念而設計，但是這幾年進行在地文化課程時，教學者與幼兒於繪本分享的過程中，不僅建立文化認同，也看見數學概念存在的可能性。

我們有上《祖靈之眼》的繪本，祖靈之眼就是在說我們太魯閣族圖騰是菱形，我們把菱形的圖騰放在我們的角落，去製作一個情境的掛飾，讓小朋友去訓練上、下的概念。後續我們要做編織學習的時候，有一個上下的概念，就是累積前面對上、下的經驗。(T11)

讀完《勇敢的獵人》文化繪本，小朋友會說：「老師 Truku 勇士是不是會戴一把劍和一把弓，刀子在左邊？還是右邊？弓和劍是在後面嗎？」小朋友都有看見細節，很喜歡有關打獵的事情。(T10)

進行在地文化課程後，鄉公所所出版的文化現在已經成為幼兒園文化傳承與數學概念的主要參考資料，教保員從《祖靈之眼》與《勇敢的獵人》講述太魯閣族文化內涵，也在分享過程中，帶入幼兒型

式和代數（能辨識/描述編織的形式）的學習，也發現幼兒開始理解並正確運用空間語言（如上下、左右等）。原來，原旨為培養文化認同的繪本，其實也可以成為幫助原鄉幼兒建立指出或描述空間的相對位置之數學概念（Minetola、Ziegenfuss 和 Chrisman, 2014）。

（二）提升數學的興趣

T8 發現中班幼兒在已經有 1-10 數與量的概念後，即藉由鄉公所出版的《祖靈之眼》繪本與幼兒進行延伸活動的討論，進而觀察幼兒展現對數字與運算內涵的興趣，開始建立正確計數（一對一點數）的能力。

我在教室有放《祖靈之眼》，他們會看繪本，比較會數數的，就會數給我看，「這邊有五個祖靈之眼」，我就問他說你怎麼知道，「因為我自己一個、一個算呀」！，那我就問他教室有幾個，他說：「教室有三個」，因為他們就已經有數的概念了嘛，他就會有興趣去點它，也就知道「量」了。（T8）

我先講我們自己本身的繪本就是《嫁衣與獵服》嘛，就是讓他們練習分類，有分三個服飾，讓他們去了解去分類，甚麼樣的衣服是男生？什麼樣是女生？這是相關一點點有關數學繪本。再來就是《神奇的毛線》，就是因為我們要製作一些相關太魯閣的一些配件，會用到線，像毛線我們可以從粗的開始讓他們去編織，就是頭帶編織，到細

的可以做一些我們的織布，然後從織布就可以用上下的概念，再來認識顏色的分類概念。（T3）

T3 除了透過鄉公所繪本《嫁衣與獵服》，也利用市售的繪本《神奇的毛線》幫助幼兒建立數學概念中分類與圖形空間（幾何）的概念（教育部，2020）。

（三）增進教師繪本教學的知能

T3 表示過去幾年進行文化課程時，常常發現一般的繪本無法直接融入太魯閣族主題課程，所以她都會參考相關議題繪本後，自己自製主題繪本，並帶入遊戲延伸活動。

我看過《小黃點》的繪本故事書，因為它就在講一些數字、位置，我覺得序數跟基數全部都放進去，大小空間也進去，…，我就在中班剛好就是上農作物的課程。我們介紹四個農作物，所以我就把小黃點改為農作物，自己做繪本，他們認識裡面有幾個農作物，…我會請問幼兒「龍葵是在第幾位？」，它的基數出來、序數出來，…就是以遊戲的方式，用繪本延伸去玩身體動作的遊戲…這本自製繪本還蠻好玩的，小朋友喜歡去玩，如果帶十一個幼兒的話，有八、九個都知道裡面的意思…用這樣去玩遊戲，他們瞭解裡面數的概念。（T3）

T3 的說明符應劉宜倩（2015）以自製繪本融入幼兒園主題教學進行課程設計的行動研究的內涵。透過自製的繪

本，除了拉近幼兒園的師生關係外，也讓教學活動更多元，且能幫助幼教師以《幼兒園教保活動課程大綱》（2017）進行六大領域的統整學習，增進教師繪本教學的知能。

三、幼兒數學繪本融入教學的困境

（一）過去較少聚焦數學教學，部分幼兒能力提升有限

T1 進行「族服大發現」主題活動時因為要做太魯閣族服的編織配線圖，幼兒需要瞭解上下、隔間，要畫理線圖，但幼兒常常無法順利完成，主要是幼兒對於數字的熟悉度不夠。於是，她找到市售的繪本《100層樓的家》，引導中、大混齡班幼兒認識1-100的數字。然而，全班十幾位幼兒一起學習，最後只有二位幼兒可以正確畫出編織的理線圖。

你想要他們有顏色的概念，顏色的概念要退過來，一二三四五的顏色，單數是紅色，雙數是綠色，…有時候問題是退回去他們不知道是什麼顏色，我們可能就是先用故事引導他，然後先熟悉數字，其實對理解能力好的小孩，是ok的。…能力比較好的可能就是兩位，最後能進來的就是那兩位，不能進來的，就照孩子的方式去畫，可是至少他可以順著走，雖然呈現的不是孩子所說的顏色和圖案，可是至少他們的順序，應該講說數數也是順暢的。（T2）

Youmsans, Coombs, Colgan (2018) 針對幼兒教育工作者進行老師早期數學

教育知識、信念和教學進行探究，發現大部分的幼教工作者無論職前或在職階段大多未接受過早期數學的訓練。教學年資已經有十幾年的T2了解其實幼兒園的數學課程是需要被檢視，但過去教學現場較少聚焦於數學概念的學習，從這次「族服大發現」主題，讓T2更加深信幼兒教育現場需確認「幼兒應該被教導那些數學概念」，和「幼兒應該如何學習」。

（二）教保員數學教學方法仍處於摸索階段，熟悉度有待提升

107學年度數學概念工作坊，鄉立幼兒園教保員第一次正式接觸五個數學次領域，對於已經習慣於以統整性的主題進行在地文化課程的教保員而言，教學更聚焦於數學概念的建立，並不是很有信心。

現在要把數學概念拉出來變成一個重心的時候，我們要考量的不是只有我們自己，還有小朋友的能力，如果能力不到，我們還要進行文化主題課程或數學教學，那會是一個困境。（T2）

T15 過去習慣繪本分享就是讓孩子欣賞繪本的圖與文，較少思考如何將數學教學融入。

我從來就不會把數學跟繪本聯在一起，我就想說繪本就是單純的分享繪本，從來不會想說他要跟數學有任何的關係，…現在又要回頭讓小朋友去想想是不是有數啊，或是有什麼…這有矛盾ㄟ。（T15）

T10 則對於大班幼兒理解數字的位值後，是否要要求幼兒正確書寫感到困惑。

數學概念不是就是讓孩子去理解說數與量，可是有的孩子就是沒辦法寫。我有看到是說他能夠理解四十三或者是說二十幾十幾怎麼寫出來，可是有時候會覺得他們寫的數字幾乎都是顛倒的，我覺得這部分一定要讓他們理解一定要讓他們正確寫數字出來，還是不用要求呢？(T10)

T2、T12、T15 都表示過去幾年鄉立幼兒園的主題課程大多聚焦於文化內涵的融入，較少關注幼兒數學概念的學習。參考 Minetola、Ziegenfuss 和 Chrisman (2014) 所提出五個數學次領域，T1 與 T5 受訪過程中表示，相對於「數字與運算、形式與代數、幾何與空間感、測量」等四個領域，她們發現「資料分析與機率」的內容幾乎很少於太魯閣族文化主題課程中出現。

(三)以原住民文化觀點融入數學課程，需自行設計繪本

我平常分享繪本的時候，會想到說他其實跟數學也有關係。但是，是否可以融入太魯閣族文化，我沒有想過這個問題欸...我有想過到時候如果它又真的要有數，又要有我們文化相關的，這個問題是有點難，變成要自己設計了。(T15)

即便鄉公所考量文化傳承的重要性，出版一系列的太魯閣族文化繪本，部分教保員也曾嘗試將主題相關繪本融入族群文化或數學概念，但若要以原住民文化觀點，聚焦於數學課程活動設計，T15 有些無奈地表示：「自行設計的繪本才能達成教學目標」。

伍、結論與省思

一、數概念繪本的教與學應重生活化、趣味化與具體化

如同全美幼教協會與美國數學教師協會(2002)所言，幼兒階段的數學教育可透過幼兒每天日常活動的介紹，進而發展重要的數學概念。為了幫助幼兒真正理解早期數學，並進而學習使用數學來解決個人日常生活中的問題。此研究中，鄉立幼兒園的教保員透過市售的《可愛的尺》、《100層樓的家》、《你的房屋、我的房屋》等生活化、趣味化和具體化繪本，帶領幼兒融入數概念繪本的教與學。由此可見，繪本成為幼兒學習數學的最佳媒介，透過有趣且生活化、趣味化與具體化的故事內容，協助兒童學前階段奠定學習數學相關的概念與技巧的可能性。且在閱讀繪本過程中解決問題的歷程，幫助幼兒學習推理與思考(Schiro, 1997)。然數學繪本的選擇與用，需考量適齡與適性及內容要由淺入深，並要有適當表徵，所以還需注意繪本繪圖是否扮演促發討論的重要角色，並正確呈現數學思考。

二、數概念繪本的實施有助於文化的認同、學習興趣的提升與教師相關的專業知能之精進

張耀宗與楊雯齡（2009）指出學前教育是幼兒對族群文化認同的起點。如同 Rosa 和 Orey（2011）的研究所延，透過文化和個人經驗來教導數學，除了可以幫助學童認識自己所屬文化、社會與環境的相關議題，也能幫助他們更成功地掌握數學學科學習。因此，實踐民族數學的教學內涵，旨在整體提升學生的教育品質，也期待傳授學生有關自己的獨特文化的知識，技能和態度，進而發展學生的智力、社會、情緒和政治觀點的可能性。Ahlskog-Björkman 和 Björklund（2017：169）則強調學前教育應課程取向應該以社會文化為背景，因此幼兒日常生活環境中所蘊含的傳統、規範和價值都值得幼兒學習。

本研究受訪的部分教保員進行幼兒園課程設計與教材選擇時，除了考量原住民學童偏好動態、活動性的課程的特性（姚如芬，2014；紀惠英、劉錫麒，2000；黃德祥，2007），並於文化主題課程中，善加利用的市售數學繪本、鄉公所出版的文化繪本、或發展自製主題繪本，及延伸相關數學教學活動，除了提升原鄉幼兒的文化認同外，也持續思考教師專業之能提升的可能性。受訪過程中，部分教保員提出進行數學繪本教學前，需更瞭解幼兒的能力現狀，幫助幼兒釐清數學概念、鼓勵幼兒表達想法及運用數學辭彙外，進而更積極融入太魯閣族文化意涵，延伸數學概念的學習。

此外，透過實務或教具教材操作、活動與遊戲，確實可以幫助太魯閣族師生共同展開數學領域的學習歷程（高傳正等，2016）。未來，如同 Warren, Thomas 與 deVries（2011）研究，為了縮短原住民地區幼兒的數學學習能力之城鄉差距，教保員們可參考數學教育階段性課程的優點，透過以遊戲為本位課程設計，於具原住民文化學習意涵的環境中，幫助原住民幼兒更聚焦探索數概念與文化的關係。

三、數概念繪本教學的成效，仍因課程的設計與教學方法不夠熟稔，而有相當程度的限制

數學繪本因為圖文交織，非常適合尚在認字的幼兒，而且愛聽故事是幼兒的天性，透過幼兒園主題教學延伸活動或例行性的繪本共讀活動，成為連結師生重要的情感連結的基礎。鍾靜等（2013）指出透過數學繪本，激發孩子學習數學的潛能，從提高幼兒的數學習興趣，學習數學詞彙與概念，並引發數學探究。然而，本研究發現不僅幼兒學習成效仍須評估，部分教保員對於數學繪本的選擇或繪本分享時數學概念的融入方式，還不是很熟稔。

此外，參考 Minetola、Ziegenfuss 和 Chrisman（2014）所定義的數學領域學習，相對於數字與運算、形式與代數、幾何與空間感、測量等領域，鄉幼教保員分享資料分析與機率幾乎很少於課程中出現。如同 Youmsans, Coombs, Colgan（2018）對於幼兒教育工作者進行早期數學教育的知識、信念和教學的研究發現，職前或在職階段幼教師過去較少接受早

期數學的訓練。然而，早期數學課程需要被檢視，幼兒教育現場需確認幼兒應該被教導那些數學概念，和幼兒如何學習，進而突破現階段幼兒數學繪本教學的困境。

參考文獻

- 托兒所設置辦法(1981年8月15日頒布，2004年11月1日廢止)。
- 上誼編輯部(2002)。數字在哪裡(原作者：五味太郎)。臺北市：上誼文化。(原著出版年：1985)
- 江淑卿、潘於君(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。
- 吳楯椒、張宇樑(2018)。運用同儕教練促進幼教師對數概念教學之專業成長~以主題教學為進路。**臺灣數學教育期刊**，5(1)，69-96。
Doi:10.6278/tjme.201804_5(1).002
- 紀惠英、劉錫麒(2000)泰雅族兒童的學習世界。**花蓮師院學報**，10，65-100。
- 晷日羿·吉宏(2014)。勇敢的獵人。花蓮縣：花蓮縣秀林鄉公所。
- 金清山(2014)。太魯閣族。花蓮縣：花蓮縣秀林鄉公所。
- 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。
- 周佩穎(譯)(2009)。100層樓的家(原作者：岩井俊雄)。臺北市：小魯文化。(原著出版年：2008)
- 周婉湘(譯)(2011)。小黃點(原作者：Hervé Tullet)。臺北市：上誼文化。(原著出版年：2010)
- 張耀宗、楊雯齡(2009)。文化、社區與原住民幼兒教保人員培育：以加拿大維多利亞大學的第一民族(first nation)夥伴計畫為例。**幼兒保育學刊**，7，95-106。
- 林書羽(2014)。祖靈之眼。花蓮縣：花蓮縣秀林鄉公所。
- 郭李宗文、吳佩芳(2011)。臺東縣原住民學童數學學習相關因素之初探——國小一年級教師的觀點。**美和學報**，30(1)，75-92。
- 高傳正、徐敏琪、高昱昕、李湘凌(2016)。原住民幼兒園數學教學之探究。**教育與多元文化研究**，15，1-36。
- 柯倩華(譯)(2014)。神奇的毛線。(原作者：Barnett, Mac)。臺北市：小天下出版社。(原著出版年：2012)
- 徐麗松(譯)(2015)。蔬菜是怎麼長大的呀？(原作者：Gerda Muller)。臺北市：水滴文化。(原著出版年：2013)
- 唐忠勤(譯)(2011)。可愛的尺(原作者：金盛恩)。臺北市：聯經出版公司。
- 原住民教育法(2004年1月29日)。
- 黃志賢(2006)。縮短原住民數學學習落差-活動理論探討與實踐。科技部補助專題研究計畫
(NSC94-2521-S-131-001)
- 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。

- 漢聲雜誌(譯)(2013)。**你的房屋，我的房屋**(原作者：加古裡子)。臺北市：英文漢聲。(原著出版年：1972)
- 馬景賢(譯)(2004)。**石頭湯**(原作者：Jon J Muth)。臺北市：小魯文化。(原著出版年：2003)
- 教育部(2017)。**幼兒園教保活動課程大綱**。臺北市：教育部。
- 教育部(2020)。**幼兒園課程與教學品質評估表**。臺北市：教育部。
- 黃德祥(2007)。**原住民學生數學學習的困境與突破**。載於**2007 台灣原住民族教育新思維專輯論文(7-1~7-12)**。臺北市：行政院原住民族委員會。
- 黃琬懿、鍾靜(2016)。用繪本學數學——以中年級為例。**臺灣數學教師**，37(2)，1-16。
doi:10.6610/TJMT.20160506.01
- 溫莉美(2016)。**嫁衣與獵服**。花蓮縣：秀林鄉公所。
- 鄭明進(譯)(1997)。**好餓好餓的毛毛蟲**(原作者：Eric Carle)。臺北市：上誼文化。(原著出版年：1969)
- 劉宜倩(2015)。**以教師自編繪本融入幼兒園主題教學之課程設計行動研究**(未出版之碩士論文)。國立臺中教育大學，臺中市。
- 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。
- 熊同鑫(2013)。**自然與生活科技領域教科書中的多元文化圖像**。**教科書研究**，6(3)，35-57。
- 謝百亮(2014)。**原住民幼兒家庭社經地位、家庭社會資本、家長教養態度與其學習表現之關係——結構方程之分析模式**。**慈濟大學教育研究學刊**，10，129-167。
- 鍾靜、古智有、黃琬懿、詹婉華、房昔梅、翁嘉聲、高淑君、張鳳蕙(2013)。**藉數學繪本激發孩子潛能**。臺北市：國立臺北教育大學。
- 蘇船利(2006)。**當原住民學生遇到漢族老師**。**師友**，468，40-43。
- 英文文獻
- Ahlskog-Björkman, E. & Björklund, C. (2016). Patterns of awareness-preschool teachers' integration of art and mathematics. *International Journal of Education Through Art*, 12(2), 167-180. DOI: https://doi.org/10.1386/eta.12.2.167_1
- Aunio, P., & Niemivirta, M. (2010). Predicting children's mathematical performance in grade one by early numeracy. *Learning and individual differences*, 20(5), 427-435. doi: 10.1016/j.lindif.2010.06.003
- Brandt, A. & Chernoff, E. J. (2014). The importance of ethnomathematics in the math class. *Ohio Journal of School Mathematics*, 71, 31-36.
- Clements, D. H. & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 14(2), 133-148.

- DOI: 10.1007/s10857-011-9173-0
- Hyde, A. A. (2006). *Comprehending math: Adapting reading strategies to teach mathematics, k-6*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Mullis, I.V.S. & Martin, M.O. (Eds.) (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/frameworks.html>
- Minetola, J. R., Ziegenfuss, R. G., & Chrisman, J. K. (2014). *Teaching young children Mathematics*. New York, NY: Routledge.
- National Association for the Education of Young Children & National Council of Teachers of Mathematics. (2002). *Early childhood mathematics: Promoting good beginnings*. Joint position statement. Retrieved January, 16, 2003, from http://www.naeyc.org/resources/position_statements/psmath.htm.
- Ocal, T. & Isik, C. (2017). Teachers' role and responsibility improving preschool students' mathematical skills. *International online journal of educational sciences*, 9(4), 930-943. DOI: <https://doi.org/10.15345/iojes.2017.04.003>
- Rosa, M. & Orey, D. C. (2011). Ethnomathematics: the cultural aspects of mathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatematica*, 4(2), 32-54.
- Schiro, M. (1997). *Integrating children's literature and mathematics in the classroom: Children as meaning makers, problem solvers, and literary critics*. New York, NY: Teachers College Press.
- U.S. Department of Education. (2008). *The final report of the National Mathematics Advisory Panel*. Retrieved from www.ed.gov/mathpanel/report/final-report.pdf
- Warren, E., Thomas, L., & Devries, E. (2011). Engaging indigenous children in mathematical learning in an early childhood setting. *International Journal of Pedagogies and Learning*, 6(2), 97-107.
- Youmans, A., Coombs, A., & Colgan, L. (2018). Early childhood educators' and teachers' early mathematics education knowledge, beliefs, and Pedagogy. *Canadian Journal of Education*, 41(4), 1079-1104. Retrieved from <http://www.eje-rce.ca>

【誌謝】

本文為科技部補助學術研究計畫 (MOST 106-2511-S-320-003-MY4) 之部分研究成果，感謝審查委員建議及參與研究的幼兒園教保員。

Integrating Pictures books with early childhood mathematics concepts for indigenous Children: practice and reflection*

Mei-Chih Hu

Assistant professor of Department of Child Development and Family Studies,
Tzu Chi University

Abstract

Indigenous students generally have the phenomenon of low learning achievement. Especially, the learning of mathematics is obvious far behind the other students. Therefore, it has been an important issue which academic community and educational field have tried to explore the factors of the indigenous students' low learning achievement and to propose concrete projects for further assistance. Pictures books have been integrated into children's daily life and learning activities in early childhood education. It is also often used to promote young children's learning of mathematics concepts. The aim of this study was to find out the mechanism and difficulties which in-service indigenous preschool teachers have tried to integrate pictures books into early childhood mathematics concepts for indigenous children. There are sixteen focus group participants who are respectively 3-4、4-5、and 5-6 years old indigenous township preschool teachers. The results indicate indigenous preschool teachers believe that it is a feasible and important issue to conduct pictures books with early childhood mathematics concepts for indigenous children. But, it is difficult to find out teaching materials of picture books which are appropriate and related with indigenous culture. On the other hand, indigenous preschool teachers have limited understanding of teaching and learning in early mathematics concepts and can't put these concepts into good practice with the approach of culturally responsive teaching. Base on the results, this research provides some reflections and suggestions about integrating picture books into mathematics teaching with indigenous culture in the future.

Keywords: Truku, picture books, mathematics concept, township, young children

* Journal of Taiwan Home Economics, Vol. 68, PP 39-47, December 2020.

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

原住民科學教育計畫十年回顧專刊/王前龍, 林永盛, 簡淑真, 熊同鑫主編. -- 臺東市 : 國立臺東大學原住民族教育及社會發展研究中心, 民 110. 11

面 ; 公分

ISBN 978-986-06954-1-0 (平裝)

1. 原住民族教育 2. 科學教育 3. 文集

529.4707

110018519

原住民科學教育計畫十年回顧專刊

主 編：王前龍、林永盛、簡淑真、熊同鑫

發行人：曾耀銘

出版者：國立臺東大學 原住民族教育及社會發展研究中心

指導單位：科技部

助理編輯：田哲成、林彥穎

地 址：95002 臺東市中華路一段 684 號教學大樓 T110 辦公室

電 話：089-318855

印刷所：聯華打字有限公司

地 址：10042 臺北市中正區延平南路 48 號 6 樓

電 話：(02) 2381-0966

出版日期：中華民國 110 年 11 月



ISBN 978-986-06954-1-0



9 789860 695410