

化零為整：科學學習生態系統取向之文化回應課程

謝百淇^{1、*} 黃育真¹ 張美珍² 李馨慈³

¹國立中山大學 師資培育中心

²國立高雄師範大學 工業科技教育學系

³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

摘要

本研究以「科學學習生態系統」的觀點整合博物館、大學、學校、部落(MUSIC)的資源，以「文化回應」之方法共同發展課程和進行教學。MUSIC合作模式運用高雄科學工藝博物館的非制式科學教育教學活動，與大學的科學教育研究資源，與原住民族國小的自然災害課程，並結合屏東縣原住民部落的在地資源。課程主題聚焦於對環境、自然災害和防災的認知。本研究以民族誌方式，描繪屏東縣原住民部落的社群文化，描述在部落的自然災害情境和在學校的自然災害課程，輔以研究日誌中的文字和影像紀錄，搜集的資料含有會議錄影、課程文件檔案、晤談錄影、部落踏查錄影等。結果發現：博物館、大學、學校與部落的資源可運至科學學習生態系統，以及四者間的連結關係，透過建立的合作關係，發展和實施文化回應課程。最終以建立一套得以永續經營與推廣的合作模式為展望，使科學學習生態系統中的各項資源得以互相連結。

關鍵詞：文化回應、自然災害與防治、非制式科學教育、科學學習生態系統、原住民族部落

壹、前言

多元文化思潮興起後，帶動原住民及多元文化科學之倡導(國科會科教處，2012)，本研究旨在運用高雄科學工藝博物館的非制式科學教育教學經驗，連結大學的科學教育研究資源，與原住民族國小的自然災害課程，結合屏東縣原住民部落的在地資源，運用四者集體合作，為偏鄉原住民族學生發展和實施一系列的文化回應之科學課程。

一、研究緣起

多元文化教育為國際間的改革運動，也是為了回應各族群需求而發展出來的(Banks & Banks, 2010)，從中發展出文化回應教學法(culturally responsive teaching)的教學實踐，培育學生文化完整性、個人能力與學業成就，來確認、推動、解放和授權與不同種族的學生(Gay, 2010; Ladson-Billings, 1995)。故多元文化教育可促進性別、種族、社會階級均等。

*通訊作者：謝百淇，pshein@mail.nsysu.edu.tw

(投稿日期：民國105年10月14日，修訂日期：民國105年12月30日，接受日期：民國105年12月30日)

當前強調多元化的科學教育潮流下，科學學習終究要發展與生活實踐結合，提供多元化又普遍的科學資訊(Massarani & Merzagora, 2015)，讓學生在科學學習的歷程中學習如何學習，將所學的科學知識帶著走。國外研究發現部落原住民族耆老的智慧納入學校課程，能使學生在科學學習興趣產生積極正面影響，同時也能傳承原住民的傳統智慧(Kasanda et al., 2005; Ng'asike, 2011; Perin, 2011)，並且部落知識可以被納入學校的科學課程，也可以提供在其熟悉的環境中學習科學概念，以及幫助年輕一代認識到它的價值(姚如芬, 2014; Baquete, Grayson, & Mutimucuo, 2016; Kidman, Yen, & Abrams, 2013; Lee, Yen, & Aikenhead, 2012)。

原住民族的科學素養深刻地影響部落的資源管理、衛生健康和經濟發展(Cajete, 2008)，但臺灣原住民族學生的科學素養低落(傅麗玉, 2004)，影響原住民部落未來整體性發展。故本研究透過廣泛生態系統的觀點善用科學學習資源，提升原住民族學生的科學學習，立足在地文化回應的角度發展與實施非制式科學課程，確保在地資源的適用性，以提升原住民族學生的科學素養。

二、研究問題

本研究將以「化零為整」為目的，整合科學博物館(museum)具非制式教育特色的活動設計經驗、大學(university)的科學教育研究資源、學校(school)的制式課程與原住民族社區(indigenous community)的自然環境和傳統文化，建立了MUSIC合作關係。本研究目的藉由文獻探討與資料分析，假設博物館、大學、學校和部落中的資源能夠支持科學學習生態系統；以及博物館、大學、學校和部落能夠透過合作關係共同發展和實施文化回應課程。具體而言，有下列三項主要研究問題：

- (一)博物館、大學、學校與部落有哪些資源可支持科學學習生態系統？
- (二)博物館、大學、學校與部落的合作關係為何？
- (三)如何在四者合作關係中發展與實施文化回應課程？

貳、科學學習生態系統 (Science Learning Ecosystem)

在生物的領域中，生態系統(ecosystem)是指在一個特定環境內，所有生物與環境不斷地進行物質交換和能量傳遞的交互作用，此觀點呼應社會文化學習理論(sociocultural learning theory)，人們藉由社會互動的過程中，達到個人的成長(Lave & Wenger, 1991)。科學學習生態系統(science learning ecosystem)是指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(Corin, Jones, Andre, Childers, & Stevens, 2015; Falk et al., 2015; Falk & Needham, 2011; Falk, Randol, & Dierking, 2008)，提供本研究在十二年國教推展教育社區化及終身教育上能實踐「整合社區資源、學校社區化、社區學校化」的理想，以發揮現有科學學習資源的效能。

非制式教育機構係指情境式、可體驗、可動手操作學習機會的場域，包含博物館、動物園、水族館、植物園、國家公園、自然環境、圖書館、美術館、歷史文物館等，使參訪者在過程中學習到的不只是知識內容，也可能是態度和興趣的提升、舊有經驗的聯結、問題解決的能力等認知之外的學習成效(Dierking, 2005; Falk, Donovan, & Woods, 2001)。而非制式科學學習機構則是與科學學習相關的場域，如臺北天文館、臺中自然科

學博物館、高雄科學工藝博物館(黃孝宗、蔡俊彥、黃台珠, 2013)。本研究以科學博物館、大學與學校為主要探討的合作模式對象是因為這些教育機構能影響學生的科學學習興趣(Falk et al., 2016)；同時擁有許多教育資源與教育能量，倘若能建立彼此的合作模式，即可促進資源流通與教育推廣(Falk et al., 2015; Falk, Randol, & Dierking, 2012)。

所謂資源(resources)係資財的來源，具有供給、幫助、救濟等之來源，及可運用的物力或人力。教育資源是指任何教育活動進行所需的人力、財力及物力資源(張鈿富、鄧進權、林孟潔, 2010)。就各項組織資源而言，大致可區分為財政資源、物理資源、人力資源、資訊及無形資源等(Griffin, 1990; Robbins & Coulter, 2002)。以部落中的資源為例，自然環境與傳統文化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)。

國外研究指出科學學習生態系統的架構除了提供包容性的對話空間，也探討如何建立社區組織和團體之間未來合作的計畫(Corin et al., 2015)，將架構立基於青少年自行創造出能同時活躍於各項學習環境的現象，並在學習興趣作用的前提下依序發展：一、透過多樣化的學習資源與觀念，增進學習興趣發展；二、運用各種學習策略，促進知識發展；三、藉由學習資源與動態活動，強化概念發展(Barron, 2006)。Traphagen與Traill (2014)發現美國共有15個STEM (科學、技術、工程和數學)學習生態系統，在此生態系統的角度下，能克服傳統單一學習環境的劃分，整合多角的學習環境界限。同時，生態系統有三個共同屬性：一、有可靠的領導，

及協同合作的願景與實踐；二、關心所有合作伙伴的益處；三、系統內充滿各種可能性，可靈活變通與應用。

建立科學學習生態系統的網絡是一挑戰，使每個合作伙伴的關係不重複程序，並形成一個學習和教學綜合模式，是需要社區中科學教育機構與學校努力合作的(Corin et al., 2015)。其中，學校在科學學習生態系統中卻是極少與其他機構互動的角色，主要為獲取資源較多、付出較少的互動方式，也極少主動提出計畫方案求取合作機會(Falk et al., 2015)。學生的科學興趣與科學參與並不單是學校與教師造成的，它受到個人(如興趣、背景)、物質(如地理位置、獲取資源)、及社會文化(如學生及其家庭的社會資本、同儕與指導者扮演的角色)三個面向的影響(Falk & Dierking, 2013)。

本研究使用科學學習生態系統為理論架構，實施回應(customization)、協調(coordination)與連結(connection)三大方針，來瞭解MUSIC學習生態系統中各個元素所扮演的角色和各個機構之間的關聯，這同時呼應Dierking與Falk (2015)執行的研究。

一、回應：文化回應課程與教學

發展文化回應課程除了符合部落學生的需求與興趣外，也會針對不同族群的獨特性和當地文化做呼應(Tolbert, 2015)。故教師需要重視學生的主體性、學習力與學習風格，融入學生的多元文化和經驗於課程中，以符合文化回應的精神，進而培養自身多元文化的觀點來尊重學生的母文化，建立差異化教學的思維(何縉琪、林喜慈, 2006；李雪菱、范德鑫, 2013；潘淑琦, 2015；Castagno & Brayboy, 2008)。以教育機會均等(Banks & Banks, 1995; Murphy, 1988)而言，科學博物館

能呼應在地部落資源，提供公平學習非制式科學教育課程的學習機會給偏遠地區的原住民族學生(Dawson, 2014)。國內已透過科技部原住民科學教育計畫開發課程教案與教學活動，研發設計以原住民文化為基礎的科學活動模組，將原住民族傳統文化融入中小學科學教育教學資源，讓學生可以從多文化視角來欣賞科學內涵(國科會科教處，2012)，但以學校於社區及非制式科學機構的合作模式為基礎之多元文化課程設計研究文獻甚少。上述論點闡釋本研究的優勢在於結合地方本位(placed-based)的概念，將學校和社區作為出發點，所發展的課程與學生的生活經驗做連結，發展學生和社區的良好關係，增強學生對自然環境的賞識(Sobel, 2004)。將原住民族生活中有切身經歷的主題來設計課程的理念與立場，並結合博物館、學校、及部落的教學資源來實施課程，發展科學學習生態系統的MUSIC合作模式。

二、協調：協調教育資源的能力

協調能力係指靈活地並有效地利用非制式教育資源開發課程或教材的能力。社區中各教育機構教師所重視的教育目標是「使科學學習變得愉快而有趣」與「激發對科學的整體興趣與參與度」，將各式各樣社區中教育機構及非制式教育資源來導入教師的課程(Falk et al., 2015)。Traphagen與Traill (2014)提出建立STEM學習生態系統的六大策略，其中包括：(一)培養所有部門教育工作者的能力；(二)不斷地在不同部門做教育上的規劃和合作；(三)每天連結校內外的STEM學習；(四)隨著時間的推移，加深青少年學習STEM經驗；(五)聚焦課程查詢與學習指導，使年輕人增加與現實世界連接；(六)增進對家庭和社區的理解和支持孩子的STEM成功。這六大策略說明了各個教育機構資源流動的重要性，要

建立一個學習生態系統，社區中的教育機構人員要能夠協調不同部門、校內外、現實世界、家庭和社區的教育資源。

三、連結：MUSIC之間的合作關係

研究發現博物館、大學、學校與原住民族部落的關係是：博物館與大學奠基於平等互惠原則有合作意願(曾瑞蓮，1997)；大學與學校則共同學習如何「學習」與學習環境的營造(曾瑞蓮，2005)；原住民族部落對於學校是很有價值的社會教育資源(Lynch, 2000)；博物館應優先考慮社區的需要，分享權力和維持同甘共苦的關係(Lang, Reeve, & Woollard, 2006)；學校與博物館若持續不斷进行交流，則能幫助學生擴展學習效果(Center for Advancement of Informal Science Education, 2010)；體制內的部落學校會是大學與部落未來的發展空間(陳枝烈，2013)。但研究發現學校屬於最少與其他機構合作的單位，只接受其他機構提出的提議而甚少提出合作計畫，合作過程中也極少提供資源與其他機構互惠；其次是大學，除少數大學與其他機構緊密連結外，多數大學甚少與其他科學教育機構合作(Falk et al., 2015)。為增進博物館、大學、學校及原住民族部落資源的連結，共同發展與實施文化回應課程，實為一值得探究的課題，亦是本研究關注所在。

參、研究設計

一、研究資料與分析

本研究之質性資料為現場觀察錄音錄影、訪談、課程發展之會議紀錄、文件、工作紀錄，研究者將訪談及錄音等轉錄為逐字稿，再將錄影與觀察紀錄等摘錄轉謄為文本，使用MAXQDA 10軟體匯入逐字稿、摘錄文本，與各項文件等文字資料進行編碼，

使用代碼功能來編碼小段落，編碼主要含三個部分，首先以英文字母代表場域，再以數字8碼記錄時間，最後以4～7個中文文字簡要地記錄該文字資料的工作內容(請參考表4)，例如：2016年1月21日大學研究團隊至學校進行文化回應課程的時程安排，記為「(US-20160121-時程安排)」，持續閱讀並標註，不斷重複直到完成所有的逐字稿。最後，整理博物館、大學、學校與部落在科學學習生態系統中可支持的資源與建立關係的過程，研究者將對參與合作的每個角色逐一檢視角色間的資源流動與合作狀況，且隨著時間流動及課程的進程來檢視合作狀況的改變，以真實呈現研究前後四個角色之間的合作關係。

二、研究場域：「MUSIC科學學習生態系統」

民族誌係一種寫作文本，是一種相當個人化及想像的工具，為發覺行動和事件對當事者的意義，比純粹的描述性文體更可以自主地表達意見，由於可發揮出在地文化、全觀見解、脈絡化、多重事實、厚實描述、研究對象檢核及不具評斷的取向，故本研究以民族誌為研究設計(Fraenkel, 2012／楊孟麗、謝水南譯，2013)。本研究經由安泰醫療社團法人安泰醫院人體試驗委員會的研究倫理審查提升自我約束、敏感度、建立信賴關係、

資料釋出倫理意識等能力，並已獲得人體試驗委員會同意書。民族誌研究以重視動態過程作整體分析，一開始進行選擇研究場域的預備工作，「MUSIC科學學習生態系統」的研究場域是關注在博物館、大學、學校和部落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。

研究過程中接觸學校人員時，會同時探尋可連結原住民族部落的重要角色，以利後續發展與實施文化回應課程。研究最初是先與屏東縣部落國小的教導主任和校長聯繫，而後研究團隊受邀參加校內的期初備課會議(US-20160121-時程安排)，取得與教師和部落耆老的信任，安排校內的民族教育課程實施文化回應課程，並由退休後擔任民族教育教師的部落耆老和自然科教師分別擔任校內外部落踏查的協同教學教師。依不同類別介紹主要參與者的職稱、性別、族群和研究中的角色整理如表2所示。

本研究初期，大學透過面對面與學校和博物館討論確認合作的内容，瞭解研究前博物館、大學、學校和部落四者的合作關係(圖1)，連結較強表示隨時可互為相應的合作，連結普通係指表面上的合作關係，連結較弱意指平常無任何關係。

表1：「MUSIC科學學習生態系統」之研究場域的介紹

類別	研究場域	介紹
博物館(M)	國立科學工藝博物館	距離學校最近且以科學為主的博物館，其中莫拉克風災重建展示館為我國最重要的颱風災害防救教育場域之一
大學(U)	國立中山大學 國立屏東大學	研究團隊領域以原住民族、博物館、科學教育、課程評量、自然災害為主
學校(S)	屏東原住民族小學	屬山區、偏鄉，學生約百人，師生族群多元，主要為排灣和魯凱族群
部落(IC)	屏東原住民族社區	屬山區，具土石流潛勢溪流，主要為排灣族群，次要為魯凱族群

資料來源：作者自行整理。

表2：研究主要參與者的背景資料

類別	化名	職稱	性別	族群身分	研究中的角色
博物館(M)	高老師	副研究員	女	漢族	課程規劃
	許老師	技術員	女	漢族	協同教師、聯繫窗口
大學(U)	王老師	副教授	女	漢族	課程發展與實施
	顏主任	助理教授	女	排灣族	課程發展與實施
	朱助理	師培生、研究助理	男	漢族	課程發展與實施、協同教學
	徐助理	研究助理	女	漢族	課程發展與實施
	楊同學	師培生、研究生	女	排灣族	課程發展與實施、協同教學
	莊同學	研究生	女	漢族	課程發展與實施
學校(S)	趙校長	校長	男	排灣族	決策者
	林主任	教導主任	女	排灣族	聯繫窗口
	劉主任	總務主任、自然科教師	男	排灣族	教案討論、協同教學
	周主任	訓導主任	女	排灣族	規劃科工館參訪
	黃老師	民族教育教師	女	排灣族	課程參與
	陳老師	民族教育教師	女	排灣族	課程參與
	謝老師	6年級導師	男	漢族	課程參與
	蘇老師	6年級導師	女	漢族	課程參與
	施老師	5年級導師	男	漢族	課程參與
	江老師	4年級導師	女	排灣族	課程參與
部落(IC)	鄭老師	民族教育教師、部落耆老	男	排灣族	教案討論、協同教學

資料來源：作者自行整理。

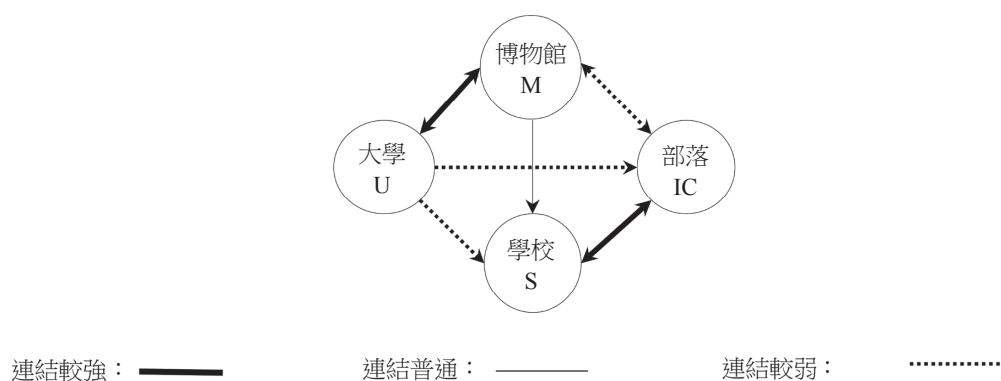


圖1：研究前博物館、大學、學校與部落四者之間的合作關係

資料來源：作者研究結果。

(一)研究前較強的合作關係：M-U和S-IC

研究進行前，連結較強的關係在合作前就已知道能聯繫的對象，且互相明白可配合的內容，有二種：1. 科工館與大學：大學除了至科工館進行教學活動的參觀外，師生亦會利用科工館的資源從事非制式科學教育的研究，故雙方已有相當的連繫。2. 學校與部落：兩者關係除了受時空的因素影響外，學校與部落中的人物也是建立兩者連結重要原因之一。國外研究指出部落學校是學校與其他部落資源形成伙伴關係的地點，整合學術、醫療與社會服務，使學生學習進步、家庭更加穩定，部落更為健全(Putnam, 2016)。在學校進行課程討論時，教師們對實地部落踏查的協同教師人選一致認為民族教育教師同時也是當地耆老相當適合，並在可見學校與部落的關係在研究前就相當密切。

(二)研究前普通的合作關係：M-S

博物館與學校的關係以學校進行戶外教學活動為主，其間的連結以連繫安排學生參訪居多，鮮少共同策辦活動。其中由科工館主動安排偏遠地區學校進行戶外教育的活動實施計畫已有許多先例，而「莫拉克風災重建展示館」及「氣候變遷展」及其相關教學活動更是優先補助的重點，以利學校進行防災教育、環境教育等課程。科工館科學教育人員也表示博物館與學校的關係是直接的，尤其是「博物館為了推動環境教育，亦有許多教育部或科技部的補助計畫，皆由博物館方主動聯繫學校提供參訪補助，或以發文方式公開接受學校提出參訪申請」(MS-20160510-模組二課程反思)。

(三)研究前較弱的合作關係：U-IC、U-S和M-IC

研究前，大學研究團隊與原住民族的部

落和學校接觸較少，會先與有經驗的研究學者諮詢，提供對與原住民部落和學校接觸時的注意事項，如大學研究團隊經原住民成員不斷地提醒，要依原住民的習慣與特性來進行合作(US-20160121-時程安排)。單純的原住民族部落生活創造出原住民率直隨性、不受時間約束的個性(李萍娜、林聖曦，2013)，故與原住民族建立良好關係時，需注意其溝通方式，延伸出親密的文化連結。而博物館與偏鄉學校接觸時，確實有些原住民族部落人員的加入，但也僅止於帶領原住民族學生的參觀，與部落間的連結也不多，因而博物館與部落的關係也較微弱。

三、研究流程

本研究自2016年1月開始規劃，然後進入部落進行文化探詢與理解，接著著手設計符合當地學校的文化回應課程，並於學校實施課程，前後共歷時五個月。因應文化回應的教學方法需要不斷變動，不斷改變教材、教法、教師特質、學校到部落的連結等，故發展課程時，大學會與博物館、學校和部落聯繫溝通，詳細步驟與說明則陳述於文化回應課程之發展的內容。

肆、「MUSIC科學學習生態系統」的資源整合

為了提升教育品質與教育效能，本研究參考張鈿富等學者(2010)針對資源分為人力、財力與物力三個向度，探討博物館、大學、學校和部落在科學學習生態系統中能彼此支持的資源，以利整合四者資源的合作模式。

一、博物館的資源

科工館資源是豐富且多樣化，可全面支持科學學習生態系統。(一)人力：科工館

對外連結的部門有展示組、科技教育組及公共服務組，另招募了上千名志工，有充分的人力資源可策辦各式展示、辦理教育活動並進行觀眾參觀服務。為節省人力並提供民眾與學校便捷的服務平臺，科工館在網路建置單一申辦窗口服務，惟申辦過程與大學研究團隊想像的服務實有落差。一份團體預約申請表有六頁內容，舉凡電影觀賞、常設展示廳、科教動手做、收費體驗、團體套餐的申請都包括在內，內容雖然十分詳細，但填寫表單的注意項目繁瑣，使得對外申請者的正確使用度降低，如館內科學教育人員的闡述：「學校的團約表寫得不算太正確，我有把預約好的流程畫一個對照圖，這樣才能讓同一個學校不同年級的老師更容易知道，何時可以全校班級同時進行，何時必須要拆開成小團體，第一次碰到的老師們如果沒有溝通好，就會搞不懂該怎麼團約了」(MU-20160510-模組二課程反思)。(二)財力：博物館內的資金來源多元(盧昭蓉、麥綉婉，2016)，除了來自教育部核定的年度預算經費外，還有由教育部、科技部、經濟部等公部門所補助專案計畫經費，以及來自企業資源的贊助與社會公益人士的捐助。讓科工館得以在預算額度外，另籌辦多元活動，提供更多的服務。(三)物力：科工館有專業實驗教室及科學動手做活動材料，能讓學生實際操作。展覽部分有常設展、特展、體驗設施和行動博物館，館內業務多元，會連結不同科技或社會議題布展，以進行科普教育，例如「防災天后宮」和「大地的悄悄畫」特展是結合自然災害與環境教育的議題。此外，學校能隨時上網查詢科工館參觀資訊及暢遊方案，提供各學齡層和主題的半日行程規劃，係科工館配合學校所需資源和科教活動的教育政策之一。而針對科學學習生態系統合作模式能運用的相關資源還有館內的全國首座科普專題圖書館和大螢幕3D電影。

二、大學的資源

大學資源主要著重在人力與物力資源的部分，並且具有隨時配合科學學習生態系統上的需求做出及時調整的能力，故大學資源的投入是有變化、具變通性和協調性的。(一)人力：大學研究團隊為南部兩間國立大學的合作，分別結合研究型綜合大學、教學與科研融合型大學的優勢，運用原住民族教育研究中心、師資培育中心及教育研究所的人力，將博物館、學校和部落連結，漸漸地拉近三者距離，建立科學學習生態系統的合作模式。大學研究團隊人員為了使合作模式能永續發展曾表示：「我們不能獨攬大局，要找一個方法讓老師出來」(MU-20160315-課程規劃)。(二)財力：大學在科學學習生態系統所需經費則大部分皆是由科技部補助，小部分係博物館資助。(三)物力：大學在課程發展與實施的過程中，除了提供教學教材與教具、研究錄影錄音器材之外，為增進學生對環境的覺知與關懷，在實地探查自然災害位置時，會提供教學科技器材記錄災害。課程以小組、混齡方式進行，每組5~6位，各組有一臺平板電腦，學生輪流在各停留的災害地點拍照，完成所有特定災害地點拍攝後，再將照片整理，交由大學研究團隊協助資料分析。本研究使用的平板電腦對國小學生是有吸引力的，協同教師劉主任反映學生使用心情是：「很好奇的、喜歡的」(US-20160524-總課程反思)，使學生能運用科技設備來解決問題、評估可能解決方法與分析環境行動，為採取積極性的環境行動作準備。

三、學校的資源

學校資源與大學資源相似，主要著重在人力與物力資源的部分，而學校資源的特點是較具個別化、獨特性，可試著往創新經營

偏鄉特色小學之路邁進。(一)人力：大學能夠進入原住民族偏鄉地區的學校實施課程，學校校長是決定性的關鍵角色，校長本身也是原住民族，相當重視民族教育的文化力和環境力，將課程安排在民族教育課程中，由同時是部落耆老的資深民族教育教師協同教學，而班級導師則從旁協助課程進行與班級秩序。另外，學校聯繫窗口以教導主任為主，而科工館參訪的行程則是由訓導主任負責；在教材與教具發展上，學校自然科教師提供發展符合當地防災教育與環境教育的觀點。(二)財力：教育部對原住民族偏遠地區的國小在科學學習生態系統中對於弱勢學生、推動族語教學、實施戶外教育方面有提供經費補助。(三)物力：學校位於坡地災害高潛勢區，需要隨時注意校園周邊山坡地崩塌裸露情形、校園擋土設施結構，以及臨近校園之溪谷坑溝、河床橋孔是否淤塞，校內設立危險區域告示，建立師生災害緊急通報聯絡系統。課程實施地點在學校禮堂，附有投影布幕及音響喇叭的設備。

四、部落的資源

部落帶來的資源相當豐富，主要來自人力與物力的資源，部落中的人事物具有特殊的情境及文化歷史因素不斷修正調整的歷程。(一)人力：部落耆老擁有在地生活經驗的原初智慧，是一種生活的態度以及對生命的另一種體會；耆老擁有在地生活無可取代的經驗，本身就是原住民族文化知識的呈現，耆老在校外危險區域踏查時能生動地介紹。除了部落耆老，在學校資深的教師和工友也是一群維繫原住民社會重要力量的人，他們擁有的傳統智慧是學校其他同事有目共睹的，彼此會透過研習活動教學相長，故善用校內教師人力與專長，同時也網羅部落的人力

資源(黃繼仁，2009)。「家有一老，如有一寶」，當耆老重複訴說往事，學生有時會感到厭煩，認為真實性或實用性不高，不知惜寶，而錯過明瞭這些往事和傳說所隱含的意義與訊息。舉例說明排灣族的文化在虛構傳說中，神靈界的人居住的地方多為禁地(胡台麗，2011，頁124)，但實際上這些傳說的禁地，有時真的是部落傳承下來，說明這個地方是危險的。(二)財力：本研究部落所在有一行政院原住民族委員會所屬的「原住民族委員會原住民族文化發展中心」，此係原住民戶外博物館的文化園區，故發展實地部落踏查課程時的參觀和停車費用皆由其支助。(三)物力：部落中的原住民文化園區是課程中部落踏查的場域，其自然環境的高山地形因素，易造成土石流與坡災的自然災害，部落中學校的體育館和活動中心都是災害發生時的避難處所，社區也有防災地圖、坡地災害潛勢地圖、土石流疏散避難圖、簡易疏散避難圖等等。

彙整博物館、大學、學校與部落支持科學學習生態系統的各项資源(如表3)，發現人力與物力資源項目的比重相當，財力資源項目較少；其中，博物館的資源項目較大學、學校和部落的資源項目多元。

伍、文化回應課程之發展與實施

科學興趣在科學素養的培育中扮演很重要的角色(Lin, Hong, & Huang, 2012)，但研究發現青少年在青春期中初即開始喪失對科學的興趣(Osborne, Simon, & Collins, 2003)。因此，國小四至六年級是科學興趣變化前的關鍵階段，故本研究文化回應課程的實施對象為四至六年級的學生，共有52位，實施前曾向學生說明課程內容，並獲得家長同意進行。在實施過程中，「MUSIC科學學習生態

表3：支持科學學習生態系統的資源項目

類別	人力資源	財力資源	物力資源
博物館 (M)	科技教育組、公共服務組及志工	教育部、科技部、企業或個人捐助	實驗室、實驗教材與教具、電影及展覽
大學 (U)	原住民族教育研究中心、師資培育中心及教育研究所教授和研究生	科技部	教學教材與教具、教學科技器材、研究錄影錄音器材
學校 (S)	校長、民族教育教師、自然教師、班級導師及教導主任	教育部	教室及校園環境
部落 (IC)	部落耆老	原住民族文化發展中心	原住民族文化園區及自然災害環境

資料來源：作者自行整理。

系統」的基本想法是以學生為中心，考量學生的需求做設計和實施課程內容，故MUSIC合作模式一進入學校，學校就需要先完善的規劃一整學年度的課程，再結合學校的議題課程，如本研究學校的環境教育、防災教育和民族教育，讓學生自然而然地學習在地文化的智慧。

一、文化回應課程之發展

由於文化回應課程的發展脈絡乃本研究之主要目的之一，因此研究流程以「文化回應課程的發展與實踐」作為主軸呈現，如表4所示，詳細的內容與主要增加連結的關係則陳述於後。

(一)「時程安排與探勘」階段(2016年1～2月)

1. 合作確認：一開始大學研究團隊先與校長見面說明計畫構想，待校長同意合作後，再由教導主任處理後續事宜，並與學校密切合作的部落耆老獲得聯繫；2. 時程安排：學校邀請大學研究團隊參加學期期初的全校教師課程會議，介紹課程內容與討論課程實施日期；3. 部落探勘：大學邀請部落耆老介紹當地自然災害的現況與防災理念，使

大學研究團隊瞭解在地科學學習生態系統中可利用的資源。

(二)「人員確認與規劃」階段(2016年2～3月)

1. 人員確認：大學分別邀請學校和博物館推薦合適擔任協同教學的參與人員和主要聯繫者，並使學校和博物館雙方得知其聯繫窗口；2. 課程規劃：大學研究團隊利用研究會議規劃課程模組，討論利用當地資源，設計課程內容和教具。

(三)「共同發展課程」階段(2016年4月)

1. 部落觀察：研究期間部落與學校適逢舉行大型聯合活動，大學研究團隊進行部落行腳，記錄對部落的觀察；2. 協同合作：學校和博物館在此階段建立互動式的連結，學校與科工館雙方針對課程模組二參訪科工館的行程進行討論和規劃；另，大學研究團隊也邀請學校協同教師透過文化回應教學對課程設計給予意見，並提供對課程內容與評量的回饋。

(四)「課程實施與反思」階段(2016年5月)

1. 課程實施：課程連續三週，每週擇一日實施，研究期間博物館、大學、學校與部

表4：MUSIC合作模式發展與實施文化回應課程的歷程

階段	日期	內容	主要代表		主要增加連結的關係
1. 時程安排與探勘	2016-01-11	確認合作	U	S	
	2016-01-19		M	U	
	2016-01-21	時程安排	U	S	
	2016-02-19	部落探勘	U	IC	
2. 人員確認與規劃	2016-02-22	人員確認	U	S	
	2016-02-26		M	U	
	2016-03-11	課程規劃	U	S	
	2016-03-15		M	U	
	2016-03-16		M	U	
3. 共同發展課程	2016-04-01	部落觀察	U	IC	
	2016-04-08	共同發展	U	S	
	2016-04-12		M	S	
	2016-04-21		U	S	
	2016-04-26		U	S	
4. 課程實施與反思	2016-05-03	部落協調	U	IC	
		模組一課程實施	U	S	
		模組二課程實施	M	U	
	2016-05-10	模組二課程反思	M	U	
	2016-05-19	課程討論	U	S	
	2016-05-20	模組三課程實施	U	S	
	2016-05-24	總課程反思	U	S	

資料來源：作者研究結果。

註：M：代表博物館、U：代表大學、S：代表學校、IC：代表部落。

落的參與人員此階段皆投入課程實施；2. 課程反思：課程實施後，大學團隊分別與博物館、學校的協同教師針對課程活動進行回饋和意見。

二、文化回應課程之實施

針對原住民族重點學校學生實行原住民族文化回應之非制式自然環境與災害課程，共計三個模組的課程(如圖2)，讓原住民族學生可從其原生居住環境與所屬文化的觀點思

考人與環境的關係，並提升其對在地部落環境的理解和永續的實踐。

模組一學校教學活動：是以颱風與土石流為主題概念的防災教育教學設計，促進學生對於「土石流」的概念的瞭解，經由學生概念發展的動態過程，作為教師調整教學進度的參考，活動時間大約2小時。模組二科工館參訪：活動主題設計為「別讓天災傷害我的家」，扣緊防災主題，讓學生藉由觀察、操作及體驗，對天然災害的成因、如何



圖2：非制式自然災害教育模組課程規劃

資料來源：作者研究結果。

進行防災、如何降低天然災害所造成的損失等有初步的認識，並與學校所學課程內容相互呼應，時間大約6小時。模組三部落和校園踏查：帶領學生踏查部落和校內曾發生過自然災害的地方，瞭解災害現場的真實樣態、災害的可能原因、因應方式及與自身的關聯性，並以曾發生什麼危險、什麼時候危險、什麼地方危險三個重點做課程的統整，活動時間大約4小時。各活動單元、教學大綱、講者，以及教學時間整理如表5。

研究發現MUSIC合作模式實施文化回應課程的過程中，主要應注意的項目有：(一)回應：積極邀請部落耆老與學校教師擔任協同教學教師，使文化回應課程能有熟悉又專業的教師介紹部落和校園中的人文和自然環境；(二)協調：研究初期主要由大學主導與博物館、學校、部落的聯繫，故博物館人員對部落與學校的瞭解主要是透過大學或網路資訊取得，未來學校若成為永續經營合作模式的主要角色，學校教師即可發揮協調能力，邀請博物館人員參加課程會議；(三)連結：MUSIC之間的合作關係在學校學期一開始就可進行博物館參訪行程的規劃與準備工作，並安排部落耆老與學校教師至博物館的研習活動。

陸、「MUSIC 科學學習生態系統」中的合作關係

統整博物館、大學、學校與部落四者間建立合作關係的過程發現：一、大學與學校的合作關係是串連整個生態系統的原動力，研究前較弱的合作關係是大學與學校，而他們各自擁有較強的合作關係是大學與博物館、學校與部落兩個關係。當要整合成「MUSIC科學學習生態系統」時，在研究初期大學和學校積極地強化彼此的關係，間接的也把雙方與其他機構的合作基礎連結起來。二、因此，研究前後差異較大的關係是大學和學校、大學和部落、學校和博物館三個關係，大學從原先與學校單向的連結到建立起雙向互動的連結，也間接的透過學校與部落連結起來；而學校也透過大學與博物館研究前原有的連結與博物館建立了更為緊密的關係(如圖3)。

一、M-U：博物館與大學的伙伴關係

博物館與大學在本研究進行之前就有多次的合作經驗，本次再藉由「MUSIC科學學習生態系統」的合作模式共同開發課程，以科工館內已有的展廳主題作發想，再增加

表5：學校教學活動課程模組簡介

單元	教學大綱	講者	時間
模組一	VUVU的智慧 (一)在深山裡迷路又有濃霧，如何找出路 (二)如何尋找水源，擇地而居 (三)環境觀察與地形判斷 (四)原住民的狩獵、遷移與保育的山林生態觀念相符 (五)山雨欲來的(自然現象)徵兆	IC	10分
	認識颱風 (一)觀賞颱風新聞影片 (二)解讀中央氣象局颱風警報發布概況表 (三)颱風雨量		30分
	認識土石流 (一)認識土石流及形成要素 (二)土石流的實驗設計 (三)土石流的特徵 (四)土石流災害預報與警報	U	20分
	動手做實驗 依據自然科學實驗結果來回答學習單問題： (一)石頭在哪種坡道上滾得比較快 (二)哪種大小的石頭在陡峭的坡道上滾得比較快 (三)石頭在哪個寬度、長度的坡道上滾得比較快		20分
	動手做雨量筒 (一)介紹材料：蜂鳴器 (二)分辨電池的正負極 (三)說明步驟：接線 (四)統整回顧：說明雨量筒的重要性		90分
模組二	電影觀賞 體驗3D立體電影，觀看《小動物大世界》		50分
	莫拉克展廳 認識莫拉克風災所造成的傷害以及重建的歷程，讓孩子們透過參觀展覽館，學習正確的防災觀念	M	60分
	地震體驗屋 告訴你如何在地震屋搖之下作出正確的動作，從一級無感地震、三級、五級到七級震動逐漸進入「地震世界」		60分
	自由參觀 館內設置七組大型互動教具，可以自由體驗，透過動手操作認識颱風的原理、複合型災害、及防災科學的重要性		
模組三	行前說明與交通步行 (一)行前說明：踏查位置、拍照流程 (二)發放平板電腦並檢查 (三)步行移動至原住民文化園區	U	40分
	原住民文化園區實地踏查 (一)乘坐接駁車 (二)園區道路旁災害現場說明 (三)隘寮溪旁災害現場說明	IC	40分
	校園危險區域踏查 (一)說明學校的山坡地形 (二)說明校門入口斜坡旁邊坡工程	S	40分
	資料整理與課程總統整 (一)整理照片，回收平板 (二)課程總統整：曾發生什麼危險、何時危險、哪裡危險 (三)經驗分享，完成學習單	U	40分

資料來源：作者研究結果。

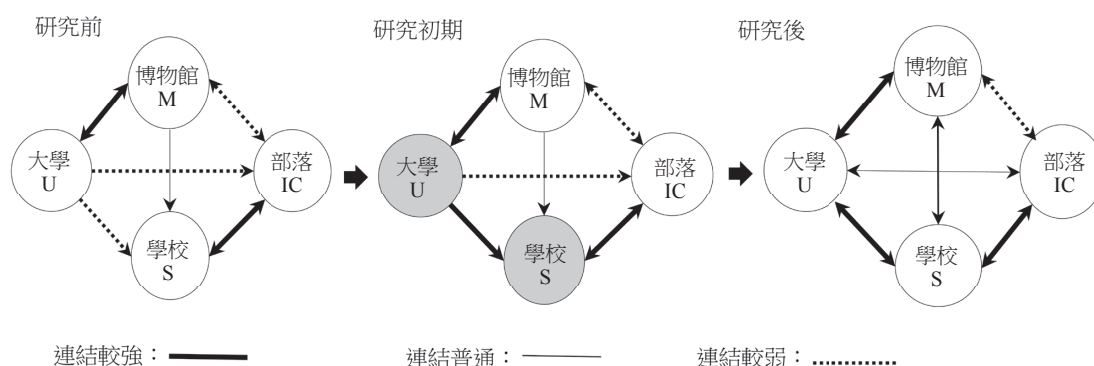


圖3：研究前後博物館、大學、學校與部落四者間之關係差異

資料來源：作者研究結果。

動手做的實驗課程，與大學研究團隊相互配合，共享彼此的人力與物力資源，提升整合價值，強化彼此的合作伙伴關係。

科工館的研究參與者有兩位，一位是合作初期的決策者，也是課程規劃者的高老師；另一位是主要合作的協同教師，同時也是聯繫窗口的許老師。此兩位與大學研究團隊的關係在人員確認與規劃階段是同步的，會共同規劃至學校進行課程會議的時間(MU-20160316-課程規劃)。即使博物館與大學是合作伙伴關係，但在課程反思時仍會發現研究過程中出現合作的溝通問題，當高老師委任許老師為協同教師時，許老師對大學的研究目的和雙方的角色定位不清楚，例如科工館參訪內容牽涉到科教組動手做的課程，和公共服務組展廳導覽的部分，當學校與許老師連繫團體預約內容時，就與許老師本身執行業務相差甚遠，所以出現「一開始不是很瞭解(自己)要擔任什麼的角色」的態度(MU-20160510-模組二課程反思)。造成此問題的原因有可能是大學與博物館的課程執行者沒有直接聯繫，或科工館內部的聯繫未充分溝通所出現的結果，但經過課程反思與說明後，協同教師能越來越清楚博物館與大學的伙伴

關係：「你們(大學)的角色就是提供補助」、「你們(大學)是中介的角色」(MU-20160510-模組二課程反思)。

大學與科工館協同教師作課程反思時也發現還可以結合財力資源：「科工館可以提供的資源不只是課程、不只是展廳，還包含補助」，因此大學研究團隊在成為博物館與學校間的橋樑時，就應與博物館建立起深入瞭解的伙伴關係，將可運用的資源推廣給科學學習生態系統中所需的學習者(MU-20160510-模組二課程反思)。

二、U-S：大學與學校的協同關係

自課程發展階段，大學與學校的互動主要著重在課程整合、教學實施的部分，共進行七次會議發展文化回應課程；在課程實施時，由大學師培生和學校自然科老師協同教學，因此在此系統中雙方形成協同關係。

在課程整合的部分，因應學校既定的需求，大學整合了學校防災、文化和環境的教育議題來發展文化回應課程。在開學前的備課會議，大學在介紹研究計畫時，學校就提供了教育部的「年度防災教育課程基本執行項目」資料給大學團隊，建議文化回應課程

能結合防災教育課程，以達資源運用之效率(US-20160111-確認合作)；後續的會議中，也再次強調研究計畫和教育部計畫之整合的必要性，教務主任表示「如果(大學)的資源可以跟學校的議題課程有配合的話，這樣就會比較方便」(USIC-20160408-共同發展)。因此，文化回應的課程以呼應「年度防災教育課程基本執行項目」的方式進行整合。達成此共識後，學校也會積極的建議課程的構想，如課程實施前一天協同教師劉主任來電：「我有重要的事情想要找團隊，就是這個防災的團隊，麻煩回電」(US-20160519-課程討論)，直接稱大學為團隊，表示合作關係的認定。

在教學實施的部分，分以下四點說明：(一)班級經營：劉主任表示當課程模組不同時，有分組數量的差異，當分組少人數多時，學生的專注力顯得較不足；利用團隊合作和鷹架學習的概念，創造共同討論學習的機會(US-20160524-課程反思)。(二)教材教具：這次大學提供的科技器材和學習單對學生的學習具正面影響，協同教師建議在各課程模組都可以運用(US-20160524-課程反思)。(三)在地文化回應：學校教師信手拈來就能與大學團隊分享學校附近的危險地帶：「學校前面的斜坡就是災後現場」、「學校後面的後山都來親吻我們了，可是我們不想要」，表示學校教師是教學中熟悉在地環境的重要角色(US-20160121-時程安排、US-20160311-課程規劃)。(四)協同教師的人員安排：學校教師一致地認為同時是部落耆老的民族教育教師是「VUVU的智慧」課程協同教學的不二人選：「他充滿智慧」、「他可以把十分鐘變成十小時」、「他是我們種子教師」(US-20160311-課程規劃)。

三、S-IC：學校與部落的共生關係

學校與部落的關係是緊密共生的，學校與部落人員會共同支持部落活動，結合學校場域和部落社群，彼此互助，將人與人、人與土地的親密感自然而然地顯露出來(UIC-20160401-部落觀察)，此一吻合周德禎(2001)提到的排灣族傳統最重要的價值觀——種子精神，族人同舟共濟，愛護自然，與之和平共生共存互相滋長。

學校與部落的互助關係在科學學習生態系統中的互動主要出現在課程討論與課程模組一、模組三的教學中。大學團隊能與部落建立連結是從學校開始，在大學第一次參與學校備課會議時，教導主任林主任就不加思索地推薦鄭老師可以協助部落踏查的課程內容，因為其是民族教育課程的老師，又是當地耆老(US-20160121-時程安排)，故大學團隊邀請學校教師進行課程討論的會議時，會同時邀請部落耆老出席提供教學意見(USIC-20160408-共同發展)。相對地，當大學團隊與鄭老師討論課程模組三時，鄭老師也會推薦適合講述校園踏查的人選：「(課程模組三)切割起來，(部落踏查)我來講，(校園踏查)給劉主任(學校自然科教師)」(UIC-20160503-部落協調)，顯示學校與部落的關係是互相瞭解、互相支持的。

除此之外，部落對學校是有所期待的，特別是傳統文化和環境教育，因為部落的家長在家不會教孩子，將文化傳承的責任交給學校，鄭老師在部落探勘時分享：

現在的父母親不會教(禁忌)，以前的老人家會跟小孩子講，在禁忌裡面，這個地方絕對不能進去，什麼神在這裡，實際上是這個地方是很危險的地方，都用禁忌來告訴我們

族人說這個地方是很危險的地方，這個地方不能走、這個地方不能進去，這個地方不能打獵，但現在的父母對小孩子的教育，這種自然環境自然災害，父母不會講，都給學校講。(UIC-20160219-部落探勘)

並強調「環境教育應該不是只有小朋友知道，部落的主人(家長)也要知道，應該也要實施環境教育」(UIC-20160219-部落探勘)。鄭老師看待環境教育為社會責任，不是單單為了應付政府各項的成果報告，而是要學校與部落結合，讓教師帶領學生實際接觸自然災害環境，增加天災來臨對生活周遭環境的警惕心。

四、M-IC：博物館與部落的疏遠關係

在課程發展的過程中，大學研究團隊所規劃的會議始終無法促成博物館與部落人員見面的機會，惟一是在科工館參訪的課程中，學校有安排部落人士共同協助學生戶外活動的安全外，其他則無明顯接觸的關係。

博物館許老師在發展文化回應課程時，與課程規劃的高老師共同討論，從大學研究團隊所提供的資訊，為來訪學校規劃自然環境與防災課程，其中雨量筒是為建立大雨警戒所設計裝置。可惜未能與部落人員直接對談，部分資訊取得較慢，「有從水保局的網站上查這次警戒，查的同時為了要加強(學生)居住地的連結，我才知道他們在○○鄉」(MU-20160510-模組二課程反思)，許老師便依之前的教學經驗(MU-20160510-模組二課程反思)設計動手做雨量筒的教案。未與部落相關人員直接聯繫，因此博物館與部落的關係無法像博物館與大學的關係可以在會議上見面討論。大學研究團隊在與部落耆老的

談話紀錄中，提到的博物館是以部落附近的文物館為主，對科工館無任何連結(USIC-20160408-共同發展)。依大學研究人員過去研究經驗也發現，博物館在推廣科普活動的過程中，難以直接將各種資訊推廣到部落或社區，而需輾轉藉由學校等機構進行間接的推廣，是推廣科普面臨的困境之一。

若要試著建立博物館與部落的關係，可從其他場域的關係做連結，例如：大學研究團隊成員有一位原住民族又具有自然災害背景的學者顏主任，其站在部落的角度思索博物館對部落展品的呈現方式，認為展廳應改變政令宣導的思維，將政府和慈善機構積極投入救助，和災民被救助的印象，轉化為傳達社區自主防災，以及自己的家園自己救的部落意識(MU-20160510-模組二課程反思)，故透過擁有部落生活經驗的人物，漸漸拉進博物館與部落的疏遠關係，也不失其方式之一。

五、M-S：博物館與學校的平行關係

博物館與學校兩者的主管機關皆屬教育部，其社會責任都在於教育。在課程發展與實施過程，大學團隊為主要溝通橋梁，促使博物館與學校能間接地對文化回應課程做討論，雙方惟有在聯繫科工館參訪行程時才有做直接的電話或信件的聯繫，故博物館與學校是以資源和環境的策略並行之平行關係。

科工館與學校的關係主要建立在參訪聯繫，對於課程設計與實施是由科工館科教人員利用網路搜尋當地部落資訊，聚焦在環境與防災主題的學習資源，設計動手做的教材。科工館與學校在參訪聯繫前，因學校因應教育部的「年度防災教育課程基本執行項目」，有了「一定要去參觀環境教育認證的地方」的需求(US-20160311-課程規劃)，即使學校到科工館需一小時車程，校方相當

有意願參訪；後續的聯繫以電話和電子信箱為主，內容含自行預約項目、團約表格填寫和經費有無補助，而未有面對面討論的機會。科工館與學校在課程設計上，因為雙方無法共同出席會議，學校就未主動提供當地文化回應相關資訊給科工館科教人員(MUS-20160510-課程反思)，使得科工館與學校資源整合度較低。科工館在規劃模組二課程時，均以大學團隊所提供的資訊為主，因來訪學校曾受到八八風災重創，因而以其的地理環境特色安排行程。科工館與學校在課程實施時，科工館科教人員配搭實用性高的雨量筒來回應當地部落的自然災害發生時的情境，並表示「DIY課程學校老師占很大的角色」(MUS-20160510-模組二課程反思)，主動邀請學校教師從旁協助學生完成動手做，老師在現場雖立即給予回應，但也是被動地接受指令，故博物館與學校的關係僅是建立在教學的立足點上。

從另一角度來看博物館和學校關係的差異性，例如博物館在整體課程模組的安排時，有3D電影所播放影片是否合乎主題的考量，而學校則重視3D電影的獨特性與娛樂性：「沒有去看(3D電影)好像有遺珠之憾」和「(學生)印象很深刻」(US-20160524-總課程反思)，可知博物館與學校對於科學教育資源運用的看法不同，若無法充分協調溝通彼此的需求與立場，可能會有誤解的情形。

六、U-IC：大學與部落的隱晦關係

部落與大學在科學學習生態系統中彼此的連結較隱性，在協同教學上兩者皆為了文化回應教學成為支持學校進行自然災害課程的角色，但在課程進行中，大學研究團隊發現部落耆老會穿著原住民族背心、說著族語融入課程情境(USIC-20160520-模組三課程實

施)，這是課程前大學研究人員未事先得知部落耆老會做的安排。

接近課程模組三上課時，大學研究團隊為落實文化回應取向的課程與協同教學，試著瞭解部落耆老對自然災害景點的解說與意願。在半小時的談話過程中，部落耆老鄭老師以重複的方式詢問原住民文化園區實地踏查的主講者共六次，例如第五次鄭老師：「(部落踏查)還是我講？」，大學教授王老師：「你講，你上次(帶大學團隊部落探勘時)講得很好啊～」(UIC-20160503-部落協調)，故大學研究團隊在表達希冀由部落耆老介紹在地原住民族自然環境與歷史文化時，應藉由學校與部落的互助關係，使部落耆老能看見科學學習生態系統中合作模式的成效，在「VUVU的智慧」單元教學時：「(學生)非常幸福，幸福百分百，為什麼呢？因為○○大學這幾位教授、這幾位老師，加上我們學校的配合，今天才有這樣安排的課程，你們(學生)幸福不幸福？哎呀！你們太幸福了啦！」(USIC-20160503-課程實施模組一)。

大學與部落所處場域脈絡與空間認同的關連甚小，使得大學與部落的關係較為隱晦。若大學研究團隊與部落耆老要轉變協同教學的關係是需要從多元文化的視野作轉化(黃純敏，2014，頁83)，除了從局內人(原住民族)與局外人(漢族)的觀點，重新審視原漢關係外，本研究藉由大學研究團隊中擁有相同族群血統的師培生與部落耆老溝通，如「我們可以用對答的方式一起講」、「雙講座啊」(UIC-20160503-部落協調)，這互為熟稔同源間的對話，在大學與部落的隱晦關係裡，建立起輕鬆自然的合作模式。

柒、結論與建議

一、結論

以「MUSIC科學學習生態系統」的觀點，用「化零為整」的方式，整合博物館—大學—學校—部落(MUSIC)的資源，並共同發展文化回應課程和進行教學。綜合與歸納各項研究發現，提出相對應的總結性回應有三：

(一)可支持「MUSIC科學學習生態系統」的資源，在博物館方面是豐富且多樣化，可全面性的支援；在大學方面主要著重人力與物力部分，屬於有變化性、具變通性和協調性的資源；在學校方面與大學資源相似，同樣著重人力與物力，資源特點是較具個別化、獨特性；在部落方面，來自人力與物力的資源相當豐富，是在地化和特殊性的特點。

(二)MUSIC的合作模式，在研究前，科工館與大學、學校與部落這兩個關係連結較強，博物館與學校則是普通的單向關係，大學對學校和部落、博物館與部落這三者連結微弱；到了研究初期，由於大學主動聯繫及協調學校，並使博物館與部落的資源能與文化回應課程作連結，建立大學與學校良好的合作關係；故研究後，博物館、大學、學校與部落四者關係的研究結論為：博物館與大學的伙伴關係、大學與學校的協同關係、學校與部落的共生關係是連結較強的關係；連結普通的關係為大學與部落的隱晦關係、博物館與學校的平行關係；連結較弱的則是博物館與部落的疏遠關係。

(三)博物館、大學、學校和部落的研究參與者共同經歷了四個階段，在「時程安排與探勘」階段，大學提出合作構想後，學校展現積極合作態度，邀請大學研究

團隊參與全校教師課程會議，與所有教師能面對面討論時程與介紹課程，是合作模式順利的關鍵點；在「人員確認與規劃」階段，博物館、大學、學校和部落四方都分別推舉適合擔任協同教學的老師與聯繫對象，使後續進行課程討論的過程能順暢；在「共同發展課程」階段，由於結合學校例行校外教學、防災宣導與環境教育議題課程，增加教師共同討論課程的意願，使大學與學校在教學上互相能有所回饋；在「課程實施與反思」階段，在大學的串連下，課程在博物館、學校和部落的場域中順利進行，並與各研究參與者針對課程活動彼此分享收穫與心得。

二、建議

在多元化的科學教育潮流下，科學學習與在地生活實踐結合，「科學學習生態系統」提供多元、豐富和與生活連結的科學學習。關於博物館、大學、學校與部落在教學與課程合作關係的成敗關鍵，獲致下列五項建議：

(一)關注所有合作伙伴的自身利益

本研究的MUSIC合作模式由大學團隊居中引導，尋找有合作意願的對象，規劃充實且緊密連結的合作方案，使所有參與機構的人員皆為課程貢獻心力且互相協調，如大學深入部落瞭解原住民文化、學校與部落學習博物館的申請流程並結合議題課程、博物館為學校需求而設計動手做活動等，讓大學、博物館、學校與社區四方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，支持科學學習生態系統。Traphagen與Traill (2014)表示，科學學習的生態系統有三

個共同的屬性：1. 由強而有力的領導者、合作願景及合作實務三者共同引導，2. 關注所有合作伙伴的自身利益，3. 合作伙伴都是可以利己且有變動空間。本研究的MUSIC合作模式完全契合Traphagen與Traill提出的屬性；再者，本研究四個合作機構皆有所獲益，大學蒐集研究資料完成學術論文、學校完成了防災與環境教育的課程融入、部落向學生傳遞文化與生活方式、博物館達成了社會貢獻且瞭解新的參訪族群(部落)的需求，符合獲得利益的屬性；最後，所有合作伙伴皆是機會主義式的順勢，從合作模式中獲取益處，且合作模式的內容也因應合作伙伴的益處而不斷協調與更動，如學校藉由參訪科工館之便參與地震體驗屋且全校合照完成綠色機構參訪、在部落踏查介紹災害時教授族語與傳統穿著、博物館與大學在瞭解部落文化的同時也發現新的可能性並發展新的計畫，符合機會主義(利己)與可變動的屬性。

(二)培養所有合作伙伴的協調與整合能力

本研究MUSIC四方透過回應、協調、連結三個要素建立合作模式。首先，為回應原住民學生的學習特性與需求，本研究使用文化回應課程來對學生進行授課，使用學生切身相關的議題作為課程主題，以學生生活周遭的場景進行教學，並加入文化的各種原件如族語及穿著等；再者，為了協調MUSIC之間的資源，大學不斷強調各伙伴間的互相瞭解與支援，如請學校查詢博物館的展廳與體驗設施，提醒展廳內有更多可結合議題課程的可能，也使博物館與大學發現結合議題課程是發展新計畫的重要契機，博物館方面則瞭解學生的特性與需求，並依照需求設計專屬的動手做活動；最後，為促成彼此的連結，不斷強調資源必須互動，例如過去學校只是單方面接受資源(Falk et al., 2015)，而本研究中學校亦提供人力與物

力來完成課程。然而，本研究的合作模式發現要學校教師帶領學生到博物館學習存在許多阻礙，如教師經常需要為課程進度煩心、且對博物館的認識不深入、無法使用博物館的展覽與輔助資源配合教學、也因為學生安全疑慮而減少帶領學生到博物館。教師的協調能力是本合作模式在未來需要再增進的部分，同時也是科學學習生態系統中需要不斷強化的部分。培養所有合作伙伴與教育工作者的協調與整合能力是促進科學學習生態系統永續合作的重要策略(Traphagen & Traill, 2014)。

(三)依循MUSIC合作模式的步驟整合學習資源

科學學習生態系統的整合很符合「在地學習」(Sobel, 2004)和傳統的養育思維「培育一個小孩需要一個村莊的力量」。近年來十二年國教在縱向上擴充普通教育的升學管道，在橫向上推展教育社區化及終身教育，以發揮現有科學學習資源的效能。針對政策「整合社區資源、學校社區化、社區學校化」的理想，本研究結合博物館、大學、學校和原住民族社區形成「MUSIC科學學習生態系統」為推動學校社區化的主要策略。唯有社區性、整合性和永續性的科學教育，才能在學生在求學階段奠定科技素養之基礎，建構學生認同社區適性發展的學習環境。學校是學習生態系統中關鍵而必要的角色，然單靠學校本身無法組成整個系統，也無法完成學生終生的學習。在本研究中，學生到部落中的災害現場實地勘查，學習部落耆老的經驗，教師則接收本研究所發展的課程模組，並將教材留用到未來防災宣導上。社區中的許多科學教育機構都會與學校合作，但學校在科學學習生態系統中卻是極少與其他機構互動的角色，僅是獲取資源而較少付出的互動方式，極少主動提出計畫方案求取合

作機會(Falk et al., 2015)。本研究的合作模式中，初期學校也是被動接收的形式，但課程符合學校教師的需求，結合學校的例行校外教學、防災宣導與環境教育議題課程，大幅減輕教師工作量，提高學校的合作意願，願意未來爭取與各機構的合作，與校內課程結合。此外，大學在科學學習生態系統中也極少與其他機構互動，僅少數大學在社區中會提出計畫並連結其他機構(Falk et al.)。然而，雖然研究結果是為了提供各個部落或社區皆可用的合作架構，但因考量到偏遠地區原住民學校的資源缺乏，而優先將此課程帶到偏鄉學校實施。因此，建議站在「整合學習資源」的觀點，依循「時程安排與探勘」、「人員確認與規劃」、「共同發展課程」和「課程實施與反思」等步驟，引導MUSIC合作模式中的行動者循序漸進地發展與實施文化回應課程。

(四)連結各小組組織進而形成大組織

在「時程安排與探勘」階段，大學向學校校長提出合作構想後，學校展現積極合作態度，邀請大學研究團隊參與全校教師課程會議，這是大學與學校積極地介入的連結。而研究前發現擁有較強的合作關係有兩個小組組織——科工館與大學、學校與部落，透過大學和學校兩個窗口的連結，進而形成了大組織的整合。因此，當不同的小組織要做大組織整合時，是需要每個小組織中的重要關係人對另一個小組織進行主動地整合，進而形成大組織的合作模式，使雙方互利，創造雙贏。首先由大學溝通、協調及瞭解學校、部落與博物館合宜發展文化回應課程的資源；再進行資源與課程的連結，過程中學校與大學合作，漸漸擴及至與部落和博物館的連繫；最後，在共同發展文化回應課程與教學中，博物館、大學、學校和部落保持互動。

(五)發揮大學的價值創造永續經營的可能性

本研究的長遠目標是建立永續性的合作模式，故大學若要持續存在且永續經營合作模式，大學可透過服務在地社區、發展研究計畫，及培育未來教師三個方式來經營並改進科學學習生態系統的合作模式。第一，大學身為有資源的高等教育機構，身負社會責任，為社區服務責無旁貸，為民眾提供教育資源或舉辦科普活動便是可行且有意義的方案之一，大學現有資源包含服務學習課程、招生的例行活動、各學科專業領域的學者和教材、活動場地、教育與研究計畫等，將這些資源落實到社區的教育活動之中可充實大學的服務學習、豐富大學的招生活動、累積各系所學生的實習與社會經驗、完成大學的社會責任，大學借由舉辦教育活動而服務在地社區可與社區達成雙贏局面。第二，大學透過發展長期的合作計畫來與各機構維持科學學習生態系統的穩定合作，除了提供教學資源外，大學也穩定的與各機構發展新的研究計畫，藉由教學活動實施的同時蒐集研究資料，使研究與教學兩者同時永續經營發展。而本研究所建立的合作模式運用於偏鄉學校已有效果呈現，未來可推廣至其他資源更密集的社區中，使科學學習生態系統能永續經營；抑或運用在科普傳播領域，使科學學習生態系統中的各項資源能靈活應用及流動，諸如博物館的科技媒體、大學相關系所的師生、學校的科學社團與社區的科學網絡。第三，大學的師資培育學程可加入非制式教育的課程，協助未來教師培養協調能力，使學校教師能使用生態系統中的各個資源應用於中小學課程，並整合重大議題課程、學校本位課程、特色課程等，在豐富學校課程的同時減少教師的負擔。整體而言，大學將主要提供人力來發展生態系統的合作

模式，也將培養新的人力流入學校及社會中以承辦並維持生態系統之間各伙伴的合作關係，大學在此生態系統之中可以是提供永續人力的角色。

誌謝

本研究感謝屏東原住民族國小的師生與研究團隊共同投入此課程，以及參與部落踏查的耆老和部落族人鼎力相助，亦感謝國立中山

大學教育所研究生楊家豪、曾靜雯和呂馨君協助資料收集，使研究得以在科技部經費補助(計畫名稱：「綜效計畫：透過『博物館—大學—學校—部落(MUSIC)合作模式』回應、協調和聯結科學學習生態系統中的制式與非制式STEM學習資源」、計畫編號105-2511-S-110-003)下順利完成，兩位審查委員和屏東原住民族國小的校長、教導主任悉心審閱並提供寶貴建議亦令本文更臻完善，特此敬致謝忱。

參考文獻

1. Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2013). 教育研究法：研究設計實務(*How to design and evaluate research in education* [8th ed.]; 楊孟麗、謝水南譯)。臺北市：麥格羅希爾。(原作出版於2012年)
2. 何繼琪、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，2，33-66。
3. 李雪菱、范德鑫(2013)。文化回應教學的實踐與省思：原住民學童圖文讀寫課程的教與學。教育研究月刊，231，93-108。
4. 李萍娜、林聖曦(2013)。當原住民與漢人在教室相遇：不同族群背景的教師與幼兒在教室之言談。教育科學研究期刊，58(4)，165-195。
5. 周德禎(2001)。排灣族教育：民族誌之研究。臺北市：五南。
6. 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。
7. 胡台麗(2011)。排灣文化的詮釋。臺北市：聯經。
8. 國科會科教處(2012年9月5日)。102年度「原住民科學教育計畫」(整合型)徵求書。查詢日期：2016年12月1日，檢自www2.isu.edu.tw/upload/223/-1/news/postfile_57743.pdf
9. 張鈿富、鄧進權、林孟潔(2010)。臺灣高中教育資源管理均等性之評估。教育科學研究期刊，55(3)，151-176。
10. 陳枝烈(2013)。臺灣原住民族部落學校發展現況探討。台灣原住民族研究季刊，6(4)，147-168。
11. 傅麗玉(2004)。誰的科學教育？中小學科學教育的多元文化觀點。課程與教學，7(1)，91-108。
12. 曾瑞蓮(1997)。博物館與師範校院合作模式之研究。科技博物，1(2)，36-54。
13. 曾瑞蓮(2005)。學校運用博物館資源進行主題式教學之探討：以日本三個博物館為例。科技博物，9(1)，5-19。

14. 黃孝宗、蔡俊彥、黃台珠(2013)。公民科學家意象與參觀博物館對科學研究利益知覺之影響。《教育科學研究期刊》，58(3)，1-22。
15. 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。
16. 黃繼仁(2009)。教育機會均等議題與偏遠學校教育資源分配之探究——以一所國中特色課程的發展為例。《課程與教學》，12(4)，31-62。
17. 潘淑琦(2015)。一所特偏迷你小學實施文化回應教學現況之研究。《學校行政》，97，122-149。
18. 盧昭蓉、麥綉婉(2016)。以SWOT分析博物館教育活動的發展策略：以國立科學工藝博物館為例。《科技博物》，20(1)，33-52。
19. Banks, J. A., & Banks, C. A. M. (1995). *Handbook of research on multicultural education*. New York: Macmillan.
20. Banks, J. A., & Banks, C. A. M. (2010). *Multicultural education: Issues and perspectives*. Hoboken, NJ: Wiley.
21. Baquete, A. M., Grayson, D., & Mutimucuo, I. V. (2016). An exploration of indigenous knowledge related to physics concepts held by senior citizens in Chókwé, Mozambique. *International Journal of Science Education*, 38(1), 1-16.
22. Barron, B. (2006). Interest and self-sustained learning as catalysts of development: A learning ecology perspective. *Human Development*, 49(4), 193-224.
23. Cajete, G. (2008). Seven orientations for the development of indigenous science education. In N. K. Denzin, Y. S. Lincoln, & L. T. Smith (Eds.), *Handbook of critical and indigenous methodologies* (pp. 487-496). Los Angeles, CA: Sage.
24. Castagno, A. E., & Brayboy, B. M. J. (2008). Culturally responsive schooling for indigenous youth: A review of the literature. *Review of Educational Research*, 78(4), 941-993.
25. Center for Advancement of Informal Science Education. (2010). *Making science matter: Collaborations between informal science education organizations and schools*. Washington, DC: Center for Advancement of Informal Science Education.
26. 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*, 5, 1-20.
27. Dawson, E. (2014). Equity in informal science education: Developing an access and equity framework for science museums and science centres. *Studies in Science Education*, 50(2), 209-247.
28. Dierking, L. D. (2005). Lessons without limit: How free-choice learning is transforming science and technology education. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, 12(S), 145-160.
29. Dierking, L. D., & Falk, J. H. (2015, November). *An ecosystem approach to civic science lit-*

- eracy. Paper presented at the International Conference of Civic Science Literacy and Science Culture. Kaohsiung, Taiwan.
30. Falk, J. H., & Dierking, L. D. (2013). *The museum experience revisited*. Walnut Creek, CA: Left Coast.
 31. 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 Policy*, 99(1), 145-173.
 32. Falk, J. H., Donovan, E., & Woods, R. (2001). *Free-choice science education: How we learn science outside of school*. New York: Teachers College Press.
 33. 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.
 34. Falk, J. H., Randol, S., & Dierking, L. D. (2008). *The informal science education landscape: A preliminary investigation*. Retrieved December 15, 2016, from http://www.informalscience.org/sites/default/files/2008_CAISE_Landscape_Study_Report.pdf
 35. Falk, J. H., Randol, S., & Dierking, L. D. (2012). Mapping the informal science education landscape: An exploratory study. *Public Understanding of Science*, 21(7), 865-874.
 36. Falk, J. H., Staus, N., Dierking, L. D., Penuel, W., Wyld, J., & Bailey, D. (2016). Understanding youth STEM interest pathways within a single community: The synergies project. *International Journal of Science Education, Part B*, 6(4), 369-384.
 37. Gay, G. (2010). *Culturally responsive teaching: Theory, research, and practice* (2nd ed.). New York: Teachers College.
 38. Griffin, R. W. (1990). *Management* (3rd ed.). Boston, MA: Houghton Mifflin.
 39. Kasanda, C., Lubben, F., Gaoseb, N., Kandjeo-Marenga, U., Kapenda, H., & Campbell, B. (2005). The role of everyday contexts in learner-centred teaching: The practice in Namibian secondary schools. *International Journal of Science Education*, 27(15), 1805-1823.
 40. Kidman, J. K., Yen, C.-F., & Abrams, E. (2013). Indigenous students' experiences of the hidden curriculum in science education: A cross-national study in new Zealand and Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 43-64.
 41. Ladson-Billings, G. (1995). But that's just good teaching! The case for culturally relevant pedagogy. *Theory into Practice*, 34(3), 159-165.
 42. Lang, C., Reeve, J., & Woollard, V. (Eds.). (2006). *The responsive museum: Working with audiences in the twenty-first century*. Burlington, VT: Ashgate.
 43. Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
 44. Lee, H., Yen, C.-F., & Aikenhead, G. S. (2012). Indigenous elementary students' science instruction in Taiwan: Indigenous knowledge and western science. *Research in Science Educa-*

- tion, 42(6), 1183-1199.
45. Lin, H.-S., Hong, Z.-R., & Huang, T.-C. (2012). The role of emotional factors in building public scientific literacy and engagement with science. *International Journal of Science Education*, 34(1), 25-42.
 46. Lynch, S. J. (2000). *Equity and science education reform*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
 47. Massarani, L., & Merzagora, M. (2015). Socially inclusive science communication. In M. Merzagora, V. Mignan, & P. Rodari (Eds.), *Listening and empowering: Crossing the social inclusion and the science in society agendas in science communication activities involving young people* (pp. 41-42). Trieste, Italy: European Commission.
 48. Murphy, R. (1988). *Social closure: The theory of monopolization and exclusion*. Oxford, UK: Clarendon Press.
 49. Ng'asike, J. T. (2011). Turkana children's rights to education and indigenous knowledge in science teaching in Kenya. *New Zealand Journal of Teachers' Work*, 8(1), 55-67.
 50. Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
 51. Perin, D. (2011). *Facilitating student learning through contextualization*. Retrieved November 23, 2016, from <http://ccrc.tc.columbia.edu/media/k2/attachments/facilitating-learning-contextualization-working-paper.pdf>
 52. Putnam, R. D. (2016). *Our kids: The American dream in crisis*. New York: Simon and Schuster.
 53. Robbins, S. P. T., & Coulter, M. K. (2002). *Management* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
 54. Sobel, D. (2004). *Place-based education: Connecting classroom and community*. Retrieved January 20, 2017, from <http://www.antiochne.edu/wp-content/uploads/2012/08/pbexcerpt.pdf>
 55. Tolbert, S. (2015). "Because they want to teach you about their culture": Analyzing effective mentoring conversations between culturally responsible mentors and secondary science teachers of indigenous students in mainstream schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(10), 1325-1361.
 56. Traphagen, K., & Traill, S. (2014). *How cross-sector collaborations are advancing STEM learning*. Retrieved January 20, 2017, from http://www.noycefdn.org/documents/STEM_ECO-SYSTEMS_REPORT_140128.pdf.

Part of a Whole: A Science Learning Ecosystem Perspective on Culturally Relevant Curriculum

Paichi Pat Shein^{1,*}, Yu-Chen Huang¹, Mei-Chen Chang² and Tjuku Ruljigaljig³

¹Center for Teacher Education, National Sun Yat-sen University

²Department of Industrial Technology Education, National Kaohsiung Normal University

³Studies of Health and Leisure & Cultural Industries for Indigenous, B.A. Program, National Pingtung University

Abstract

This study aimed to synergize formal and informal science learning resources from museum, university, school, and indigenous community to form a “MUSIC science learning ecosystem.” The collaboration among these stakeholders was marked by customization, coordination, and connection. The four stakeholders came together to co-construct and co-teach a curriculum on natural disaster and prevention for indigenous elementary students in a remote area in Pingtung, Taiwan. The study used an ethnography to depict how the curriculum was customized by integrating indigenous culture and knowledge. Data included observations notes, video and audio recordings of meetings, interviews, and teaching activities. Findings show that the framework of “science learning ecosystem” allowed multiple stakeholders to integrate resources in efficient and productive ways, to form collaborative relationships, and to co-construct a curriculum that reap benefits for all shareholders. This study provides implications on how to formulate a “science learning ecosystem” and ensure its sustainability and generalizability.

Key words: Culturally Relevant Teaching, Natural Disaster and Prevention, Informal Science Education, Science Learning Ecosystem, Indigenous Community

* Corresponding author: Paichi Pat Shein, pshein@mail.nsysu.edu.tw

