

第五章 結論與建議

本研究目的在於依據設計導向科學的學習原理 (Design-based Science Learning; DBSL)，編製六小時動手操作的活動，透過藤編製作活動讓原住民學生學習力學的科學概念；進而探討在設計活動後，學生在情意面向的族群認同與對科學的態度之進步情形、認知面向的力學概念之理解情形與技能面向的科學過程技能之使用情形。透過晤談資料、量表問卷、學期成績、課程引導單等相關文件的收集以獲取研究資料。對所收集的研究資料探討與分析後，歸納出若干結論與建議。本章將分為三節討論之；第一節為結論，以第四章的研究分析結果回答本研究之研究問題，第二節為針對結論進行討論，第三節為依據研究發現針對原住民科學教育與教學活動設計提出建議，並考量研究未盡之處建議未來研究的方向。

第一節 結論

綜合第四章的研究結果，並依據研究問題分別提出結論：

一、設計活動與族群認同的關連

本研究以原住民傳統藤編製作為教學主題的設計活動，針對受試學生的身份與投入、族群態度等向度之族群認同程度進行探討。學生在經過設計活動後，不僅可以促進整體學生建立對其族群的認同之外 ($Z=-3.36, p<.05$)，學生對自身身份的認同與投入部落活動的意願也有顯著增加 ($Z=-3.53, p<.05$)。

此外，研究結果亦發現原本具有較低認同之學生，在設計活動後其對族群的認同感有更顯著地提升 (中認同： $Z=-2.03, p<.05$ ；低認同： $Z=-2.04, p<.05$)。

二、設計活動與對科學的態度之關連

對科學的態度在本研究中定義為學生在與各項科學相關之人、事、物交互作用時，所形成對這些與科學有關的傾向、感覺、評價、認定與外在行動的表現。

本研究以原住民傳統藤編製作為教學主題的設計活動，針對學生對於上課態度、科學原理、學校課程與生活中的科學等向度所持之態度進行探討。研究結果發現在經過設計活動後，整體學生建立對科學相關事物的態度有顯著提升 ($Z=-1.98, p<.05$)，而且整體學生在「科學原理」與「學校自然課程」兩個向度的態度有顯著的提升 (科學原理： $Z=-2.44, p<.05$ ；學校自然課程： $Z=-1.99, p<.05$)。

此外，研究結果亦發現原本具有較低科學態度之學生，則更能顯著地提升其科學相關事物的態度 (中態度： $Z=-1.99, p<.05$ ；低態度： $Z=-2.04, p<.05$)。

三、設計活動與力學概念理解的關連

本研究之設計活動係以實作的原住民傳統藤編製作結合力學概念應用，並探討受試學生對於「力平衡」、「合力」、「張力」與「摩擦力」等力學原理的理解情形。研究結果發現在經過設計活動後，雖然整體學生在科學概念的理解部份並沒有顯著進步，但中、高成就學生，對於合力方向的概念與合力計算的能力顯著提升了。各概念分項的分析中，學生在合力相關試題的作答情形也是有顯著的提升 ($Z=-3.29, p<.05$)，且學生在訪談中亦可明確指出合力的現象。但在力平衡概念的理解上沒有顯著差異，而且即便認為有平衡的現象存在，也無法清楚的說出其是如何應用；此現象在量化試題與質性晤談的分析結果是一致的。

此外，在訪談對話中發現受訪學生對科學原理的理解情形，會受科學用語表面字義的影響或直接以相關現象回答其定義，必須進一步的追問該概念在藤編中的應用，才可明確判斷學生是否理解該概念。

四、設計活動與科學過程技能的關連

本研究探討學生「測量」、「控制變因」與「下操作型定義」等三項能力在設計活動中的表現情形。從前、後晤談的對話中，發現在設計活動之後，受訪學生在此三項能力的表現都有進步，更能主動使用測量的方法來增加實驗觀測的可行性與結果的準確性，以獲得量化的數據進行實驗結果的比較。透過訪談回答類型的整理，可以發現學生無論是操控變因或其相關的操作方式的說明、使用測量

方法去觀測科學實驗，在設計活動之後的表現上都是有進步的。

第二節 討論

以下針對本研究之研究結果進行更進一步的討論：

一、族群認同的成長現象

本研究採取 Phinney (1992) 的觀點，將族群認同分為自我族群身分認同、族群投入、族群態度三個面向作為受試學生族群認同的依據。本研究發現受試學生在經過六個禮拜以藤編設計為主題的活動之後，學生對其族群認同的建立有顯著的進步；尤其是中、低族群認同的學生其進步幅度更為明顯。顯示在學習過程中融入原住民傳統文化，可以有效建立其族群認同。此與班克斯 (1998) 所提倡之多元文化課程改革的途徑有四種：貢獻途徑、附加途徑、轉換途徑與社會活動途徑，這四種途徑強調課程改革應要以體現多元文化的理念去進行設計。本研究顯示將原住民的傳統文化融入於科學概念中，可促進力學概念的學習與有效提升科學態度的養成，並為班克斯之多文化課程的理論取向提供一個實徵證據。

研究亦發現受試學生在尚未接受設計活動的教學前，原本即具有相當高的族群認同。推測其原因，主要是因為受試學生從小學到中學，幾乎都是在同一個學區就讀；雖於假日之中偶有接觸其他族群的觀光客，在其生活裡仍與同部落的族人一同生活，可能因而造成此種高族群認同的狀態 (蔡春蘭, 2004)。

然而，族群認同雖然是從幾種核心要素所發展出來的，它並非完全不會改變的，在不同的社會環境下，對自身族群的認同感可能被修正、增強甚至整個改變。尤其現階段的台灣社會裡，原住民所持之族群認同不僅只是一種純粹的本族意識，往往還包含著時代與社會認同的成分在內 (張建成, 2002)。本研究之對象由於從小到大所接觸的多是同族群的族人，因而具有較高的族群意識與認同感受。然而，一旦在部落中生長的學生在到外地求學時，開始接觸更多的主流文化後，是否還能保持族群意識較高的認同，值得未來教育研究做進一步探討。本研

究的結果顯示若成功建立科學原理與原住民傳統事物技藝的連結後，即便學生面對新的科學知識時，亦能從其族群智慧的思考方式進行理解的話，可能有助於其維持自身族群的認同感。

此外，本研究雖然依據 Phinney (1992) 所主張分三個向度來探討學生的族群認同。然而，從研究中可以發現，由於研究之活動課程是傳統文化中藤編的製作所延伸而來，因此所涉及與族群投入的向度較為相近，而與族群身分和族群態度等個體內在感受之間的關聯性較小，可能因此造成受試學生在族群態度分項沒有顯著的提升情形。

二、概念理解的成長現象

過去研究指出對於完全未曾聽聞過的科學術語，學生會傾向以字面的意義去詮釋它，而且隨著了解程度的增加，對字面意義的依賴程度會減少(李暉，2000；彭泰源、張惠博，2000)。在本研究中亦可發現，受訪學生在回答概念定義的問題時，會受科學用語表面字義的影響。例如：受訪學生會直接回答合力就是「合起來的力」。這種較無法判定受訪學生是否具備該概念的知識及其理解程度的回答方式，亦普遍存在於其他科學概念問題的回答中，如：張力就是拉張的力、力平衡就是靜止力量會平均。顯示原住民學生在不甚熟悉或完全未曾聽聞過的科學術語時，亦如同李暉(2000)與彭泰源(2000)等人的研究發現，會以字面的意義依據自己的想法去進行解釋。

此外，受試學生在訪談問題的表現上，顯示其對摩擦力的理解是侷限於物體運動時接觸面間「動摩擦力」的現象，而對於藤編中利用增加藤條之間的接觸面，以增加拉動藤條的阻力(靜摩擦力)的現象，則比較無法直接反應。此與蔡春來(2002)的研究發現類似，學生會對靜摩擦力與動摩擦力產生混淆。這樣的混淆可能來自於以下因素：(1) 學生對於摩擦力的定義深受國小時對摩擦力概念的說明，都是以現象的呈現為主；(2) 動摩擦力的現象是學生在生活經驗中最為常見的現象之一；(3) 本研究之設計活動中並沒有涵蓋摩擦力概念，而學生在藤編製

作的過程中，發覺到有摩擦力現象的存在，以致出現學生認為有摩擦力的應用，卻無法具體地說出摩擦力的明確概念及其在藤編中是如何應用的。因而造成學生往往以某概念的整體現象來描述該概念；甚至直接從概念的表面字義去說明概念的定義。

三、科學過程技能的成長現象

本研究結果發現，受訪學生在變因的操作是以控制「載重量」此項變因的表現最好，明顯比「輪胎材質」與「傾斜度」兩變因的控制來得好。推測其原因可能是由於學生的生活經驗中，在平面上推動越重的物體需要出越大的力才能使其運動，並且認為在斜面時，較重的滑車下滑速度會比較慢，因此學生可以選出正確操作滑車載重量的實驗裝置。雖然學生選了正確的實驗裝置並操作變因，但事實上滑車速度與上載重量的多寡並無關（因為相同角度時加速度的值都一樣）。由此可知學生在斜坡運動的概念上，有來自於日常生活經驗而產生的迷思概念。此與許多研究發現的迷思概念成因相同，迷思概念部份是導源於生活經驗，易受同儕、情境與文化的影響（陳淑筠，2002；劉俊庚，2002；鄭茹芬，2002）。

此外，吳百興與邱美虹（2007）在比較原漢學生世界觀的研究中，亦發現原住民學生受其生活環境蘊育的世界觀影響下，會對科學的事物現象有其特殊的解釋。因此近年來許多關注於原住民科學教育的學者們，主張從原住民學生的世界觀著手，透過其生活經驗中的傳統文物，結合其所應用之科學原理進行科學課程的學習，進而達到科學學習的目的（傅麗玉，2003b；彭泰源、張惠博，2000）。

本研究的結果顯示以原住民傳統文物中的藤編製作做為學習主軸，結合藤編中的力學概念所進行之設計活動，並透過一系列實際操作的設計活動有效促進學生在科學過程技能的學習與使用。

四、設計導向的教學活動

原住民學生大多喜好實際動手操作的課程活動，即便在教室裡進行教學，也較喜歡活動式的學習，對於實務操作、活動學習或運用較多肢體動作的教學內

容，其學習興趣明顯提升，並透過實際操作的過程能清楚體認科學原理，亦能加深其學習印象。因此，本研究依據設計導向科學學習所設計之教學活動，透過實際操作的教學情境，學生在概念理解、對科學的態度與族群認同等表現上亦有顯著的提升。

此外，黃志豪（2006）針對國小五、六年級學生在「從設計中學習」的網路學習課程中的研究中亦發現，學生的設計行為越高者其知識分享行為也越高。再者關於設計行為、設計導向、從設計中學習等相關研究，在國外早已不僅只侷限於科技、工程與其他人文學科領域的研究範疇，在科學教育的相關研究之中使用設計導向作為引導學生學習科學並培養現實世界問題解決能力（Aamodt & Plaza, 1994; Meredith, Peter, Bernard, & Gertrude, 1997; Vattam & Kolodner, 2006）。

然而，國內無論是教育相關的研究論文，研究者以「設計」一詞於全國碩博士論文查詢系統進行搜尋，發現共有 203173 篇。其中系統所呈現的 1000 篇之中自然科學類論文有 91 篇，佔 9.1%；教育學類論文 39 篇，佔 3.9%。相較於類別中最多的工程學類的論文 531 篇，佔 53.1%，明顯為少數。顯示國內在科學教育場域中，探討設計導向做為教學活動或課程之研究仍為少數。因此，本研究雖以設計導向的教學活動做為學生學習的媒介，但尚未深入探討設計導向的科學課程中學生科學學習的過程進行探討，未來值得國內學者共同專研此一領域，以期能為更多的學生建立多元的學習方式。

五、文化情境的科學課程

過去針對原住民科學教育的研究指出原住民學生在學習科學時，由於日常生活經驗與課室理教授的科學之間存在著差異，因而造成學生在需要跨越文化疆界的情形下，會有認知衝突與學習困難的產生（Aikenhead, 1997; Phelan et al., 1991）。此外，班克斯（1998）亦主張原住民的教育應依據原住民族群的文化特性，對原住民學生實施相關之教育，並為多元社會下的課程改革提出融入文化情境的四個改革取向。

因此，本研究之設計導向科學課程，以原住民生活經驗中的藤編文化融入於科學課程之中，藉由傳統文化中的藤編經驗結合力學原理，讓受試的原住民學生在不僅力學概念的認知面向、對科學態度與族群認同的情意面向與過程技能的技能面向的表現有所提升之外。透過本研究的課程設計不僅只是在原課程中增加文化的篇幅，而是能夠以改變原本的課程結構，來使學生能夠從文化情境的觀點來理解科學概念，進而達到付諸社會行動的終極取向。

第三節建議

以下本節將根據本研究的研究結果與討論，分別針對未來原住民科學教學以及在未來研究方向上提出建議：

一、原住民科學教學之建議

(一) 科學課程

在九年一貫的課程開放之後，各校具有更多的彈性時間，若結合周邊社區部落的傳統技藝與課本中的科學概念，不僅可以增進學習科學的概念學習，亦可藉由發展具原住民特色的校本課程來提升學生對其所屬族群的認同。因此，本研究建議原住民地區的各級學校在發展校本課程時，除考量推展原住民傳統文化之外，也可思量如何加入先民智慧中的科學概念。如此一來，不僅可以培養學生對族群的認識，更能由日常生活中常見的事物學習到科學知識，減少原住民學生跨越文化藩籬的認知負荷，並促進科學概念上的理解與學習。

(二) 教學活動

從杜威提倡做中學（learning by doing）的學習理論以來，讓學生透過實作的過程學習科學知識的教學模式，一直廣為科學教育領域的教育者與研究者所使用，而建構主義的興起，以實際操作的方法讓學生自行建構科學知識，也是近來科學教育者一再強調的。然而，本研究建議在實作的教學法中除常見的探究導向（inquiry based）教學法之外，教師們應秉持從實作中建構知識的精神，依據各

學科單元之不同概念，考量學生的學習特性與教學時數的限制，以創造教學、設計活動、問題解決等導向，進行課程活動的設計以求以更多元的方式幫助學生學習科學與建構知識。

二、研究方法上之建議

(一) 訪談過程中的追問

對於未來欲關注原住民學生在科學學習之研究者，在研究設計與訪談上應多引導受訪者以實例去說明其無法清楚說出之科學概念，並反覆追問以求能確實釐清學生對該概念的理解情形。尤其是當學生僅以表面字義對生活周遭的事物現象、原理原則進行解釋時，以進一步的深入追問或用其他實物讓學生藉由操作說明其對該概念的理解情形，從中去釐清學生到底是對概念不理解，或只是無法提供科學用語的定義。

(二) 以個案研究的方式收集資料

目前由於各原鄉部落人口外流現象嚴重，致使各原住民地區學校就學人數明顯較一般都市中的學校來得少，因此所蒐集的量化資料往往會有樣本數的不足之情形，故只能就現有蒐集到的資料進行分析。因此，本研究建議未來在探討原住民科學教育相關議題的研究時，可選擇以個案研究的方式，進行深入、長時間的觀察與多方資料的蒐集，以建立更豐富、具整體性的描述去回答研究問題（Rex, Steadman, & Graciano, 2006）。

三、未來研究方向之建議

本研究採取 Fortus 等人（2004）的設計導向觀點，以原住民傳統藤編製作為教學主題的設計活動，並探討受試學生於活動後情意、認知與技能等面向的進步情形。由於研究時間的限制，致使本研究中以藤編製作的設計活動之進行時間僅有六週，在如此短暫的時間裡學生在各面向中的發展是有其限制。因此，為能更深入瞭解設計導向的活動與族群認同和對科學的態度、力學概念、過程技能之間的交互關係，並避免解讀上的偏誤，對於未來研究方向提供以下建議。

(一) 設計導向教學活動對不同成長環境之原住民學生的認同影響情形為何？

本研究之族群認同部份，主要是以設計導向的教學活動做為教學中介，探討原住民學生受設計活動教學的影響情形；研究發現本研究中的對象為長期居住於原住民地區具有較高族群認同的原住民學生，在設計活動後仍可顯著提升其對自身族群的認同。然而，許多的研究指出在非完全原住民部落的學校或是都市學校（即漢人為多數的學校）中的原住民學生，在接觸較多主流文化的情況之下，與原鄉部落文化間連帶感薄弱，其對族群認同亦可能會隨之薄弱（劉若蘭、黃玉，2005；蔡慧君，2002）。因此，可考慮將本研究中的設計活動推廣至這些在主流社會環境中成長的原住民學生上，是否能有效加強其與部落文化的連結和提升其族群認同，是未來研究可再進行深入探討的。

(二) 設計導向教學活動中學生的互動情形為何？

本研究中雖有對設計導向的教學活動上課情形進行錄影資料蒐集，但由於研究所關注的焦點主要在於，透過動手設計的活動讓學生學習科學概念並培養其過程技能，因此對於設計導向的教學活動中，學生與學生之間的互動情形並不在本研究探討的範圍之內。然而，對於偏好同儕團體的學習，喜歡和同學一起行動、寫作業的原住民學生而言，在設計活動的分組工作中如何透過溝通與協商去完成成品設計，建構科學知識與科學話語的使用、小組成員間對話模式，或是小組地位的轉移情形等，均是未來研究可再進行深入探討的。

(三) 原住民文化情境中對科學學習的影響如何？

本研究從此原住民科學的觀點著手，以原住民傳統文化的藤編製作中力學概念的應用，結合設計導向的課程理念編制動手操作的設計活動讓學生學習藤編製作中的科學概念。然而，從原住民生活方式所發展出的傳統文化不僅只於藤編製作、所應用的科學概念亦不只有力學概念，如何在原住民傳統的文化情境中發展其他適合原住民學生學習科學概念的科學課程，是未來研究可再進行深入探討的。

