
從族群科學的觀點論原住民科學教育的取徑

吳百興* 吳心楷

國立臺灣師範大學 科學教育研究所

摘 要

在成長與就學的過程中，社會文化是學生間相互溝通的重要橋樑，並透過社會文化的基礎，使學生得以建構關於科學的相關知識。然而，在原住民學生所接受之科學教育的教學中，教師與課程鮮少針對學生的族群文化觀點進行教學，也不重視族群文化對知識建構的貢獻，因而致使原住民學生產生學習成效不佳的情形，同時也因文化上的弱勢造成認同低落的情形。有鑑於此，本文主要是回顧原住民科學教育相關的文獻，並從科學知識的本質以及科學知識建構的歷程等兩個部分，對文化導向的族群科學與當前學校教授的標準導向西方科學，在原住民科學教育的教學中所扮演的角色加以評析。透過本文的評析發現，族群科學跟西方科學無論是在知識的本質抑或是知識建構的歷程上，雖然具有明顯的差異，但仍存在有可相互溝通的共同基礎。透過這些共同基礎原住民科學教育者，可以分別從教學環境的營造、教學內容的編排以及教學材料的選用等方面，來思考原住民族群的科學教育，以接納多元文化的思維模式進行課程設計，取代當前單一文化的課程主導。

關鍵詞：原住民科學、當代西方科學、共同基礎、科學知識的本質、知識建構的歷程

壹、前言

由於許多的研究都發現原住民學生在當前漢族文化為主的學習環境下，受限於其課程中生活實例、語言文字的不同而致使其學習成效之低落(Aikenhead, 1997; McKinley, 2005; McKinley, Waiti, & Bell, 1992)。除此之外，亦有學者從族群認同或學校認同的觀點進行研究，並指出此種以優勢的主流文化為主的教育觀點，會使得屈於弱勢的少數族群學生產生自我認同低

落的矛盾狀況(Bryan & McLaughlin, 2005; Kidman, Yen, & Abrams, 2013; 吳百興、吳心楷, 2010)。更甚者如 Jegede (1996)所描述的產生出「非公民」或「次等人」的自我概念。Ballenger (1997)同樣強調如果學生來自母體文化的致知方法、思考方式及其溝通內容，都不能在課室裡忠實的呈現或表達出來，則他們將可能會認為其文化知識所學習到的將是沒有價值的。而原住民族群長期受主流社會文化霸權下「文化剝奪」(cultural deprivation)的影響，學校

* 為本文通訊作者

的科學課程主要是以主流文化為主，鮮少以原住民族群的觀點進行課程的編排，在生活經驗與書本中的科學敘述間產生文化斷層，致使原住民學生在學習成就上的表現低落 (謝世忠, 1988)。

Osborne 與 Wittrock (1985)以學習的建構主義觀點，強調學前所發展出之對自然世界的想法及經驗會隨著學生開始上學而被帶入課室學習中時，往往是不被認定為可被接受的科學性概念，並可能會影響其學習的發生與否。其中來自學生文化的經驗與概念更是直接被認為可能造成其學習科學的阻礙。因此，亦有不少學者認為科學課室的課程，不適宜教授學生來自於自身文化的經驗及其族群知識 (Good, 1995; Matthews, 1994; Skorupski, 1976)。他們認為文化經驗與其族群知識並未接受嚴格的知識檢驗過程，也沒有系統性的知識體系，只能算是另有知識。因此科學課室中若過度強調這些另有知識將會阻礙學生的知識理解及其學習成效。

確實對於所有的學生來說，文化經驗及其蘊含的知識概念是進入課室中學習科學知識前，即帶有科學性的經驗與概念，並據此對所學的知識進行分析與理解；而當學生過往所經驗的文化與學校課程的文化之間出現差異與隔閡時，則可能會導致學生因為無法體會而產生學習成效不好和學習興趣低落的現象，而這種情形更是以原住民學生的科學學習情形尤重 (Ogbu, 1992; Ogbu & Simons, 1998)。因此，對於處於跟主流文化具有深刻差異的原住民學

生而言，施以標準化的統一課程是否是一個良好的學習方式？從上述兩段的文獻中支持與反對的聲浪湧現，對於部落學校課室裡的科學課程應該教導的是標準化的西方科學知識，還是應該從他們生活中的族群科學著手來讓原住民學生進行科學學習？這個兩難的問題長久以來困擾著科學教育學者以及現場教學的教師們。以下本文將分別針對族群科學以及西方科學的知識本質以及建構知識歷程進行討論，並希冀從中整理出兩種知識系統之間存在的共同基礎中，找出調和族群科學與西方科學兩種知識系統的方法，以供科學教育學者以及現場教學的教師在從事教育研究以及教學設計時有所依憑。

貳、科學知識的本質

過去對於原住民族群的傳統智慧是否是一個有系統的知識體系，引發許多爭議。例如：強調普遍主義 (universalism) 的 Siegel (1997)與提倡多元文化主義 (multiculturalism) 的 Stanley 與 Brickhouse (1994, 2001)之間的論戰；分別針對知識的本質與知識建構的歷程進行辯論。然而，究竟原住民的傳統智慧是一套完整的知識系統或是僅只是文化情境下特殊的案例，不同的學者有不同論述。以下將從知識本質的觀點來討論原住民科學教育的重要性。

一、對科學知識本質的定義

(一) 普遍主義的觀點

普遍主義認為世界上存在一種

可以用來判斷任何文明及其知識的普遍價值，也就是當前西方科學知識及其建構知識的歷程 (Matthews, 1994)。普遍主義者認為透過邏輯實證等科學方法所建構的科學知識，是可以產生一套超越文化且客觀的標準。例如：Merton (1973)提倡的科學意索 (ethos of science; 即科學知識應具有「普遍性」、「共有性」、「公正性」及「有組織的懷疑」)。Merton 認為科學知識是客觀的、普遍的，與科學家的個人偏見無關，亦不會受到科學家的個人利益、社會地位及其政治傾向、族群文化等社會因素影響；而是藉由不斷積累許多實徵研究所取得的事實證據，才使科學得以不斷的發展。

Matthews (1994)主張科學是普世存在的價值，並將科學視之為「發現真理 (truth-finding)的智識活動，而這個智識活動是不受國籍、階級、種族或性別與其他差異的影響。即強調科學及其知識內容是超脫於人類的各項差異。此種普遍主義者的觀點雖然認可(肯定)文化對科學的影響；然而卻也強調文化的考量並不能決定科學具有發現真理的主張」(p.182)。

西方科學的擁護者認為具有抽象的理論命題可以永恆不變，並透過不斷探討以及理論的擴張，可以讓人們對於存在於現象背後的真實，具有越來越清晰的特性。對多數的普遍主

義學者來說抽象的理論命題才是具有更強大的詮釋力，可以去描述自然現象的內在機制，並據此機制做出準確的預測。普遍主義者認為當科學家發現自然世界中存在的法則時，則是在宣稱該現象最實在的表述，可以讓不同的人依據這些表述進行溝通並相互理解。這些法則是永恆不變的並且可以延伸出一套有系統的知識體系，如 Maxwell 方程式可以讓所有的人明確的理解電學跟磁學；並藉此方程式開啟人類從傳統的古典力學跨越至電磁學的領域中。藉由抽象的理論命題不僅使人們對物質有了微觀尺度的瞭解，更是對於物理、化學…等物質學科，透過各種觀測、度量的考驗來詮釋這些現象。

(二)多元文化主義的觀點

多元文化主義者大多抱持著文化相對論 (cultural relativism)的觀點，認為各種文明具有其自身的價值系統，並不存在統一或普遍存在的價值(Stanley & Brickhouse, 1994)。多元文化主義認為任何的文化皆依據其生活環境的差異，而對自然世界有其各自不同的詮釋，因而不能用西方文明的科學價值去評論其他文化的知識價值。因為不同的生活環境所衍伸出的知識，其在本質上是有所差異的。社會學者 Karl Mannheim 認為不同的族群團體，都不能免於其社會脈絡的影響，不應受到其狹義的本位主

義的影響。根據其所提出的觀點論認為所有的知識應該被平等的對待，因為任何的人類思想(包含科學知識)都不能免於其社會脈絡的影響(引自 Berger & Luckmann, 1967)。即科學知識反映著某種角度的社會文化脈絡，科學知識是人與自然現象藉由社會互動的歷程中，基於其社會底蘊進行詮釋的結果。此外，Hurd (1998) 根據社會構成論的觀點，認為科學知識是由所處環境的事物共同作用之下產生的成果，即存在於社會中的所有事物對於其所建構的科學知識是互為主體性的，均為構成這些科學知識的一部分。由此可知，在探討科學知識時，必須將所有參與其環境中所有的文化資源均應一併加以討論，才能建構出完整的知識本質。

多元文化主義認為族群科學中所蘊含傳統智慧，是植基於其族群生存所必需的實務知識。為了使整個族群乃至個人得以生存，各個族群部落會發展出只與其所處環境息息相關，並關乎其生命延續的知識。因此，原住民族群所發展出來的科學知識大多都著重於「知識的應用」和「需要知道」這兩個類別(Stephens, 2001)。因為在原住民傳統文中可以應用的知識與需要知道的知識，都是等同於他們在所處環境中可以生存下去的能力。這些知識都是透過長期與環境互動接觸後所發展出來的知識

(Snively & Corsiglia, 2001; Stephens, 2001)。例如：天文、植物學、生物學…等。

因此，基於發展生存相關的知識，原住民的傳統知識往往只著重於可應用的實務知識上。例如：由於生活中存在毒蛇的威脅，在肯亞人的傳統文化中發展出對蛇的知識，並透過 16 種不同名稱來清楚的區分出蛇的動作、距離、毒性…等特性，以作為警訊告知同伴；此外，在他們的族語中也會根據相同屬性給予相同的字根來進行命名，顯見已然發展出具有生物學上分類的知識(Thomson, 2003)。

二、爭論的議題

(一) 普遍主義的批判

普遍主義者將原住民的傳統智慧視為一種特定文化、環境下所具有的俗民知識 (folk knowledge)，就西方科學的角度認為族群科學是原住民根據鑲嵌於生活環境的經驗，進行對外在事物的片段認識，但卻鮮少徹底的檢視其解釋的範圍(Solomon, Medin, & Lynch, 1999)。於此之故，普遍主義者對於族群科學多有批評(如表 1 所示)。事實上，大多數的西方科學家認為族群科學是使用日常的經驗理論去進行看似科學的研究，並認為這種經驗式的理論僅只是從特定情境中長期積累而得的，不具備完整的理論解釋更多的現象，同時

表 1 普遍主義與多元文化主義對族群科學在知識本質上的爭論

爭論的議題	普遍主義的批判	多元主義的反駁
對科學知識本質的定義	科學知識應具有普遍價值並凌駕於任何文化階級。	科學知識為社會群體所建構的，會受到在地文化的影響，並構成群體成員共同可溝通的知識體系。
可共量性與否	西方科學與族群科學之間是不可共量的兩種知識體系。	西方科學與族群科學皆為對自然世界的詮釋，因此存在共同基礎。
對族群科學的觀點	原住民的傳統知識是由一個個特意選擇的案例所組成。	族群科學是植基於生存所必需的實務知識，故僅只著重於其生活有關。

也缺乏正規的邏輯實證的嚴格檢核 (Boyd, 1991)。Seigel (1997)認為西方科學與族群科學之間是不可共量的兩種知識體系，因為族群科學僅著重於片段現象的表面解釋，而具有普遍性概念的西方科學則強調於現象背後的因果機制。因此，Seigel 主張在科學教育中教導學生這種形式的知識，將會有礙學生學習理性進行因果推論的能力。例如：原住民或許可以做出月相盈虧的簡單預測，並運用於其曆法的建立上，卻無法從中發現地球公轉與月地相對位置的因果關係。

Good (1995)也指出這些存在於族群文化中的傳統知識僅只是特例，而這些一個個的片段只是由少數特意選擇的片段案例所組成的。因此，Good 認為「這些族群文化中的特例，對課室裡所教導的科學課程來說

是很好的(負面)教材，應該被用來改正學生在生物、化學、物理等學科的理解」(p.335)。普遍主義的擁護者認為具有抽象的理論命題可以永恆不變，並透過不斷探討以及理論的擴張，可以讓人們對於存在於現象背後的真實具有越來越清晰的特性；並認為這種抽象的理論命題以及理論擴張的特性可能是族群科學所無法做到的，也是族群科學最受批評之處。

(二)多元文化主義的反駁

由於族群科學知識的發展主要是著重於可以讓其族群繼續生存的實務知識，故往往會受限於其族群所處環境的關係，而只有較為片段的經驗式知識。然而，也藉由此族群科學所包含的範圍也比較廣，生物學、植物學、地理學、醫學、農業學…等領域的知識，都是原住民族群為了在其

所處環境中得以生存所發展出的知識。而其中有些存在於原住民族群中族群生態學上的知識及其永續發展的環境工法，亦深深影響當代西方科學中的環境學的概念 (Snively & Corsiglia, 2001)。同樣的例子也出現在 Glasson 等人(2010)的研究中，其研究發現非洲部落所使用在農耕中的知識與當前永續科學的知識是相互呼應的。

Stanley 與 Brickhouse (1994)認為任何的文化皆有其對自然世界的詮釋。西方科學是源自歐美社會基於所處環境及其衍生之文化經驗對自然世界的事物現象進行解釋；同樣的，族群科學知識也是各個族群基於自身的文化、生活經驗和生存所需，而形成對這些自然現象的詮釋。族群科學闡述著在地社群如何透過其特殊的文化與生活方式的觀點來運作他們的生活。靠海的族群他們具有依據海流與潮線的高低判斷魚群多寡的知識，可以使他們打撈到更多的魚

獲；而居住在雪地的族群則有增加受面積使體重均勻分布的概念，可以使他們穿著雪鞋而能在雪地上行走無礙。這些概念知識的產生都是在地族群對所處環境進行詮釋，並體現在他們的生活文化中。雖然不見得可以推廣延伸至各個族群，但是這些不盡相同的知識都是各個族群賴以維生、得以延續族群命脈的重要依憑。例如：均於分布體重的概念，不會幫助靠海的族群抓到更多魚，卻是雪地族群關乎生存的重要概念。

三、知識本質的共同基礎

根據上述的論述可以發現，雖然原住民的族群科學與西方科學之間可能存在著迥異的知識本質，但兩者之間是具有共同的基礎存在 (如表 2 所示)。在生存所需的目的之下，族群科學多為強調於發展生活環境中應用性的知識以及個別現象的詮釋。而西方科學以發現真理為首要目的，著重於現象背後因果機制的追求以及抽象理論的提出。然而，他們同樣都是藉由與

表 2 西方科學及其共同基礎的對照表

類別	族群科學	共同基礎	西方科學
知識 本質	日常生活與傳統的生存實踐的統整及應用。	兩者都是對自然現象的理解，所提出可解釋的理論觀點。	為揭露存在於事物現象背後的真理。
	-可應用的知識 -個別現象的詮釋	兩者都是可以被用來進行預測。 兩者都包含對世界具有特殊的信念與認同；都是在所處社會中得以延續生命的訊息。	-抽象理論命題 -巨觀與微觀現象的果機制

現象互動的過程中，所建構出來對自然的理解。同樣都有對現象的解釋且所提出的解釋範圍都是可被接受的，並據此衍伸出各自對所處世界的特殊信念。例如：原住民傳統的藤編中蘊含了其族人對生存實踐的統整，將力學中合力以及摩擦力的概念應用在各式藤製物品上，以增加物品的使用與實用性(吳百興、吳心楷，2010)；同樣的力學概念在西方科學的知識體系則透過模型與模式的推演，而建立出抽象的力圖結構並發展出力平衡的概念知識。

雖然兩種知識系統在本質上具有一些共同基礎，但在這些共同基礎上還是存在不同文化間的張力。例如：兩者都是對自然現象的理解作出詮釋，但由於族群科學強調生存所需的應用知識，故其大多僅著重於個別現象的表面詮釋；西方科學則透過因果機制的推論來尋求現象背後的真理。透過兩個文化之間的張力，共同基礎提供學習者不僅可以運用西方科學的因果機制，將族群科學中的表面詮釋進行深化的探討；亦可透過族群科學的個別現象，具體化呈現西方科學中的抽象理論命題。

因此，透過提升族群知識基礎的同時，原住民學生可以藉由這些共同基礎發展對西方科學的理解；並透過使用多重知識體系的探索亦可以增進其對該一主題具有更深刻的觀點(Stephens, 2001)。例如：在科學課室中，探討具有科學概念與原則的族群技術；透過混和灰燼與棕櫚油來製造肥皂的探究課程，不僅可以讓學生的學習成就得以提升，族群學生的自尊與自信

也有顯著的提升(Amara, 1987)。其次，McKinley 等人 (1992)也認為將毛利文化的例子與情境，加入於學校科學課程中的雙文化科學教育 (bicultural science education)，不僅不須忽略任何科學的概念與技能，亦可提升學生的學習興趣。因此，如何透過共同基礎來進行科學課程的設計及教學對於原住民學生或少數族群的學生來說，可以有效幫助他們學習科學知識並增進對科學的興趣。

參、知識建構的歷程

西方科學論者強調於邏輯實證的觀點來說明科學知識的基本要素，而自從孔德提出實證論一詞後，實證主義儼然成為科學的代名詞。就知識論的觀點來說，「實證主義認為人類的知識應當僅限於收集事實，並尋找這些事實背後的相關聯，藉此方能對世界做出正確的描述」(黃光國，1998，頁 15)。以下分別從西方科學與族群科學的觀點，來探討科學知識建構的歷程。

一、對知識建構歷程的定義

(一)西方科學的觀點

透過論據確實性、可驗證性、邏輯性、理論間的協調一致性、開明性、可調整性等科學方法的考驗，使得西方科學知識成為一個具有可信度的知識 (AAAS, 1989)。科學是由人類創造、建構出來對自然世界進行詮釋的知識。而西方科學經由確切發生的事實之實驗考驗，同時也具有邏輯

上的論證，算是比較信實可靠的知識。但是，基本上仍只能算是當前人們所能想出來最能詮釋現象的理論，至於未來由於改變新的觀點、或有新的論據出現而提出新的理論 (Matthews, 1994)。

西方現代科學藉由方法學的檢驗、邏輯的堅持、質問與邏輯實證主義的強力把關之下，著實成功的將虛無的形上學或偽科學等有效的排除在科學大門之外，甚至透過這些方法學的檢驗同時也檢驗著科學知識的本身。此即為科學本身既作為認知體系，亦同時作為探索世界的方法去考驗科學，這也是科學方法之所以可做為科學知識的把關者。所謂的「現代的科學」、「標準的科學」、「西方的科學」、「傳統的科學」與「官方科學」，也只是二十世紀才開始出現的名詞。提到科學的起源，一般均認為是源自於蘇美人的天文與算數；而希臘古哲的自然學派所提出的水、火、土、氣四元素論或是中世紀的術士們的煉金術…等，都是透過對事物、現象觀察而得來的經驗法則 (Aikenhead & Ogawa, 2007)。

直至十九世紀中葉西方科學開從巨觀的現象觀察轉為不可見的微觀粒子世界，例如：電磁學、原子模型等理論的提出；西方科學從經驗法則中的現象觀察轉為自觀察中延伸出一套規則，去進行理論辯證。因為

科學是可以被邏輯實證所檢驗的，並使科學具有能力凌駕於觀察與實驗等實用領域的範圍之上。因為一個新的知識或概念的產生，在被納入科學知識之前，仍須接受整體科學社群以邏輯實證的科學方法共同審查、檢驗之後，方能被稱為科學知識或教科書的知識 (Bauer, 1992)。

(二) 族群科學的觀點

社會文化經驗是詮釋意義進而建構知識的基礎。學生在建構知識的過程中，也是藉由社會文化經驗的基礎來獲得對自然世界的理解。科學知識的意義是建立在生活經驗的基礎上，所以科學知識的學習也應該從生活經驗開始，讓學生透過生活經驗中建構知識的方式，來建構課室中的科學知識 (Ogawa, 1995)。不同族群由於其生活的文化經驗的差異，而衍伸出各自不同建構知識的方法。以下本文從族群文化的角度來論述原住民族群的知識建構歷程。

每個文化看待世界的方式都不同，而這些不同也造成了不同的族群間也許會發展出各自獨特的策略去從事科學活動 (Murfin, 1994)。所有的族群 (包括原住民、漢族) 都具有獨特的方式去獲得知識，每一個部落因生活環境的差異，而有各自特殊的手法與語言來就其所認知的自然事物進行對話 (Snively & Corsiglia, 2005)。也由於原住民族群特別關注與他們族

群生存命脈息息相關的現象，故而在與自然環境互動的過程中，發展出獲得知識的方法。與西方文化的科學家一樣，原住民族群同樣會透過觀察現象並歸納出特定的知識。原住民經過長時間的觀察與生活經驗的驗證，可以從鳥巢築的高低來預測今年的颱風多寡；為了生存所需，原住民必須製作出可以承裝更多重量的籃簍，同樣會經過嘗試錯誤的試驗方式來發展不同的編法來製作藤編。因此對原住民族群來說，建構知識的方式是以生存所需為出發點，透過對自然環境的現象進行觀察並提出問題以進行探討並透過實務操作的行為，確實地去嘗試各種方式檢驗以找出該族群關注的解答。

由於多數的原住民族群沒有發展出文字，因此大多是用口語敘事跟神話傳說來做為他們知識建構的紀錄本(Snively&Corsiglia, 2001)。藉由耆老口中的隱喻與故事，將該族群長時間以來所建構的知識與價值觀一代一代的傳承下去。對部落裡的小孩來說，建構知識的第一堂課就是圍繞在耆老身邊，從聽著各式各樣的傳說故事之中，學習該族群面對自然環境所應知道的知識。然而，他們並不只是一味地接受這些族群知識的傳遞而已，當小孩們漸漸長大並開始接觸到這些現象時，也會透過各種試驗的方式來驗證耆老所教導的知識，並從

中建構屬於自己的知識。

凡此種種都是原住民族群透過他們所處的特殊環境所發展出的獲得知識的方法。例如：Nisga' a族的漁民為了避免過度捕撈造成鮭魚的絕種，透過長時間的觀察以研究出鮭魚的生命週期；從而訂定出捕撈的時間與規則，只有在特定時期之內才允許捕撈(Snively & Corsiglia, 2001)。透過好幾代族人所建立的觀察資料，獵人們可以仔細的研究動、植物生活習性、地形分布、四季變換以及礦物資源…等知識，並透過這些知識的應用來幫助他們獲得更多的獵物(Cruikshank, 1991)。

二、爭論的議題

(一)西方科學的批判

針對知識建構歷程，西方科學家對族群科學提出了許多的批判，如表3所示。族群文化的致知方法僅只是低層次的常規辨識與簡單的預測(Siegel, 1997)。主張西方科學的學者們認為族群科學缺乏對不可見的微觀尺度進行因果推論、對未知現象提出有效的預測以及追求事物背後機制的的能力。例如：Matthews (1994)的論述中即強調「沒有任何的族群科學可以適當的解釋無線電是如何運作的、為何月亮或任何星體可以停留在天上…」(p. 193)。Matthews雖然也不能保證主流的西方科學可以完整地

表 3 西方科學與族群科學在知識建構上的爭論

爭論的議題	西方科學的批判	族群科學的反駁
實驗方法的使用	西方科學強調實證主義的科學方法，而認為原住民文化中是缺乏有系統的實驗方法。	原住民傳統文化中的族群科學亦有其實驗方法。透過長期的觀察與歸納形成他們對某些事物現象的知識，並透過生活上的實踐來驗證他們的知識。
否定性證據的存在	可否證的阻礙 - 口傳文化使耆老的話形成權威。 - 祖靈或神祈文化簡化了因果歸因的過程。	透過合理的推理過程去表述長期觀察到的資料，並藉由反覆的條件控制的試驗步驟，來精緻化他們的族群知識或關於個別事物現象的知識，沒有違反可否證論。
知識檢證的過程	公開的檢證： 西方科學另一個深具效力的地方就是其所形成的知識，可以接受所有的科學家社群透過複製來反覆檢證。	在地的檢證： 雖然族群科學僅只接受在地社群的檢證，但對於具有相同生活情境的不同族群間，還是會發展出相似的知識。

回答上述問題，但他強調西方科學所使用的科學方法是可以獲得解答這些問題背後機制的較好方式。在獲得「適當的解釋」與「較好的解答」的觀點下，族群科學最為人詬病的即其文化包袱(例如：祖靈文化與口傳語料)，過多的外在因素影響原住民族群認識自然世界的方式，而缺乏一套有系統的方式來建構他們的族群科學知識。

Skorupski (1976)在《Symbol and

theory》一書中，提到原住民族群的文化包袱會在知識辯證的過程中造成「可否證的阻礙」(blocks to falsifiability)。並強調任何族群中巫術宗教的信仰及其神祕信念，將致使其信徒(族人)放棄去探尋直接反證的可能存在，從而導致他們過度深信宗教神祇的「教誨」，而無法客觀的分析其觀察所得的資料；反而會依據所觀察的資料去形成符合他們信念的解釋，並據此忽略探求觀察資料背後的其他

因果機制(Tsai, 2001)。例如：肯亞的小孩相信彩虹是因為青蛙張開嘴巴所致(Amara, 1987)；而泰雅族的孩童則認為是祖靈前來迎接往者，所以彩虹是連接祖靈之地與現世的橋樑。

除了祖靈或神祈文化簡化了因果歸納的過程之外，造成原住民族群這種否證上的阻礙情形，族群中的口傳文化也使得耆老或父母的話，變成權威而不容許質疑或挑戰(Krugly-Smolska, 1994)。由於，在族群部落中大多都沒有文字，多數的知識都是靠部落裡的耆老透過口語相傳，或藉由有經驗的長者在傳統活動中的經驗傳承，在這些情形之下相對弱小的部落孩童，只能單方面的變成知識接受者，並不會有太多機會去進行深入的探討與質疑；若隨之而來的經驗與實踐中又獲得相同的證實，則他們便會對耆老們的話語產生根深蒂固的信任。這兩種情形(口傳文化與神祈文化)無疑造成族群知識的發展，同時也深深限縮了族群知識的深度，這也是其深受批判之處。

西方科學另一個深具效力的地方就是其所形成的知識，可以接受所有的科學家社群透過複製來反覆檢證(Broad & Wade, 1990)。透過同儕審查與公開複製的公證系統，「科學無需外在的評價，因為科學本身即具有內在檢驗的方式(Snow, 1959)。」其中，最有名的案例即為 1989 年 3 月

「弗萊許曼-龐斯實驗」的爭議，實驗者宣稱他們成功的發展出冷核融合的技術 (Cold fusion)；即指在常溫、常壓下發生核融合的反應，並強調透過這個過程可以伴隨大量的能量釋放。然而，當時許多科學家努力重複兩人的實驗，卻發現無法再現一樣的結果，在低重複性與未能通過同儕審查的情形下，「冷核融合」被列為著名的偽科學 (pseudoscience)之例(Lakin & Wellington, 1994)。因此，強調西方科學的學者認為所謂的族群科學僅只是區域性的局部知識，這些知識只是通用於特定情境下的應用知識；雖然，這種知識也受到相同群體的他人反覆驗證與審視，但也只是侷限於同一族群的成員之間而已，而與西方科學這種接受全球的科學社群所共同檢證的方式之間是有很大的差異的。

(二)族群科學的反駁

正因為族群科學之知識本質是著重於賴以維生及族群延續的應用知識與需要知道的知識，因此他們的致知方式也大多是透過實踐，來建構並驗證知識。原住民族群的科學性探究活動發生於日常生活的情境中，並且其所處的自然環境都是探究研究的場域(Fleer, 1999)。Yakubu (1994) 晤談非洲迦納的 Mamprusi 族人，發現在其族群知識中雖然確實存在著精神與靈魂論的觀點，但透過合理的推理過程去表述長期觀察到的資

料，並藉由反覆的條件控制的試驗步驟，來精緻化他們的族群知識或關於個別事物現象的知識。

從原住民建構知識的歷程來看，Yakubu(1994)認為族群科學用以獲得知識的方法也有其檢驗的結果亦有其形成知識的一套方法，並沒有違反 Popper 提倡的否證論，並藉此駁斥 Skorupski (1976)所提出否證上的阻礙。此外，原住民族群的口語敘事及神話故事中，傳達的除了是對其祖靈的敬畏之外，同時更蘊含著該族群的文化規範、道德標準以及其價值觀 (Thomson, 2003)。例如：魯凱族透過將百步蛇的神格化，希冀透過敬畏與禁忌來讓該族的族人可以遠離有劇毒的百步蛇。而耆老的敘事語料中，通常包含了該族群數代以來與自然互動的智慧結晶，其中蘊含了族群科學知識以及獲得知識的方法。因此，無論是神話或口傳語料都是具有特定族群深刻的文化意涵，著實是應該被尊重及善用於科學教育之中的。

由於族群科學是經過數百甚至數千年的傳承，更在歲月中一再的被檢驗與驗證。雖然個別族群所發展出的族群科學確實因為地域與所處環境的限制下，這些知識的檢證僅只侷限於在地社群的。然而，就反覆檢證的時間歷程來說，千百年來一再重複執行相同的實務無異也是一種嚴謹

的檢驗方法。再者，雖然只有小部分群體的在地檢證，但由於各個族群所發展的族群知識都是情境相依的，因此對於具有相同生活情境的不同族群間，即便相隔千萬里，還是可以發展出相似的知識並有著相似的獲得知識的方式。例如：Glasson 等人 (2010) 對非洲 Malawi 的部落進行研究，發現該部落為抵抗乾旱的來臨並確保食物無缺，會發展出特殊的方式來醃製食物以達到食物保存的需求；而台灣的泰雅族也基於食物保存的生存需求，同樣的發展出醃製苦花魚的實務及其相關的科學知識 (傅麗玉, 2004)。

三、知識建構歷程的共同基礎

Stephens (2001)認為雖然西方科學與族群科學的建構知識方法是有差異的，但兩者之間在建構知識方法上確實具有共同的基礎，如表 4 所示。族群科學的知識建構方式多為質性的口傳敘事紀錄，而西方科學則著重於量化資料的紀錄；族群科學的知識檢驗僅只有透過在地社群的確證以及透過直接觀察現象所歸納而得，而有別於西方科學是公開讓全球的科學社群，進行確證和對抽象概念的演繹推論，從而發展出巨觀或微觀的因果機制。然而，無論是族群科學抑或是西方科學都是對自然環境的實驗與觀察，都是透過反覆驗證的方式來確證其建構的知識之有效性。

表 4 族群科學、西方科學及其共同基礎的對照表

類別	族群科學	共同基礎	西方科學
建構 知識 歷程	<ul style="list-style-type: none"> • 實務上的實驗 • 質性的口語紀錄 • 在地的確證 • 藉由隱喻與故事的溝通來連結生命、價值觀與行為 	<ul style="list-style-type: none"> • 都是使用工具來對自然環境的實驗觀察，並從中歸納出規則或模式 • 都透過反覆驗證來確證知識 • 均具有推論與預測的過程 • 都是從經驗中建構關於自然世界的知識 	<ul style="list-style-type: none"> • 藉由工具來擴展觀察與測量的尺度 • 假說的證偽 • 公開的確證 • 量化紀錄 • 藉由實驗證據來支持理論假說

就同樣使用工具來方便觀察以建構知識的方面來看，原住民族群大抵都是著重在發展實務性的工具。反之，西方科學及其科學家會隨著理論假說的更迭，發現既有的工具無法達到某種目的之觀察，進而不斷發展新工具以擴展觀察與測量的尺度；同時藉由使用新工具所進行的觀察，亦可能獲得支持或駁斥理論假說的數據，從而加速理論假說的更替。這是西方科學與族群科學兩者之間，具有張力的共同的基礎。因為兩者之間在工具的使用與目的上都還是有相當大的差異，還是存在著 Matthews(1994)所提出的疑慮—族群科學無法解決當代科學所提出之微觀現象的問題與理論。

正因為兩個文化對這些共同基礎的使用上具有不同的目的，就科學教育者觀點而言，還是可以依據不同的程度與目的，將這些共同基礎連接起來活用於科學課程之中。例如：Glasson 等人 (2010) 探討非洲部落中傳統農業以及食物保存的實

務知識，發現該族群的傳統文化中所蘊含的知識以及所展現的實務行為，與當代永續科學的主張是相互呼應的。所以 Glasson 等人設計社區中心的教學單元，來整合族群科學與西方科學來發展永續科學的課程。利用傳統文化的耕種技術中，透過實務行為來建構知識的方式作為教學活動，從中逐漸引進西方科學建構知識的方式，並讓學生可以相互應證與比較。因此，透過這些知識建構過程的共同基礎，族群科學與西方科學之間可以相互溝通與相互轉換。

肆、共同基礎下的科學教育

從上述的討論中，可以發現無論是在知識本質或是知識建構歷程上，族群科學與西方科學之間是具有共同基礎的。雖然兩者之間還是具有一些不同的詮釋與目的，但這些不同的詮釋之間各自都有其優缺點，並且存在著某些可以相互溝通的重疊觀點。因此，族群科學與西方科學之間

不該相互排斥(Murfin, 1994)。近年來，許多學者開始主張透過族群科學與西方科學之間共同基礎來設計課室裡的科學課程，俾使這些處於相對弱勢的少數族群學生可以從其熟捻的知識及使用其精熟的方法，來建構課室裡所教授的科學知識(Moll, Amanti, Neff, & Gonzalez, 1992; Star & Griesemer, 1989; Tsurusaki, Calabrese Barton, Tan, Koch, & Contento, 2013)。以下本文整理各學者提出基於族群科學與西方科學之間共同基礎，而建立的原住民科學教育理論。

一、「第三空間理論」(Third Space Theory)

語言學家 Bhabha (1994)提出第三空間理論，主張整合多重知識觀點與語言的教學環境，透過教學環境的營造來建立平等對話，讓說話者與聆聽者可以共同建構新的詮釋及意義。透過第三空間來的概念，促使部落中的耆老與非原住民的教育人員進行對話、共同設計課程。藉由協商過程來建立去特權與權威的對話，在同時承認對話雙方的平等的地位及其話語內容的正當性下，使族群的文化、語言與價值成為科學課程的重要部分，以體現該文化的方式來呈現西方科學的課程標準；也讓西方科學的知識內容連結在地的文化資訊，以達到相互尊重新的觀點。藉由相互交織的對話過程，而不用犧牲或拋棄說話者的文化經驗與其建構知識的方法(Wallace, 2004)。

為了消弭歐美中心與原住民知識系統之間存在的文化疆界，Glasson 將第三空間理論運用於原住民科學教育中；認為對原住民學生來說族群的生活方式及其蘊含的知識是為第一空間；而課室裡所教授的西方科學是第二空間；最後第三空間是學生透過共同基礎的知識本質讓族群科學與西方科學之間進行對話，如圖 1 所示(Glasson et al., 2010; Handa & Tippins, 2013)。在課室中營造的對話空間中，所有參與其中的關係人(包含學生、教師、課程設計者以及社區中的耆老)一起共同建構新的意義並對科學做出詮釋。藉由共同建構的學習過程，來幫助學生重新建構他們的日常生活經驗和其族群科學知識，並從中發展更加穩固的科學知識(Glasson et al., 2010; Handa & Tippins, 2013)。因此，透過營造相互平等地位的對話環境，讓學生可以藉由對話的過程重新檢視其族群文化理解自然的方法及從中獲得的知識，更能在互動過程中建構對西方科學知識的學習，從而跨越文化隔閡所造成的學習不利的現象。

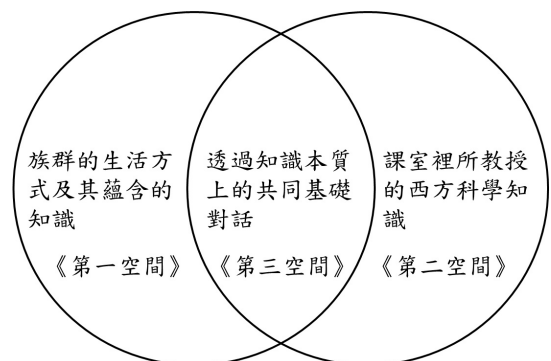


圖 1 第三空間理論示意圖，譯自 Glasson et al. (2010)。

二、「知識的儲金」(Funds of Knowledge; FoK)

此理論是由致力於美國墨西哥移民及其美籍墨裔學生的教育學者們所提出之理論，Moll 認為學生來自其家庭文化的各項實務經驗蘊含著各種其文化特有的知識，稱之為知識儲金。其中包含：農業、經濟、醫學、民俗療法(草藥學)、宗教以及家事組織(食衣住行)等領域的知識及相關實務(Hogg, 2011; Moll et al., 1992)。當學生進入課室學習時他們往往會先根據自己儲金中的知識作為基礎，來理解教授的課程內容；若課室課程與其知識儲金相互抵觸時，則學生將產生學習困難的。因此，Moll 等人 (1992)將學生的家事經驗或家庭工作中所蘊含的知識儲金來做為「中介構造」(mediating structures)，以連結學生在學校所學知識與其家庭的社區經驗。透過知識的儲金的運用來進行教學與課程的設計，可以增強族群學生的學校經驗並幫助他們在使用傳統知識的同時更了解其家庭文化，也更能理解並習得課室裡所教授的知識。

三、「邊界客體」(Boundary Objects)

邊界客體原本是用以解釋博物館工作者如何從許多不同的群體中，透過所展示的物件來發展共同認知的概念，即為「那些科學性的邊界客體，它們同時存在於數種相互交叉的不同社會群體中，且具有滿足每一個社會世界的資訊要求。因此，這些客體不僅具有彈性，足以適應在地需要

以及數個運用它們的團體的限制，更加強韌到足以維持跨地域、文化的差異，從而建立對該客體共同的認同」(Star & Griesemer, 1989, p. 393)。雖然被作為邊界客體的物質或概念^{註1}，在不同的社會文化中可能具有不同的代表意義，但透過客體本身是具有共通結構的，個別的社會藉此可以認可並辨識出該客體，從而達到共享意義並重新建構理解的目的。因此，在課室教學中，這些具有良好的轉換憑藉之客體可以做為教具，透過這些客體連結學生族群科學與西方科學的知識與觀點，使其相互之間得以具有相互理解與溝通的機會，更重要的是各自的知識與觀點可以藉此相互轉換。

Tsurusaki 等人 (2013)的研究中，設計課程讓學生從事飲食中能量攝取與輸出之動態平衡的探究活動。藉由此飲食行為活動作為邊界客體，讓學生連接課室教學與學生社區家庭的生活經驗 (如：調查家中的食物種類及家人的飲食習慣，並於課室中討論)；並將學生在學校所學的營養學、功能轉換…等科學概念轉換至其社區生活中 (如：幫助家人養成習慣購買食物之前先依據其營養標示再進行選擇)。Tsurusaki 等人的研究發現透過邊界客體 (直方圖、營養標示…等)的呈現，讓學生將其社區的飲食文化與課室的科學知識產生共同意義，在發展科學探究的實務過程中不僅可以習得科學概念，同時也提升其文化能力及對社區的認同。

從上述的文獻探討中可以知道，藉由

共同基礎來發展原住民科學教育的教學單元。不僅有助於教育者營造一個讓族群科學與西方科學之間，可以相互對話的學習環境；亦可透過族群中存在的邊界客體來設計教材，讓學生從實際操作中學習其族群科學的知識，並能夠將這些族群科學知識轉換成課室中教授的科學知識。因此，發展具有共同基礎的科學教育，應為當前原住民科學教育的首要任務。

伍、總結

從知識本質及知識建構歷程的探討，可以明確了解原住民族群科學中所蘊含的傳統智慧是具有科學性的知識。如同 Ogawa (1995)所言，族群科學為眾多科學中的一個分枝。只是族群科學所關注的是事物現象的表面解釋及其在生活上的應用，未若西方科學具有抽象的理論命題去探討現象背後深層的解釋意義。故此，族群科學與西方科學確實存在著一些不同的觀點；西方科學強調使用邏輯實證的科學方法來建構知識，從中建立對微觀與巨觀現象的理論詮釋，以揭露其背後存在的因果機制。並根據這些理論和因果機制來進行預測。反觀族群科學則是著重於透過生活實務上經驗的累積與歸納，從其生活環境中發展出其族群生存所需的知識。並根據這些知識和對自然現象的理解來延續其族群的生命。

縱使如此，在本文的探討中亦可發現族群科學與西方科學之間無論是知識本質抑或是知識建構的歷程上，還是具有一些

共同基礎存在於兩者之間。依據這些共同基礎，教育者從教學環境的營造、教學內容的編排以及教學材料的選用等方面，來思考原住民族群的科學教育，以接納多元文化的思維模式進行課程設計，取代當前單一文化的課程主導。

對於原住民的科學教育應該不僅僅只是讓學生知道其族群科學知識不同於西方科學，更要讓學生知道兩者之間如何不一樣。透過不同文化的對照與爭議，藉由展示根基於不同文化所形成的不同科學觀點，來讓學生形成並解決重要的問題實務知識。無論是從族群科學出發，讓學生透過生活文化中常見的事物做為案例，讓學生進行深入探究以發現並連結至學校所教授的科學知識；抑或是從西方科學出發，讓學生先學習西方科學知識的概念機制，再讓學生透過文化經驗的實務操作去驗證其中蘊含的科學知識。藉此良善的運用族群科學與西方科學共同基礎的多元文化科學教育，不僅僅適用於該族群的學生即便是主流文化的學生都可以藉由這些共同基礎來學習科學知識。因此，多元文化的科學教育，理當是當前原住民科學教育乃至是整個科學教育應該認真思量的方向。

陸、致謝

本文承蒙科技部研究計畫 MOST 103-2511-S-003-038-MY4 經費補助。在論文初稿階段，邱美虹教授、張文華教授、張俊彥教授、楊文金教授對本文的批評與指教。並感謝郭哲宇博士、簡頌沛同學對

理論架構的多次討論、給予寶貴建議，俾使本文得以具備完善的論點。此外，亦感謝兩位審查委員提供寶貴的審查意見以及科學教育月刊予本文刊登上的協助，在此特致感謝。

柒、附註

註 1：Star and Griesemer (1989)指出，邊界客體不一定是特定物品，標本、田野筆記、博物館與特定區域的地圖或者老的傳說、故事等，都可以被作為邊界客體的一種。

參考文獻

- Berger, P. L., & Luckmann, T. (1967)。知識社會學：社會實體的建構(鄒理民譯)。臺北市：巨流圖書有限公司。
- Broad, W., & Wade, N. (1990)。科學的騙局(張弛譯)。臺北市：久大文化股份有限公司。
- Snow, C. P. (1959)。兩個文化及其再評價(張振玉譯)。臺北市：驚聲文物。
- 吳百興與吳心楷(2010)。八年級原住民學生在設計導向活動中的科學學習。科學教育學刊，18(4)，277-304。
- 傅麗玉(2004)。原住民生活世界的科學—醃苦花魚篇。原住民教育季刊，35，5-28。
- 黃光國(1998)。知識與行動：中華文化傳統的社會心理詮釋。臺北市：心理出版社。
- 謝世忠(1988)。認同的汗名—臺灣原住民的族群變遷。臺北市：自立晚報社。
- Aikenhead, G. S., & Ogawa, M. (2007)。Indigenous knowledge and science revisited. *Culture Studies of Science Education*, 2(3), 539-620. doi: 10.1007/s11422-007-9067-8
- Amara, J. M. (1987)。Indigenous technology of Sierra Leone and the science education of girls. *International Journal of Science Education*, 9(3), 317-324. doi: 10.1080/0950069870090308
- American Association for the Advancement of Science. (1989)。Science for all Americans : a Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.
- Bauer, H. H. (1992)。Scientific literacy and the myth of the scientific method. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Bhabha, H. K. (1994)。The Location of Culture. New York, NY: Routledge.
- Boyd, R. (1991)。On the current status of scientific realism. In R. Boyd, P. Gasper & J. D. Trout (Eds.), *The philosophy of science*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bryan, L. A., & McLaughlin, H. J. (2005)。Teaching and learning in rural Mexico: A portrait of student responsibility in everyday school life. *Teaching and Teacher Education*, 21(1), 33-48. doi: 10.1016/j.tate.2004.11.004
- Cruikshank, J. (1991)。Reading voices: Oral and written interpretations of the Yukon's past. Vancouver: Douglas & McIntyre.
- Fleer, M. (1999)。Children's alternative views: Alternative to what? *International Journal of Science Education*, 21(2), 119-135. doi: 10.1080/095006999290741
- Glasson, G. E., Mhango, N., Phiri, A., & Lanier, M. (2010)。Sustainability science education in Africa: Negotiating indigenous ways of living with nature in the third space. *International Journal of Science Education*, 32(1), 125-141. doi: 10.1080/09500690902981269
- Good, R. (1995)。Comments on multicultural science education. *Science Education*, 79(3),335-336. doi: 10.1002/scs.3730790307
- Handa, V. C., & Tippins, D. J. (2013)。Tensions in the third space: Locating relevancy in preservice science teacher preparation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 237-265. doi: 10.1007/s10763-012-9364-x
- Hogg, L. (2011)。Funds of Knowledge: An

- investigation of coherence within the literature. *Teaching and Teacher Education*, 27(3), 666-677. doi: 10.1016/j.tate.2010.11.005
- Hurd, P. D. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, 82(3), 407-416. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.3.CO;2-Q
- Kidman, J., 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. doi: 10.1007/s10763-012-9365-9
- Krugly-Smolka, E. (1994). An examination of some difficulties in integrating western science into societies with an indigenous scientific tradition. *Interchange*, 25(4), 325-334. doi: 10.1007/BF01435877
- Lakin, S., & Wellington, J. (1994). Who will teach the 'nature of science?': teachers' views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education*, 16(2), 175-190. doi: 10.1080/09500699401602066
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York, NY: Routledge.
- McKinley, E. (2005). Locating the global: Culture, language and science education for indigenous students. *International Journal of Science Education*, 27(2), 227-241. doi: 10.1080/0950069042000325861
- McKinley, E., Waiti, P. M., & Bell, B. (1992). Language, culture and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), 579-595. doi: 10.1080/0950069920140508
- Merton, R. K. (1973). The normative structure of science. In R. K. Merton (Ed.), *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations* (pp. 267-280). Chicago: University of Chicago Press
- Moll, L. C., Amanti, C., Neff, D., & Gonzalez, N. (1992). Funds of knowledge for teaching: Using a qualitative approach to connect homes and classrooms. *Theory Into Practice*, 31(2), 132-141. doi: 10.1080/00405849209543534
- Murfin, B. (1994). African science, African and African-American scientists and the school science curriculum. *School Science and Mathematics*, 94(2), 96-103. doi: 10.1111/j.1949-8594.1994.tb12299.x
- Ogawa, M. (1995). Science-education in a multiscience perspective. *Science Education*, 79(5), 583-593. doi: 10.1002/sce.3730790507
- Ogbu, J. U. (1992). Understanding cultural diversity and learning. *Educational Researcher*, 21(8), 5-14. doi: 10.3102/0013189x021008005
- Ogbu, J. U., & Simons, H. D. (1998). Voluntary and involuntary minorities: A cultural-ecological theory of school performance with some implications for education. *Anthropology & Education Quarterly*, 29(2), 155-188. doi: 10.1525/aeq.1998.29.2.155
- Osborne, R., & Wittrock, M. (1985). The generative learning model and its implications for science education. *Studies in Science Education*, 12(1), 59-87. doi: 10.1080/03057268508559923
- Siegel, H. (1997). Science education: Multicultural and universal. *Interchange*, 28(2-3), 97-108. doi: 10.1023/A:1007314420384
- Skorupski, J. (1976). *Symbol and theory: A philosophical study of theories of religion in social anthropology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2001). Discovering indigenous science: Implications for science education. *Science Education*, 85(1), 6-34. doi: 10.1002/1098-237X(200101)85:1<6::AID-SCE3>3.0.CO;2-R
- Snively, G., & Corsiglia, J. (2005). Response to Carter's postmodern, postcolonial analysis of Snively and Corsiglia's (2000) article "Discovering science". *Science Education*, 89(6), 907-912. doi: 10.1002/sce.20102
- Solomon, K. O., Medin, D. L., & Lynch, E. (1999). Concepts do more than categorize. *Trends in Cognitive Sciences*, 3(3), 99-105. doi: 10.1016/S1364-6613(99)01288-7
- Stanley, W. B., & Brickhouse, N. W. (1994).

- Multiculturalism, Universalism, and Science Education. *Science Education*, 78(4), 187-398. doi: 10.1002/sce.3730780405
- Stanley, W. B., & Brickhouse, N. W. (2001). Teaching sciences: The multicultural question revisited. *Science Education*, 85(1), 35-49. doi: 10.1002/1098-237X(200101)85:1<35::AID-SCE4>3.0.CO;2-6
- Star, S. L., & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420. doi: 10.1177/030631289019003001
- Stephens, S. (2001). Handbook for culturally responsive science curriculum. Fairbanks: Alaska Science Consortium and the Alaska Rural Systemic Initiative.
- Thomson, N. (2003). Science education researchers as orthographers: Documenting Keiyo (Kenya) knowledge, learning and narratives about snakes. *International Journal of Science Education*, 25(1), 89-115. doi: 10.1080/09500690210126587
- Tsai, C. C. (2001). Ideas about earthquakes after experiencing a natural disaster in Taiwan: An analysis of students' worldviews. *International Journal of Science Education*, 23(10), 1007-1016. doi: 10.1080/09500690010016085
- Tsurusaki, B. K., Calabrese Barton, A., Tan, E., Koch, P., & Contento, I. (2013). Using transformative boundary objects to create critical engagement in science: A case study. *Science Education*, 97(1), 1-31. doi: 10.1002/sce.21037
- Wallace, C. S. (2004). Framing new research in science literacy and language use: Authenticity, multiple discourses, and the 'Third Space?' *Science Education*, 88(6), 901-914. doi: 10.1002/sce.20024
- Yakubu, J. M. (1994). Integration of indigenous thought and practice with science and technology: a case study of Ghana. *International Journal of Science Education*, 16(3), 343-360. doi: 10.1080/0950069940160308

投稿日期：104 年 02 月 12 日

接受日期：104 年 08 月 05 日

Form indigenous science viewpoints to explore the approach in the science education toward aboriginal students

Pai-Hsing Wu* and Hsin-Kai Wu

Graduate Institute of Science Education, NTNU

Abstract

Societal cultural has played an important role in the process of science education that allows students to connect their daily-life experiences with the scientific concepts and construct their knowledge about science. In Taiwan, however, the science teaching and learning seldom help facilitate students to construct their scientific knowledge through their own culture and emphasized the contribution of how indigenous cultural facilitated students to construct their scientific knowledge. Therefore, the achievement of aboriginal students received low performance and presented more low identify with their own culture. The purpose of this paper is to review the relevant literature on indigenous science and their roles in science education. To reach this aim, this paper explores the difference between western modern science and indigenous science from the viewpoints about the nature of scientific knowledge and the ways of constructing scientific knowledge. According to the literature review, this paper suggests that the common grounds exist between western modern science and indigenous science. Utilized these common grounds, the indigenous science may help the aboriginal students to construct their scientific knowledge.

Keywords: indigenous science, western modern science, common ground, nature of scientific knowledge, ways of knowing

* corresponding author