

偏鄉國小地方本位之社會性科學議題教學

張慧娟^{1,*} 拉罕羅幸² 李暉²

¹國立東華大學附設實驗國民小學

²國立東華大學 教育與潛能開發學系

摘要

近年來研究指出，以社會性科學議題(Socio-Scientific Issues, SSI)融入自然科教學，有助於培養學生論證能力，也能培養學生參與社會事務。在既有的基礎上如何進展，仍是值得探究的。本研究依Zeidler等(2019)之建議，從地方本位教育的觀點，邀請一位偏鄉原住民部落國小自然科教師，共同發展地方本位的SSI教學的課程，瞭解原住民學生在本課程中之學習情形。研究採質性取向，實際課程共15節課，歷時八週，資料收集期間約半年。結果發現教師在設計課程上會面臨因生疏而產生疑慮之情形，而溝通討論是消除疑慮的有效方法。地方本位的SSI教學不僅容易提高學生興趣，因論證採用真實(authentic)問題的辯論，經過角色扮演與角色互換的歷程，除了可以增進論證上使用證據的能力，同時也能促使學生從多元思考看待問題。學生經由課程可具體提昇地方感、地方認同與相關的科學與論證知識。研究結果可以提供未來SSI融入新課程的新視野。

關鍵詞：地方本位教育、社會性科學議題、原住民教育、論證教學

壹、前言

十二年國民基本教育課程綱要(以下簡稱108課綱)在自然科學領域上強調學生科學素養的建構(教育部, 2018)，而社會性科學議題(Socio-Scientific Issues, SSI)已被發現在科學教育中可營造一個與生活相關的科學學習情境，扮演了瞭解學習者如何覺察、談判、解決事件的一個重要角色(Sadler & Zeidler, 2004)，並成為促進科學素養的主要推動力(Zeidler et al., 2019)。Zeidler等(2009)與Zeidler

(2013)亦皆指出，以學生真實生活中所面臨的SSI設計教學模組，藉著引導學生蒐集資料與證據，與同儕進行理性的對話，可以幫助學生發展理性判斷與決策的能力。

地方本位教育(Place-Based Education, PBE)是運用當地的自然及文化資源為教材，提供學生從自己的文化、自然環境進行學習。學生立足於自己熟悉的場域學習解決問題的能力，讓學習建立於當地的氛圍與學生的生活經驗基礎上，進而培養學生的公民責任與欣賞的覺知(Smith, 2002; Smith & Sobel,

*通訊作者：張慧娟，ailsa@efs.hlc.edu.tw

(投稿日期：民國111年5月29日，修訂日期：民國111年10月7日，接受日期：民國111年10月7日)

2010)，許多研究(例如：Barnhardt, 2005; Emekauwa, 2004)建議以此發展課程改進偏鄉、原住民或科學教育。

基於SSI進行科學教學或培養學生論證能力，近年來國內外對此有許多研究(例如：林樹聲、黃柏鴻，2009；林樹聲、靳知勤，2012；靳知勤、胡芳禎，2016；Sadler, 2009; Sadler et al., 2016; Sadler et al., 2017; Zeidler, 2014)。林樹聲與靳知勤即指出，眾多文獻都顯示科學課室中藉著SSI的討論，不僅能協助學生建構相關議題的科學知識、提升學生論證能力，而且也能培養學生參與社會事務，為養成負責任的社會公民做準備。另一方面，教師在進行SSI的教學(Socio-Scientific Issue for Teaching and Learning, SSI-TL)時也面臨一些挑戰，例如對教學陌生、沒有範例可循、缺乏時間、缺乏適當的教材、以及對學生指導困難(Nielsen, 2020)；難以控制學生，也難以將控制權交給學生(Kinskey & Zeidler, 2020)；同時也缺乏應對這些挑戰的明確策略(Chen & Xiao, 2021)。

然而Sadler等(2017)亦指出，雖然SSI-TL已被認為是學校環境中支持有意義的學習的有效途徑；但對於如何支持設計和實施SSI-TL的方法，以及對於SSI如何有效地融入學習環境中，仍值得進一步探討。Zeidler等(2019)又更進一步提出了SSI研究的三個新方向，其中之一就是SSI與地方本位情境結合的重要性。Zeidler等指出，地理位置和文化的差異會影響群體參與SSI的方式，地方本位的主題可以讓學生將自己置於真實環境中，獲得身臨其境的體驗而受益良多。

基於上述背景，針對本研究目前個案學校的自然科課程非情境相依、且社區正面對工廠開發經濟效益與環境衝突的SSI，因此學校教學和課程有必要納入SSI-TL，讓師生都

能有所準備和因應。故本研究旨在結合PBE的要素，發展在地的SSI-TL的課程，探討PBE-SSI-TL之實踐；並瞭解學生在本教學中之學習表現，以對SSI-TL之課程發展提供建言。針對上述目標，本研究擬定之研究問題為：

- 一、教師在PBE-SSI-TL課程實踐上有何困難？如何因應？
- 二、學生在PBE-SSI-TL課程中的學習表現為何？

貳、文獻探討

一、SSI-TL

(一)SSI-TL及其內涵

SSI的本質包括了科學概念、過程或與科技相關的社會性兩難議題，包含在科學構成的過程中，所產生具社會爭議性或為人詬病的議題，其主要概念除了闡明科學與人類、社會間相互影響的關係，亦凸顯科學的產生與發展與人類、社會的生存息息相關(Sadler & Zeidler, 2005)。所以，SSI並非只考量科學層面而已，當人們面對這些問題時還必須對政治、經濟、社會、價值、道德、倫理等等層面，做全面性的思考。

Zeidler等(2005)亦主張SSI是再建構科學、技術與社會(science-technology-society)的方法；除了知識與能力等教學面向，也重視道德的發展面向；不論是對社會群體及個體而言，均會面對兩難抉擇的議題思考，故涵養具包容性、多樣觀點的成果(引自靳知勤、胡芳禎，2016，頁103)。另一方面，劉湘瑤等(2007)對SSI的特質進行說明，研究者歸納可得SSI的特質包括：1.受大眾關切的公共議題；2.議題複雜而多元，沒有定論；3.涉及情意方面的推理與判斷；4.判斷上文化與價值觀影響往往大於科學理性。

(二) SSI的教與學

林樹聲與靳知勤(2012)表示：SSI教學讓學生可以踴躍表達意見、進行討論，過程中老師引導學生促發思辯、尊重不同的意見，更重要的是培養學生成為有能力參與社會事務、負責任的社會公民。而SSI的特點通常是運用開放式、有爭議的問題，需要從多重視角來思考解決方案(Sadler & Zeidler, 2005)；因此教師使用SSI的教學難度，亦讓他們在超越傳統的科學教學模式的歷程中遭逢許多障礙(Zeidler et al., 2009)。

如前言所述，將SSI引入科學教學有助於學生在知識與論證上的增長。Zeidler等(2011)指出SSI課程及以SSI為主的教學與傳統教學的不同，除了傳統教學方式傾向於使學生的認識觀信念從教條式的教學之中產生，而SSI的教學方式則強調相關知識的辯證應是基於證據的(evidence-based)推理，去挑戰知識主張的合理性是很常見的現象。

Nielsen (2020)回顧2010以前的實徵性研究，發現教師在實踐SSI教學上面臨許多挑戰，諸如：SSI教學對教師來說是陌生的，而且沒有範例可循；最常見的則是缺乏時間來適應全新的實踐，最關鍵的則可能是缺乏適當的教材。而更深入的問題則在於SSI教學無可避免的會涉及指導學生的論證或決策過程，教師本身的素養與能力亦會產生重大影響。Kinskey與Zeidler (2021)近期統整了Lee與Yang (2019)以及Bossér等(2015)的研究亦指出在SSI教學中教師難以控制學生，也難以將控制權交給學生，適應一種新的教學方式不僅對教師來說很困難，而且對學生來說也是一個挑戰。同時教師缺乏應對這些挑戰的明確策略(Chen & Xiao, 2021)。

林樹聲(2004)建議SSI教學全程應注重「學生中心」的學習取向，因此透過以學生

真實生活中所面臨的SSI設計教學模組，在過程中引導學生蒐集資料與證據，與同儕進行理性的對話、討論、解釋，學習如何運用科學知識思考，相信都可幫助學生發展理性判斷與決策的能力(Zeidler, 2013; Zeidler et al., 2009)，並促進學生科學素養及發展高層次思考能力(Sadler & Zeidler, 2005)。

科學概念的理解與認知受到社會問題的道德判斷影響，這也就是SSI-TL何以需要將科學概念學習與論證過程整合(Sadler & Zeidler, 2005; Sadler et al., 2007)。而SSI教學目標是增進知識的認識，促進公民教育。因此，賦予學生參與辯論的權利，引導他們處理複雜的問題，幫助學生做出明智的決定，進而瞭解科學的本質(Simonneaux, 2008)。Zeidler等(2009)提出，SSI運動除了讓學生參與關於社會問題的道德影響的決策，同時也關注人際互動。因此，學生們不僅會面臨科學、社會和道德觀念的問題糾結，也可能與學生的個人觀點互相衝突。

(三) SSI融入新課程

根據108課綱的規劃，核心素養在教學現場的展現：1.不僅教知識也要重視技能與情意；2.不僅重視結果也要重視學習的歷程與方法；3.不僅教抽象知識更要重視情境學習；4.不僅在學校中學習更要落實於社會行動(洪詠善、范信賢，2015，頁16-17)。而許多科學教育學者也都將「如何增進學習者在面對處理SSI時，做出適當決策的能力」視為科學教育改革的重要目標之一(例如：Sadler, 2004; Sadler & Fowler, 2006)。

從上述各學者的看法中可以得知，如果在科學教學課程中納入社會性議題之教學，不只可以增進學生對於科學知識的理解與培養能力之外，對於個人科學的觀點與態度也

有所助益，同時也可增加師生以及同儕彼此間相互討論的機會。Zeidler (2014)也結合了他和其研究夥伴們的研究，提出了在科學課程中以SSI作為切入點的概念，並指出此一概念對於研究人員和實踐者而言具有更廣泛的意義，可以聚焦於科學本質議題、文化議題、話語議題，和以個案議題作為發展科學素養功能觀點的一種方法(p. 697)。事實上我國目前積極推動的十二年國民基本教育(以下簡稱十二年國教)，在自然科學領域上所強調的核心素養、跨科概念和探究與實作，正和美國新世代科學標準(Next Generation Science Standards [NGSS]) (National Research Council, 2012)的導向極為一致。

Sadler等(2017)指出，雖然許多研究說明了SSI融入科學教學的成效，但面臨新一波教育改革的變動，是否仍符合新課程的要求，仍有待進一步確認。他們提出了新的SSI-TL模式以適應NGSS的要求，包括三個主要階段組成。第一階段涉及學生遇到的焦點問題。第二階段符應NGSS的學科核心概念(Disciplinary Core Ideas, DCI)、跨科概念(Crosscutting Concepts, CCC)和科學實作(Science Practices, SP)，第三階段對應於最終體驗，學生在此體驗中綜合他們在整個單元中參與的想法和實踐，並建議教師與研究者以此發展實作課程以提供建議。而Zeidler等(2019)更進一步提出三項關於SSI研究的新趨勢，其中與教學最相關的就是SSI在非制式教育以及和地方本位結合的重要性。本研究即參考此一模式進行課程設計與實踐。

二、PBE-SSI-TL

(一)PBE的科學教學

「地方」(place)是指個人對地區所具有的經驗、關係與知覺，強調個體與環境的關

聯，而不只是空間(Tuan, 1975)。過去一些學者指出制式的學校科學教育與生活脫節，而紛紛提出科學在生活中落實的建議，例如：Pickering (1992)的科學即實踐(science-as-practice)、Duggan與Gott (2002)的功能的科學(functional science)，以及Zeidler等(2019)所指出的情境中的科學(science in context)。PBE就是符合此一理念的教育觀，主張運用當地的自然及文化資源為教材，提供學生從自己的文化、自然環境進行學習。學生立足於自己熟悉的場域學習解決問題的能力，讓學習建立於當地的氛圍與學生的生活經驗基礎上，進而培養學生的公民責任與欣賞的覺知(Barker & Knapp, 2005; Smith, 2002; Smith & Sobel, 2010)。

Smith (2002)也強調PBE應從學生從自己的文化中、自己所處的自然環境裡去學習，立足於自己熟悉的領域學得解決問題的能力。在做法上，首先教師和學生需以周遭的氛圍作為課程發展的基礎，以本身經驗為底，方能學到更多其他的地方知識；其次，PBE的特色是讓學生自己當個知識創作者，而不是使用他人知識的消費者；第三，將學生的問題與關心的事件當作學習的主題；第四，教師扮演引導者、共同學習者的角色，幫助學生取得技巧及成為有效的學習者；第五，跨越學校與社區之間的藩籬，社區的人可以扮演一個活躍的角色於教室中，學生也可以成為社區中的活躍角色。整體而言，不外乎與當地環境結合、重視學生生活經驗、多重學科的統整、以學生為本位、以及教師提供引導與支援等五大原則。一些國內研究(例如：林佳靜、許世璋，2017)也據此發展課程而獲致良好成效，而Smith與Sobel (2010)也曾指出PBE的重要性就是它可適用所有學科，並促進跨學科的對話。Semken與Freeman (2008)也指出地方感(Sense of Place,

SOP)是PBE科學教學可測量的學習成果，並建議以此來評估學生在PBE課程中的表現。

綜合上列學者之觀點，SSI-TL若能融入地方本位策略，不僅讓學生從生活情境與經驗中獲得知識也引導學生關心並參與地方議題與事務，對地方議題與事務進行建設性批判與積極行動。以「地方」作為核心概念，發展跨議題與跨多重領域的科學教育，對於原住民學生而言，這樣的課程與教學更具「屬真性」(authenticity)，也更有意義。

(二)多元思考設計的SSI-TL

Herman (2015)的研究指出，當人們參與SSI時，更需要理解科學觀點如何以及為何在社會、文化和個人因素相結合的背景中運作，而這些因素在特定現實世界環境中影響SSI解決和決策的方式仍未得到充分研究(as cited in Zeidler et al., 2019, p. 5)。

Zeidler等(2019)綜合了Herman (2018)與Sadler (2009)的研究指出，過去SSI-TL未考慮在地因素，可能使學生會認為SSI學習經歷與他們的生活經歷脫節，或是看不到在地和全球範圍內解決SSI的意義和重要性，以及通過這些經歷，學生的學習可能會變得貧乏，因為他們不需要與受SSI影響的人和環境互動。因此，調和這些缺陷並瞭解人們對SSI的反應如何作為其生活經歷的一部分應該是SSI研究的首要任務之一，並建議利用地方本位的取向，更真實的推動SSI-TL。而在SSI討論中，所有相關者的文化環境，是為學生提供更複雜的概念化和解決SSI方法所必須的關鍵組成部分。

Herman等(2020)以大學生為對象，在黃石國家公園進行PBE-SSI-TL，除了解說、討論與實地經驗之外，在當地以不同觀點(利益相關者)的角色扮演進行辯論，發現人們在SSI的辯論中，面對其他人時可能會體驗到，

從冷漠和一般關懷到價值判斷，以及更本能的同理心形式，包括道德和正義方面的考慮(例如義憤填膺)。並建議未來應進行更多相關主題的研究，比較不同的教育(例如地方本位)和社會文化背景，在解決SSI時如何影響情緒反應和決策。

本研究從結合PBE及SSI的觀點，邀請原住民部落國小教師參與教學模組的研發，經由參與瞭解地方特色與自然科學的關係，發展PBE-SSI-TL，並在Herman等(2020)之基礎上進一步採用角色互換，使學生藉由角色不同時所看待事物角度的差異，體會看待問題的多元思考，以促進學童的科學學習，並依PBE的學習結果(SOP)、SSI-TL之重要表現(論證能力)、Herman等之進階設計(多元思考)與108課綱要求之學習內容(科學知識)等向度描述學生之學習表現。

參、研究方法

本研究係採質性取向，由研究者結合山海(化名)國小六年級自然教師共同設計PBE-SSI-TL，再藉課程的實施不斷反省。研究者長期參與教師活動，收集相關資料，透過高淑清(2001)之主題分析(thematic analysis)詮釋互動脈絡下的意涵。

一、在地的SSI

(一)議題背景

山海國小位於某原住民族部落社區中，地理環境整體被山、海、溪流所圍繞。臨近部落不遠處有一大型水泥廠，礦區亦在附近山上，與該族傳統領域重疊，部分學生家長或親戚為水泥廠員工。與臺灣許多SSI(例如：核四、疫苗接種)不同之處在於這是一個較地域性的SSI，雖然也常被新聞媒體關注，但最切身相關的仍是在地居民。

(二)傳統領域、環境汙染與經濟開發的衝突

近40年來，臺灣因民主思潮與環境意識的興起，逐漸對以往以經濟發展多所批判，也引發一些社會運動。本文所討論之SSI即在此背景下產生，加上當地是屬於原住民族傳統領域，因此對該議題之討論與抗爭，較其他地區更形複雜。主要立場有如下三點。

1. 水泥廠

水泥廠屬於一種高度汙染的工廠，卻也是經濟開發與建設不可少的生產事業。設立之初是政府經濟發展計畫的合法廠商，廠址選在偏遠鄉間也是為避免影響居民。但社會逐漸發展，廠區附近漸有聚落形成，附近亦有原住民部落。近年來環境汙染問題與原住民傳統領域議題漸受重視，原被鼓勵且合法的生產事業開始受到汙染環境與破壞原住民傳統領域的質疑。

2. 在地居民

工廠在環境上影響最大也最直接的就是在地居民。一位在地家長提到：「經濟型態的改變，使大部分族人由農轉工，亞泥提供的工作機會真的比較多」，「雖然現在的灰塵和噪音不比70年代那般嚴重，但現在仍有空汙及噪音的困擾」，「水泥廠對我們XX(在地)人而言，是又愛又恨的心境」(1060422訪談家長)。

3. 原住民傳統領域維護者

水泥廠礦區屬於原住民族傳統領域，「國家公園、狩獵權、……一直都是殖民主義下產生的議題，對原住民而言，特別是地主，是一個很傷心的事」(1060630研究者札記)。近年來「還我土地」、要求「撤回(開採)許可」等社會運動應運而生，甚至部分族人在現場吟唱傳統歌曲、鳴槍、燃起狼煙，

祭拜祖靈等儀式，宣示反對水泥廠護家園的決心。

二、參與者

(一)研究小組成員及對象

研究小組的成員包括研究者本人及原住民族重點學校參與授課的教師。研究者本身長年擔任自然科教師，教學年資逾26年，曾經在研究場域任教過四年，使用SSI教學有10年的教學經驗，而參與授課教師教學年資逾21年，其中20年均在教學研究場域學校任教，對於該區的家長、學生、場域有十足深厚的熟悉。二位對於水泥場的存在，抱持著中立態度。在探究過程中，研究者與參與教師之間保持相當密切的合作與互動關係。研究小組定期舉行討論會，在研討過程中透過共同研讀、備課、觀議課、分享心得及教學歷程的回顧省思。在本研究中參與SSI-TL是一項新的經驗。

參與學生為某原住民族部落山海國小的一班六年級學生，共10人(6男4女)。該班學生過去雖曾在班上透過查閱資料進行學習，但多屬教師主導(teacher-centered)，少有以小組本位進行同儕之間的合作學習。此外，學生亦未曾學習SSI，對於所討論的議題，雖然理解不深，但身在其境，部分家長為水泥廠員工，故仍有個別而切身的經驗。

(二)課程時間與內容

本研究設計之PBE-SSI-TL活動，課程時間共15節課，合計600分鐘，延續校方「自然與生活科技」學習領域(康軒版)五下第三單元「永續家園」，再於六年級上學期於自然課、資訊課、綜合活動課融合部落人文與環境相關資料與議題。係以國語、社會、健體、資訊、綜合活動等領域進行主題統整的

跨領域課程設計。配合學校教學實施期程，研究歷時半年。

三、PBE-SSI-TL設計

依據108課綱自然科學領域之教材內容要項、核心素養與跨科概念(教育部，2018)，並配合山海國小「自然與生活科技」學習領域(康軒版)六上第三單元「大地的奧秘」，融合山海部落人文環境相關資料與議題，編輯的課程內容分別依前述Smith (2002)的PBE五大原則設計符合地方本位課程之教學活動如下：

- 整合學生周遭生活環境，如山海社區的美景與山海的舊稱、山海溪沿岸名稱與位置；
- 採用該族之源由與傳說；
- SSI選用附近水泥廠汙染與土地問題，進行實作探究，並以角色扮演、互換角色進行辯論，除培養不同角度看問題，同時訓練以證據為基礎之論證；
- 適時引導學生和家長對習作議題討論；
- 培養對環境的議題重視的種子。

本課程設計依Sadler等(2017)的SSI-TL模式，如表1。第一、二階段反映108課綱

的學科核心概念、跨科概念、探究與實作學習，對應Sadler等的「與焦點議題的相遇(encountering the focal issue)、三向度的科學學習(DCI, CCC, SP)」，第三、四階段則對應Sadler等的「理念與實作的統整(synthesize key idea and practice)」。

(一)第一階段「與地方本位焦點議題的相遇」，包含三項教學活動：

1. 教師以「我從哪裡來？」介紹山海的地理位置、山海部落的原鄉、文化與自然環境。
2. 「家鄉的環境」帶領學生探究在地的地形地貌、地理特色，及最常見的動物、植物。
3. 以「秀我山海」請學生介紹自己的家鄉並說明其特色；由蝴蝶幼蟲提早結繭的現象，覺知水泥礦區的大量塵土造成蝴蝶幼蟲食草蒙塵而不進食，繼而引出斷頭山的環境議題。

(二)第二階段「108課綱的科學學習」，包含兩項教學活動：

1. 任課教師共備課程時，延伸辯論賽，將其改成行動劇，讓每位學生都有一個扮

表1：地方本位的SSI-TL設計

階段	教學活動單元名稱	目的
一、與地方本位焦點議題的相遇	我從哪裡來？	引起學習動機
	家鄉的環境	促進使用先備知識和技能／跨科概念
	秀我山海	建立討論議題的知識基礎
二、108課綱的科學學習	論證行動劇：公說公有理，婆說婆有理	瞭解爭議的焦點和兩難情境／科學實作
	概念與價值澄清	瞭解不同立場／社會性科學推理
三、綜合關鍵構念與實務(思考解決方案)	準備行動	思考解決方案／認同發展
四、概念應用	行動～坐而言不如起而行	決定環境行動

註：SSI-TL：社會性科學議題的教學(Socio-Scientific Issue for Teaching and Learning)；108課綱：十二年國民基本教育課程綱要。

演的角色(例如：礦場董事、鄉長、礦場工作人員、當地居民、民宿或觀光業者、溯溪……)

2. 藉「概念與價值澄清」帶領學生就兩難情境問題，討論目前環境所遭遇的問題，讓學生蒐集資料、訪談、調查或根據之前體驗學習的深刻經驗來提出建議，並說服他人接受自己的意見；透過討論，建構自己對家鄉的概念與價值澄清。

(三)第三階段「綜合關鍵構念與實務(思考解決方案)」，集思廣益討論家園永續經營方案：

1. 利用實例，使學生懂得環保不單是成人的議題，透過寫信的方式，將自己的心聲實際地傳達給社區居民、鄉公所及礦產開採公司，並希望能帶動他們一起來關心與愛護山海社區。
2. 透過當解說員、製作解說手冊、寫信投書、宣傳海報等等設計，讓學生用行動向校園師生及社區人們宣達保護環境的觀念。

(四)第四階段「概念應用」，小組師生討論：

包括擬定行動計畫書、採取實際環境行動和引導學生按照行動計畫書行動。

綜言之，本研究歷程是以SSI-TL的教學模式，以具爭議性的焦點議題為導引，營造學生從事「資料查索及科學讀寫」、「小組合作學習及討論」和「角色扮演的論證」等三者為主要教學策略的教學環境，依林樹聲(2004)、Bossér等(2015)的研究建議，教學全程注重「學生中心」的學習取向，藉此希望有效激勵學生主動學習，並提升學生做判斷及決定的能力。

四、收集的資料

本研究採多元的資料收集方法，包括參與觀察、學生訪談，此外，研究者經常使用現場紀錄和訪談後的備忘摘記，同時錄製課堂影片，以及對焦點學生或「特殊受訪者」的訪談。另外研究者錄下「課堂中的師生對話」，並在課後訪談授課教師做成議課記錄。收集資料類型包括：與授課教師進行教學前備課、觀議課的半結構訪談紀錄。學生於教學前、後分別進行訪談，其他文件資料的蒐集包括活動學習單、教師教學札記等。

教學前後對老師及學生的半結構訪談，目的在瞭解學生對於SSI教學模組及在學習過程中的感受與心得，提供分析時的多元角度資料。因全班人數只有10人因此全部納為訪談對象，以期完整瞭解學生的感受與看法。研究主要在2017年進行，但在資料分析時對於學生「角色互換」的感受雖依編碼歸類可資說明，但因資料較分散，引用需更大篇幅，故於撰文前(2022年)再次訪談兩位當時角色互換的學生，對此活動進行更詳細的說明。

五、資料的處理與分析

(一)資料處理

研究者先將訪談、上課對話轉錄成逐字稿，所有文件資料編號建檔。原始資料依地方本位要素；十二年國教之核心素養、跨科概念、探究與實作；以及SSI-TL (Sadler et al., 2017)之主要概念進行主題式分析(高淑清, 2001)。這些主要概念來自於本文之研究目的與研究問題，亦即分析的目標是為回應研究問題。

(二)資料分析

1.初步分析

在每一次課室觀察或訪談後立即撰寫摘記，列出主要事件大綱或摘要，找出研究焦點以探討相關文獻，作為下次收集資料之參考。分析方式依高淑清(2001)之建議步驟：首先對整段文稿進行整體式的主題描述，再針對文本依主題做重點式的主題描述選擇，最後逐行逐句檢視進行編碼與反思，摘記出文中所透露之訊息。例如：在某次對小玲(化名)進行課後訪談後，研究者迅速寫下約一頁的摘記，重點式的記錄研究者所感受到的重要訊息以及印象深刻的話語，並成為後續分析的文本之一：「小玲在交換角色後，以新角色重新建立立場，剛開始會有些混沌與矛盾，但她也提到因為曾經深入揣摩原來的角色，而會試著理解對方的想法」(1060629研究者札記)。

進行主題式分析時即針對訪談稿，寫下標題式的語句：「交換角色後，會因為曾經深入揣摩原來的角色，而試著理解對方的想法」，接著在文本中將能表徵此一主題的文句摘出，再逐行檢視予以適當的編碼。整段訪談則可依回答分成數段文本，依上述方式找出主題「交換角色的作用」及代表句「在角色交換後，我其實是很知道自己原來角色(水泥廠董事長)論点的限制及缺點，所以當我變成獵人學校校長時，就更知道如何具體的提出反駁的論點」(1110514訪談學生)，再逐句編碼(角色互換)。

2.綜合分析

對原始資料進行初步分析後，對於意義理解之詮釋，依高淑清(2001)指出的「整體一部分—整體」之循環進行檢核，首先整體閱讀文本(基於先前理解進行整體認識)，以發現

事件和脈絡視框(整體進入部分)，繼而再次閱讀文本產生新的理解(部分到整體)，分析意義的結構與經驗重建(整體到部分)，再確認共同主題與反思(部分到整體)，如此反覆循環，至呈現一致之結果，確認意義之理解與詮釋。另一方面，在上述分析過程中並以持續比較法(constant comparison method) (Bogdan & Biklen, 1982)和三角交叉法(triangulation) (Cohen & Manion, 1989)由資料中做歸納性的發展以建構結論。例如：將前述小文本整理分類(例如：「在地知識」、「先前理解」、「自身經驗」等等建立為「遇見與焦點議題」類別)，同一類別下會有許多段小文本，整體閱讀這些文本提出整體的概念與詮釋(基於證據的論證)，再回顧原始資料尋找符合概念的事件。繼續在新資料中查驗此一概念之適用性，並且刻意找尋是否有牴觸此一概念之事例，再綜合數個研究小發現結合為主要發現(例如：「經過角色扮演與角色互換的歷程，除了可以增進論證上使用證據的能力，也能促進從多元思考看待問題」，參見「結論與建議」)。此外，本研究依Goetz與LeCompte (1984)之要求，一如前述諸項之說明，以提高信度與效度。

肆、結果與討論

本研究之結果與發現首先說明PBE-SSI-TL課程的實踐，包括如何設定議題、如何發展課程及考量因素，以及最主要活動是如何商定的。其次陳述教師在PBE-SSI-TL課程發展上的想法，包括初時的疑慮與排解之道、如何磋商校務的配合。再從學生的SOP、論證情形、角色扮演與互換、和科學知識的學習等方面整體討論學生在課程中的學習表現。最後依研究結果進行討論。

一、PBE-SSI-TL課程之實踐

(一)與焦點議題的相遇

本研究聚焦地方本位的SSI議題，係因SSI具地方性，對學生更有切身性，就實作活動而言，更是實際問題的解決。故課程之始，經由資料查找、討論與報告，與日常經驗結合以認識地方；繼而安排學生實地踏察，由生物生長與環境地景聯結到水泥廠的影響。

(二)教學策略與教學目標的結合——SSI-TL模式與新課綱

SSI-TL的教學策略中，教師的教學內容必須能夠引起學生之動機而積極參與課程，此外教師則須扮演引導者的角色，引導學生探索與思考問題，由歷程中內化所習得知識融入自我知識架構，進而能夠將其應用於所面對之境。

本研究的教學活動(參見表1)中，「我從哪裡來?」、「家鄉的環境」、「秀我山海」課程以學生的生活經驗為出發點並結合傳統文化精神，產生在地性的焦點議題；「論證行動劇：公說公有理，婆說婆有理」是透過學科核心概念、跨科概念、探究與實作(對應於Sadler等(2017) SSI-TL中的DCI、CCC與SP)，進行科學學習以及概念與價值澄清，最後的「思考解決方案」和「行動~坐而言不如起而行」是「理念與實作的統整」的科學素養具體展現。

(三)角色扮演公聽會之商定

本課程最重要的活動原係許多研究建議之辯論方式進行，但考慮議題中諸多角色與觀點非僅正反雙方，而學校本身有發展一些特色課程及參加歌舞或音樂的比賽，學生常需扮演重要角色，是以「PBE-SSI-TL」的實施是在初步設計完教學活動後，和授課老

師商議後，決定以角色扮演與互換角色的方式模擬公聽會，授課教師在討論時就提議：

「辯論賽可改公聽會，讓每位學生都有一個扮演的角色，如：礦場董事、鄉長、礦場工作人員、當地居民、民宿或觀光業者、溯溪……」(1060304訪談教師)，於是在後續討論中商定以角色扮演和角色互換(未先告知學生)方式進行。

二、教師在PBE-SSI-TL課程上的實踐

(一)疑慮與排解

儘管已有多多年教學經驗，也與研究者熟識，但起初在談及要在山海國小進行PBE-SSI-TL時，授課教師幾度透露有些可能無法達成的困難點，例如：「我們的學生會吵架，可能沒有辦法辯論!」「我們的學生回家沒有辦法查資料」、「我們的學生家長沒有辦法協助提供資源」、「若是議題立場太過敏感，我擔心學生家長會抗議」(1060304訪談教師)。

因此研究者透過討論，集思廣益，共同排解疑慮。以「若是議題立場太過敏感，我擔心學生家長會抗議」為例，經過暫時擱置、閒聊、思考討論，參與教師也逐漸能運用其經驗，想出可行的辦法。後來決定：

將課程定位在引導孩子思辯及練習做決定，雖然地方性議題難免有些敏感，但就因為是地方性議題，孩子及家長們比較熟悉，也比較容易發表自己的想法，……不要聚焦在敏感性議題，我們可以先發一封意願調查表及同意書，先行瞭解家長們的想法或意見，若有需要，也可以進行面對面的訪談、溝通及釋疑。(1060406教師札記)

又例如面對「我們的學生會吵架，可

能沒有辦法辯論！」，研究者與教師一起思量若能引導孩子練習講話時要能留意到用字遣詞及「言之有據」，於是想到「演戲」，來籌演一齣行動劇，不僅可以減緩學生一開始的心理抗拒或實施辯論的冷場或變調；也可以讓多元角色的觀點在論證活動中被凸顯出來，跳脫一般辯論活動只有正方或反方的二元對立。因此在課程中設計「名人開講行動劇」，轉化論證的形式，不僅減緩學生的緊張情緒，又可以讓平常較沈默的孩子也願意發聲或表達意見。最後決定讓學生異質分組，兩兩配對進行合作學習，除了讓學生有討論的合作伙伴，也讓不擅長上臺發表的孩子可以用查詢及統整資料的方式提出想法及意見，減緩孩子的心理壓力。

由於共同備課的討論讓老師有被支持的感覺，以及孩子表現的進步被看見，加上家長的表態支持，讓老師覺得比較沒有負擔及壓力。因此在過程中，可以感覺到老師的疑慮感降低，也針對如何提供學生鷹架進行資料蒐集及統整有更篤定的信念。甚至在接近「行動劇」彩排及正式實施時，老師對於孩子們即將要上場的表现已有所期盼，覺得學生應該會有所表現，有種「等著看好戲」(1060629訪談教師)的期待。

授課教師一開始或有疑慮，擔心無法讓所有的學生融入教學，但是經過一次又一次的討論、模擬並提供不同策略(例如：蒐集資料的引導、閱讀理解及摘取重點、採用不同貢獻模式的策略讓學生有參與感及勇於嘗試、先彩排及思考調整後再進入正式場的名人開講)，細膩的考量學生特質及能力，學生能逐步朝目標前進，而且可以觀察及感受到學生的喜愛，就連下課時間也都在模擬練習。

整體而言，參與教師在共同備課與討論中獲得支持，在地的SSI與師生密切相關且聚

焦，以及看到學生有具體表現，是排除疑慮的最大關鍵。

(二)校務配合

由下而上進行教學的翻轉是較容易成功的，因教學者有自發的意願，就會產生動力，然而成功需要多種要素的聚合。在向校長說明本教學之相關要項時，校長也表達：「這個教學計畫對山海國小的孩子們是個挑戰，但也希望透過研究，讓伙伴能更清楚孩子的學習可以在哪些方面再加強？也許透過這個研究，也能讓學校特色課程的主軸更清楚。而老師自己有意願，我是樂觀其成的」(1060406訪談校長)。

在教學過程中，校長關心課程的發展與實施，一直抱著參與而不干預的支持態度，在指導學生查詢資料的過程中，也商請資訊課老師協助在課堂上指導。雖然教學活動在進行中深刻感受到課程進度的壓力，但研究者與教師也充分感受到校長及學校同事的鼓勵。

三、學生在PBE-SSI-TL課程中的學習

透過教學及引導，讓學生從一開始的陌生、不知如何找資料，到後來勇於在課堂上舉手發言，或在論證中發表自己的意見及呈現證據，或是針對他人的意見提出質疑或反駁。尤其是最後的活動總結——行動劇論證的部分，一開始學生根據自己被分派的角色查找資料，擬定要論證的證據與資料，例如：在彩排時只能「照稿唸」(1060615學生彩排錄影檔)，後來不僅可以「丟稿說」(1060629學生行動劇錄影檔)，若有同學提問還可以「用自己的理解進行解釋」：

阿崇：(我)在亞泥工作，我贊成繼續開礦，因為沒有開礦就會沒有工作，沒有工作就沒有飯吃。

阿祥(水泥廠員工)：如果世界上沒了水泥，我們就只能看見草屋，颱風天，我們家也會很容易損壞，會讓我們很難生存下來。(1060629觀課記錄)

學生查找資料初時很多人有困難，但在教師引導下也逐漸解決：

小如(居民)：有時候，我們要查的東西就是查不到。

小芯(鄉長)：我在查鄉長的資料時都找不太到，就有點想放棄。

阿任(居民)：有時候討論該如何寫的時候會忘記時間，如果再想不出來的話，會去問別人或老師，聽聽別人給我們什麼意見。

阿庭(礦區董事長)：就用力查，不然就放鬆一下停下來，想一想並假裝自己是電腦，這樣就查出來了。(1060629觀課記錄)

在課程實施後，參與教師也發現學生有了改變：

1. 會幫助自己的隊友，不會自顧自的。2. 平常不說話的學生也會說話了。3. 較容易接受其他人的意見。4. 吵架時比較會用證據說明。

(1060629訪談教師)

從課程設計及執行可以看出：SSI-TL經過充分的體驗、蒐集資料、思辯及討論後，讓孩子印證課堂所學，擴大行動感知的層面，以蘊養出系統思考及解決問題的行動力。

(一)SOP——認同、依戀、依賴

在教學前訪談學生，學生對於熟悉或喜愛的場域大多聚焦在山海溪，能說出在山海溪快樂戲水或玩樂的歡樂景象，對於遊客來

訪所遺留的垃圾或是破壞會感到氣憤，但是也不知該如何是好？

我喜歡山海溪的課程，因為山海溪有很多人會去游泳，夏天的時候，可以跟同學一起去玩水或飛盤。(1060427學生訪談)

在教學後由學生的習作中可發現，學生能說出更多屬於當地特色的認知或活動印象，例如：

外來種對於山海生態造成影響，例如鯊或家八哥的入侵，造成當地水中動物或麻雀棲地的威脅，很擔憂。(1060615學生習作)

獵人學校的文化活動(學習設陷阱、拉弓射箭、織布、採山蘇及煮香蕉飯)，能認識文化與部落發展連結的脈絡，也讓我們覺得要好好保存及愛護環境。(1060615學生習作)

因應籌演行動劇，必須提出證據進行論證而進行資料蒐集，也讓學生針對地方文化或環境的認識，開展滾雪球般的認知累進。而學生們在準備及查詢資料的同時，也有家長會分享礦區未改善前的種種不便和干擾，無形中也拉近了家長和孩子們對於土地的共同理解與認同。

(二)論證能力

針對孩子們的論證能力，授課老師表示：課程在進行到認識山海部落時，很驚訝能看到學生在課堂中皆熱情、踴躍地分享自己所知道的部落，連平常很少發言的孩子，也都會舉手發表或是在底下有想說話的表現。由此可見一開始老師認為辯論對孩子們來說有些困難，但後來事實證明並非不可能。

對於討論時的發言，也可從行動劇論證

的部分看出：從「照稿唸」到「丟稿說」再到「用自己的理解進行解釋」，可以觀察到學生的進步，每一位同學們都「有產出」、「有貢獻」。

此外，利用政論節目形態進行角色扮演及論證，讓學生學會找證據說之以理，而不是情緒性的爭吵，這在課後學生對論證過程的心得即可得知：

獵人學校校長：上一次我們都用很大聲說，可是這一次我們都用很和平的態度說話，所以才可以用這麼和平，不像上次一直說：你要負責嗎？

另一獵人學校校長：冷靜超多的，我們一直好好的說理由，所以我們沒吵架。

水泥廠工作者：證據超多，不會因為沒證據就大罵，不要因為說不出來就亂說，我的證據很多。(學生習作)

在這一系列的教學活動中，學生從一開始不知如何蒐集資料、進而能將蒐集到的相關資料統整為口說稿的立論證據，進行有依據的推論、發表，或到最後甚至能轉化為自己理解的內容後再進行轉化詮釋，學生們在論證方面的進步亦超乎導師原本的預期。

(三)多元思考(角色扮演與角色互換)

1. 角色扮演

在角色扮演活動中，學生從認識部落及居住環境的美好，進而察覺礦區開採石礦危害生活環境的議題。在深入搜尋資料及論證的過程中，同學除了要為自己的角色捍衛立場，也在學習體會尋思雙贏的決策拉距，過程中學生對於做決定的多面向考量產生深刻的感受，他們體認到不能只從自己的角度去思考或發言。「證據超多，不會因為沒證

據就大罵，不要因為說不出來就亂說，我的證據很多」(1060629訪問學生[礦場員工])、「等別人說完再去說明或是把他的意見修正，也不能強迫別人」(1060629訪談學生[居民])。

對於原住民學校的學生來說，生於斯，長於斯，加上學校大力推行在地活動課程，對於文化活動是不陌生，對於土地的熱愛與關懷也是溢於言表，但是因學生學習經驗或生活經驗較少，故在某些資料或數據的解讀上會有些落差，需要老師進一步的說明情境或解釋其脈絡，方能理解並進一步用自己的話語闡釋資料或運用資料。

我會問老師解決困難。(1060629訪談學生[居民])

在查資料的時候會想不出來要查什麼？再努力查的那段期間只有一下下，時間不會太久就算查到了，(有時候)也不是我想要的東西，……寫完之後要接下一段時會想不出關鍵詞。(1060629學生札記[居民])

跟自己同組的人一起討論要查什麼？才會跟我們兩個人的題目有關係不會走錯方向，有時候討論該如何寫的時候會忘記時間，如果再想不出來的話，會去問別人或老師，聽聽別人給我們什麼意見，……就會變得更好。(1060615訪談學生[居民])

但有些家長在接獲調查表及同意書時，致電向老師詢問細節，在明瞭相關課程設計後，也表達若有需要幫忙之處，可以儘量提供協助或想法。因此研究者也有機會納入家長對於地方的觀點與想法。在詢問到社區為什麼要聯合抗爭水泥廠時，家長表示：

其實我們抗爭的不是他採礦，而是採礦完運輸會造成很大的空氣汙染，還有卡車會有噪音，主要是小孩子，因為卡車的關係，……白天這樣子，無時無刻都需要去擦，不擦的話，手一摸～哇～就是這麼厚。其實我覺得人都是很現實的，剛才講到去抗爭是為了什麼？是因為經歷到了，影響到我們的生活，因為我們家的孩子，因為這個卡車帶來的灰塵問題一直是存在的，所以……(1060422訪問家長)

學生在準備及查詢資料的同時，也有家長會分享礦區未改善前的種種不便和干擾，無形間拉近了家長和孩子們對於土地的共同理解與認同。「因為我在查鄉長角色可以用的資料時都找不太到，就有點想放棄。後來跟媽媽一起討論查資料就比較好一點了」(1060629學生札記[鄉長])。

2. 角色互換

在行動劇演完一次後，進行角色的對調，讓原來是贊成礦區存在的員工或董事長角色改演反對角色的社區居民或獵人學校校長，而讓原來是擔任反對角色的變成贊成角色，但是學生在初步演練時，很容易就講回自己原來角色的論點。或許需要時間讓心理能夠調適與接受，但是同學們都覺得要換個角度想很重要，雖然真的很難。例如：「和上次講的不一樣」、「有時候好像自己打自己」(1060629學生習作)。

由於角色互換，使得必須駁斥原本支持的意見，這對證據的選用與認定產生了更進一步的認識，更重要的是學生開始體認到不同立場可能會有不同看法，對於不同意見與看法變得較為包容。在課後數年再訪問當初兩位角色互換的學生，對當時的活動仍記憶深刻：

阿庭：在角色交換後，我其實是很知道自己原來角色(水泥廠董事長)論點的限制及缺點，所以當我變成獵人學校校長時，就更知道如何具體的提出反駁的論點。因為這時候我是獵人學校的校長，例如我當初知道種樹一定趕不上砍樹的速度、空氣清淨機的限制，這個瞭解就可以讓我在提訴求或針對現任董事長提出的論點，有更深層的瞭解也知道如何破解。

小芯：一開始會覺得有些混亂跟矛盾，但是還是要捍衛現在這個新角色的立場，要讓水泥廠能有更多的產量或收入，可是因為曾經當過獵人學校的校長，知道校長曾經遭遇的困難，在思考後，也會試著用對方的切身難處而希望能做到更和平、更好。(1110514訪談學生)

在教學接近尾聲之際，有位學生的堂兄不幸在該礦區內意外身亡，因適逢家中正在處理其後事及賠償事宜，在這時期要對礦區提出具體的行動方案，就礦區或學生及家長來說也相對的敏感。又因學期已迫近尾聲，考量時間對孩子來說或許是帖療癒的良方，因此研究者沒有再針對這個議題深入探討。但是在期末聚會時，班上的學生們一直詢問下學期是否還會來進行教學研究，研究者深刻地感受到學生們的興味正濃，也期待下學期繼續精進教學方案，讓孩子們自行發掘PBE的SSI進行研討及擬訂行動方案。

(四)科學知識

學生在論證過程中體驗到要說之以理或有依據的論述，就要分析相關問題，再一一找資料加以破解或加強自己論證的力道。雖然大部分學生知道要找資料，但是比較不能

呈現其具體的數字統計，只會摘錄其重點，例如學生(礦區董事長)為了說服大家能接受礦區存在，先針對礦區存在所產生的塵土或噪音等問題，分別找出育苗栽種樹木、空氣淨化機、靜電收塵機和濾袋收塵等改善空氣或噪音等的資料希望大家能信服。而學生(鄉長)則在其筆記本上摘記發言要點如下：

礦場的開發會造成生態及環境的浩劫，下大雨或颱風易產生土石流，這樣會直接危害到村民的生命財產。再來就是在開採礦產的時候，機具的聲音及塵土會造成噪音污染跟空氣污染，而大卡車在運送的過程中，道路上徒步的孩童容易帶來危險。所以身為鄉長就是拒絕土地繼續開採，拒絕土地承租給業者。因為召開部落會議時，居民也堅決反對。(1060629學生論證準備資料[鄉長])

在論證中雖然沒有運用科學統計數字資料，但在有限的時間內摘錄其報導的結論再依此串連出自己統整講話的重點，比起剛開始不知如何找資料，已有相當的進步。

四、討論

(一)PBE-SSI-TL

Zeidler (2014)指出，除了科學知識與社會影響之外，尚需整合某種程度道德推理的隱含和／或明確的倫理成分。本研究在教學過程中亦可見此現象。學生自身的環境感知與永續知識、家長工作經濟來源、加上族群認同與傳統領域爭議，的確如前述Sadler與Zeidler (2005)所言，兼含了科學與社會的兩難議題，凸顯科學的產生與發展與人類、社會的生存息息相關。所以PBE-SSI-TL可使學生藉由問題探查、論證、角色扮演與互換，實際體會SSI-TL並非只考量科學層面而已，

還必須對政治、經濟、社會、價值、道德、倫理等等層面，做全面性的思考。

其次，「地方」是人的經驗、關係與知覺，因地方而生的科學相關知識就會和文化、語言、自然環境加以連結。Smith (2002)指出PBE的教學取向可以幫助學生從真實生活經驗出發，讓學生從生活情境與經驗中獲得知識，因此PBE是一種從社區出發的學習歷程，具有在地性與在地特色的教育觀點。本研究也發現基於PBE發展SSI-TL，不僅可以實踐SSI重視的文化性與情意面，亦可藉SSI的論證活動，實踐核心素養、跨科概念及探究實作等新課程之要求。

另一方面，在教師專業發展上Chang與Park (2020)綜合了Macalalag等(2017)與Lee (2016)的研究，提出改進SSI學科教學知能(pedagogical content knowledge)教師專業發展的模式，列舉了有效教師專業發展的理想方向中使用的五個要素，包括集體參與(collective participation)、內容聚焦(content focus)、主動學習(active learning)、連貫性(coherence)和持續性(duration)。本研究關切PBE-SSI-TL的發展，其一即在於瞭解教師在課程發展上的困難以及成長，在前述Smith (2002)的PBE五個要素中，明顯的看到集體參與、內容聚焦、主動學習的正面作用。但連貫性與持續性可能因課程僅八週，固然可以看到課程中的增長，但難以斷言在持續性上的作用，但相信再假以時日應該更具成效。而本研究在上述Chang與Park的論述之外，尚發現學生具體的進步對教師是極佳的鼓舞，也更彰顯「以學生為中心」的必要性。

(二)培養多元思考的論證模式

如前所述，藉著SSI-TL，論證活動已成為培養科學本體論知識、程序性知識與認識論知識最佳的策略。本研究亦回應Sadler等

(2017)的主張，在SSI-TL中增進學生的核心概念、跨科概念和科學實作。但除了各種知識之外，角色扮演可以促進特定觀點的論述，而角色互換則可以體驗相對的觀點，在不同立場的主張與辯護中，從自身理解相對立場之觀點，而促進多元文化觀點的養成，在對立的立場中藉角色互換同理對立面的主張，也相對容易看到不同論點的立論證據。林樹聲(2012)亦指出，學生的道德判斷和依據會隨著情境的不同或採取立場的不同而改變。經由PBE-SSI-TL或可在較早的國小時期就學會換位思考。

(三)SSI-TL模式有助於十二年國教之推展

Sadler等(2017)所主張的SSI-TL模式主要內涵包含三大階段：第一階段是「與焦點議題的相遇」，其發展的時序性，主要是從學生遇到的焦點議題出發，在初步的體驗中，提高學生對議題的科學想法、意識與探究，以及與科學想法的連結或與社會關懷的連結；第二階段是要讓學生進行三向度的科學學習，在這個部分的學習有三個相互連結的學習循環面向，分別是學科核心概念、跨科概念及科學實作。第三階段是「理念與實作的統整」，在一系列的學習過程中，學習者有機會使用或應用資訊傳播科技，也在過程中針對議題不斷反思及釐清自己的信念及立場。

本研究據此模式，參照108課綱設計課程，已獲致良好成果，因此Sadler等(2017)所主張的SSI-TL雖然是以美國NGSS為標準的設計，本研究據此增採PBE取向，其教學序列可以實踐十二年國教所要求的核心素養、跨科概念和探究與實作，符應洪詠善與范信賢(2015)所指核心素養之實踐，可供未來新課程之參考。

伍、結論與建議

一、結論

長久以來原住民族學生因文化隔閡而在科學學習上遇到許多困難(李暉, 2016; Lee et al., 2012)，PBE係基於生活所需的地方知識，結合社區與學校發展課程，期使學生學得的是生活所需的知識。此一理念不僅與108課綱精神相符，許多國外學者(例如：Barnhardt, 2005; Emekauwa, 2004)更建議以此發展課程改進原住民學童之科學學習。另一方面，近年來的研究(Sadler et al., 2017; Zeidler, 2014)指出，以SSI融入自然科教學，有助於培養學生論證能力，也能為培養學生參與社會事務，成為負責任的社會公民做準備。但對於如何支持設計和實施這種SSI教學，如何有效地將SSI融入新課程仍有待瞭解。為此，Zeidler等(2019)也提出了SSI研究的三個新方向，其中之一就是SSI與地方本位情境結合的重要性。

本研究從PBE的觀點，在偏鄉原住民部落國小發展PBE-SSI-TL的課程，並探討其實踐的情形。

由前述結果與發現可歸納為以下三項主要結論：

- (一)教師在設計課程上會面臨因生疏而產生疑慮之情形，而共同溝通提供支持、地方本位的SSI的聚焦以及學生具體成長，是消除疑慮的有效方法。
- (二)PBE-SSI-TL不僅容易吸引學生，真實(authentic)問題的辯論，經過角色扮演與角色互換的歷程，除了可以增進論證上使用證據的能力，也能促進從多元思考看待問題。
- (三)學生經由課程可具體提昇SOP、地方認同與相關的科學知識。

二、建議

- (一)地方本位的議題選用與學生生活相關，有助於SSI教學的參與度，建議未來在SSI-TL上可採行PBE-SSI-TL。
- (二)角色扮演與角色互換的過程有助於SSI教

學的論證，建議未來在論證教學上，可藉此培養多元思考的論證模式。

誌謝

作者衷心感謝兩位匿名審查專家對本文提供建設性及批判性的具體建議。

參考文獻

- 李暉(2016)。原住民國小科學教師之多元文化專業發展。《科學教育學刊》，24(S)，437-459。
<https://doi.org/10.6173/CJSE.2016.24S.01>
- [Lee, H. (2016). Multi-cultural professional development of elementary science teachers in indigenous major elementary schools. *Chinese Journal of Science Education*, 24(S), 437-459. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2016.24S.01>]
- 林佳靜、許世璋(2017)。地方本位環境教育課程的實踐——以東臺灣一個原住民小學為例。《科學教育學刊》，25(4)，301-330。
<https://doi.org/10.6173/CJSE.2017.2504.01>
- [Lin, C.-C., & Hsu, S.-J. (2017). The implementation of a place-based environmental education course at an indigenous elementary school in eastern Taiwan. *Chinese Journal of Science Education*, 25(4), 301-330. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2017.2504.01>]
- 林樹聲(2004)。重視自然與生活科技學習領域中科技爭議議題的融入與探討。收錄於林生傳、方德隆、薛梨真(編著)，國民中小學九年一貫課程理論基礎(第二冊，頁453-465)。教育部。
<https://reurl.cc/m38Qal>
- [Lin, S.-S. (2004). Pay attention to the integration and discussion of scientific and technological controversial issues in the domain of science and technology. In S.-C. Lin, D.-L. Fang, & L.-C. Hsueh (Eds.), *The rationales of grade 1-9 curriculum* (Vol. 2, pp. 453-465). Ministry of Education. <https://reurl.cc/m38Qal>]
- 林樹聲(2012)。在科學課堂中應用爭議性議題教學促進國小六年級學生道德思考。《科學教育學刊》，20(5)，435-459。
<https://doi.org/10.6173/CJSE.2012.2005.03>
- [Lin, S.-S. (2012). Fostering the sixth grade students' moral thinking through the instruction of controversial issues in science classroom. *Chinese Journal of Science Education*, 20(5), 435-459. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2012.2005.03>]
- 林樹聲、黃柏鴻(2009)。國小六年級學生在社會性科學議題教學中之論證能力研究——不同學業成就學生間之比較。《科學教育學刊》，17(2)，111-133。
- [Lin, S.-S., & Huang, P.-H. (2009). Students' constructing argumentation about a socioscientific issue—The differences between sixth graders with different levels of academic achieve-

- ment. *Chinese Journal of Science Education*, 17(2), 111-133. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2009.1702.02>]
- 林樹聲、靳知勤(2012)。國小教師實踐社會性科學議題教學之教師知識成長與比較。《科學教育學刊》，20(1)，41-68。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2012.2001.03>
- [Lin, S.-S., & Chin, C.-C. (2012). The comparison of the novice and experienced teachers' knowledge construction about socioscientific instruction before and after actual implementation. *Chinese Journal of Science Education*, 20(1), 41-68. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2012.2001.03>]
- 洪詠善、范信賢編(2015)。同行～走進十二年國民基本教育課程綱要總綱。國家教育研究院。
- [Hung, Y.-S., & Fan, H.-H. (2015). *Peering: Entering the twelve-year national basic education curriculum outline*. National Academy for Educational Research.]
- 高淑清(2001)。在美華人留學生太太的生活世界：詮釋與反思。《本土心理學研究》，16，225-285。 <https://doi.org/10.6254/2001.16.225>
- [Kao, S.-C. (2001). The lifeworld of Chinese women living with their husbands studying abroad: Interpretation and reflection. *Indigenous Psychological Research in Chinese Societies*, 16, 225-285. <https://doi.org/10.6254/2001.16.225>]
- 教育部(2018)。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。 <https://reurl.cc/MNeAOp>
- [Ministry of Education. (2018). *Curriculum guidelines of 12-year basic education for elementary, junior high schools and general senior high schools—Natural Science*. <https://reurl.cc/MNeAOp>]
- 靳知勤、胡芳禎(2016)。如果可以這樣學自然！——國小學生在社會性科學議題教學中知識、動機與合作能力的改變。《教育學報》，44(2)，101-126。 <https://reurl.cc/ZbKdXQ>
- [Chin, C.-C., & Hu, F.-J. (2016). If learning science is like this: Elementary students' change in knowledge, motivation, and cooperative skills through socioscientific issues-based learning. *Education Journal*, 44(2), 101-126. <https://reurl.cc/ZbKdXQ>]
- 劉湘瑤、李麗菁、蔡今中(2007)。科學認識觀與社會性科學議題抉擇判斷之相關性探討。《科學教育學刊》，15(3)，335-356。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2007.1503.03>
- [Liu, S.-Y., Lee, L.-C., & Tsai, C.-C. (2007). Scientific epistemological view and decision-making on socioscientific issues. *Chinese Journal of Science Education*, 15(3), 335-356. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2007.1503.03>]
- Barker, M., & Knapp, C. (2005). Special focus on place-based education. *Journal of Experiential Education*, 27(3), 265-266. <https://doi.org/10.1177/105382590502700305>
- Barnhardt, R. (2005). *Creating a place for indigenous knowledge in education: The Alaska native*

- knowledge network*. <https://reurl.cc/ZbmG8Q>
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1982). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods*. Allyn & Bacon.
- Bossér, U., Lundin, M., Lindahl, M., & Linder, C. (2015). Challenges faced by teachers implementing socio-scientific issues as core elements in their classroom practice. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 159-176. <https://doi.org/10.30935/scimath/9429>
- Chang, J., & Park, J. (2020). Developing teacher professionalism for teaching socio-scientific issues: What and how should teachers learn? *Cultural Studies of Science Education*, 15(2), 423-431. <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09955-6>
- Chen, L., & Xiao, S. (2021). Perceptions, challenges and coping strategies of science teachers in teaching socioscientific issues: A systematic review. *Educational Research Review*, 32, Article 100377. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100377>
- Cohen, L., & Manion, L. (1989). *Research methods in education* (3rd ed.). Routledge.
- Duggan, S., & Gott, R. (2002). What sort of science education do we really need? *International Journal of Science Education*, 24, 661-679. <https://doi.org/10.1080/09500690110110133>
- Emekauwa, E. (2004). *The star with my name: The Alaska rural systemic initiative and the impact of place-based education on native student achievement*. <https://reurl.cc/qN7q9g>
- Goetz, J. P., & LeCompte, M. D. (1984). *Ethnography and qualitative design in educational research*. Academic Press.
- Herman, B. C. (2015). The influence of global warming science views and sociocultural factors on willingness to mitigate global warming. *Science Education*, 99(1), 1-38. <https://doi.org/10.1002/sce.21136>
- Herman, B. C. (2018). Students' environmental NOS views, compassion, intent, and action: Impact of place-based socioscientific issues instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(4), 600-638. <https://doi.org/10.1002/tea.21433>
- Herman, B. C., Zeidler, D. L., & Newton, M. (2020). Students' emotive reasoning through place-based environmental socioscientific issues. *Research in Science Education*, 50, 2081-2109. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9764-1>
- Kinskey, M., & Zeidler, D. (2021). Elementary preservice teachers' challenges in designing and implementing socioscientific issues-based lessons. *Journal of Science Teacher Education*, 32(3), 350-372. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1826079>
- Lee, H. (2016). Conceptualization of an SSI-PCK framework for teaching socioscientific issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 539-550. <https://doi.org/10.14697/jkase.2016.36.4.0539>
- Lee, H., & Yang, J.-e. (2019). Science teachers taking their first steps toward teaching socioscientific

- tific issues through collaborative action research. *Research in Science Education*, 49(1), 51-71. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9614-6>
- Lee, H., Yen, C.-F., & Aikenhead, G. S. (2012). Indigenous elementary students' science instruction in Taiwan: Indigenous knowledge and western science. *Research in Science Education*, 42(6), 1183-1199. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9240-7>
- Macalalag, A. Z., Johnson, J., & Lai, M. (2017). STEM education course: Enhancing K-12 teachers' cultural awareness through reflections of socioscientific issues. *School of Education Faculty Work*, 4. <https://reurl.cc/0XAeVA>
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Nielsen, J. A. (2020). Teachers and socioscientific issues—An overview of recent empirical research. In M. Evagorou, J. Nielsen, & J. Dillon (Eds.), *Science teacher education for responsible citizenship* (pp. 13-20). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40229-7_2
- Pickering, A. (Ed.). (1992). *Science as practice and culture*. University of Chicago Press.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536. <https://doi.org/10.1002/tea.20009>
- Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42. <https://doi.org/10.1080/03057260802681839>
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9030-9>
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6), 986-1004. <https://doi.org/10.1002/sce.20165>
- Sadler, T. D., Foulk, J. A., & Friedrichsen, P. J. (2017). Evolution of a model for socio-scientific issue teaching and learning. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 5(2), 75-87. <https://doi.org/10.18404/ijemst.55999>
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socioscientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622-1635. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1204481>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of socioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88(1), 4-27. <https://doi.org/10.1002/sce.10101>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). The significance of content knowledge for informal reason-

- ing regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89(1), 71-93. <https://doi.org/10.1002/sce.20023>
- Semken, S., & Freeman, C. B. (2008). Sense of place in the practice and assessment of place-based science teaching. *Science Education*, 92(6), 1042-1057. <https://doi.org/10.1002/sce.20279>
- Simonneaux, L. (2008). Argumentation in socio-scientific contexts. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 179-199). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_9
- Smith, G. A. (2002). Place-based education: Learning to be where we are. *Phi Delta Kappan*, 83(8), 584-594. <https://doi.org/10.1177/003172170208300806>
- Smith, G. A., & Sobel, D. (2010). *Place- and community-based education in schools*. Routledge.
- Tuan, Y.-F. (1975). Place: An experiential perspective. *Geographical Review*, 65(2), 151-165. <https://doi.org/10.2307/213970>
- Zeidler, D. L. (2013, July). *Socioscientific issues as a socio-cultural approach to scientific literacy*. East-Asian Association for Science Education International Conference, Hong Kong.
- Zeidler, D. L. (2014). Socioscientific issues as a curriculum emphasis: Theory, research, and practice. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 697-726). Routledge.
- Zeidler, D. L., Applebaum, S. M., & Sadler, T. D. (2011). Enacting a socioscientific issues classroom: Transformative transformations. In T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (pp. 277-305). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_16
- Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1, Article 11. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0008-7>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Applebaum, S., & Callahan, B. E. (2009). Advancing reflective judgment through socioscientific issues. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 74-101. <https://doi.org/10.1002/tea.20281>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>

Place-Based Socio-Scientific Teaching and Learning Practice in Indigenous Elementary Schools

Hui-Chuan Chang^{1,*}, Lahang Lowsing² and Huei Lee²

¹The Experimental Primary School of National Dong Hwa University

²Department of Education and Human Potentials Development, National Dong Hwa University

Abstract

In recent years, studies have pointed out that the integration of socio-scientific issues (SSI) into the teaching of sciences can help cultivate students' argumentation ability, and can also cultivate students' participation in social affairs. It remains to be understood how to support the design and implementation of such SSI instruction and how to effectively integrate SSI into the new curriculum. According to the suggestion of Zeidler et al. (2019), from the perspective of place-based education, this study invited a science teacher from a rural indigenous elementary school to jointly develop a place-based SSI teaching curriculum, with the aim of understanding how the students would learn in this kind of curriculum. In terms of the research, which has a qualitative orientation, the actual course has 15 lessons, which lasted eight weeks, with the data collection period being about half a year. The results show that although teachers will face doubts due to the unfamiliarity of designing these types of courses, communication and discussion are an effective method to eliminate such uncertainties. Place-based SSI teaching can not only easily improve students' interest, but also uses authentic debates in argumentation. Through the process of "role playing" and "role shifting," in addition to improving the ability to use evidence in argumentation, it can also promote students to look at problems from multiple perspectives. Through the course, students can specifically develop a sense of place, place identity, and related scientific and argumentative knowledge. The research results can provide a new vision for the future integration of SSI into new curricula, as well as a reference for natural science teaching in indigenous schools.

Key words: Place-Based Education, Socio-Scientific Issues, Indigenous Education, Argumentation Instruction.