

國小學生在社會性科學議題教學中的認知與立場改變 ——以全球暖化議題為例

林采薇 靳知勤*

國立臺中教育大學 科學教育與應用學系

摘要

本研究根據社會性科學議題(Socio-Scientific Issue, SSI)理論，針對國小六年學童($N = 45$)設計一個以保護北極熊為案例之全球暖化議題教學模組，從事11節課的教學。研究目的旨在探討SSI教學對於學生全球暖化認知及決策立場的改變情形。研究期間藉學生撰寫指定短文及讀寫單，蒐集質性資料。其中，讀寫單一方面作為導引學生在小組中從事讀寫及討論活動的鷹架，另方面則於其中嵌入蒐集研究資料的問題，作為教學前後比較學生對減緩全球暖化問題意見與立場是否改變的依據。此外，所指定撰寫之短文則是在教學之初與末了，令學生依據全球暖化的成因、影響與解決方案等鷹架撰寫。本研究經分析並比較前後兩次短文及讀寫單內容後發現：本議題教學有助於提升學生的全球暖化相關認知；在教學後，學生不再出現迷思概念；且學生所表達的看法轉趨於自我省思個人可以調適之作為；而透過就北極熊保護方案的討論與修訂過程，有助於學生從初始階段所顯現出意見的紛歧，發展至具有共識的立場。本文並對SSI在國小的教學應用提出建議。

關鍵詞：全球暖化、社會性科學議題、國小學生、教學模組、環境教育

壹、緒言

一、研究背景與動機

近年來，隨著科技的發展與應用，環境問題層出不窮；而依其層次，由近至遠可以區分為：社區性、地方性、國家性、區域性及全球性環境問題。雖曰學生學習宜以其生活關聯為起始，然而在全球性及區域性等跨越國界的問題，仍與學童的生活實踐相涉，

只要予以妥善規劃與適當引導，亦可從小養成相關的認知，並進而從事生活中之行動實踐(靳知勤、胡芳禎，2016；蔡執仲、鄭丞棋、鄭瑞洲，2018)。

而在這些牽連廣泛的環境問題中，全球暖化是最為迫切的項目之一(張珍悅、徐勝一，2010；黃瑞祺、黃之棟，2008)。此一議題在廿世紀下半葉即廣受重視，在我國且已融入至國小課程(黃靖惠、洪志誠、許瑛珩，

*通訊作者：靳知勤，chin@mail.ntcu.edu.tw

(投稿日期：民國107年7月30日，修訂日期：民國107年9月17日，接受日期：民國107年10月19日)

2012)；依據環境哲學的觀點，地球如同太空船般具備有限的資源，倘若不能妥善運用使其循環再生，則地球的生態系統將無以為繼，乃遑論永續發展的理念(王順美，2016；葉欣誠，2017)。故此，全球暖化是身為人類每一分子的共同問題，而在生活上以行動實踐來緩解此一狀況，更是無可迴避。

自從人類認識到全球暖化議題的嚴重性之後，亦循由不同管道圖謀解決之道。舉例來說，在1992年通過的《聯合國氣候變化綱要公約》，希冀藉此約束人類活動排放溫室氣體所致之全球氣候變遷；而在1997年時簽署該公約的締約國又通過了具有管制效力的《京都議定書》(葉欣誠，2006)。但降低溫室氣體排放的行動亦曾經歷一些攔阻，比方說，全球最大溫室氣體排放國——美國，因考量到限制排放量會影響經濟成長，乃於2001年退出已簽訂的《京都議定書》。後以俄羅斯在2004年加入簽訂，方使《京都議定書》得以生效。

由此可知，環境保護與經濟發展間產生了矛盾，應該如何化解需要許多的大智慧(馬哲儒，2007)。而此即符應所謂「社會性科學議題」(Socio-Scientific Issue, SSI)的特性，它不是僅藉科學、工程或技術的途徑，就可解決；事實上，SSI牽涉到社會、人文與價值等因素，需要社會中的每一分子共同參與，從論證、分辨與協商的過程中，獲致解決方案(靳知勤、胡芳禎，2018；Sadler, 2009)。是以，從個人的層次，身為地球公民的我們，在面對全球暖化這樣的全球環境議題時，實需深思自身的角色。如前所述，儘早透過教育的歷程，在國小階段就將相關的事實與問題融入教學，讓學生藉由探究的方式認識全球暖化的成因和影響，進而改變自己的想法和生活習慣，採取合宜的行動，實踐減緩全

球暖化的積極作為(靳知勤、吳靜宜，2017)。然而，以如全球暖化議題般之SSI，若考量其與國小學生的生活關聯性，則自當採取適合的案例方能協助學生提升相關的理解與價值推理，並進而發展出可行的問題解決策略。故此，本研究乃選取受暖化影響存續且受害最鉅的北極熊為個案，由參與學習的國小學生探討循由何等途徑，方能達成舒緩暖化以臻保育北極熊的目的。

二、研究目的

基於上述的動機與背景，本研究依據Zeidler, Sadler, Simmons與Howes (2005)的SSI理論模式，設計全球暖化教學模組；藉著「北極熊的生存危機」為案例中之主人翁，試圖引起學生對此議題的關切與興趣；並運用科學讀寫策略配合讀寫單為鷹架，引導學生進行資料搜尋與討論，使學生對於全球暖化的形成原因、可能影響以及解決方案有所瞭解。藉此期能提升學生全球暖化相關認知，並使學生習得在面對不同價值觀及背景的同儕所形成的不同立場下，對爭議進行討論與協商，使其在論證的過程中逐步的營造解決問題的共識(靳知勤，2006a，2006b)。

至於Zeidler等(2005)所提出有關SSI教學的內涵包括：個案本位、文化本位、對話本位與科學本質等要素(圖1)。這四項要素既是理論基礎，也是教師所可依循的教學策略。在本研究中之SSI教學方案即是透過符合學習者文化之個案情境脈絡，融入科學倫理、道德推理與情意發展，在教學過程中鼓勵學生對話與探究，從事非形式推理，促進學生思考議題中之兩難情境，從而發展出做決策與問題解決等之功能性科學素養(Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002)。

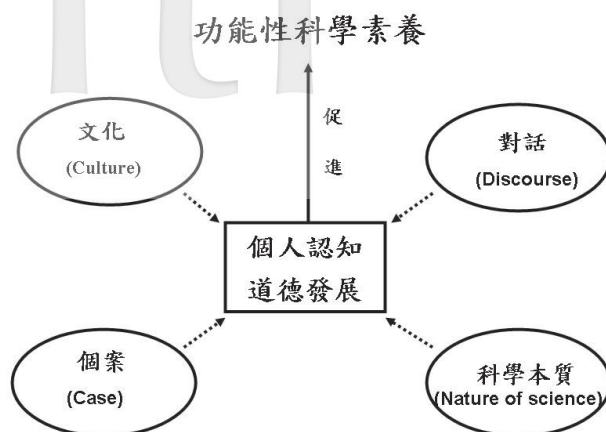


圖1：SSI教學的理論基礎與策略

資料來源：引自“Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education” by D. L. Zeidler, T. D. Sadler, M. L. Simmons, and E. V. Howes, 2005, *Science Education*, 89(3), p. 360.

三、研究問題

本研究的研究問題包括：在經全球暖化議題教學後，國小學生在下列狀況的改變：(一)對於全球暖化成因、影響與防治等相關認知的改變情形？(二)對於如何保護瀕危北極熊相關看法的改變情形？(三)在保護北極熊的不同方案中，立場與理由的改變情形？

貳、文獻探討

一、社會性科學議題的起源

SSI的起源和科技發展中的道德考量有關，且其相關討論通常具有價值負載(Zeidler et al., 2005)。吾人在論及SSI的發展時，可以溯及發生在1980至1990年間的Science, Technology, and Society (STS)運動。而此時期的STS教學研究，大多聚焦在教師信念與STS課程(靳知勤，2008)；有鑑於此，乃有學者倡導在STS相關課程中應強調道德推理和價值澄清，以因應人類面對科技應用於生活時，所具正面與負面影響的兩難困境(Zeidler et al.)。

惟迄今日，以科技議題為導向的教學，已經是科學教育的重要思潮；有研究顯示，在教育現場融入SSI教學，可以呼應科技與人類日常生活之間的密切關係(靳知勤，2014)。尤其是藉由審度科技應用所帶來的利與弊，在歷程中蒐集資料獲得相關知識，並就社會文化因素從事倫理與道德考量，使其分辨情境中的多樣條件後，做出個人妥適的決策。這不但有助於學生思考智能的養成，也能綜合邏輯與價值理性，使學生培養出能應用於真實生活的問題解決能力，乃為當代實踐科學素養公民的有效途徑(Zeidler, Berkowitz, & Bennett, 2013)。

二、社會性科學議題的教學

早在1970年代，爭議性議題就已納入科學課程，重要的理由之一是世人已意識到生態環境因科技進步而遭受破壞，人類與其他生物的生存出現危機，所以應該在教育中正視此類議題。林樹聲(2004a)也指出，在科學課中討論爭議性的科技議題，可以促進學生瞭解科技爭議的社會本質、幫助未來公民展

現民主素養與社會責任，提升學生表達、傾聽與批判思考的能力。是以，議題教學可達成「基本、知覺、調查和評估、公民責任」等四個層次的目標。

但是如何從事爭議性議題的教學呢？前文中述及Zeidler等(2005)提出SSI教學中所需掌握的個案、文化、對話與科學本質等要素，而其核心的驅動力量乃是議題的爭議本質。換言之，教師在從事教案設計與實際教學時，首需妥適運用SSI中的爭議點，俾利於營造學生對於不同立場從事對話的環境(Espeja & Lagarón, 2015)；職是，在論證的歷程中方能使學生審度來自於不同觀點的資料，一方面增進對於議題相關資訊的瞭解，另方面則形成自己的立場，並提出支持或反駁的理由。由於要凸顯SSI的爭議點，並考量與學生的生活關聯性，教師可將符合學習者生活經驗的案例，透過教學設計予以鋪陳；亦即運用符合學習者文化之個案情境脈絡，融入倫理與道德推理等成分；如此，SSI教學過程足以促進學生從事對話與探究的環境，使其能就爭議性議題的解決方案從事非形式推理。藉此促進學生思考議題中之兩難情境，從而發展問題解決與做決策之功能性科學素養(Zeidler et al., 2002)。

惟林樹聲(2004a)曾就SSI教學提出一項名為「修正式學習環」的模式，其內涵包括「探索」、「概念引介」、「釐清爭議」與「概念應用」等四個階段。其實，學習環的發展，可溯自上世紀末學者致力對於協助學生從事概念學習的成果。林樹聲的修正式學習環來自於1970年代加州大學物理系教授R. Karplus所提出之「以學生為中心」及「以活動為中心」的學習環概念；這個學習環後來發展成：初探、概念引介、概念應用等三個階段；其中，「初探」是指藉著現象的觀

察或實驗，讓學生用自己的步調及概念來解釋或預測。在這個階段，教師一方面扮演傾聽和觀察的角色，一方面要設法讓學生發表自己的看法；「概念引介」指的是適時的引進新的方法、新的觀點、或新概念，讓學生能以更合理的方式來解釋他們先前觀察到的現象；而「概念應用」則是引領學生將發展出來的新概念應用於新情境，解答相關的問題。林樹聲為了要凸顯爭議的核心地位，並在學習過程中予以釐清，乃在「概念引介」與「概念應用」之間，加入了「釐清爭議」的階段。

而在本研究中所設計之教學模組，除基於前述Zeidler等(2005)的案例、對話、文化、科學本質等四項元素為理論基礎的架構外，另為編製教學過程，乃將之與林樹聲(2004a)所修正的學習環模式相結合，首先將學生分為小組就爭議性議題從事資料蒐集與研討，是為「探索」階段；隨後，進入「概念引介」階段，對不同的角色立場，進行想法說明；再來則是讓學生透過實際的討論、瞭解問題存在的爭議點，此為「釐清爭議」；以此發展下一階段公聽會中從事後續「概念應用」與方案之研修。詳細的內容將陳述於後文中之教學研究設計乙節。

三、社會性科學議題教學的成效

(一)社會性科學議題教學的實徵性研究

根據皮亞傑的認知發展階段，國小學童屬具體運思期，惟高年級學生也漸次發展出形式運思能力，具有自己的想法；且當代教育思潮亦主張應從小培養批判思考與做決定的能力，是以本研究選擇國小高年級學童做為SSI教學的研究對象。在前節中，曾說明SSI的理論基礎及其教學應用上的意義。本文

除了就相關義理從事解析外，以下並臚列出基於SSI理論，設計針對國小高年級學生的模組教學之實證性成效。

例如：在廿世紀末，加拿大學者Pedretti (1999)針對27位五、六年級學生，藉教室觀察與問卷調查，探討學生對於地區內採礦議題的看法。發現學生在蒐集更多資訊與觀點後，可以做出更有意義的決定。Burek (2012)以準實驗研究設計，針對小學四年級學生，從事一學期的教學研究；其中，實驗組一班在教室的環境科學教學中融入SSI議題，對照組一班則是從事環境科學教學，但未融入SSI；兩組在學期中並結合戶外教學；研究發現實驗組在環境相關知識、批判性思考、環境態度及論證能力等，皆顯著優於對照組。

在臺灣，潘志忠(2003)對六年級學生($N = 36$)實施議題教學，發現此教學法能有效提升學生的思考與歸納能力，但在演繹、考察訊息可信度及確認隱含的假設能力則無改變。另在林樹聲(2004b)的研究中，也發現六年級學生對於議題的認知有提升，不論是知識層面，或是在意見的表達及抱持理由的說明上，都趨向更為精緻和完整。蘇衍丞與林樹聲(2012)的研究則以準實驗設計，發現在SSI情境下應用鷹架教學能提升六年級學生的論證能力。此外，靳知勤與吳靜宜(2017)則設計能源選擇模組，營造不同條件下之議題教學，發現能促進六年級學生的理性推理。

(二)全球暖化模組課程與教學之相關研究

至於本研究中所聚焦的全球暖化議題，實屬於近年來廣為世人關注的最具迫切性與重要性的環境議題之一；非但各專業領域試圖發展其可致力紓解之策略，教育學者對此亦投予相當的關注，從事課程與教學的相關研究。例如房振謙、林美惠、李慧珍、陳靜

歆與薛雅惠(2008)的研究，探討講述教學法與一般教學法在全球暖化單元教學上的優缺點及各自具有的教學優勢。Dolan, Nichols 與 Zeidler (2009)設計地球科學、生命科學及物質科學等三個SSI教學模組，供五年級學童學習；他們發現利用科學內容融入議題討論的策略，可以提升學童學習成效。Nuangchalem與Kwuanthong (2010)以五年級學生為對象，採用全球暖化議題設計了9個單元，實施SSI教學；研究發現在教學後，學生的分析思考能力顯著提升，且對於SSI教學抱持高度的滿意度。

林英傑與崔夢萍(2011)利用電腦輔助教學來協助六年級學童從事全球暖化的建模。在四週的全球暖化單元教學後，實驗組學生的「概念廣度」、「概念豐富度」、「比較」與「推論或解釋」具有高度的效果量。Chin, Yang與Tuan (2016)以全球暖化議題情境從事論證教學，探討六年級學童讀寫能力的改變；發現學童在教學後的寫作、以讀學習、以寫學習及以討論從事學習的得分皆有顯著提升。而Heister (2018)運用具幽默且諷刺性的電視剪影(humorous ironic television sketches)，試圖讓小學中、高年級學生理解圖畫中所呈現有關全球暖化的意義，並促進其從事非形式推理；研究結果發現這個策略結合SSI能幫助國小學生的立場遷移，學生在過程中也能運用多元的論點進行思考。

從上述的實證性研究可知，針對全球暖化議題的教學設計非僅局限於增進學習者的知識為滿足，況且還涉及情意與行動實踐的層面；尤其重視對話與思考的歷程。是以，學者在過去致力於設計SSI教學模組，乃取其爭議的特性促進學習者從事論證與思考，俾利同儕間合作、對話、討論、探索等環境之營造。有鑑於此，本研究乃透過SSI強調爭議

點的特質，將全球暖化議題以案例鋪陳其脈絡，期使學生發展思考及做決策的能力。

參、研究方法

一、研究設計

本研究以國小六年級學童為對象，設計全球暖化議題教學模組並從事教學；其間，融入北極熊瀕危做為案例，導引學生蒐集全球暖化相關知識外，並就保護北極熊進行討論，研修解決方案做為實例應用。於教學前、後，請學生撰寫全球暖化短文寫作，並於模組教學時，由學生填寫讀寫單。所得資料經分析後，供作檢視學生對於全球暖化議題相關認知是否有所改變。

(一)研究對象

本研究選取中部某國小的六年級兩班學生為對象($N = 45$)，其中女生19人，男生26人。此國小屬位於農村地帶之小型學校，全校總計12班。參與本研究的為該校六年級的所有學生。由於該校採取常態分班，且從這兩班在過去的學科評量上的表現，可知其為兩個程度相當的班級。

(二)教學研究設計

本研究利用每週1節的彈性時間進行教學。教學模組的設計係依據林樹聲(2004a)的修正學習環教學模式，包括探索、概念引介、釐清爭議、概念應用等四階段(表1)，並且透過將學生分成4人為一小組，使其能藉合作學習進行各階段所交付的學習任務。

所謂的修正學習環教學模式係修改自Karplus所發展之包含探索、概念引介、概念應用等三階段的學習環；其基本理念為「以學生為中心」及「以活動為本位」，主

張讓學習者從親身的體驗與實作中，對探索的現象從事解釋或預測。在教學過程中，教師扮演傾聽、觀察及促進者的角色，並在適當時機引進新的方法、觀點或概念，讓學生能以更合理的方式來解釋他們先前觀察到的現象；透過引領學童將發展出來的新概念應用於新情境，來解答相關的問題。而為了要凸顯爭議的核心地位，教導由科技引起的爭議性社會議題，並在學習過程中予以釐清，林樹聲(2004a)在上述學習環的「概念引介」與「概念應用」間加入「釐清爭議」階段，透過概念引介階段建立學生討論議題所需的背景知識，並在釐清爭議階段中運用教師提問、小組討論、角色扮演及同儕提問等過程，幫助學生理解爭議的相關內容，再而進入概念應用的階段讓學生練習學習遷移。

基於此，本研究乃讓學生先查閱與全球暖化及北極熊現況有關的資訊，以此作為探索。接著，藉「教師提問」引導學生討論與議題有關的背景知識，以此達成概念引介的目的；隨後，於釐清爭議階段，以「教師提問」、「小組討論」、「角色扮演」及「同儕提問」等，幫助學生理解爭議的相關內容。最後進入概念應用階段，舉辦「公聽會」，讓學生就保育北極熊的各種不同的方案從事討論協商並做決定。綜觀並整理出在本研究中所運用的教學策略，主要為：學生中心、教師引導、活動本位、小組合作、討論協商等。

在兩個班中均進行11節的全球暖化議題模組教學，每節40分鐘，全程共計440分鐘。教學者畢業自一所師範學院之自然科學教育學系，具有五年的國小教學經驗，並任自然科老師。過程中採取小組合作方式，讓學生進行討論、分工與資料蒐集等任務。

表1：全球暖化議題教學模組內容

階段	功能和目的	節次與教學內容
探索	引起動機和學習興趣。 促進使用先備知識和技能。	第1節：前測——全球暖化議題短文寫作；繼之，引導學生認識北極熊的生存危機；填寫「讀寫單2」：北極熊數量減少，我們可以做些什麼來保護牠？ 第2節：全球暖化、北極熊的生存危機資料查詢。 第3節：全球暖化、北極熊的生存危機海報發表。
概念引介	建立討論議題的知識基礎。	第4節：根據前階段探索的資料，引導學生認識全球暖化的主因：溫室效應。 第5節：全球暖化的影響與危機。 第6節：減緩全球暖化的方法。
釐清爭議	瞭解爭議的焦點、兩難和相關的社會情境。 瞭解不同角色在爭議中的立場及其所持之理由。	第7節：討論北極及北極熊在全球暖化中扮演的角色。 第8節：研討國際間對全球暖化採取的策略；撰寫「公聽會前讀寫單10」：針對保護北極熊3個方案填寫立場與理由。
概念應用	思考解決的方案。	第9節：保護北極熊方案公聽會前；填寫「讀寫單12」：北極熊數量減少，我們可以做些什麼來保護牠？ 第10節：保護北極熊方案公聽會；進行3個方案的討論、修訂與立場的再次選擇，撰寫「公聽會後讀寫單13」：1.對保護北極熊3個方案提出修正意見；2.針對3個修訂方案表達立場與理由。 第11節：後測——全球暖化議題短文寫作。

有關教學內容及歷程的設計，首先由研究者針對地球暖化議題本身進行分析，整理出3個構念：1.形成全球暖化的原因；2.全球暖化導致的影響；3.減緩全球暖化的方法。有鑑於本議題包含許多知識層面的資料，為了提高學生學習興趣，本教學研究中以北極熊為課程主人翁的方式，做為議題之個案；以其雖遠在北極，卻深受全球暖化之害，藉著討論北極熊所面對的生存危機，引出全球暖化議題，再由學生分組分工合作蒐集相關資料，此即「探索」階段。當學生對於全球暖化有了初步的認識後，即進入課程正式討論的「概念引介」階段。而後聚焦在探討北極熊的保護方案，是為「釐清爭議」階段。最後，以挽救北極熊瀕危現況的公聽會，討論、協商修訂與議決相關政策，是為「概念應用」階段。

二、資料蒐集與分析

本段中將分研究資料蒐集與分析兩方面說明。

(一)研究資料蒐集

1. 全球暖化議題短文寫作

在本研究之初與最末部分，使用短文寫作做為前、後測蒐集學生對全球暖化的認知情形。在撰寫短文時，研究者提供學生3個問題做為鷹架，這些題綱係依據全球暖化議題的主要構念而得，包括：全球暖化的形成原因、全球暖化造成的影響、減緩全球暖化的方法，以此來說明何謂全球暖化。學生在撰文時，除需依據上述3個問題鷹架回答外，教師並請其將每個問題的回答整理成為連續性文本的形式，使之組成一篇短文。前、後測的短文內容供做分析，藉此檢視學生於模組教學前、後的認知改變情形。

2.全球暖化議題讀寫單

本研究配合SSI教學活動及課程內容，設計科學讀寫單。讀寫單中以短文簡介與課程主題有關的內容，並於文章後提供問題給學生進行回答寫作。除了與文章內容相關的問題之外，並進一步加入可以使學生深入思考的問題。但為針對研究問題蒐集資料，讀寫單的設計，係採於教學初期(第1節的讀寫單2)與後期(第10節的讀寫單12)安排相同的問題，如此可以比較學生是否隨課程教學而對特定問題的見解有所改變；這個問題為「北極熊的數量減少，我們可以做些什麼事來保護牠？」

另在釐清爭議階段的公聽會進行過程中，先於第8節提供學生一份讀寫單10，就3個由研究者擬定的方案，進行討論並表達立場與理由。這3個方案分別是：(1)管制工廠的數量，不再新設工廠；(2)要提高汽油價格，以降低汽機車使用頻率；另為鼓勵騎自行車，民眾購買自行車當代步工具，政府補貼價錢；(3)家裡有空地，強制要種樹；種的樹木數量少，要罰錢；現在已有的樹木，禁止砍伐。

而後接續研討如何予以修訂，待修訂後再於第10節以讀寫單13供學生就此修正案表達立場與理由。從學生在3個方案中經3個階段所表達的意見，蒐集學生改變的情形。

(二)資料分析

在本研究中供做分析的資料包括：由學生所撰寫的短文與讀寫單。短文分析的部分係採取質性分析的原則，將文本依據1.形成全球暖化的原因；2.全球暖化導致的影響；3.減緩全球暖化的方法等3個問題鷹架，進行開放性編碼，隨後進行歸納，形成上一層的類別。每一項編碼及類別均予以計次，並就

前、後測間的結果，進行比較。

此外，在讀寫單方面，讀寫單2與讀寫單12針對「北極熊的數量減少，我們可以做些什麼事來保護牠？」做為教學前與後測之資料蒐集。研究者依據題旨將學生的回答進行開放式編碼，隨後歸納成為不同類別。教學前、後所得的編碼項目與類別予以比較並計次，做為教學前後是否有所改變之依據。

另在讀寫單10，請學生就「1.保護北極熊3個方案表達個人立場」以及「2.對這些方案提出修正意見」；而經歷了公聽會後，讀寫單13則是「針對上述3個修正後方案表達立場」。本研究將公聽會之初與末的立場予以計次，並且對修訂意見進行歸納，就公聽會中的三個方案內容的變化進行本質上的分析與比較，以明瞭學生在此過程中的概念應用的狀況。

至於本研究結果的信度與效度方面，研究過程中所規劃的鷹架係依據議題本身的內容架構設計，符合基本的義理邏輯，且經相關領域專家審查確立其效度；以此題綱供學生參照撰寫，而讀寫單亦依據明確的問題呈現，供學生閱讀後回答；據此架構所得之資料循質性分析的方式(Miles & Huberman, 1994)，針對題綱所表達的敘述中之各段重點，就學生的短文及讀寫單的內容予以編碼(coding)，將相近的概念歸納成相同的類別，故能確保其效度。另歸納整理後的結果亦經兩位研究者的審視檢閱，過程中並討論歸納項目與類別的妥適性；對於有不確定的資料則經研商討論後，以達共識方式確保研究的信度。

肆、研究結果

一、全球暖化議題相關認知的改變

(一)學生對全球暖化形成原因之認知改變

由表2可知，針對「全球暖化如何形成」，45位學生在前測中的回答得到編碼計有45次，歸納得到「人為因素」、「理論說明」、「迷思概念」、「不知道」等4個類別。其中，回答屬於「迷思概念」為最多，有21次(47%)，亦即有21人對此具有迷思。次多者為「不知道」類別的17次，換言之，有17人(38%)表示「不知道」。此兩項數據意表在前測時，有三分之一強的學生完全無此方面的認知，而近一半的學生雖有回答，但皆屬迷思概念。此時，僅有寥寥7位學生的回答，能符合此題目相關知識之範疇。

惟到了後測時，則已無「迷思概念」；僅剩1人回答「不知道」。至於「人為因素」類別的編碼則由前測時的13%提升至後測的67%；能使用溫室效應的「理論說明」由2%

增至31%；且在這兩類別的回答中更強調「過多的」這個形容詞，顯示學生在議題教學後有更深入的瞭解，能做更清楚的說明。若以卡方考驗檢定各類別在前測與後測的次數，得知 $\chi^2 = 68.82$ ($p < .001$)；表示兩次結果間有顯著的差異。

綜合以上結果可知，學生在教學後對於全球暖化的成因已無迷思概念，而且能歸因於產生二氧化碳的各項人為因素及能用溫室效應理論說明者，占了絕大多數(98%)。

(二)學生就全球暖化對環境影響之認知改變

由表3可知，前測時，45位學生對「全球暖化對環境造成影響」的回答，總計獲得56次編碼，可歸納為：「生態環境改變」、「氣候變遷」、「生物存亡」、「直觀感受」、「迷思概念」、「環境汙染」及「不知道」等7個類別；其中，前測中回答不知道的有19人。在後測時編碼總次數達141次，已無人回答不知道；此外「環境汙染」類別亦無。在「生態環境改變」類別上，由前測時

表2：學生對於「全球暖化如何形成」的認知

類別	前測編碼(次數)	合計	後測編碼(次數)	合計
1.人為因素	工廠、汽機車排放二氧化碳(3)；人類過度破壞地球(1)；人類汙染空氣(1)；人類為了自己的滿足吹冷氣(1)	6 (13%)	排放過多的二氧化碳(15)；工廠、汽機車排放二氧化碳(7)；人類排放二氧化碳(10)；人類造成的(3)	35 (67%)
2.理論說明	溫室效應(1)	1 (2%)	過多的二氧化碳使溫室效應增多(9)；溫室效應(7)	16 (31%)
3.迷思概念	大氣層破洞而形成(3)；臭氧層破裂(9)；太陽過熱、天氣太熱(2)；臭氧層變大、紫外線愈強(1)；在地球形成(1)；清潔用品用太多(1)；天氣、物質、環境所組成(1)；冬天時暖鋒來就暖化了(1)；由暖氣的變化而形成(1)；有太多髒東西破壞地球(1)	21 (47%)	無	0 (0%)
4.不知道	不知道(17)	17 (38%)	不知道(1)	1 (2%)
總計		45 (100%)		52 (100%)

的13次，且占總數的23%，提升至後測的100次(71%)，增長最多；且其編碼的項目由前測時的2項，增加至後測的11項。另原前測中占有11%的迷思概念，在後測時降低至只有2%。

綜觀學生對此問題的回答，由前測時的56次編碼，增加至後測時的141次，且迷思概念及不知道的回答大幅減少；換言之，後測時的回答正確性提高；且編碼項目大增。若再以卡方考驗檢定各類別在前測與後測的次數，得知 $\chi^2 = 79.45$ ($p < .001$)；表示兩次結果間有顯著的差異。本教學對學生的全球暖化議題認知，在量的擴增及質的提升兩方面都有明顯的效益。

(三)學生對防治全球暖化方法之認知改變

表4呈現學生對於「防治全球暖化方法」的回答；其中，前測總計有56次編碼，且可歸納為：「改善人類行為」、「加強綠化」、「不恰當的連結」、「情感的呼籲」及「不知道」等5個類別；此處之「不恰當的連結」亦可謂為「迷思概念」。

到了後測時，總編碼次數增加為167次；雖然編碼次數大增，但「情感的呼籲」及「不知道」類別則已闕如；且原在前測時有24人不知道如何防治全球暖化，在後測時已無。「不恰當的連結」從前測時的12次降為1次。原先在前測出現的「不恰當的連結」類別中之與臭氧層破洞相關的迷思概念，例如：「殺蟲劑、清潔劑……等」，在後測時

表3：學生對於「全球暖化對環境造成影響」的認知

類別	前測編碼(次數)	合計	後測編碼(次數)	合計
1.生態環境改變	南北極冰山融化(10)；海水上升、城市被淹沒(3)	13 (23%)	海平面上升、小島被淹沒(30)；南北極冰山融化(29)；食物鏈改變、錯亂(17)；生物遷移(8)生態系變遷(3)；病媒蚊滋生(5)；海平面上升、淹沒臺灣(3)；地面減少(2)；天氣太熱路會融化(1)；冬天開的花可能以後都見不到(1)；地球可能變成生物無法居住(1)	100 (71%)
2.氣候變遷	會變得很溫暖(5)；天氣忽冷忽熱、氣候不穩定(4)；把地球變得溫溫熱熱(1)	10 (18%)	氣候變化不尋常(9)；地球變溫暖(7)	16 (11%)
3.生物存亡	人類會滅亡(2)；人或動物熱死(2)；容易生病(1)	5 (9%)	生物絕種(6)；北極熊絕種(5)；北極的生物絕種(5)；人類絕種(2)；傳染病擴散(1)	19 (13%)
4.直觀感受	壞處比較多(1)	1 (2%)	像「明天過後」一樣世界末日(1)；地球面臨很大的危機(1)；生物因人類自私而受害(1)；會影響地球的某一個地方(1)	4 (3%)
5.迷思概念	使草地汙染(1)；使河水汙染(1)；造成珊瑚白化(1)；住的地方變小(1)；南北極臭氧層破洞(1)；紫外線增強(1)	6 (11%)	皮膚癌(1)；人口密度增加(1)	2 (2%)
6.環境汙染	空氣被汙染(2)	2 (4%)	無	0 (0%)
7.不知道	不知道(19)	19 (33%)	無	0 (0%)
總計		56 (100%)		141 (100%)

表4：學生對於「防止全球暖化方法」的認知

類別	前測編碼(次數)	合計	後測編碼(次數)	合計
1.改善人類行為	【節能】盡量不吹冷氣(4)；做好資源回收、珍惜物資(1) 【減碳】多搭乘大眾運輸(3) 人類不要再排放廢氣(3)；少用汽、機車(2) 【制定規範】防治工廠排放廢氣(2) 【保護環境】保護環境與動物(1)；尊重大自然(1)；不開發土地(1)	18 (32%)	【節能】隨手關燈(10)；節約能源(8)；珍惜資源(2) 【減碳】搭大眾運輸(29)；走路或騎腳踏車(21)；減少二氧化碳排放量(10)；少燃燒煤炭、石油(5)；少開車(3)；少燃燒垃圾(2)；不用火力、核能發電(1) 【宣導】需要大家團結共同面對(8)；告訴更多人地球暖化的嚴重性(5)；做海報、宣傳單、網路(2)；人類應負起責任(1) 【制定規範】政府制定法律(8)；少蓋工廠(7)；汽油提高價格(1)；採用綠建築(1) 【替代方案】開發低耗能車(1)；使用替代能源(1)；使用環保發電(1)	127 (76%)
2.加強綠化	多種樹(1)	1 (2%)	多種盆栽、樹，少砍樹(39)	39 (23%)
3.不恰當的連結	不亂丟垃圾(4)；減少使用殺蟲劑(2)；減少使用清潔劑(2)；不燒垃圾(1)；垃圾不要丟到海裡(1)；使用天然清潔劑(1)；少用化學藥物(1)	12 (21%)	不亂丟垃圾(1)	1 (1%)
4.情感的呼籲	不要再污染了(1)	1 (2%)	無	0 (0%)
5.不知道	不知道(24)	24 (43%)	無	0 (0%)
總計		56 (100%)		167 (100%)

已未再出現。一如在前文中所述學生對全球暖化成因及影響的迷思概念已獲消滅，在防治方法上也不再出現迷思概念。若以卡方考驗檢定各類別在前測與後測的次數，得知 $\chi^2 = 142.26$ ($p < .001$)；表示兩次結果間有顯著的差異。

在後測時，尤其是「改善人類行為」類別中的建議最多，高達127次，占了總次數的76%；且其編碼項目由前測的9項，增加到後測時的21項。在「改善人類行為」類別的回答編碼中，依其性質又可再予次分，例如在前測中的回答又再歸納為：「節能」、「減碳」、「制定規範」與「保護環境」等4個項目；但在後測的回答則多了「宣導」及「替

代方案」等2個項目，但也減少了「保護環境」這項較屬空泛的呼籲。從學生回答的編碼可知，在教學後的看法更傾向於實踐可行的意見。例如：學生的回答增加了可使全球暖化議題廣為週知的「宣導策略」，例如：「告訴更多人全球暖化的嚴重性」、「做海報、宣傳單、網路」，或是對能源使用提出「替代的方案」，例如：「開發低耗能的車子」及「使用替代能源」等。

此外，建議「加強綠化」類別中的編碼次數從1次增至39次，此結果顯示在全球暖化議題教學前，學生欠缺連結綠化與降低二氧化碳間關係之認知；但此教學對此觀念的建立有所助益。

二、學生對如何保護瀕危北極熊的相關看法改變

在本教學初期的第1節課中之讀寫單2，以及教學後期第10節課的讀寫單12，學生分別填寫「北極熊的數量減少，我們可以做些什麼事來保護牠？」。所得的質性資料，經分析後的結果列如表5。

學生在讀寫單2，亦即教學初期的回答歸納為：「照護措施」、「制定規範」、「改善汙染」、「迷思概念」等4個類別。其中，以「照護措施」的總次數(43次)所占比例最高(57%)，在這43次中又有「設立保護區」被提出的次數(30次)最多；其次是「制定規範」的類別，而其中「禁止獵殺北極熊」也有23次之多。

在讀寫單12，亦即教學後期的回答中，

學生提出的方法可歸納為7個類別，較讀寫單2時少了「迷思概念」類別，但增加了「改變日常作為」、「教育方案」、「替代方案」、「其他」等4個類別。其中「改變日常作為」雖是新的類別，但所提出的次數(74次)占了後測總次數(95次)的78%，所提出的方法中有許多節能、減碳的行為，例如：「節約能源」、「減少排放二氧化碳」與「搭乘大眾運輸工具」。但反觀讀寫單2時次數最多的「設立保護區」(30次)，在讀寫單12僅被提及1次。而讀寫單2所提出「禁止獵殺北極熊」(23次)也轉變成「制定相關法律」(3次)。

學生在讀寫單12時的挽救北極熊的方式，也由讀寫單2中所偏重確保照護與限制人類捕殺行為，改變為人類日常生活中實踐節能、減碳的行為。讀寫單12時新增的類別著重在宣導、尋求替代方案，且更務本的認

表5：讀寫單2與讀寫單12中挽救北極熊方法之回答

類別	讀寫單2		讀寫單12	
	回答(次)	合計	回答(次)	合計
照護措施	設立保護區(30)；每一段時間送冰給牠(5)；把牠們接到動物園(4)；給牠食物(2)；人工繁殖(1)；帶回家養(1)	43 (57%)	人工繁殖(1)；設立保護區(1)	2 (2%)
制定規範	禁止獵殺北極熊(23)；禁止動物毛做毛衣(1)	24 (32%)	制定相關法律(3)；不要補殺(1)	4 (4%)
改善汙染	改善空氣汙染(4)；保護空氣和環境(1)；改善汙染(1)	6 (8%)	工廠加裝空氣清淨(2)	2 (2%)
迷思概念	不排放廢水(2)	2 (3%)	無	0 (0%)
改變日常作為	無	0 (0%)	【節能】節約能源(13)；珍惜資源(2) 【減碳】減少排放二氧化碳(18)；搭乘大眾運輸工具(18)；騎腳踏車(4)；少開汽、機車(3)；少用石油(2)；少燃燒東西(1)；少建工廠(1)；多種樹、少砍樹(12)	74 (78%)
教育方案	無	0 (0%)	宣導暖化危機(3)	3 (3%)
替代方案	無	0 (0%)	開發新能源(2)	2 (2%)
其他	無	0 (0%)	減緩地球暖化(7)；減少溫室效應(1)	8 (9%)
總計		75 (100%)		95 (100%)

為應針對「減緩全球暖化」問題的根源做處理。

三、保護北極熊方案的意見與立場改變情形

在本研究中的第7至第10節是釐清爭議與概念應用階段，此時針對北極熊的遭遇以及人類應如何回應等項，以公聽會方式聚焦於所提出的方案從事討論。在此期間，共計包括3個方案供學生進行論證並做決定。下段中將公聽會初期之第8節課時填寫的讀寫單10(有關學生對於1.保護北極熊3個方案所填寫的意見；2.提出的修正意見)，以及公聽會末之第10節課時所填寫的讀寫單13(針對3個方案所表達的立場)的分析結果呈現如下。

(一)對保護北極熊方案第1條：「管制工廠的數量，不再新設工廠」的討論、修訂與立場表達

讀寫單10中，學生對於保護北極熊方案第一條規定：「管制工廠的數量，不再新設工廠」的看法，分析如表6。有31位學生

(69%)同意此規定，提出最多的原因是「可減少排放二氧化碳」，而且「應為地球盡一分心力」；反觀針對此案仍有31%的學生持不同意的意見；其中，最多的是若不設工廠，「很多人找不到工作」(9人)，設想其可能原因是有許多學生家長在學區附近的工廠上班，學生對於工廠提供就業較有所感。

接著，在公聽會中，學生針對此方案的兩方看法進行討論，有7名學生提出修正意見如表7。其意見可歸納為2個類別：「改善工廠狀況」與「開發新能源」，認為工廠應該加裝「廢氣處理的裝置」，且認為所謂之限制應聚焦在「全球排放量，而非管制工廠數量」，另也有同學提出可以尋求新的能源來代替。

參考學生的立場與修正意見後，由研究者帶領同學討論後，續將保護北極熊方案改寫為「強制工廠加裝廢氣處理裝置，以控制排放廢氣的總量。」以此，再讓學生填寫讀寫單13，請他們對修正後的方案表達立場，並說明理由；其結果詳如表8。44位學生對於

表6：對保護北極熊方案意見方案第1條的立場與理由

同意別	同意(人數)	不同意(人數)
意見類別	以身作則，大家一起行動(1)；不會過度溫室效應(1)；世界末日錢再多也沒用(1)；減少排放二氧化碳(9)；為地球盡一分心力(5)；減緩全球暖化(5)；才不會一直破壞生態(3)；暖化嚴重錢也沒用(2)；可防止災難(2)；不會聞到廢氣(1)；應彌補錯誤行為(1)；先防止全球暖化再發展經濟(1)；為了活下去(1)	很多人找不到工作(9)；人口可能外移(3)；經濟下滑(1)；應適可而止(1)；我覺得不好(1)
計次(%)	31 (69%)	14 (31%)

表7：對保護北極熊方案第1條之修正意見

類別	修正意見(學生代號)
改善工廠狀況	開工廠時要買廢氣處理的裝置(s105、s112、s217) 我們可以限制全球排放量，不要管制工廠數量(s108、s223)
開發新能源	可以將煤或炭替代成別種的資源，例：太陽能(s107、s118)

修正後的保護北極熊方案表示贊成，只有1人持反對意見，所持的理由是花費太大。而在贊成的理由中，最多人認為此方案「可減少二氧化碳排放量」(28人)、「可減緩全球暖化」(7人)，且有6名學生指出這個方法讓「經濟一樣能得到發展」。

(二)保護北極熊方案第2條：「要提高汽油價格，以降低汽機車使用頻率；另為鼓勵騎自行車，民眾購買自行車當代步工具，政府補貼價錢。」的討論、修訂與立場表達

在第8節課所填寫的讀寫單10中，有關保護北極熊方案第2條規定：「要提高汽油價格，以降低汽機車的使用頻率；另為鼓勵騎自行車，民眾購買自行車當代步工具，政府補貼價錢。」學生的看法整理如表9。針對這個方案，不同意的人數達32人(73%)，學生認為「大家還是會加油」、「長途騎車體力會透支」以及「油價太貴」等；另有27%的學生同意此一方案，認為「為了減緩全球暖化」所以願意這樣做。

在後續的公聽會中，學生如何進一步獲致共識呢？學生透過全班的討論，對於此方案提出修正意見如表10。其一，鼓勵搭乘大眾運輸工具；學生表示「可以讓公車錢下降，大家就可以坐大眾運輸」。其二，也有人針對車子的性能提出修改意見，例如：「可以設計省油的汽機車」或是「用別種能源代替成車子的動力」。

參考學生的立場與修正意見後，經由研究者帶領學生討論，將原方案修改為「研發替代的低污染能源，並提高汽油價格，以降低汽機車及石油的使用頻率；另為鼓勵騎自行車，民眾購買自行車當代步工具，政府補貼價錢。」

隨後，在第10節課中，再讓學生填寫讀寫單13，其結果整理如表11。有44位表示贊成，只有1位持反對的意見，認為「要去更遠的地方汽車一樣要加油」，而在贊成的意見中以「能減少排放廢氣」所提出的次數(18次)最多，且有12位學生認為研發替代能源時「科技會愈進步」。

表8：對保護北極熊方案第1條修正案的立場與理由

同意別	同意(人數)	不同意(人數)
意見類別	可減少二氧化碳排放量(28)；可減緩全球暖化(7)；經濟一樣能發展(6)；可使空氣變清新(3)；可以救北極熊(3)；既環保又能賺錢(2)；可減少空氣汙染(2)；減少過度的溫室效應(2)；工業也能進步(1)；因全球暖化實在太嚴重了(1)；不會失業了(1)	要花很多錢(1)
計次(%)	44 (98%)	1 (2%)

表9：對保護北極熊方案意見方案第2條的立場與理由

同意別	同意(人數)	不同意(人數)
意見類別	為了減緩全球暖化(3)；能減少二氧化碳(2)；減少廢氣順便減肥(2)；為了環境(2)；大家一起改善(1)；為了北極熊(1)；可以騎自行車旅行(1)；騎自行車對身體健康(1)	大家還是會加油(8)；長途騎車體力透支(6)；油錢太貴(5)；很麻煩、不方便(3)；與遠方親友失聯(2)；車不知如何處理(1)；生病來不及救(1)；騎自行車很累(1)；搭大眾運輸車資變貴(1)；若沒效果就多花錢了(1)
計次(%)	12 (27%)	32 (73%)

表10：對保護北極熊方案第2條之修正意見

類別	修正意見(學生代號)
鼓勵搭乘大眾運輸	可以讓公車錢下降，大家就可以坐大眾運輸(s108、s109)
開發新能源	我覺得可以設計省油的汽機車，只要加少量的油就好了(s103、s111) 我覺得可以用別種能源代替車子的動力(s118)

表11：對保護北極熊方案第2條修正案的立場與理由

同意別	同意(人數)	不同意(人數)
意見類別	能減少排放廢氣(18)；科技會愈進步(12)；騎自行車能休閒運動(6)；減緩全球暖化(5)；可降低汽油使用率(4)；有替代新能源可用(4)；減少汙染(4)；新能源說不定更省(3)；能為地球盡一分心力(3)；還是可以開車(2)；臺灣排放二氧化碳排名會下降(1)；臺灣會更發展(1)；減少動物絕種機會(1)；空氣變乾淨(1)	去更遠的地方汽車一樣要加油(1)
計次(%)	44 (98%)	1 (2%)

(三)保護北極熊方案第3條：「家裡有空地，強制要種樹；種的樹木數量少，要罰錢；現在已有的樹木，禁止砍伐。」的討論、修訂與立場表達

在第8節課所填寫讀寫單10中，有關保護北極熊方案第3條規定：「家裡有空地，強制要種樹；種的樹木數量少，要罰錢；現在已有的樹木，禁止砍伐。」學生的看法整理如表12。其中同意的人數占51%，不同意的占49%，同意的人認為「多種樹可美化環境」且可以「減緩全球暖化、減少二氧化碳」；而不同意的認為「會沒有活動空間」且「樹葉多掃到手痠」，推想其原因可能是因為學生下課時喜愛活動，所以較在意活動空間的問題，且學生的掃地區域中有許多落葉，每天都表示掃到手痠，所以多種樹會使學生聯想到落葉，乃提出反對意見。

接著，學生在後續的公聽會中，對於此方案提出了修正意見如表13。其一，提出「與種樹有關的替代方案」，例如考量到影響活動空間，所以學生提出「可以種樹的地方種樹，不可以的就多種盆栽」，並提出

「有種樹的人政府可以補貼獎金」，以利多的方式吸引大家種樹。其二，則是提出「可以徵收荒地」，將空地做更有效的利用。

隨後，由研究者帶領學生參考並討論上述修正意見後，將原方案修改為「徵收荒廢的土地來種樹，家裡有空地的鼓勵要種樹，種的樹木數量多將頒發獎金；現在已有的樹木限制砍伐的數量。」在第10節課時再讓學生填寫讀寫單13，對修正後的方案表達立場，並說明理由。其結果整理如表14，學生對於第三條保護北極熊方案全部表示贊成，認為「能吸收並減少二氧化碳」，並且也提出「種樹又有錢可拿」、「可美化環境」，較傾向種樹的好處做考量。

和讀寫單10的意見(表12)相比，認為「能吸收並減少二氧化碳」由3人增加為19人，且認為「可美化環境」的也從4人增加為12人；在讀寫單13提出的贊成意見中，有更多的意見直接與種樹的好處有關。

表12：對保護北極熊方案意見方案第3條的立場與理由

同意別	同意(人數)	不同意(人數)
意見類別	多種樹可美化環境(4)；可減緩全球暖化(3)；可減少二氧化碳(3)；樹可乘涼(2)；樹木對眼睛好(2)；希望真的可以改善(2)；法律的規定是對的(1)；可不被罰錢(1)；可認識許多植物(1)；原本就喜歡樹(1)；可種小盆栽(1)；可養可愛小動物(1)；可幫助地球降溫(1)；能讓地球復活(1)；會較健康(1)；能保護北極熊(1)	會沒有活動空間(8)；樹葉多掃到手痠(4)；到處是樹出入不便(3)；規定太嚴格(3)；種很多樹太暗又要開燈(1)；到處是森林易迷路(1)；樹不能當飯吃(1)；會有很多蚊子(1)；太麻煩(1)；適可而止(1)
計次(%)	23 (51%)	22 (49%)

表13：對保護北極熊方案第3條之修正意見

類別	修正意見(學生代號)
與種樹有關的替代方案	把可以種樹的地方種樹，不可以的就多種盆栽(s102、s109、s114、s118、s120) 有空地可以盡量種樹，有種樹的人政府可以補貼獎金(s105) 種適量的樹、定期修剪(s104、s112、s122)
徵收荒廢的地	可以徵收荒地(s118、s206、s207)

表14：對保護北極熊方案第3條修正案的立場與理由

同意別	同意(人數)	不同意(人數)
意見類別	能吸收並減少二氧化碳(19)；種樹又有錢可拿(12)；可美化環境(12)；可減緩全球暖化(5)；可整理荒地(5)；綠色對眼睛好(3)；樹可淨化空氣(3)；種樹可乘涼(2)；可多認識植物(1)；可為地球盡一分心力(1)；可發展新的樹種(1)；可使生物不絕種(1)；很環保(1)	無
計次(%)	45 (100%)	0 (0%)

伍、討論與建議

本節將針對研究結果從事討論，並做出建議如下。

一、討論

(一)本SSI教學對於學生全球暖化的成因、影響及防治等方面的認知學習有所助益

由對全球暖化議題短文寫作的分析結果，可知學生在前、後測間的編碼項目及次數上，均有顯著差異。顯示本SSI教學對於學生全球暖化的認知有所助益。由於在本教

學研究的歷程中，學生透過教師所設計的任務，蒐集與全球暖化議題相關資料，並由教師提供討論的鷹架，讓學生在小組中進行對話與分享；況且也因融入北極熊瀕危的案例，藉連結北極熊與全球暖化議題間之關係，幫助其建構全球暖化的相關認知。

(二)在SSI教學後，學生原出現的迷思概念獲得導正

承上，非僅學生在相關認知上的成長，原先他們在前測時對全球暖化存在的迷思概念，例如認為全球暖化與臭氧層破洞有關或是其他不恰當的連結等；在後測時，已獲得改正。可見經過本議題教學，運用修正學習

環的探索、概念介入、議題釐清及概念應用等各階段的逐步鋪陳，各種與「學生中心」及「活動本位」的學習任務，讓學習者能夠自我搜尋並討論問題的答案，這些都有助於導正學生的迷思概念，並使學生的認知更為正確。

(三)在SSI教學後，學生對保護北極熊所表達的看法，漸趨於省思個人可以調適之作為

學生在短文寫作及保護北極熊方案中所陳之意見，由前測時偏重照護措施與制定規範，轉而至後測時省思與檢討自己的作為；強調個人要在日常生活中調適，以行為實踐來為全球暖化的緩解，盡一分力。前者傾向於以人為的力量改變北極熊的處遇；但是在SSI教學後，學生已然傾向於反求諸己，在所表達出的策略上，可以窺見他們對於人類在過去歷史上的所作所為做了省思，並且表達了多項節制個人行為的方法。本SSI教學中包含了對於議題相關資料的蒐集與認識、兩難困境的思考與論證等，都有助學生於面對問題時，在思考方式上產生改變。

(四)經SSI解決方案的討論與修訂過程，有助於學生達成立場的共識

SSI具有爭議的特性，乃來自於人們不同的背景、環境、觀點與價值等。從不同的立場以至於最終能趨於共識，則是解決此類問題的判準。因此，在本SSI教學所欲達成之立場改變係指由紛歧的看法趨於一致。於過程中，即是利用論證，以達其效。當本研究在討論到為舒緩全球暖化狀況，貢獻一分己力時，以公聽會討論的方式，由研究者提供規條式的方案，請學生表達立場及意見。一開始，學生對於3項較嚴格的原始方案，同意率分別為69%、27%與51%。但透過討論、研

商與修訂後，再次進行意見表達，同意者達到98%至100%。此一討論、修訂之發展性過程，有助於學生體會並釐清議題本質，並且兼顧解決方案可行性，最終達成立場上的共識。

二、建議

(一)善用案例融入SSI，有助於學生從事議題相關認知的學習

國小高年級學生已有足夠的思考及表達能力進行SSI的學習。教師若能善用議題中之個案本位原則，較有助學生進入學習狀況，並獲得較好的學習效果。以本研究為例，所發展的課程係將北極熊於全球暖化下所面臨的瀕危狀況融入教學，以此引導學生從事思考與自身生活的關聯，進而藉問題蒐集、整理及歸納，獲得與議題相關的認知，以及做決定的能力。若此，課程的主題選擇得當，議題教學內容則不致於艱澀，且能符合學生的認知層次。故建議在決定SSI教學主題前，可同時考量學生的生活經驗及當今社會潮流，選擇合適的案例融入議題教學。

(二)可藉協助學生蒐集與SSI個案相關資訊，發展其所需之相關知識

學生從事SSI學習時，為針對議題進行討論，乃需要與議題有關的知識。惟依據Zeidler與Nichols (2009)的建議，運用SSI策略是足以挑戰學生促進其評估自己的先備知識，提供機會讓他們透過個人經驗與社會對話，從而去重建概念的理解。所以，教師可在教學前以及教學期間，多提供學生查詢資料的機會，或建立議題相關資料庫，幫助學生學習蒐集及整理資料的方法，以建立相關的知識基礎。

(三)教師可在教學情境中，安置研擬、修訂與確認方案的歷程

由於SSI教學旨在使學生參與討論、思考，因此議題教學情境的安排就需具有系統性或是邏輯性。例如在本研究之概念應用階段，安排了原始方案引導學生表達意見，後續進入修訂與再做決定的歷程；此一系列性的安排能促進學生思考進程，鼓勵學生發言，並在班級或小組內產生對話的機制，而且能使學生的討論聚焦於議題的學習上。

(四)有效的讀寫單做為鷹架，可以幫助學生發展對SSI中爭議性的思考

學生進行SSI的學習時，教師扮演設計者

與促進者的角色，安排教學的序列與步調，進行議題的學習與問題討論。因此教師若要使學生的學習更加連貫、有效，可在教學前設計好妥適的教學方案；其中，針對所學設計讀寫單，使學生能具體的透過讀寫單的讀寫活動，聚焦在教師所安排的學習項目上。

誌謝

本研究係由科技部經費補助(MOST 106-2511-S-142-001-MY3)，並經審查委員提供寶貴意見，在此特致謝忱。

參考文獻

1. 王順美(2016)。臺灣永續發展教育現況探討及行動策略之芻議。*環境教育研究*，12(1)，111-139。
2. 林英傑、崔夢萍(2011)。電腦輔助建模學習活動對國小高年級學生溫室效應與全球暖化學習影響之研究。*環境教育研究*，9(1)，37-74。
3. 林樹聲(2004a)。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(主編)，*國民中小學九年一貫課程理論基礎*(第二冊，頁453-465)。臺北市：教育部。
4. 林樹聲(2004b)。應用學習環策略進行科技引起的社會爭議議題之教學(NSC 92-2511-S-415-003)。臺北市：行政院國家科學委員會。
5. 房振謙、林美惠、李慧珍、陳靜歆、薛雅惠(2008)。講述教學與討論教學應用於全球暖化議題教學成效之研究。*社會科教育研究*，13，153-183。
6. 馬哲儒(2007)。編者的話。*科學發展*，413，1。
7. 張珍悅、徐勝一(2010)。永續發展教育脈絡探討：「聯合國永續發展教育十年計畫」之回顧。*地理研究*，52，1-26。
8. 黃靖惠、洪志誠、許瑛珩(2012)。九年一貫教科書「全球暖化概念」內容分析。*教科書研究*，5(3)，27-57。
9. 黃瑞祺、黃之棟(2008)。科技與社會的交叉點：以全球暖化為例。*科學教育月刊*，306，18-26。

10. 葉欣誠(2006)。地球暖化，怎麼辦？請看「京都議定書」的退燒妙方？臺北市：新自然主義。
11. 葉欣誠(2017)。探討環境教育與永續發展教育的發展脈絡。《環境教育研究》，**13**(2)，67-109。
12. 靳知勤(2006a)。區塊研究——以社會性科學議題本位課程提升教師專業發展與學生學習成效：總計畫(NSC 95-2522-S-142-001-MY3)。臺中市：國立臺中教育大學。
13. 靳知勤(2006b)。區塊研究：以社會性科學議題本位課程提升教師專業發展與學生學習成效：發展社會性科學議題本位之自然科學教學模組研究——科學課程發展、學生學習成效與教師專業成長(NSC 95-2522-S-142-002-MY3)。臺中市：國立臺中教育大學。
14. 靳知勤(2008)。臺灣STS教育領域學位論文之發展回顧與評析。《科學教育學刊》，**16**(4)，351-373。
15. 靳知勤(2014)。臺灣所需優先解決的科學教育問題——科學與科學教育學者之觀點。《教育學報》，**42**(1)，53-76。
16. 靳知勤、吳靜宜(2017)。國小學童在社會性科學議題教學中的非形式推理改變：以不同條件下之能源決策為例。《科學教育學刊》，**25**(1)，21-46。
17. 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。
18. 靳知勤、胡芳禎(2018)。國小土石流模組教學之行動研究——學生立場選擇、所持理由與認識觀的改變。《科學教育學刊》，**26**(1)，51-70。
19. 潘志忠(2003)。議題中心教學法對國小學生批判思考能力影響之實驗研究。《花蓮師範學院學報(教育類)》，**16**，53-88。
20. 蔡執仲、鄭丞棋、鄭瑞洲(2018)。以環境議題為主的暑期營隊活動對國小學童情境興趣表現之探究。《環境教育研究》，**14**(1)，39-76。
21. 蘇衍丞、林樹聲(2012)。在社會性科學議題情境下應用鷹架教學提升國小六年級學生論證能力。《科學教育學刊》，**20**(4)，343-366。
22. Burek, K. (2012). *The impact of socioscientific issues based curriculum involving environmental outdoor education for fourth grade students*. Unpublished doctoral dissertation, University of South Florida, Tampa, FL.
23. Chin, C.-C., Yang, W.-C., & Tuan, H.-L. (2016). Argumentation in a socioscientific context and its influence on fundamental and derived science literacies. *International Journal of Science and Mathematics Education*, **14**(4), 603-617.
24. Dolan, T. J., Nichols, B. H., & Zeidler, D. L. (2009). Using socioscientific issues in primary classrooms. *Journal of Elementary Science Education*, **21**(3), 1-12.
25. Espeja, A. G., & Lagarón, D. C. (2015). Socio-scientific issues (SSI) in initial training of primary school teachers: Pre-service teachers' conceptualization of SSI and appreciation of the

- value of teaching SSI. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 196, 80-88.
26. Heister, J. L. J. (2018). *Engaging young children in informal reasoning about the socio-scientific issue of climate change by means of ironic sketches*. Unpublished master's thesis, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands.
27. Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, CA: Sage.
28. Nuangchalerm, P., & Kwuanthong, K. (2010). Teaching “global warming” through socioscientific issues-based instruction. *Asian Social Science*, 6(8), 42-47.
29. Pedretti, E. (1999). Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge and social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach. *School Science and Mathematics*, 99(4), 174-181.
30. Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.
31. Zeidler, D. L., Berkowitz, M. W., & Bennett, K. (2013). Thinking (Scientifically) responsibly: The cultivation of character in a global science education community. In M. P. Mueller, D. J. Tippins, & A. J. Stewart (Eds.), *Contemporary Trends and Issues in Science Education: Vol. 41. Assessing schools for generation R (responsibility): A guide for legislation and school policy in science education* (pp. 83-99). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
32. Zeidler, D. L., & Nichols, B. H. (2009). Socioscientific issues: Theory and practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49-58.
33. 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.
34. Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, 86(3), 343-367.

The Change of Sixth Graders' Recognition and Position After Socio-Scientific Issues-Based Instruction—The Case of Global Warming

Tsai-Wei Lin and Chi-Chin Chin^{*}

Department of Science Education and Application, National Taichung University of Education

Abstract

This study used an eleven-session global-warming module in a class of sixth graders ($N = 45$) for exploring if changes happened in students' cognition and choices in the controversial position. In the teaching period, reading-and-writing worksheets were used as the scaffold for students' learning; the open-ended questions were also purposely embedded in it for collecting the information. Moreover, each student was asked to write a short essay, which included causes, impacts, and solutions for global warming problem, at the beginning and the end of the study. The results showed that students' understanding of the global warming issue was improved; the misconception was not shown any more after SSI instruction. Students reflected on what they could adjust the life style for reducing global warming. And more, in the process of discussion and negotiation, students had followed the track developed by instructor for leading their thinking and the decision-making to achieve a consensus. At the end of the article, the implication for instruction was provided.

Key words: Global Warming, Socio-Scientific Issue, Primary Students, Instructional Module, Environmental Education

^{*} Corresponding author: Chi-Chin Chin, chin@mail.ntcu.edu.tw