

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

靳知勤

國立台中教育大學科學教育與應用學系

胡芳禎

台中市立瑞穗國民小學

本研究以社會性科學議題 (socioscientific issues, 下稱 SSI) 本位教學，從事研究。教學設計是以「土石流」為科學學習單元，「是否開發山坡地」為 SSI，發展教學模組，在一個五年級班級進行 7 週的教學。在教學前後與過程中，採用混合研究法，藉問卷、學習單及訪談，蒐集量性與質性資料，探討學生的自然科學學習動機、小組合作技能及「土石流」的知識是否改變。經 SSI 教學後，學生於此三項的表現均有顯著增長。科學學習動機中的「學習環境誘因」、「成就目標」、「主動學習策略」、「科學學習價值」有顯著提升。小組合作技能中的「溝通」及「個人和團體的成長」等亦有顯著進步。學生回應喜歡 SSI 教學，且它有助學習；而討論、觀摩、蒐集資料、思考他人想法為學習的特色。本文並對 SSI 教學的實施與未來研究提出建議。

關鍵詞：小組合作能力；社會性科學議題教學；科學教育；科學學習動機

緒論

近年來，世界各先進國家有鑑於科學發展的重要性，致力於科學教育的根本改革（教育部，2003；National Research Council, 1996），希望藉由科學教育的課程、教學、師資培育與評量等各方面，幫助學生有效學習（National Research Council, 2012）。尤其是始自 20 世紀末所推動的「國際學生能力評量計畫」（Programme for International Student Assessment, 下稱 PISA）中，亦包括科學素養的調查。PISA 歷次結果令各參與國家了解學生的學習概況，從而反映在科學課程、師資培育與教師教學等方面的改進（Bybee, 2009）。

長久以來，科學教育偏重概念與知識的傳授，學生從事科學學習不外乎以在學校及升學考試中獲得佳績為首要目標（黃政傑、張嘉育，2010）。相形之下，在情意與社會技能的面向上，則有所欠缺（靳知勤，2007）。惟以現今普世共同認知「提升全民科學素養」的重要性，科學學習若不能與個人生活及社會需求相關，則將無法有效培養學習者的思考智能、解決切身問題及與人合作的社會技能（靳知勤，2014；Chin, 2015; Chin, Yang, & Tuan, 2015）。而從 PISA 的調查結果中，亦反映出台灣學生在科學學習的情意與行為面向上的缺失，實有賴科學教育學者及教師力謀改進。

20 世紀末興起社會性科學議題（socioscientific issues，下稱 SSI）應用於教學的理念與策略，它對於科學教學提供了啟示性的作法（Pedretti, 1999; Zeidler & Keefer, 2003）。近代科技發展增進人類生活福祉誠屬不爭之事實，但相對言之，在社會中有關科技應用所導致的爭議亦層出不窮。這些爭議性議題的影響範圍，自小社區或地方，大至整體社會與全球層面。前者如土地開發與否、垃圾處理方式的選擇；後者有全球暖化的威脅、複製人所衍生的問題等，均可稱之為 SSI（Kolstø, 2001b）。有別於傳統的教學方式，此等議題不但與生活有關聯，且能引導學習者之間的對話互動與協商合作，有助於教學文化的變革。

其實，在台灣現行的《國民中小學九年一貫課程綱要》（教育部，2003）中，即已指出國民中、小學的課程理念應以生活為中心，培養學生的科學知能，適應現代生活需要。無疑，為因應時代與社會需求，現代科學教育應有所改變，並須重視培養學生將其所學與生活結合。以 SSI 本位的模組教學策略注重案例、文化、對話與科學本質等取向，有別於以教科書為中心的教學方式（Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005）。這種教學設計不只於知識的傳輸，而是有學習小組成員間的合作與對話，使學生在個案脈絡中了解 SSI 的爭議點，以及尋求解決過程中的考量因素（Eggert & Bögeholz, 2010; Walker & Zeidler, 2007）。以此不同於既有的課程，咸信 SSI 教學模組所營造的教與學環境，除了基本的對知識的增長外，應能提升學生學習自然科學的動機，並增進學生的合作學習能力。

基於以上，本研究選擇以「土石流」為科學學習單元，以「是否開發山坡地」為 SSI，設計教學模組，並在一個五年級班級進行為期 7 週的教學。在教學過程前後，分別藉問卷調查及蒐集質性資料，探討學生的自然科學學習動機、小組合作技能及對學習主題「土石流」的知識是否有所改變。因此，本研究與國民小學（下稱國小）五年級學生相關學習的待答問題如下：

1. 在 SSI 模組教學前、後，學生與主題相關的知識變化情形為何？
2. 進行 SSI 模組教學前、後，學生的自然科學學習動機有何改變？
3. 在 SSI 模組教學前、後，學生的小組合作技能是否有改變？
4. 參與本學習模組的學生，對 SSI 模組教學的回饋意見為何？

文獻探討

SSI 的意涵與理論基礎

當代社會受科技的影響益深，非僅帶來文明福祉，亦衍生許多具爭議性的事件（靳知勤，2015）。Oulton, Dillon, & Grace（2004）指出全球暖化、基因工程、能源來源、動物權益等都屬爭議性科學議題，它們雖皆立基於科學，但其問題的產生與解決在本質上常與社會、政治、經濟等觀點密切關聯。在 20 世紀末，Yager（1996）在討論科技與社會的互動關係時，即提及現今的社會議題有超過 90% 是建立在與科技相關的問題上。這些由科學和社會複雜的交互作用逐步形成的爭議性事件被稱為 SSI（Kolstø, 2001b; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002）。Kolstø（2001a）提到具爭議的 SSI 經常是本地具爭議性的事例，是傳播媒體有興趣報導的對象；而其本質常包含來自於不同參與者，對事涉科學之權益持有不同的意見。

綜言之，SSI 具有以下特質：（1）是受大眾關切的公共議題，因會影響生活或耗費社會成本，所以人們試圖尋求解決方法；（2）當對議題做理性判斷時，所需的資料複雜而多元，且往往沒有定論；（3）議題牽涉人的生活品質，做判斷時需考慮不同的價值觀和感受（劉湘瑤、李麗菁、蔡今中，2007）。因此，SSI 中的問題無法僅賴推理、演繹、歸納、實驗等科學方法來解決（Oulton, Dillon, et al., 2004）；在民主社會下，它常需經眾人協商與共識，才能得到解決問題的答案。

Zeidler, Sadler, et al.（2005）曾指出 SSI 是一種方法，是 STS 的再建構；除了知識與能力的層面外，尚致力於道德倫理的發展；分別在社會群體及個體層次，思考議題的兩難抉擇，故能包容多樣觀點且具一致性的概念架構。據此，建構出 SSI 四大理論架構：對話、個案、文化與科學本質。Zeidler & Keefer（2003）指出藉由 SSI 學習所關注的這四個面向，學生不僅可增進個人在認知與道德上的發展，且能提升其分析、合成、評價資訊與做決定的能力。綜合言之，即所謂「功能性科學素養的提升」。茲將 SSI 四項重要元素分述如下：

1. 科學本質本位——此本位顯示不同的認識論觀點，會影響學生選擇和評估證據的方式。
2. 對話本位——此本位引導教師注意學生建構論證和利用謬誤推理的原因，並關注學生先前信念對其在道德議題上的情感反應、信奉原則或所持立場。
3. 文化本位——此本位提示教師營造相互尊重和包容不同觀點的重要性，並指學生所作決策是理解道德原動力的結果，並且受到價值的影響。
4. 個案本位——在 SSI 教學中強調個案的運用，提供情境脈絡，以利學習者易於理解學習的內容與意義。

總觀在本研究中探討學生藉 SSI 學習自然，在主題上符合上述文化與個案本位的理念；而學生在教與學的過程中藉合作學習從事議題的論證等知識形成過程，則與科學本質、對話本位等相符合，亦即這四個元素映射至本研究設計所欲達成的目標——自然科學學習動機、小組合作技能及所學習主題「土石流」的知識。

SSI 的教學模式與策略

由於 SSI 涉及各種不同的價值觀及意識型態之爭，內容相當複雜，並非以簡單而合乎邏輯的論證就可解決；而且在教學情境中，常能以合理化的方法就可解決的問題，在真實生活中卻非如此（Ashton & Watson, 1998）。因此在教導 SSI 時，教師須認知到擁有不同世界觀就會有不同的觀點，更須體認到介紹學生許多不同觀點是進行 SSI 教學所不可或缺的方法之一。

承此，Oulton, Day, Dillon, & Grace (2001) 建議教師從事 SSI 教學時：（1）須忠於事實且合理並合乎推理；（2）要呈現議題的平衡觀點；（3）教師應保持中立，即要使學生能真正理解為甚麼解決爭議是件很困難的事，教師須訂定教學策略來幫助學生區別理由、事實和情感，並找出強而有力的科學證據。教師從事 SSI 教學時應做到「忠誠的公平」（committed impartiality），提供學生不同面向的論證，但不分享自己的看法（Kelly, 1986），如此學生才能自由地針對該議題擁有屬於自己的看法。

至於適用的 SSI 教學法，根據 Oulton, Dillon, et al. (2004) 及謝明學 (2003) 的研究，可歸納出角色扮演、模擬、課室討論、辯論、心智電影（mind movies）、批判性事件（critical incidents）、做決定遊戲（decision-making game）、個案研究、實地考察等項。本研究所設計的「土石流」模組教學則運用了其中的角色扮演、課室討論、做決定遊戲、個案研究等四項，供學生研討。

SSI 教學的研究

有關 SSI 教學，Pedretti (1999) 曾以國小高年級學生為對象，探討議題本位教學的成效；研究發現，經由討論、解釋及推理，學生獲得探究的技巧，學習如何提問，亦參與了整個決策過程。在台灣，亦有藉 SSI 教學以達成其所設定教學目標的研究。舉例來說，有研究者利用 SSI 議題提升國小六年級學生的論證能力（林樹聲、黃柏鴻，2009；蘇衍丞、林樹聲，2012）；亦有針對思考智能從事研究（林樹聲，2012）。此外，如鄭麗雅（2007）以 26 節課的「颱風」和「能源」單元教學，探討教師發問對學生回答的影響。陳雅芳（2003）則發展一套以「學習環」為基礎、適用於討論爭議性科技議題的教學模式，研究此模式影響國小六年級學生對「基因改造食品議題」的認知情況；結果顯示，學生在了解議題內容、師生與同儕互動、上課發表情形

的表現獲致成長，且師生對教材和教法均抱持正面觀感。劉湘瑤等（2007）基於其調查結果，建議可運用 SSI 議題中有關科學與社會互動的關係，增進學生的批判思考和認識信念。靳知勤、楊惟程、段曉林（2010a，2010b）曾在國小課室針對六年級學童，分別以基因改造食物議題及生物複製議題，引導他們從事論證，獲致非形式推理能力提升，以及科學讀寫表現上的進步。

綜合在台灣過去與 SSI 議題教學的相關研究，多關注師生互動、學生知識與思考智能、問題解決與做決定等能力，但仍欠缺系統探討在從事 SSI 議題教與學過程中，學生的學習動機與小組合作能力之改變。是以本研究乃以此二面向，並擇定與所選議題有關知識為教學及研究的目標。

研究方法與過程

教學對象

本研究以台中市某國小五年級一班學生共 34 人為研究對象。該校為都會區中的大型學校，各班採常態編班而成，各班之間學生程度無太大差異。該校家長普遍重視學業成績，使該校讀書風氣鼎盛。該班學生在本教學研究之前，並無任何與 SSI 學習的相關經驗。

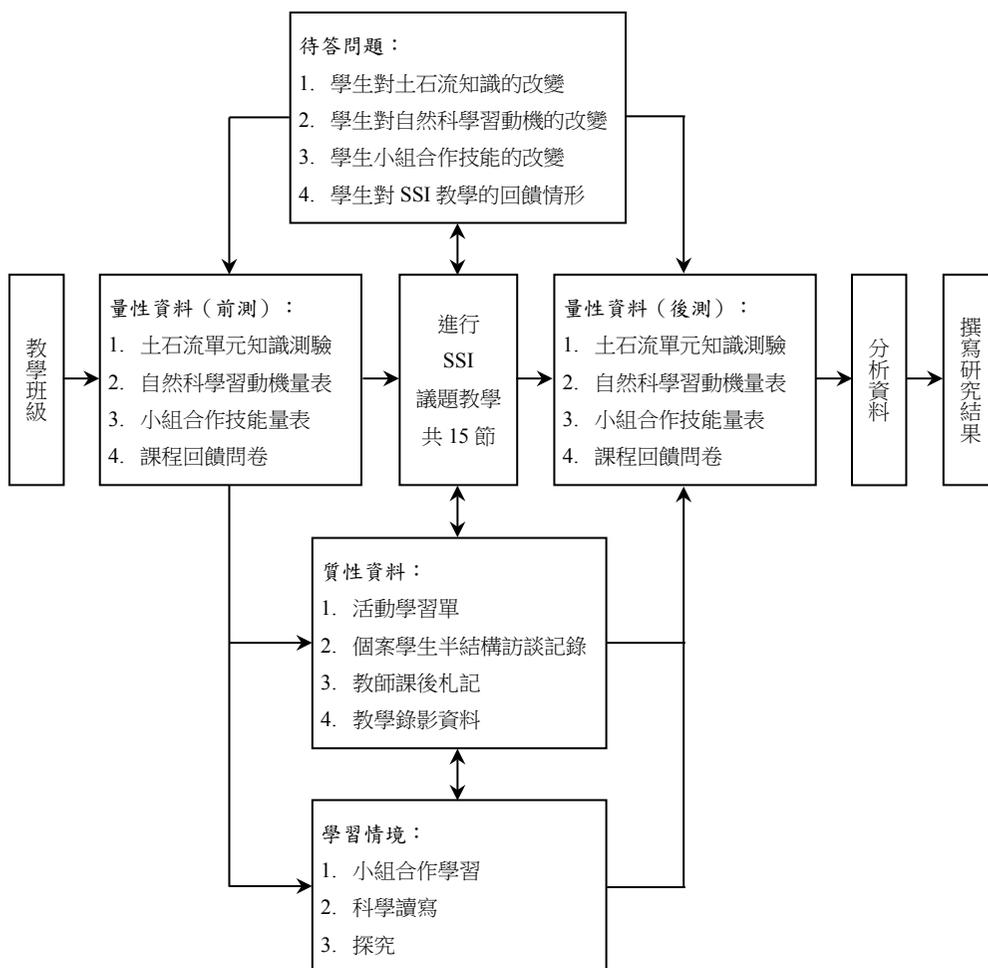
教學者

本文第二作者為本研究的教學者，畢業於師範學院數理教育學系，擁有 15 年教學經驗，每年均擔任級任導師。除了工作上的專業提升外，平常喜歡親近大自然，學習自然界的各種事物。在參與本研究之前，並無 SSI 的教學經驗，但樂意接受第一作者邀請參與本研究，其學習及改變教學的動機強烈。在實施本教學研究前，第一作者與第二作者共同發展教案，過程中由第一作者給予教學者示範與指導，並就資料蒐集與評量從事研討與確認。

研究實施步驟

本研究採用混合式研究設計（mixed methodology），在量性部分以單組前、後測方式，利用三項問卷工具蒐集資料。另在質性部分，則於研究實施過程中蒐集參與本研究學生的學習單、學習過程的錄影、教學者札記等資料。綜合量性與質性資料，探討學生在「土石流」議題教學前、後的學習成效。圖一所示為本研究的流程。

圖一：研究流程



實施各項量表前測

本研究於開始教學前一週實施前測，施測的問卷包括：土石流知識測驗、自然科學學習動機量表、小組合作技能量表等三項工具。每份測驗時間依工具的不同而有別，大約為 20–40 分鐘。實施前，先由教師說明答題注意事項，以幫助學生了解題意。

土石流議題教學

研究者利用每週 2 堂「綜合活動」時間，對教學研究班級的學生施行 SSI 教學模組土石流議題教學。課程共進行 15 堂課，合計 600 分鐘。研究者會錄影整個教學過程。

選擇「土石流」議題從事教學的理由，是因為在台灣經歷 1999 年的 921 地震後，衍發諸多山坡地過度開發所致生的災害，一般大眾與在學學生對此現象皆有相當程度的認識。此議題與人民生活息息相關，符合選擇個案須具本土脈絡的需要；因學生在學習過程得以知曉案例的爭議點何在，可引發他們互動與對話，並形成與議題相關的知識。

在研究全程中，又選取個案從事深入訪談；第 1 次訪談是在研究教學進行至一半（第 8 節結束）時，第 2 次則是在課程回饋問卷填寫之後進行。另配合教學內容，設計學習單供學生閱讀與寫作。這些撰寫的內容亦是了解學生學習狀況的依據。

實施各項量表後測

於教學結束後一週，再度實施與前測相同的三項問卷，以作後測，並填寫課程回饋問卷。

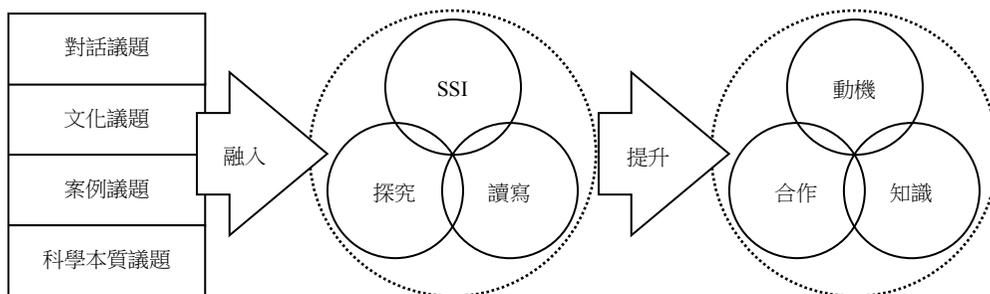
教學內容的設計原則

本研究針對學生生活經驗來設計課程內容，並安排動手做，令學生主動參與，自己找到知識的出處、探討原因為何。是以，本教學設計以參與（engagement）、探索（exploration）、解釋（explanation）、精緻化（elaboration）及評量（evaluation）五個階段構成之 5E 學習環為主要策略（Bybee & Landes, 1988），並運用「小組合作學習」和「科學讀寫」為兩大情境元素。故將全班分成 6 個小組，每組 5 至 6 人。小組內成員協同進行合作學習，例如蒐集資料、參與討論和讀寫活動等，而小組間則進行報告觀摩與公聽會論證等等。

本研究選擇較基礎的科學概念，使活動內容適合學生能力，並且以本土教材問題為主題，以符合 Zeidler 等的文化與個案本位理念；再透過小組合作方式，以科學讀寫為鷹架來從事爭議性議題的論證及對自然現象的探討，使此教案呼應科學本質及對話本位。本研究架構除了原始想法源自 Zeidler, Sadler, et al. (2005) 有關 SSI 教學模組的架構外，又以探究、讀寫與 SSI 為融入教學中的主要元素，另在達成的目標方面則包括知識、動機與合作等能力（圖二）。

此教學模組共分「認識社會性科學議題」、「認識土石流」、「環境的開發與維護」、「公聽會」、「分組成果報告及做決定」等 5 項活動，流程中融入探究的內涵，透過資料蒐集獲致土石流相關知識和議題的本質及爭議點（表一）。過程中，並設計科學讀寫學習單融入教學，當作學生在學習中的讀寫材料，使學生針對與「原始山林，是否開發？」的情境案例所衍生的兩難問題作出抉擇。整個教學流程首先在引發學生對於議題的學習動機，並由老師引導、喚起學生對議題內容的先備知識和經驗；接着，

圖二：SSI 教學模組架構



表一：土石流議題教學模組的學習環模式

活動名稱	活動內容	節數
活動一：認識社會性科學議題	<ul style="list-style-type: none"> 甚麼是社會性科學議題？ 	4 節
活動二：認識土石流	<ul style="list-style-type: none"> 電腦操作並蒐集資料 土石流的案例 土石流的定義、成因與特性 	4 節
活動三：環境的開發與維護	<ul style="list-style-type: none"> 環境開發與保育山林 成功的開發 	3 節
活動四：公聽會	<ul style="list-style-type: none"> 進行公聽會 	2 節
活動五：分組成果報告及做決定	<ul style="list-style-type: none"> 分組成果報告及做決定 	2 節

由教師介紹與議題有關的科學概念與知識及其社會背景、事實；再則，針對一個開發山坡地個案中的爭議做探討，促使學生了解不同立場者對於相關爭議的看法；最後，期望學生能針對議題作出自己的抉擇，並說出其原因。

教學過程中所使用的教學策略則依各階段的目的和需要各有不同，大致上包括教師講述及提問、小組或全班討論、收集資料、角色扮演、學生之間相互提問、分組報告等。

資料蒐集與分析

本研究資料的蒐集分為量性及質性兩種。量性資料包括三個量表的前、後測，以及課程結束後的回饋問卷。質性資料包括學習單和個別晤談。

研究工具

一、土石流知識問卷

本問卷根據土石流所涵蓋的「定義」、「成因」、「特性」、「防範」等四個向度編製而成。問卷初稿共計 29 題，旨在評量受試者在土石流議題教學前、後的認知情形。為確認該問卷對五年級學生的適切性，研究者曾對 70 位五年級學生施行預試。經由預試後，刪除鑑別度 0.4 以下以及難度 0.3 至 0.7 之間的題目，最後保留 26 題。預試時的庫李信度為 0.75，定稿問卷各向度與教學目標雙向細目見表二。本問卷計分方法為答對 1 題得 1 分，得分全距為 0 至 26 分。在本研究正式施測 ($N=34$) 的庫李信度，前測為 0.71，後測為 0.76。

表二：土石流知識問卷雙向細目

單元概念	教學目標			題數
	記憶	理解	高層次思考	
土石流的定義	1、3	2、4	5、6	6 題
土石流的成因		8、10、11	7、9、12	6 題
土石流的特性	13、16	14、15、19	17、18	7 題
土石流的防範		21	20、22、23、24、25、26	7 題

二、自然科學學習動機問卷

此工具是由 Tuan, Chin, & Shieh (2005) 所發展，在本研究中用於了解學生在教學前後的自然科學學習動機。本工具共分：自我效能、主動學習策略、科學學習價值、非表現目標導向、成就目標、學習環境誘因等六個向度，計 35 題；採用 Likert 五點量表方式，從「總是如此」、「經常如此」、「有時如此」、「很少如此」、「從來沒有」分別給予 5 至 1 分的計分。在本研究正式施測 ($N=34$) 的信度，前測為 0.89，後測為 0.92。

三、小組合作技能量表

本量表是由靳知勤 (2006) 所發展，主要用來了解受試者的小組合作技能在教學前後的差異，包括：互賴 (4 題)、溝通 (5 題)、個人和團體的成長 (6 題) 等三個向度，共計 15 題；採用 Likert 五點量表方式，從「總是如此」、「經常如此」、「有時如此」、「很少如此」、「從來沒有」分別給予 5 至 1 分的計分。在本研究正式施測 ($N=34$) 的信度，前測為 0.91，後測為 0.85。

四、課程回饋問卷

本研究另依據本課程過程中所涵蓋的 17 項學習活動，編製了一份課程回饋問卷，於課程結束後一週交由學生填寫。每個項目包括對學習活動的喜歡程度，以 Likert 五點量表方式，從「很喜歡」至「很不喜歡」，而每一項活動亦詢問學生認為的幫助程度，從「很有幫助」至「很沒有幫助」；依序分別給予由 5 至 1 分的計分。

五、學生個別訪談

依據「土石流知識測驗」及「自然科學習動機」兩項前測成績，將學生分出高、中、低分群後，從各群選取口語表達能力較佳者各 3 人為訪談對象。第一次訪談是在研究教學進行至一半（第 8 節結束）時進行，第二次則是在課程回饋問卷填寫之後。訪談重點內容包括：對以土石流議題學習自然科的感受，以及哪些活動項目能促進你願意學習自然。

六、學生學習單

在研究過程中，配合教學內容，設計學習單供學生閱讀與寫作。這些撰寫的內容亦供作學生學習的依據。

量性資料分析

將前、後測所蒐集到的量性資料，以 SPSS 12.0 統計套裝軟體，分別算出各量表前、後測的平均數、標準差，並計算 t 考驗、效果量 d 值（effect size）。

質性資料分析

由於本研究質性資料的蒐集均依據研究問題而設計，並分別藉融入各次學習單、深入訪談等蒐集學生的回應，是以，本研究質性資料的處理方式是就各研究問題予以歸納，再形成編碼或擷取重要成分。該等資料並依照時間順序編排，使之與量性的前、後測結果及課程結束後的意見回饋相互配合比對。如是，藉多元的資料來源、呈現長期的資料等方式，以達成三角校正的基本要求。

研究結果

土石流知識的成長

表三顯示學生在土石流知識問卷的成績。總量表後測平均數為 0.84，顯著高於

表三：土石流知識的前、後測平均數與統計考驗

向度	測驗別	平均數	標準差	<i>t</i> 考驗	<i>p</i> 值	<i>d</i> 值
土石流的定義	前測	0.66	0.24	6.44	< 0.001	1.05
	後測	0.88	0.19			
土石流的成因	前測	0.83	0.22	2.85	0.007	0.41
	後測	0.92	0.19			
土石流的特性	前測	0.46	0.15	9.34	< 0.001	2.06
	後測	0.79	0.17			
土石流的防範	前測	0.69	0.15	3.77	0.001	0.71
	後測	0.79	0.16			
知識總量表	前測	0.65	0.14	12.82	< 0.001	1.45
	後測	0.84	0.13			

前測的 0.65，且 *d* 值為 1.45，達強度效果量；平均每位學生答對題數，在前測為 16.97 題，後測為 21.88 題，增加了 4.91 題，顯示在經過研究教學後，學生對土石流的知識提升了。

另比較四個分量表，「土石流的定義」前測平均數為 0.66，後測為 0.88，後測顯著高於前測。「土石流的成因」前測平均數為 0.83，後測為 0.92，由前測可知學生在教學前對於土石流成因的概念原本即達相當程度。「土石流的特性」前測平均數為 0.46，後測為 0.79；在前測時，本向度是四個向度中分數最低者，惟經過教學後，後測分數顯著提升，學生對於土石流特性有了進一步認識。至於「土石流的防範」，後測平均數 0.79 亦顯著高於前測的 0.69。

另從 *d* 值可得知，「土石流的特性」*d* 值最大 (2.06)，「土石流的定義」*d* 值次之 (1.05)，接着是「土石流的防範」(0.71)，而「土石流的成因」*d* 值最小 (0.41)。亦即是說，本研究教學活動對於「土石流的特性」和「土石流的定義」的影響達強度效果量，對於「土石流的防範」和「土石流的成因」則為中度與低度效果量。

從以下學生在開放式問卷中的回答，亦顯示教學過程對學生之土石流成因的理解與學習成效是正向的：

- s13：我覺得對我有很大幫助，不但讓我們了解了許多知識，還教我們做實驗，真的很有幫助。(學習單 8 第 4 題)
- s10：我將老師的重點記下來，增進了很多受用無窮的知識。(課程回饋問卷第 4-4 題)
- s1：知道大量開發會造成土質鬆軟，連日豪雨就會造成土石流的發生災害。(課程回饋問卷第 3 題)

- s4：形成土石流的因素是充足的水分、坡度、土石鬆軟和有石頭、水、砂……等所組成的。（課程回饋問卷第 4-1 題）
- s13：土石流造成的原因……不當開發，造成土質鬆軟，又加上連日豪雨……（課程回饋問卷第 3 題）

學生在經過教學活動後對於土石流問題已經懂得思考其對環境的影響，因此亦將注意力轉至土石流成因特性及如何防範土石流的發生等高層次聯想概念，例如造成人命損失、一時利益、生態、發展觀光產業、人為的經濟利益等，由此可知，社會性科學議題的教學對於提升學生較高層次思考的能力是具有正向影響力的：

- s3：……同時也知道土石流有多麼的恐怖，開始有了保護山林的念頭。
- s29：如果大量開發，會使動物們無家可歸，……傷害到無辜的平民老百姓。
- s36：……其實土石流可以預防！（以上皆取自課程回饋問卷第 4-1 題）

從學生的問卷填答得知他們「還想查閱土石流的相關資料，以獲得更多知識」，例如：

- s1：上網查詢各種資料，或去圖書館找尋土石流議題的相關書本。
- s5：想知道土石流堆積後，是否可以在裏面找到一些較少見的礦物。
- s34：想知道更多造成土石流的原因、更多有關土石流破壞有多大的知識。
- s37：土石流災害嚴重地區及可先預知大約土石流甚麼時候可能會發生。
- s38：發生土石流之後我們是如何復原的。（以上皆取自學習單 6 第 4 題）

從這些回答，可知學生對於這個主題的知識是抱持高度學習意願的。

自然科學習動機的提升

本節呈現學生在 SSI 教學前、後的學習動機變化情形。由表四可知，自然科學習動機總量表的後測平均數為 3.88，顯著高於前測的 3.57， d 值為 0.67，達到中度效果量。在六個分量表中，「主動學習策略」、「科學學習價值」、「成就目標」及「學習環境誘因」等四個向度呈現顯著提升。前、後測間無顯著差異的「自我效能」，前測平均數為 3.95，已屬六個向度的次高者，故雖後測亦有 4.04，但未達顯著差異，且 d 值為 0.17，亦未達輕度效果量。另一未具顯著性的分量表為「非表現目標導向」，前、後測分數亦皆高於 4 分，但若以效果量衡量，其後測降低的程度較之前測則達到輕度效果量。這表示 SSI 議題教學對學生表現自我的動機具有輕度效果量。

表四：自然科學學習動機量表分析

向度	測驗別	平均數	標準差	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	<i>d</i> 值
A. 自我效能	前測	3.95	0.50	0.93	0.361	0.17
	後測	4.04	0.48			
B. 主動學習策略	前測	3.38	0.72	2.91	0.006	0.54
	後測	3.74	0.63			
C. 科學學習價值	前測	3.61	0.75	3.04	0.005	0.52
	後測	3.98	0.73			
D. 非表現目標導向	前測	4.19	0.71	-1.15	0.260	-0.25
	後測	4.02	0.68			
E. 成就目標	前測	3.33	0.78	4.07	< 0.001	0.82
	後測	3.92	0.70			
F. 學習環境誘因	前測	3.12	0.73	3.98	< 0.001	0.82
	後測	3.64	0.57			
總量表	前測	3.57	0.51	3.81	0.001	0.67
	後測	3.88	0.42			

為了能更了解學生在各向度的成長情形，以下就各分量表中有顯著提升或具效果影響量的題目，分別進一步分析。

由表五結果可知「自我效能」各子題中，第 1 題「不論自然課的內容簡單或困難，我都有把握能夠學會」及第 7 題「對於較難的自然科內容，我會跳過不碰它」均有顯著提升，且兩題 *d* 值均達中度效果量，表示在經過教學後學生能用更正向的態度去面對自然科內容，無論它的難易程度，學生皆能以積極態度去面對學習。

在「主動學習策略」各子題中，第 9 題平均數由前測的 3.12 顯著提升至後測的 3.68，亦即經過教學後學生在學習自然課的新知識時，會比以前更試着去與其舊有知識經驗做相互聯結；第 13 題平均數則由前測的 3.59 顯著提升至後測的 4.09，顯示出教學活動後，當學生寫錯自然科答案時，會更努力去了解寫錯的原因。

「科學學習價值」各子題中，第 16、17、18、19 題的 *t* 考驗皆達顯著水準，表示經過 SSI 教學模組教學後，學生在認為學習自然科是因為「日常生活中可以用得到」、「可以刺激思考」、「學習解決問題的方法」及「參與科學探索活動」等項價值，已有顯著成長；就影響程度而言，皆已接近或達到中度效果量。

在「成就目標」方面，第 25、27、28、29 題的前、後測間皆達顯著水準，表示經過 SSI 教學後，學生在「考得好」、「解決難題」、「想法被老師或同學接受」有關的成就動機顯著提升。由 *d* 值得知，SSI 教學對於學生成就動機的影響程度大小依序為「想法被老師接受」、考試「考得很好」、「想法被同學認為是對的時候」、「解決一個難題時」。

表五：自然科學習動機量表前、後測統計分析

題目	測驗別	平均數	標準差	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	<i>d</i> 值
A. 自我效能分量表						
1. 不論自然課的內容簡單或困難，我都有把握能夠學會。	前測	3.53	0.83	2.51	0.017	0.52
	後測	3.94	0.78			
7. 對於較難的自然科內容，我會跳過不碰它。（反向題）	前測	4.00	0.85	2.43	0.021	0.54
	後測	4.41	0.70			
B. 主動學習策略分量表						
9. 我在學自然課的新知識時，會試着想一想它和我已經有的知識有甚麼關聯。	前測	3.12	1.15	2.54	0.016	0.58
	後測	3.68	0.77			
13. 當我在考自然科時，若寫錯答案，我會努力去了解寫錯的原因。	前測	3.59	1.18	2.57	0.015	0.49
	後測	4.09	0.87			
C. 科學學習價值分量表						
16. 我認為學自然科很重要，因為在日常生活可以用得到。	前測	3.76	0.96	2.42	0.021	0.43
	後測	4.15	0.86			
17. 我認為學自然科很重要，因為可以刺激我的思考。	前測	3.18	1.17	2.90	0.007	0.57
	後測	3.76	0.92			
18. 我認為在自然課中學習解決問題的方法是很重要的。	前測	3.50	0.99	2.54	0.016	0.60
	後測	4.06	0.89			
19. 我認為自然課中參與科學探索活動是很重要的。	前測	3.71	0.97	2.33	0.026	0.41
	後測	4.06	0.78			
E. 成就目標分量表						
25. 在學習自然時，我覺得最有成就感的時候是，當我考得很好。	前測	3.06	1.35	2.51	0.017	0.57
	後測	3.74	1.05			
27. 在學習自然時，我覺得最有成就感的時候是，當我解決一個難題時。	前測	3.47	1.16	2.40	0.022	0.48
	後測	4.00	1.10			
28. 在學習自然時，我覺得最有成就感的時候是，當我的想法被老師接受。	前測	3.18	1.29	3.48	0.001	0.72
	後測	3.94	0.81			
29. 在學習自然時，我覺得最有成就感的時候是，當我的想法被同學認為是對的時候。	前測	3.21	1.18	2.08	0.045	0.48
	後測	3.74	1.05			
F. 學習環境誘因分量表						
31. 我願意參與自然課，因為老師教學有變化。	前測	3.21	1.07	3.52	0.001	0.73
	後測	3.88	0.81			
32. 我願意參與自然課，因為老師沒有給我壓力。	前測	2.91	1.36	3.72	0.001	0.80
	後測	3.85	1.02			
34. 我喜歡上自然課，因為上自然課程，對我而言是一種挑戰。	前測	3.15	1.23	2.36	0.024	0.36
	後測	3.56	1.11			
35. 我喜歡上自然課，因為同學可以互相討論。	前測	3.38	1.16	3.27	0.003	0.56
	後測	4.00	1.07			

在「學習環境誘因」分量表各子題中，第 31、32、34、35 題的後測平均數皆顯著高於前測，表示「老師教學有變化」、「沒有給壓力」、「上自然課程是一種挑戰」、「可以和同學討論」的環境提升其學習動機。

至於「非表現目標導向」分量表中各子題在前、後測之間皆未達顯著水準，亦即在 SSI 教學後學生為了「得到好成績」、「表現比同學好」、「讓同學認為我很聰明」和「希望老師重視我」等項動機並無明顯改變。

小組合作學習技能的成長

本量表前、後測平均數分別為 3.46 和 3.98，後測顯著高於前測； d 值 0.89 為強度效果量，顯示學生在課程實施後，小組合作學習技能有顯著成長（表六）。

在「互賴」分量表中，後測平均數為 3.93，和前測的 3.65 並無顯著差異，但其 d 值為 0.38，表示 SSI 教學對學生在小組合作學習技能的「互賴」方面，影響具輕度效果量。在「溝通」分量表上，後測平均數為 3.61，顯著高於前測的 2.97， d 值為 0.95，達強度效果量。至於「個人和團體的成長」分量表，後測平均數為 4.33，顯著高於前測的 3.74， d 值為 0.85，達強度效果量。這些結果顯示，SSI 教學提供了令學生增進小組合作學習技能的环境。

在質性意見方面，學生亦對「互賴」答以正向的看法：

- s28：我喜歡一起完成學習單。（學習單 4 第 2 題）
- s4：討論問題可增進彼此的友誼。（學習單 4 第 3 題）
- s33：要互相幫助，分工合作，增加默契度。（學習單 4 第 3 題）
- s34：我們的小組合作配合的很完善。（學習單 10 第 2 題）
- s10：我們都相互幫忙所以這點我覺得我們的互動情形很好。（學習單 10 第 3 題）

「互賴」分量表中第 1 題「在學習過程中的研究方向，是我和小組同學共同討論提出來的」，在前、後測間具顯著差異。另第 3 題「我和小組同學在學習過程中，一起分析所蒐集到的資料」，前、後測間雖無顯著提升，但 d 值為 0.40，達到輕度效果量。以下是質性資料，與此相互佐證：

- s8：互相討論自己找的資料。（學習單 4 第 3 題）
- s32：可以互相說自己找到的資料。（學習單 4 第 2 題）
- s12：大家總是一起決定再行事。（學習單 4 第 2 題）

表六：小組合作學習技能前、後測統計分析

題目	測驗別	平均數	標準差	<i>t</i> 值	<i>p</i> 值	<i>d</i> 值
A. 互賴分量表	前測	3.65	0.87	1.96	0.059	0.38
	後測	3.93	0.58			
1. 在學習過程中的研究方向，是我和小組同學共同討論提出來的。	前測	3.91	0.90	2.43	0.021	0.51
	後測	4.32	0.73			
2. 在學習過程中所需的資料是我和小組同學分工蒐集的。	前測	3.53	1.16	0.88	0.384	0.17
	後測	3.71	0.91			
3. 我和小組同學在學習過程中，一起分析所蒐集的資料。	前測	3.59	1.08	1.93	0.062	0.40
	後測	3.97	0.87			
4. 我們小組所要做的工作從未拖延，都能按時完成。	前測	3.59	1.02	0.82	0.419	0.17
	後測	3.74	0.67			
B. 溝通分量表	前測	2.97	0.64	6.42	< 0.001	0.95
	後測	3.61	0.73			
5. 在小組討論時，我會提出自己的意見和想法。	前測	3.71	1.00	3.25	0.003	0.52
	後測	4.21	0.95			
6. 在小組討論時，我會請別人把他提出的意見說得更清楚一點。	前測	3.12	0.98	1.89	0.067	0.30
	後測	3.41	1.02			
7. 在小組中，我會把我自己所提出來的意見說得更清楚，讓別人了解我的意見。	前測	3.18	0.89	3.77	0.001	0.78
	後測	3.88	1.01			
8. 當小組裏的小朋友提出來的意見不正確，我會幫他改正。	前測	2.47	0.93	3.77	< 0.001	0.79
	後測	3.24	1.05			
9. 當小組裏的小朋友提出來的意見不完整的時候，我會幫他補充。	前測	2.38	0.85	5.34	< 0.001	1.01
	後測	3.29	0.97			
C. 個人和團體的成長分量表	前測	3.74	0.83	4.35	< 0.001	0.85
	後測	4.33	0.55			
10. 在小組的活動中，當小組的小朋友在說話的時候，我能夠仔細聽。	前測	4.03	0.94	2.68	0.011	0.54
	後測	4.47	0.71			
11. 小組同學的意見比較好時，我會改變自己的想法，接受別人的意見。	前測	4.00	1.02	1.14	0.263	0.29
	後測	4.27	0.86			
12. 在小組活動中，我能接納別人的意見。	前測	3.82	1.03	2.55	0.016	0.58
	後測	4.35	0.81			
13. 在小組活動中，我可以從同學那裏學到一些重要的經驗。	前測	3.62	1.07	3.45	0.002	0.71
	後測	4.32	0.95			
14. 在小組學習的過程中，我學會了怎樣和同學一起解決問題。	前測	3.47	1.11	4.03	< 0.001	0.81
	後測	4.27	0.86			
15. 在專題研究的過程中，我學會了怎樣和小組同學做研究。	前測	3.50	1.19	4.03	< 0.001	0.79
	後測	4.29	0.84			
總量表	前測	3.46	0.68	5.16	< 0.001	0.89
	後測	3.98	0.51			

在「溝通」分量表方面，於 SSI 教學前、後，5 個子題中除了第 6 題「在小組討論時，我會請別人把他提出的意見說得更清楚一點」之外，其他 4 題皆有顯著增長。這些有成長的能力包括：提出自己的意見和想法、將想法說清楚好讓別人了解、改正他人不正確的意見、幫他人補充不完整的意見。學生在不同階段學習單中的回答亦顯示在小組合作中，討論對其學習的影響：

- s3：一起討論的時候，可以讓我得到其他人的知識。（學習單 4 第 3 題）
- s27：互相討論，互助學習，互相糾正，互相教育。（學習單 4 第 3 題）
- s36：小組成員每人查到的資料幾乎不一樣，可以知道其他的資料中的知識。（學習單 4 第 3 題）
- s29：互相討論。互相幫助。踴躍發表。互相溝通。互相表達不同的。（學習單 6 第 2 題）
- s30：可以交換心得，或交換對方所學到的知識。（學習單 6 第 2 題）

至於在「個人和團體的成長」分量表上，第 11 題「小組同學的意見比較好時，我會改變自己的想法，接受別人的意見」的前、後測平均數分別為 4.00 及 4.27，是本分量表中唯一未有顯著提升的項目，但其 d 值為 0.29，達輕度效果量。雖然其前測分數已達 4 分，但後測平均數仍增加了 0.27，顯示學生在經過教學後對於接受他人較好意見上有所進步。而學生的回答亦指出會接受同學好的意見：

- s10：以前只知道自己的立場是對的，但是現在知道要試着想想別人的立場是否對的，並用於改變自己的想法。（學習單 12 第 7 題）

其他 5 題的後測皆顯著高於前測，這些「個人和團體的成長」項目包括：「仔細聆聽組員的談話」、「接納別人的意見」、「向同學學到經驗」、「學會和同學一起解決問題」、「和同學一起做研究」。以下是質性資料佐證：

- s22：聽聽別人的意見，如果我的意見較不好，那就應該選意見較好的。（學習單 9 第 4 題）
- s10：有同學會教同學不會的地方。（學習單 10 第 4 題）
- s13：剪貼美工的設計和一個個的理由，使我不能不讚美他們。（學習單 10 第 4 題）
- s36：同學們有各種優點，例如 s10 的創意——會模仿藝人，s13 的舞蹈、舉牌，王、林兩位同學的美工等。（學習單 12 第 3 題）
- s26：大家都願意配合，而且下課時大家也會主動過來幫忙。（學習單 10 第 2 題）
- s27：我們整組都很有團隊精神，而且互相配合練習、互相練習、互相提供意見，使我們得到的知識愈來愈多！（學習單 12 第 7 題）

- s3：共同討論，因為我的意見有時候都不太完整，他們幫我補充讓它變得完整。
（學習單 12 第 3 題）
- s36：共同討論，當小組一起討論時有問題會發問，如還不清楚最後有統整資料參考。
（學習單 10 第 4 題）

學生對 SSI 教學的回饋

整理課程回饋問卷所列 17 項學習活動，可知學生在「土石流」議題教學中，最喜歡「尊重別人的意見」、「閱讀老師發的資料」、「思考自己所持的立場」、「和同學一起討論」等 4 項，而此 4 項的幫助程度亦居前 4 名（表七）。所有 17 項學習活動的幫助程度，其平均數皆高於 4。但在喜歡程度方面，僅有前 7 項的平均數高於 4，其餘 10 項中，有 9 項介於 3.5 至 4 之間，而最低的一項是「撰寫學習單」，僅達 3.24。至於在喜歡與幫助程度之間的排名落差最大的是：「準備小組報告的資料」的幫助程度高於喜歡程度 9 個等級，另為「針對問題的解決提出可行的方案並說明理由」，其喜歡程度高於幫助程度 9 個等級。

17 項中只有「尊重別人的意見」的喜歡程度平均數（ $M = 4.59$ ）略高於幫助程度（ $M = 4.53$ ），不過這兩者都居第 1 位，表示學生很喜歡「尊重別人的意見」，亦覺得「尊重別人的意見」對自己很有幫助：

- s3：一起討論的時候，可以讓我得到其他人的知識。（學習單 4 第 3 題）
- s26：良好的互動，因為我認為我們這組的想法都肯大方的提出，並討論出讓大家覺得合理的意見。（學習單 6 第 2 題）

學生對「閱讀老師發的資料」的喜歡程度（ $M = 4.32$ ），居所有項目的第 2 位，幫助程度則居第 3 位（ $M = 4.44$ ）。而「思考自己所持的立場」的喜歡程度（ $M = 4.26$ ）雖居第 3 位，但幫助程度（ $M = 4.53$ ）和「尊重別人的意見」一樣，居於第 1 位，顯示學生喜歡「思考自己所持的立場」，亦認為該學習活動對自己很有幫助：

- s8：我對這個森林開發與否？感到愈來愈有興趣。
- s25：讓我對台灣的环境有了不一樣的想法，對台灣的建設又有不一樣的想法和更深入的了解。（以上皆取自學習單 8 第 4 題）

「和同學一起討論」的喜歡程度（ $M = 4.26$ ）排名第 3，幫助程度（ $M = 4.41$ ）排名第 4，顯示學生喜歡「和同學一起討論」，亦認為該學習活動對自己很有幫助。學生認為和同學一起討論可以互相學習、互相糾正與溝通、幫助自己糾正錯誤觀念，並更了解文章的意思：

表七：課程回饋問卷分析

題目	喜歡程度		幫助程度		t 值	p 值	d 值
	平均數	標準差	平均數	標準差			
1. 尊重別人的意見	4.59 (1)	0.70	4.53 (1)	0.86	0.47	0.644	0.08
2. 閱讀老師發的資料	4.32 (2)	0.88	4.44 (3)	0.82	-1.07	0.292	-0.14
3. 思考自己所持的立場	4.26 (3)	0.75	4.53 (1)	0.62	-2.50	0.018	-0.39
4. 和同學一起討論	4.26 (3)	0.71	4.41 (4)	0.82	-1.15	0.257	-0.20
5. 上課時，老師講解的方式	4.12 (5)	0.77	4.26 (9)	0.75	-1.30	0.201	-0.20
6. 聽同學們發表意見	4.06 (6)	0.89	4.21 (12)	0.95	-1.15	0.257	-0.16
7. 針對問題的解決提出可行的方案 並說明理由	4.00 (7)	0.95	4.03 (16)	0.79	-0.21	0.838	-0.04
8. 比較自己和別人想法的相同處和 不同處	3.97 (8)	0.94	4.29 (8)	0.84	-2.96	0.006	-0.37
9. 表達自己的想法或主張，並提出 證據來支持	3.97 (8)	0.97	4.26 (9)	0.75	-1.97	0.058	-0.34
10. 針對問題去蒐集資料、解釋資料	3.97 (8)	1.06	4.38 (5)	0.78	-2.93	0.006	-0.45
11. 上課時，老師講解的內容	3.97 (8)	0.94	4.29 (6)	0.84	-2.96	0.006	-0.37
12. 思考別人所持的立場	3.91 (12)	0.97	4.15 (13)	0.93	-1.96	0.058	-0.25
13. 和同學一起查詢資料	3.88 (13)	1.15	4.03 (16)	0.94	-1.00	0.325	-0.14
14. 針對爭議的問題做出決定	3.85 (14)	0.96	4.06 (14)	1.01	-1.16	0.256	-0.21
15. 說出自己的想法	3.71 (15)	1.12	4.24 (11)	0.89	-3.02	0.005	-0.53
16. 準備小組報告的資料	3.59 (16)	1.21	4.32 (7)	0.77	-4.77	0.000	-0.74
17. 撰寫學習單	3.24 (17)	1.23	4.06 (14)	0.85	-4.81	0.000	-0.79

註：平均數後括號內之數字為該項目的排序。

s3：互相討論研究那些土石流的問題，而且還能知道吸收我不知道的知識。（學習單 6 第 3 題）

s12：一起討論可以讓我更了解文章的意思。（學習單 8 第 3 題）

s37：原本我對課程沒興趣，後來經過互相討論，跟大家互動後，讓我愈有興趣了！（學習單 8 第 4 題）

s37：互相討論，也有很大的幫助，自己有錯誤的觀念別人可幫你改正。（課程回饋問卷第 4-2 題）

至於在「準備小組報告的資料」方面，小組成員一起蒐集資料並討論修訂，使能獲得成長。以下是學生有關準備小組報告所獲助益的舉例：

學習單中問：「在活動中，你和小組成員間的哪些行為互動，有助於你的學習？」

s8：互相討論找資料。（學習單 4 第 3 題）

s12：一起蒐集資料。（學習單 4 第 3 題）

s16：一起找資料一起共同訂正。（學習單4第3題）

s4：可以吸收到許多知識，未來可能可以運用這些知識，還可以知道如何和小組一起合作。（課程回饋問卷第4-4題）

s36：小組互助合作，使之間可以合作無間，使任何的活動，可以表現出最好的一面。（課程回饋問卷第4-4題）

課程回饋問卷中另有開放式問題「上完這些課程後，我最喜歡的課程是：……」供學生填寫。歸納此題結果發現（表八）：公聽會（角色扮演）的次數最多（18次，52.9%），原因是公聽會活動有趣，可以提升小組默契，增加互動，令彼此了解，又可以訓練口才；其次是分組成果報告（12次，35.3%），原因是能分享成果、很有趣，還可以增加團隊精神、訓練口才。這顯示，學生較喜歡小組合作活動，以及可以實際操作的活動課程；小組成員互動愈多，學生愈喜歡。

表八：「土石流」議題教學活動中學生最喜歡的活動統計

活動名稱	認識 SSI 議題	認識土石流	環境的 開發與維護	公聽會 (角色扮演)	分組成果報告
選擇次數	1 (2.9%)	3 (8.8%)	3 (8.8%)	18 (52.9%)	12 (35.3%)

註：百分比為次數除以學生人數（ $N=34$ ）。

由表九可知，有 75.3% 的學生認為透過本課程，他們最大的收穫是「認識土石流相關知識」，其中包括了解土石流成因、特性、範圍及防範方式；有 52.9% 的學生則指出「在小組中合作」，藉此學會了和同儕討論及溝通的方法；14.7% 的學生認為認知到「兩難問題」中正反雙方各有其支持論點；另有如何保護山林、表達、查詢資料、傾聽及理解他人意見、積極的學習態度等項。

表九：學生上完土石流單元教學課程後的收穫

我最大的收穫	次數（百分比）	我最大的收穫	次數（百分比）
認識土石流相關知識	25 (73.5%)	表達能力	2 (5.9%)
在小組中合作（討論、溝通、相處）	18 (52.9%)	傾聽與理解	2 (5.9%)
思考兩難問題	5 (14.7%)	查詢資料能力	1 (2.9%)
了解保護山林的方法	2 (5.9%)	積極態度	1 (2.9%)

註：百分比為次數除以學生人數（ $N=34$ ）。

至於從以下訪談內容可得知，本研究以小組合作學習結合 SSI 議題探究的課程，能幫助學生學習的原因：

師：你覺得上這個課跟以前學習方式有哪些不同？

s4：以前不知道要哪裏找資料，現在知道從網路、書、還有報紙。

s5：寫學習單，讓我們自己上網查資料。

s5：小組一起討論把答案寫在白板上。

s36：還有我們學到的知識比較多元。

s36：我以前，放學回家之後，我都不會跟我媽媽說，今天上甚麼課，或發生甚麼事。可是，老師這樣子教，我上自然課可以知道更多的……可以跟家人討論，然後家人可以告訴我一些他知道的东西。

s25：我覺得親和度很好，老師都會像學生一樣，這樣互相聊天，就沒有說，那種很嚴肅的在教。

歸納上述資料，學生喜歡老師上課的方式及有助學習的原因包括：老師的親和力營造出有利於學習的氛圍，並鼓勵分享的意願；因學習內容生活化，使得理解容易且多元；小組合作學習令學生較敢於發言與發問，亦使學生學會各種蒐集資料及多元學習的方式等。

討論與建議

本節基於研究目的與發現，提出以下的討論與建議。

Zeidler, Sadler, et al. (2005) 指出，SSI 是一種理論，亦是一種方法，是將特定的案例融入教學設計之中，其中關注學習者社群的文化，且以爭議性問題的設計營造出兩難困境，促發學生在對話及論證過程中建構知識。基於此，小組合作的機制亦應用在 SSI 的教學過程。透過本研究顯示，經歷了 7 週的 SSI 教學，學生的土石流相關知識增長了，且在其「定義」、「成因」、「特性」、「防範」等四個向度，分別由前測時平均數 0.66、0.83、0.46、0.69 顯著增長至後測時的 0.88、0.92、0.79、0.79。尤其是「特性」向度的前測答對率僅四成六，到了後測時提升至七成九。由此可見，SSI 教學對於學生主題知識學習的影響。

再者，學生的科學學習動機亦有顯著提升。在六個分量表中，「主動學習策略」、「科學學習價值」、「成就目標」及「學習環境誘因」分量表呈現出後測顯著高於前測的結果。另「自我效能」與「非表現目標導向」分量表經歷了教學過程後並未有顯著改變，實乃因其前測分數即已偏高之故。在 SSI 教學設計中，學生需就主題從事資料蒐集、思考論證、問題解決及決策，此外亦提供了多元的學習誘因，要學生就所習主題從事價值澄清的思辨歷程，這些皆與科學學習動機中的主動學習、學習價值、環境誘因及獲致成就有關。是以，本研究的 SSI 教學歷程符合 Zeidler & Keefer (2003) 所指藉由學習個案、文化、對話、科學本質等四個面向，學生增進個人在認知與道德

上的發展，提升其分析、合成、評價資訊和做決定的能力；SSI 的基本屬性亦提升了學生的科學學習動機。

另外，本研究結果亦顯示，學生在小組合作學習技能方面有顯著提升。在三個分量表中，僅「互賴」分量表的後測與前測之間無顯著差異，而「溝通」與「個人和團體的成長」分量表均有顯著提升。尤其是「溝通」分量表的前測平均數僅為 2.97，經過 SSI 教學後，則提升至 3.61。其中與改正或補充他人意見有關的題目如：「當小組裏的小朋友提出來的意見不正確，我會幫他改正」與「當小組裏的小朋友提出來的意見不完整的時候，我會幫他補充」，在前測的分數均低，分別為 2.47 和 2.38，在後測時顯著提升至 3.24 和 3.29，但與其他各題比較仍屬較低，未來可以就此方面提升學生的溝通能力。從本研究所關注的主題知識、科學學習動機及小組合作技能所得結果觀之，可知 SSI 的教學方式對於學生的能力養成，實具多元面向的效益。

在本研究中，學生透過 SSI 教學模式從事學習，有別於其先前的自然科學學習經驗。學生提到在此學習情境中，他們最喜歡且最有助益的項目有「尊重別人的意見」、「閱讀老師發的資料」、「思考自己所持的立場」與「和同學一起討論」，這都是 SSI 教學提供學生經由爭議性議題所營造出的兩難困境中，獲得傾聽、理解、思辨他人與自身想法的機會。另有五成多學生自陳最喜歡公聽會活動中扮演不同角色進行立場陳述，及有三成半學生提及在小組合作中從事討論、溝通與相處所帶來的學習收穫。實則，本研究除了營造小組合作機制，使學生在小組中與同儕一同學習討論完成任務外，亦針對爭議性的兩難議題設計了公聽會，進行全班的立場辯論與抉擇。在個案本位及其兩難困境的討論過程中，學生經歷三次立場抉擇，在第三次抉擇前的公聽會中以分組方式分別扮演不同角色，呈現支持與反對其立場的可能意見。公聽會的教學策略促進學生在不同立場間的對話，提升了立場選擇背後的非形式推理與論證的實際演練（Chin et al., 2015）。

以上這些情境安排都提供學生對話與思辨的機會，互動中除幫助學生學習與議題有關的知識外，亦提升了學生之間的互賴、溝通，以及個人和團體成長。而學生的學習動機亦因學習參與互動機會多元，在全量表及其中四個分量表「主動學習策略」、「科學學習價值」、「成就目標」及「學習環境誘因」，皆有顯著提升。由此可見本研究以 SSI 設計教學活動，兼融了 5E 探究學習環中參與、探索、解釋、精緻化及評量五個階段（Bybee & Landes, 1988），並運用「小組合作學習」和「科學讀寫」為兩大情境元素所產生的學習效果。

基於本研究的結果，SSI 教學實值得應用與推廣於教學現場。然而在過去，與 SSI 有關的教學因具爭議性，在國小階段較少實施。但本研究以高年級學生為對象從事 SSI 教學，發現其實只要選擇適當的 SSI，配合設計恰當的教學方案，並以科學讀寫與

對話為鷹架，是可以提升國小高年級學生對土石流主題的知識、學習動機及小組合作學習的技能。

本研究提出以下幾點建議：

1. 教師可多方蒐集 SSI 主題，並調整教學主題，使之符合學生生活經驗，例如透過新聞報道、報章雜誌與網路資源，蒐集當前廣為討論的兩難議題，或者是尋找與學生生活息息相關的 SSI 資訊，諒能發揮學習鷹架的功能，引起學生共鳴，進而促進學生學習的動機。
2. 教師應加強營造 SSI 的教學情境，使課室教學不同於傳統的教學方法。從本研究中藉由議題教學設計的學習安排，例如小組合作、蒐集資料、討論、論證、公聽會等多元化教學策略，學生反覆進行小組對話、討論與公聽會的過程，透過傾聽與表達，可以使其獲得多元資訊，知道不同立場和觀點，刺激學生作多面向思考，增進參與機會與學習動機。
3. 本研究以一班五年級學生為對象進行 SSI 教學，並使用混合式研究法；在量的方面以單組前、後測設計，運用工具蒐集資料，再加上蒐集質性資料，使得研究結果能夠得到多元的佐證。但若本研究在後測之後，經過一、兩個月再實施一次延宕測驗，則可以獲得有關學習成效之持續效果的相關資料，補足此一資料，諒將對解釋 SSI 教學之於各變項的影響更具效力。另在未來，若班級數、學生人數及資源等因素可供配合的話，亦可採行準實驗研究設計，一組以 SSI 議題融入教學，另一組則以教科書既有單元進行教學作對照組，進行一段時間的教學歷程後，檢測所欲研究變項間是否有顯著差異。

鳴謝

本研究由行政院國家科學委員會（現為科技部）經費補助（NSC 95-2522-S-142-001-MY3, NSC 95-2522-S-142-002-MY3），審稿委員悉心指正，在此特致謝忱。

參考文獻

- 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》，第 20 卷第 5 期，頁 435-459。
- 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》，第 17 卷第 2 期，頁 111-133。
- 教育部（2003）。《國民中小學九年一貫課程綱要》。台北，台灣：教育部。
- 陳雅芳（2003）。《應用修正式學習環於國小高年級爭議性科技議題之教學研究》（未出版碩士論文）。國立嘉義大學，嘉義，台灣。

- 黃政傑、張嘉育（2010）。〈讓學生成功學習：適性課程與教學之理念與策略〉。《課程與教學季刊》，第 13 卷第 3 期，頁 1-22。
- 靳知勤（2006）。《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》。行政院國家科學委員會專題研究計畫（計畫編號：NSC 95-2522-S-142-002-MY3）。
- 靳知勤（2007）。〈科學教育應如何提升學生的科學素養——台灣學術精英的看法〉。《科學教育學刊》，第 15 卷第 6 期，頁 627-646。
- 靳知勤（2014）。〈台灣所需優先解決的科學教育問題——科學與科學教育學者的觀點〉。《教育學報》，第 42 卷第 1 期，頁 53-76。
- 靳知勤（2015）。〈生物科技的風險、利益與信任：高中學生「生物科技覺知量表」的發展研究〉。《科學教育學刊》，第 23 卷第 3 期，頁 241-264。doi: 10.6173/CJSE.2015.2303.02
- 靳知勤、楊惟程、段曉林（2010a）。〈引導式 Toulmin 論證模式對國小學童在科學讀寫表現上的影響〉。《科學教育學刊》，第 18 卷第 5 期，頁 443-467。
- 靳知勤、楊惟程、段曉林（2010b）。〈國小學童的非形式推理之研究——以生物複製議題之引導式論證為例〉。《課程與教學季刊》，第 13 卷第 1 期，頁 209-232。
- 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》，第 15 卷第 3 期，頁 335-356。
- 鄭麗雅（2007）。《探究科學教師發問對學生回答之影響——以「颱風」和「能源」單元為例》（未出版碩士論文）。國立嘉義大學，嘉義，台灣。
- 謝明學（2003）。《台灣中部地區國小在職教師對爭議性科技議題融入自然與生活科技學習領域之教學意見調查》（未出版碩士論文）。國立嘉義大學，嘉義，台灣。
- 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》，第 20 卷第 4 期，頁 343-366。
- Ashton, E., & Watson, B. (1998). Values education: A fresh look at procedural neutrality. *Educational Studies*, 24(2), 183-193. doi: 10.1080/0305569980240204
- Bybee, R. W. (2009). Program for International Student Assessment (PISA) 2006 and scientific literacy: A perspective for science education leaders. *Science Educator*, 18(2), 1-13.
- Bybee, R. W., & Landes, N. M. (1988). The biological sciences curriculum study (BSCS). *Science and Children*, 25(8), 36-37.
- Chin, C. C. (2005). First-year pre-service teachers in Taiwan — Do they enter the teacher program with satisfactory scientific literacy and attitudes toward science. *International Journal of Science Education*, 27(13), 1549-1570. doi: 10.1080/09585190500186401
- Chin, C. C., Yang, W. C., & Tuan, H. L. (2015). Argumentation in a socioscientific context and its influence on fundamental and derived scientific literacies. *International Journal of Science and Mathematics Education*. doi: 10.1007/s10763-014-9606-1

- Eggert, S., & Bögeholz, S. (2010). Students' use of decision-making strategies with regard to socioscientific issues: An application of the Rasch partial credit model. *Science Education*, 94(2), 230–258. doi: 10.1002/sce.20358
- Kelly, T. E. (1986). Discussing controversial issues: Four perspectives on the teacher's role. *Theory and Research in Social Education*, 14(2), 113–138. doi: 10.1080/00933104.1986.10505516
- Kolstø, S. D. (2001a). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. doi: 10.1002/sce.1011
- Kolstø, S. D. (2001b). "To trust or not to trust, ..." — Pupils' ways of judging information encountered in a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 23(9), 877–901. doi: 10.1080/09500690010016102
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Oulton, C., Day, V., Dillon, J., & Grace, M. M. (2001). *Unlocking controversial issues: A report to the Countryside Foundation for Education*. Worcester, England: University College Worcester.
- Oulton, C., Dillon, J., & Grace, M. M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, 26(4), 411–423. doi: 10.1080/0950069032000072746
- 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. doi: 10.1111/j.1949-8594.1999.tb17471.x
- Tuan, H. L., Chin, C. C., & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*, 27(6), 639–654. doi: 10.1080/0950069042000323737
- Walker, K. A., & Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1387–1410. doi: 10.1080/09500690601068095
- Yager, R. E. (Ed.). (1996). *Science/technology/society as reform in science education*. Albany, NY: State University of New York Press.
- Zeidler, D. L., & Keefer, M. (2003). The role of moral reasoning and the status of socioscientific issues in science education: Philosophical, psychological and pedagogical considerations. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 7–38). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic.
- 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. doi: 10.1002/sce.20048

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. doi: 10.1002/sce.10025

If Learning Science Is Like This — Elementary Students' Change in Knowledge, Motivation, and Cooperative Skills Through Socioscientific issues-based Learning

Chi-Chin CHIN & Fang-Jen HU

Abstract

This study adopted socioscientific issues (SSI)-based learning to do an empirical research. The topic “mudslide” and the issue “whether slope of mountain was exploited for human utilization” were chosen for developing a 7-week teaching module, and then practiced in a purposely selected Grade 5 class. The mixed method was adopted, including pre- and post-test of instruments, worksheets, and interviews. Quantitative and qualitative data were collected to investigate students' changes in motivation toward learning science, skills in cooperative learning, and knowledge in the learned topic. After SSI-based learning, all these three domains were found improved significantly. In terms of motivation toward science learning, the scores in subscales “stimuli of learning environment,” “achievement goals,” “active learning strategies,” and “values of science learning” were significantly increased. In cooperative skills, the subscales of “communication” and “growth of individual and group” were significant increased. To sum up, discussion, emulation from peers, information gathering, and thinking of peers' opinions were viewed as the special feature of SSI learning. Based on this study, SSI teaching and its research in the future were suggested.

Keywords: cooperative skills; socioscientific issues-based teaching; science education; motivation of science learning