科學教育學刊
2012, 第二十卷第一期, 41-68

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(1), 41-68

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

林樹聲[1、*] **靳知勤**[2]

[1]國立嘉義大學　數理教育所
[2]國立臺中教育大學　科學應用與推廣學系

(投稿日期：民國100年5月31日，修訂日期：民國101年1月12日，接受日期：民國101年2月14日)

摘要：本研究旨在比較資深與資淺國小教師在從事社會性科學議題的單元設計與教學前、後，其知識建構的異同及影響其知識建構的因素。研究為質性取向，利用繪製概念圖和訪談收集資料。四位教師教學年資的分布為四至十七年。分析結果顯示：教學設計前，教師對議題知識與論證知識的整合相當有限，其中資深教師以學生需求為主，資淺教師則以教學需求為考量。而教學設計與實踐促進教師內化和組織知識，四位教師不但將論證知識與議題知識統整在一起，而且也融合了教學知識，形成個人教導社會性科學議題的學科教學知識。教學後，資深教師比資淺教師多建構出有關教學困難、學生學習困難或評量方面的知識；與學生互動的課室經驗是影響教師知識建構的主要因素，它促進教師進行深層的反思並調整已建構的議題知識與教學知識，以應付實際教學的需要。

關鍵詞：社會性科學議題教學、國小教師、論證能力、學科教學知識

壹、背景與動機

生活在科技與資訊快速進步的時代裡，許多知識的改變日新月異。對於身為知識轉化和傳遞者之一的教師，更需要隨時吸收新知，力求專業的成長，如此才能跟得上時代，勝任課程改革的挑戰，帶領學生學習新資訊。因此，教師知識的成長就成了反映教師專業發展的重要指標。

而促進教師知識成長的途徑相當多元，舉凡教師主動參加研習、工作坊、讀書會、聆聽演講、與同儕交流、自行閱讀媒體上的訊息等皆是。若正值課程更新之際，新議題會被納入教科書中，教師就必須花更多心思做準備，以因應新議題的教學。因此，面對新議題也是促進教師啟動認知機制，補充或修正自己原有的基模，進而形塑出新知識結構的重要因素(林樹聲，2007)。

臺灣中小學教育九年一貫課程改革至今已進行十年了，從自然與生活科技領域課

*通訊作者：林樹聲

06-林樹聲.indd 41　2012/3/15 下午 01:34:39

程綱要中教材內容要項，比照現今中、小學的教科書內容來看，仍有一些議題未被正式納入教科書中，例如社會性科學議題、自然之美、科學倫理……等。其中將「社會性科學議題」(SocioScientific Issue，簡稱SSI)引入科學教學是近年來科學教育學者研究的主題之一，眾多文獻都顯示科學課室中若能討論這類議題，不但能訓練學生建構關於此類議題的科學知識、提升學生論證的能力(例如林樹聲、黃柏鴻，2009；Roberts & Gott, 2010; Walker & Zeidler, 2007)，而且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(Levinson, 2006; Oulton, Dillon, & Grace, 2004)。也就是說，將這類議題納入科學教學中，存在著不可忽視的教育功能。

然而，在教導學生認識SSI、培育學生具備論證能力之前，教師自己必須對SSI有所知曉，並學會何謂論證、如何論證、論證什麼內容等相關的陳述性與程序性知識，否則他無從備課，更無從引導學生去學習這些內容。換言之，教師的認知基模中必項具備支援自己從事SSI教學設計和實踐的知識背景與技能，他才可能開始SSI教學。Forbes與Davis (2008)指出過去有關SSI的研究多重視在瞭解學生的推理能力、所需的知識、營造何種情境去提升學生的學習成效等，對於教師如何因應SSI教學則仍待探究。所以，「瞭解教師建構哪些知識去面對SSI教學」就成了研究者從事本研究的初始動機。

過去比較科學學科之專家教師和生手教師的研究顯示：這兩類教師在教學考量與行為(Sternberg & Horvath, 1995)、選擇教學目標(Rich & Almozlino, 1999)、應用學生先備知識於教學中(Meyer, 2004)、經營論證教學(洪振方、林裕仁、魏子婷，2010)等方面皆存在著差異。這些結果提示本研究：若能瞭解此二類教師如何建構知識去因應SSI教學，並知道哪些因素影響教師建構教導這類議題的知識，對於協助教師勝任SSI教學、達成提升學生論證能力的目標將有所助益。Donovan, Bransford與Pellegrino (1999)就倡導多多瞭解專家教師與生手教師於教學上的差異，此一訊息可提供我們洞察這兩類教師「如何建構知識」與「建構什麼知識」來因應教學行動。同時，如此的探究將讓我們更清楚專家教師教學的本質，進而提供我們幫助新手教師有效提升專業的策略，所以可直、間接地改善師資培育課程，加速教育的改革與實踐。

雖然資深教師不等於專家教師，但比較起資淺教師來說，多數資深教師擁有豐厚的知識與經驗來支持其朝向教學成熟邁進卻是不爭的事實(Rich & Almozlino, 1999; Sanders, Borko, & Lockard, 1993)。由於考量SSI教學於國內尚屬推廣階段，仍未普及於中小學的科學教學中；再加上界定SSI專家教師有實務上的困難，因此本研究將採用Guskey與Huberman (1995)的觀點，以教學年資超過十年以上的「資深教師」代替專家教師的稱呼，教學年資未達六年的教師則為「資淺教師」。

貳、研究目的與待答問題

基於上述的背景與動機，本研究旨在「比較資深與資淺國小教師在從事社會性科學議題的單元設計與教學時，其知識建構的異同及影響知識建構的因素」。引導探究的三個待答問題包括：一、教學設計與實踐前，資深與資淺教師各建構了哪些SSI教學的相關知識？有何異同？二、教學設計與實踐後，資深與資淺教師各建構了哪些SSI教學的相關知識？有何異同？三、促進參與教師SSI教學相關知識建構與成長的因素有哪些？

參、理論基礎

一、教師知識的分類與探究

教師為了因應教學行動，就必須事先建構起與教學有關的知識。這些因教學行動所需而形成的知識就被稱為「教師知識」(teacher knowledge; Carter, 1990)。教師知識的建構反映了個人教師專業的發展，此過程與個人的經驗緊密結合，所以相當「個人化」，此點說明著每位教師都有其獨特的「實踐智慧」(Schwab, 1971)。雖然如此，不同教師之間的教師知識仍有共通與共同的部分，尤其在教導同一主題、同一年齡層的對象之情況下(Verloop, van Driel, & Meijer, 2001)。

教師知識涵蓋有陳述性和程序性知識，同時也融合著指導教師本身行動的信念，而信念的內涵一般包括教師對教學的認知、態度、意圖、直覺和價值觀等(Meijer, Verloop, & Beijaard, 1999)。由於知識與信念是分不開的，所以信念被視為是促進教師達成教學目標的一種知識形式(Tobin, Tippins, & Gallard, 1994)。Shulman (1986)指出教師知識可反映在所謂的「教學內容知識」(Pedagogical Content Knowledge，簡稱PCK)上，此類知識是教師融合「學科內容知識」和「教學知識」後的結果。意即PCK既不等於學科內容知識，也不等於教學知識，而是兩者混合後的結果。而經過後續一些學者的衍生和詮釋，PCK的內涵除了上述兩種知識外，也包括學生知識、課程知識、情境知識、評量知識……等，其中「學科內容知識、教學知識、學生知識」是最被大家提及的三種組成(Veal, 2004)。而每位教師的PCK會隨著教學經驗和情境的不同而做出調整和發展，因此PCK也被視為是一種教學的「實務知識」(practical knowledge; van Driel, Beijaard, & Verloop, 2001)。換言之，一位教師教導某一特定內容之PCK的形成與變動是離不開教學經驗與情境的。

由於教師知識有些是內隱的(Eraut, 1994)，所以必須透過一些方法讓其外顯，我們才能加以探究教師知識的種類與組織情況。Kinchin, Hay與Adams (2000)建議「繪製概念圖」並配合「訪談」是探究教師知識時值得採用的方法。其中，「繪製概念圖」被視為是表徵和評量一個人對某一主題之知識結構的重要方式(Novak, 1998)，而不論是個別或團體訪談則被視為是瞭解被研究者想法的重要過程，此一過程是透過被研究者與研究者之間的口語互動，由彼此相互建構出理解問題的意義(陳向明，2002)。由於此二種方法有互補的作用，因此本研究採取此二方法來探究教師進行SSI教學前後知識建構的情況。

二、社會性科學議題教學和論證

「社會性科學議題」代表一類內含「爭議」的議題。一個議題之所以會有爭議，主因是涉及問題解決的社會團體，往往會以自身的立場、觀點和利益做出發，各自提出解決爭議的方案。由於支持這些方案背後的價值觀不同，因而導致問題解決上不僅缺乏交集，而且會因為無從比較而形成對立，結果造成人們在抉擇解決方案上的兩難(Oulton et al., 2004)。這樣的情況突顯了此類議題具有「條件不足、結構不佳、屬開放式、跨學科領域」等問題特色(Sadler, 2004)，也因此當這類議題被引入科學課室中，就提供了師生討論的空間，並成為學生學習論證、提升批判思考能力、培育具備民主素養之公民的題材(Sadler & Zeidler, 2005)。

當教師引導學生面對SSI中的問題時，

除了可讓學生提出自己的想法外，也可讓學生針對他人的想法提出相反的意見或支持的說法，甚至進一步思考什麼樣的前提之下，自己或他人的主張才成立、哪些證據的支持能讓自己或他人的說法更具說服力，而這些過程即是在促進學生從事論證。藉由論證可讓學生聽見不同立場下的論點，瞭解面對爭議的多元聲音。Toulmin (1958)提出論證的組成可包括主張、理由、反駁、證據、支持、前提等元素。根據Zeidler, Osborne, Erduran, Simon與Monk (2003)、林宗進、林樹聲與陳映均(2010)分析學生論證內容的結果顯示：一個人若能提出較佳的論證，其內容不僅會包含較多的論證元素，而且會使用到證據、反駁或前提等元素。

由於論證屬於高層次的思考能力，對學生而言需要透過不斷的練習才得以精熟(Osborne, Simon, & Erduran, 2004)，對教師的情況亦然。教師在透過SSI教學提升學生論證能力之前，自己必須瞭解何謂SSI和論證、論證SSI中的什麼內容，才能將這些知識配合教學方法，進一步轉化為教導學生的內容和過程。Gray與Bryce (2006)就認為發展當代科學教師的專業不可或缺的內容之一即是增進教師知曉SSI教學、充實教師勝任SSI教學的能力。這表示若能瞭解教師從事SSI教學之前需要建構哪些知識，對於未來協助教師進行SSI教學必有幫助。

三、專家教師與生手教師科學教學上知識使用與表現的差異

有關專家教師與生手教師的比較，研究已顯示此二類教師在科學教學方面有許多相異之處。例如Adams與Krockover (1997)發現生手教師於備課、課室管理、教學時間運用等有關教學的知識方面，與專家教師有相當多的不同；de Jong (2000)也發現生手教師對自己具備的學科知識及教學轉化抽象概念的能力缺乏信心。就「先備知識」此一概念來看，專家教師擁有更多、更複雜的相關概念，且會利用學生的先備知識來進行教學診斷與設計(Meyer, 2004)。Geddis, Onslow, Beynon與Oesch (1993)也發現專家教師轉化學科知識的過程中，往往是立基在他清楚掌握了學生學習某一主題或概念的先備知識、學習困難，及教學表徵的選擇等方面的知識。Hogan, Rabinowitz與Craven (2003)則呼應前述的看法，並補充指出生手教師傾向只考量到自己教學知識的發揮及教學行為上的表現，反而忽略了自己與學生的互動。

然而，包涵上述研究的多數研究都聚焦在分析專家或生手教師教導某一科學概念或單元，並非針對教師進行SSI教學或論證教學來探究。Lee與Witz (2009)利用深度訪談和課室觀察，探究四位高中科學教師實踐SSI教學及他們對實踐SSI的看法。研究結果顯示：對SSI教學來說，他們發現教師與教育改革者的想法存有相當大的落差，因此呼籲教育改革者在倡導SSI教學時，應重視教師對SSI教學實踐的信念、價值和態度。而洪振方等(2010)針對「是否贊成人們使用化粧品」此一議題，比較專家和生手教師經營論證教學。他們發現兩位教師的論證教學都以舉證支持立場居多，但專家教師較能引導學生學習反駁與化解反駁。顯然地，與教師實踐SSI教學有關的研究皆未針對教師知識建構的部分做探究，以致於我們並不瞭解教師為了進行SSI教學，其知識建構與調整的情況。

四、影響教師知識建構的因素

教師知識結合了理論與實務的部分，其形成的過程是動態的，會隨著新知的吸收、認知的調整及經驗的累積而有所變動。一般

來說，一位教師接受師資培育養成期間的修課、課堂的演示、觀摩與實習經驗，到後續正式的教學、參與專業上的進修，甚至同儕之間的專業交流與互動(Calderhead, 1996)，學校行政是否支持教師嘗試不同的教學等(Jones & Compton, 1998)，都是影響教師知識建構的因素與來源。Gunstone (1999)認為不論是哪一種知識來源或影響因子，若沒有透過教學實踐與反思的過程，教師知識就無法發展出更有組織、更具實用功能的形式。Tsai (2002)觀察一位資淺物理教師實踐「科學、技學和社會」教學，以及林樹聲(2007)探究一位國小資深教師進行基因改造食品議題教學，這兩位教師的知識成長與變化都可呼應Gunstone的說法。

此外，教師知識建構的重點也會因為教師專業處於不同階段而有所不同。Pigge與Marso (1997)就指出初任教師的知識建構會以學科內容知識為主，理由在於初任教師最迫切解決的問題就在於如何應付當下的教學，所以他不僅必須趕緊熟悉學科單元中的知識，而且必須把這些內容知識與教學知識組織起來，以便在課堂中表現出自己的專業。而對資深教師來說，經過多年的教學歷練後，幾乎已精熟多數的學科內容知識，也知曉如何配合教學知識的採用，所以他們反而會重視如何幫助學生達成更佳的學習狀態、減少學習上的困難。因此，資深教師會將重點聚焦於學生知識的建構，藉此進一步提升自己的教學境界。

肆、研究方法

一、參與者與情境

本文第一作者透過地方自然科領域的教學輔導團，主動徵詢一些嘉義縣市目前任教高年級自然與生活科技領域的國小教師，在告知研究目的和時間後，有四位教師主動加入(表1)，他們分別是「資深甲、乙、資淺A、B」。其中資深甲、乙為輔導團員，而資淺A、B任教於同一學校，彼此為同事。四位教師皆畢業於師範院校，其中三位畢業於自然科學教育系，只有資深甲畢業於社會教育學系。整體教學年資為四至十七年，教自然科的年資則為三至四年。根據Guskey與Huberman (1995)的分類，教學年資達十年以上者被界定為資深教師，教學年資未滿六年者為資淺教師。然而，若以教自然科的年資來看，本研究中的四位皆屬資淺教師。而四位老師任教的學校皆位於嘉義縣境內平地區域的鄉鎮中，都屬於每個年級二到三班的中、小型學校。

二、研究設計與過程

本研究分「準備期、實踐期、結束期」三個階段依續進行，各階段的工作任務與過程說明如下：

(一)準備期

此階段的目的是幫助四位教師建構出教學所需的SSI和論證知識。本文第一作者、

表1：四位參與教師的性別、教學年資、主修與最高學位

教師	性別	教學年資	教自然科年資	主修與最高學位
資深甲	女	十七	三	社會教育學士
資深乙	男	十二	四	自然教育學士
資淺A	男	四	三	自然教育學士
資淺B	女	五	三	自然教育學士

四位教師、與第一作者指導的碩士班學生共同組成研究團隊，一同閱讀有關SSI教學與論證方面的中、英文期刊論文。四位教師在參與本研究之前，皆未曾參與過國科會計畫，且對於SSI教學與論證並不熟悉、甚至沒有聽過。研究團隊隔週聚會一次，會議中針對事先閱讀的文章進行提問和討論。最後兩週時，研究團隊參考研究者過去設計的案例(林樹聲、黃柏鴻，2009)，針對「成立馬告國家公園」此一SSI的教學設計做討論，其中教學目標設定為「提升學生論證能力」。討論結束後，研究者先訓練四位教師繪製概念圖，最後要求四位教師畫下教學前以「SSI教學」為核心的概念圖。此一階段持續5個月。

(二)實踐期

此階段的目的是協助四位教師設計出SSI單元並進行教學。概念圖繪製完成後，研究者進一步要求四位教師針對「成立馬告國家公園」此主題進行各自的單元活動設計，節數至少十節課。由於國小六年級的自然與生活科技之教學單元中，各版本皆涵蓋一個與「生態與環境保育」相關的單元，內容與國家公園的保育與教育功能密切關連，所以此議題可作為原課程的延續。再加上成立馬告國家公園的案例涉及生態保育、原住民權益、土地開發與利用、地方經濟等面向的爭議，曾引起臺灣社會不同團體的廣泛討論，雖然政府最後擱置此一國家公園的成立，但仍然值得作為學生學習論證的題材。

接受單元設計的任務後，四位教師必須在兩週內設計出教學活動，並完成教案的撰寫。在這兩週內，研究者利用電話或網路與教師進行個別的討論，以解決教師在設計上遇到的問題或困難。待完成單元設計後，四位教師必須向研究小組報告其設計的內容，經過大家的提問與意見交流後，每位教師再各自修正教案並接受第1次共同訪談，同時準備接下來在新學期中開始實踐自己設計的單元。

研究者於每位教師教學實施期間進入現場做課室觀察，並於上課結束後進行教師的個別訪談，以瞭解教師實踐上的問題。在此期間，四位教師教學進行至約一半時，接受第2次共同訪談，讓教師彼此有機會針對教學經驗做分享和交流。此一階段持續4個月。

(三)反思期

此階段的目的是讓教師針對自己的教學實踐做全面的反思。所有教師完成教學實踐後，各自畫下教學後以「SSI教學」為核心的概念圖，然後接受最後一次個別訪談和第3次的共同訪談，以回顧自己的教學成長與反思自我教學知識結構的變化。此階段持續1個月。

三、工具與資料收集

本研究收集資料的時間共計10個月(民國97年3月至12月)，資料包括研究小組聚會的討論、教師繪製的概念圖、教師共同和個別訪談。各時期收集資料的時間、次數等如表2。

(一)繪製概念圖

為了探究參與教師對SSI教學與論證的認知與知識建構情況，四位教師在參與研究小組開會的期間，也接受繪製概念圖的訓練。研究者除了講解繪製概念圖的原則外，也提供一些已完成的概念圖作為範例，讓參與教師閱讀和模擬，同時也請每位教師從自然科課本上自選一個主題練習繪製，研究者針對練習的結果提供意見，讓其修正。待教

表2：研究時期、目的、收集資料的時間、種類和次數

研究時期		準備期					實踐期				反思期
目的		熟悉社會性科議題與論證的知識					設計和修正教學單元		實踐教學單元		回顧教學
進行月份		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
資料類別	聚會討論	M1 M2	M3 M4	M5 M6	M7 M8	M9 M10	M11 M12	—	—	—	—
	畫概念圖	—	—	—	—	CM1	—	—	—	—	CM2
	共同訪談	—	—	—	—	—	IT1	—	IT2	—	IT3
	個別訪談	—	—	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8

註：M＝聚會討論；CM＝繪製概念圖；IT＝共同訪談；ID＝個別訪談；英文字後的數字代表第幾次。

師都學會繪製概念圖後，再請他們於單元設計前、教學實踐結束後，分別針對「SSI教學」此一概念畫下概念圖。繪製第一幅概念圖是利用第10次聚會討論(教學活動設計前)；繪製第二幅則是利用第3次共同訪談的時間(教學實踐結束後)。每位教師獨立完成，並沒有參考任何的資料，繪製時間為30分鐘。

(二)半結構的個別和共同訪談

半結構訪談分個別訪談和共同訪談，訪談地點位於本文第一作者的辦公室。其中個別訪談主要探究教師對SSI教學與論證的想法，並藉由每位教師觀看自己上課的錄影帶片段、概念圖，反省自己的教學、回顧個人知識建構的情況。共同訪談是讓教師分享彼此的教學甘苦和心得、相互支持和打氣，並促進教師反思影響其知識建構的因素。基本上，四位教師參與本研究第三個月開始於小組聚會討論後或實踐教學時接受個別訪談，總計8次。共同訪談為3次，分別於教學單元設計和修正後、實踐教學中及整個教學結束。研究者會依訪談大綱提問，再根據教師個別的回答做深入追問。訪談大綱分成「對SSI與其教學的看法、對論證與其教學的看法、教學知識的建構與影響因素」三向度，每個向度下有若干問題(表3)。

(三)聚會討論的逐字稿

研究進行第一階段的每次聚會和討論時，皆會錄音作為記錄的一部分，共計12次。

四、資料分析

(一)概念圖的質化與量化分析

質化分析上，利用表4的知識分類架構，逐一檢視四位教師的概念圖。依每一個

表3：半結構訪談大綱之向度與問題

向度	問題
對SSI與其教學的看法	從事SSI教學有何感受？今天的教學有何收穫？知識方面有何成長？從錄影帶中，你覺得教學上可以做什麼改進？
對論證與其教學的看法	你覺得引導學生做論證的困難在哪裡？今天進行的如何？針對上課中的狀況，你覺得如何引導會更好？
教學知識的建構與影響因素	請說明你繪製這幅概念圖的想法。教學前、後的概念圖有何不同？什麼原因造成這些不同？哪些因素影響你畫概念圖？

表4：分析概念圖質性資料之知識分類架構

組成		定義	教師概念圖上出現概念的舉例
內容知識	議題知識	國家公園、馬告國家公園成立的概念。	臺灣特有種生物、棲息環境、國家公園的位置、特色、法規、政策等。
	論證知識	論證組成、組成之間的關係、贊成或反對國家公園成立的概念。	主張、理由、證據、論點、反駁、贊成、反對等。
教學知識		教導內容知識對應的目的、所使用的教學策略和表徵、教學困難等，及評量學生學習成效的策略之概念。	講述、舉例、討論、口頭報告、角色扮演、公聽會、教學時間不足、準備不易、觀察評量等。
學生知識		學生學習馬告國家公園議題和論證上的問題和困難之概念。	思考時間不足、缺乏背景知識、不敢發表、對論證感到陌生、不會提證據等。

概念的內容和屬性，將其歸納到「內容知識、教學知識、學生知識」的類別中。而所有概念的分類，將反映每一串(string)概念的分類項。其中「內容知識」是指「學科中所涵蓋的知識、概念、原理和原則」(Kind, 2009)。由於SSI並非屬於單一學科的議題，但仍有核心主題，同時本研究中的SSI教學還會涉及到有關論證的知識。因此，本研究的「內容知識」將分為「議題知識」和「論證知識」，前者指與國家公園有關的知識與概念，而後者則指論證組成與組成之關係的知識。根據Kind「教學知識」是指教學策略、表徵、評量和困難相關的知識，「學生知識」則是學生學習上的問題、困難、迷思與先備概念等。

量化分析上，本研究依Quinn, Mintzes與Laws (2004)、Mintzes (2006)對「概念圖結構」的計分原則進行評分。採用此法的主因在於它修正自Novak與Gowin (1984)，計分較簡單、沒有分數加權上主觀認定的困擾，且各類項得分直接比較，不做加總計算，因此不會有「不同類別的項目卻加在一起」的疑慮。表5呈現出概念數、概念間的關係數、概念階層數、概念分支數、橫向連結數等類項的操作型定義，並以圖示表示計分方式。

研究者分別統計四位教師教學前、後概念圖上之各類項分數，最後比較兩組教師各類項得分的狀況。為確認概念圖量化無誤，本文第一作者與一位已取得科學教育碩士學位之教師，各依表5的原則，分別針對概念圖中各項指標進行計數，最後相互比對。若有差異之處，則進行討論，並由第一作者以e-mail的方式連繫此一計分方式的提出者之一、目前服務於加州州立大學Chico分校生物科學與科學教育系的Dr. Joel Mintzes，商請其協助確認。

(二)訪談和聚會討論逐字稿

謄出訪談和聚會討論的逐字稿後，研究者依續由文本內容，將教師提及有關影響其知識建構之因素逐一歸納。此部分同樣由已取得科學教育碩士學位之教師協助研究者檢視歸納的合宜度，遇有不妥則相互討論，以取得共識。

伍、研究結果

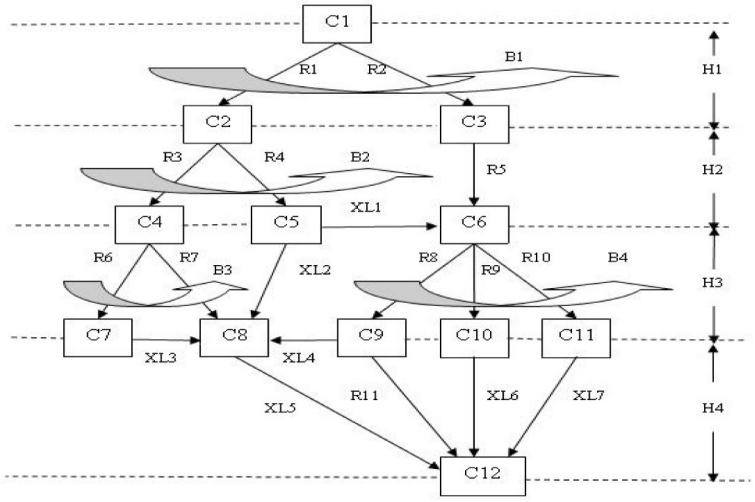
一、四位教師教學前、後知識建構的情況

(一)資深甲

資深甲教學前的概念圖(圖1)顯示「SSI教學」可讓學生學習臺灣特有種生物、臺灣

表5：概念圖計分之各類項操作型定義、計分原則與圖示說明得分情況

計分類項	操作型定義和計分原則	圖示得分
概念數 Concepts (代碼C)	概念的數目，每個概念計1分。例如C1、C2……。	12.0
關係數 Relationships (代碼R)	上層概念對下層概念之間的連結，必須形成合理的命題。 每個關係計1分。例如R1、R2……。	11.0
階層數 Levels of Hierarchy (代碼H)	概念之間的層級關係，每個層級計1分。例如H1、H2……。	4.0
分支數 Branching (代碼B)	依階層來看，同一上層概念對「至少」兩個不同下層概念間的關係，此一「串」的關係不是橫向連結的關係。 每「串」關係計1分。例如B1、B2、R3、B4……。	4.0
橫向連結數 Crosslinks (代碼XL)	「串」的關係之外，概念之間的連結。對位在同一階層、但不同概念之間(C5、C6或C7、C8)的連結就屬於「橫向連結」，例如XL1、XL3。對同一概念來說(C8)，若它與上層概念已形成「關係」的連結(C4→C8)，來自其他上層概念(C5)與它的連結(C5→C8)就屬於「橫向連結」，例如XL2。每個橫向連結計1分。	7.0



的國家公園、論證等概念，這些概念可被區分為「議題知識」和「論證知識」兩部分。議題知識方面，臺灣特有種生物之下包括特徵、棲息環境、棲息地被破壞、絕種問題等次概念；臺灣的國家公園之下包括成立的理由、位置、馬告國家公園等次概念。論證知識方面，馬告國家公園成立的意見則包括「贊成」與「反對」，此二部分能形成「論點」。論證之下則包括提出「主張、理由、證據」，而主張與理由可構成論點，證據可支持論點。

教學後，資深甲的概念圖(圖2)出現較複雜的概念網絡。核心概念「SSI教學」之下包括四個主概念：臺灣特有種生物、臺灣的國家公園、成立馬告國家公園之爭議、學生的學習困難。其中，臺灣特有種生物的教學以「舉例、講述、討論」進行，教師並舉出「動、植物」為例；與學生討論「生物生存危機」時，教師也講述「棲地現況」。臺灣的國家公園之下則涵蓋「政策、法規、位置、特色」等層向，且利用「講述」和「學生查資料」來教學。而學生查資料後進行

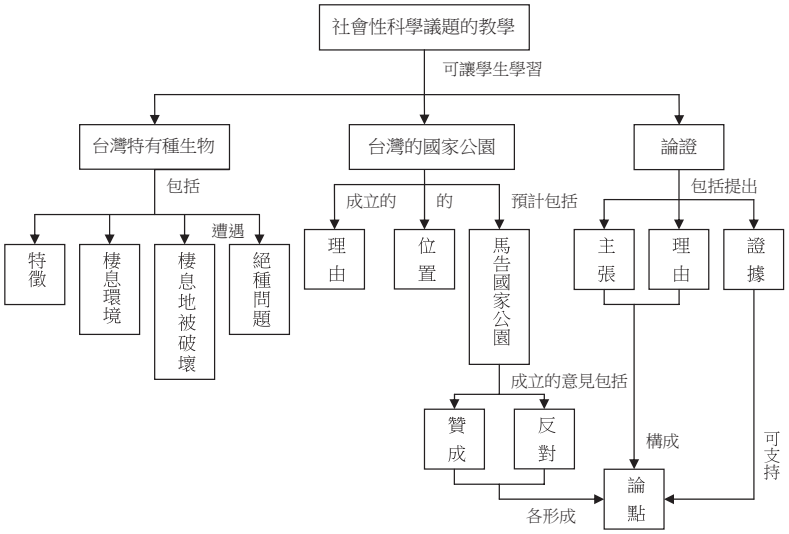


圖1：資深甲教學前概念圖

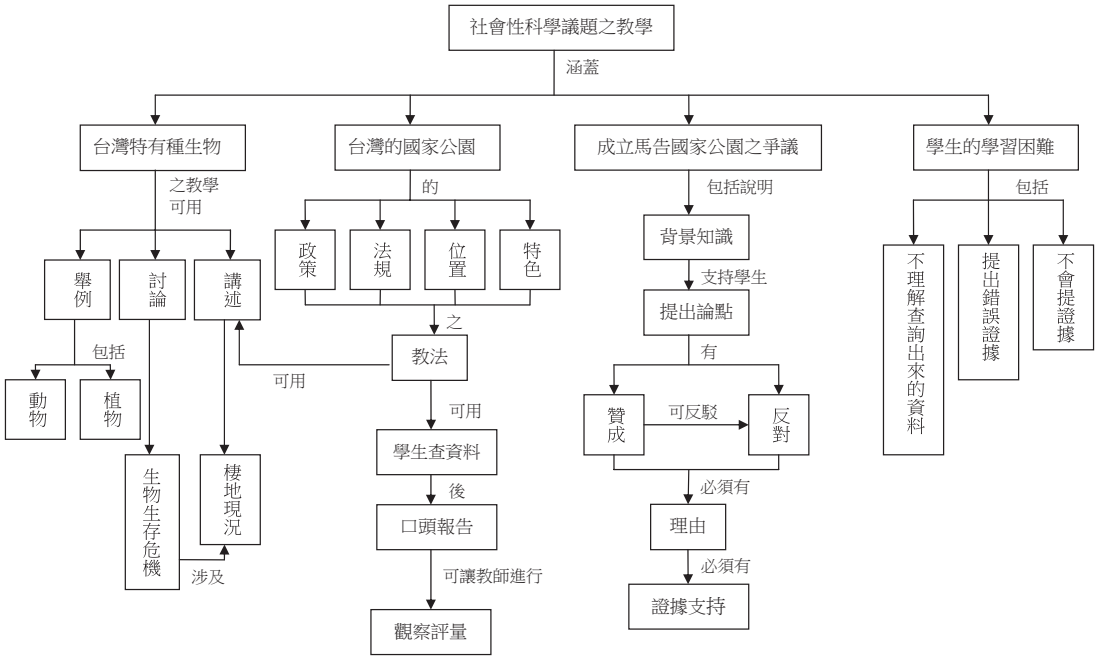


圖2：資深甲教學後概念圖

「口頭報告」，口頭報告可讓教師進行「觀察評量」。由此可知，除了議題知識，資深甲使用到了「教學知識」，並在教學知識中提及了「評量」。

此外，論證知識出現在成立馬告國家公園之爭議之下。教學進行到爭議時，會包括說明「背景知識」，此部分支持學生「提出論點」，論點之下有「贊成」或「反對」馬告國家公園的成立，贊成者可「反駁」反對者，且必須提出「理由」，理由也必須有「證據支持」，反之亦然。最後一部分為學生的學習困難，屬於「學生知識」，包括不理解查出來的資料、提出錯誤證據、不會提證據。

比較兩幅概念圖發現資深甲的四個改變：1.「議題知識」變精緻；2. 議題知識結合了教學知識，形成資深甲教導此議題之PCK；3. 原本獨立的「論證知識」，教學後出現在「成立馬告國家公園之爭議」下，而且緊扣爭議的背景知識來談；4. 出現學習困難與教學評量，此二部分是教學前沒有的。

(二)資深乙

資深乙教學前的概念圖(圖3)討論「馬告公園應否成立」，其下又分「國家公園的知識」與「爭議」。其中國家公園的知識提及「位置」和「功能」，功能之下則包括保護自然資源、特有種生物、動物、植物等，屬於「議題知識」。而爭議則涉及五種「角色」和「論證」，角色包括生態保育者、觀光客、企業家、原住民、地方政府，每一種角色之下有其相對應的行為，屬「議題知識」；論證則含提出「論點」，論點有「贊成與反對」，屬「論證知識」。

教學後的概念圖中(圖4)，資深乙呈現出四部分：1. 教學目標，包括增加知識、瞭解科學本質、提升論證能力等；2. 教學策略，其下涵蓋使用投影片、角色扮演、提問、上網查資料，其中角色扮演之下包括「農委會、原住民、立法委員、政府、遊客、環保團體」六種角色。每種角色可提出自己的「論點」，論點之間若對立可相互

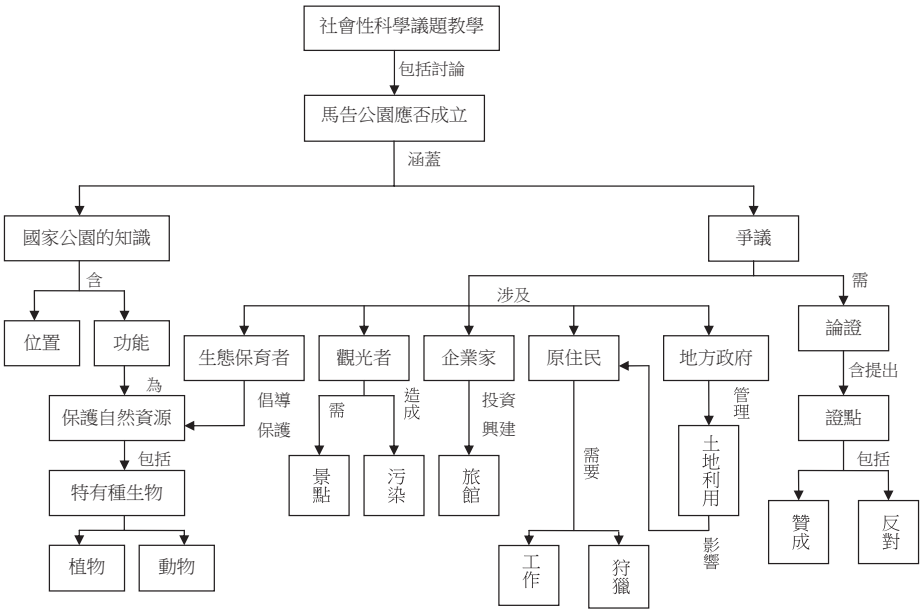


圖3：資深乙教學前概念圖

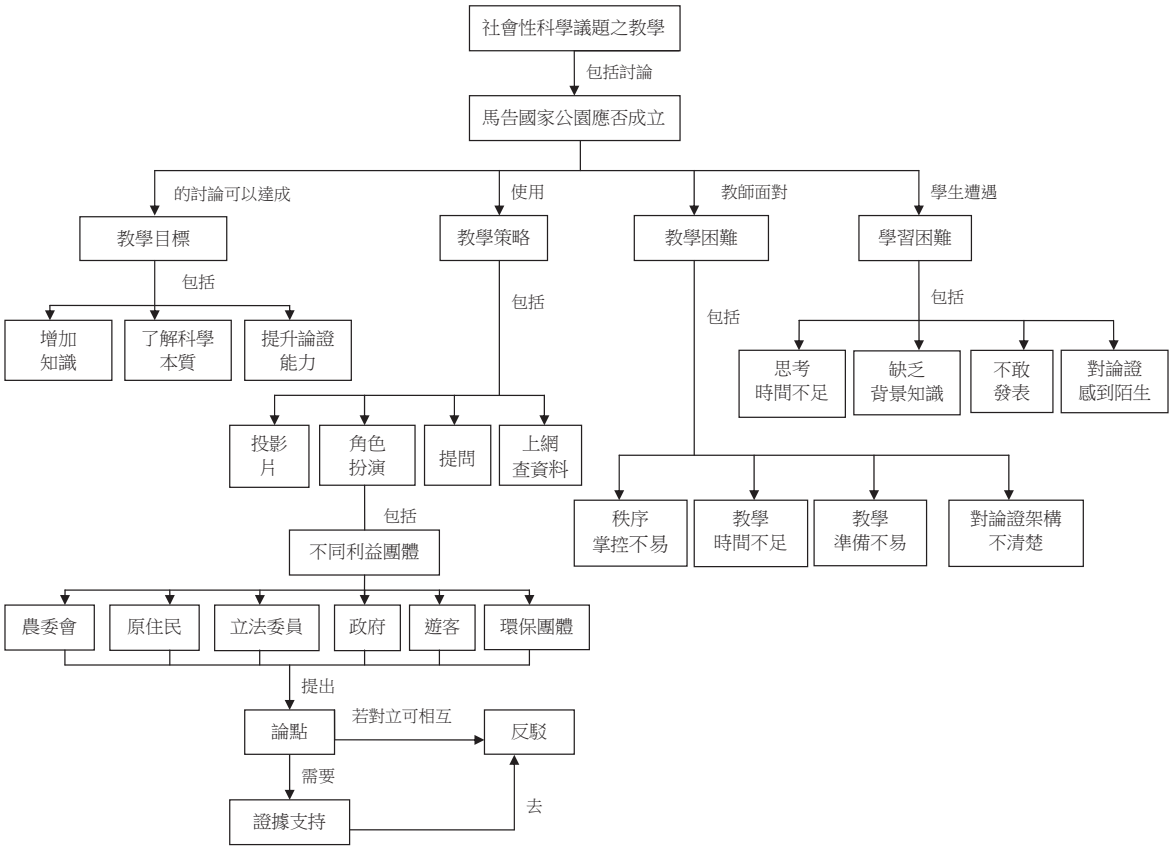


圖4：資深乙教學後概念圖

「反駁」，且需要「證據支持」。上述的兩部分強調出「教學知識」與「論證知識」。3. 教學困難，包括秩序掌控不易、教學時間不足、教學準備不易、對論證架構不清楚等「教學知識」。4. 學生的學習困難，包括思考時間不足、缺乏背景知識、不敢發表、對論證感到陌生等，屬「學生知識」。

兩幅概念圖中的改變包括：1. 原本談國家公園知識的議題知識轉變成「教學知識」中的「教學目標」；2. 出現屬於「教學知識」的「教學策略」，由此延伸出「論證知識」的應用；3. 除了教學目標、策略外，「教學知識」出現了「教學困難」；4. 出現學生困難的「學生知識」。

(三)資淺A

教學前的概念圖內容分兩部分(圖5)：1. 有關「論證教學」的內容知識，資淺A利用屬於「教學知識」的「生活中的例子」教導「論證」，而論證包括「論點、反論點」，此二部分需要找「證據」支持，而證據需要經過「判斷」，也可用來支持「反駁」。2. 屬於「議題知識」的背景知識，由此討論「國家公園是否成立」。而二者之間的連結是論證的目的——「解決爭議」，解決爭議可練習討論「國家公園是否成立」。

教學後的概念圖則分四部分(圖6)：1. 生物和環境的關係，涵蓋生物的「分佈」和「構造」；2. 臺灣特有種生物，其下有「棲

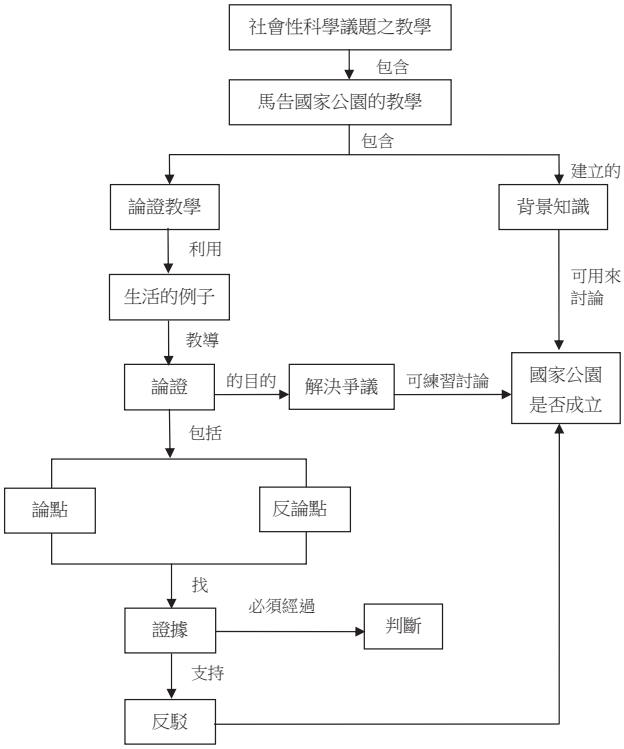


圖5：資淺A教學前概念圖

地」，棲地的破壞造成「瀕臨絕種」。3. 認識國家公園，包括位置、特色、功能、影響，影響會涉及「正、負面」；4. 討論馬告國家公園成立與否的問題，其下包含「各方的論點」。其中前三部分屬「議題知識」，第四部分則屬「論證知識」。

上述四部分可融入「教學策略」進行教學，包括利用「查資料」和「e化白板講述」找出「證據」，再提供小組或全班討論、全班辯論、公聽會、角色扮演等活動來進行。其中全班辯論可讓學生相互「反駁」，而全班辯論、公聽會、角色扮演等活動結束則舉行「投票」，最後「做出決定」。教學策略之下的概念多屬於「教學知識」的範疇，只有「反駁」概念屬於「論證知識」。

兩張概念圖的差異為：1. 教學前唯一用到的「教學知識」是舉例，由此衍生出「論證知識」；2.「議題知識」做更深入、更精緻化的說明；3. 將議題知識融入「教學知識」後進行各種活動，再於活動中讓學生使用到「論證知識」。換言之，資淺A已不再強調論證知識必須獨立教導，而是融合議題與教學，因而形成他教導此一議題的PCK。

(四)資淺B

資淺B教學前畫下的概念圖分兩部分(圖7)：1. 論證知識，包括提出「論點」和「反論點」。論點之下有「主張」和「理由」，並可延伸出「反駁」，這些都需要「證據支持」，而反駁則針對反論點來說。2. 馬告國家公園的知識，涵蓋「成立的原因」和「影響層面」。

教學後(圖8)，資淺B在教學中先強調出「議題內容」，再於教議題內容的過程中，融入「教學知識」和「論證知識」。議題內容之下包括「臺灣的國家公園」和「成立馬

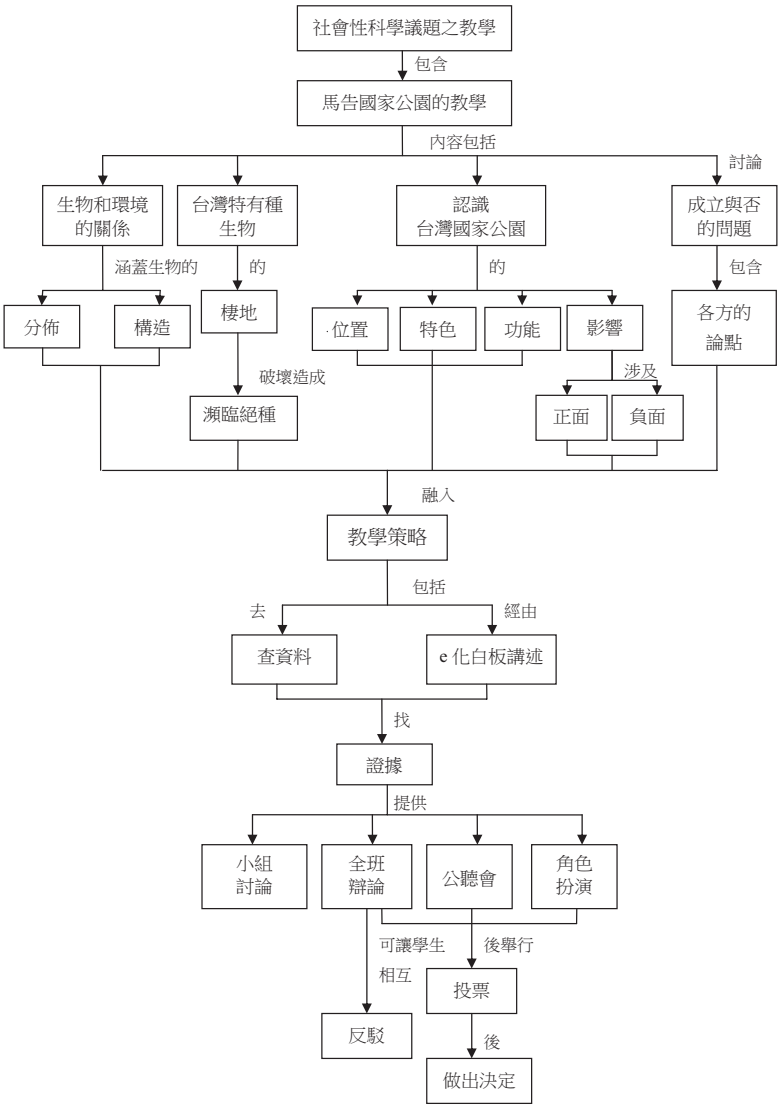


圖6：資淺A教學後概念圖

告國家公園」。而臺灣國家公園涵蓋「成立的源由」與「各個國家公園」，這兩部分可利用「e化教學」做介紹，之後提示重點再讓學生「查資料找出」，接著做「分組報告」；成立馬告國家公園涵蓋「爭議」與「背景」，爭議之下有「贊成」和「反對」的「理由」，理由可藉由「查資料找出」，然後再進行「角色扮演」，於角色扮演中提出「論點」與「反論點」，論點與反論點之間可相互「反駁」；此外，查資料後可進行「寫投票單」的活動，接著再「做出決定」。

兩張概念圖的差異包括：1. 教學前先說明論證組成的「論證知識」，才切入「議題知識」，此二部分是分開的，且未提及「教學知識」；2. 教學後，「議題知識」先融入「教學知識」，再融入成立國家公園的爭議之下談「論證知識」，進行論證活動。也

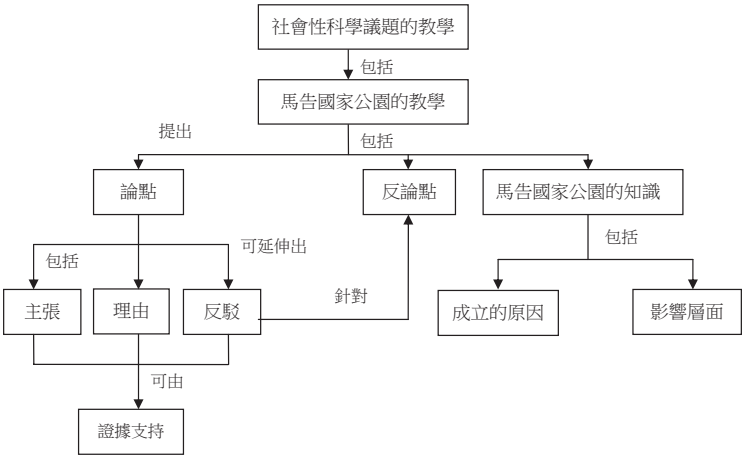


圖7：資淺B教學前概念圖

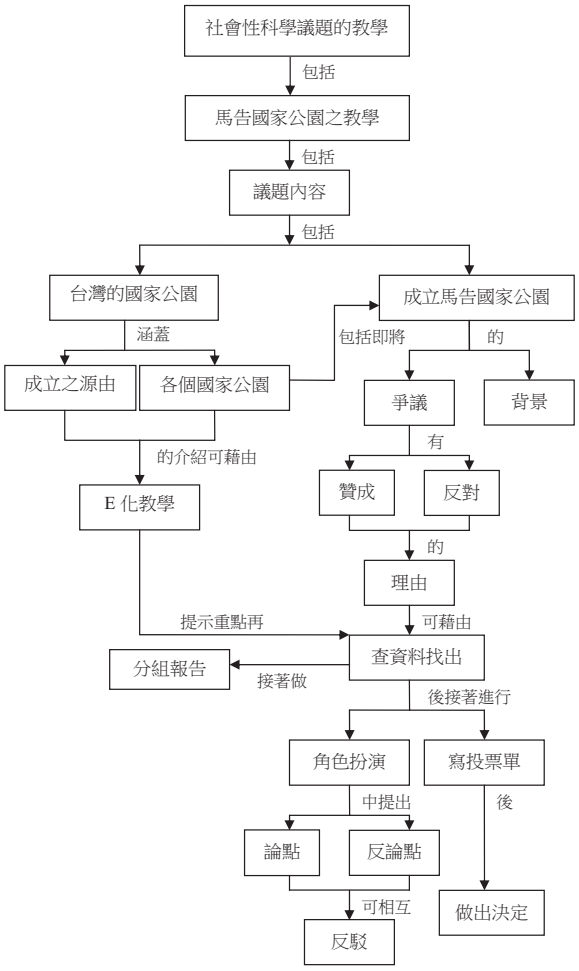


圖8：資淺B教學後概念圖

就是說，資淺B在教學後將「議題知識」和「論證知識」分別與「教學知識」做結合，形成她教學的PCK。

二、資淺與資深教師知識建構的比較

(一)教學前的比較

平均來說(圖9)，每位資深教師在教學前建構的概念數為21.0，概念間的關係數為20.0，概念分枝數為6.0，資淺教師則為12.0、11.0和3.0；而資深教師的概念階層數為4.5，資淺教師為5.5；兩組教師的橫向概念連結數之平均值皆為3.0。整體來說，準備期間資深教師的知識建構較佳。

就質性面向來看，四位教師教學前之知識建構皆聚焦在「論證知識」與「議題知識」。其中兩位資淺教師對於SSI教學都以「論證知識」為主，「議題知識」為輔，且提及論證知識的概念數都比議題知識之概念數來得多。相對地，兩位資深教師的知識建構則以「議題知識」為主，再輔以「論證知識」，正好與資淺教師相反。此一差異，主要來自資淺與資深教師在知識建構上的考量不同。

研究者：請說明一下，您教學前畫的概念圖，為什麼是圖上顯示的這樣？有考量什麼原因嗎？

資淺A：要培育學生論證能力，我想應該先幫助他們知道論證是什麼，熟悉論證的元素，再去談議題內容，之後才能論證馬告國家公園是否成立。(ID4)

資淺B：教學要培養學生論證能力，所以學生就要先懂得什麼是論證，先瞭解論證的組成，再瞭解成立馬告國家公園的影響，如此才能幫他們形成自己的論點。(ID4)

資深甲：論證對學生來說是有難度的，所以讓學生先建立一些議題的背景知識，從這裡做延伸，再來談論證，學生較易進入狀況。(ID4)

資深乙：教這個議題可搭配課程中談保護環境的單元，先形成學生的先備知識，然後談到爭議時，再切入論證。論證要

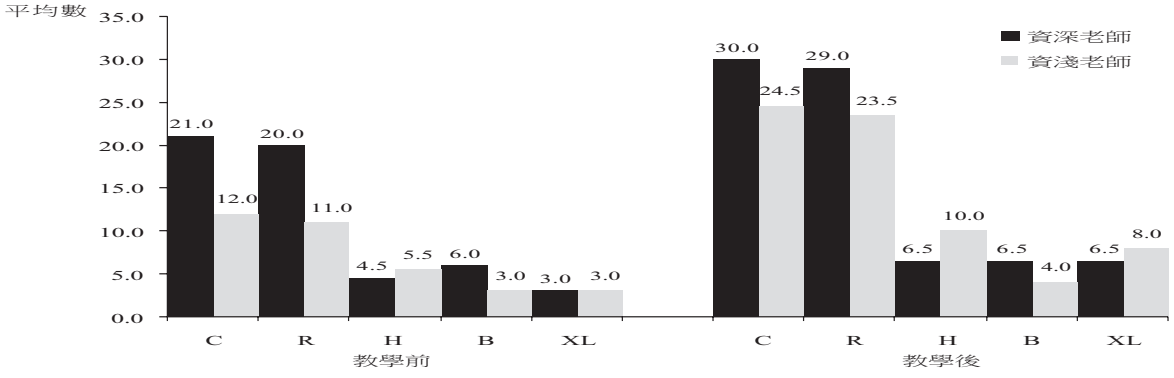


圖9：資深教師與資淺教師概念圖之量化平均得分情形

有內容，直接就談論證，學生會不瞭解。(ID4)

顯然地，兩位資淺教師直接考量的是「培育學生論證能力」，相當於以「教學目標」為前提；然而，資深教師是從「學生學習難易」做出發，因而展現出不同於資淺教師的知識建構。

(二)教學後的比較

平均來說(圖9)，每位資深教師在教學後建構的概念數為30.0，概念間的關係數為29.0，概念分枝數為6.5，資淺教師則為24.5、23.5和4.0；而資深教師的概念階層數為6.5、橫向概念連結數為6.5，資淺教師則為10.0、8.0。整體來說，兩組教師的得分都進步了，且之間的差距減小，但資深仍比資淺教師建構出較多的概念、概念關係和分枝數；至於在階層數與橫向連結數則不及資淺教師。

就質的面向來看，四位教師除了在「議題知識」發展出更多的概念、對此主題的知識建構得更縝密外，也都各自發展出教這些內容的教學策略。意即四位教師皆考量到「教議題或論證內容時，需採用何種策略」。顯然地，個人教導這些內容的PCK已成形。由訪談中，我們瞭解到影響四位老師知識建構的主因在於「真實教學」讓他們確定了教學策略的可行性，因而肯定教學知識如何搭配內容知識。

資淺A：正式教學後，教學策略得到了驗證，確定了我的想法。……先前沒顧慮到，那是因為當時只重視內容。(ID6)

資淺B：擬教案時，多數依著文獻上的建議來設計。……真正用了後，我才發覺沒那麼難，也才確定可教那些內容。(ID6)

資深甲：教學前，主要還是以議題和論證內容為主，教法其次。教了後，確認了預想的教學策略可行，我就肯定這樣搭配沒有錯。(ID5)

資深乙：教學前，文獻告訴我可用哪些教學策略來教SSI，我就想試試。直到課堂中結合內容去試，才覺得哪些方法是適當的，才肯定自己當初的採用。(IT2)

此外，針對教師教學後將論證知識直接融入討論爭議時才出現，未如教學前認為必須獨立教授，原因是受到研究者「提問刺激」的影響。研究者曾在四位教師報告設計教案時提到：「教論證時，學生一定要懂得論證組成的名詞嗎？例如論點、反論點、反駁等。」此一問題的提出，獲得四位教師熱烈的討論，也促進了他們進一步的反思。

資淺B：還是必須明示出來吧，否則學生不會懂論證的組成和論證是什麼。

資淺A：一個名詞接一個名詞教，再配合舉例，學生較容易瞭解論證。

資淺B：對啊，這樣比較具體。

資深甲：不過，這些抽象的名詞也會造成學生認知上的負擔。

資深乙：單單是理解，可能就是個問題，甚至會弄錯。

資深甲：組成論證的成份不止一個，

對成績好的學生也許OK，但對成績中或下的學生會是個問題。

資淺B：若不直接指出這些名詞並做出解釋和舉例，可以怎麼教呢？(IT1)

原先有人認為非教不可，有人則認為教了可讓學生更瞭解論證是什麼，有人則顧慮到名詞增加學生的認知負擔。然而，在有人提出可以「轉換提問的方式」後，他們不但認同，而且也陸續提出「問法」，並反省「在上課時間有限下，解說論證組成名詞的必要與否」。

研究者：請各位老師想想看，如果不提專有名詞，我們可以怎麼問？先想想主張和理由。(IT1)

資深乙：如果問「你是贊成或反對我們正在討論的問題？」然後接著問「為什麼？」這樣就等於問了主張和理由。

資淺B：沒錯，這樣問對學生來說，應該不難理解。

資淺A：甚至直接問「你的意見是什麼？為什麼？」就可以了。我平常上課也會這樣問他們，只是有些學生不習慣回答。

資深乙：常常問，多鼓勵他們發言就會習慣啦，只是我們常常沒有時間跟他們耗。

資深甲：如果問他們「如果有人反對你，他可能怎麼說？」這樣問就問到了反論點。

資淺A：甚至也可以在某位學生發言後，問問全班「有沒有人跟他不一樣的想法」？或者「有沒有人反對他」？

資淺B：對啊，「有沒有人不贊同他呢？」也可以。

資深甲：如果記名詞會增加學生學習負擔，我覺得像各位剛剛的問法就不必特別講解名詞了。

資深乙：可以要求他們會回應論證的提問就好了，不必提組成的名詞。

資淺A：上課時間實在有限，所以有時間再講名詞，沒時間名詞就放一邊。

資深甲：會回應提問比較重要。如果需要舉例，我們也可以提問後，舉例讓他們瞭解。

資深乙：看來不必然要提到專有名詞，只要透過轉化後的提問，一樣可以達成學習論證的目的。

值得一提的是，兩位資深教師提及了屬於「學生知識」的學生「學習困難」，或「教學知識」中的「教學困難」，此二個部分並未在資淺教師的概念圖上出現。針對此點，資淺老師提出了解釋。資淺B認為：「教學中有注意到學生的問題，但我想重點還是在我該怎麼教」(ID8)。資淺A則說：「既然是以SSI教學為核心，我覺得還是以教學的內容為主，學生問題為其次」(ID8)。相對地，兩位資深老師都強調學生「學習的困難」亦是教學中重要的一環，它是提醒教師如何調整教學策略去幫助學生學習的關鍵。

資深甲：瞭解學生的學習困難也是SSI教學必須注意的，教學前我只能猜測學生的困難和問題可能在哪裡，但教學過程就等於驗證了我的想法。(ID8)

資深乙：我會調整教學就是因為教學時察覺了學生論證的困難。……此點很重要，不能忽視。(ID8)

此外，兩位資淺教師「使用e化教學」來介紹臺灣的國家公園或教導如何找證據，此點是資深教師概念圖上缺少的部分。資淺A、B分別表示：「我已習慣e化教學，我用它連結到相關網站上，教學生如何找證據」(IT3)、「e化設備可以活化我的教學，像我要連到哪裡找資料給學生看，就可隨時連結……SSI教學中，我有安排學生找資料，事前就必須示範如何查到有用的資料」(IT3)。而資深甲、乙提及：「有想去用e化教室，……用了才會知道對SSI教學有沒有差別」(IT3)、「會考慮去用，但還沒有想到怎麼用到SSI教學中」(IT3)。相較之下，資淺教師已習慣使用e化教學，所以會主動將e化教學納入自己的SSI教學中，而資深教師則尚未去運用，因此e化教學還沒有成為他們從事SSI教學的一部分。

三、促進教師知識建構改變的因素

根據四位教師在不同階段的訪談內容，作者歸納出促進教師於實踐SSI教學前、後，知識成長和改變的因素如下：

(一)教師意願

四位教師之所以會答應接受邀請，主因皆是想接受教學上的挑戰，讓教學有所改變。資深甲說：「教書快二十年了，總希望能變化教學，所以想嘗試看看，也順便充實新知」(M1)，資深乙也表示：「我不喜歡一陳不變，一聽到我不太瞭解的SSI、論證，我就覺得會是個不錯的教學挑戰」(M1)。兩位資淺教師也表示自己已習慣倚賴教科書和教師手冊，應該在教學上做出改變，但也耽心自己無法勝任。資淺A說：「能跳脫教科書的限制當然好，可吸收新知，但我也怕我會教不好」(M1)。資淺B也認為：「我知道自己被教師手冊綁架很久了，是應該找機會改變，只是我的教學還有待磨練」(M1)。

(二)與研究者和成員的互動

在研究者給予四位教師口頭鼓勵、增強他們勝任的信心後，大家開始經歷「閱讀、分享、討論」的過程。初期時，研究者做了較多的解說和舉例。資淺A表示「老師在論證上的舉例很具體，讓我能清楚掌握論證組成之間的關連性」(ID1)，資深乙也認為「因為有教授的解說，所以我很快就抓到文獻的重點」(ID1)。此外，有些老師會主動上網查資料，再於討論時與其他老師分享。資深乙做討論時，就把他查到的資料印出來，提供給大家。

資深乙：這是我上網找到支持與反對馬告國家公園成立的訊息，提供大家參考。有鄉民代表、泰雅族族人、環保團體等，看了才知道他們為什麼反對。

資淺A：謝謝資深乙，真是太好了。

資淺B：我還以為多數的原住民和環保團體都贊成呢。

資深甲：我想從這些資料，我們至少聽到了與政府相反立場的

聲音。

資深乙：大家若還有查到其他的，就相互補充吧。(M9)

愈到後期的聚會，教師們提出的問題就不再是「這個名詞是什麼意思？這一大段在說什麼？」等解釋名詞或段落大意之類的問題(M2)，相對地，「這些知識足夠幫學生建立論證馬告國家公園的背景嗎？這樣的反駁到底充不充分啊？還有什麼例子可當證據呢？」(M11)……等具開放性且可討論的問題就不斷地被提出，討論的內容也愈加有深度。直到教師必須設計教學活動並撰寫出教案時，他們才開始深入思考教學策略的融入。資深乙認為：「因為對SSI議題和論證不熟，所以會先學這些知識，等到要開始準備教學時，才會想到如何搭配教學策略」(IT1)；而資淺A說：「舉例讓學生瞭解論證是我最初的想法，那個當下還沒想到整個教學活動要如何設計，直到教授說明必須撰寫教案了，我才開始思考要如何進行教學」(IT1)。這表示教師要確定「教學任務」後，他們積極整合議題知識、論證知識與教學知識的過程才會被啟動。

(三)實際教學

儘管小組成員對教師設計的單元提出一些建議，教師也依建議修正自己的教案，但直到教學計畫落實之際，教師們覺知到「理想與現實存有差距」後，他們才大幅調整自己的知識。在與學生的互動之下，四位教師體認到教學深度與流暢性的現實情況。換言之，他們開始驗證自己教學設計使用的各類知識，也同時建構起學生知識。也因為這樣的試煉，教師們才會根據學生知識，進一步調整教學。

資深甲：叫幾位同學起來回答反駁都說不出來，就知道反駁對學生來說是困難的。……先前雖然這樣想過，但教了就得到驗證。所以接下來我會多舉例、花時間讓學生做練習。(ID6)

資淺A：我一直以為學生進行角色扮演沒問題，試了才知道即使學生事前查了資料、做了準備，還是無法融入角色，所以我才會決定在公聽會開辦前，再給予學生一些訓練。(ID7)

資淺B：我發覺學生考量國家公園的功能時，都只談到保育動植物，沒提到其他方面，此部分就必須在下一節時做補充。(ID5)

當老師發現教學不如預期時，他們會修正原計畫中的策略或內容。例如資深乙發覺學生進行角色扮演時，不但未幫該角色代言，反而是以相反於該角色立場的意見來發聲。此一狀況讓他察覺學生不瞭解角色扮演。所以，他先以贊成馬告國家公園成立之「地方居民」為例，做出示範，再讓各組學生依各組扮演的角色上網查資料，然後讓各組學生討論和寫下這個角色可能的發言內容，最後再派代表進行角色扮演。資深乙說：「我發現學生扮演別人角色後，說著說著就會說成自己的意見，沒有查覺之間的矛盾。所以，我才會改變策略，先做說明和示範。」(ID7)再例如，資深甲發現讓學生回家查資料，學生做得不理想，所以她於次一週，就直接帶學生到電腦教室，先示範和解說如何查資料，再由各組學生一起查閱自己

所需的。對資淺B來說，她以「寫投票單」取代「角色扮演」，因為她發現進行角色扮演時，多數學生不會融入該角色；而資淺A在初步嘗試過角色扮演活動後，次一節也改以舉辦「公聽會」取代。他先要求各組上網把資料查好，再寫下各組代表角色的立場與論點，以便接續可在公聽會中做報告。

(四)反省

訪談者：相較於第一幅概念圖，為什麼你第二幅概念圖畫得比較複雜？(ID8)

資深甲：教學後的圖等於讓我反省先前教學的結果。

資深乙：經過訪談和實際教學，除了對議題本身有更深的瞭解外，對整個教學層面也有全新的認識。所以，邊回想邊畫概念圖，就有了更細緻的規劃。

資淺A：不管是訪談還是討論，與大家的對話總是引發我想更多，畫第二次概念圖時，等於就把先前所做的反省全部表達出來。

資淺B：畫概念圖等於提供了我再思考的管道，讓我更瞭解自己教時所具備的知識和對教學的安排。

顯然地，繪製概念圖的過程讓四位教師有再次深入反省自己先前教學的機會，因此他們能重新檢視自己的教師知識，對自己的知識結構做出修正和調整。

陸、討論

一、教學設計前教師知識的狀態

四位教師經歷了閱讀文獻和討論的聚會後，初步已建構出一些有關論證和議題內容的知識，而教學知識的部分則幾乎付諸闕如。若與教學後的概念圖比對，教學前的概念圖不論就組織或結構上，都顯得簡單且涵蓋較少的概念。van Eemeren與Grootendorst (1999)指出認知主體若要使用到論證，他就必須先精緻化自己的想法，並反思欲表達的內容。所以，他會在這個過程中建構出相關的知識，然後再將認知化為口頭或書寫的部分表達出來。Scholtz, Braund, Hodges, Koopman與Lubben (2008)也表示教師必須熟悉SSI與論證的內容，才可能進一步利用有效的教學策略，促進學生於SSI情境中做論證。由於繪製第一幅概念圖的時間點是在教師進行教學活動設計之前，所以四位教師尚未針對SSI教學，將已建構的知識做出較深層的組織與統合，甚至還未思考到如何教，因此教學設計前知識精緻化的程度有限，即使已經歷10次的聚會討論。

二、教學設計與實踐下教師知識建構的改變

教學設計與實踐促進教師將已建構的內容知識與教學知識做出進一步的整合，尤其對不熟悉、不確定的部分，不論是資深或資淺教師都會藉由教學實踐來獲得確認。這意謂著教學實務帶給四位教師的衝擊，不僅影響到教師知識必須做調整，更影響到其如何運用知識。也正因為是真實的面對學生，所以讓教師們原先處於理想狀態的教學計畫，有機會經歷實務的焠練，進而促使他們為了配合臨場的情境與問題，而將已建構的知識

加以實務化。所以，已建構的知識不但支援當下教學行動的需求，也突顯應付教學行動的不足，因此需要教師在後續的備課中，一再地調整與充實自己的教師知識。Leitão (2000)表示教學本身就是知識建構的論證歷程，教師藉著合理化自己教學的過程，將欲教的內容，不論是論證知識或議題知識，一方面整合進自己的認知結構中，另一方面再藉由教學實務做出辯證。如此一來，教師既淘汰了不合宜的實踐知識，也更精準地形成了自己教導某一主題的PCK。因此，儘管四位教師教學後建構出SSI教學的PCK不相同，但藉由教學實務的衝擊、教學經驗的累積，這些歷經情境化的PCK就更具實用性，同時也反映著教師知識的改變與成長。

三、資深與資淺教師知識建構的不同

兩組教師對SSI教學的「覺知面向」並不相同：資深教師於教學前感知「學習論證對學生是困難的」，所以認為應先介紹議題知識，再談論證知識，如此學生才能利用較易習得的議題知識去從事較難學習的論證；資淺教師則以「教學目標」(培育學生論證能力)做考量，所以先用實例建立學生論證知識，再談議題知識。而教學後，資深教師比資淺教師多繪出了「學生學習的困難」，考量的焦點仍以協助學生如何順利進行學習為主。

上述的結果說明著資深教師因專業成熟度較高、已體認到學生才是學習的主體，所以會以「學生需求」來思考教學的設計與實踐。相對地，資淺教師面對教學現場的經驗不但不足，且處於專業發展階段前期，較重視自己的教學準備與在實務上的表現(Kagan, 1992)，所以傾向以「教學需求」去考量。由於SSI教學的重點之一是訓練學生主動從不同觀點來思考問題，所以Levinson (2006)就認為教師應以學生為中心的立場來選擇SSI教學的內容與策略。顯然地，資深教師知識建構的方向較符合學者的建議。

至於「知識建構進步的幅度上」，兩組教師經過教學後，建構的「概念數」和「概念間的關係數」皆增加，這表示對教學主題的知識面向有更深的認識和瞭解。然而，資淺教師(12.0→24.5(+12.5)；11.0→23.5(+12.5))優於資深教師(21.0→30.0(+9.0)；20.0→29.0(+9.0))。此一差異來自畫第一次概念圖時，資淺教師在這兩個類項上畫出的數量就低於資深教師，這表示準備期間，兩組雖然同樣經歷了聚會討論，資淺教師內化這些知識的程度低於資深教師；但經過教學後，兩組教師皆加速了自己對議題和教學知識的內化與整合，此點突顯了實務教學對兩組教師知識建構的重要影響，尤其是對資淺教師。Traianou (2007)就闡述「教學需求」往往會讓教師的知識大幅成長，理由是資淺教師因在意教學的表現，更加重視精熟待教的內容，而本研究的結果可作為此一論述的證據。

至於資淺教師的概念階層數與橫向連結數之進步幅度(5.5→10.0(+4.5)；3.0→8.0(+5.0))，皆優於資深教師(4.5→6.5(+2.0)；3.0→6.5(+3.5))，雖然二者相差不大。Quinn等(2004)就表示階層數和橫向連結數愈高，代表知識結構的整合度愈高。由此來看，資淺教師的知識建構整合度於教學後略高於資深教師，此一結果也支持實務教學對資淺教師知識建構的影響，確實要比對資深教師來得大。

四、影響教師知識建構的因素

Greensfeld與Elkad-Lehman (2007)認為要促進教師改變的一個條件就是提供教師不同於以往的經驗，本研究即是如此，因而能

促進教師建構新知。而隨著研究階段的不同，會有不同的影響因素主宰教師的知識建構。例如知識建構初期時，因重點在熟悉SSI教學與論證，所以四位教師透過閱讀相關文獻、與其他成員互動、與研究者對話，將議題與論證等內容知識建構起來。之後，四位教師藉由教學活動設計和修正、實際教學，將已內化的內容知識與教學知識做進一步的整合，形成教導「興建馬告國家公園」的PCK。此外，在與學生的互動中，教師也發現自己教學上的不足、學生學習的問題等。至於知識建構後期時，四位教師展開對整個教學的反省，並調整已建構的知識結構，形成更具實用性的PCK。

雖然上述促進教師知識建構的因素，不脫離林樹聲(2007)過去的研究發現，但不同的是，本研究中的四位教師主要藉由「社會建構」學習到相關的知識。不論是小組成員的互動、與研究者的對話，再到課室內師生的互動，都是促進教師建構和調整SSI和論證知識的重要因素。而四位教師加入本研究就相當於加入一個學習社群一樣，每每在發現問題時，藉由分享與交流而得到支持的力量，這確實是讓教師願意繼續改變、接受挑戰的一大動力。Akerson, Cullen與Hanson (2009)就指出學習社群提供了教師成長的力量，是加速教師教學改變的動力。相較於一天式的研習、數天的工作坊，本研究提供教師知識建構的動力是長期且持續的，對教師的專業成長有更多的助益。

柒、結論與建議

經由上述的結果與討論，本研究獲致下列結論：

一、教學設計與實踐前、後，資深與資淺教師為SSI教學所建構的知識存在著差異

教學設計前，資深教師以建構「議題知識」為主，「論證知識」為輔；資淺教師則相反。而教學實踐後，資深教師描述出學生學習困難、教師教學困難、或評量等教師知識，資淺教師則否。

二、教學活動設計與實踐導向的歷程促進資深與資淺教師發展個人化與情境化的PCK

經歷教學設計、修正與實踐後，四位教師不但將論證知識與議題知識統整在一起，而且也融合了教學知識，形成個人教導SSI並符合個人所在情境的PCK。若沒有這些經驗，尤其是教學實踐，不論是資深或資淺教師對議題知識與論證知識的內化與整合都相當有限。

三、教師知識建構的階段不同，影響知識建構的主要因素就不相同

在知識建構初期，小組成員互動、與研究者對話是影響教師知識建構的主要原因，中期以課室教學經驗為主要影響，後期則是以教師自我反思為主。綜合來說，與學生互動是促進教師進行深層反思的重要歷程，此一歷程牽動著教師於教學中調整議題與教學知識，以符合學生學習的需要。

由此衍生有關師資培育的建議為：不論是資淺或資深教師參與進修活動，除了學習新知外，更重要的是協助他們將新知轉化為活動設計的內容，並讓他們真實實踐自己設計的活動。由本研究的結果可知「活動設計與實踐導向」的SSI教學經驗能加速教師將已建構的新知內化、整合與組織起來，進

而發展出教學行動所需的PCK。所以，面對國民教育九年一貫綱要，尚未被推廣或大規模實踐的教學議題，例如自然之美、科學倫理、科學本質等，皆可試著採用這樣的方法來推行，並能藉此提升教師的專業。

其次，不論是想法或行為，資淺教師能從資深教師身上獲得教學上的啟發相當重要。在本研究中，資深教師針對新議題之教學而建構新知的歷程、及其建構知識背後的理念，亦可作為資淺教師的參考。如何進一步透過方法，例如訪談，增加不同年資教師之間的互動，讓資深教師的PCK與其教學理念具體表現出來，藉此與資淺教師做交流，促進彼此的成長，這將是師資培育課程中可納入的作法。

最後，由於繪製概念圖此一收集資料的策略，可將教師內隱且默會的知識具體化，教師因此更清楚知道自己當下教師知識的狀況，因而就有改善的依據。本研究觀察的四位教師，在參與本計畫之前，都不曾有機會將自己對某一主題所建構的內容知識、教學知識和學生知識等內涵表徵出來。Black與Halliwell (2000)指出教師若能瞭解自己實務知識的建構和成長，就能藉此反思自己備課與教學的情況，進而為自己創造專業改變的機會。換言之，透過表達出教師知識的過程，可提升教師覺知自己知識建構的敏銳度，以作為修正教學的依據。也因此，不論是職前培育或在職進修的階段，都應該重視讓教師具體表達出教學知識建構的狀況，以利他們修正自己的教學。

誌謝

針對本文的完成與刊登，作者要感謝國科會專題研究計畫(NSC95-2522-S-415-001-MY3)、(NSC95-2522-S-142-001-MY3)、(NSC 99-2628-S-415-002-MY2)的經費補助、四位教師與其學生的合作，以及兩位匿名審查專家的寶貴建議。

參考文獻

1. 林宗進、林樹聲、陳映均(2010)。大學生對基因改造作物議題的認知與論證能力之研究。**科學教育學刊**，**18**(3)，229-252。
2. 林樹聲(2007)。國小資深科學教師的專業改變：以基因改造食品議題之教學為例。**科學教育學刊**，**15**(3)，241-264。
3. 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。
4. 洪振方、林裕仁、魏子婷(2010)。專精教師與生手教師經營論證教學的分析與比較。**科學教育學刊**，**18**(3)，205-227。
5. 陳向明(2002)。**社會科學質的研究**。臺北市：五南。
6. Adams, P. E., & Krockover, G. H. (1997). Concerns and perceptions of beginning secondary science and mathematics teachers. *Science Education*, *81*(1), 29-50.
7. Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D. L. (2009). Fostering a community of practice through a professional development program to improve elementary teachers' views of nature of science and teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(10), 1090-1113.
8. Black, A. L., & Halliwell, G. L. (2000). Accessing practical knowledge: How? Why? *Teaching and Teacher Education*, *16*(1), 103-115.
9. Calderhead, J. (1996). Teachers: Beliefs and knowledge. In D. C. Berliner & R. C.

Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 709-725). New York: Macmillan.

10. Carter, K. (1990). Teachers' knowledge and learning to teach. In W. R. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 291-310). New York: MacMillan.
11. de Jong, O. (2000). The teacher trainer as researcher: Exploring the initial pedagogical content concerns of prospective science teachers. *European Journal of Teacher Education*, *23*(2), 127-137.
12. Donovan, M. S., Bransford, J. D., & Pellegrino, J. W. (Eds.). (1999). *How people learn: Bridging research and practice*. Washington, DC: National Academy Press.
13. Eraut, M. (1994). *Developing professional knowledge and competence*. London: Falmer Press.
14. Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2008). Exploring preservice elementary teachers' critique and adaptation of science curriculum materials in respect to socioscientific issues. *Science & Education*, *17*(8-9), 829-854.
15. Geddis, A. N., Onslow, B., Beynon, C., & Oesch, J. (1993). Transforming content knowledge: Learning to teach about isotopes. *Science Education*, *77*(6), 575-591.
16. Gray, D. S., & Bryce, T. (2006). Socio-scientific issues in science education: Implications for the professional development of teachers. *Cambridge Journal of Education*, *36*(2), 171-192.
17. Greensfeld, H., & Elkad-Lehman, I. (2007). An analysis of the processes of change in two science teachers educators' thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, *44*(8), 1219-1245.
18. Gunstone, R. (1999). Content knowledge, reflection, and their intertwining: A response to the paper set. *Science Education*, *83*(3), 393-396.
19. Guskey, T. R., & Huberman, M. (Eds.). (1995). *Professional development in education: New paradigms and practices*. New York: Teachers College Press.
20. Hogan, T., Rabinowitz, M., & Craven, J. A. (2003). Representation in teaching: Inferences from research of expert and novice teachers. *Educational Psychologist*, *38*(4), 235-247.
21. Jones, A., & Compton, V. (1998). Towards a model for teacher development in technology education: From research to practice. *International Journal of Technology and Design Education*, *8*(1), 51-65.
22. Kagan, D. M. (1992). Professional growth among preservice and beginning teachers. *Review of Educational Research*, *62*(2), 129-169.
23. Kinchin, I. M., Hay, D. B., & Adams, A. (2000). How a qualitative approach to concept map analysis can be used to aid learning by illustrating patterns of conceptual development. *Educational Research*, *42*(1), 43-57.
24. Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, *45*(2), 169-204.
25. Lee, H., & Witz, K. G. (2009). Science teachers' inspiration for teaching socio-scientific issues: Disconnection with reform efforts. *International Journal of Science*

Education, *31*(7), 931-960.
26. Levinson, R. (2006). Towards a theoretical framework for teaching controversial socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, *28*(10), 1201-1224.
27. Leitão, S. (2000). The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, *43*(6), 332-360.
28. Meijer, P. C., Verloop, N., & Beijaard, D. (1999). Exploring language teachers' practical knowledge about teaching reading comprehension. *Teaching and Teacher Education*, *15*(1), 59-84.
29. Meyer, H. (2004). Novice and expert teachers' conceptions of learners' prior knowledge. *Science Education*, *88*(6), 970-983.
30. Mintzes, J. J. (2006). Concept mapping in college science. In J. J. Mintzes & W. H. Leonard (Eds.), *Handbook of college science teaching* (pp. 67-75). Arlington, VA: National Science Teachers Association Press.
31. Novak, J. D. (1998). *Learning*, *creating*, *and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
32. Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
33. Osborne, J., Simon, S., & Erduran, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 994-1020.
34. Oulton, C., Dillon, J., & Grace, M. M. (2004). Reconceptualizing the teaching of controversial issues. *International Journal of Science Education*, *26*(4), 411-423.
35. Pigge, F. L., & Marso, R. N. (1997). A seven year longitudinal multi-factor assessment of teaching concerns development through preparation and early years of teaching. *Teaching and Teacher Education*, *13*(2), 225-235.
36. Quinn, H. J., Mintzes, J. J., & Laws, R. A. (2004). Successive concept mapping: Assessing understanding in college science classes. *Journal of College Science Teaching*, *33*(3), 12-16.
37. Rich, Y., & Almozlino, M. (1999). Educational goal preferences among novice and veteran teachers of science and humanities. *Teaching and Teacher Education*, *15*(6), 613-629.
38. Roberts, R., & Gott, R. (2010). Questioning the evidence for a claim in a socio-scientific issue: An aspect of scientific literacy. *Research in Science & Technological Education*, *28*(3), 203-226.
39. Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(5), 513-536.
40. Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(1), 112-138.
41. Sanders, R. L., Borko, H., & Lockard, J. D. (1993). Secondary science teachers' knowledge base when teaching science courses in and out of their area of certification. *Journal of Research in Science Teaching*, *30*(7), 723-736.

42. Scholtz, Z., Braund, M., Hodges, M., Koopman, R., & Lubben, F. (2008). South African teachers' ability to argue: The emergence of inclusive argumentation. *International Journal of Educational Development*, *28*(1), 21-34.
43. Schwab, J. J. (1971). The practical: Arts of eclectic. *The School Review*, *79*(4), 493-542.
44. Shulman, L. S. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (3rd ed., pp. 3-36). New York: Macmillan.
45. Sternberg, R. J., & Horvath, J. A. (1995). A prototype view of expert teaching. *Educational Researcher*, *24*(6), 9-17.
46. Tobin, K., Tippins, D. J., & Gallard, A. J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 45-93). New York: Macmillan.
47. Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
48. Traianou, A. (2007). *Understanding teacher expertise in primary science: A sociocultural approach*. Taipei, Taiwan: Sense.
49. Tsai, C.-C. (2002). A science teacher's reflections and knowledge growth about STS instruction after actual implementation. *Science Education*, *86*(1), 23-41.
50. van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, *38*(2), 137-158.
51. van Eemeren, F. H., & Grootendorst, R. (1999). From analysis to presentation: A pragma-dialectical approach to writing argumentative texts. In J. Andriessen & P. Coirier (Eds.), *Studies in writing: Foundations of argumentative text processing* (Vol. 5, pp. 59-73). Amsterdam, The Netherlands: Amsterdam University Press.
52. Veal, W. R. (2004). Beliefs and knowledge in chemistry teacher development. *International Journal of Science Education*, *26*(3), 329-351.
53. Verloop, N., van Driel, J., & Meijer, P. (2001). Teacher knowledge and the knowledge base of teaching. *International Journal of Educational Research*, *35*(5), 441-461.
54. Walker, K. A., & Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about socio-scientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of Science Education*, *29*(11), 1387-1410.
55. Zeidler, D. L., Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2003). The role of argument during discourse about socioscientific issues. In D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 97-116). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic.

科學教育學刊
2012, 第二十卷第一期, 41-68

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(1), 41-68

The Comparison of the Novice and Experienced Teachers' Knowledge Construction about Socioscientific Instruction before and after Actual Implementation

Shu-Sheng Lin[1,*] and Chi-Chin Chin[2]

[1]Graduate Institute of Mathematics and Science Education, National Chiayi University
[2]Department of Science Application and Dissemination, National Taichung University of Education

Abstract

This study presents comparative case studies of novice and expert teachers' knowledge construction for designing and implementing a SocioScientific Issue (SSI) unit in order to improve students' argumentation skills. The study adopted a qualitative approach and data collection consisted of interviews and teachers' concept maps about SSI instruction. The teaching experiences of four participants spanned 4 to 17 years. The results revealed the teachers' limited integrated background knowledge of the issue and argumentation knowledge, before they designed the unit. The experienced teachers put emphasis on constructing knowledge for students' needs, but the novice teachers tended to focus on teacher need to construct knowledge. The unit design and implementation supported teachers internalizing and integrating their background knowledge of the issue, of argumentation knowledge and instructional knowledge, and subsequently developing their pedagogical content knowledge for SSI instruction. The experienced teachers constructed knowledge about assessment, student difficulties and teaching difficulties, but the novice teachers did not. Classroom experience is the key factor that made the four teachers deeply reflect on their knowledge construction and then adjust their knowledge construction to meet the needs of their SSI instruction and of student learning.

Key words: SocioScientific Issue Instruction, Elementary School Teachers, Argumentation Skills, Pedagogical Content Knowledge

* Corresponding author: Shu-Sheng Lin

06-林樹聲.indd 68 2012/3/15 下午 01:34:43