

網路與課室學習環境促進學童論證能力之效益

洪振方、林志能*

本研究旨在設計論證素材，規劃論證活動，並將之轉化為可在網路學習環境與課室學習環境中具體操作的論證課程，藉以提升學童論證能力。研究方法採用準實驗研究的不等組前後測設計，以葉玉珠（2003）的「批判思考測驗-第一級」為前測，以研究者自編的「論證能力測驗」為後測進行共變數分析。研究對象為國小六年級學生共 103 人，進行連續八週的實驗教學活動後，比較網路論證學習環境組、課室論證學習環境組和對照組三組學生論證能力的表現。資料分析顯示課室論證學習環境組學童的論證能力表現比網路論證學習環境組好，課室論證學習環境的設計對六年級學童整體的論證能力提升有幫助，且具有中度以上的實驗效果量，因此在教學實務上具有推廣的價值。另外，研究也發現學生使用論證語言來進行解釋時主要是進行現象的描述，使用論證語言來進行辯護時主要是為自己的宣稱進行防禦，使用論證語言來進行反駁時主要以思考對方弱點的方式來進行。

關鍵詞：網路學習環境、論證能力、論證學習環境

* 洪振方：國立高雄師範大學科學教育研究所教授
林志能：國立高雄師範大學科學教育研究所博士候選人
gyver.lin@msa.hinet.net

The Effect of Argumentation-Based Learning Environment on Promoting 6th Grade Students' Argumentation Abilities

Jeng-Fung Hung & Chih-Neng Lin*

This study aimed to design an argumentation-based learning environment to promote the argumentation abilities of 6th grade students. Three intact classes with a total of 103 students participated in the study. The treatments lasted for eight weeks to compare the argumentation performance in three different groups: the online argumentative-based learning group (OG), the in-class argumentative-based learning group (IG), and the control group (CG). This study, which adopted a quasi-experimental design, used the Critical Thinking Test I (Yeh, 2003) for pre-test and an Argumentation Ability Test for post-test. The results showed that: a) The argumentation abilities of the students in the IG group were superior to those in the OG group and the effect size was medium. The implication revealed that the design of IG could be applied to teaching practice. b) Students' argumentation focused mainly on describing a phenomenon instead of explaining it, c) Students defended their own claims while they were in the debate, and d) Students rebut by identifying their opponents' weaknesses in arguments.

Keywords: *argumentation abilities, argumentation-based learning environment, networked learning environment,*

* Jeng-Fung Hung: Professor, Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

Chih-Neng Lin: Ph.D. Candidate, Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

網路與課室學習環境促進學童論證能力之效益

洪振方、林志能

壹、研究背景與目的

一、前言

科學學習不只應重視探究能力的培養，尤其應特別強調論證過程的動態呈現，以培養學生論證的能力來理解並認識這個世界（American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993；Zohar & Nemet, 2002；Organization for Economic Cooperation and Development [OECD], 2004；Osborne, Erduran, & Simon, 2004；Kuhn, 2005；Sandoval & Millwood, 2005；Kuhn & Udell, 2007；教育部，2001，2010；林志能、洪振方，2008）。學生透過論證的過程，不僅可以闡述特定的概念理解以當作支持的理由，並且會試著辯證他們的觀點，而其他人則會挑戰其觀點，表示懷疑，產生另有的想法，因此一個清楚的概念瞭解將會在論證的過程中浮現出來（Newton, Driver, & Osborne, 1999）。上述科學學習的核心目標是要說服學習者能夠為他所抱持的想法去尋求合適的證據及理由，並且將證據和理由之間的關係作一個合理且有效的連結，然後認真地把它們當作是信念及未來行動的指引，以便監控並促進自己的科學學習。

教育部於九年一貫課程綱要中指出，中小學資訊教育總藍圖的整體願景是「資訊隨手得，主動學習樂；合作創新意，知識伴終生」。其中特別指出學生要具備運用資訊進行判斷、組織、決策與處理的能力，並能創造新資訊；如此，不但能養成獨立學習的習慣，以能在全球化的網路學習社群中與他人進行合作學習，培養健全的社會價值觀與開闊的世界觀（教育部，2001）。從上述說明中，可以發現本質上資訊教育的教育目標可以看成是一個運用資訊、進行問題解決的活動，希望訓練學習者能在眾多訊息海洋中，找尋有意義的證據，以說服自己建構合適的觀點，並經由群體澄清的網

路特性，達到個人知識重構的目的。

Reiser (2002) 把網路輔助學習環境當成一種認知的工具，透過這種認知工具可以幫助學童來表徵和操作訊息，並讓這種認知工具變成主體和客體互動的一個載具。但是隨著網際網路快速發展，各種資訊取得變得更加快速便利，面對雜沓不一的多樣訊息，學習者常無法合宜考慮各種不同宣稱，以便針對所要認識的事物下一個合理的決策判斷，因此如何根據報章和媒體所獲得的訊息，找到不同的來源證據，得到彼此競爭的宣稱，然後進行決策呢？Osborne、Erduran 和 Simon (2003) 更進一步指出學習者需要使用論證來評估所獲得證據的有效性和可信度，並建立理由與證據之間的連結，以進行合宜的決策。

基於上述觀點，本研究設計論證素材，規劃論證活動，然後分別在網路學習環境與課室學習環境中將之轉化為具體可操作的課程，藉以提升學童論證能力；同時探討學童在兩個不同學習環境中使用論證語言來進行解釋、辯護和反駁等論證能力之表現。

二、研究目的與問題

本研究目的在設計論證學習環境並探討學童在此環境中論證能力之表現，以網路環境中進行論證課程的班級為實驗組一；以課室學習環境中進行論證課程的班級實驗組二；以不進行任何教學的班級為對照組，進行準實驗設計。其研究問題如下：

(1) 網路論證學習環境組、課室論證學習環境組和對照組的國小學童論證能力表現是否有差異？

(2) 網路論證學習環境組、課室論證學習環境組和對照組的國小學童論證能力的組型 (pattern) 有何不同？

貳、網路論證學習環境之理論根基

一、論證的意涵

論證是科學實務中相當重要的核心部份，大部分科學家的主要工作就是實際去形成一個論證架構、收集並權量證據、建構理由來支持假說以及針對另有的解釋進行討

論，同時科學社群成員也透過檢驗、批判科學家的主張，來管控並提升科學的品質。因此想要瞭解科學，就必須要先瞭解科學的論證是如何建構出來的（Kuhn, 1993；Driver, Newton, & Osborne, 2000；Duschl & Osborne, 2002）。科學論證是在探究過程中所建構的一個符號產品，科學家藉由提供證據，考慮反證和競爭假設等智力生產活動來解決各種不同的觀點，以支持其研究假設，建構其科學理論，然後形成科學知識，而透過對不同科學知識進行評價，科學亦得以進步（Kuhn, 1993；Lawson, 2003；Osborne et al., 2004；Kuhn, 2005；Nussbaum, Sinatra, & Poliquin, 2008）。亦即科學家透過使用科學語言來進行解釋、交流和說服，然後說服自己並與科學社群進行溝通，透過科學論證進而達到瞭解科學現象的目的。

本研究採用上述觀點，分別從個人的角度和社會意義兩個層面來探討論證。從個人角度來看，將論證視為是個人使用推理、理論想法或實徵證據來對知識宣稱形成判斷，亦即個體需能以證據來支持理論，透過適當合適的證據支持自己所提出的理論，當個體能提出證據，描述證據與理論之間的因果關係，則比較能說服自己接受這個論證，因此特別強調理論性解釋和證據兩者的相關強度，希望邏輯能完整融貫，理論與實際能保持一致彼此不矛盾。而從社會意義的觀點來看，則是個人與個人之間存在一些爭論或是不同的意見，而其中一方試圖藉由說科學（talking）或是科學寫作（writing）的方式，針對特定宣稱，提出說服另一方的一種理性的社會性活動，學習者經由互相討論、挑戰、質疑和辯論，讓兩個或更多人融入在對宣稱的正反爭論的對話過程中，進而達到協調自己觀點和他人觀點的論證能力（Aleixandre & Erduran, 2008；Garcia-Mila & Andersen, 2008；林志能、洪振方，2008）。

由上論證能力的展現方式不僅可以使用「理論與證據的協調」的方式，進行一種內在、個人的心理對話歷程，同時也可以使用「個人觀點與他人觀點的協調」的方式，進行外顯、社會性的對話。因此 Kuhn（2005）認為論證的認知活動應同時兼顧發展「理論與證據的協調」以及「個人觀點與他人觀點的協調」，依此脈絡 Kuhn 提出 10 個論證的認知活動來發展提升學童的論證能力；這十個活動分別是「產生推理」、「精緻推理」、「以證據來支持推理」、「評論推理」、「發展推理進入論證」、「審查並評估對立觀點的推理」、「產生用來反駁他人推理的論點」、「對他人用來反駁的論點產生抗辯」、「考慮正反兩方的證據」、「學習評估正反兩方的觀點」（Kuhn, 2005）。

而本研究中主要論證教學活動的設計原理，則依照上述理念進行設計。首先，透過「產生推理」、「精緻推理」、「以證據來支持推理」的活動關卡設計，將原本個人的、

內在的思考歷程，透過明確的活動目標指引，讓學生得以提升「**理論與證據協調**」的論證技能，能**與自己進行論證**。其次，透過「評論推理」、「發展推理進入論證」、「審查並評估對立觀點的推理」、「產生用來反駁他人推理的論點」、「對他人用來反駁的論點產生抗辯」、「考慮正反兩方的證據」、「指導評估正反兩方的觀點」等目標明確的活動關卡設計，有計畫的引領學生在對話的脈絡中共同建構論證，以提升「**個人與他人觀點協調**」的論證技能，能**與他人進行論證**。

二、網路論證學習環境

Bransford、Brown 與 Cocking (1999, pp. 206-230) 曾在《學習原理：心智、經驗與學校》“How People Learn”一書中指出：未來能支持學習的科技應該要建構在「以學習者為中心」、「以知識為中心」、「以社群為中心」、「以評量為中心」四個核心概念之上。Anderson (2004) 更進一步詮釋支持學習的科技在網路環境中的表徵形式。首先，網路環境中要能夠包含各種有組織含學科觀點的學習活動（**以知識為中心**），由於網路形式的學習環境具有不限時、地之特性，可破除學習時空之藩籬，同時此環境也具有多元化與即時性的學習內容，而這些內容的表徵方式非常多元豐富，不僅能使用聲音、語言、文字、影像、圖形、動畫、模擬、虛擬等各種型態，透過情境的鋪陳設計，不僅能表徵真實世界，同時也能創造各種不易理解的微觀或巨觀世界，讓個體置身於知識所在的複雜問題案例中，透過觀察、模仿、類比及一連串的實際活動，不斷的進行試驗、探索、操弄、反思及修正的歷程，透過一連串有組織的學習活動，完成概念的學習，達到情境認知的目的（林奇賢，1998；林奇賢、馬榮燦、林志能，2000；Brown, Collins, & Duguid, 1989）。其次，網路環境要能夠有能力來支持個別化以及社群為中心的學習活動（**以學習者為中心**），網路介面的設計可提供個別學習者以觀察、教導和練習等方式協助來達到學習目的，在必要的時候更可提供示範或淡出等認知師徒的方式幫助學習者進行認知的學習，不同學習者則透過與系統環境中不同介面的鷹架環境進行互動，進而促進概念理解（Collins, Brown, & Newman, 1989）。再其次，網路所承載之豐富資訊，能透過網路社群的建立與分享，以同步與非同步的形式進行合作學習活動（**以社群為中心**），與他人進行有意義的對談。經由介面設計或一些環境感測軟體（awareness tools）的協助，可以幫助學童覺察自己在同儕小組中所做的貢獻和地位，也可瞭解其他成員對小組的貢獻和參與，或是小組互動情形等等學生即時的學習狀態與反應（Clark, Stegmann, Weinberger, Menekse, & Erkens, 2008）。最後，由

於網路論證環境可結合學習者個別適性的學習內容以當作論證素材，建構鷹架環境協助學習者察覺自己的學習歷程，後設監控自己的學習，透過系統功能，學習者自己、同伴或教師隨時隨地得以做形成性評量和總結性評量（以評量為中心）。

Duschl 與 Osborne（2002）曾指出在科學教育中的論證教學，其學習環境的設計必須讓學生有機會實際從事論證內容的建構和評估等活動，並在活動過程中要求學生與他們的同儕必須能使用這些語言和推理。而目前結合網路學習環境進行論證學習的一些研究也大致呼應了以上看法，如：de Vries、Lund 與 Baker（2002）設計一個能提供同步和非同步學習的合作溝通介面，讓學習者透過此介面針對特定科學主題合作共同討論，最後並透過線上功能完成論證文本的建構。Jenmann 與 Dillenbourg（2003）以及 Janssen、Erkens 與 Kanselaar（2007）則設計了一些環境感測軟體（awareness tools），透過視覺化方式來呈現豐富資訊並讓學生能方便即時的取得相關有用的訊息等，以實際從事論證內容的建構。

本研究欲建立一個符合上述，能提供學生實際使用論證語言進行論證的學習平台。學習者先透過系統功能與設計進行人與資訊之間的「介面互動」，同時透過網路環境也能夠更方便、即時、立即、有系統的呈現並提示對互動學習者有用的資訊，進行人與人之間的「人際互動」，經由這種共同創建和智慧創作的共享，可以幫助並指引學習者去注意、傾聽並關注他人的意見，同時還可以將學習者關注的焦點導引到與任務相關的知識，以期能促進學習者的學習，然後進行多元觀摩或直接模仿、間接模仿等論證目標導向的活動設計，學習者得以在網路論證學習環境中合作進行有意義的對談及反思。因此，本研究網路論證學習環境的設計主要採用多元表徵的方式（圖、文、動畫等）設計教學媒材，並透過鷹架輔助的觀點，提供學習者論證思考的基本架構，進行理論與證據的協調，同時透過網路系統的輔助提供有意義的對話，進行個人觀點與他人觀點的協調，提升學生的論證能力。

三、論證能力及其評量

由於學習者論證能力的展現為，當面對情境的問題與數據時，能根據所獲得的資料對現象進行**解釋**說明，並產生個人的宣稱，同時也能為個人的宣稱進行合理的**辯護**，更甚者，要能思考別人宣稱的不足處，提出**反駁**他人的宣稱，激發其思考反向的可能性，進而重新評估自己原有的宣稱，以展現更高層次的論證能力（Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Sandoval & Millwood, 2005; Verheij, 2005; Simon, Erduran, & Osborne,

2006；Erduran, 2008；Garcia-Mila & Andersen, 2008；McNeill, 2008）。因此本文將論證能力分為三部分探討，其中**解釋能力**指能針對事物的現象、過程、狀態、道理等進行描述，以說明其含義、原因、理由（McNeill, 2008）。**辯護能力**則是為自己主張進行防禦，或是對不當攻擊所做的辯駁（Sandoval & Millwood, 2005）。**反駁能力**則是能思考對方弱點，以增加自己宣稱的力量（Garcia-Mila & Andersen, 2008, p.34）。

關於論證能力的評量，本文則考量論證結構和論證品質兩個向度，採匯合取向的論證評量方式，以下分別說明之。

（一）結構的考量

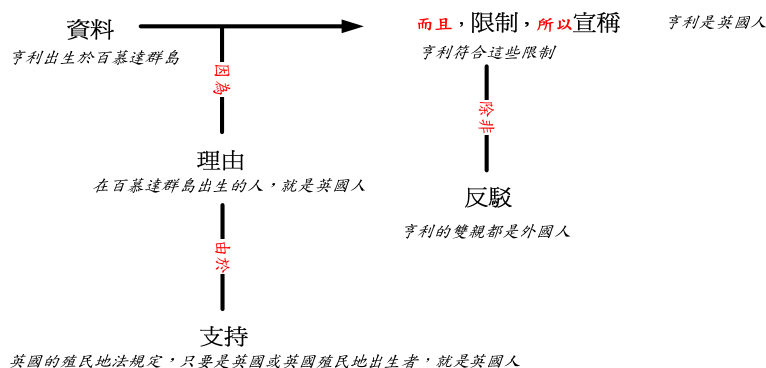


圖 1 Toulmin 論證組型

Note. From “The Use of Argument” (p.105), by S. Toulmin, 1958, Cambridge, UK: Cambridge University Press.

科學哲學家 Toulmin (1958) 從論證組型 (Toulmin Argumentation Pattern; TAP) 完整性出發來描述論證。Toulmin 的主要架構為使用宣稱 (claim)、資料 (data)、支持 (backing)、理由 (warrant)、限制 (qualifier) 與反駁 (rebuttal) 六個結構性元素來形成論證組型。其中宣稱是爲了被普遍性接受而公開提出的一個主張，資料則是支持一個宣稱的特定事實，支持則是依據可靠的特定事例所建立的經驗體系所做出明確的普適化原則，反駁則指出可能會損及支持論證力量的異常情況或例外情形，而限制則是指置於結論中顯示依賴程度之種類的一些措辭。通常科學家在建構其論證時，必須給定大量的資料數據，並依據這些資料數據得到一個宣稱，然後以理由來保衛他們提出的宣稱，而這些理由通常是有理論依據以作爲解釋基礎的，其一般形式爲

「IF D, THEN C」,「資料」是用來支持「宣稱」,使得「資料」和「宣稱」的關係產生合法連結,「理由」則提供「資料」與「宣稱」之間的連結,「支持」可用來強化「理由」、「反駁」則是用來指出「宣稱」不為真時的情況,Toulmin 認為即使所有這些元素並不須外顯出來,但一個論證組型如果不具備所有這些元素,則將被視為是不完備的。其示例如圖 1 Toulmin 論證組型所示。而往後的許多論證研究大都依循其 TAP 模式進行分析探討(Toulmin, 1958; Zohar & Nemet, 2002; Kelly & Takao, 2002; Erduran et al., 2004; Simon et al., 2006)。

(二) 品質的考量

學者認為學生的論點結構越完整者,其呈現的論證品質也越高(Clark & Sampson, 2008),因此論點中結構元素的完整與否,以及論點中證據、想法等所使用的數量多寡,也必須列入考慮,因此**生產性**為論證判準的基本要求。此外,若論點中能整合精確、相關、特定的科學知識,來支持所提的宣稱,其論點品質也較為科學社群所接受(Sadler & Fowler, 2006),因此**精緻性**則列為第二個考慮要素。最後Kuhn (2005)認為學生所提的論點應能前後一致符合邏輯的規準,如此才是一個高品質的論點呈現,本文亦採用**邏輯一致性**來評論證品質。

綜上所述本文中的內容因素考量**生產性**、**精緻性**、**邏輯一致性**三者,以下則整理其所採用出學者及概念性定義,如表 1 不同論證品質考量因素所示。

表1 不同論證內容考量因素(向度二)

內容因素	採用學者	概念性定義
生產性	Osborne、Erduran 和 Simon (2004) Clark 和 Sampson (2008)	學生討論主題的數量或是每個個別想法的辯論次數
精緻性	Sadler 和 Fowler (2006) Nussbaum、Sinatra 和 Poliquin (2008)	整合特定相關正確的科學知識
邏輯一致性	Kuhn 和 Udell (2003) Duschl (2008)	推理的恰當性,論點前後一致能符合邏輯規準

(三) 匯合取向的論證能力評量

本文試圖結合結構向度和內容向度當成論證評量的兩大檢核向度,並彙整兩大向度,提出論證品質檢核表以檢核學生所提的論證品質(如表 2 論證品質檢核表)。論

證品質檢核表的檢核方式為檢查學生所呈現的論點，當學生沒有提出任何宣稱時，則宣稱的生產性的得分為 0 分，若有提出宣稱時，則宣稱的生產性得分為 1 分。而當所提的宣稱中有整合精確、相關、特定的科學知識，則宣稱精緻性為 1 分，反之則沒有得分。當所提的宣稱能前後一致符合邏輯的規準，則宣稱的邏輯一致性得分為 1 分，反之則為 0 分。同樣的資料、支持、理由、限制、反駁的生產性、精緻性、邏輯一致性評分方式亦如同宣稱一樣，論證品質檢核表的得分為 0 到 18 分，透過此論證檢核表的評分，則可對論證品質的評定產生參照，檢核表得分越高者，表示其論點品質越佳；而檢核表得分低者，表示其論點品質越低。

在本研究中「論證能力」係指學童在研究者自編的「論證能力測驗」中使用解釋、辯護和反駁三種能力的得分情形。學童在「論證能力測驗」中得分越高者，表論證能力越高，得分越低者，表論證能力低。而「論證能力測驗」得分標準則依據上述「論證能力檢核表」進行評分。

表2 論證品質檢核表

內容 \ 結構	宣稱	資料	支持	理由	限制	反駁
生產性	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
精緻性	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
邏輯一致性	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

參、研究方法

本研究以 Kuhn (2005) 的論證教學理論為基礎，透過故事情境的導引設計成三階段十關卡的論證課程，然後分別在網路環境和課室環境中實做此論證課程。學童採用小組合作學習的方式，分別在上述環境中進行與自己論證、小組內論證、和小組間論證三個階段的學習反思，提升學生的論證能力。

一、研究對象與研究設計

本研究以台南縣某國小六年級三個班級學生（共計 103 名）為研究樣本，基於學校行政考量，採用叢集抽樣的方式，在分組的時候維持以原班級為單位，將之分配至

不同實驗情境，其中網路論證學習環境組（以下簡稱網路組）35 名學生，課室論證學習環境組（以下簡稱課室組）35 名學生，及對照組 33 名學生。研究實施時間為每週三下午實施 2 節外加課程，共為期兩個月。

本研究屬於準實驗研究不等組前後測設計，由於實施教學處理前，學童的論證能力起點並不相等，為排除準實驗研究內在效度的威脅，先在教學處理前施以批判思考能力前測以進行共變數分析調節。接著三組學生皆進行相同課程的基本論證語言介紹（包含 Toulmin 的六個論證元素簡介及使用，共四節課），以讓學生熟悉並具備基本的論證語言及技巧；最後網路組、課室組分別進行八週的網路論證課程和課室論證課程，實驗結束後進行論證能力測驗，以比較三組學生在實驗操弄之後，論證能力的表現差異。研究設計選用批判思考能力測驗當前測的原因，乃是 Missimer（2002）以及林煥祥、洪振方與洪瑞兒（2007）都認為一個批判思考社群的成員，不論是在對話過程或文章書籍表達，都是使用修辭、說服等論證形式來將知識建構的內在過程公開外顯出來，以和社群成員進行交談；Govier（1989）更具體指出批判思考就是使用論證的語言來進行推理，因此學生使用批判思考的方式來評鑑自己想法、澄清思考不足處、推演各種情況以及導出結論等，也是一種論證能力的展現。

二、實驗組別

（1）網路論證學習環境組：網路組學生透過網路論證學習環境的設計，進行「科德的難題」三階段十關卡的網路論證學習，並根據正、反意見的討論，形成宣稱。網路組是以網路匿名分組的方式實施，學生每三人組成小組，每兩小組互為對抗組。學生並不知道自己所屬的組別及組員，並經由網路介面設計進行互動討論，而教師事先透過系統功能將學生組別分配完成，並協助電腦問題排除，不參與活動討論。採用匿名的目的，乃是希望能發揮網路匿名及即時的特性，由教師依不同學習目的進行學習分組（異質分組），學習者在系統中並無法得知自己是和那位同學配對成一組，也無法得知敵對競爭組是那些伙伴，這樣的設計目的有二，能夠讓原來學習發表自信心較弱的學童能夠不受原來小組意見領袖的影響，即時（匿名）勇於呈現自己的想法；另外也便於觀察不同學習表現的學生在小組中的表現，瞭解學習表現高的學童是否能成為學習表現低的學童的學習鷹架，以便進行社會互動的學習。其次，學生可以公平客觀地看待並評估每一個組員所提的證據與宣稱，藉由比較、澄清和判斷這些論證素材所呈現的不同觀點，與小組組員的對話論證得以發展延續。

(2) 課室論證學習環境組：課室組亦採用相同的「科德的難題」課程，在課堂上進行十關卡「科德的難題」論證學習單學習，教師協助在課室內組成學習小組，學生每三人組成小組，每兩小組互為對抗組，學生都認識自己的組員和對抗組成員，且面對面的進行互動討論，然後依據「科德的難題」學習單教學設計進行教學，以幫助學童進行論證學習。課室組的教學方法先由個人進行理論與證據的協調，接著進行小組內的討論發表，然後再進行小組間的論證，最後並指導學生考慮正反意見，形成最後的宣稱。課室組教師僅依照課室版學習單對課程的進行提供說明，但不參與學生的論證，只協助分組和活動流程的掌控。

(3) 對照組：在對照組的設計上，由於網路組、課室組的課程實施方式屬於外加的課程設計，為了使對照組也有相同的課外學習時間，乃在相同的時數中讓對照組做數學測驗卷，因為數學測驗卷所訓練的乃是形式推理的思考活動，同樣也能促使學童進行思考，故不進行論證課程的教學活動。本實驗設計中對照組存在的目的主要是為了確認實驗操弄（**網路論證學習環境以及課室論證學習環境**）是否產生效果（**學生論證能力的改變**），透過與對照組的比較，可以確保這些實驗效果是由於論證環境的操弄所產生的，可確保研究結果的準確及可信度。

三、研究工具

(1) 批判思考測驗-第一級（葉玉珠，2003）

本研究基於研究目的和樣本屬性（國小六年級生）乃選擇葉玉珠（2003）的「批判思考測驗-第一級」為本研究的前測工具，以排除實驗操弄前學童論證能力的差異，總量表的 α 係數為 .76，在本研究中所測的 α 係數為 .81。

(2) 論證能力測驗

本研究工具論證能力測驗由研究者參考 Lawson（2003）的 Mellinark 生物辨識任務，修訂成半結構式問卷，並送經科教專家及三名科教所博士班學生進行審查，此工具主要用來觀察瞭解學童經過實驗操弄後，網路論證學習環境組、課室論證學習環境組和對照組三組學童論證能力表現的差異以及所呈現的組型（如圖 2 論證能力測驗題例），學童在各分向度生產性、精緻性、邏輯一致性得分的 α 係數分別為：.589、.763、.834，總測驗的 α 係數為 .867。

貳、蟲蟲大作戰(2)，請根據下圖，回答問題：

右圖這些 都是 B 蟲					
	B1	B2	B3	B4	B5
右圖這些 都不是 B 蟲					
	B6	B7	B8	B9	
請問 哪些 可能是 B 蟲？					
	B10	B11	B12	B13	B14

2-1 我覺得 B1, B2, B3, B4, B5 可以稱為「**B 蟲**」的可能理由是什麼：

2-2 我覺得 B6, B7, B8, B9 可以稱為「**不是 B 蟲**」的可能理由是什麼：

2-3 根據上述理由我認為 B10, B11, B12, B13, B14 中哪些可以稱為「**B 蟲**」？

2-4 如果小明說：「B14 也是 B 蟲」，請問你會**贊成**還是**反對**小明的說法？**為什麼**呢？

圖 2 論證能力測驗題例

(3) 網路論證學習環境 (Argumentation-Based Learning Environment, 簡稱 ABLE 系統)

本 ABLE 系統設計的理論係依據 Kuhn (2005) 所提的十種認知活動並以小組合作學習的方式所設計的課程，不僅採用 Osborne 等人 (2004) 所提的論證教學策略為輔助鷹架，並透過故事性腳本的編製，將論證素材融入故事情境中，並轉化為學習論證時的視覺化表徵方式，有計畫的引導學生進行論證學習。

在 ABLE 系統中，論證素材的規劃取材並修訂自龍德義 (1999) 的「兩個訓練領袖的數學遊戲」的「SET」遊戲，參與遊戲者需從 12 張面向上的卡片中，儘快找出並組成一組「SET」的三張卡，這三張卡的每一種屬性都必須「同時」符合「完全相同」或「完全不相同」的特性才可以。每張遊戲卡皆有下列四種屬性：形狀（藥丸、蟲仔、菱形），顏色（紅色、綠色、紫色），數量（一個、二個、三個）及網底（外框、填滿、斜紋）。本研究中之論證素材，則先呈現組成一組「SET」，並將之命名為「好朋友組」，接著呈現不是一組「SET」的三張卡，將之命名為「不是好朋友組」，藉由系統的規劃設計讓學童找到形成「好朋友組」的宣稱、證據與理由，並能說服別人、

進行辯護和反駁等論證過程。

爲了能讓 ABLE 系統充分發揮網路論證的功能，本系統設計建置前後歷經不同階段規劃以及科教學者、專家教師與資教專家的審核、建議及修改，以提高系統之效度；同時亦在專業社群中發表與討論以激盪更多元的設計想法（林志能、洪振方，2007；馬榮燦、林志能、洪振方，2009；Lin & Hung, 2008；Lin & Hung, 2009）。其詳細規劃說明如圖 3 網路論證學習環境規劃說明所示，網路論證課程規劃設計如圖 4 ABLE 系統三階段十關卡課程設計規劃所示，ABLE 系統圖例如圖 5 網路論證學習環境所示。

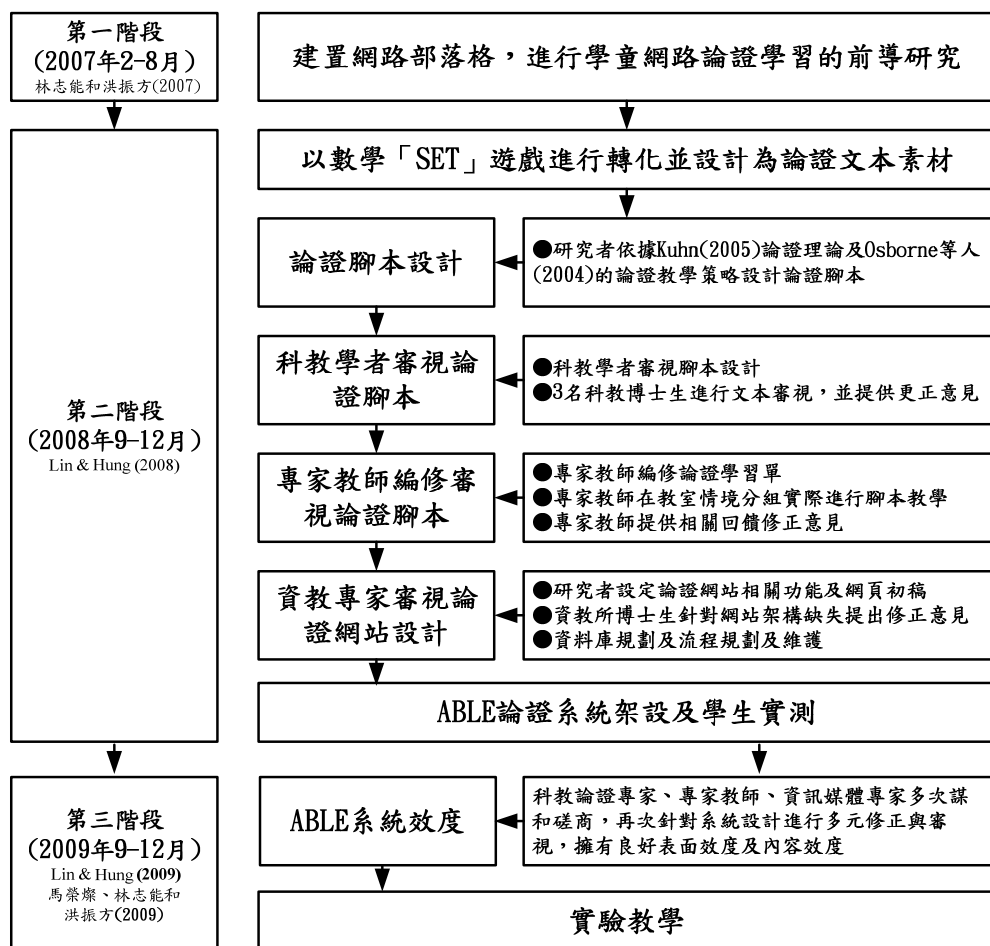


圖 3 網路論證學習環境（ABLE 系統）規劃說明

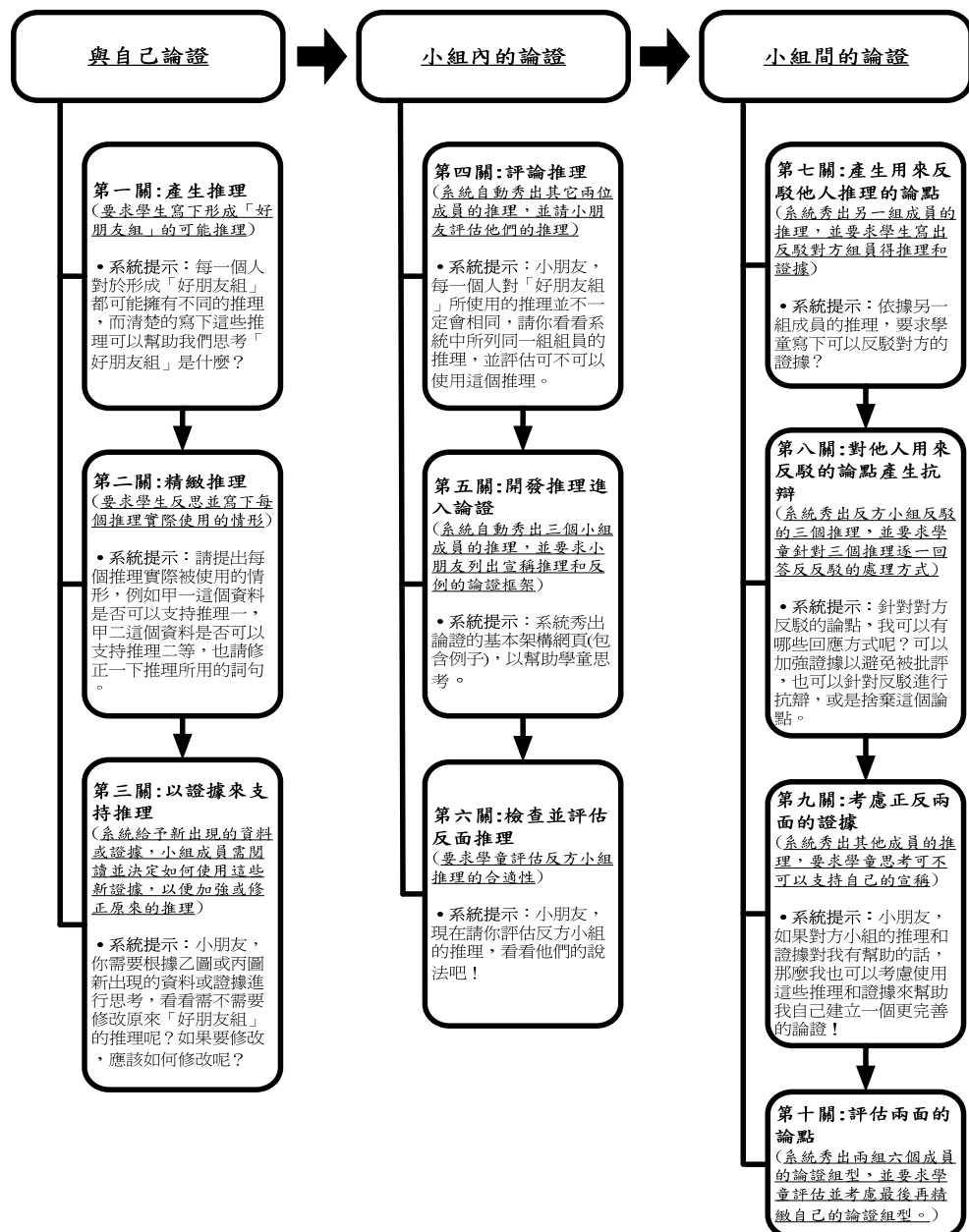


圖 4 ABLE 系統三階段十關卡課程設計規劃

國小網路論證學習系統
Argumentation-Based Learning Environments

姓名： 組別： 12

樞子	第十關 何謂論證?	我的論證組型	有用的小提示
第一關	甲一、甲二、甲三所包含的三個圖，可以稱為「好朋友組」。	甲四、甲五、甲六所包含的三個圖，可以稱為「好朋友組」。	
第二關	甲一	甲四	
第三關	甲二	甲五	
第四關	甲三	甲六	
第五關	乙一、乙二、乙三所包含的三個圖，可以稱為「好朋友組」。	丙一、丙二、丙三所包含的三個圖，可以稱為「不是好朋友組」。	
第六關	乙一	丙一	
第七關	乙二	丙二	
第八關	乙三	丙三	
第九關			
第十關			
登出			

小朋友：這是第十關。
根據對方組以及我們這組的推理，你可以下個更完美的結論嗎？
只要你細心回答下面問題，就可以通過最後一關考驗，得到最後一把【密碼之鑰】。

※請按下面的按鈕，看自己組內和對方組的推理

我的推理

魔王一號的推理

提供資料(證據)

內一和內三數量都不同,但卻不是好朋友組

合作夥伴_B_的推理

魔王二號的推理

而且,考慮資料(證據)品質,

丙一數量是三個,但有二個是三角形,一個是子彈形

合作夥伴_C_的推理

魔王三號的推理

所以,產生宣稱只要數量一樣或都不一樣,形狀一樣或都不一樣,填色一樣或都不一樣,就可以成為好朋友組

因為

理由

我發現先前提出的推理好像有點問題

由於

原則或構想

應該是跟顏色,形狀,數量有關

除非

反駁的資料產生

除非把丙一第一個改成三個圓形斜線就可以了

綜合上面兩組所提到的理論或證據，我認為好朋友組的宣稱應該是……

提供資料(證據)

好朋友組有

甲一、二、三數量,形狀,顏色都相同

甲四、五、六數量,顏色,形狀都不同

乙一、二、三有數量相同,顏色,形狀都不同

而且,考慮資料(證據)品質,

每個好朋友都包含三種元素,顏色,數量,形狀

所以,產生宣稱

只要數量,形狀,顏色都相同,或者都不同時,就可以形成好朋友組

因為

理由

每一組的數量,形狀,顏色不是都相同,就是都不同

由於

原則或構想

好朋友組與形狀,數量,顏色有關

除非

反駁的資料產生

有某一種元素是剛好只出現兩次的情況,例如,三個中有二個是白色,或有二個是圓形

圖 5 網路論證學習環境 (ABLE 系統)

四、資料分析

在本研究中的資料分析則參考 Wu 和 Tsai (2007) 的質、量轉換架構，首先，將學童在論證能力測驗中的半結構式問卷答題情況，依據研究者自行設計的「論證品質檢核表」進行評分，以做為學童論證能力的主要參考依據。其次研究者根據學童在「論證能力測驗」中的回答，將學生的答題情況先區分為以論證語言進行解釋、辯護、或是反駁等不同狀況，然後將其使用的次數分別計數，以轉化為量的數據，接著根據學童有效進行解釋、辯護和反駁的次數（如：表 3 學童使用論證語言進行解釋、辯護、反駁及論證的分析項目所示）進行共變數分析，以便與原來「論證品質檢核表」的量化得分進行三角校正。而透過這種從不同的資料組中所獲得的多元證據，可提供比單一資料組更佳的結果，而且更能產生正確有意義的結果，來說明並解釋所研究的現象（Creswell & Clark, 2007, p.147）。

表3 學童使用論證語言進行解釋、辯護、反駁及論證的分析項目

論證語言	分 析 項 目
使用論證語言 進行解釋的次數	學童進行解釋的總共使用次數
	學童正確描述現象的次數 (有效次數)
	學童進行正確說明理由的次數 (有效次數)
	學童錯誤使用解釋的次數
	學童的回答是空白或不相干的次數
使用論證語言 進行辯護的次數	學童進行辯護的總使用次數
	學童進行防禦的使用次數 (有效次數)
	學童進行攻擊辯駁的使用次數 (有效次數)
	學童錯誤使用辯護的次數
	學童的回答是空白或不相干的次數
使用論證語言 進行反駁的次數	學童進行反駁的總使用次數
	學童思考對方弱點的使用次數 (有效次數)
	學童增加自己支持證據的使用次數 (有效次數)
	學童錯誤使用反駁的次數
	學童的回答是空白或不相干的次數
使用論證語言 進行論證的次數	學童進行論證的總使用次數
	學童進行論證的有效次數
	學童錯誤使用論證的次數
	學童的回答是空白或不相干的次數

肆、結果與討論

一、網路論證學習環境組、課室論證學習環境組和對照組的國小學童論證能力表現

以下分別從幾個部份來分析學童論證能力表現：

（一）使用論證品質檢核表進行論證能力分析

為探討不同論證學習組在論證活動後論證能力之差異，研究者首先針對所收集樣本進行盒狀分析，以突顯出各組別中資料分布的狀況，詮釋組與組之間的分布差異，並據之判定資料中是否有偏離值的存在，而影響推論結果（譚克平，2007）。根據圖 6 三組學生論證能力測驗盒狀分布圖顯示，課室組存有五個偏離樣本，經研究者剔除其中偏離的樣本後，接著則以統計控制的方法來控制共變項的干擾效果，以增加實驗內在效度（吳明隆，2006）。三組以「批判思考測驗」前測做為共變量進行共變數分析，先進行迴歸係數同質性檢定， $F_{(2,92)}=.282$ ， $p=.755>.05$ ，未達顯著水準，表示接受虛無假設，無法宣稱母群變異數不等，亦即共變項（批判思考測驗）和依變項（論證能力）不會因自變項各處理水準不同而有所差異，符合組內迴歸係數同質性的基本假定，故可進行以下共變數分析。

首先，從表 4 不同組別學童在「論證能力測驗」共變數分析所示，組間效果檢定達顯著水準 $F_{(2,94)}=5.080$ ， $p=.008<.05$ ，效果量為.098，依據 Cohen(1988)建議以 $\eta^2=.01$ ， $\eta^2=.06$ ， $\eta^2=.14$ 分別作為小、中和大的效果量之代表值，因此實驗效果量為中偏大，表示三組學童在論證能力成績平均數差異達顯著，不同教學組在排除「批判思考測驗」前測因素後，論證能力有差異，且達中偏大的效果量。

從表 5 不同組別學童在「論證能力測驗」及分向度的事後比較分析顯示，網路組學童論證能力調整後的平均數為 50.61，課室組學童論證能力調整後的平均數為 59.95，對照組調整後的平均數為 46.59。以上顯示課室組學童的論證能力優於網路組學童，課室組學童的論證能力優於對照組學童。在生產性和精緻性的分向度上課室組優於對照組，而在邏輯一致性的分向度上，課室組優於網路組。

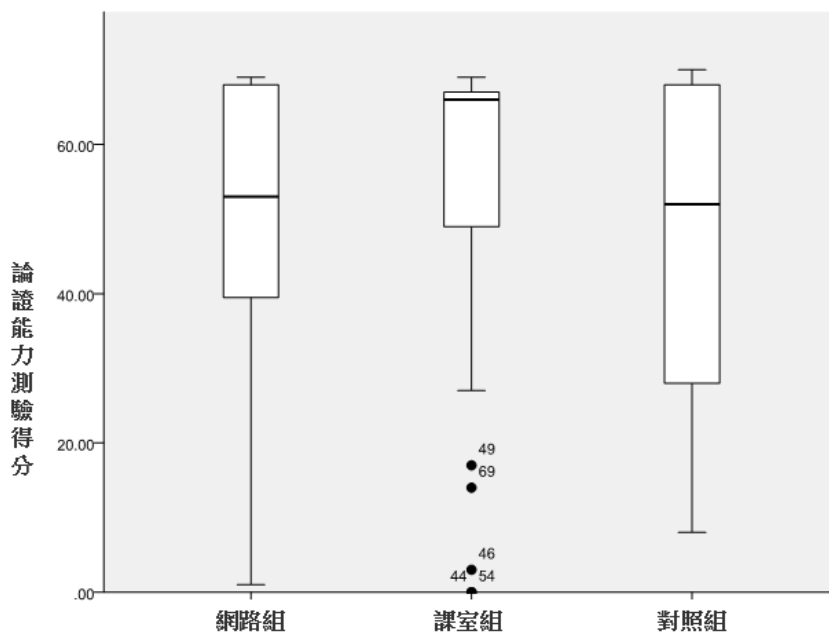


圖 6 三組學生論證能力測驗盒狀分布圖

表4 不同組別學童在「論證能力測驗」共變數分析

變異來源	<i>SS'</i>	<i>df</i>	<i>MS'</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	η^2
組間（論證學習組別）	2905.78	2	1452.8	5.080	.008	.098
組內（誤差）	26883.25	94	285.992			
校正後的全體	33976.53	97				

表5 不同組別學童在「論證能力測驗」及分向度的事後比較分析

依變項	不同學習組	<i>n</i>	<i>Mean</i>	<i>Mean'</i>	事後比較
論證能力	網路組	35	49.74	50.61	
	課室組	30	60.96	59.95	課室組>網路組
	對照組	33	46.60	46.59	課室組>對照組
生產性					課室組>對照組
精緻性					課室組>對照組
邏輯一致性					課室組>對照組

註：*Mean'*為調整後平均數

(二) 使用論證語言進行解釋、辯護、反駁及論證的次數進行論證能力分析

首先，三組學童以「批判思考測驗」前測做為共變量，進行共變數分析，針對解釋次數、辯護次數、反駁次數及論證次數，分別進行迴歸係數同質性檢定，如表 6 不同組別學童在解釋次數、辯護次數、反駁次數、論證次數迴歸係數同質性檢定所示：在解釋次數的迴歸係數同質性檢定 $F_{(2,93)}=.748, p=.476>.05$ ；在辯護次數迴歸係數同質性檢定， $F_{(2,94)}=.862, p=.426>.05$ ；在反駁次數迴歸係數同質性檢定， $F_{(2,95)}=.476, p=.623>.05$ ；在論證次數迴歸係數同質性檢定， $F_{(2,92)}=.522, p=.595>.05$ ；以上四組檢定均未達顯著水準，表示接受虛無假設，無法宣稱母群變異數不等，亦即共變項（批判思考測驗前測）和依變項（解釋次數、辯護次數、反駁次數、論證次數）不會因自變項各處理水準不同而有所差異，符合組內迴歸係數同質性的基本假定，故可進行以下共變數分析。

其次，如表 7 不同組別學童在「解釋次數、辯護次數、反駁次數、論證次數」共變數分析所示，在「解釋次數」上，組間效果檢定達顯著水準 $F_{(2,95)}=9.518, p=.000<.05$ ，效果量為.167，實驗效果量為大，表示三組學童在解釋次數平均數差異達顯著，不同教學組在排除「批判思考測驗」前測因素後，解釋次數有差異，且達大的效果量。在「辯護次數」上，組間效果檢定達顯著水準 $F_{(2,96)}=8.493, p=.000<.05$ ，效果量為.15，實驗效果量為大，表示三組學童在辯護次數平均數差異達顯著，不同教學組在排除「批判思考測驗」前測因素後，辯護次數有差異，且達大的效果量。在「反駁次數」上，組間效果檢定達顯著水準 $F_{(2,97)}=3.671, p=.029<.05$ ，效果量為.07，實驗效果量為中，表示三組學童在反駁次數平均數差異達顯著，不同教學組在排除「批判思考測驗」前測因素後，反駁次數有差異，且達中度效果量。在「論證次數」上，組間效果檢定達顯著水準 $F_{(2,94)}=10.46, p=.000<.05$ ，效果量為.182，實驗效果量為大，表示三組學童在論證次數平均數差異達顯著，不同教學組在排除「批判思考測驗」前測因素後，論證次數有差異，且達大的效果量。

接著，從表 8 不同組別學童在「解釋次數、辯護次數、反駁次數、論證次數」事後比較分析顯示：在解釋次數上，網路組學童解釋次數調整後的平均數為 7.526，課室組學童解釋次數調整後的平均數為 8.578，對照組調整後的平均數為 5.565。以上顯示網路組學童的解釋次數優於對照組學童，課室組學童的解釋次數優於對照組學童。在「辯護次數」上，網路組學童辯護次數調整後的平均數為 1.591，課室組學童辯護次數調整後的平均數為 2.336，對照組調整後的平均數為 1.238。以上顯示課室組學童

的辯護次數優於對照組學童，課室組學童的辯護次數優於網路組學童。在「反駁次數」上事後比較分析顯示，網路組學童反駁次數調整後的平均數為 2.424，課室組學童反駁次數調整後的平均數為 2.413，對照組調整後的平均數為 1.774。以上顯示網路組學童的反駁次數優於對照組學童，課室組學童的反駁次數優於對照組學童。在「論證次數」的事後比較分析顯示，網路組學童論證次數調整後的平均數 11.778，課室組學童論證次數調整後的平均數為 13.616，對照組調整後的平均數為 8.619。以上顯示網路組學童的論證次數優於對照組學童，課室組學童的論證次數優於對照組學童。

表6 不同組別學童在解釋次數、辯護次數、反駁次數、論證次數迴歸係數同質性檢定

依變項	變異來源	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
解釋次數	組別X前測	11.899	2	5.949	.748	.476
	誤差	739.643	93	7.953		
	校正後的全體	1037.96	98			
辯護次數	組別X前測	2.108	2	1.054	.862	.426
	誤差	115.02	94	1.224		
	校正後的全體	152.160	99			
反駁次數	組別X前測	1.205	2	.603	.476	.623
	誤差	120.410	95	1.267		
	校正後的全體	150.634	100			
論證次數	組別X前測	20.673	2	10.336	.522	.595
	誤差	1822.712	92	19.812		
	校正後的全體	2572.418	97			

表7 不同組別學童在「解釋次數、辯護次數、反駁次數、論證次數」共變數分析

依變項	變異來源	<i>SS'</i>	<i>df</i>	<i>MS'</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>	η^2
解釋次數	組間(論證學習組別)	150.597	2	75.299	9.518	.000	.167
	組內(誤差)	751.542	95	7.911			
	校正後的全體	1037.96	98				
辯護次數	組間(論證學習組別)	20.725	2	10.362	8.493	.000	.15
	組內(誤差)	117.128	96	1.220			
	校正後的全體	152.160	99				
反駁次數	組間(論證學習組別)	9.205	2	4.603	3.671	.029	.07
	組內(誤差)	121.615	97	1.254			
	校正後的全體	150.634	100				
論證次數	組間(論證學習組別)	410.541	2	205.27	10.46	.000	.182
	組內(誤差)	1843.38	94	19.61			
	校正後的全體	2572.41	97				

表8 不同組別學童在「解釋次數、辯護次數、反駁次數、論證次數」事後比較分析

依變項	不同學習組	<i>n</i>	<i>Mean</i>	<i>Mean'</i>	事後比較
解釋次數	網路組	35	7.3714	7.526	網路組>對照組
	課室組	31	8.7419	8.578	課室組>對照組
	對照組	33	5.5758	5.565	
辯護次數	網路組	34	1.5588	1.591	
	課室組	33	2.3636	2.336	課室組>對照組
	對照組	33	1.2424	1.238	課室組>網路組
反駁次數	網路組	35	2.3714	2.424	
	課室組	33	2.4545	2.413	網路組>對照組
	對照組	33	1.7879	1.774	課室組>對照組
論證次數	網路組	34	11.588	11.778	
	課室組	31	13.838	13.616	網路組>對照組
	對照組	33	8.606	8.619	課室組>對照組

註：*Mean'*為調整後平均數

（三）學生論證思考歷程的變化

以下則舉一實例分三階段說明學生在網路論證學習環境中的思考過程，其中 stu01, stu02, stu03 為同一組學生，stu04, stu05, stu06 為對抗組學生。各階段質性資料分析如表 9 學生三階段論證分析示例所示。

首先在第一階段，stu05 先根據 Toumin 的架構，提出自己對好朋友組的論證思考過程，最後產生「好朋友組就是形狀都是一樣或都是不一樣的宣稱」。其次，在第二階段小組內的討論時，由於 stu06 提出「丙二」以及「丙三」當作反駁的證據來挑戰 stu05，使得 stu05 能夠重新檢視並評估 stu06 的觀點，最後產生「圖形、顏色可都相同或不相同，就可以成立的宣稱」。最後，在第三階段小組間的討論時，對抗組學生交互針對對方的對立觀點根據證據一一檢視，進行評估審查，最後 stu05 考量到「數量一樣」也是必須考量的一個重要因素。同時事後訪談也顯示學生在分析及評估證據時較能多元檢視證據的有效性。

透過上述三階段的論證思考示例，stu05 這個學生雖然未能完全掌握並產生「好朋友組必須圖形、顏色、數量三種屬性必須同時成立或同時不成立」的宣稱，但透過這種論證思考的過程學童可以學習到如何進行 Kuhn 與 Udell (2007) 所提的「個人理論與證據的協調」，以及「個人觀點與他人觀點的協調」。

表9 學生三階段論證分析示例

三 階 段		質 性 資 料	論 證 歷 程 分 析
學 生 的 論 證 思 考 歷 程	第一階段 與自己的論證	stu05— 開始的時候，我先看到的只是形狀，因為形狀比較好認。	提出資料
		stu05— 只有三種形狀，圓形、三角形和一種子彈型，我就想是不是跟形狀有關。	提出理由
		stu05— 沒錯，前面三種的形狀都是一樣的，所以是好朋友組。	根據資料、理由產生暫時性的宣稱
		stu05— 可是後面三個的形狀卻又都不一樣	反例產生
		stu05— 我猜形狀都是一樣或者都是不一樣的。	提出宣稱
	第二階段 小組內的論證	stu06— 可是「丙二」的三個形狀都不一樣阿，為什麼他不是好朋友組呢？	提出證據反駁他人論證
		stu06— 而且你看「丙三」的三個形狀都是一樣阿，他們也都不是好朋友組？	提出證據反駁他人論證
		stu05— 好奇怪，我都有點被搞亂了。	
		stu05— 一開始產生「形狀是關鍵特徵的想法」，但在小組的討論中，有其他同學(指：stu06)提到「丙三」和我的宣稱不一樣，所以應該還有其他的特徵存在(資料來源：訪stu05)	
		stu06— 我覺得很奇怪，他們為什麼只有說圖形的樣子而已還要考慮顏色，三個顏色好像有些一樣，也有一些不一樣。有沒有可能兩種都有關係呢。	重新檢視評估對方觀點
變 化	第三階段 小組間的論證	stu05— 你是說哪兩種有關，是哪兩種.....。	
		stu05— 阿！我知道了.....圖形、顏色可都相同或不相同，就可以成立。	重新提出宣稱
		stu03— 他(指：stu04)沒根據就直接回答符合好朋友組，因為沒有寫出推理的方法，所以完全不符合。	思考他人宣稱並進行反駁
		stu05— 原本在我的推理中，就已經有將圖形、顏色可都相同或不相同寫得很清楚了，為什麼要將我的字重複寫出來，而且他(指：stu01)「數量」123的問題不是很清楚的反駁。	審查並評估對立觀點的推理
		stu05— 用乙一做判斷，因為沒有符合全部一樣的條件，所以用下一個條件來判斷。圖案不一樣符合，但「數量沒從123」是全部數量相同，從這裡就知道有不符合的地方Ps:還有圓圈沒方向，而我所根據的證據是，除上面乙一外，還有乙二，乙三，甲四，甲五，甲六，都是不符合的圖形。	分析並評估證據，然後根據證據來反駁對抗組stu01的推理
		stu05— 數量一樣也很重要	
事後訪談	「我雖然很有自己的想法，但現在我也會考慮組員所提的想法，參考一下，然後修改為更好的推理」 (資料來源：訪stu02)		—
	「當我有一些想法後，我還會回頭去檢查每一組圖形是否符合我的推理」 (資料來源：訪stu06)		—
	「當別人有不一樣的推理時，我現在不會馬上先說他錯，而會先根據他所說的推理去檢查所有圖形，看看合不合理」 (資料來源：訪stu05)		—

(四) 結果摘要

茲將上述實驗結果整理如表 10 三組學童論證能力實驗結果摘要比較以及表 11 三組學童高、中、低論證能力分群解釋、辯護、反駁次數、論證次數結果摘要比較以說明學童論證能力的表現。

表 10 三組學童論證能力實驗結果摘要比較

依變項	實驗效果量	事後比較	
論證能力	中偏大	課室組>網路組	課室組>對照組
生產性		課室組>對照組	
精緻性		課室組>對照組	
邏輯一致性		課室組>網路組	
解釋次數	大	網路組>對照組	課室組>對照組
辯護次數	大	課室組>對照組	課室組>網路組
反駁次數	中	網路組>對照組	課室組>對照組
論證次數	大	網路組>對照組	課室組>對照組

表 11 三組學童高、中、低論證能力分群解釋、辯護、反駁次數、論證次數結果摘要比較

	論證能力高分群		論證能力中分群		論證能力低分群		論證能力不分群	
	有效 使用	錯誤 使用	有效 使用	錯誤 使用	有效 使用	錯誤 使用	有效 使用	錯誤 使用
解釋 次數	網路>課 室>對照	課室<網 路<對照	課室>網 路>對照	課室<網 路<對照	課室>網 路>對照	網路<課 室<對照	課室>網 路>對照	課室<網 路<對照
	網路>對照 課室>對照		課室>網路>對照		網路>對照 課室>對照		課室>網路>對照	
辯護 次數	課室>網 路>對照	對照<網 路=課室	課室>網 路>對照	課室<網 路<對照	課室>網 路>對照	課室<網 路<對照	課室>網 路>對照	課室<網 路<對照
	*		課室>網路>對照		課室>網路>對照		課室>網路>對照	
反駁 次數	網路>課 室>對照	課室<網 路<對照	課室>網 路>對照	網路<課 室<對照	課室>網 路>對照	網路<課 室<對照	課室>網 路>對照	課室<網 路<對照
	網路>對照 課室>對照		網路>對照 課室>對照		網路>對照 課室>對照		課室>網路>對照	
論證 次數	網路>課 室>對照	課室<網 路<對照	課室>網 路>對照	課室<網 路<對照	課室>網 路>對照	網路<課 室<對照	課室>網 路>對照	課室<網 路<對照
	網路>對照 課室>對照		課室>網路>對照		網路>對照 課室>對照		課室>網路>對照	

從表 10 中可發現，論證學習環境的設計對學童論證能力增進有中偏大的效果量，而課室論證學習環境學童在論證能力測驗上優於網路論證學習環境，且優於對照組。另外在次數的比較上，網路組和課室組使用論證語言進行解釋、反駁的有效次數，網路組和課室組均優於對照組。在辯護次數上課室組均優於對照組。上述結果顯示 Kuhn 的十個論證教學活動會影響學童在論證活動中「論證能力」的進步，使用論證語言進行解釋、辯護和反駁的次數也會增加。

從表 11 中可發現，針對論證語言使用次數進行比較，若學童有效使用次數越高且錯誤使用次數越低，則表示該學生使用論證語言的能力越高。從表中可發現不同論證能力的學生，學生使用論證語言來進行解釋、辯護和反駁的能力，大致而言呈現課室組優於對照組，以及網路組優於對照組的結果，顯示經過實驗處理後，課室組和網路組學生使用論證語言來進行解釋、辯護和反駁的能力均優於對照組。

先前研究指出學生的論證能力需要適當的教學並配合情境來引出，另外還要提供學生示範以及練習的機會，才能提升學生的論證能力（例如：Duschl & Osborne, 2002；Zohar & Nemet, 2002；Osborne et al., 2004）。Aleixandre（2008）也具體指出在論證環境的設計原則上，應該讓學生能體會並充當知識宣稱的生產者，而非僅僅只是當一個消費他人所產生知識的消費者。本研究中學童面對「好朋友組」的情境設計，必須反覆練習使用解釋、辯護和反駁等方式進行「與自己論證」、「小組內的論證」以及「小組間的論證」活動，透過網路環境的設計及功能協助來說服他人或與同儕產生共識，讓學童成為知識宣稱的積極生產者，而非單純的接受知識來源成為消費者。同時本論證學習環境中十個活動的設計更是學童從知識消費者到知識生產者的一個重要鷹架，透過鷹架的搭建，學童得以經由設計過的引導式論證過程，產生並公開證明自己的知識宣稱，並進而與他人對這些思考過程進行社會性的互動（Felton, 2004；Kuhn & Udell, 2007）。

研究結果也顯示網路組和課室組學童經歷過上述論證課程設計後，論證能力的提升有中上的效果量。由於在網路和課室環境中，學生從開始到結束的課程學習，都會透過 10 種課程活動設計結構化的支持，系統或教師也會在適當時機提醒學生辨別並瞭解他們現在所做的這些程序會對應到論證的那個層面，讓學生能關注於課程目的以及所學的論證技能上，而非僅僅是操作的過程；此時學生不只關注到使用這些證據和宣稱的過程，也同時聚焦在學生對「好朋友組」活動的思考，以及收集這些資料、證據來連結宣稱以達到說服自己和他人的目的。為了探究何謂「好朋友組」的目標活動（goal-based activities），學生必須自行產生、考慮並檢驗所有可能的證據及假設，找

出其中某些具有因果關係的屬性或結構，最後分析可能的形成因素，學生透過來來回回進行與自己論證、與他人對話論證的過程來修訂並精緻自己的宣稱。上述活動過程中，學生因此可以區辨並學會這些認知技能，了解這些技能是如何發展出來的，進而俱備自行探究更複雜形式的能力，這種探究與論證的能力正是 Kuhn（2005）在《教導思考》一書中所強調學生需具備的兩大重要技能。

二、網路論證學習環境組、課室論證學習環境組和對照組的國小學童論證組型表現

以下分別從兩個向度分析學童論證組型表現：

（一）使用論證品質檢核表進行組型分析

首先從圖 7 三組學生高、中、低分群「論證能力測驗」分向度表現差異圖發現，總體而言，學生論證能力表現在生產性向度得分均優於精緻性和邏輯一致性。但對高分群學生而言，三組學生在論證能力三個向度（生產性、精緻性和邏輯一致性）表現差異不大，表示對高論證能力群學生而言，三組學生論證能力表現差異不大，且生產性向度的表現優於精緻性，而邏輯一致性上的表現低於生產和精緻性。但對中分群學生而言，學生在生產性的表現上，網路組和課室組表現都優於對照組，在精緻性和邏輯一致性上，課室組的方式優於對照組的表現。在低分群學生的表現上，可以發現低分群學生在生產性表現比精緻性和邏輯一致性的表現好，但是論證表現的品質較不好，同時也可發現，網路組的設計方式對低分群學生生產性表現較佳，而在精緻性和邏輯一致性上，則以課室組的表現較好。

另外，從圖 8 三組學生高、中、低分群「論證能力測驗」分向度組型差異圖，可以發現高、中分群學生在生產性的組型，六個論證結構元素表現均相當一致，而對低分群學生而言，雖然每個結構元素的平均數量均減少，但各個結構元素相對表現差異不大。但是在精緻性的組型上，可以發現，高、中分群學童「限制」的使用表現，明顯低於其他五個結構元素，意即學童無法清楚精確說明在哪些條件的規範下，自己所提的宣稱可以成立；同時也可發現，在精緻性表現上，網路組和課室組低分群學生的「資料」、「支持」、「理由」、「反例」表現均比對照組高，顯示這兩組設計，可以提升低分群學生「資料」、「支持」、「理由」、「反例」的精緻性表現。最後在邏輯一致性的組型上，高、中、低分群學生六個論證結構元素大致表現均等，而且個別元素表現差者，其整體邏輯一致性的表現也較差。

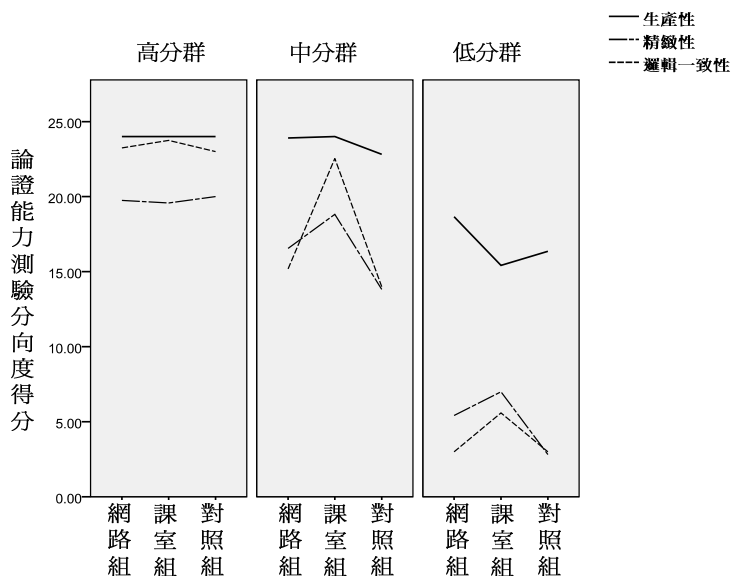


圖 7 三組學生高、中、低分群「論證能力測驗」分向度表現差異圖

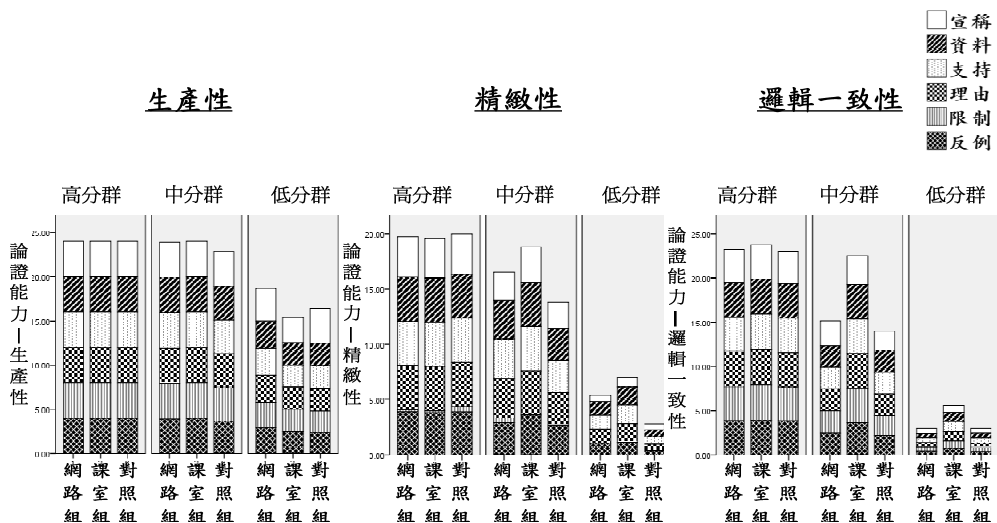


圖 8 三組學生高、中、低分群「論證能力測驗」分向度組型差異圖

（二）使用論證語言進行解釋、辯護、反駁及論證的次數進行組型分析

從圖 9 三組學生「解釋次數、辯護次數、反駁次數」組型比較圖可以發現，三組學生在進行解釋時主要以現象的描述為主，三組學生有效使用解釋能力的次數則是課室組優於網路組優於對照組。另外，在解釋能力錯誤使用的次數比較上可以發現，課室組錯誤使用次數最少，其次為網路組，而對照組的錯誤使用次數最高。同時對照組不相干的解釋平均次數也高於網路組和對照組。三組學生在進行辯護時主要是以防禦為主，三組學生都沒有使用攻擊的方式進行，且防禦的次數課室組表現優於網路組優於對照組。另外，在解釋能力錯誤使用的次數比較上可以發現，課室組錯誤使用次數最少，其次為對照組，而網路組的錯誤使用次數最高。但對照組使用不相干的陳述平均次數遠高於網路組和課室組。三組學生在進行反駁時會採用兩種形式：思考對方弱點以及增加己方證據，其中網路組和課室組學生反駁時思考對方弱點的次數高於對照組，而且增加己方證據也比對照組高。另外，在反駁能力錯誤使用的次數比較上可以發現，網路組和課室組錯誤使用次數均低於對照組。而在使用不相干的陳述平均次數則是課室組最低。

從圖 10 三組學生高、中、低論證能力分群「解釋次數、辯護次數、反駁次數」組型比較圖可以發現，對論證能力高分群學生而言，網路組「解釋能力」表現優於課室組優於對照組；對論證能力中、低分群學生而言，課室組「解釋能力」表現優於網路組優於對照組。對高、中論證能力學生而言，課室組「解釋能力」的錯誤使用次數及回答不相關次數表現最低，顯示對高、中論證能力學生而言，網路組和課室組「解釋能力」表現均優於對照組。對低論證能力學生而言，可以發現對照組的錯誤表達次數及回答不相關次數增多且有效使用次數明顯低於其他兩組。對論證能力高分群和中分群學生而言，網路組「辯護能力」表現優於課室組優於對照組；對論證能力中、低分群學生而言，課室組「辯護能力」表現優於網路組優於對照組。對高、中論證能力學生而言，課室組「辯護能力」的錯誤使用次數及回答不相關次數表現最低，顯示對高、中論證能力學生而言，網路組和課室組「辯護能力」表現均優於對照組。對中、低論證能力學生而言，可以發現對照組「辯護能力」表現的錯誤表達次數及回答不相關次數增多且有效使用次數明顯低於其他兩組，而課室組的有效次數增多，錯誤表達次數降至最低，顯示對低論證能力的學生而言，課室組的方式對辯護能力的提升最有效。對論證能力中分群和低分群學生而言，網路組和課室組「反駁能力」有效表現次

數高，錯誤表現次數低，而對照組有效表現次數低，錯誤表現次數高，因此網路組和課室組的表現相對優於對照組；對論證能力高分群學生而言，課室組學生「反駁能力」表現較精準，正確率高於網路組和對照組。

從圖 11 三組學生論證次數組型比較圖可以發現，網路組和課室組學生有效使用論證語言的次數高於對照組次數，且網路組和課室組學生錯誤使用論證語言的次數和使用不相干陳述的次數也比對照組低。從圖 12 三組高、中、低分群學生論證使用次數比較圖可以發現，對高論證能力學生而言，網路組和課室組學生有效使用論證語言的次數高於對照組次數。對於中、低論證能力學生而言，課室組學生錯誤使用論證語言的次數和使用不相干陳述的次數優於網路組，而對照組錯誤使用論證語言的次數和使用不相干陳述最多。

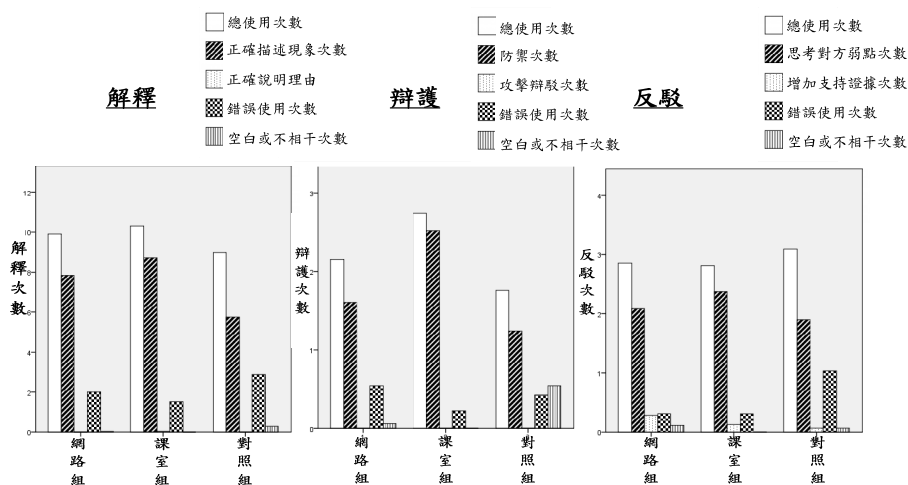


圖 9 三組學生「解釋次數、辯護次數、反駁次數」組型比較圖

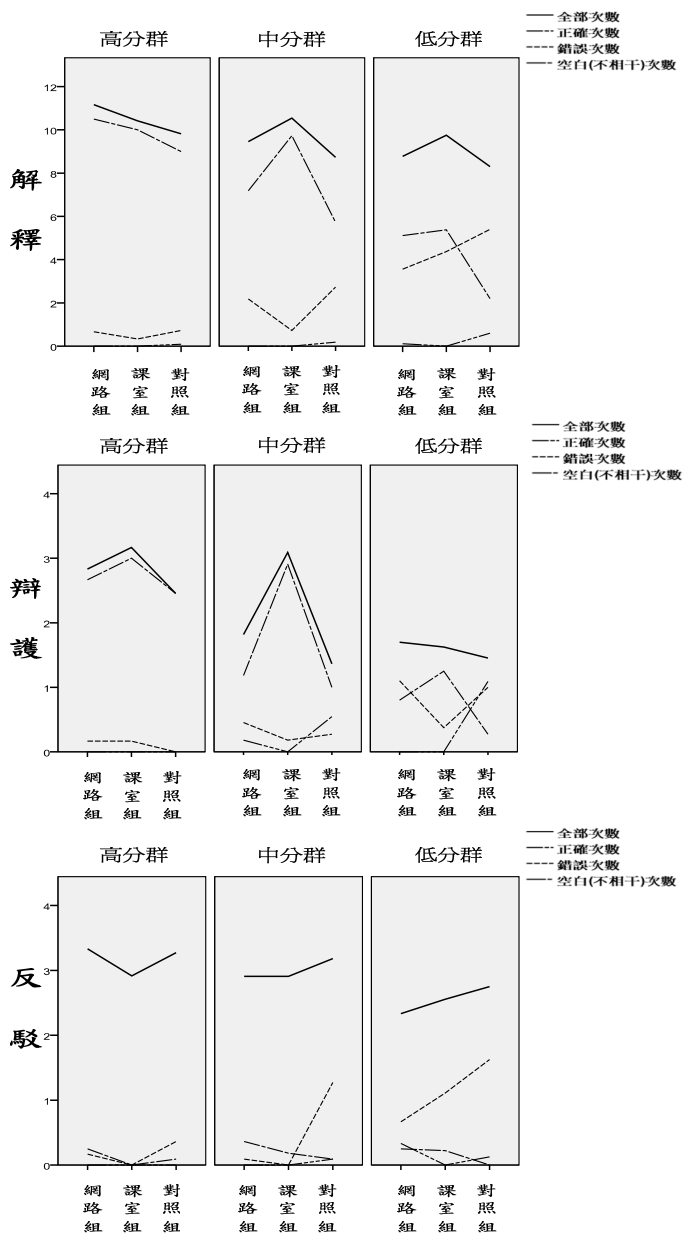


圖10 三組學生高、中、低論證能力分群「解釋次數、辯護次數、反駁次數」組型比較圖

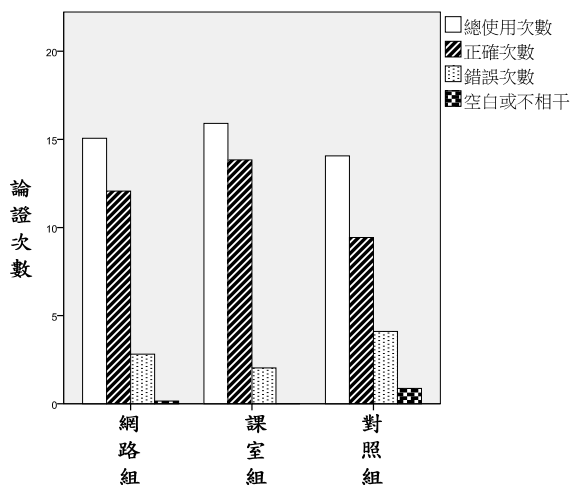


圖 11 三組學生論證次數組型比較圖

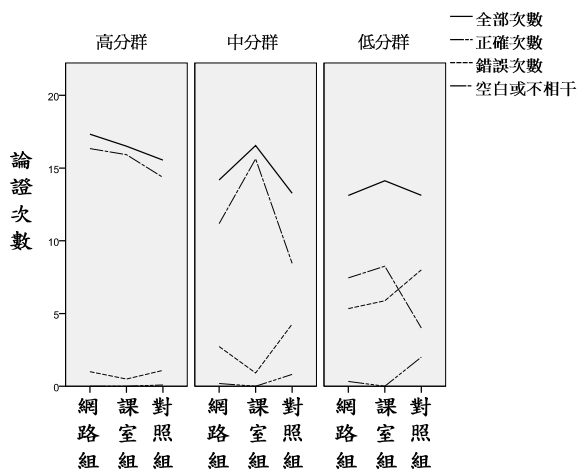


圖 12 三組高、中、低分群學生論證使用次數比較圖

三、討論

(一) 論證能力表現

根據上述三組學童論證能力之結果比較，發現課室論證學習環境組學童

($Mean'=59.95$) 的論證表現比對照組學童的表現較好(達中度效果量)，而網路組的論證能力表現($Mean'=50.61$)和對照組($Mean'=46.95$)相比雖未達顯著，但其論證能力調整後平均得分優於對照組。此研究結果與蔡俊彥(2009)使用 CAWA 系統(*Cognitive Apprenticeship Web-based Argumentation System*)來促進學童論證能力的結果相比較，可說明網路論證環境確實能提升學童論證能力。而將本研究與蔡俊彥的研究設計(僅網路組與對照組)相比，本研究更進一步將論證學習環境的設計直接應用於課室當中，結果顯示課室論證組的表現更明顯優於兩組，研究者推測可能原因如下。

(1)從社會互動觀點來看：雖然本研究中網路論證組的設計能讓低成就學童也獲得公平參與及發表意見的機會，並在網路平台的鷹架輔助下與高成就學童進行公平的互動溝通，進而共同建構知識，提升其論證能力之表現。但是，由於課室論證組的小組成員彼此熟識，且在面對面的課室環境中有豐富的互動經驗，因此較容易透過口語、手勢和身體符號等互動形式，以影響對方之行爲和思考的過程，學童透過這種面對面的方式，直接與其他小組成員針對證據與宣稱的關係進行討論、質疑等協商過程，較易形成具歸屬感的互動與討論社群。而本研究中網路論證組的互動方式則為系統設定，學童可以漸次有邏輯的思考自己的理論與證據，並對他人意見提供評論；但是網路學習鷹架較著重公平地提供學童互動及溝通的機會，而較少注意到學童情意方面的鷹架工具提供；例如，Janssen 等人(2007)認為可以提供「參與」工具的設計，讓學習者透過此種視覺化的工具，可以即時呈現並監控其他同儕參與討論的比例，同時也可以比較自己和其他小組成員個別努力的程度，激勵自己全力參與互動，藉此提高學童參與網路互動的意願與品質。由於本研究中缺乏類似的網路鷹架，網路組學童較無法感受到課室組學童所經歷的真實情境中的情意感受。再加上實驗對象為小六學童，之前並未接受過使用寫作形式來提出宣稱並進行解釋、辯護及反駁等學術訓練，而網路組的實驗介面設計中僅允許學童使用寫作形式來進行彼此的社會互動，故對網路論證組學童而言，必須使用較不熟悉且較高難度的寫作形式直接進行社會互動與建構。相對而言，課室論證組學童則可以同時使用其較熟悉的口語或肢體等形式來進行社會互動，因此課室論證組有較佳的論證表現。

(2)從論證的表徵形式來看：由於兩組學童皆採用相同的論證文本設計學習環境，兩組學童均持續投入可引起競爭的宣稱或是衝突證據的活動設計中，差別在於一個透過網路環境進行書面形式的合作論證，一組透過老師的協助在課室環境中先進行

操作口語形式的合作論證，然後再分別進行書面的陳述。因此兩組可排除論證學習內容的差異，單純討論網路環境和課室環境之間的不同，兩者最大的不同乃是前組純粹經由網路透過書面表徵的方式進行合作論證，後組先經由小組面對面口頭的表徵進行辯證思考，口語的表徵形式多元豐富且直接（Simonneaux, 2008），其後又進行書寫形式的論證，書寫形式的呈現可以完整詳盡的表達個人思考的脈絡，因此，課室論證組學童的表現優於網路論證組學童的論證表現。

（3）從**系統設計觀點**來看：網路論證學習環境的設計本意為「將論證素材以結構化方式，利用學習者與科技形式的互動為鷹架，有邏輯性的呈現個體內論證、小組內論證及小組間論證三階段的論證過程，以藉此訓練並提升學習者的論證能力」。但是本研究中網路論證學習環境的設計卻沒有考量「教師在教學現場的教學實務經驗」這個潛在因素。由於許多有教學經驗的專家教師，在教學現場會視學童的學習反應及狀況，適時的給予口頭或眼神上的接觸與讚許，因此，教師許多內隱未外顯的默會教學知識（tacit knowledge），此系統並無法有效提取並表徵出來，故課室論證組學童的表現優於網路論證組學童的論證表現。未來系統設計可以考慮朝「專家系統」提取專家教師的教學實務經驗，經由人工智慧的設計模式進行，甚至可以考慮直接由專家教師直接在網路論證學習環境中引導論證學習，結合專家教師及網路環境的優勢，讓學童論證教學的成效有加乘效果。

（二）論證能力組型

根據前述，本研究發現在論證結構元素的組型上，學童大致採用的論證組型「宣稱」、「資料」、「支持」、「理由」、「限制」、「反例」來進行論證；由於三組學童在實驗前均先進行四節課的基本論證語言介紹，讓學生熟悉基本的論證語言及技巧（主要介紹 Toulmin 的六個結構元素關係及使用），因此可發現學童的論證組型都採用 TAP 模式，而研究中也發現，其中限制的得分遠低於其他元素，而反例的得分卻沒有相對低分。而限制的得分低，經由研究者事後訪談，多名學生均表示，由於論證能力測驗中題目中已經有詢問「可以稱為 A 蟲的理由是甚麼」，以及「不是 A 蟲的可能理由是甚麼」，因此不需要把限制的條件在重新表述一次，故限制的精緻性得分較低。而學生在反例部分的提出表現並不差，此結果和部分研究所提，反例的出現較不容易達到（Zohar & Nemet, 2002；Kelly & Takao, 2002），並不相同。研究者推測，可能是研究過程中，網路組和課室組「不是好朋友組」的文本設計，以及「論證能力測驗」中特別把「不是 A 蟲」的

證據顯示出來，並要求學生根據這些證據進行思考。透過上述「這些蟲不是 A 蟲」的「明示化」指引及教學設計，學童較容易連結到論證結構中的反例。

研究結果同時也顯示，學生在進行解釋時主要進行現象的描述，在進行辯護時主要是以防禦為主，都沒有使用攻擊的方式進行，在進行反駁時會採用兩種形式，思考對方弱點以及增加己方證據，但主要以思考對方的弱點來進行反駁，而較不會加強提出證據來反駁對方。

伍、結論與建議

一、結論

本研究以 Kuhn（2005）的論證教學理論為基礎，以論證文本作為媒材，透過故事情境的導引，發展設計建構一個適性化的論證學習環境。學童經由小組合作學習的方式，在論證學習環境中進行與自己論證、小組內論證、和小組間論證三個階段的學習反思，以提升學童的論證能力。本研究獲得結論如下：

首先，在學生整體論證能力的表現方面，論證學習環境的設計對學童的論證能力提升有幫助。而且課室論證學習環境比網路論證學習環境較能提升學生論證能力，且因為具有中度以上的實驗效果量，因此在教學實務上可嘗試推廣。

其次，關於學生在論證組型上的表現，研究結果顯示學生在進行解釋時主要進行現象的描述，在進行辯護時主要是以防禦為主，都沒有使用攻擊的方式進行，在進行反駁時會採用兩種形式，思考對方弱點以及增加己方證據，但主要以思考對方的弱點來進行反駁，而較不會加強提出證據來反駁對方。

二、研究建議

（1）對論證教學的建議：從上述研究結果，顯示六年級學童課室論證學習環境的論證學習效果優於網路論證學習環境，且都優於對照組，顯示周延有目標的結構化論證學習環境設計，可以提高學童的論證能力。但本研究中網路環境的預期效應並未完全顯露出來，究其原因，除了前述口語表徵與書面論證形式差異外，學童網路基本素養的能力差異，以及學童本身學習風格的可能差異等因素，在本研究中均未探討，

因此，建議未來需針對學習風格等變項進行研究設計，以找出可能影響因素，並據之修正網路環境設計，以期讓學童能發揮更大的網路論證學習效應。

(2) 對未來研究的建議：本研究中僅探討網路論證環境中學童的論證能力，並未針對學童科學概念的學習分析比較，因此透過網路論證學習環境可以促進學童論證能力的發展，但對於學童科學概念的學習是否有影響，仍待進一步的瞭解。另外，未來研究也可考慮將系統擴增設計成專家系統，並探討同時結合專家教師及網路系統的模式，學童是否有更佳的論證能力表現。

參考文獻

- 吳明隆（2006）。**SPSS 統計應用學習實務：問卷分析與應用統計**。台北市：知城數位科技。
- 林志能、洪振方（2007）。在網路環境中進行科學論證～以部落格（Blog）為例。發表於中華民國第二十三屆科學教育學術研討會，國立高雄師範大學，高雄市。
- 林志能、洪振方（2008）。論證模式分析及其評量要素，**科學教育月刊**，**312**，2-18。
- 林奇賢（1998）。網路學習環境設計與應用，**資訊與教育**，**67**，34-49。
- 林奇賢、馬榮燦、林志能（2000）。網路學習與網路學校的發展對教師專業路線的衝擊。**資訊與教育**，**79**，3-7。
- 林煥祥、洪振方、洪瑞兒（2007）。智育理念與實踐。載於教育部（主編），**德智體群美五育理念與實踐**（頁 55-104）。台北市：教育部
- 馬榮燦、林志能、洪振方（2009）。網路論證學習環境之設計。發表於第十三屆全球華人計算機教育應用大會 GCCCE2009，國立台灣師範大學，台北市。
- 教育部（2001）。**中小學資訊教育總藍圖-總綱**。台北市：教育部。
- 教育部（2010）。**國民中小學九年一貫課程綱要**。台北市：教育部。
- 葉玉珠（2003）。**批判思考測驗-第一級**。台北市：心理。
- 蔡俊彥（2009）。以認知師徒制網路論證系統促進論證能力、概念學習與批判思考成效之研究。國立高雄師範大學科學教育研究所博士論文，未出版，高雄市。
- 龍德義（1999）。兩個訓練領袖的數學遊戲。**數學教育**，**8**，33-43。
- 譚克平（2007）。國中教導盒狀圖的建議及介紹如何用 EXCEL 製作盒狀圖。**科學教育月刊**，**305**，20-34。

- Alexandre, M. P. (2008). Designing argumentation learning environments. In S. Erduran & M. P. Alexandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 91-115). New York: Springer.
- Alexandre, M. P., & Erduran, S. (2008). Argumentation in science education: An overview. In S. Erduran & M. P. Alexandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-28). New York: Springer.
- American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy: Project 2061*. New York: Oxford University Press.
- Anderson, T. (2004). Toward a theory of online learning. In T. Anderson & F. Elloumi (Eds.), *Theory and practice of online learning* (pp. 33-59). Canada: Athabasca University Press.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (1999). *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington, DC: National Academy Press.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-41.
- Clark, D. B., & Sampson, V. D. (2008). Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 293-321.
- Clark, D. B., Stegmann, K., Weinberger, A., Menekse, M., & Erkens, G. (2008). Technology-enhanced learning environments to support students' argumentation. In S. Erduran & M. P. Alexandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 217-243). New York: Springer.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). New Jersey, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453-494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, W., & Clark, V. P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. London: Sage publications.
- de Vries, E., Lund, K., & Baker, M. (2002). Computer-mediated epistemic dialogue: Explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions. *The*

- Journal of the Learning Sciences*, 11(1), 63–103.
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-313.
- Duschl, R. (2008). Quality argumentation and epistemic criteria. In S. Erduran & M. P. Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 159-175). New York: Springer.
- Duschl, R., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38, 39-72.
- Erduran, S. (2008). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. In S. Erduran & M. P. Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 47-69). New York: Springer.
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). Tapping into argumentation: Development in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88, 915-933.
- Felton, M. (2004). The development of discourse strategies in adolescent argumentation. *Cognitive Development*, 19, 35-52.
- Garcia-Mila, M., & Andersen, C. (2008). Cognitive foundations of learning argumentation. In S. Erduran & M. P. Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 29-46). New York: Springer.
- Govier, T. (1989). Critical thinking as argument analysis? *Argumentation*, 3, 115-126.
- Janssen, J., Erkens, G., & Kanselaar, G. (2007). Visualization of agreement and discussion processes during computer-supported collaborative learning. *Computers in Human Behavior*, 23, 1105-1125.
- Jenmann, P., & Dillenbourg, P. (2003). Elaborating new arguments through a CSCL script. In J. Andriessen, M. Baker, & D. Suthers (Eds.), *Arguing to learn: Confronting cognitions in computer-supported collaborative learning environments* (pp. 205-226). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Kelly, G. J., & Takao, A. (2002). Epistemic levels in argument: An analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. *Science Education*, 86(3), 314-342.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning science thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.

- Kuhn, D. (2005). *Education for thinking*. London: Harvard University Press.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, 74(5), 1245–1260.
- Kuhn, D., & Udell, W. (2007). Coordinating own and other perspectives in argument. *Thinking and Reasoning*, 13, 90-104.
- Lawson, A. (2003). *The neurological basis of learning, development and discovery: Implications for science and mathematics instruction*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lin, C. N., & Hung, J. F. (2008). Using blog to improve students' scientific argumentation. Poster session presented at the Conference of Asia Science Education, Kaohsiung, Taiwan.
- Lin, C. N., & Hung, J. F. (2009). The implementation of argumentation-based learning environment. Poster session presented at the International Conference of East-Asian Science Education, Taipei, Taiwan.
- McNeill, K. L. (2008). Teachers' use of curriculum to support students in writing science arguments to explain phenomena. *Science Education*, 93(2), 233–268.
- Missimer, C. A. (2002). *Good arguments: An introduction to critical thinking*. New Jersey, NJ: Prentice-Hall Publishes.
- Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, 21, 553–576.
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M., & Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*, 30(15), 1977-1999.
- Organization for Economic Cooperation and Development (2004). Learning for tomorrow's world– First results from PISA 2003. Paris: OECD.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2003). Ideas, evidence and argument in science: Teacher training pack. Nuffield, UK: Nuffield Foundation.
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in science classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Reiser, B. J. (2002). Why scaffolding should sometimes make tasks more difficult for learners. In G. Stahl (Ed.), *Proceedings of CSCL 2002: Computer support for*

- collaborative learning: Foundations for a CSCL community* (pp. 255-264). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90(6), 986-1004.
- Sandoval, W. A., & Millwood, K. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28 (2 & 3), 235-260.
- Simonneaux, L. (2008). Argumentation in sociocognitive. In S. Erduran & M. P. Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp.179-199). New York: Springer.
- Toulmin, S. (1958). *The use of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Verheij, B. (2005). Evaluating arguments based on Toulmin's scheme. *Argumentation*, 19, 347-371.
- Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*, 29, 1163-1187.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.

投稿收件日：2010 年 12 月 3 日

接受日：2011 年 6 月 14 日

