科學教育學刊
2008, 第十六卷第二期, 171-192

Chinese Journal of Science Education
2008, 16(2), 171-192

國小學童網路論證能力及科學概念學習之研究

蔡俊彥[1]　**黃台珠**[1]　**楊錦潭**[2]
[1]國立高雄師範大學　科學教育研究所
[2]南台科技大學　數位設計學院

（投稿日期：民國 96 年 10 月 12 日，修訂日期：97 年 3 月 17 日，接受日期：97 年 3 月 20 日）

摘要：本研究旨在探討學生在本研究所發展的「Toulmin 論證系統」（Toulmin Argumentation System, TAS）中，進行論證活動時其科學概念及論品質的表現。本研究以 Toulmin（1958）論證模式做為論證教學及分析依據，論證文本以「光的行進」為主題，資料分析採質性研究。研究結果發現在 115 位受試者中，多數受試者的論點能形成 Toulmin（1958）論證模式的三到四個元素；迷思概念組受試者論證能力明顯低於正確概念組受試者，迷思概念組受試者偏向為中、低論證能力組，正確概念受試者則平均分佈在低、中、高能力三組；在證據的使用上，正確概念組受試者較迷思概念組受試者更能正確使用證據；而低能力組無法正確使用證據者為 82.8%，中能力組無法正確使用證據者為 34.7%，高能力組無法正確使用證據者為 21.6%；在 TAS 論證系統的論證活動中，迷思概念組受試者只有少數產生概念改變者。

關鍵詞：Toulmin 論證模式、迷思概念、網路論證

壹、研究動機及研究問題

一、研究動機

從科學發展的歷史脈絡可以發現科學是一個社會性的活動，它的進展是經由人們互動的思考歷程而發生，而並不只是在人們自我的思考中發展。因此科學方法論的演變當中，在邏輯實證主義的盡頭接之而起的是採用社會心理學解釋科學進程的孔恩「典範轉換」說（Kuhn, 1970），他特別強調在科學進步當中「科學共同體」相互說服的重要；Lakatos（1970）也不認為一個理論被拋棄是單純由於「理論和新實驗結果產生衝突」，而是因為從開放的角度爭辯另有理論，而顯示出另有理論的優勢。從以上的觀點得知歷史上的科學知識有可能不是真理，而是一種科學社群的共識，在這個過程中科學論證的角色是讓科學社群以批判的觀點來讓科學知識得到增長，因此，Clark 和 Sampson（2007）認為需要將學生的科學學習環境佈置成類似科學社群的論證環境。然而，Kuhn（1991）

的研究發現論證能力在成人中不是一項非常普及的素養，而是需要經由後天的訓練來達成，也暗示了論證能力在學校科學教育培養的重要。

而在這十年間，科學發展遇上目前電腦網路的發達，許多科學觀念的說服及接受常經由網路完成。另外，傳統上科學論證教學是在課室中進行，但是有鑑於學童在語言傳達上的限制（Joiner & Jones, 2003），以及傳統在課室的論證研究中，學生群體所形成的論證並非由所有學生來建構而成，低成就學生有可能缺乏表達機會，而讓研究結果只能聚焦在高成就學生所形成的論證。因此，為考量 Duschl 和 Osborne（2002）認為論證的參與成員需要被視為平等，研究者擬以電腦科技為媒介來探討學生在網路情境下做論證活動，探討全體學生的論證表現。

科學家社群的互動及論證過程可以形成其概念的改變（Lawson, 2003），而從科學家的模式中，不難想像同樣的情境也會出現在一般成年人、青少年與小孩的思考活動中（張淑女, 2004）。科學知識有些是科學社群的協商成果，在有技巧的老師的引導下，這種獲取知識的協商可以模擬成學習者在學習社群中進行。因此，本研究擬從學童論證活動的探討，並藉助網路科技為媒介，希望從中發現學習者在這樣的歷程中知識的改變及其科學概念和論證能力之間的相關性，以提供科學學習研究的另外一種方向。

二、研究問題

基於以上的研究動機，本研究擬探討的研究問題如下：

(一)學生在 TAS 論證系統中論證能力的表現為何？

(二)正確概念與迷思概念組學生在網路論證能力上是否有差異？

(三)正確概念與迷思概念組學生在使用證據情形上是否有差異？

(四)不同網路論證能力學生在使用證據情形上的情形為何？

(五)不同網路論證能力學生評估他人論點次數是否有差異？

(六)迷思概念組學生在 TAS 論證系統中產生概念改變的情形為何？

貳、文獻探討

論證能力的提升需要適當的教學策略及輔助措施，而在網路上進行論證研究也需要特殊設計的網路介面，另外，本研究主要聚焦在學生論證能力及科學概念的探討，因此，以下則就論證與教學、網路支援論證、以及論證與概念學習來進行探討。

一、論證與教學

(一)論證的定義

洪振方（1994）定義論證（argumentation）為「提出足夠形成推論判斷的證據，以形成結論」。而丁信中（2004）認為論證有二層意義：1.個體推理的過程－在一組前提下經由歸納或演繹的方法而至結論，並藉由推論技巧的表徵來說明某事為真或為偽的推理。2.社會歷程的活動－在討論與辯論的過程中發生，同時存在兩個或多個持有相反觀點的人之間的對話，每個人都在為自己的觀點提供辯護，並且試圖去反駁他人的觀點。這樣的分類突顯出個體自身的推理反思，及個體在社會歷程與他人互動過程中為爭論或駁斥所提出的陳述，而有兩層意義的差異性，此即為洪振方（1994）所謂「與自己對話」的論證及「與他人對話」的論證的區分。

而在論點（argument）和論證（argumentation）的區分解釋上，Osborne, Erduran

和 Simon（2004）認為在 Toulmin 的論證模式中「論點」是指在辯論過程中的主張（claim）、資料（data）、論據（warrant）、或支持理論（backing）等內容；而「論證」則是指整個辯論的過程。因此，綜合對論點和論證的解釋可以發現，論證除了包含個體對邏輯論點的陳述過程外，也包含群體對這個事件多重論點表達的過程，其中包含個體的推理過程以及社會建構的處理過程，而與一般性對話的不同，論證過程必需強調論點結構間的邏輯關係。

(二)論證模式

從亞里斯多德開始的論證模式是以三段式論法（syllogism）為主：「次前提（minor premise），主前提（major premise），所以，結論（conclusion）」，此即所謂形式邏輯論證（formal logic argumentation）；Toulmin（1958）的論證模式為非形式邏輯論證的代表，到目前有許多的研究都是以他的論證模式做為分析學生論證的評價標準（Bell & Linn, 2000; Clark & Sampson, 2005; Clark & Sampson, 2007; Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Nussbaum, 2002; Osborne et al., 2004; Simon, Erduran, & Osborne, 2006），其論證模式中 C 表示表經由推論而得出的主張或結論（claim or conclusion），D 表示從外在現象中所蒐集到的「數據或資料」（data），W 為作推論時的依據－「論據」（warrant），也是連結「資料」和「主張」的說明，而一個論證的有效與否，有很大的程度取決於論據背後的「支持理論」B（theory backing），另外這個論點的限制或例外則為 R「反例」（rebuttal），整個結構如（圖1）。

Toulmin（1958）以「哈利是英國人」為例來說明其論證模式，如下：

哈利是英國人，（主張）

證據是哈利生於百慕達，（證據）

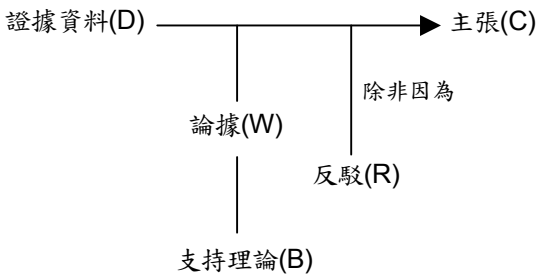

圖 1：Toulmin 論證模式（Toulmin, 1958）

原因是一個人生於百慕達一般的話就是英國人，（論據）

支持理論是條文或法律的規定，（支持理論）

除非哈利的父母是外星人或是美國籍。（反例）

Toulmin（1958）論證模式的提出主要是要彌補三段論法的不足，若以三段論法來看以上「哈利是英國人」的論點，則形成：

一個人生於百慕達的話就是英國人，（主前提）

哈利生於百慕達，（次前提）

哈利是英國人。（結論）

從以上的例子可以發現，三段論法缺少論點更堅強的支持理論來說明主前提的立論依據，如「*一個人生於百慕達的話就是英國人*」這句話的依據為何，因為需要考量的是，從邏輯實證主義之後的哲學家如 Kuhn, Feyerabend 和 Lakatos 都認為觀察是理論蘊含（theory-laden）的，觀察結果的解釋或推論是和科學家所持的背景知識和理論來決定。因此，Toulmin（1958）認為其所提出的論證模式特別強調支持理論的部份。另外，三段論法也沒有提到整個論點可能的例外情形，邏輯實證主義在一九五 O 年代受到否證主義的挑戰，否證主義即以「白烏鴉」的例子來說明三段論法的邏輯性問題，因為其沒有考量一個科學論點所應具有的例外考量。Toulmin（1958）論證模式也強調證據的重要

性，了解如何連結證據和論點之間關係是論證的核心（Brem, Russell, & Weems, 2001; Kuhn, 1991; Nussbaum, 2002; Osborne et al., 2004），而覺知到「證據-理論解釋」的雙向本質的特質的人才會形成以證據為基礎的論點來證明自己的選擇（Weinstock, Neuman, & Tabak, 2004）。有鑑於證據在 Toulmin（1958）論證模式中的重要，因此，在本研究中則擬探討證據在學生論點建構中所扮演的角色。

由以上文獻得知，Toulmin（1958）論證模式是以建構個人論點的邏輯性為主，而非規範群組論證的對話，換言之，Toulmin（1958）論證模式是用來分析論證過程中的個人論點，而不是分析二人以上的論點所形成的論證。但有些以 Toulmin（1958）論證模式為基礎的論證研究，則將 Toulmin（1958）論證模式用來分析二人以上的論點所形成的論證（Clark & Sampson, 2005; 2007; Erduran et al., 2004; Osborne et al., 2004; Simon et al., 2006），而在本研究所開發的 TAS 論證系統是以協助學生建構邏輯性的個人論點為主，因此，本研究的論點分析則採用 Toulmin（1958）的原意，用來分析學生個人論點結構的完整性為原則。

(三)論證教學架構

學生在論證過程中通常無法提出理由或證據來清楚地連結到其主張（Nussbaum, 2002），因此學生之間的對話需要小組討論並配合鷹架輔助來引導活動的進行（Bell & Linn, 2000; Nussbaum, 2002; Osborne et al., 2004; Wray & Lewis, 1997）。如 Wray 和 Lewis（1997）提出的論證寫作架構鷹架是：「我的論點是…，我的理由是…，反對我想法的論點可能是…；我必需要用…來說服不相信我的人，支持我論點的證據是…」。而 Nussbaum（2002）則用「主張－證據－論據」等空格的輔助，以口語化的敘述來呈現論證的字眼，如「主張」用「意見」、「論據」用「您的證據是如何關聯到您的意見？」，並呈現多種組合讓學生去完成如配合題的論點。對於從未接觸論證寫作的學生來說，這樣的鷹架可以讓他/她寫出更有結構和連貫的論點。

本教學研究擬在網路上提供多樣的證據供學生來評估以建立其論點，而實施流程會讓學生先進行「與自己對話」的論證，即無法看到其它學生的論點，如此可以觀察到其先備概念。再來進行「與他人對話」的論證，受試者可以針對個人論點做調整以及評估其它受試者論點，如此可以看到其概念改變情形。

綜合本節所述，論證的過程中可以充份地表徵了學生的科學知識，而在課堂上使用 Toulmin（1958）論證模式融入教學，也可以在潛移默化中教導學生正規的科學語言及科學思考程序。但論證教學的實施過程需要運用適當的鷹架來輔助學生的論點建構，實施流程包含「與自己對話」的論證及「與他人對話」的論證階段。

二、網路支援論證

(一)網路支援論證的優點

Linn（1998）認為電腦通訊科技工具可以讓學生成為研究者和評論家，並幫助他們更自發地來評估科學想法。Voss 和 van Dyke（2001）也認為在合作過程中，學生更能寫出包含論點、對立論點（counter arguments）、反例（rebuttals）、及其它論證成份的文章。然而 Piaget 認為7-12歲的小學生是屬於具體運思期無法做抽象思考，論證活動需要特定的步驟及思考過程，有些研究也認為要使用教學過程來教導學生的論證技巧，或者使用適當的鷹架來輔助（Bell & Linn, 2000; Nussbaum, 2002; Osborne et al., 2004; Wray &

Lewis, 1997），而資訊科技正好可以做為建置這些鷹架輔助的工具。

Duschl 和 Osborne（2002）則認為論證的情境要有以下二個重點：(1)對現象的解釋要有二個以上；(2)參與的成員需要被視為平等。Joiner 和 Jones（2003）認為以電腦溝通的另外二個優點即為可以讓群組成員同時表達出個人的意見，也比面對面溝通更能讓群組成員擁有較平等的機會來發表意見。關於將參與的成員需要被視為平等的部份在傳統的教室也很難達成，而在網路上的討論則可以不受限於傳統教室只能由幾位強勢的學生來主導整個論證，可以經由非同步的機會來表達自己的論點。而王再盛和蔡俊彥（2004）在非同步多媒體討論系統的研究中，也發現學生利用多媒體為媒介來進行數學問題解題的討論，在學習動機及數學問題解決滿意度上都有很高的反應。因此，電腦多媒體的特性在論證過程中，可以提供學生更方便及多元的媒介來表達其想法或是證據，例如可以上傳圖片、手繪資料、甚至可以修改他人的手繪資料。

由以上的文獻可知，網路的非同步討論可以提供學生平等的權利並拉長論證的時空，促進更精煉論點的產生，而網頁的介面也可以經由特殊設計做為建構論證的鷹架，另外，電腦多媒體則可以讓學生使用更多元的證據做為其論點的佐證。本研究所建構的論證系統在系統設計上則必需包含以上的網路支援論證的優勢來輔助學生論點的建構。

(二)網路支援論證的缺點

然而，Joiner 和 Jones（2003）也提出電腦溝通的缺點：1.感覺的疏離、非同步時無法得到即時的回應、形成群體共識較困難、及資訊超載（information overload）讓學生感到挫折；2.無法使用肢體語言或反諷的口吻；3.學生較少表達反對意見及有品質的論點。為了避免網路時空隔離及無法以肢體語言表達的限制，網路系統可以使用多媒體的協助來改善表達上的困難；而資訊超載的部份則可以使用樹狀目錄來呈現資料，降低學生的認知負荷（楊錦潭、江南輝, 2003）。學生較少表達反對意見則需要由教師介入處理，以指導語來反問促進學生間的論證產生。而 Clark 和 Sampson（2007）研究所發展網路論證系統，則建議在使用者論點的輸入介面中，提供欄位來讓使用者在回應別人時輸入其贊成或反對他人的選項，以了解學生的論點立場。

Joiner 和 Jones（2003）在比較網路論證和面對面論證的研究中，發現受試者論點品質沒有達到顯著差異，其推測是因為實驗處理的時間過短。因此，Joiner 和 Jones（2003）認為論證教學的成效要明顯，實施的時程要拉長，這和 Osborne 等人（2004）的研究所得的結論一樣。因此，建構網路區以做為網路論證工具時必須考量到這些的缺失，而在實施網路論證教學時也必需針對論證的技巧多加輔導並拉長論證教學時間，而讓學習者更能表達自己的想法，培養出較高的論證能力。

綜合本節所述，網路討論區擁有網路的便利及限制，而討論區結合文字及圖形的互動，能夠提供學生更多元的表達方式，在論證的過程中讓學生更可以使用圖片、動畫來提供經驗證據來支持她/他的論述，但因為網路表達想法有所限制，因此所設計的論證系統必需考量學生使用的不便，另外也需要使用熟悉系統的使用，以彌補表達想法過程中的限制。

三、論證與概念學習

要讓學生高度投入思考的策略包含利用實驗來檢驗、閱讀反例文本、對異例資料來

建構解釋、及形成自己的解釋（Nussbaum & Sinatra, 2003），這些策略的共通點都是讓學生建立其它的觀點，來比較不同想法和新資訊的解釋歧異，並解決這樣的歧異。論證擁有以上策略的共同特徵，論證包含建構特定結果的合理性解釋、反駁對立論點、及權衡競爭想法。

在論證和概念的教學研究上，Nussbaum 和 Sinatra（2003）認為論證的過程可以澄清學生先備概念和其它概念的差異性，並促使學生做更深入的思考。Bell 和 Linn（2000）的研究發現學生在經過網路論證之後，對於「光概念」主題的概念理解由前測的沒有基準的（non-normative）轉變成後測的有充份教導過的（full instructed），因此 Bell 和 Linn（2000）認為網路論證有助於形成學生的概念改變。但是 Driver, Newton 和 Osborne（2000）的論證研究中，則認為受試者通常會堅持自己原有的論點，而無法達到概念改變，張淑女（2004）以社會科學議題（socio-scientific issues）的論證研究發現亦持此觀點。因此，論證是否可以促進學生概念改變，先前研究則未有定論。

基於以上本小節文獻探討，雖然論證教學有其讓學生產生概念改變的特點（Nussbaum & Sinatra, 2003），但相關研究顯示在論證的過程中學生有可能會因為論證的情境而形成概念改變（Bell & Linn, 2000），但也有些研究（張淑女, 2004; Driver et al., 2000）指出論證的情境中學生會堅持自己原有的論點，因此，本研究擬就此比較學生科學概念與論證之間的相關性，以及科學概念改變的情況來探討學生在網路進行科學論證時的概念學習。

綜合以上文獻分析與探討，本研究的論證教學及學生論點品質的評估擬採用 Toulmin（1958）論證模式，但有鑑於該模式對學童的困難，因此將「主張」、「證據」、「論據」、「原因」、「支持理論」、及「反例」改為更白話的方式引導學生了解 Toulmin（1958）的論證模式。因為在本研究的論證文本主題為「光的行進」，學生的論點需要提供其論點的圖形表徵，本研究希望以網路系統來協助論證教學的進行，電腦網路系統所提供文字及圖形的互動，能夠讓學生更多元的表達方式，並可以電腦多媒體來形成鷹架協助學童的論點建構。而以往文獻也認為論證教學可以促進學童的概念學習，因此，在教學實驗擬設計學童容易發生迷思的科學概念來探討概念和論點形成的關係，以及在論證過程中學童科學概念改變的情形。

參、研究方法

一、研究流程

有鑑於先前研究(Clark & Sampson, 2005; 2007; Erduran, et al., 2004; Osborne, et al., 2004; Simon, et al., 2006）皆將論證的探討重點放在群體論證的反駁對立上，而未能細部觀察到每位受試者的論證改變及其論證能力和某些變項的相關，或是兼顧每位學生而使用寫作方式來形成論證評量（丁信中, 2004; 張淑女, 2004），卻脫離了論證對立的實際情境，因此，本研究以網路科技為媒介來讓學生在網路情境下做真實論證活動，探討全體學生包含低成就學生的論證表現。

在教學實驗上，論證教學及受試者在 TAS 論證系統中活動為期八週，期間教師持續進行論證教學，在最後三週進行此「光的行進」論證活動，論證教學及施測皆由同一教師進行。論證教學前五週強調論證系統的熟悉及論證模式的學習，各週教學重點如下：

1.熟悉論證系統－留言這學期希望學習的

事，讓學生熟悉論證系統及電子黑板，使用一般模式輸入。並練習回應他人留言，學習評估他人的論點。

2.練習三段論法的邏輯－即 cdw 模式，使用鷹架模式輸入。舉例：「每個人都會死，大雄是人，所以大雄會死」。請學生試著舉出一種日常生活的三段論法。

3.練習三段論法加上反例，練習四個元素，使用鷹架模式輸入。舉例：「每個人都有雙手，小明是人，所以小明有雙手，除非小明受傷後失去雙手」。強調必需為自己的論點提供不成立時的限制條件，即為反例。並鼓勵學生試著評估他人的論點。

4.練習整個論證模式結構，即練習五個元素，使用鷹架模式輸入，並以「電腦桌布用什麼格式的影像檔最好呢？大雄：「用 JPG 檔最好，因為 JPG 檔就是一般的相片檔。技安：用 BMP 檔最好，因為 BMP 檔比較清楚。」做論證主題，強調學生必需為自己的論點提供證據，也必需為自己的論據提供支持理論。

5.再次說明整個論證模式結構，練習上週論證問題，並強調讓學生去評估他人的論點。

論證教學後三週為科學概念的論證活動，教學活動的進行分為二個階段，第一階段為「與自己對話」的論證而第二階段為「與他人對話」的論證（洪振方, 1994），活動第六週受試者是進行「與自己對話」的論證，即無法看到其它受試者的論點，如此可以觀察到其先備概念。第七週及第八週進行「與他人對話」的論證，受試者可以針對個人論點做調整以及評估其它受試者論點，如此可以看到其概念改變情形。本研究中所指的論證能力為「光的行進」論證活動之論證成績，因此不分「與自己對話」或「與他人對話」的階段，而是取在這三週中的最佳二次成績加以平均。「與他人對話」的階段有些評論其他受試者主張、證據、論述等訊息很難完全以 Toulmin 的模式來表達，這些訊息的論點得分相對會較低，但在研究中還是鼓勵學生能以邏輯的論點來表達這些看法。而不取論證活動的所有成績平均，是因為受試者在「與他人對話」的階段可能在某次評估他人論點只是回應其不贊成的部份論述，而未寫成完整的論證結構，如此的回應所得成績較低，但不表示其論證能力低。為避免產生評分偏誤，故取最高二次加以平均。

二、研究對象

本研究選擇高雄市某國小五年級學生，從9個班級隨機取樣4個班級共115名學生做為受試者之來源，其中男生61人，女生54人。該國小座落於市中心，學生課業表現平均較高雄市其它地區學生來得高。由於高雄市國小皆於國小三年級及五年級以學期成績重新以電腦編班，因此，五年級各班在學業成就上是屬於平均分配。教學實驗階段為考量受試者受教權及學校行政安排，而維持原班級教學。

三、研究工具

(一)TAS 論證系統

在系統建置過程，本研究首先藉由文獻探討來規劃出 TAS 論證系統的架構，依此架構來進行程式撰寫並發展系統（蔡俊彥, 黃台珠, 和楊錦潭, 2007）。Brem 等人（2001）及 Joiner 和 Jones（2003）認為非同步的網路討論可以讓學生拉長回答問題的時間，高層次的問題結合較長的等待時間可以刺激學生回應出更正確及更確定的解釋。因此本研究採用非同步的方式來設計。以下為 TAS 論證系統的特色：

1.Bell 和 Linn（2000）認為網路環境可以用三種形式來讓想法變得可見：(1)呈現專家的想法－網路環境可以呈現學科專家和科學家的不同的想法；(2)提供想法形成過程來支援個體的反思；(3)可以讓學習者合作交換個別想法。如（圖 2）所示，TAS 論證系統的上方為論證題目，此為教師佈置的認知衝突情境；左下方為受試者針對題目做相互論證的樹狀目錄，受試者可以根據此樹狀目錄了解其它人互相對話的情形，教師也可以變成專家在適當時間介入指導，另外，這個樹狀目錄可以記錄所有受試者想法形成過程來支援個體的反思；而右下方則顯示為單一受試者的論點，受試者無法得知各個論證的正確與否，但藉由這個視窗可以了解其它受試者的想法而達到交換個別想法。

2.如（圖 3）所示，此為系統設計的鷹架來供受試者形成其論點，為考量受試者不受原來論證專有名詞影響，研究者綜合 Wray 和 Lewis（1997）及 Nussbaum（2002）的看法將「主張」改為「我的想法」、「證據」維持不變、將「論據」改為「原因」、將「支持理論」改為「支持原因的理由」、以及將「反例」改為「例外情形」，並於課堂上說明。在受試者熟悉論證模式後，其也可以選擇「一般模式輸入」，此可以符合鷹架理論中的「淡出」作用。Zohar 和 Nemet（2002）認為學生的論證能力需要適當的教學並配合情境來引出，另外，國小學童的資質分配差異很大，中、低資質的學童若沒有適當的協助，在沒鷹架輔助下根本無法測出其論證能力，因此，鷹架在本研究有輔助論證教學及論證評量的雙重功能。而受試者也可以透過上傳文件檔、圖片檔、影音檔、及手繪電子黑板的方式來說明其論點或呈現支持其論點的證據。

3.Nersessian（1992）認為很多科學論證活動是建立在命題及心像表徵的推理思考

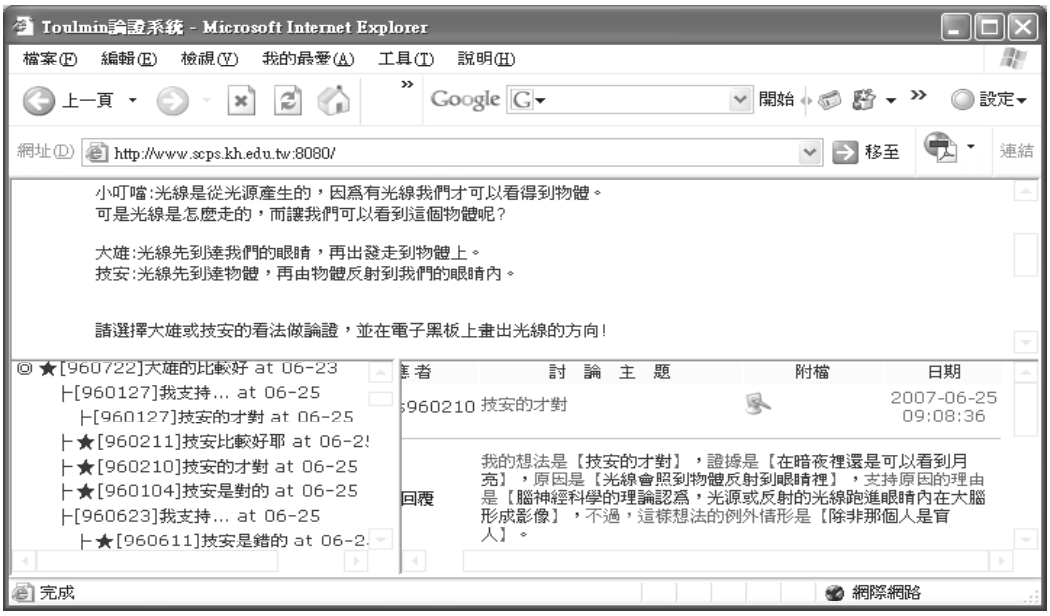

圖 2：TAS 論證系統視窗

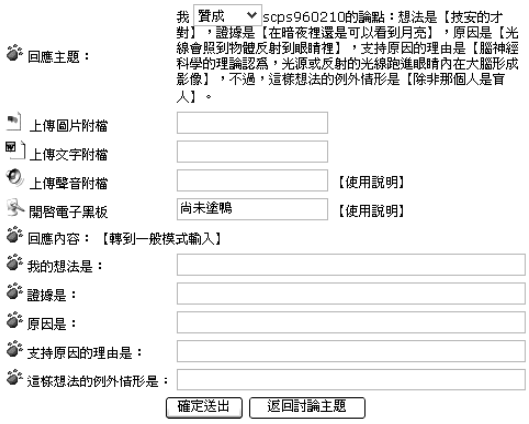

圖 3：TAS 論證系統中協助建構論點的鷹架

上，而黃台珠等人（2002）也認為群體建構來參與圖形組織的製作是促進學生共同腦力激盪的方法，因此，TAS 論證系統中也按照其看法建立電子黑板如(圖 4），受試者可以在論證過程中來呈現手繪資料或修改其它人的手繪資料，做為其證明或反證的證據表達。

4.(圖 5)為受試者觀看其它人論點的情形，利用電腦多媒體的效果，受試者不僅可以看到文字的論點，系統也可以即時呈現圖形結構化的論點模式，來協助學生熟悉 Toulmin（1958）論證模式。

(二)論證文本

本研究的論證主題為「我們是怎麼看見物體的？」，探討的是「光的行進」，這個主題在南一版自然與生活科技課本的四上單元「池水的深淺看得準嗎？」有相關的概念，即受試者已有相當的先備知識來做本研究的論證題目，論證文本測試前經由5位受試者先行閱讀，並修正其不理解之用詞。論證文本效度採用專家效度，論證文本經由三位教學年資皆超過十年的科教所博士班研究生審查及修訂，論證題目為以下：

小叮噹：光線是從光源產生的，因為有光線我們才可以看得到物體。可是光線是怎麼行進的，而讓我們可以看到這個物體呢？

大雄：光線先到達我們的眼睛，再出發行進到物體上。

技安：光線先到達物體，再由物體反射到我們的眼睛內。

你覺得大雄或技安哪一個是對的？請你以大雄或技安的立場來做論證，說明您的證據或理由，並在電子黑板上畫出光線是如何行進，才使眼睛看到物體的。

另外 Bell 和 Linn（2000）、Nussbaum 和 Sinatra（2003）、以及 Osborne 等人（2004）認為學生在形成論點的過程中，可以使用一

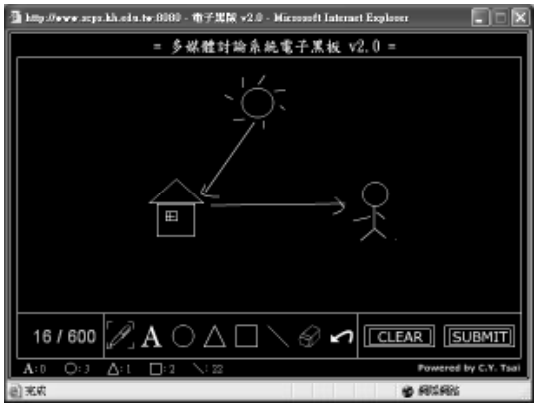

圖 4：TAS 論證系統中的電子黑板

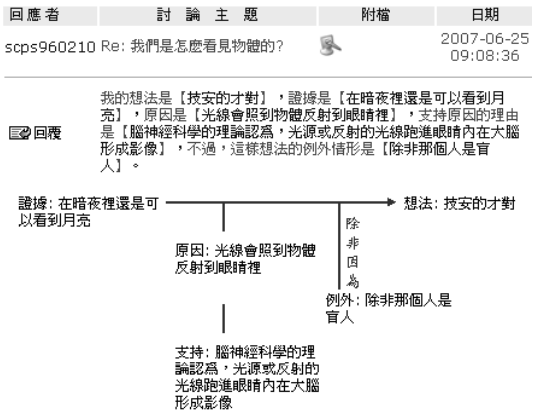

圖 5：受試者論點模式的呈現

些提示來促進其發表想法，研究者採用他們的看法而在論證文本提供和論點相關和無相關的證據列表，供受試者參考來建構其論點。

四、資料處理與分析

(一)質性分析

1.論證能力：

本研究的質性分析以 Toulmin（1958）論證模式為基礎，受試者的論證能力高低則按照符合 Toulmin（1958）論證模式的架構完整性做為判準。評分效度方面，本研究依據 Erduran 等人（2004）及 Simon 等人（2006）按照 Toulmin（1958）論證模式將受試者論證對話的品質層級分為五級，即將論點中包含元素數目相同者歸為同一等級，如 c 為第一級、cd 為第二級、cdw 為第三級、cdwb 為第四級、cdwbr 為第五級，因此本研究則將論點符合 Toulmin（1958）論證模式的元素個數來給分，符合結構元素一個給一分，如（表1）所示。評分者信度方面，本研究由研究者本身對所有受試者的資料進行編碼，但為確保編碼過程的內在一致性，研究者從已經編碼好的受試者中隨機抽取十位受試者的原始資料，請另一位熟悉 Toulmin（1958）論證模式的科教所博士班研究生進行編碼，得到評分者信度為0.91。

2.正確概念組與迷思概念組

研究者先以受試者選擇那一方來判斷受試者是否具有迷思概念，若選擇「大雄：光線先到達我們的眼睛，再出發行進到物體上。」則視其為迷思概念組，其中有些受試者是由正確概念經過論證而改變論點變成迷思概念，另外也有些受試者是由迷思概念經過論證而改變論點變成正確概念，這二種類型受試者因為所持概念皆為不穩定概念，因此視為迷思概念組。而受試者在論證過程中皆保持以「技安：光線先到達物體，再由物體反射到我們的眼睛內」來做論證者，則視為正確概念組。

3.評估他人論點次數

對他人論點有贊成或反對的評估，並可以提出有效的論點來說明其反對或贊成理由者，則視其為成功評估他人論點，若受試者

表 1：論證能力編碼、配分、及舉例

論證結構	得分	例子
c	1 分	我的想法是【大雄比較好】（c）。
cd、cw	2 分	我的想法是【支持技安】（c），證據是【在黑暗中用手電筒，是用來照在物體上】（d）。
cdr、cwr、cwb、cdw、cdb	3 分	我的想法是【我支持技安】（c），證據是【在黑暗中使用手電筒，是用來照在物體上】（d），原因是【光線照射到物體會反射，到達我們的眼睛】（w）。
cdbr、cwbr、cdwr、cdwb	4 分	我的想法是【技安說的比較好】（c），證據是【暗夜中月亮會發光，是因為月亮反射了太陽的光線】（d），原因是【光線先到達物體，再由物體反射到我們的眼睛內】（w），支持原因的理由是【腦神經科學的理論認為，光線反射進入眼睛時，會在大腦裡形成影像】（b）。
cdwbr	5 分	我的想法是【支持技安】（c），證據是【在暗夜中我們還是可以看到月亮】（d），原因是【光線先到達物體，再由物體反射到我們的眼睛內】（w），支持原因的理由是【腦神經科學的理論認為，光線跑進眼睛內會在大腦形成影像】（b），不過，這樣想法的例外情形是【視神經受傷，就無法在大腦形成影像】（r）。

註：c-主張、d-證據、w-論據、b-支持理論、r-反例。

只是重覆個人的論點，而未對他人之論點來加以評估，則不視其為評估他人論點。

(二)量化分析

研究者撰寫程式將質性分析給分資料由資料庫系統轉換到 SPSS10.0統計軟體中，並利用 SPSS 之 T 考驗、及卡方考驗的統計方法分析受試者在論證測驗得分和其它因素的關係。

為進一步了解不同論證能力受試者在 TAS 論證系統上學習時，其論證能力和科學概念與使用證據的相關情形，而將受試者分為論證能力高中低三組，並個別進行卡方考驗及單因子變異數分析（ANOVA）的統計方法分析。

肆、結果與討論

一、受試者在 TAS 論證系統中論證能力的表現

在進行以下各項量化分析之前，研究者依據論證能力的分析編碼表（表1）將受試者針對各議題的回答報告進行編碼，再依序統計每位受試者的論證能力分數，有些受試者會淡出鷹架的輔助，但是依然是使用 Toulmin 論證模式來建構論點，因此研究者沒有特別去區分二種論點的差別。論證能力的分佈情形如（圖6）。圖6顯示受試者多數落於得分3，換言之，受試者多數能答對 Toulmin(1958)論證模式中五個元素的三個，也就是 cdr、cwr、cwb、cdw、及 cdb 的論證結構。其次為3.5分，也就是答對的元素為 Toulmin（1958）論證模式中三個到四個。Lawson（2003）以神經心理學來解釋學生推理的學習，其認為青春期前的學童大腦前額葉尚未發展完全，而大腦前額葉可能是影響高層次推理技能的關鍵（劉嘉茹、邱鴻麟, 2007），而 Means 和 Voss（1996）的研究中

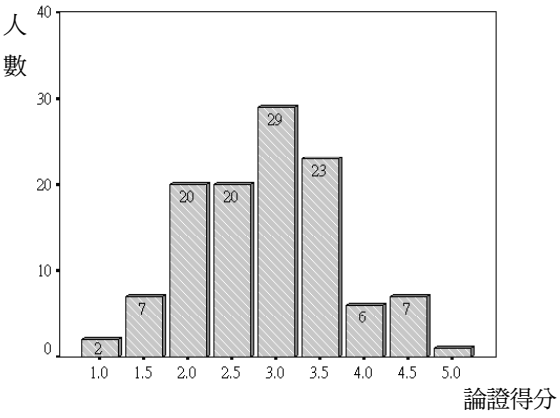

圖 6：受試者在 TAS 論證系統中論證能力的分佈情形

也發現論證能力是和其智力成正相關的。本研究的受試者為五年級學生，在經過八週的論證教學，論證能力尚無法全面提升，而論證能力無法全面提升可能和受試者智力或大腦尚未發展完全有關。

研究者以受試者的最高得分來探討其所形成的論點，交差表如（表2）所示，在得分2的受試者中有多數（80%）是形成 cw 結構，即「主張－論據」結構；得分3的受試者中有多數（55.8%）是形成 cdw 結構，即「主張－證據－論據」結構；得分4的受試者中有多數（37.1%）是形成 cdwb 結構，即「主張－證據－論據－支持理論」結構，其次為 cdwr（31.4%），即「主張－證據－論據－反例」結構。從（表2）中可以發現多數學生是形成 cdw 結構，一般日常生活常使用的三段式論法「次前提、主前提、結論」通常就形成一個邏輯的論點，也有可能讓學生侷限其思考於 Toulmin(1958)論證模式的 cdw 的結構。如以一位得分為3的學生為例，#960211用 cdw 做為其論點的結構：

我的想法是【我支持技安】，

證據是【暗夜中可以看見月亮】，

原因是【光線照到物體會反射照到我們的眼睛產生影像】。

二、正確及迷思概念二組受試者網路論證能力差異情況

迷思概念與否二組在論證能力表現量化分析的變異數同質性檢定 Levene 值未達顯著（$F_{(1, 113)} = 2.658$, $p = .106 > .05$），表示二群樣本的離散情形無明顯差別。如（表3）所示，獨立樣本平均數檢定達顯著差異（$t = 3.266$, $p = .001 < .05$），表示正確概念及迷思概念受試者在網路論證能力表現上有差異，正確概念組受試者網路論證能力平均數3.011高於迷思概念組受試者網路論證能力平均數2.446，迷思概念組受試者較正確概念組受試者無法提出完整的論證架構。平均數差異的效果量為0.86，依據 Cohen（1988）定義 t 考驗的小、中、及大的效果量分別為0.2、0.5、及0.8，本實驗的效果量為高度效果。

研究者依據論證測驗得分而將受試者的分數依高低次序，分為高能力、中能力、低能力三組（共115人）（圖7），其中高能力組為論證能力總分為前27% 的受試者（29人），低能力組為後27% 的受試者（49人），而中能力組則為中間46% 的受試者（37人）。以能力分組及迷思概念與否分組兩個變項所構成的列聯表以卡方檢驗分析的結果發現 $\chi^2_{(2)} = 10.759$, $p = .005 < .05$，達顯著水準，顯示兩個變項有顯著關聯，正確概念組其低、中、高三組人數差不多，但迷思概念組則偏向中、低能力組，顯示迷思概念組較多僅能形成「主張－論據」、或「主張－證據」，而較無法形成「主張－證據－論據」以上較完整的結構。Clark 和 Sampson（2005）的研究也有類似的發現，其以有見解的（nuanced）、有基準的（normative）、過渡的（transitional）、及沒有基準的（non-normative）四個等級來區分學生的科學概念，而發現論點品質較差的學生其概念品質多為較低層次的概念，如過渡的（transitional）或是沒有基準的（non-normative）的概念型態。

研究者歸納迷思概念組受試者的論點結構，發現該組受試者大概有二種較不完整的論點結構類型，即為「結構簡單型」和「結構鬆散型」：

1.「結構簡單型」

#960527

我的想法是【支持大雄】（主張），證據是【課本有寫】，原因是【先到眼睛再到物體】（論據）。（編碼為 cw）

表 2：受試者最高得分與其論點結構交差表

得分		cd	cw	cdr	cwr	cwb	cdw	cdb	cdbr	cwbr	cdwr	cdwb	合計
2	人數	4	16										20
	%	20.0	80.0										100
3	人數			1	6	8	24	4					43
	%			2.3	14.0	18.6	55.8	9.3					100
4	人數								1	10	11	13	35
	%								2.9	28.6	31.4	37.1	100

表 3：正確及迷思概念二組受試者網路論證能力差異 t 考驗

	人數	百分比（%）	平均分數	標準差	t 值	顯著性
正確概念組	87	75.7	3.011	.835		
迷思概念組	28	24.3	2.446	.657		

2.「結構鬆散型」

#960402

我的想法是【是大雄對】(主張),原因是【因為先光線照到眼睛，再反射到物體上】(論據),不過，這樣想法的例外情形是【如果是神經受傷可能就看不到】(反例)。(編碼為 cwr)

論點為「結構簡單型」的受試者，較無法理解 Toulmin（1958）論證模式的各項元素意義，而僅提出贊成某一方的看法（編碼為 c），或有些受試者如#960527受試者無法提出證據來佐證，證據只能提出「課本有寫」而無法得到提出證據的給分，因此編碼為 cw 而得分只有2分。論點為「結構鬆散型」的受試者，雖然可提出 Toulmin（1958）論證模式的5個元素中的3個，但 Toulmin（1958）認為「主張－證據－論據」是論點的基本結構，也是三段論法的基本結構，而「結構鬆散型」受試者如#960402只能提出「主張－論據－反例」這樣元素分散的結構。

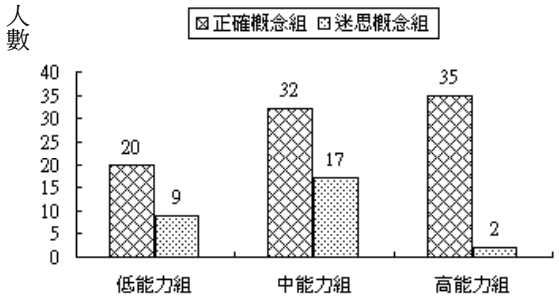

圖 7：正確及迷思概念二組與網路論證能力分組人數分佈圖

三、正確及迷思概念二組受試者正確使用證據情形

如（表4）所示，以科學概念及其使用的證據的狀況來看，兩個變項所構成的列聯表以卡方檢驗分析的結果發現 $\chi^2_{(2)} = 9.649$，達顯著水準（$p = .002 < .05$），顯示兩個變項有顯著關聯，如（圖8），正確概念組可以正確使用證據百分比為66% 多於迷思概念組的31%，表示正確概念組較能正確使用證據來建構其論點。此結果與 Maloney 和 Simon（2006）的想法符合，其認為在科學活動提供更多的科學證據供學生來討論，不僅可以加強其科學推理技巧，更可促進其對科學概念的理解。表4所示，正確概念組可以正確使用證據百分比為66%，其中使用「手電筒」證據佔31%、使用「月亮」證據佔29%、其它證據佔6%；而迷思概念組可以正確使用證據百分比為31%，其中使用「太陽眼鏡」證據佔21%、使用「注視別人」證據佔10%。在本研究中，「月亮」及「手電筒」的證據

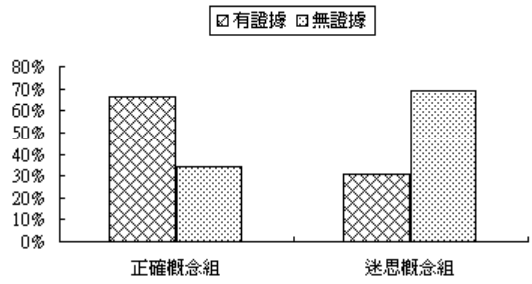

圖 8：正確及迷思概念二組受試者使用證據比例

表 4：正確及迷思概念二組受試者使用證據情形

		太陽眼鏡	注視別人	手電筒	月亮	其它	無	總和
正確概念組	人數	0	0	27	25	5	30	87
	%	0	0	31.0	28.7	5.7	34.6	100
迷思概念組	人數	6	3	0	0	0	19	28
	%	21.4	10.7	0	0	0	67.9	100

註：太陽眼鏡－戴太陽眼鏡可以保護我們的眼睛；注視別人－注視著別人的眼睛，就可以吸引他的目光；手電筒－在黑暗中使用手電筒，是用來照在物體上；月亮－在暗夜中我們還是可以看到月亮。

在之前的自然課有提過，正確概念組各約有三成受試者能夠理解其意涵而以此做為其論點的證據；而「太陽眼鏡」和「注視別人」是 Osborne 等人（2004）認為容易引起學生光迷思概念的日常生活證據，大約也有二成及一成的迷思概念組受試者以此為其論點的證據。

Maloney 和 Simon（2006）的研究提出一個研究啟示，認為在科學活動提供更多的科學證據供學生來討論，不僅可以加強其科學推理技巧，更可促進其對科學概念的理解。反觀本研究中，迷思概念組受試者認為可以看見物體是因為「光是先到達眼睛再反射到物體上」，但對於正確概念受試者所提出的證據，例如「黑暗中使用手電筒是用來照在物體上而不是照在眼睛上」，卻無法加以反思，另外也較無法為他們的迷思概念提供證據，或是在提出證據的時候，則有混用正反雙方證據的情形。

研究者在事後訪談中論證能力之受試者，該受試者在論證過程中因為有迷思概念支持大雄論點而無法舉出證據，訪談發現其因為支持迷思概念而無法提出有效的證據來支持大雄的論點，以下為口語資料之舉例說明（T 指的是研究者的提問，S 指的是受試者的回答）。

#960906

T：你為什麼會支持大雄？

S：因為收獲比較多。

T：為什麼收獲比較多？

S：大雄的話比較有道理。

T：你覺得哪一個證據會讓你認為大雄的話比較有道理？

S：腦神經科學的理論認為，光源或反射的光線跑進眼睛內會在大腦形成影像。

T：這個理論也會支持技安的想法。你還有其它的證據嗎？

S：沒有了！

四、不同網路論證能力受試者正確使用證據情形

如（表5）所示，以論證能力低、中、高各組來看其使用的證據的狀況，將數據以長條圖（圖9）展示，低能力組無法正確使用證據者為82.8%，中能力組無法正確使用證據者為34.7%，高能力組無法正確使用證據者為21.6%。此結果可以被 Maloney 和 Simon（2006）的研究發現所支持，在他們的研究中，發現較高論證能力的學生，較可以正確地使用證據來支持他們的主張，也會要求持對立論點的同學提出他們的證據，相反的，較低論證能力的學生的論點幾乎不為他們的主張提供證據。而 Kuhn（1991）及 Weinstock 等人(2004)也認為在論證過程中，如果無法覺知到「證據－理論解釋」的雙向本質，則無法形成自己批判的論點，也不會去思考為什麼要選擇自己的理論來解釋現象而不去選擇另外的一個，而覺知到這種雙向

表 5：網路論證能力三組受試者使用證據情形

		太陽眼鏡	注視別人	手電筒	月亮	其它	無	總和
低能力組	人數	0	1	1	2	1	24	29
	%	0	3.4	3.4	6.9	3.4	82.9	100.0
中能力組	人數	6	1	13	10	2	17	49
	%	12.3	2.0	26.5	20.4	4.1	34.7	100.0
高能力組	人數	0	1	13	13	2	8	37
	%	0	2.8	35.1	35.1	5.4	21.6	100.0

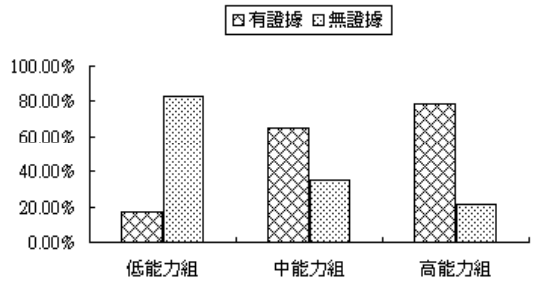

圖 9：網路論證能力三組受試者使用證據比例

特質的人才會形成以證據為基礎的論點來證明自己的選擇。

研究者在事後訪談低論證能力之受試者，該受試者在論證過程中無法舉出證據，訪談發現其無法了解某個證據應該是支持何方的論點，以下為口語資料之舉例說明（T 指的是研究者的提問，S 指的是受試者的回答）。

#960924

S：大雄的話比較有道理。

T：哪一個證據會讓你認為大雄的話比較有道理？

S：在晚上中我們還是可以看到月亮。

T：晚上看得到月亮，光線是先照到月亮吧？這應該是比較支持技安的。你還有其它的證據嗎？

S：不知道耶！

五、不同網路論證能力受試者評估他人論點情形

受試者在論證活動的第二階段「與他人對話」的論證中，研究者以其論證能力分組及評估他人論點次數來探討兩變項的相關情形，如（表6）。變異數同質性檢定 Levene 值未達顯著（$F_{(2, 112)} = 9.168, p = .101 > .05$），表示三群樣本的離散情形無明顯差別。以變異數分析發現網路論證能力低、中、高三組在評量他人論點次數平均數差異達顯著水準，組間效果 $F_{(2,112)} = 5.885$，$p = .004 < .05$。表7的 Scheff 事後分析發現網路論證低能力組受試者評估他人論點次數（.21）小於高能力組受試者（.70）及中能力組受試者（.63），但高能力組受試者（.70）及中能力組受試者（.63）則無明顯差異，顯示網路論證低能力受試者會有較低的評估他人論點次數。變異數分析的效果量為0.095，依據 Cohen（1988）定義變異數分析小、中、及大的效果量分別為0.10、0.25及0.40，網路論證高、中、低三組受試者的評量他人論點次數實驗效果量為小。

張淑女（2004）的研究也有類似的研究發現，在其以生物科技議題的論證研究中發現高論證能力學生會比低能力論證能力學生更能評量他人論點。Osborne 等人（2004）使用 Toulmin（1958）論證模式來進行論證教學時，為了更深入去分析學生之間交互的論證，而使用五個層次的分析架構來評鑑學生們的論點品質，其即定義愈高層次的論證為「反駁」數愈多的論證，換言之，Osborne 等人（2004）認為愈高層次的論證中學生愈能評量他人的論點。而在本研究中，實驗效果量小的原因有可能在論證活動第二階段「與他人對話」的論證，讓學生評量他人論

表 6：網路論證能力三組受試者在評量他人論點次數的 ANOVA 分析

變異來源	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*Sig.*	*Eff.*
組間	4.611	2	2.305	5.885	.004	.095
組內	43.876	112	.392			
全體	83.000	115				

表 7：網路論證能力三組受試者在評量他人論點次數的事後分析

	個數	平均數	標準差	事後比較
低能力組	29	.21	.41	高 > 低
中能力組	49	.63	.67	中 > 低
高能力組	37	.70	.70	

點的時間只有二週，高論證能力組學生沒有更多的時間來評量他人論點而侷限其評量能力，也因此和中論證能力組學生評量次數的差異沒有達到顯著性。

六、迷思概念組受試者概念改變情形

如表8所示，以論證能力三組及迷思概念組受試者概念改變與否二組兩個變項所構成的列聯表，以卡方檢驗分析的結果發現 $\chi^2_{(2)} = 6.67$，未達顯著水準（$p = .154 > .05$），顯示兩個變項沒有顯著關聯。沒有概念改變的受試者為18人，有概念改變的為10人，其中有5人從迷思概念改變為正確概念，另外5人從正確概念改變為迷思考概念。論證改變較難發生的觀點可以被 Driver 等人（2000）、Linn 和 Seigel（1983）、及張淑女（2004）的研究所支持，其認為受試者通常會堅持自己原有的論點。張淑女（2004）以 Lakatos 的研究綱領來類比學生論點的建構，發現學生會改變其論點中的「硬核」為少數，且也和受試者本身的論證能力無關。Linn 和 Seigel（1983）也認為一個人的概念是由二個部分所組成的，其中之一是硬核，另一個是保護帶。在面對一個衝突情境時，保護帶的部分可以犧牲及改變，而核心的部份則抗拒改變（引自鄭昭明, 2004）。儘管論證過程所提供的對立論點可以讓知識處於對立狀態而產生了認知衝突，例如 Nussbaum 和 Sinatra（2003）的研究中認為科學論證的教學可以促進學生更投入對概念的思考，而讓所習得的概念可以維持得更久，但本研究卻發現概念在學習前的未改變狀態，學生很難理解對立論點的邏輯，多數迷思概念組受試者還是無法理解其迷思的論點和支持對立論點的證據有所不相容的地方，因而無法產生概念改變。然而，Bell 和 Linn（2000）的研究發現網路論證有助於形成學生的概念改變，在該研究中實施網路論證的同時也讓學生學習 WISE 中的網路探究課程，因此，學生的概念改變不完全單純是由論證情境所形成的，可能也和其在網路探究課程的學習有關。

表 8：迷思概念組概念改變與否及論證能力三組受試者人數交差表

		低能力組	中能力組	高能力組	合計
沒改變	人數	8	10	0	18
	%	44.4	55.6	0	100.0
迷思→正確	人數	0	4	1	5
	%	0	80.0	20.0	100.0
正確→迷思	人數	1	3	1	5
	%	20.0	60.0	20.0	100.0
合計	人數	9	17	2	28
	%	32.1	60.7	7.2	100.0

研究者以形成概念改變的10位受試者的訪談做質化分析，採用張淑女（2004）的觀點以 Posner 等人（1982）所提到概念改變模式中四種促進概念改變的條件做為本研究分析概念改變的依據。訪談發現在10位發生概念改變的受試者當中，除了2位認為是自己打錯的，研究也確定這2位沒有發生概念改變，其餘8位受試者中以「不滿意」為條件3位及「合理的」為條件3位居多，其次是「可理解的」為1位及「豐富的」為1位。以下分別為「不滿意」與「合理的」二項條件口語資料之舉例說明（T 指的是研究者的提問，S 指的是受試者的回答），「不滿意」的例子是來自中論證能力者由迷思概念改為正確概念，而「合理的」例子是來自正確概念改為迷思概念之高論證能力者：

1.「不滿意」

#960809

T：為什麼你從原本支持大雄的想法，而改變成支持技安的想法？

S：因為大雄的話不太正確，光線不會先到

達我們的眼睛，要不然就會因為太亮而看不見了。

2.「合理的」

#960815

T：為什麼你從原本支持技安的想法，而改變成支持大雄的想法？

S：因為大雄的話比較有道理。

T：你覺得哪一個證據會讓你認為大雄的話比較有道理？

S：因為光線照到眼睛會有反射的光線。

#960815為原本正確概念改為迷思概念之受試者，其最初從課本所學中認為技安的說法是較正確的，但是在論證過程中發現日常生活的證據中「光線照到眼睛會有反射的光線」是傾向支持大雄的迷思概念，因而轉變接受迷思概念。由以上可知，在概念不穩定的學生若沒有辦法清楚了解日常生活的證據背後的原理，會因而變成其形成迷思概念的理由。

伍、結論與建議

本研究所發展的 TAS 論證系統在先前研究中（蔡俊彥等人, 2007），發現受試者在該系統的論證活動中，隨著論證教學的進行受試者所建構論點品質明顯提昇。而在本研究中，則有以下的發現：

一、先前研究中（蔡俊彥等人, 2007）發現受試者可以藉由本 TAS 論證系統的鷹架輔助在論證教學過程得到論證能力的提升，而在本研究中發現多數受試者的論點能形成 Toulmin（1958）論證模式的三到四個元素。

二、在論證教學後發現迷思概念組受試者其論證能力明顯低於正確概念組受試者，正確概念組受試者網路論證能力平均數 3.011 高於迷思概念組受試者網路論證能力平均數 2.446；而具有迷思概念受試者偏向為中、低論證能力組，有正確概念受試者則平均分佈在低、中、高三組。研究者歸納迷思概念組受試者的論點結構，發現該組受試者大概有二種較不完整的論點結構類型，為「結構簡單型」和「結構鬆散型」。

三、本研究發現在證據的使用上，正確概念組可以正確使用證據百分比為 66% 多於迷思概念組的 31%，正確概念組受試者較迷思概念組受試者可以正確使用證據。

四、在證據的使用上，低能力組無法正確使用證據者為 82.8%，中能力組無法正確使用證據者為 34.7%，高能力組無法正確使用證據者為 21.6%。

五、網路論證低能力組受試者評估他人論點次數（.21）小於高能力組受試者（.70）及中能力組受試者（.63），但高能力組受試者（.70）及中能力組受試者（.63）則無明顯差異，顯示網路論證低能力受試者會有較低的評估他人論點次數。

六、在 TAS 論證系統中，具有迷思概念受試者產生概念改變者為少數。沒有概念改變的受試者為 18 人，有概念改變者為 10 人，有概念改變者中有 5 人從迷思概念改變為正確概念，另外 5 人從正確概念改變為迷思考概念，概念改變者以「不滿意」與「合理的」二項條件為多數。

本研究除了從符合 Toulmin（1958）論證模式的架構完整性做為論點品質的判準來探討受試者的論證能力外，也考量 Sandoval 和 Millwood（2005）及 Maloney 和 Simon（2006）強調在論證過程中使用證據

的能力，以及 Osborne 等人（2004）、Simon 等人（2006）、Clark 和 Sampson（2005）及 Clark 和 Sampson（2007）強調在論證過程中評估他人論點的能力。發現受試者架構 Toulmin 論證模式的論證能力和使用證據的能力及評估他人論點的能力有相關，而迷思概念與否也和架構 Toulmin 論證模式的論證能力及使用證據的能力相關。基於以上的發現，研究者提供以下的建議以做為實施論證教學的參考：

一、論證的教學過程有些是包含抽象概念的描述，Lawson（2003）認為青春期前的學生由於大腦發展的因素，對於抽象「理論性概念」的推理較無法理解，因此，在教學上需要以具體到抽象來安排概念的學習（劉嘉茹、邱鴻麟, 2007）。論證的教學可能受限於學生的大腦成熟而無法全面提昇其論證能力，在本研究中多數學生是形成 cdw 結構即一般使用的三段式論法，而較無法形成支持理論及反例，因此，在教學中可以參考 Wray 和 Lewis（1997）及 Nussbaum（2002）的看法來提供論點建構的鷹架。也可以提供更具體的論點舉例給學生來學習模仿，並以多媒體具體化的推理模式來讓學生學習，而加強其對抽象論點結構的理解。

二、迷思概念組學生在建構論點的過程中，由於證據和論據及支持理論之間在邏輯上無法連結，而造成其無法完整建構其論點來自圓其說，若需要提升迷思概念組學生的論證能力，可以由改善其科學概念來著手。研究也發現高論證能力組的學生中，具有迷思概念者為少數，這意謂著論證推理是有助於概念理解的。

三、在論證的過程中，迷思概念組學生較無法在其論點中正確使用證據，而造成其無法完整建構其論點。學生對於證據的理解能協助其選擇論證的一方來建構其論點，也可以改善其迷思概念。國內外大多數研究均指出多數學生習慣以「主動之視線」的觀念，來解釋如何看到物體（張靜儀、李采裹, 2004）。而有些生活上容易造成迷思概念的證據，如在本研究中「戴太陽眼鏡可以保護我們的眼睛」及「注視著別人的眼睛就可以吸引他的目光」，這些日常生活證據容易造成學生的迷思概念，在科學教學上若能適當引導學生了解這些現象，則可以協助學生改善其迷思概念及論點建構的品質。

四、而學生對於證據的理解也能協助其改善其論點的建構而提升其論證的能力，證據的理解能使學生在建構論點的過程中，利用論據來支持其證據及主張之間的連結，形成邏輯性較強的「主張－證據－論據」結構，而有助於再提出更強的支持理論來完善其論點。

五、較低論證能力的學生較少評量他人的論點，就如同 Simon 等人（2006）的研究建議，論證教學的高層次策略是鼓勵學生對立論點的產生以及鼓勵學生能對論證過程加以反思，因此，在論證教學過程中，除了要求學生能建構出完整性及邏輯性論點的同時，也可以鼓勵學生多去評量他人論點，學生在評量他人論點時也能回顧自己的論點，進而改善自己的論點。

六、本次論證教學為期八週，學生從中學習 Toulmin（1958）論證模式，雖然

本次實驗的論證活動為期三週，但是迷思概念組學生藉由本次的論證活動來得到概念改變者為少數，因此，是否將論證活動的時間拉長可以讓迷思概念組學生更多獲得概念改變則需要進一步探討。另外，或許論點難以改變是因為單純使用衝突情境可能還是無法達到概念改變的閾值，而需要輔以概念改變的教學策略，如 Bell 和 Linn（2000）的研究中輔以探究課程來同時進行概念教學。

在未來研究方面，對於論證可以促進概念改變的論點，Nussbaum 和 Sinatra（2003）的研究強調論證的教學可以促進學生更投入對概念的思考，但是否真能產生概念改變，研究者希望再設計其它科學概念的論證議題供學生來論證，觀察學生是否可以概念改變，為這樣的爭論提供更多樣性的實徵證據。

誌　　謝

感謝國科會科教處專題研究計畫【科學探究課程設計歷程之發展性研究】（NSC 96-2511-S-017-004-MY3）經費補助。另外，感謝兩位審查者對本篇文章提供很多有用意見，讓本文有機會修改得更加完善。

參考文獻

1. 丁信中（2004）：**青年學生於理論競爭論證過程中對其支持理論侷限的覺察**。高雄市：國立高雄師範大學科學教育研究所博士論文（未出版）。
2. 王再盛、蔡俊彥（2004）：**問題解決為基礎之多媒體討論互動系統研究**。2004 數位學習研討會,國立屏東師範學院。
3. 洪振方（1994）：**從孔恩異例的認知與論證探討科學知識的重建**。台北市：國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文（未出版）。
4. 張靜儀、李采裹（2004）：國小中、高年級學童光迷思概念與相關因素探究。**國立屏東教育大學學報**, **20**, 315-354。
5. 張淑女（2004）：**從認識論的觀點探究大學生論證思考之能力與模式**。台北市：國立臺灣師範大學科學教育研究所博士論文（未出版）。
6. 楊錦潭、江南輝（2003）：**超媒體教材導引模式對學習迷失之影響—以高市高職生對半導體學習單元為例**。ICCAI 2003 第十一屆國際電腦輔助教學研討會暨第十六屆中華民國電腦輔助教學研討會，國立台灣師範大學。
7. 蔡俊彥、黃台珠、和楊錦潭（2007）：**符合 Toulmin 論證模式之系統發展研究**。TANET 2007 臺灣網際網路研討會，國立台灣大學。
8. 鄭昭明（2004）：**認知心理學：理論與實踐**。台北縣：桂冠。
9. 劉嘉茹、邱鴻麟譯（2007）：學習、發展和發現的神經心理學基礎：科學和數學教學的啟示。台北市，高等教育。
10. Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, *22*(8), 797-817.
11. Brem, S. K., Russell, J., & Weems, L. (2001). Science on the web: Student evaluations of scientific arguments. *Discourse Processes*, *32*(2/3), 191-213.
12. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Eribaum.
13. Clark, D. B., & Sampson, V. D. (2005). *Analyzing the quality of argumentation supported by personally-seeded discussions.* Paper pre-

sented at The 2005 Conference on Computer Support for Collaborative Learning: Learning 2005: The Next 10 years! Taipei, Taiwan.

14. Clark, D. B., & Sampson, V. D. (2007). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, *29*(3), 253-277.
15. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, *84*(3), 287-312.
16. Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, *38*, 39-72.
17. Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, *88*(6), 915-933.
18. Joiner, R., & Jones, S. (2003). The effects of communication medium on argumentation and the development of critical thinking. *International Journal of Educational Research*, *39*, 861-871.
19. Kuhn, D. (1991). *The skills of arguments*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
20. Kuhn, T. S. (1970). *The structure of scientific revolutions* (2nd ed.). Chicago: University of Chicago Press.
21. Lakatos, I (1970). *Falsification and the methodology of scientific research programmers*. Cambridge: Cambridge University Press.
22. Lawson, A. E. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. *International Journal of Science Education*, *25*(11), 1387-1408.
23. Linn, M. C. (1998). The impact of technology on science instruction: Historical trends and current opportunities. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (pp. 265-294). Boston: Kulwer Academic Publishers.
24. Maloney, J., & Simon, S. (2006). Mapping children's discussions of evidence in science to assess collaboration and argumentation. *International Journal of Science Education*, *28*(15), 1817-1841.
25. Means, L.M., & Voss, J.F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*, *14*(2), 139-178.
26. Nersessian, N. J. (1992). How do scientists think? Capturing the dynamics of conceptual change in science. In R. Giere (Ed.). *Cognitive models of science* (pp. 3-45). Minneapolis, MN: University of Minnesota press.
27. Nussbaum, M. E. (2002). Scaffolding argumentation in the social studies classroom. *Social Studies*, *93*(3), 79-84.
28. Nussbaum, M. E., & Sinatra, G. M. (2003). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology*, *28*, 384-395.
29. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 994-1020.
30. Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, *23*(1), 23-55.

31. 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.
32. Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
33. Voss, J. F., & Van Dyke, J. A. (2001). Argumentation in psychology: Background comments. *Discourse Processes*, *32*(2&3), 89-111.
34. Weinstock, M., Neuman, Y., & Tabak, I. (2004). Missing the point or missing the norms? epistemological norms as predictors of students' ability to identify fallacious arguments. *Contemporary Educational Psychology*, *29*(1), 77-94.
35. Wray, D., & Lewis, M. (1997). *Extending literacy: Children reading and writing nonfiction*. London: Routledge.
36. 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.

A Study of Pupils' Web Argumentation Ability and Scientific Conceptual Learning

Chun-Yen Tsai[1], Tai-Chu Huang[1] and Jin-Tan Yang[2]

[1]Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

[2]College of Digital Design, Southern Taiwan University of Technology

Abstract

This study was designed to investigate pupils' scientific conceptions and argument qualities during the argumentation activities within the Toulmin Argumentation System (TAS), which was developed for this study. The qualitative methodology adopted in this study and the argumentation instruction was conducted using the Toulmin's (1958) Argument Pattern. The result showed that the majority of participants could construct three to four components of Toulmin's (1958) Argument Pattern. The argumentation abilities of participants in the misconception group were significantly lower than those in the correct conception group for all 115 participants. The participants in the misconception group tended to be distributed in the intermediate and low ability groups and the participants in the correct conception group tended to be distributed in the high, intermediate, and low ability groups. For evidence usage, the participants in the correct conception group were more sophisticated than those in the misconception group. The more argumentation ability the participants had, the more evidence they could use for their arguments. The participants having low ability tended to not evaluate others' arguments. The minority of participants in the misconception group exhibited conceptual change during the argumentation activities within the TAS.

Key words: Toulmin Argument Pattern, Misconception, Web Argumentation