

符合 Toulmin 論證模式之系統發展研究

蔡俊彥* 黃台珠* 楊錦潭**

國立高雄師範大學科學教育所* 南台科技大學數位設計學院**

tbird@scps.kh.edu.tw

摘要

本研究旨在發展符合 Toulmin(1958)論證模式之網頁論證系統(「Toulmin 論證系統」; Toulmin Argumentation System, TAS), 並讓受試者在該系統進行論證活動以了解學生在此系統上論證的學習成效。在 TAS 論證系統中以鷹架輔具協助學生建構論點, 讓學生以文字及圖像表徵來進行論證活動, 以便在社會性互動思考歷程中改善其論點的品質。研究結果發現, 115 位受試者在三次的論證活動中, 其建構論點的品質明顯提昇, 顯示受試者在該系統中進行論證活動可以提昇其論證思考。論證低能力組學生在此論證系統持續練習下, 在第二次到第三次階段測驗則明顯進步, 而中、高能力組學生不論在那個階段都有所進步。

關鍵詞: Toulmin 論證模式、網路論證。

Abstract

This study had two purposes: 1) to focus on supporting scientific argumentation through a web-based argumentation system named Toulmin Argumentation System (TAS) which complies with Toulmin Argument Pattern (Toulmin, 1958) and 2) to validate students' learning achievement of the argumentation within TAS. Using TAS, students could be scaffolded by the assistance that contained the textual and pictorial representation to construct their arguments. Within scaffold interface structure, students were provided an opportunity to improve their argument qualities by the social construction. The result showed that 115 participants improved their argument qualities significantly during these argumentation activities using TAS. With continued practice, the participants having low ability improved their argument skills significantly between phrase II and III tests, and the participants having an intermediate or high ability improved their argument skills significantly among three tests.

Keywords: Toulmin argument pattern, web argumentation.

1. 前言

科學理論的精鍊通常是以個人的推理或是群體的論證(argumentation)為方法, 論證在科學發展歷程中有其重要的角色, 因此科學論證的研究近年來

受到科學教育界極大的重視, 並從多元的角度來探討科學論證, 也強調在科學教室教學中引入論證教學的重要(Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Osborne, Erduran, & Simon, 2004; Simon, Erduran, & Osborne, 2006)。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), 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, 其論點品質建構改善的情形。

在網路論證的環境中, 學習者使用論點和對立論點來形成並防禦自己的主張, 並使用必要的批判思考的技巧, 這些技巧包含判斷陳述的準確性、澄清含糊不清的主張或論點、識別沒有根據的假想、並評估主張或論點的強度。在這樣的情境下, 電腦網路的多媒體可以做為輔助認知的工具, 並在論證的問題解決過程中做為鷹架(scaffolding), 多媒體工具可以提供論點的結構和相關的標示來讓使用者形成外顯的假設、辨別、並確認論點之間的關係。

因此, 本文從論證模式的探討, 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論證技巧的提昇。本研究的問題如下: (1)以 TAS 輔助論證教學, 學生改善其論證能力的情形為何? (2)以 TAS 輔助論證教學, 論證能力低、中、高三組學生改善其論證能力的情形為何?

2. 文獻探討

培養學生的論證能力是學校教育中不可或缺的一環(Nussbaum, 2002), 本節就 Toulmin 論證模式、網路論證系統、鷹架理論、及命題與心像表徵的互動做以下的討論。

2.1 Toulmin 論證模式

論點(argument)是由一些有邏輯關係存在的主張(assertion)組成, Toulmin 認為「論點」的意思是指伴隨著證明理由(justification)的一種主張(Toulmin, 1958)。在論點和論證(argumentation)的區分解釋上, Osborne 等人(2004)認為在 Toulmin 的論證模式中「論點」是指在多人辯論過程中的主張(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, 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。

Toulmin(1958)是早期提出論證模式的學者，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; Erduran et al., 2004; Nussbaum, 2002; Osborne et al., 2004; Simon et al. 2006)，其論證結構中 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 為作推論時的佐證依據—「論據」(warrant)，也是連結「資料」和「主張」，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。



圖 1 Toulmin 論證模式(Toulmin, 1958)

這個模式強調證據的重要性，Kuhn(1991)認為在論證過程中，「證據-理論解釋」的雙向本質即是論證的一般性規則，個體若無法覺知到這種雙向的特質，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，因此較容易形成謬誤的論點。而覺知到這種雙向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。

2.2 網路論證系統

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。Joiner 和 Jones(2003)更認為非同步電腦溝通(asynchronous computer-mediated communication; ACMC)也比面對面溝通有更多的優點，可以成為論證技巧的培養工具。因此，透過在網路上呈現多元的證據，可以激發學生的想法，從中學習論證的技巧並得到概念的改變。

而Piaget認為尤其是大約在7-12歲的小學階段的學生是屬於具體運思期而無法做抽象思考，利用資訊科技工具的協助來體驗科學，可以讓學生更能學習科學過程技能(Linn, 1998)。Bell 和 Linn (2000)即在KIE專案中以網路論證工具做研究，認為其可以做為知識表徵工具，並強調這樣的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。

另外因為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。就像 Wray 和 Lewis (1997)提供論證架構讓學生可以遵循既有的架構來發表想法的策略，Nussbaum(2002)也在論證形成概念改變的研究中使用各種提示(prompts)來刺激學生的論證表達，另外，Bell 和 Linn(2000)在網路論證活動中也使用句子啟動者(sentence starters)來促進學生發表想法，並在論證過程利用電腦工具的設計來提供各種適性化的提示。然而，Joiner 和 Jones(2003)在比較網路論證和面對面論證的研究中，發現雖然沒有達到顯著差異，不過在論證品質則以面對面論證較好，其推測是因為實驗處理的時間過短的緣故。

2.3 鷹架理論

「鷹架」(scaffolding)一詞是由 Wood、Bruner 以及 Ross 於 1976 年所提出的，它是源自於俄國心理學家 Vygotsky 的「近側發展區」(Zone of Proximal Development)的概念，主要意義是指：兒童內在的心理能力之成長有賴成人或能力較強的同儕協助，而這種協助應該建立在學習者當時的認知組織特質上。

該理論主張學習的過程是由教師提供一個暫時性的支持來協助學生發展學習能力，這個暫時性的支持(鷹架)可能是一種教學策略或教學工具，隨著學習者能力的提昇，便逐漸淡出(fading out)而將學習責任轉移至學生的身上，最後讓學生能主導學習，並經由學習建構出屬於自己的知識。

在論證教學的過程中，鷹架的輔助可以引導學生在論證中形成較高層次的推理，例如：老師要能適時讓學生說明對立論點的詳細解釋，也要使用提問來誘導學生的論點產生。而在學生建立論點時，用提示的架構來輔助也是一個重要工具。如 Wray 和 Lewis (1997)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/她寫出更有結構和連貫的論點。

2.4 命題與心像表徵的互動

表徵(representation)是指把某件事物「重新呈現」在我們腦海裡的任何標記、符號、或一組象徵(李素卿, 2003)。心智表徵有四種：概念(concept)、命題(proposition)、心像(images or imagery)、和心智模型(mental model)，其中概念可以結合成命題，而

心智模型則大部份可以產生心像。另外在表徵分類上, Eysenck 和 Keane(2000)認為外在表徵可以分為書面表徵和圖示表徵這二種, 而內在表徵則是命題表徵和類比表徵, 類比表徵往往是影像, 可能是視覺、聽覺、或運動的(引自李素卿譯, 2003)。

科學文章包含了很多數學或科學的符號、圖片與公式, 需要和一般語文不同的認知處理, 所以具有雙語文的(bilingual)特性; 一個是符號系統(如數學式與圖片), 一個是語言系統(如語意與命題)。而鄭昭明(2004)認為思考是個體對環境的訊息或對知識系統所貯存的概念, 進行重組或操弄的歷程, 符號或概念代表的是外在世界的事物或事件, 思考時所運作的符號主要為「心像」及「語言」。Nersessian (1992)分析科學史上 Faraday 和 Maxwell 在理論的發展過程中都利用心像的表徵(imagistic representation)或類比所提供現象與數學表徵間一個過渡的關係, 以促使一連串相互連結的推論而形成新的概念(引自邱美虹, 2000)。而鄭昭明(2004)認為心像是過去經驗有關實體的抽象物而非實體本身, 運用心像思考又稱為「視覺思考」。

綜合以上, 科學文本通常會利用文字和圖像的雙重外在表徵來傳達知識, 而個體則需要命題和心像的雙重內在表徵來形成推理思考, 在論證的過程中文字和圖像因此為學習者所運用缺一不可的雙重媒介。

綜合本節的文獻探討, 本研究擬開發之論證系統以符合 Toulmin(1958)的論證模式為理念, 在探討相關的網路論證系統研究後, 發覺學生在論證技巧的培養上是需要教師或系統建立的鷹架來加以輔助, 而論證過程需要的分析、推理、及溝通等能力也可以藉由電腦網路科技的多媒體功能來做為其媒介, 以進行其論證過程的表徵思考。

3. 研究設計

3.1 研究流程

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, 並依此架構來進程式撰寫並發展系統。TAS 論證系統修改自多媒體討論系統(黃武元、陳年興、葛建志、蔡俊彥、及王錦裕, 2002; 王再盛和蔡俊彥, 2004), 研究者根據 Toulmin(1958)的論證模式, 修改該系統部份程式碼及資料庫系統而成。

在教學實驗部份, 論證教學及受試者在 TAS 論證系統中活動為期 8 週, 期間教師持續進行論證教學, 並藉由 TAS 論證系統中的鷹架輔助讓受試者共進行三次主題的論證活動。在每次的論證活動中, 取最高得分做為該次論證的成績, 論證教學及施測皆由同一教師進行。

3.2 研究對象

本研究選擇高雄市某國小五年級四個班級共 115 名學生作為受試者之來源, 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。其中男生 61 人, 女生 54 人。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。

3.3 研究工具

(1) 系統開發工具

- A. Web Server : Resin 2.1.17。
- B. 資料庫系統 : Microsoft SQL 2000。
- C. 程式語言 : Sun JSP (JAVA Server Page)、SQL (Structure Query Language)、HTML、JavaScript 等語言。
- D. JAVA engine : j2sdk1.4.2_05。
- E. 電子黑板 : Macromedia Flash 2004。
- F. 程式撰寫工具 : EditPlus2.1。
- G. 伺服器工作站 : Microsoft Windows 2003 Server。

(2) 網路 TAS 論證系統

- A. 如圖 2 所示, TAS 論證系統的上方為論證題目, 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, 右下方則顯示為單一受試者的論點。

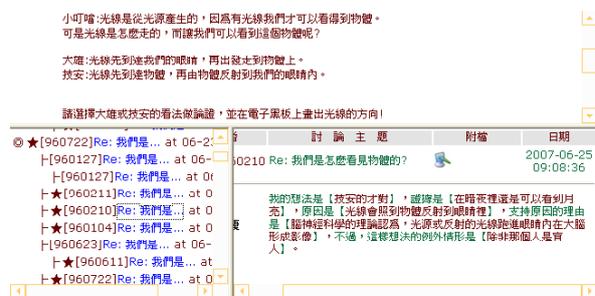


圖 2 TAS 論證系統視窗

- B. 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, 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。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。

上傳圖片附檔

上傳文字附檔

上傳聲音附檔 【使用說明】

開啟電子黑板 【使用說明】

回應內容：【轉到一般模式輸入】

我的想法是：

證據是：

原因是：

支持原因的理由是：

這樣想法的例外情形是：

圖 3 TAS 論證系統中協助建構論點的鷹架

C. TAS 論證系統中按照 Nersessian (1992) 所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上，因此，也建立電子黑板如圖 4，受試者可以在論證過程中來修改其它人的手繪資料來做為其反證的證據。

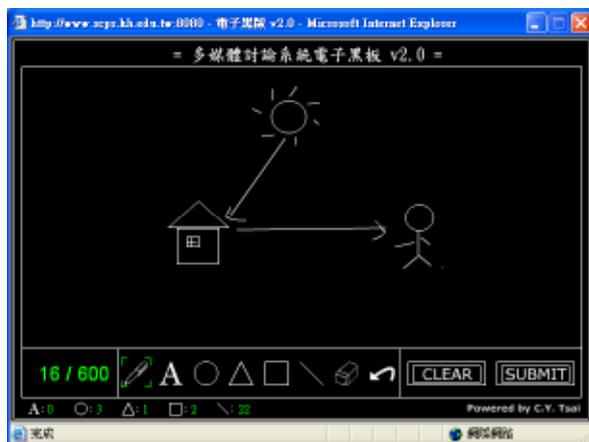


圖 4 TAS 論證系統中的電子黑板

3.4 資料處理與分析

(1) 質性分析

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。Erduran, Simon, 和 Osborne (2004)及 Simon, Erduran, 和 Osborn (2006)依照 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，依此類推。本研究採用其觀點。但不同的是本研究在包含二個以上元素的論點又細分為二群，如表 1 所示，例如包含三個元素的論點分為 cdr、cwr、和 cwb(6 分)，以及 cdw 和 cdb(7 分)二個等級，這樣的區分是以其論點的邏輯完整性做為判準，此判準有以下二個考量：

A. 以包含三個元素的論點來看，如 cdr 是包含主張、資料、及反例，而 cdw 則包含主張、資料、及論據，根據 Toulmin(1958)認為，論據是用來連結主張和資料的說明，因此 cdw 是來得比 cdr 結構更完整。

B. Kuhn(1991)認為在論證過程中，「證據-理論解釋」的雙向本質即是論證的重點，因此論點中包含證據的論點，則視為較高層次的論點。

表 1 論證能力編碼及配分

論證結構	得分
c	2 分
cw	4 分
cd	5 分
cdr、cwr、cwb	6 分
cdw、cdb	7 分
cdbr、cwbr	8 分
cdwr、cdwb	9 分
cdwbr	10 分

註：c-主張、w-論據、d-證據、b-支持理論、r-反例

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 0.908。

(2) 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 之相依樣本變異數分析(ANOVA)的統計方法分析受試者在三次論證測驗得分進步情形。

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，其論證能力進步的情形，而將受試者分為論證能力高中低三組，並個別進行 ANOVA 的統計方法分析。

4. 研究結果

4.1 全體受試者論證測驗得分進步情形

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在三次論證測驗的分數。表 2 為受試者在網路論證平台上三次測驗得分的變異數分析，此一相依樣本的球形檢定並未違反，Mauchly's W 係數為.953($\chi^2=5.395, p>.05$)，因此不需進行修正(邱皓政, 2004)。而三次平均數達顯著水準，組間效果 $F_{(2,228)}=77.839, p=.000<.05$ ，表示學童在網路上進行論證的三次測驗得分有明顯不同。Scheff 事後比較結果如表 3，發現三次測驗得分 $1^{st}<2^{nd}<3^{rd}$ ，且皆達顯著水準。變異數分析的效果量為 0.406，依據 Cohen(1988)定義變異數分析小、中、及大的效果量分別為 0.01、0.06、及 0.14，本研究的實驗效果量為大。

表 2 全體受試者三次論證測驗得分變異數分析

變異來源	SS	df	MS	F	Sig.	Eff.
受試者間	1335.988	114	11.719			
受試者內						
組間	576.980	2	288.490	77.839	.000	.406
殘差	845.020	228	3.706			
全體	2757.988	344				

表 3 全體受試者三次論證測驗得分平均數、標準差、及事後比較

測驗	個數	平均分數	標準差	事後比較
1 st	115	3.82	2.32	
2 nd	115	5.63	3.11	1 st < 2 nd < 3 rd
3 rd	115	6.97	2.01	

表 4 三組受試者在三次論證測驗得分的變異數分析

論證能力分組	SS	df	MS	F	Sig.	Eff.	同質性
低能力組	61.550	2	30.775	15.023	.000	.278	.992 > .05
中能力組	261.382	2	130.691	33.161	.000	.453	.862 > .05
高能力組	342.176	2	171.088	40.067	.000	.548	.884 > .05

表 5 三組受試者在三次論證測驗得分的平均數、標準差、及事後比較

論證能力分組	測驗	個數	平均數	標準差	事後比較
低能力組	1 st	40	3.00	2.21	
	2 nd	40	3.48	1.77	1 st < 3 rd 、2 nd < 3 rd
	3 rd	40	4.70	1.16	
中能力組	1 st	41	3.73	2.12	
	2 nd	41	5.93	3.04	1 st < 2 nd < 3 rd
	3 rd	41	7.27	.45	
高能力組	1 st	34	4.88	2.33	
	2 nd	34	7.79	2.84	1 st < 2 nd < 3 rd
	3 rd	34	9.29	.46	

4.2 高中低三組論證測驗得分進步差異分析

在進行論證能力的高中低三組受試者量化分析之前，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。研究者依據第三次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)，其中高能力組為論證能力總分為前 27%的受試者(> 27%，34 人)，低能力組為後 27%的受試者(< 27%，40 人)，而中能力組則為中間 46%的受試者(41 人)。而以下再依各組個別進行 ANOVA 的統計方法分析。

在低能力組方面，如表 4 顯示此一相依樣本的球形檢定並未違反，Mauchly's W 係數為.992($\chi^2=3.1, p>.05$)，因此不需進行修正。而三次平均數達顯著水準，組間效果 $F_{(2,78)}=15.023, p=.000<.05$ ，表示低能力組學童在網路上進行論證的能力有明顯提高。如表 5 顯示，Scheff 事後比較結果發現 1st <

3rd 及 2nd < 3rd，但 1st 和 2nd 之間差異則未形成顯著。變異數分析的效果量為 0.278，依據 Cohen(1988)定義變異數分析，本分組研究的實驗效果量為大。

在中能力組方面，如表 4 顯示此一相依樣本的球形檢定並未違反，Mauchly's W 係數為.862($\chi^2=5.789, p>.05$)，因此不需進行修正。而三次平均數達顯著水準，組間效果 $F_{(2,80)}=33.161, p=.000<.05$ ，表示中能力組學童在網路上進行論證的能力有明顯提高。如表 5 顯示，Scheff 事後比較結果發現 1st < 2nd < 3rd，且皆達顯著水準。變異數分析的效果量為 0.453，依據 Cohen(1988)定義變異數分析，本分組研究的實驗效果量為大。

在高能力組方面，如表 4 顯示此一相依樣本的球形檢定並未違反，Mauchly's W 係數為.884($\chi^2=3.958, p>.05$)，因此不需進行修正。而三次平均數達顯著水準，組間效果 $F_{(2,80)}=40.067, p=.000<.05$ ，表示中能力組學童在網路上進行論證的能力有明顯提高。如表 5 顯示，Scheff 事後比較結果發現 1st < 2nd < 3rd，且皆達顯著水準。變異數分析的效果量

為 0.548，依據 Cohen(1988)定義變異數分析，本分組研究的實驗效果量為大。

如表 5 顯示三組的網路論證能力進步情況會因為其本身的網路論證能力而有所不同，低能力組在 1st 到 2nd 的進步明顯偏少，但在持續練習下，在 2nd 到 3rd 則明顯進步，而中、高能力組，在 1st 到 2nd 就可以看出有明顯進步，而 2nd 到 3rd 則也有所進步。以上表示，低能力組對於論證學習需要持續的進行，有可能是因為其理解論證模式的速度較慢的緣故。

5. 結論與建議

本研究所建置之 TAS 論證系統以符合 Toulmin (1958)論證模式為基礎，其中考量論證模式對國小學童而言的困難，因而設置論點鷹架來協助受試者產生其論點，也考量論證是需要命題與心像表徵的互動而設置多媒體的輔具如上傳文件檔、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。在教學實驗的過程，受試者確實可以依照 Toulmin (1958)論證模式來進行論證，並且呈現多樣性的觀點，如正反意見及多樣性的證據，而實驗的結果也證實受試者在此 TAS 論證系統中的活動過程中，其論證能力隨著時間而加強。此結果和 Linn(1988)所認為資訊科技工具的協助可以讓學生更能學習科學過程技能的觀點相同。

在受試者論證能力的進步程度上，有隨網路論證能力的提高而增加的趨勢，即愈高能力的受試者在教學實驗中進步的程度愈大。而低能組受試者在第一次和第二次的受試者的論證成績差異不大，但在第二次和第三次則在 TAS 論證系統的持續輔助下而進步，中、高能力受試者則在三次的論證活動中，皆漸進改善其論點的品質。論證活動需要特定的步驟及思考過程，因此可以藉由使用適當的鷹架來輔助而改善其論點品質(Nussbaum, 2002; Wray & Lewis, 1997)。在 TAS 論證系統的鷹架對於中、高能力組在各階段中產生效果，但低能力組在教學初期無法體會鷹架的作用，因此仍就無法得到協助，但隨著課堂教師的講解，在第二階段後其便了解其意義進而改善其論證能力。

在未來研究方面，學生的論證能力是受多方面的影響，在網路環境所受的影響因素可能更多，而以往網路論證研究則較少有研究討論此項議題，在建構完此 TAS 論證系統後，後續可以再探討學生的論證能力的影響因素。另外，TAS 論證系統中的電子黑板因為受限於網路傳輸而有筆數的限制，加上只能顯示黑白二色而使學生的手繪資料較難發揮，這些限制可以在往後系統更新中加以考量。

參考文獻

[1] 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。

- [2] 李素卿譯(2003)。認知心理學。台北市：五南。
- [3] 邱美虹(2000)。概念改變研究的省思與啟示。科學教育學刊, 8(1), 1-34。
- [4] 邱皓政(2004)。量化研究與統計分析：SPSS 中文視窗版資料分析範例解析。台北市：五南。
- [5] 黃武元、陳年興、葛建志、蔡俊彥、及王錦裕(2002)。多媒體討論互動系統在數學教育應用之研究。教學科技與媒體, 61, 15-32。
- [6] 鄭昭明(2004)。認知心理學：理論與實踐。台北縣：桂冠。
- [7] 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.
- [8] Cohen. J.(1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] Kuhn, D. (1991). *The skills of arguments*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- [12] 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: Kluwer Academic Publishers.
- [13] Nussbaum, M. E. (2002). Scaffolding argumentation in the social studies classroom. *Social Studies*, 93(3), 79-84.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- [17] Wood, D., Bruner, J., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of child psychology and psychiatry*, 17, 89-100.
- [18] Wray, D. & Lewis, M. (1997). *Extending literacy: Children reading and writing non-fiction*. London: Routledge.