

以網路論證系統探究學生批判思考能力與論證歷程檔案之研究

Using online argumentation system to investigate students' critical thinking skills and argumentation portfolios

蔡俊彥¹ 施文玲²

摘要

本研究旨在使用網路論證系統探討學生論證歷程檔案，研究對象為國小五年級學生60位。依據資料的性質採用量化統計分析的方式，進行學生論證歷程檔案的綜合分析。研究結果顯示：學生在論證活動中使用的提示策略，在論證模式的五個元素中以「論據」使用次數最多；批判思考能力愈低之學生使用提示策略次數愈高；低批判思考能力學生除了在使用提示策略的總數高於高批判思考能力學生之外，亦在元素「主張」及「論據」使用提示策略的次數高於高批判思考能力學生。最後，本研究依據研究結果提出在論證研究及科學教學上的若干建議。

關鍵詞：網路論證系統、論證、歷程檔案、批判思考能力

ABSTRACT

This study investigated students' argumentation portfolios by using an online argumentation system. Sixty fifth grade students took part in this study. Quantitative analyses were used to evaluate students' argumentation portfolios. The results showed that students used 'warrant' prompt in the argumentation model the most during the argumentation activities. Those students having lower critical thinking skills tended to use more prompts. Those students having lower critical thinking skills used more prompts totally than those having higher critical thinking skills. In addition, those students having lower critical thinking skills used more 'claim' and 'warrant' prompts than those having higher critical thinking skills. Finally, suggestions for argumentation research and science instruction were also proposed.

Keywords: argumentation, critical thinking skill, online argumentation system, portfolio

¹ 作者為正修科技大學資訊管理系助理教授，Email: chuyetsai@gmail.com

² 作者為正修科技大學企業管理系助理教授，Email: wenling0125@gmail.com



1. 前言

論證(argumentation)從科學的演進及科學學習上來看有其重要地位，因此論證的研究近年來極受科學教育界的重視，並從多元的角度來探討科學論證(蔡俊彥，2009)，多位學者亦強調在科學教室教學中引入論證教學的重要性(例如：Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Osborne, Erduran, & Simon, 2004; Simon, Erduran, & Osborne, 2006)。在引入課室教學時 Duschl 與 Osborne (2002)認為論證的情境要考量以下二個重點：(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 與 Jones (2003)認為以電腦溝通的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的情況，較弱勢的學生也可以經由非同步的機會來表達自己的論點，因此有些學者亦嘗試藉由網路的輔助來探討論證(例如：Bell & Linn, 2000; Clark & Sampson, 2005, 2007, 2008)。

有些研究(例如：Erduran et al., 2004; Osborne et al., 2004; Simon et al., 2006; Clark & Sampson, 2007)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學生論證能力的進步及其論證能力與某些變項的相關，或是兼顧每位學生而使用寫作方式來形成論證評量(例如：丁信中，2004；張淑女，2004)，卻脫離了論證對立的實際情境。藉由網路為輔助來進行論證教學並以網路資料庫記錄學生的論證過程，從中獲得學生各項論證表現的記錄變化，探討每位學生個人的論點建構，亦了解學生以對立論點來反駁他人的歷程，最重要的是可以讓學生在真實情境中做論證活動。以網路為論證教學的輔助並以網路資料庫記錄學生的論證歷程，可以將研究樣本的數量擴大而達到量的研究之推論目的，然而，如此的研究做法尚僅能瞭解學生思考後的結果，但不足捕捉個別學生論證學習過程的論證思考歷程，以及進行論證的思考機制(林宗進、林樹聲、陳映均，2010；蔡俊彥，2009)。

相關研究(林宗進等人，2010；張淑女，2004；蔡俊彥，2009)建議使用放聲思考的方式，來探究學生論證思考的機制與歷程，以瞭解此歷程在學生論證表現中所扮演的角色。但由於學生對放聲思考的熟練度亦可能影響研究的結果(張淑女，2004)，若能以非介入性的方法來收集學生論證歷程，則研究數據應能更精確反應學生實際能力。近年來網頁程式的開發技術日新月異，能更精確掌握學生在建構論證時的機制與歷程而記錄到資料庫中，且為非介入性的方法而不影響學生論證建構。如此的系統可以輔助探討學生可能由於論證思考機制的不同而有不同的論證表現(林宗進等人，2010)，或是瞭解學生在論證建構過程中對某一個環節推理的困難，瞭解此個別差異或論證困難點的存在將能提供教育工作者採取合宜的論證教學策略與教材，更能有效提升學生的論證能力。

2. 文獻探討

洪振方(1994)定義「論證」為提出足夠形成推論判斷的證據，以形成結論的過程。Osborne 等人(2004)認為論證是協調證據與理論之間的一致性，以支持或反駁解釋性結論、模型或預測的過程。Clark 與 Sampson(2009)認為論證是個體檢視一個解釋，並決定接受或拒絕其中證據或理論想法之間連結關係的過程。Toulmin (1958)是早期提出論證模式的學者，到目前有許多的研究(例如：Bell & Linn, 2000; Nussbaum, 2002; Zohar & Nemet, 2002; Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Osborne et al., 2004; Simon et al., 2006)都是以他的論證模式做為分析學生論證或論點的評價標準，整個結構如圖 1，其論證模式中 C 表示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—「證據」(warrant)，也是連結「資料」與「主張」的說明，而一個證據的可能有效性則取決於證據背後的「支持理論」B(backing)，另外此論點的限制或例外情形則為 R「反例」(rebuttal)。



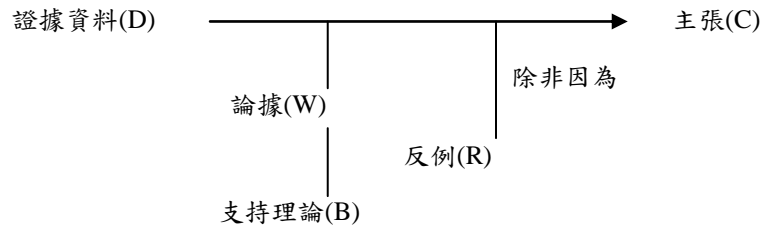


圖 1：Toulmin 論證模式(Toulmin, 1958)

相關的學者(Sanders, Wiseman, & Gass, 1994; Yeh, 2001; Joiner & Jones, 2003; 丁信中, 2004)認為科學論證過程中需要批判思考能力，而洪振方(1994)也指出人們使用批判思考最廣泛的情況，即是在論證的過程中。因此本研究以批判思考來探討其於學生在論證學習中的角色。批判思考是決定何者應當相信或應當做為焦點的反省性及合理性思考，是一種創造性的活動，也是一種實踐性的活動，因為需要個體進行清楚的定義、形式假設、問題的形成、且透過不同的觀點做不同的實驗計劃，而無論是問題、假設、或計劃最後皆需要個體來決定是否去做(Ennis, 1985)。葉玉珠(2003)所編製的「批判思考測驗—第一級」綜合學者的看法將批判思考能力分為五個向度：(1).辨認假設(前提)、(2).推論、(3).演繹、(4).解釋、(5).評鑑，分述如下：

(1)辨認假設(recognition of assumptions)

是指能夠辨認出陳述或宣稱中所被視為理所當然的隱含前提或預設立場；亦即當我們在敘述一件事情或表達一個看法的時候，都會先有一些自己認為「理所當然」的看法，辨認假設就是指能夠辨認這些「理所當然」看法的能力。

(2)推論(inferences)

是指能夠由已知資料中推論出最有可能的結果；亦即把每個題目中的敘述當作是真的，並且決定由這個敘述最有可能導致的結論是什麼的能力。

(3)演繹(deductions)

是指能夠從已知的陳述或前提中，辨認論述之間所隱含的關係；並從已知前提中，辨認該推論是否確實為隱含的或必然的結果。亦即將兩個敘述當作是真的，且決定由這兩個敘述一定會導致什麼結果的能力。

(4)解釋(interpretations)

是指能夠自陳述中，尋找證據並評估推論的可能性；亦即把每個題目中的敘述當作是真的，然後根據這個敘述去判斷最合理而最有可能成立的論述之能力。

(5)評鑑(evaluations)

是指能夠評估問題中論證的支持程度；亦即當我們在面臨重要的問題時，通常會提出一些論點來支持我們的看法。有些論點比較強，有些比較弱，所謂「強」的論證，必須是直接與問題有關而且是重要的；所謂「弱」的論證，是直接與問題沒有直接關係或是不重要的論點。評鑑即能夠判斷每個論點，對於所提出問題的支持程度是「強」或「弱」。

本研究以葉玉珠(2003)所編製的「批判思考測驗—第一級」來了解學生的批判思考能力，並觀察不同批判思考能力的學生在論證過程中歷程檔案(portfolio)之不同。論證之歷程檔案的概念源自於學習之歷程檔案，學習之歷程檔案是指學習者在學習過程中所呈現的學習反應及作品之記錄，可以提供檢視學習進展的一種質性評量策略(Chang & Tseng, 2009; 林朝敏, 2004; 曾江合, 2003)。學習歷程檔案是一種真實性評量(authentic assessment)，若透過網路來使用學習歷程檔案，並將學習歷程檔案的資料數位化並以資料庫的方式管理，有助於記錄、整理、搜尋與分析資料(曾江合, 2003)。在教學者方面可以瞭解學習者的學習困難；在學習者方面則可以提供其反思的後設思考工具。Bell與Linn(2000)在網路論證活動中使用句子啟動者(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，並記錄學習使用各項提示(活動內容、證據、主張)的次數以瞭解學習者使用系統的歷程檔案。本研究亦將學生使用論證系



統中提示策略情況視為其論證歷程檔案，以發現其論證歷程中的困難，具體研究問題如下：

- (1). 學生在論證過程中使用提示策略情況為何？
- (2). 學生批判思考能力與使用提示策略是否有相關？
- (3). 不同批判思考能力學生使用提示策略次數是否有差異？

3. 研究方法

3.1. 研究對象

本研究選擇高雄市某國小五年級學生做為研究對象，該國小座落於市中心，從該國小五年級9個班級隨機取樣2個班級共60名學生做為受試者之來源。其中男生31名，女生29名。並依據學生「批判思考測驗—第一級」所得總分而將學生依分數高低次序分為高、中、低三組，其中高能力組為前27%的學生，低能力組為後27%的學生，而中能力組則為中間46%的學生。有若干

的研究(Glassner, Weinstock, & Neuman, 2005; 洪振方、林志能, 2011; 蔡俊彥, 2009)皆以國小學生為論證研究對象，顯示國小高年級學生已能適應論證教學的學習上。

3.2. 論證系統

為建立學生在論證系統上論證活動的微觀歷程檔案，本研究採用 AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) 網頁程式技術來將學生論點建構的過程記錄到資料庫中。如圖 2，AJAX 技術應用可以向伺服器發送並取回必需的資料，它使用 SOAP(Simple Object Access Protocol)或其他基於 XML 的 web service 介面系統，並在用戶端採用 JavaScript 處理來自伺服器的回應。由於在伺服器 and 瀏覽器之間交換的資料減少，使得網頁系統反應速度加快。同時很多的處理工作可以在發出請求的用戶端機器上完成，所以 Web 伺服器的處理時間也變少(創意群, 2010)。如此能以非介入性的方法來收集學生論證歷程於資料庫中，研究數據能更精確反應學生實際能力。

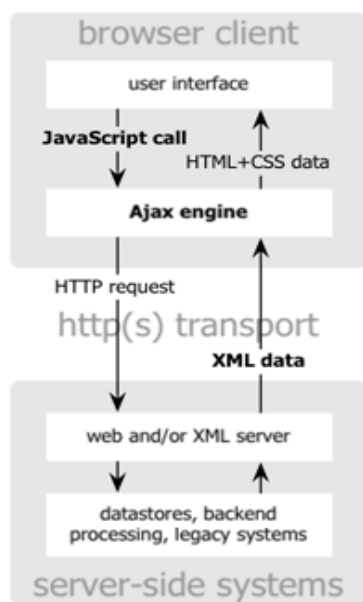


圖 2：AJAX 資料流向圖(創意群, 2010)

論證系統可佈置論證題目，此為教師佈置的認知衝突情境；包含學生針對題目做相互論證的樹狀目錄，學生可以根據此樹狀目錄了解其他人

互相對話的情形，另外，這個樹狀目錄可以記錄所有學生想法形成過程來支援個體的反思；而顯示為單一學生的論點，學生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他學生的想法而達到交換個別想法的目的(Tsai, Huang, & Yang, 2008)。

學生建構論點的介面如圖 3 所示，此為系統設計的鷹架來供學生形成其論點，為考量學生不受原來論證專有名詞影響，綜合 Wray 與 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。另外一個鷹架功能為提供學生提示按鈕，提示按鈕會根據學生前次論點中所缺少的元素來顯示，如圖 3 所示，顯示了「證據」、「支持理論」、「反例」的提示按鈕，若前次論點皆包含五種元素，則不提供提示按鈕以符合「淡出」作用。

= 回應討論主題 =

您的姓名： 蔡俊彥

電子郵件： tbird@scps.kh.edu.tw

回應主題： Re: 我是台灣人

回應內容： [【轉到一般模式輸入】](#)

原因是：

證據是： ?

所以我的想法是：

支持原因的理由是： ?

想法的例外情形是： ?

上傳圖片附檔

上傳文字附檔

上傳聲音附檔 ?

開啓電子黑板 尚未塗鴉 ?

圖 3：論證系統中建構論點的鷹架

Nussbaum 與 Sinatra (2003)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，Tytler 等人(2001)建議可以使用電腦來模示化示範(modelling)，促進學生連結主張及證據。因此本系統依照以上學者的看法來設計提示策略如圖 4，學生在按下提示按鈕後，會根據

Toulmin 論證模式中不同的元素來做再次的解釋及舉例，並以模式圖來呈現該元素在模式中的相對位置(模式化示範)，也使用「想一想」的反思策略來提問學生。系統在背景則會記錄學生使用提示策略的次數，以形成其論證的歷程檔案。



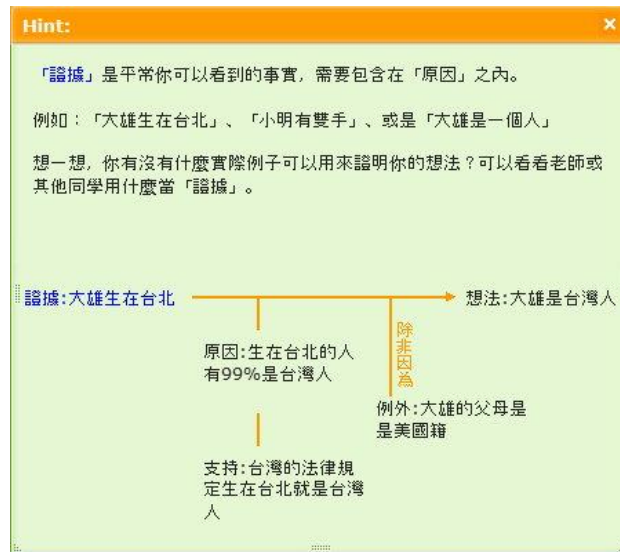


圖 4：論證系統中的提示策略

3.3. 研究工具

葉玉珠(2003)所編製的「批判思考測驗—第一級」包含「辨認假設」、「推論」、「演繹」、「解釋」與「評鑑」五個分測驗，每一分測驗均有五題，共計 24 題，每題均有三個選項，且有一正確標準答案，答對一題得一分，答錯不予扣分，總分為 24 分。國小學生施測時間共三十分鐘，其中指導語說明 5 分鐘，作答時間為 25 分鐘。本測驗經由葉玉珠、葉碧玲、謝佳蓁(2000)以 277 位學生為施測對象，其試題分析結果發現本測驗之難度(答對百分比)介於.37~.87，其平均難度為.66；鑑別度介於.25 ~ .71，其平均鑑別度為.46。總測驗的 Cronbach's α 值為.80，分測驗「辨認假設」、「推論」、「演繹」、「解釋」與「評鑑」的 Cronbach's α 值分別為.27、.46、.60、.43、.54，本測驗總分與分測驗分數均有高度相關，其相關係數為.63~.79 ($p < .001$)；各分測驗之間也有中度相關，其相關係數為.31~.54 ($p < .001$)。本研究將批判思考測驗各分測驗之得分予以加總，代表學生之批判思考能力，批判思考測驗得分愈高代表批判思考能力愈高。

3.4. 研究流程

本研究於實驗活動前施測「批判思考測驗—第一級」，之後於二個月內進行三次的論證活動，包含 Toulmin(1958)書中所舉例的二個範例及一個科學概念論證主題，並從論證活動中記錄學生使用提示策略的情況。

3.5. 資料分析

本研究以學生使用提示策略次數描述性統計回答研究問題一；皮爾森相關分析批判思考能力與使用提示策略之相關性以回答研究問題二；以變異數分析探討低、中、高批判思考能力三組學提示策略的使用差異情形以回答研究問題三。

4. 研究結果

4.1. 學生使用提示策略分析

將所有學生在三次的論證活動使用提示策略的次數統計如表 1 及圖 5，五個元素中主張共用了 37 次、資料 107 次、論據 154 次、支持理論 75 次、反例 51 次。其中「論據」使用次數最多，其次為「資料」。



表 1：學生使用提示策略次數統計

論點元素	主張 (claim)	資料 (data)	論據 (warrant)	支持理論 (backing)	反例(rebuttal)
次數	37	107	154	75	51
平均數	0.62	1.78	2.57	1.25	0.85
標準差	0.92	1.73	1.95	1.63	1.38

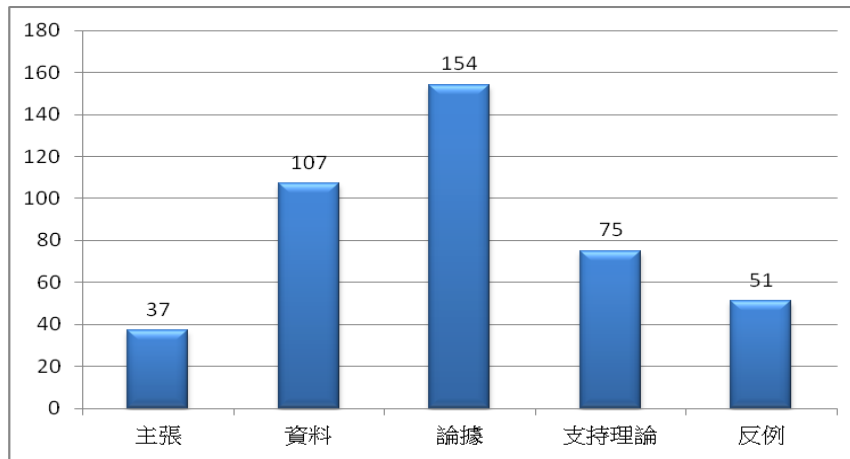


圖 5：學生使用提示策略次數統計圖

4.2. 學生批判思考能力與使用提示策略之相關性

為探討學生批判思考能力與使用提示策略之相關性，以二變項做皮爾森相關分析如表 2。學生批判思考能力與使用提示策略次數的相關達顯著水準($r=-0.313$, $p<.05$)，負相關表示批判思考能

力愈低之學生使用提示策略次數愈高。以各個元素分別來看，發現批判思考能力與主張($r=-0.457$, $p<.001$)及論據($r=-0.310$, $p<.05$)之相關分別達顯著水準，顯示批判思考能力愈低之學生在使用「主張」及「論據」提示策略次數愈高。

表 2：批判思考能力與使用提示策略之相關分析

	主張	資料	論據	支持理論	反例	總數
批判思考能力	-0.457***	-0.155	-0.310*	-0.150	-0.151	-0.313*
顯著性	.000	.238	.016	.253	.250	.015

*** $p<.001$; * $p<.05$

4.3. 不同批判思考能力組在使用提示策略的差異比較

為探討低、中、高批判思考能力三組學使用提示策略使用差異情形，本研究使用變異數分析

來比較如表 3。以使用提示策略使用總數來看，組間效果檢定達顯著水準， $F_{(2, 57)}=5.00$, $p<.05$ ，表示不同批判思考能力對使用提示策略有影響，由表 3 的事後比較發現低批判思考能力組使用提示



策略次數平均 10.06 次高於高批判思考能力組平均次數 3.50。

表 3：不同批判思考能力組學生使用提示策略事後比較比較分析

論點元素	批判思考能力組別	n	Mean	SD	事後比較
主張	低	16	1.31	1.25	低>中>高
	中	34	0.44	0.66	
	高	10	0.10	0.32	
資料	低	16	2.25	1.44	--
	中	34	1.71	1.90	
	高	10	1.30	1.49	
論據	低	16	3.44	2.53	低>高
	中	34	2.53	1.64	
	高	10	1.30	1.16	
支持理論	低	16	1.81	1.80	--
	中	34	1.24	1.67	
	高	10	0.40	0.70	
反例	低	16	1.25	1.69	--
	中	34	0.79	1.34	
	高	10	0.40	0.70	
總數	低	16	10.06	6.80	低>高
	中	34	6.71	4.88	
	高	10	3.50	3.10	

以各個元素分別來看，在「主張」使用提示策略方面，組間效果檢定達顯著水準， $F_{(2,57)}=4.43$ ， $p<.05$ ，表示不同批判思考能力對使用「主張」提示策略有影響，由表 3 的事後比較發現低批判思考能力組平均使用次數 1.31 次高於中批判思考能力組平均次數 0.44，又高於高批判思考能力組平均次數 0.10。

在「論據」使用提示策略方面，組間效果檢定達顯著水準， $F_{(2,57)}=4.09$ ， $p<.05$ ，表示不同批判思考能力對使用「論據」提示策略有影響，由表 3 的事後比較發現低批判思考能力組平均使用次數 3.44 次高於高批判思考能力組平均次數 1.30。

5. 結論與討論

本研究發現學生在論證活動中由於不熟悉論證模式而使用提示策略，在論證模式的五個元素中以「論據」使用次數最多，其次為「資料」（如

表 1)Osborne 等人(2004)及 Sandoval 與 Millwood (2005)認為 Toulmin 論證模式的一個重要特點就是要讓學生學習如何以論據來連結其主張與證據。然而本研究則發現學生於連結證據與主張有困難，在提出事實的證據資料也有困難，因此求助於提示策略也最多，這與 Zimmerman (2000)的研究結果符合。

研究者亦發現批判思考能力愈低之學生使用提示策略次數愈高(如表 2)，Joiner 與 Jones (2003)在其網路論證研究中，將批判思考定義為一種論證的推理(argumentative reasoning)。而 Yeh (2001)認為一個完整的論證過程必須包含對立論點的產生，其中則需要包含批判思考。批判思考能力愈低的學生在論證思考中可能由於容易有推理的困難，因此，也傾向愈常使用提示策略。

本研究最後發現低批判思考能力學生與高批判思考能力學生除了在使用提示策略的總數有差異之外，亦發現在各個元素「主張」及「論據」



使用提示策略次數有差異(如表3)。低批判思考能力學生在建構論點時較高批判思考能力學生容易遇上困難,尤其要形成「主張」及「論據」二種的元素。這亦與蔡俊彥(2009)發現低論證能力學生不容易形成結構較嚴謹的「主張—證據—論據」論點結構的結果相符。

6. 建議

根據本研究的研究結果,以下對未來研究及對科學教學提出相關的建議,以供科學教育學者及科學教育決策者規劃相關研究及科學課程的參考。

6.1. 對於論證教學的建議

Collins, Brown, 與 Newman (1989)在寫作的舉例中,以提示卡(cue cards)方式來鼓勵發展寫作技巧,使用提示卡不僅可使執行寫作計畫時基本認知歷程具體化(externalize),也可協助學生保留較高意向的思路(如產生構想、精緻或改進構想等等)。具體化對學生監控學生論證歷程檔案有所幫助,所以學生可在移動到特殊提示時,決定需要何種的活動。這將目標與過程的階層外顯化地分解成更多的次過程,對於學生在建造一個外顯化的內化模式是有幫助的(Collins et al., 1989)。而本研究則使用提示策略來協助學生建構論點,一來可以協助學生理解論點結構,二來可以使論證認知歷程具體化來讓研究者了解學生建構論點的困難。在本研究中亦發現學生主要在使用「論據」有困難,因此,論證教學中讓學生學習如何以論據來連結其主張與證據也格外重要。

6.2. 對於批判思考能力的建議

九年一貫課程目標對於「自然與生活科技領域」為達成科學素養所訂定八項主要能力指標中,其中「思考技能」著重培養「綜合思考」、「推論思考」、「批判思考」、「創造思考」、「解決問題」。就本研究的結果來看,低批判思考能力學生在建構論點時容易遇上形成完整論點的問題,而蔡俊彥(2009)發現論證教學的進行可以增進批判思考能力。然而,目前九年一貫課程在「自然與生活科技領域」並無具體的論證教學指標的訂定,各家出版社在國民小學階段的課程編排也未納入論證教學活動的設計。因此,教育政策制定者宜參考如英國學者 Osborne 等人(2003)所編訂的「科學中的想法、證據與論點」教師訓練教材,將科學

課程的安排融入論證思考的教學活動,以落實九年一貫課程目標對「思考技能」訓練的要求。

誌謝

感謝國科會科教處專題研究計畫(計畫編號: NSC 100-2511-S-230 -001)經費補助,以及審查委員對文章的悉心斧正。

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。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。
2. 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。
3. 林朝敏(2004)。網路學習歷程檔案系統中提供自動化工作日志支援同儕互評之研究。國立台南師範學院資訊教育教學碩士班碩士論文,未出版,台南市。
4. 洪振方(1994)。從孔恩異例的認知與論證探討科學知識的重建。國立台灣師範大學科學教育研究所博士論文,未出版,台北市。
5. 洪振方、林志能(2011)。網路與課室學習環境促進學童論證能力之效益。《教育實踐與研究》,24(1), 67-106。
6. 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。國立臺灣師範大學科學教育研究所博士論文,未出版,台北市。
7. 葉玉珠(2003)。批判思考測驗—第一級。台北市:心理。
8. 葉玉珠、葉碧玲、謝佳蓁(2000)。中小學批判思考技巧測驗之發展。《測驗年刊》,47(1), 27-46。
9. 創意群(2010)。傳統 Web 與 AJAX 的比較。Retrieved August 28, 2010 from the World Wide Web: http://www.dotweb.com.tw/onweb.jsp?webno=3333333335&webitem_no=223
10. 曾江合(2003)。網路化個人及團體學習歷程檔案系統之建置與評估。國立交通大學資訊科學系碩士論文,未出版,新竹市。
11. 蔡俊彥(2009)。以認知學徒制網路論證系統



- 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。
12. 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.
 13. Chang, C. C., & Tseng, K. H. (2009). Use and performances of web-based portfolio assessment. *British Journal of Educational Technology*, 40(2), 358-370.
 14. Clark, D. B., & Sampson, V. D. (2005). *Analyzing the quality of argumentation supported by personally-seeded discussions*. Paper presented at the Computer Supported Collaborative Learning Conference, Taipei, Taiwan.
 15. Clark, D. B., & Sampson, V. D. (2007). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*, 29(3), 253-277.
 16. 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.
 17. Clark, D. B., & Sampson, V. D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448-484.
 18. 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.
 19. Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
 20. Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership*, 44(2), 44-48.
 21. 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.
 22. Glassner, A., Weinstock, M., & Neuman, Y. (2005). Pupils' evaluation and generation of evidence and explanation in argumentation. *British Journal of Educational Psychology*, 75, 105-118.
 23. 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.
 24. Nussbaum, E. M. (2002). Scaffolding argumentation in the social studies classroom. *Social Studies*, 93(3), 79-84.
 25. Nussbaum, E. M., & Sinatra, G. M. (2003). Argument and conceptual engagement. *Contemporary Educational Psychology*, 28, 384-395.
 26. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2003). *Ideas, evidence and argument in science: Teacher training pack*. Nuffield, UK: Nuffield Foundation.
 27. 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.
 28. Sanders, J. A., Wiseman, R. L., & Gass, R. H. (1994). Does teaching argumentation facilitate critical thinking? *Communication Reports*, 7(1), 27-35.
 29. 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.
 30. 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.
 31. Toulmin, S. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, England: Cambridge University Press.(Reprinted 2005)
 32. Tsai, C. Y., Huang, T. C., & Yang, J. T. (2008). *Improving the quality of argument scaffolded by Toulmin Argumentation System*. Paper presented at the Conference of Asian Science Education, Koahsiung, Taiwan.
 33. Tytler, R., Duggan, S., & Gott, R. (2001). Dimensions of evidence, the public understanding of science and science education. *International Journal of Science Education*, 23(8), 815- 832.
 34. Zimmerman, C. (2000). The development of scientific reasoning skills. *Developmental*



- Review*, 20, 99–149.
35. 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.
 36. Wray, D., & Lewis, M. (1997). *Extending literacy: Children reading and writing non-fiction*. London: Routledge.
 37. Yeh, S. S. (2001). Tests worth teaching to: Constructing state-mandated tests that emphasize critical thinking. *Educational Researcher*, 30(9), 12-17.

