科學教育學刊
2011, 第十九卷第一期, 69-99

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(1), 69-99

概念卡通論證教學促進學童論證能力之研究

陳文正[1]　古智雄[1、*]　許瑛玿[2]　楊文金[2]

[1]國立東華大學　科學教育研究所
[2]國立臺灣師範大學　科學教育研究所

(投稿日期：民國99年6月17日，修訂日期：民國100年1月26日，接受日期：民國100年2月18日)

摘要：本研究主要探討概念卡通論證教學如何促進學童之論證能力，並分析教學前後，個案學童「論證能力」及「對科學的態度」之變化情形。本研究採單組前後測設計，以東臺灣某國小高年級21位學童爲研究對象，施以概念卡通策略之論證教學共六週六個單元。主要研究工具有自編的「論證能力測驗卷」及龍麟如(1997)的「國小高年級學童對科學的態度量表」。研究發現：經過概念卡通論證教學後，研究對象的論證能力表現得到提升。進一步以自然學業成就表現分析學童學習論證的成效，其中，低分組、中分組及高分組學童學習論證的表現有所不同。在「對科學的態度」方面，學童只在「對參與科學探討活動的態度」的提升達顯著性差異，其餘三個分項則無。最後，依據研究結果，提出三項研究建議。

關鍵詞：概念卡通、對科學的態度、論證、論證教學

壹、緒論

近年來，各國科學教育多以「培養學童成爲具有科學素養的公民」爲目標(教育部，2003；American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993)，其中，經濟合作組織(Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD])辦理的國際學生成績評量計畫(Programme for International Student Assessment, PISA)，在定義「科學素養」時指出：學生必須要能辨別「個人意見」以及「具證據基礎的主張」，而且要能夠應用所學的科學知識，做出具有證據基礎的結論(OECD, 2007)，換言之，論證能力可視爲科學素養的關鍵能力之一。在現今社會中，有許多與科學相關的社會性議題，必須在社會大眾充份交換意見，達成共識後方可執行，然而，這些議題的答

*通訊作者：古智雄

案通常會隨著個人背景、知識及環境的不同而改變，所以，培養未來公民根據有證據基礎的資訊，做出正確且對眾人有利的決定，是至爲重要之任務。

從學習理論、認知理論及知識論的發展來看，二十世紀以降，人類對知識成長的理解及其發展的看法已有所改變，多數學者主張科學學習應該以學生爲中心，強調培養學生的推理能力、後設認知能力以及評估科學知識建構歷程之能力(Duschl & Osborne, 2002)，此外，學童的科學學習，經常受到需求和感覺的作用，而影響了學童對事物的判斷，教師若能適當引導學生參與小組討論，可以提升學童的批判思考能力，辨別出具有證據基礎的主張(古智雄、孫東志、陳文正、楊文金，2010)。而社會建構論亦主張，科學知識是人類社群透過論證活動後，對自然現象所產出的合理解釋。所以，有許多研究者開始關注學生如何在科學課室中，透過討論互動的方式，驗證或評鑑自己所學的知識(Newton, Driver, & Osborne, 1999; Osborne, Erduran, & Simon, 2004a)。

再從科學學習的角度來看論證，科學學習可視爲對科學社群的語言和實務進行社會化的過程，而互動討論及論證活動有助於學童的概念建構，然而大多數的研究報告仍指出，教室裡的學習仍然以教師爲中心，教師啓動並主導大多數科學課室裡的對話(Duschl & Osborne, 2002; Osborne et al., 2004a)，此種講述式的教學，使得課室對話以「教師提問—學生回答—教師評鑑」爲主，無法提供機會讓學生使用論證來澄清自己的想法和概念(Newton et al., 1999)。所以，發展教學策略與活動來進行論證教學，以探討學生的論證學習成效，應是重要的課題，也逐漸受到科學教育界的重視。

論證已逐漸成爲科學教育研究的重要議題之一，而進行論證教學的題材及策略對教學成效有其影響，其中，概念卡通(concept cartoon)經常被用來引出學習者的概念，並且廣泛地被用來達成許多教學目標(Ekici, Ekici, & Aydin, 2007; Kabapinar, 2005)，而且採擷適當的科學理論爲題材，透過呈現相關科學概念或想法，可用來啓動學童的論證活動。換言之，透過概念卡通啓動學習者討論，並促使進行論證活動應是可行的教學策略(例如，Chin & Teou, 2009; Keogh & Naylor, 1999; Naylor, Keogh, & Downing, 2007)。此外關於「對科學的態度」(attitudes toward science)之研究亦素爲科教界所關切(例如，莊雪芳、鄭湧涇，2002；莊嘉坤，1997；龍麟如，1997；Kind, Jones, & Barmby, 2007; Osborne, Simon, & Collins, 2003; Wang & Berlin, 2010)，一般亦認爲學習者「對科學的態度」將深深地影響他們的科學學習。晚近，一些研究顯示：學童選擇從事科學研究的人數呈現下降趨勢，學童的科學學習蘊含著情感因素，培養正向學習態度對提升學童的科學學習顯得相當重要，然而，學習與態度之間的關係如何，則有待探討(Kind et al.)。近年來，論證相關研究的進展，學生的論證能力、科學知識及科學本質成爲探討論證教學成效的重要指標(黃柏鴻、林樹聲，2007)，顯示論證教學對學生「對科學的態度」方面應有某些隱式(implicit)的作用，探討論證教學活動對學童「對科學的態度」之影響應有其意義。

綜上所論，目前有關論證的相關研究大多以教師或中學生爲研究對象(例如，Jiménez-Aleixandre, Rodriguez, & Duschl, 2000; Kuhn & Udell, 2003; Newton et al., 1999; Sadler & Fowler, 2006; Simon, Erduran, & Osborne, 2006; von Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008)，近期，則亦有

針對國小學童的研究(例如，林樹聲、黃柏鴻，2009；林燕文、洪振方，2007；蔡俊彥、黃台珠、楊錦潭，2008；Naylor et al., 2007)。本研究選定國小學童實施概念卡通論證教學之研究，就學生年段、提升學童論證能力及「對科學的態度」等方面而言，應有其重要性。

貳、研究目的

基於上述研究背景與動機，本研究旨在探討概念卡通論證教學如何促進學童之論證能力，並分析教學前後，個案學童「論證能力」及「對科學的態度」之變化情形。研究對象爲東臺灣某國民小學之高年級學童。依據研究目的提出待答問題如下：

一、概念卡通論證教學前後，學童論證能力變化情形爲何？
二、不同自然學業成就學童之論證學習成效差異爲何？
三、概念卡通論證教學後，學童「對科學的態度」變化情形爲何？

參、文獻探討

一、論證與科學學習

論證活動在科學社群活動中扮演重要的角色，近代哲學觀認爲知識建構是社會互動下的產物，知識主張被視爲植基於論證的過程(Newton et al., 1999)，科學新知識的產生到認定必須經由社群成員的檢驗、批判及辯論等過程(Driver, Newton, & Osborne, 2000)，由以上論述可知，論證活動在科學知識形成與發展歷程的重要地位。

關於論證的意義，有許多學者提出不同的看法，其中，Toulmin (1958)所提出的模式(Toulmin's Argument Pattern, TAP)具代表性，且爲大多數科教論證學者所採用的基本架構(林志能、洪振方，2008)。在TAP的架構中，論證組成因子包括證據(data)、主張(claim)、理由(warrant)、依據(backing)、條件限制(qualifiers)及反駁(rebuttal)等元素，其中「證據」是可支持主張的事實；「主張」是論證過程中形成的結論，論證者根據一些資料，試著建立合理的說明以說服他人；「理由」則是說明證據如何推論至主張，提供所需的規則及證據；「依據」是指某些法律條文、原理、理論或定律公式；「條件限制」指出主張適用在何種情況；至於「反駁」則是用來反駁某些薄弱的證據、資料或不合理的主張。

近年來，論證在科學教育研究上已有相當成果。Duschl與Osborne (2002)發現實施論證教學除了可以提升學生的論證能力，更可促進學生主動學習、科學探究、推理和批判思考等能力。而黃翎斐與胡瑞萍(2006)剖析國內外已發表的研究，指出論證活動對科學學習的成效可概分爲四個面向，分別是：(一)幫助概念理解；(二)發展科學探究能力；(三)瞭解科學的知識論；(四)促進批判思考與科學思考能力的發展。顯示論證教學的確有助於學生的科學學習。

如前所述，互動討論及論證活動有助於學童的概念建構，然而大多數的研究報告仍指出，教室裡的學習仍然以教師爲中心，而Scott, Mortimer與Aguiar (2006)從溝通模式及對話模式兩個維度，檢視一般科學課室裡師生互動的型式，其中，溝通模式分爲互動式(interactive)及非互動式(non-interactive)；對話模式可分爲對話式(dialogic)及權威式(authoritative)。Scott等主張教師應調整科學課室裡教學互動模式，才能支持學生進行有意義的學習。本研究依據Scott等的建議設計論證教學活動，將每一個教學單元的師生互動模式，依序調整爲「互動對話式」、「非

互動對話式」、「非互動權威式」、「互動權威式」、「互動對話式」，藉以幫助學童從個人想法出發，逐漸進行有意義的學習。

此外，學童的學科知識對論證學習亦有影響，von Aufschnaiter等(2008)的研究結果顯示，學生是否能建構出高品質的論證，與學生對論證議題的精熟程度有關，所以主張要求學生進行論證活動之前，必須考量學生的學科知識與經驗。Sadler與Fowler (2006)選取高中學生、非主修科學及主修科學的大學生爲研究對象，進行社會性科學議題之論證研究，並分析三群學生的論證學習表現，其研究結果顯示，學生的論證表現確實與學科知識相關，然而，兩者的關係並非線性的，所以，Sadler與Fowler進一步提出「學科知識轉移門檻模型」(Threshold Model of Content Knowledge Transfer, TMCKT)，以解釋論證表現與學科知識之間的關係，換言之，該模型主張學習者的論證表現與學科知識並非線性相關。所以，學習者的學科知識對論證學習亦成爲科教學者探討的重點之一。

綜上所論，論證教學活動可以培養學生高層次的認知、思維能力。採擷適當的論證教學策略提升學童論證能力，在科學學習研究上應有其意義。

二、概念卡通與論證教學

既然論證在科學教育中如此的重要，那麼應該如何進行論證教學？關於「論證教學」的詮釋可分成兩類：第一類是「修辭式的論證」，這一類的論證教學模式完全由教師提供並且說明，學生雖然可以學習老師所提供的論證內容，但較少有機會發展自己的論證能力(Kuhn, 1993)；第二類是「對話式的論證」，此類論證教學模式以小組討論方式進行，教師只輔以提供適合的學習資源(Driver et al., 2000)，對話式論證符應當代科學哲學對科學知識與活動的主張，特別受到科學教育研究社群重視，本研究採取此種教學理念，以探討提升學生論證能力之成效。

除了論證教學的類型之外，論證教學的題材及策略對教學成效亦有影響。黃柏鴻與林樹聲(2007)回顧國內外近年論證教學相關研究，指出論證教學的題材可分爲社會性科學議題與科學理論。Osborne等(2004a)的研究也曾提出九項設計論證活動的參考架構，並將相關教學資料編寫成論證教學手冊(IDeas, Evidence & Argument in Science, IDEAS; Osborne, Erduren, & Simon, 2004b)，這些論證活動的參考架構分別是：(一)陳述表；(二)概念圖；(三)學生的實驗報告；(四)概念卡通；(五)競爭理論的故事；(六)想法與證據；(七)建構論點；(八)Prediction-Observation-Explanation；(九)設計實驗。上述九種參考架構可做爲教師進行論證教材設計時的參考，其中，概念卡通使用科學理論爲題材，透過呈現相關科學概念或想法，可以引發學童的論證活動。Osborne等(2004a)的研究係透過教師工作坊，訓練教師使用不同的策略來帶領學生進行論證，研究結果顯示，經過一個學期的教學之後，學生的論證品質確實有所提升。

本研究主要探討如何運用概念卡通論證教學促進學童之論證能力，源自1990年代，概念卡通應用在教育上的研究已有一段時間，英國學者試圖將概念卡通運用在科學教學中的相關探討(Ekici et al., 2007; Kabapinar, 2005; Naylor & Keogh, 2000; Stephenson & Warwick, 2002)。Keogh與Naylor (1999)認爲概念卡通經常被用來引出學習者的概念，並且廣泛地被用來達成許多教學目標，例如：字彙和閱讀技巧的發展、問題解決和思考智能、增強動機、解決概念衝突和概念改變。

所謂概念卡通，依Naylor與Keogh (2000)的主張，概念卡通是利用卡通人物視覺表徵科學概念，引發學習者對話討論的教學素材與活動。它具有以下幾項特徵：(一)科學概念的視覺表徵；(二)運用最少文字且具有對話的形式；(三)提供不同的觀點；(四)包含當代科學知識的觀點。概念卡通強調的是可以引發學習者的學習動機，提供不同的學習經驗，並作爲討論的刺激因子來啓動小組討論(Naylor & Keogh)。換言之，概念卡通並非僅用來評量學生科學概念的學習，更應該被視爲幫助教與學的一種工具(Keogh & Naylor, 1999)。

近年來許多研究報告仍指出教室裡的學習仍然以教師爲中心，教師仍啓動並主導科學課室裡的對話，此種講述式的教學，使得課室對話及互動型式，較不利於論證活動的進行。Hodson (1998)主張教師若營造出適當的情境，將有助促進學生進行有效的討論，這些情境分別爲：(一)討論的議題必須要有爭議性；(二)要依據學生的先前知識來設定討論議題；(三)學生必須對討論議題有興趣等。而概念卡通的四項特徵正符合Hodson所建議的原則，其中，採取人物對話的型式呈現問題的爭議性符合Hodson所建議的情境(一)；依據學生學習過的科學概念來設計討論議題以提供不同的觀點，符合Hodson所建議的情境(二)；至於利用卡通人物的視覺表徵及對話形式，引起學生參與討論的興趣，則符合Hodson所建議的情境(三)。基於上述概念卡通的特性，學者們主張可以採取概念卡通來啓動學習者的討論，並促使學習者進行論證活動(Keogh & Naylor, 1999; Naylor et al., 2007)。

綜上所述，使用概念卡通可以提供強烈的刺激，引發學習者既有的知識與舊經驗，讓學習者集中注意力對概念進行解釋，並積極參與關於概念卡通的討論。所以概念卡通應是促進學習者進行論證活動的有利媒介。準此，參考Osborne等(2004b)的論證教學手冊(IDEAS)，配合國小中高年級自然與生活科技學習領域課程內容設計概念卡通之教學主題，進行論證教學活動，期能提升學童之論證能力。

三、論證教學與學童「對科學的態度」

關於學童「對科學的態度」的研究，素爲科教研究者所關注的焦點之一。Gardner (1975)將「對科學的態度」界定爲興趣、滿意及樂趣，而且對其特定的態度目標回答「喜歡」或「不喜歡」，也就是「學生對於科學的情緒性反應」。莊嘉坤(1997)則認爲學生對科學的態度是一種潛在的心理變項，在本質上是一種內隱行爲，從外顯行爲是無法觀察到的，然而對學生學習科學非常重要。倘若科學教師想要達成有效的教學，瞭解學生對科學的態度應有其必要。

至於影響學生對科學的態度之因素，Yager與Penick (1986)主張年齡是重要的因素，也有學者主張是由教師特質、學生特質以及學習環境等三種因素複合而成(Haladyna & Shaughnessy, 1982)。莊嘉坤(1997)針對國內中學生對科學的態度之研究進行綜合分析，也提出教師特質、學生特質以及學習環境等三個變數是影響中學生對科學的態度之主要原因；而莊雪芳與鄭湧涇(2002)則認爲學生個人的背景特性、家庭、學校以及同儕等四個變項，均會直接或間接地影響學生對科學的態度之塑成以及各項學習成就之表現。這些研究揭櫫了學生對科學的態度及其主要變項之相關性研究是探討學生對科學的態度之重要取向之一。

除了上述研究取向之外，Osborne等

(2003)曾回顧近十年科教社群關於「對科學的態度」相關研究成果，指出有六種因素可能影響「對科學的態度」，包括：(一)性別；(二)學習者的家庭社經地位；(三)教師教學與教室氣氛；(四)課程設計；(五)學習者對科學的覺知；(六)未來升學科目的選擇。換言之，除了學生個人內在特質可能是影響「對科學的態度」的因素之外，教師的課程設計及教學策略對學童「對科學的態度」亦可能產生影響，而Haladyna, Olsen與Shaughnessy (1982)也認爲學童的科學學習經驗是影響其「對科學的態度」的重要因素之一，因此，教師應有效的改進教學環境，以提升學生對於科學的態度(蘇懿生、黃台珠，1998)。基於此一理念，概念卡通論證教學直接或間接涉及上述(三)、(四)、(五)等因素，學童「對科學的態度」遂爲探討概念卡通論證教學成效中值得分析的面向之一。

在測量態度的研究取向部份，Osborne等(2003)和Gardner (1975)回顧態度的相關研究後指出，有五種取向可用來測量學習者的態度，包括：(一)喜好優先排序；(二)態度量表；(三)興趣多重選擇題目；(四)學科選擇；(五)質性方法。其中，(一)、(三)及(四)的取向，從學習者「對科學學科的態度」進行探討，可能限制研究對象的選擇，而採取(五)質性方法則有人數上的限制，本研究採行的是(二)態度量表之取向，態度量表是最常被使用的方法，然而使用量表的量化研究仍有其侷限性(Kind et al., 2007)，常被質疑可確認學習者對科學態度的狀態，比較無法提供深入的解釋，而本研究探討概念卡通論證教學後，學童「對科學的態度」變化情形(Osborne et al.)。因此，採用龍麟如(1997)的「對科學的態度量表」進行施測，該量表以國小高年級爲施測對象進行設計，具有良好的信效度，本研究藉以瞭解實施概念卡通論證教學對學童「對科學的態度」之影響。

學童的科學學習蘊含著情感因素，培養正向學習態度對提升學童的科學學習就顯得相當重要(Kind et al., 2007)。Ekici等(2007)回顧概念卡通相關研究時也指出，概念卡通除了被用來引出學習者的概念，並且廣泛地被用來達成許多教學目標之外，也有學者探討概念卡通教學對學習動機及「對科學的態度」之影響，例如，Heintzmann (1989)曾經探討概念卡通對學童動機的影響；Lock (1991)曾探討概念卡通對學童的「對科學的態度」的影響。

此外，黃柏鴻與林樹聲(2007)針對近年國內外論證教學相關實證性研究進行回顧，主張適當的論證教學不僅可提升學生的論證能力，對於學生建構科學知識、瞭解科學本質以及學習從倫理和道德層面考量問題皆有助益，此亦間接指陳實施論證教學與學生「對科學的態度」間應有關係，值得研究。

綜上所論，從提升學生論證能力、科學知識及科學本質的角度來瞭解論證教學的成效之外，探討實施論證教學活動對學童「對科學的態度」之影響，應是論證教學研究中值得重視的議題。

肆、研究方法

一、研究設計

本研究主要探討如何運用概念卡通論證教學促進學童之論證能力，並分析教學前後，個案學童「論證能力」及「對科學的態度」之變化情形。採取單組前後測之研究設計，並參考Osborne等(2004b)的論證教學手冊提出九項設計論證活動的參考架構，基於使用概念卡通可以提供強烈的刺激，引發學習者既有的知識與舊經驗，讓學習者集中注意力對概念進行解釋之特性，本研究遂

以概念卡通爲策略來啓動學習者的討論，以探究學童的論證學習。von Aufschnaiter等(2008)主張要求學生進行論證活動之前，必須考量學生的學科知識與經驗，研究者檢視國小中高年級教材內容，選擇學童已學習過的相關概念，設計了六個單元的教學活動，內容包括：1.「水從哪裡來」、2.「聲音的傳播」、3.「鐵生鏽」、4.「水的移動」、5.「蠟燭熄滅了」和6.「雪人不見了」，其中，第1、第4、第6等單元爲個案學童中年級階段學習過的內容，第2、第3、第5等單元爲個案學童高年級階段所學習的內容。設計理念在於以卡通人物的視覺表徵引起學生參與討論的興趣，促使學習者進行論證活動。

此外，論證教學既是緣自真實(authentic)科學活動的概念，經過論證教學後，是否提升學童的「對科學的態度」應是觀察的重點。本研究於教學前後一週，分別施以「對科學的態度量表」，依據量表的分析結果，選取3位表現差異較大及2位表現差異較小共5位學童(每組各1位)進行晤談，以「對科學的態度量表」的4個向度爲主要晤談內容，藉以瞭解論證教學前後，學童「對科學的態度」的變化情形。

二、研究對象

本研究以東臺灣某國民小學21位高年級學童爲研究對象。五年級7人，六年級14人；其中男生爲11人，女生10人；原住民籍學生有10人，閩南籍學生11人。研究對象所屬學校共有6個班級，合計49位學童。研究者擔任研究對象的自然科教師均超過兩年以上，和學生們的關係密切，瞭解學童的學習情形。由於平常即採小組合作學習的教學方式，學童已習慣進行課室對話，有助於本研究的進行。

此外，Johnson, Johnson, Pierson與Lyons (1985)將124位國小四、五、六年級學童分成同異質組，進行小組合作學習，探討具有正反觀點的爭議性問題，研究結果顯示年級異質組比年級同質組具有較高的學習動機與學習成效。在此，本研究選取國小高年級學童，進行論證教學，以探討教學前後學童論證能力的變化情形。

三、論證教學活動

本研究以小組合作學習方式進行論證教學，然而，同異質組所產生的學習差異是小組研究的重點，學習成就相同(同質組)或相異的小組(異質組)組成常是探討的因素，Webb (1982)的研究顯示，異質組學生能產生較好的提問與回應，而Gijlers與de Jong (2005)也主張，由於先前知識能力的差異，異質組的高能力者在提供引導中建構知識，低能力者受到引導，促進雙方理解。因此，本研究依據個案學童上一個學期的自然科總成績，將各班學童分爲高分組(五年級2位、六年級5位)、中分組(五年級3位、六年級4位)、低分組(五年級2位、六年級5位)等三群，分組教學時則採取異質性分組，將全部學生混合編爲5組，每組4-5人，以利教學活動進行。

本研究之論證教學活動利用每週兩節的彈性課程實施，總共進行了六週的教學活動，每週上課時間爲八十分鐘。每次上課分四個階段依序進行，教學流程如表1所示。

Scott等(2006)主張教師應調整科學課室裡教學互動模式，才能支持學生進行有意義的學習，建議適當的課室裡的師生互動模式，依序爲「互動／對話式」、「非互動／對話式」、「非互動／權威式」、「互動／權威式」、「互動／對話式」，才能幫助學童從個人想法出發，逐漸進行有意義的學習。本研究依據Scott等的建議做爲教學架

表1：概念卡通論證教學活動說明

階段	師生互動型式	教學重點	教師教學活動	學生學習活動
一	互動／對話式	引起學習動機	1. 呈現概念卡通的投影片，凸顯問題的爭議性。 2. 藉由卡通人物間對話的型式吸引學生注意。	1. 學童專心聆聽教師的說明。 2. 以自己的想法或經驗回答教師的提問。
二	非互動／對話式 非互動／權威式	論證教學活動	1. 請學童兩兩配對進行討論，希望讓學童透過此一過程，達到精緻化自己想法的目的。 2. 引介論證相關元素。以提問的方式協助學生理解論證元素，再對論證相關元素進行定義。	1. 學童兩兩配對，其中一人先說明自己支持那一個敘述及理由，另一位學生則專心的聽。 2. 學童交換角色進行討論。 3. 以論證元素檢視自己的敘述及理由是否具說服力。
三	互動／權威式	組內、組間論證活動	1. 要求學童進行組內討論(每組4-5人)，並嘗試形成組內共識。 2. 引導學童進行組間討論。提醒各組針對其它組別的主張及理由進行討論，並檢視與個體、小組論證的異同	1. 進行組內討論，每位組員必須提出自己的主張及理由，而其他組員則負責提問及回饋。 2. 各小組嘗試形成組內共識。 3. 由各組長派員至其它組別聆聽報告後，再返回組內報告。
四	互動／對話式	班級論證活動	1. 請各組推派代表上台報告，引導學童提問及回饋。 2. 協助學生討論並思考各組可能的反駁爲何？	1. 各組推派代表上台報告組內共識。 2. 思考其它組別可能的反駁爲何？

構，在概念卡通論證教學活動前，先完成論證能力測驗前測(10分鐘)，接著，再分階段進行論證教學。第一階段(5分鐘)：「互動／對話式」教學，教師呈現概念卡通的投影片，凸顯問題的爭議性，藉由卡通人物間對話的型式吸引學生注意；第二階段(15分鐘)：「非互動／對話式」及「非互動／權威式」教學，進行論證教學活動，學童兩兩配對，其中一人先說明自己支持那一個敘述及理由，另一位學生則專心的聽，之後再請學生交換角色，希望讓學童透過此一過程，達到精緻化自己想法的目的。接著，教師開始引介論證相關元素，在定義論證元素時可以直接定義、呈現論證範例，或者採取提問的方式協助學生理解論證元素(Simon et al., 2006)。在本研究中採取的是教學者先以提問的方式協助學生理解論證元素，之後再對論證相關元素進行定義。第三階段(20分鐘)：「互動／權威式」教學，爲了啓動論證，學童必須能夠在小組內進行討論(Simon et al.)。於是要求學童先進行組內討論，此時，每位組員必須提出自己的主張及理由，而其他組員則負責提問及回饋，並嘗試形成組內共識，接著再進行組間討論，由各組長派員至其它組別聆聽報告後，再返回組內說明，此時，各小組針對其它組別的主張及理由進行討論，並檢視與個體、小組論證的異同。第四階段(20分鐘)：「互動／對話式」教學，各組推派代表上台報告，全班學童則負責提問及回饋，此時，教師協助學生討論並思考各組可能的反駁，論證教學活動結束後，再對學生施以論證能力測驗後測(10分鐘)。學童在論證能力測驗的作答情形，將視爲學童論證能力的表徵，

以觀察學童在學習前後，論證能力的變化情形。

四、論證教學情境

在本研究中，論證活動的教學者爲本文的作者之一，他是該校高年級自然科教師，教學年資八年，曾接受論證教學的訓練，具有科學教育研究背景，並曾修習論證教學之相關課程，是一個兼具理論及實務經驗的教學研究人員。

論證教學情境與論證教學成效有關，Duschl與Osborne (2002)主張教師幫助學習者進行論證時，需兼顧兩個重要的因素，一是有效的情境，另一個是適當的交談情境。「有效的情境」是指被討論的現象或理論主題並非只有單一解釋，而是具有多種可能的說明，如此才能引起有效的論證，此種情境不僅能引起學生的討論，亦能成功地引出他們的先前概念，再針對這些概念進行修正或是延伸。本研究設計之概念卡通符合有效情境的要求，足以幫助學生進行論證。而「適當的交談情境」則是指在進行論證前需給學生基本的交談規則，例如：課堂秩序的維持、發言必須針對主題、發言沒有對錯、要儘量表達自己的想法……等，當基本規則建立了之後，學生才能在可以盡情暢所欲言的環境下討論。由於教學者曾受過論證教學的訓練，平日即採小組合作學習的教學方式，引導學童進行課室對話，這些條件都有助於塑造適當的交談情境。

Simon等(2006)曾舉辦論證工作坊，蒐集12位參與教師的論證教學錄影帶進行編碼分析，提出有效論證教學活動必須包含八個重點，分別是“talking and listening”、“knowing meaning of argument”、“positioning”、“justifying with evidence”、“constructing arguments”、“evaluating arguments”、“counter-arguing/debating”和“reflecting on argument process”等，爲確認本研究符合論證教學的基本要求，本研究以Simon等提出有效論證教學活動的八個重點項目，做爲檢視論證教學的指標，詳細內容則如表2所示。

表2爲本研究之論證教學活動檢核表，若該節課出現表2所列的教學情境，則視爲符合該項論證教學活動檢核編碼，研究者據此進行論證教學活動檢核，並安排一位具有科學教育碩士學位的教學觀察員，擔任論證教學的觀察者，以說明教學實施的歷程，該員並不介入論證教學活動的實施。研究者於每單元教學後進行自評，並由教學觀察員進行教室觀察及評分，兩位評分者分別依據檢

表2：論證教學活動檢核表編碼說明

編號	編碼	教學情境說明
1	talking and listening	教師鼓勵學生小組討論，透過大使式討論活動，鼓勵學生聆聽他人的發言。
2	knowing meaning of argument	教師說明論證的定義，並且舉出論證的例子。
3	positioning	教師鼓勵學生有不同的想法，並且鼓勵學生提出並評估不同主張。
4	justifying with evidence	教師引導學生檢視證據，強調辨別證據的重要性，進行成對討論。
5	constructing arguments	教師鼓勵學生建構論證，並於小組內進行分享。
6	evaluating arguments	教師鼓勵學生評估論證，並嘗試評估其他同學的論證。
7	counter-arguing/debating	教師鼓勵學生建構反駁。
8	reflecting on argument process	教師鼓勵學生進行小組討論的反思，檢視自己在過程中想法的轉變。

核表項目進行評分，若兩位評分員皆觀察該單元出現符合檢核表陳述之教學情境，則該單元即視爲符合該項論證教學活動檢核編碼，圖1呈現的是六個單元的檢核結果。

圖1的結果顯示，在六個單元的論證教學中，檢核表中的“talking and listening”、“positioning”、“constructing arguments”和“counter-arguing/debating”等四個項目每節課都有做到，達成率爲100.00%；“justifying with evidence”和“evaluating arguments”則在五個教學單元做到，達成率爲83.33%，“knowing meaning of argument”和“reflecting on argument process”在四個教學單元中做到，其達成率爲66.67%。顯示在論證教學在前二個單元未將“knowing meaning of argument”和“reflecting on argument process”列爲教學重點，直到第三單元後才被強調。

綜合上述結果，六個單元的論證教學活動，只有“knowing meaning of argument”和“reflecting on argument process”兩個項目達成率爲66.67% (4/6)，其餘六項指標皆達83.33% (5/6)或100.00% (6/6)，基本上，本研究實施論證教學的歷程符合Simon等(2006)有效論證教學活動的重點。

五、研究工具

本研究主要有以下二種研究工具。

(一)論證能力測驗卷

本研究參考Osborne等(2004b)的論證教學手冊，考量學生的學科知識與經驗，並檢視國小中高年級教材內容，選擇研究對象已學習過的相關概念，設計六個單元的活動，針對教學單元設計論證能力測驗題，題型爲簡答題型式，個案學童爲高年級學生，具有完成測驗卷的書寫能力。圖2是其中的一個題目，其餘題目如附錄所示。在題目中，學童的回答必須包含以如下的內容：(1)依據概念卡通所呈現的科學問題建構個人的主張；(2)提出支持個人主張的證據或理由；(3)針對個人主張提出反駁。

爲了剖析學童教學前後論證能力的變

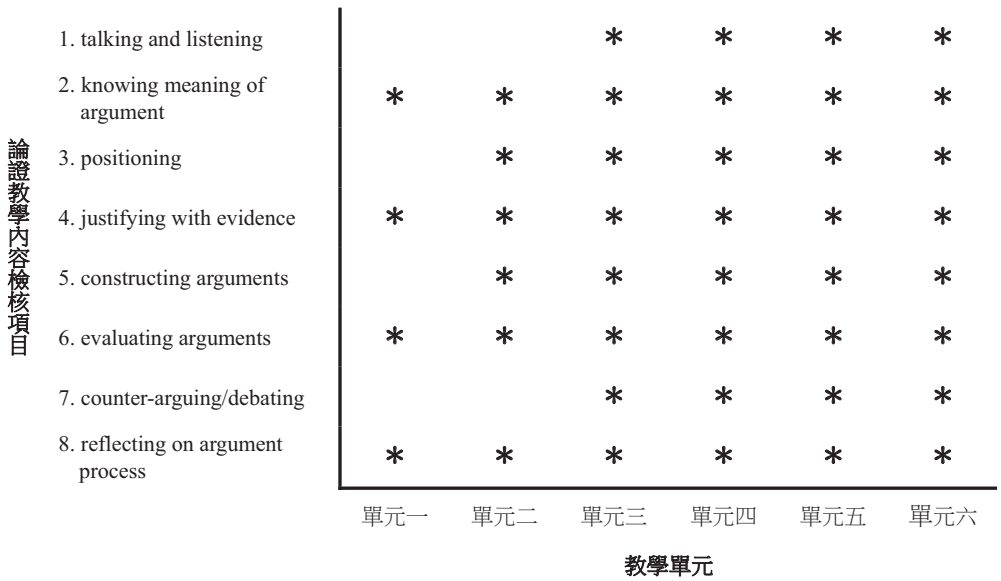


圖1：教學觀察表檢核結果



※你支持誰的看法：_____

※為什麼？寫下你的理由：_____

_____

※討論完之後相信你對你的論點更有信心，但是你能提出一個例子說明你的論點什麼時候不成立嗎？_____

_____

圖2：論證能力測驗卷範例題目(修改自Osborne et al., 2004b)

化，每一單元教學前後，皆安排論證能力測驗，並從論證中的反駁層次(rebuttal level)評定學童論證能力(Erduran, Simon, & Osborne, 2004; Osborne et al., 2004a)。值得一提的是，以卡通人物的視覺表徵引起學生興趣，及採取人物對話的型式呈現問題的爭議性，都是測驗題目設計上的重點。

(二)對科學的態度問卷

本研究採用龍麟如(1997)所發展的「對科學的態度量表」進行施測，以瞭解實施概念卡通論證教學對學童「對科學的態度」之影響，本量表以國小高年級爲施測對象進行設計，具有良好的信效度，量表內容包括以下四個向度：1.對科學的態度(attitudes toward science)；2.對學習科學的態度(attitudes toward learning science)；3.對參與科學探討活動的態度(attitudes toward participating in science activities and inquiry)；4.對科學家與科學相關生涯的態度(attitudes toward scientists and career related to science)。

此量表爲60題正向敘述之李克氏五分量表，在問卷效度部分，量表編製完成後，曾請四位專家學者及一位資深國小教師進行審閱，並依審查意見加以修正，以建立內容效度；在問卷信度部份，則曾進行內部一致性檢定，總量表及各分量表的α係數皆大於0.7。

六、資料分析

〈論證能力測驗〉所蒐集的資料爲分析的重要依據，個案學童於小組討論時的口語論證並未列爲分析範圍。以學童在教學前後論證測驗的表現，剖析學童於學習過程中論證能力的變化。在論證相關研究中，有兩種方法可用來評鑑學習者口語論證和寫作論證的品質，一種是使用TAP進行評鑑，第二種

分析工具則是檢視學習者論證中的反駁層次進行評鑑(Erduran et al., 2004; Osborne et al., 2004a)，然而，使用第一種方式來評鑑論證的品質，具有研究實務方面的困難(Naylor et al., 2007)。因此，本研究採取第二種方式進行學童論證能力的評分，這個工具是依照反駁的層次進行設計，總共分爲五個層次如表3所示。

依據上述的判準，本研究將Osborne等(2004a)所提的論證層次視爲連續的變項，即層次一得1分，層次二得2分，層次三得3分，層次四得4分，而層次五得5分。表3呈現的是本研究論證能力測驗卷的評分判準範例，其中，S18-6-2代表的是編號S18的學童在第六單元後測的作答結果。從表3的論證評分實例來看，學童S18的論述僅呈現主張，所以被評爲層次一；學童S06的論述包括主張及理由，所以被評爲層次二；學童S03的論述包括主張及理由，而且呈現出反駁，然而，關於反駁的敘述只涉及熱的輻射部份，所以被評爲層次三；學童S01的論述包括主張、理由及反駁，而且關於反駁的敘述提及熱的對流及輻射的部份，所以被評爲層次四。

論證能力測驗的評分人員爲一位研究者以及另一位主修科學教育的博士生，爲取得良好的評分者信度，評分之前，二位評分者先隨機挑選三份問卷進行評分，針對評分結果進行討論以取得共識，之後各自進行問卷評分，最後，評分員會針對評分差異過大的問卷進行討論以取得共識。本研究六個單元前後測的題數共238個，兩位評分者的共同同意題數爲185題，因此，相互同意度爲0.78，信度值(inter-rater reliability)則爲0.87，顯示具有良好之信度。爲了剖析教學前後學童論證能力之變化，針對論證能力測驗評分結果施以相依樣本*t*檢定進行分析。除了以量化分析方式呈現之外，Simon等(2006)主張統計TAP組成因子的出現頻率，可提供相關質性資料，輔助說明學習者的論證變化情形。因此，本研究統計論證模式的出現頻率，進一步說明個案學童前後測的論證變化，其中，呈現「主張—證據」論證模式，編碼爲CD；呈現「主張—證據—理由」模式，即被編碼爲CDW；呈現「主張—證據—理由—依據」模式，編碼爲CDWB；呈現「主張—證據—理由—反駁」模式，則編碼爲CDWR。

表3：本研究論證能力測驗卷評分判準範例

層次	說明	第六單元論證評分實例
一	只有主張	不要把雪人蓋毛毯，會讓裡面的溫度升高，沒有毛毯雪人也會融化。(S18-6-2)
二	沒有反駁，但是有主張、證據、理由的出現	不要把毛毯蓋在雪人的身上，因爲毛毯的溫度比雪人的溫度還要高，毛毯會吸熱和隔熱，有蓋毛毯的比較容易融化。(S06-6-2)
三	出現初步的反駁	我覺得不要用毛毯蓋雪人，毛毯會吸熱，如果是黑色的會讓雪人更快融化，如果是白色的毛毯就可以阻擋外面的熱。(S03-6-2)
四	出現明確、適當的反駁	我覺得要用毛毯蓋住雪人，蓋上毛毯會隔絕外面的熱氣，所以會比較慢融化，但是如果毛毯會吸熱的話，會把熱傳到雪人身上，讓它融化，而且毛毯是黑色的就很快讓雪人融化，白色的毛毯就會慢一點。(S01-6-2)
五	出現二個以上的反駁	學生未出現層次五的論證。

本研究選擇個案學童已學習過的科學概念，設計六個單元進行論證教學，然而，相關研究結果指出，學生會使用自己先前經驗進行論證活動(von Aufschnaiter et al., 2008)，對論證議題的瞭解程度也會影響論證學習(林樹聲、黃柏鴻，2009)，Sadler與Fowler (2006)所提出的“TMCKT”進一步說明學習者的論證表現與學科知識並非線性相關，所以，為進一步瞭解個案學童的論證學習成效，本研究依據個案學童上一個學期的自然科總成績，將學童分成高分組、中分組及低分組等三群，每組各7位學童，分析三組學童在六個單元後測的評分結果，以瞭解學童學習論證的成效與自然科學習成效是否有關。在「對科學的態度」的分析上，則施以相依樣本*t*檢定，分析學童在總量表及各分量表前後測表現的差異，在晤談資料的分析上，為了瞭解學童的論證學習經驗及對科學的態度之關係，本研究主要聚焦在科學活動時的樂趣、自信及科學的重要性等(Wang & Berlin, 2010)，以瞭解實施論證教學對學童「對科學的態度」的影響。

伍、結果與討論

本研究旨在探討如何透過概念卡通論證教學促進學童之論證能力，並分析教學前後，學童「論證能力」及「對科學的態度」之變化情形。本節分成三部分，第一部份為教學前後學童論證能力之變化情形；第二部份是不同自然學業成就學童在各單元教學前後論證能力變化情形；第三部份分析實施概念卡通論證教學後，學童「對科學的態度」的變化情形。

一、論證教學前後學童論證能力之變化情形

依據教學前後學童論證能力測驗的表現，學童在六個單元論證能力前後測的平均得分如表4所示。

從表4可以發現，個案學童在六個單元的前測分數在1.00-1.80之間，而後測分數則在1.76-2.72之間，而且每一個單元的後測分數皆高於前測分數，顯示每一個單元教學後

表4：學童在各單元論證能力測驗前後測的得分表現

單元		人數[a]	*Mean*	*SD*	*t*-value	*p*-value	effect size
一、水從哪裡來	前測	21	1.00	0.31	4.54	.000**	.81
	後測	21	1.76	0.62			
二、聲音的傳播	前測	21	1.00	0.32	7.18	.000**	.99
	後測	21	2.04	0.74			
三、鐵生鏽	前測	20	1.80	0.62	6.10	.000**	.61
	後測	20	2.55	0.60			
四、水的移動	前測	18	1.61	0.78	5.66	.000**	.82
	後測	18	2.72	0.57			
五、空氣與燃燒	前測	18	1.28	0.46	5.83	.000**	.96
	後測	18	1.94	0.24			
六、雪人不見了	前測	21	1.52	0.60	7.18	.000**	.78
	後測	21	2.57	0.75			

**表示$p < .001$

a：有些個案學童於第3、第4及第5單元教學時請假缺席。

的論證測驗，學童已經能夠建構較高層次的論證。

在相依樣本*t*檢定部份，學童在六次論證能力測驗前後測的相依樣本*t*檢定皆達顯著性差異($p < .001$)，依據Cohen (1988)的定義，若實驗效果(effect size)大於 .50屬於中度(medium)，若實驗效果大於 .80則屬於強度(large)，本研究的六個單元實驗效果數值介於 .60 - .99之間，顯示以概念卡通爲策略進行論證教學活動，確實可提升個案學童的論證能力。爲了進一步瞭解學童在概念卡通論證教學前後，論證元素的分佈情形，本研究統計個案學童論證模式出現的頻率，如圖3及圖4所示。

圖3是學童前測時論證模式出現頻率的統計圖。整體來看，在各單元前測時，學童的論證模式出現頻率依序爲CD, CDW及CDWB，值得注意的是，學童從一開始只能建構低層次的CD模式，隨著教學單元的進行，學童已逐漸能夠建構出CDW模式，顯示本研究概念卡通論證教學能提升學童建構「理由」的能力。

圖4則是學童後測時論證模式出現頻率的統計圖。整體來看，學童的論證模式除了

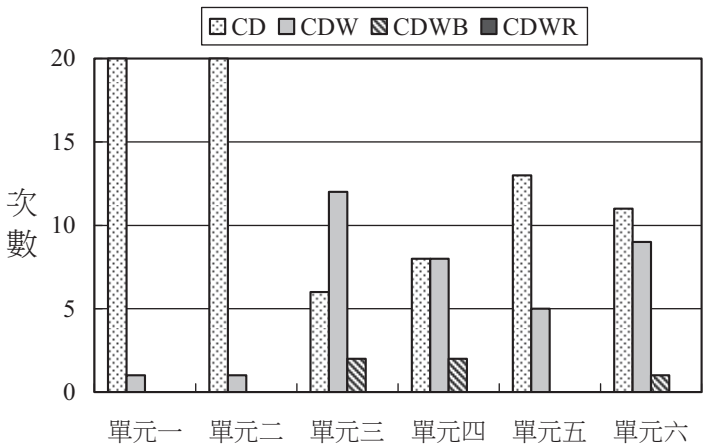


圖3：各單元前測學童論證模式分佈情形

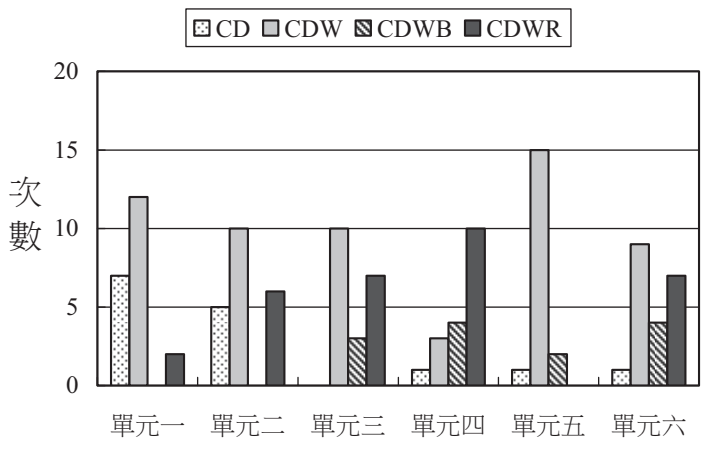


圖4：各單元後測學童論證模式分佈情形

低層次的CD模式，亦開始出現了較高層次的CDWB及CDWR，值得注意的是，在前測時，學童並無出現CDWR的論證模式，顯示本研究概念卡通論證教學活動中，所實施組間及組內的小組討論活動，能提升學童建構「反駁」的能力。

概念卡通是利用卡通人物視覺表徵科學概念，引發學習者對話討論的教學素材與活動(Naylor & Keogh, 2000)，然而，Kabapinar (2005)亦強調使用概念卡通進行教學，教學的成功不僅是使用概念卡通做爲教學材料，教師進行教學時的師生互動及小組討論的品質，亦是教學成效的關鍵之一。本研究結果顯示以概念卡通爲策略進行論證教學活動，確實可提升個案學童的論證能力，本研究使用概念卡通爲策略，提供刺激引發研究對象既有的知識與舊經驗，讓學習者集中注意力對概念進行解釋，並積極參與關於概念卡通的討論。並且，教學時師生互動及小組討論亦是提升學童論證能力關鍵因素，所以，除了使用概念卡通爲策略進行論證教學之外，班級氣氛、師生互動及小組討論品質，亦應是必須考量的因素。

二、不同自然學業成就學童在各單元教學前後論證能力變化情形

爲了進一步探討不同自然學業成就學童論證學習的差異，本研究依據上一個學期的自然科總成績，將學童分成高、中、低三組，各組均爲7人，本研究統計三組學童在前測時的論證層次分佈結果如圖5、圖6和圖7所示。

基於高、中、低三組學童在前測的表現差異不大，例如，論證層次大多只在層次一或層次二，若能進一步分析不同自然學業成就學童在後測時的論證層次分佈情形，應有助於瞭解三組學童論證學習成效之差異。本研究統計三組學童在後測時的論證層次分佈結果如圖8、圖9和圖10所示。

圖8呈現的是六次後測中，高分組學童的論證層次分布情形。如前面的分析，高分組學童的論證品質，在前測時大多爲層次一或層次二，至此有18人次的學童已提升至層次三(18/42, 42.86%)，有16人次是層次二(16/42, 38.10%)，僅有2人次的學童仍留在層次一(2/42, 4.76%)。值得注意的是，相較其它兩組，高分組已有6人次的學童達到層次

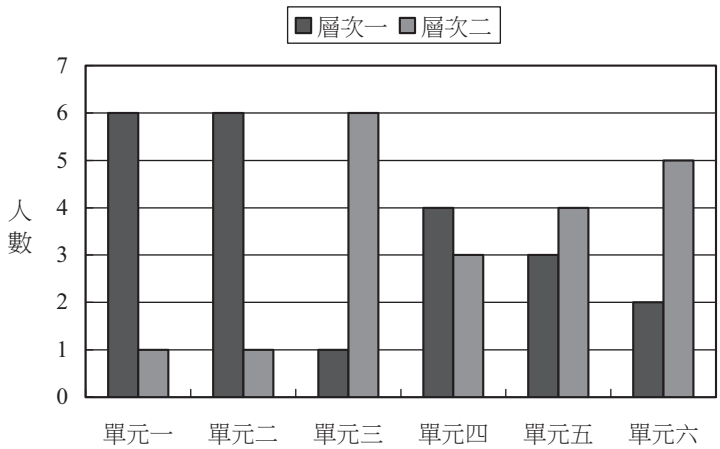


圖5：高分組學童前測論證層次圖示

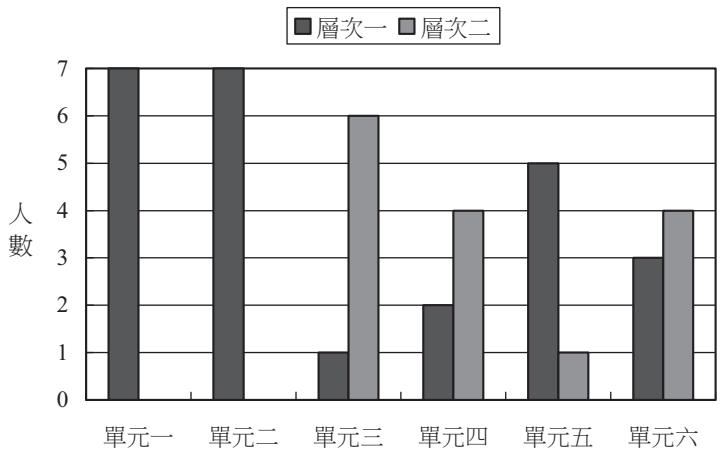


圖6：中分組學童前測論證層次圖示

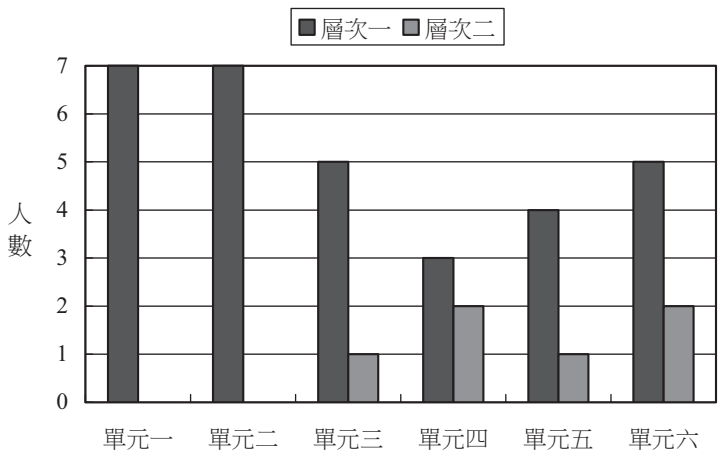


圖7：低分組學童前測論證層次圖示

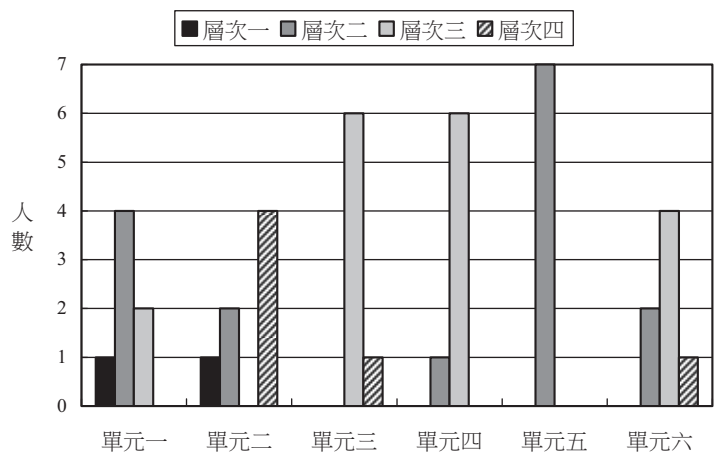


圖8：高分組學童後測論證層次圖示

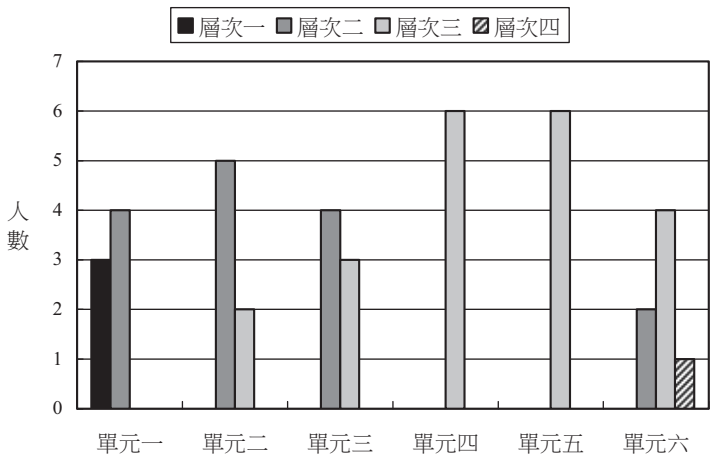


圖9：中分組學童後測論證層次圖示

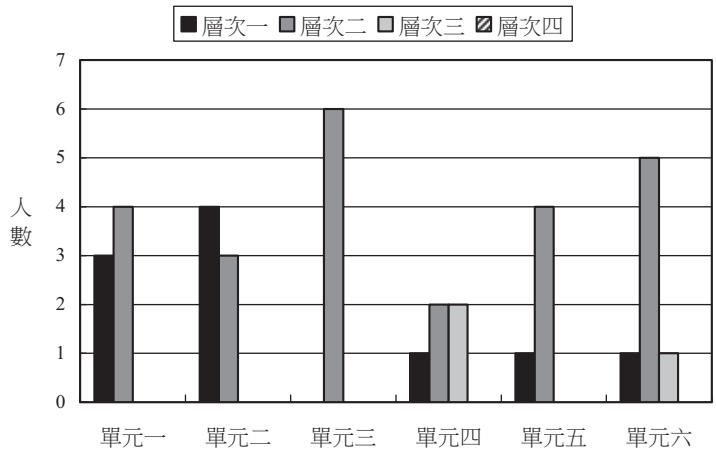


圖10：低分組學童後測論證層次圖示

四(6/42, 14.28%)，顯示實施論證教學後，高分組學童相對而言，比較能夠建構較高品質的論證。

由圖9可知，施以論證教學後，在六次後測中，中分組學童論證能力仍有3人次的學童留在層次一(3/40, 7.50%)，有15人次是層次二(15/40, 37.50%)，而有21人次達到層次三(21/40, 52.50%)，僅有1人次的學童在教學後能達到層次四(1/40，2.50%)。從上述後測論證層次的數據分佈顯示，中分組學童已經表現出由前測時低層次的論證品質，提升爲相對較高層次的論證品質。

圖10呈現的是六次後測中，低分組學童的論證層次分佈情形。從圖10統計結果來看，施以論證教學後，低分組學童後測論證能力有24人次是層次二(24/37, 64.86%)，仍有10人次留在層次一(10/37, 27.03%)，但是仍是有3人次的學童提升到層次三(3/37, 8.11%)，然而，並沒有學童在教學後能達到層次四。以上分析顯示，實施論證教學後，

低分組、中分組及高分組學童在後測的論證得分確實有所不同。

綜上所論，實施概念卡通爲論證教學活動，確實可提升個案學童的論證能力，經過每單元論證教學後，各組學童後測時表現出較前測佳的論證品質，其中，中分組有52.50%、高分組有42.86%達到層次三；中分組有2.50%、高分組有14.28%達到層次四；相較之下，雖然低分組學童在後測時也表現較前測佳的論證品質，然而僅有8.11%達到層次三，而達到層次四的則無。顯示實施論證教學活動後，中、高分組學童的論證品質優於低分組。

本研究旨在探討教學前後，學童論證能力是否提升，然而研究過程中，從課室觀察，發現不同學業成就學童有不同的學習表現，而且如文獻所言，學生領域相關知識會影響學生的論證表現，於是將學童以自然學業成就分成高、中、低三組進行組間學習成效比較。在資料分析方法上，共變數分析(ANCOVA)是多組前後測變化是否有差異的可行做法，惟各組人數較少(各7人)，恐有推論統計上的限制，遂改以描述性統計呈現。此外，學童於組內、組間的討論實況亦是值得後續研究進一步探討之處。

三、實施論證教學後，學童「對科學的態度」之變化情形

(一)學童「對科學的態度」總量表分析

本研究關切實施論證教學在學童「對科學的態度」的效應，從表5中的前後測數據可知，論證教學活動實施後，學童在總量表後測的表現雖然高於前測，但是在前後測得分的成對*t*檢定上，並未達顯著性差異。如文獻所述，Haladyna與Shaughnessy (1982)提出一個簡要的模式，主張影響學習者對科學的態度由教師特質、學生特質以及學習環境等三種因素複合而成。本研究實施概念卡通論證教學，提供學生可以盡情暢所欲言的環境進行討論，然而，從分析的結果來看，學童在對科學態度測驗後測得分高於前測，但是並未達顯著性差異。Gardner (1975)認爲性別似乎是影響學童對科學態度的最重要因素，因此，從學生性別來分析教學前後，學童對科學的態度之變化情形，應是可行的方向，表6和表7即爲分析的結果。

表5：教學前後學童在「對科學態度量表」的差異分析($N = 21$)

項目			*Mean*	*SD*	*Df*	*t*-value	*p*-value
總量表	對科學態度量表	前測	4.04	0.91	20	1.80	.070
		後測	4.09	0.86	20		
分量表	對科學的態度	前測	3.93	1.02	20	1.34	.180
		後測	4.00	0.89	20		
	對學習科學的態度	前測	4.21	0.82	20	-1.16	.250
		後測	4.15	0.79	20		
	對參與科學探討活動的態度	前測	4.13	0.82	20	2.38	.020*
		後測	4.25	0.77	20		
	對科學家及科學相關生涯的態度	前測	3.91	0.93	20	1.33	.190
		後測	3.99	0.92	20		

*表示$p < .050$

表6：教學前不同性別學童在「對科學態度量表」的差異分析($N = 21$)

項目	性別	*Mean*	*SD*	*Df*	*t*-value	*p*-value
對科學態度量表(總量表)	男生	4.06	0.94	20	0.67	.510
	女生	4.03	0.85			

表7：教學前後不同性別學童在「對科學態度量表」的差異分析($N = 21$)

項目	性別		*Mean*	*SD*	*Df*	*t*-value	*p*-value
對科學態度量表(總量表)	男生	前測	4.06	0.94	10	2.32	.020*
		後測	4.15	0.83			
	女生	前測	4.03	0.88	9	0.47	.960
		後測	4.03	0.89			

*表示$p < .050$

表6是不同性別的學童對科學態度測驗的分析。從分析結果來看，在概念卡通論證教學前，個案班級學童在對科學態度測驗的表現上，男生比女生高，但是並沒有達到顯著性差異。

表7則是不同性別的學童對科學態度測驗前後測的分析。從分析結果來看，在概念卡通論證教學前後，個案班級的學童在對科學態度測驗的表現上，不論男生或女生都有得到正向提升，值得注意的是，男生在對科學態度測驗前後測的改變達到顯著性差異($p < .050$)。以上分析顯示，本研究概念卡通論證教學前後，不同性別的學童「對科學的態度」都有正向的改變，而且男生的改變較女性爲顯著。

(二)學童「對科學的態度」四個分量表分析

由表5分析結果來看，個案學童在四個分量表的前後測平均得分在3.93-4.25之間，顯示個案學童具有正向之「對科學的態度」。論證教學活動實施後，在科學態度總量表的四個分項中，僅「對參與科學探討活動的態度」此一分項的前後測考驗達到顯著性差異($p < .050$)，其餘三個分項皆未達顯著性差異，顯示實施論證教學活動對學童「對參與科學探討活動的態度」此一分項有正向的影響。此外，從訪談資料中得知，進行概念卡通論證學習活動時，有學生認爲要花比較多時間學習，是否樂於參與組內與組間的討論活動，則可能與學生能否形成反駁有關。

研究者：最近上的課程，和以前自然課有什麼不一樣的地方？

學生S02：上課的時候，比較多時間和同學一起討論，而且要練習找證據來說明想法，有時候要想一下才講得出來。

研究者：你喜歡這樣子上課嗎？有沒有覺得很難的地方？

學生S02：有時候可以找到反對別人的理由，就不錯，可是不是每一次都找得到。

Osborne等(2003)指出，學童期望在課堂上得到更多實作、延伸探究以及討論的機會，本研究所採用的概念卡通論證教學較著重在小組內、小組間的討論，較少提供學童

實作及延伸探究的機會，或許是無法提升個案學童「對學習科學的態度」的因素之一。本研究「對科學的態度」分量表主要想瞭解學童對科學的相關態度，Osborne等主張一般科學課室的教學，無法完整呈現科學的本質，本研究也呈現上述結果，換言之，概念卡通論證教學後，個案學童對科學的相關態度並未有顯著性的變化。

此外，莊嘉坤(1995)的研究發現，不論男生或女生都隨著年級越高，越不嚮往與科學相關的工作，而且學童常僅憑自己心中所存的科學家意象，作爲自己將來是否成爲科學家或從事科學相關工作的參考。本研究分析結果則顯示概念卡通論證教學之後，個案學童在「對科學家與科學相關生涯的態度」分量表的檢定並未達顯著性差異，換言之，概念卡通論證教學後，個案學童「對科學家與科學相關生涯的態度」並未有顯著性的變化。

回顧Osborne等(2003)的研究，曾指出可能影響學生「對科學的態度」的六種因素，其中「教師的課程設計」及「教學策略」是相當重要的因素。而本研究的概念卡通論證教學，在課程設計與教學策略上，如文獻分析中所述，概念卡通可以提供強烈的刺激引發學習者既有的知識與舊經驗，讓學習者集中注意力對概念進行解釋，並積極參與關於概念卡通的討論。同時，基於概念卡通論證教學中，學生的論證學習活動，基本上呼應了當代科學哲學家Sarkar (1995)、Ginev (1995)等人對科學活動真實存在詮釋學(existential hermeneutics)的主張，或許是本研究之概念卡通論證教學能夠對學童「對參與科學探討活動的態度」產生正向影響的原因。

如前所述，論證是科學發展的重要活動之一，引發作者想要探討學童經過概念卡通論證教學後「對科學的態度」之變化情形。然而，從表5的結果來看，對個案學童的「對科學的態度」的提升，並沒有顯著的教學成效。從研究結果來看，學童在「對參與科學探討活動的態度」此一分項的提升達顯著性，其餘三個分項則無，顯示本研究之概念卡通論證教學對學童「對科學的態度」方面只有部份的影響。

陸、結論與建議

本研究探討概念卡通論證教學如何促進學童之論證能力，並分析教學前後，個案學童「論證能力」及「對科學的態度」之變化情形。從分析結果得到三項結論、三項研究建議，分述如下。

一、研究結論

(一)以概念卡通為策略可有效促進論證活動，提升個案學童之論證能力

林煥祥、洪振方與洪瑞兒(2007)主張教師應該在適當的時機，針對與課程內容相關的事例，提供學生思考及小組互動的教學，讓學生反思並修改自己的論證，學生的批判思考能力才有可能逐漸進步與發展。本研究分析結果顯示，學童在六次論證能力前後測的相依樣本*t*檢定中，皆達到顯著性差異($p < .001$)，顯示概念卡通應是促進學習者進行論證活動的有利媒介，以概念卡通爲策略進行論證教學活動，可提升個案學童的論證能力，尤其是在建構「反駁」論證元素的能力上。

(二)不同自然學業成就學童論證學習成效存有差異

實施概念卡通論證教學活動，可以提升個案學童的論證能力，而且在以自然學業

成就分組的分析中，各組學童在後測比前測表現出較佳的論證品質，然而本研究結果顯示，實施論證教學活動後，高分組、中分組和低分組學童的論證表現確實有所不同。蔡俊彥等(2008)的研究也發現，較低論證能力的學生較少評量及反駁別人的主張。從本研究的結果顯示：不同自然學業成就學童論證學習成就存有差異，教師設計論證教學活動時，學童自然學業成就應是被考量的因素之一。

(三)論證教學後，學童「參與科學探討活動的態度」得到正向影響

本研究概念卡通論證教學前後，不同性別的學童「對科學的態度」都有正向的改變，而且男生的改變較女性爲顯著，此外，「對參與科學探討活動的態度」此一分量表的提升達顯著性差異($p < .050$)，顯示實施論證教學可提升學童「對參與科學探討活動的態度」。基於文獻分析所述之概念卡通所具有的特性，或許是本研究設計之概念卡通論證教學能夠間接對學童「對參與科學探討活動的態度」產生正向影響的因素。

以上研究結論顯示，「概念卡通」之論證教學策略，具有「提升動機」、「啓動論證」、「強化互動」等特性，在提升學童論證能力及「對科學的態度」上具有正向效應。然而，對不同學業成就學童又具有「個別差異」，這些研究發現對致力「概念卡通論證教學」的科學教育工作者而言，應具重要啓發。

二、研究建議

從上述研究結論，對論證教學及相關研究提出如下的建議：

(一)採用概念卡通論證教學，應注意不同自然學業成就學童論證學習成效

依據研究結果，教師進行論證教學活動時，可採取概念卡通爲策略啓動學習者的討論，除了可以提升學童論證學習成效之外，並且能夠提升學童「對參與科學探討活動的態度」。換言之，不同自然學業成就的個案學童論證學習成效存有個別差異，而且與論證素材有關，在此，建議教師進行論證教學，必須將此因素納入考量，以兼顧學童個別差異，提升學童學習成效。

(二)論證教學與學童「對科學的態度」之關係，值得再深入研究

本研究結果顯示，不同性別的學童「對科學的態度」都有正向的改變，而且男生的改變較女性爲顯著，實施概念卡通論證教學對學童「參與科學探討活動的態度」有正向影響，對於「對科學的態度」、「對學習科學的態度」及「對科學家與科學相關生涯的態度」等部份則未達統計分析上的顯著性差異。在此，有兩方面的研究值得再深入探討：1.外顯教學取向之論證教學設計提升學生「對科學的態度」方面；2.從質性取向探究實施論證教學過程中，學童「對科學的態度」之遞變情形。

(三)論證教學時，論證能力與領域相關知識學習應可一併考量

von Aufschnaiter等(2008)發現學生會使用自己先前經驗進行論證活動，而且論證活動能讓學生統整既存知識，精緻化學生的科學知識。本研究結果也發現，雖然後測時，中、高分組學童的論證表現優於低分組學童，可是在某些論證素材，低分組在論證能力的「提升量」上，卻有不錯的表現，此一

方面可能是高分組有所謂的天花板效應(很難再上去了)，卻也凸顯論證能力教學在低學習成就學童的可為。照von Aufschnaiter等的觀點，提升論證能力，可能意謂著也可以精緻化低分組學童的科學概念。目前論證相關研究以社會性科學議題及科學概念為主，而學童領域相關知識與提升學童論證能力之間或許互有反饋效果，至於論證素材與不同學業能力學童「論證學習成效」及「科學概念學習」間的關係則有待進一步的研究。

誌謝

本文感謝國科會在研究經費上的支持(計畫編號：NSC 97-2511-S-259-008-MY3及NSC 97-2515-S-259-002-MY3)；此外，龍麟如老師同意使用對科學態度的問卷，使本研究得以順利完成；審查委員用心提出之寶貴及懇切的意見，對本文裨益良多，特此一併致謝。

參考文獻

1. 古智雄、孫東志、陳文正、楊文金(2010)。從熱認知觀點探討學童科學解釋之合理性判斷——以班級社會常模下的順一致性為例。**科學教育學刊**，**18**(4)，305-329。
2. 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。
3. 林煥祥、洪振方、洪瑞兒(2007)。智育理念與實踐。收錄於教育部(主編)，**德智體群美五育理念與實踐**(頁55-104)。臺北市：教育部。
4. 林燕文、洪振方(2007)。對話論證的探究中學童論述策略對促進科學概念理解之研究。**屏東教育大學學報**，**26**，285-324。
5. 林樹聲、黃柏鴻(2009)。國小六年級學生在社會性科學議題教學中之論證能力研究——不同學業成就學生間之比較。**科學教育學刊**，**17**(2)，111-113。
6. 教育部(2003)。**國民中小學九年一貫課程綱要**。臺北市：作者。
7. 莊雪芳、鄭湧涇(2002)。國中學生對生物學的態度與相關變項之關係。**科學教育學刊**，**10**(1)，1-20。
8. 莊嘉坤(1995，11月)。**國小學生對科學的態度之探討**。發表於八十四學年度師範學院教育學術論文發表會。屏東市：國立屏東師範學院。
9. 莊嘉坤(1997)。學童對自然科的態度與科學學習。**國教天地**，**121**，26-34。
10. 黃柏鴻、林樹聲(2007)。論證教學相關實證性研究之回顧與省思。**科學教育月刊**，**302**，5-20。
11. 黃翎斐、胡瑞萍(2006)。論證與科學教育的理論和實務。**科學教育月刊**，**292**，15-28。
12. 蔡俊彥、黃台珠、楊錦潭(2008)。國小學童網路論證能力及科學概念學習之研究。**科學教育學刊**，**16**(2)，171-192。
13. 龍麟如(1997)。**國小學生對科學的態度與相關變項關係之研究**。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學生物研究所，臺北市。
14. 蘇懿生、黃台珠(1998)。對科學的態度——一個有待研究的問題。**科學教育月刊**，**215**，2-13。
15. American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
16. Chin, C., & Teou, L. Y. (2009). Using concept cartoons in formative assessment:

Scaffolding students' argumentation. *International Journal of Science Education*, *31*(10), 1307-1332.

17. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
18. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, *84*(3), 287-312.
19. Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, *38*, 39-72.
20. Ekici, F., Ekici, E., & Aydin, F. (2007). Utility of concept cartoons in diagnosing and overcoming misconceptions related to photosynthesis. *International Journal of Environmental and Science Education*, *2*(4), 111-124.
21. Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). Taping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, *88*(6), 915-933.
22. Gardner, P. L. (1975). Attitudes to science. *Studies in Science Education*, *2*(1), 1-41.
23. Gijlers, H., & de Jong, T. (2005). The relation between prior knowledge and students' collaborative discovery learning processes. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(3), 264-282.
24. Ginev, D. (1995). Between epistemology and hermeneutics. *Science and Education*, *4*(2), 147-159.
25. Haladyna, T., Olsen, R., & Shaughnessy, J. (1982). Relations of student, teacher, and learning environment variables to attitudes toward science. *Science Education*, *66*(5), 671-687.
26. Haladyna, T., & Shaughnessy, J. (1982). Attitudes toward science: A quantitative synthesis. *Science Education*, *66*(4), 547-563.
27. Heintzmann, W. (1989). Historical cartoons: Opportunities to motivate and educate. *Journal of the Middle States Council for Social Studies*, *11*, 9-13.
28. Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham, UK: Open University Press.
29. Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, *84*(6), 757-792.
30. Johnson, D. W., Johnson, R., Pierson, W. T., & Lyons, V. (1985). Controversy versus concurrence seeking in multi-grade and single-grade learning groups. *Journal of Research in Science Teaching*, *22*(9), 835-848.
31. Kabapinar, F. (2005). Effectiveness of teaching via concept cartoons from the point of view of constructivist approach. *Educational Sciences: Theory and Practice*, *5*(1), 135-146.
32. Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: An evaluation. *International Journal of Science Education*, *21*(4), 431-446.
33. Kind, P., Jones, K., & Barmby, P. (2007). Developing attitudes towards science measures. *International Journal of Science Education*, *29*(7), 871-893.

34. Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, *77*(3), 319-337.
35. Kuhn, D., & Udell, W. (2003). The development of argument skills. *Child Development*, *74*(5), 1245-1260.
36. Lock, R. (1991). Creative work in biology – a pot-pourri of examples. Part 2: Drawing, drama, games and models. *School Science Review*, *72*(261), 57-64.
37. Lung, L.-J. (1997). *A study of relationships between attitudes toward science and related variables of elementary students*. Unpublished master thesis, National Taiwan Normal University, Taipei.
38. Naylor, S., & Keogh, B. (2000). *Concept cartoons in science education*. Sandbach, UK: Millgate House.
39. Naylor, S., Keogh, B., & Downing, B. (2007). Argumentation and primary science. *Research in Science Education*, *37*(1), 17-39.
40. Newton, P., Driver, R., & Osborne, J. (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*, *21*(5), 553-576.
41. Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007). *PISA 2006: Science competencies for tomorrow's world* (Vol. 1). Paris: Author.
42. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004a). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(10), 994-1020.
43. Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004b). *Ideas, evidence & argument in science: CPD training pack*. London: King's College.
44. Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, *25*(9), 1049-1079.
45. Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, *90*(6), 986-1004.
46. Sarkar, T. K. (1995). Changing concepts of rationality in science. In D. Andler, P. Banerjee, M. Chaudhury, & O. Guillaume (Eds.), *Facets of Rationality* (pp. 212-226). New Delhi, India: Sage.
47. Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, *90*(4), 605-631.
48. 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.
49. Stephenson, P., & Warwick, P. (2002). Using concept cartoons to support progression in students' understanding of light. *Physics Education*, *37*(2), 135-141.
50. Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
51. von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne,

J., & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(1), 101-131.

52. Wang, T.-L., & Berlin, D. (2010). Construction and validation of an instrument to measure Taiwanese elementary students' attitudes toward their science class. *International Journal of Science Education*, *32*(18), 2413-2428.
53. Webb, N. M. (1982). Group composition, group interaction, and achievement in cooperative small groups. *Journal of Educational Psychology*, *74*(4), 475-484.
54. Yager, R. E., & Penick, J. E. (1986). Perceptions of four age groups toward science classes, teachers, and the value of science. *Science Education*, *70*(4), 355-363.

附錄一、國小學童論證能力測驗例題——水從哪裡來

班級：_____　座號：_____　姓名：_____



※你支持誰的看法：_____

※爲什麼？寫下你的理由：_____

_____

_____

_____

※你能提出一個例子說明你的論點什麼時候不成立嗎？_____

_____

_____

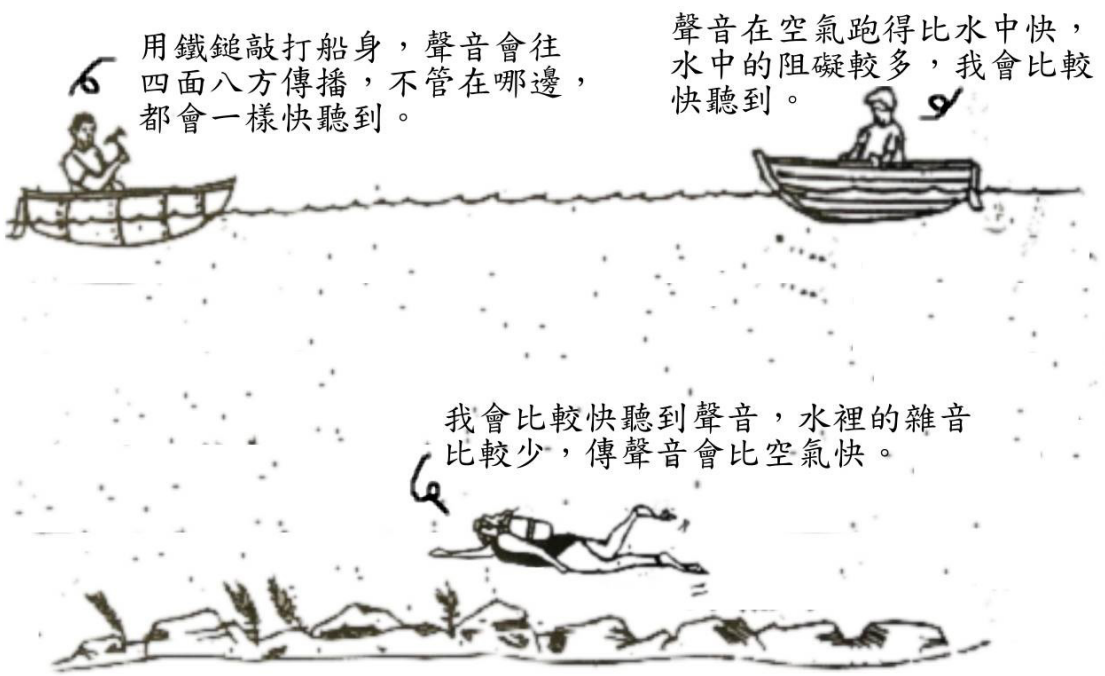
_____

_____

_____

附錄二、國小學童論證能力測驗例題——聲音的傳播

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____



※你支持誰的看法：_____

※爲什麼？寫下你的理由：_____

_____

_____

_____

※你能提出一個例子說明你的論點什麼時候不成立嗎？_____

_____

_____

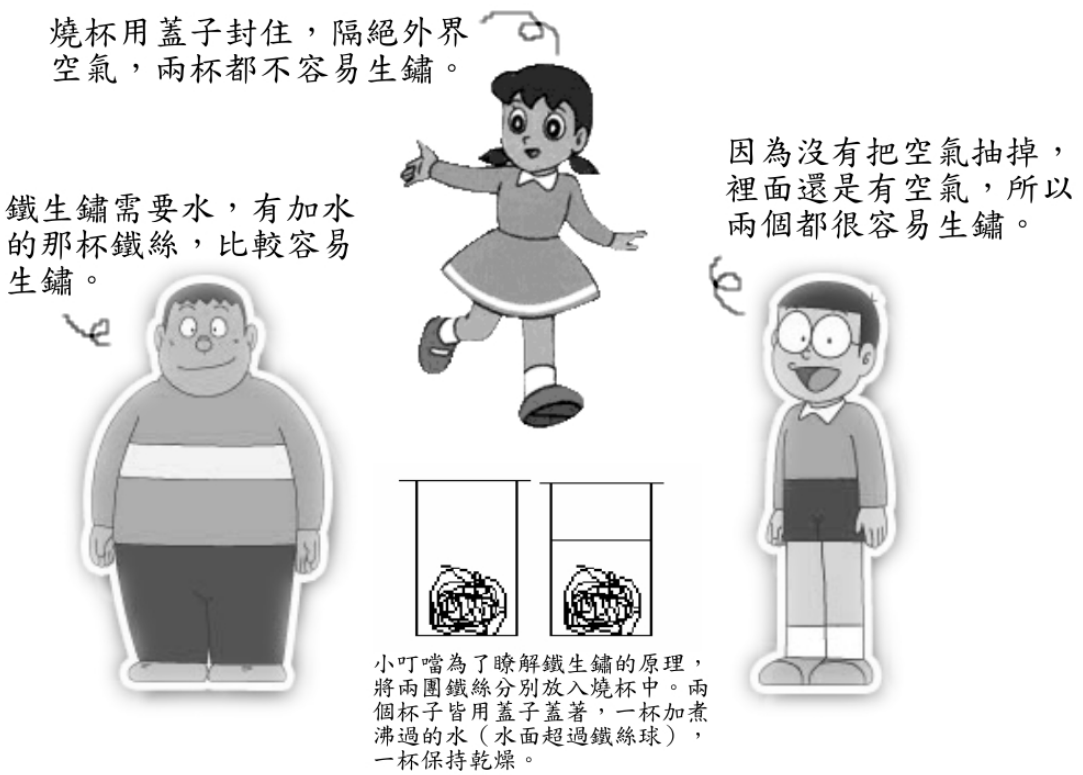
_____

_____

_____

附錄三、國小學童論證能力測驗例題——鐵生鏽

班級：_____　座號：_____　姓名：_____



※你支持誰的看法：_____

※爲什麼？寫下你的理由：_____

_____

_____

_____

※你能提出一個例子說明你的論點什麼時候不成立嗎？_____

_____

_____

_____

_____

附錄四、國小學童論證能力測驗例題——水的移動

班級：_____　座號：_____　姓名：_____



※你支持誰的看法：_____

※爲什麼？寫下你的理由：_____

_____

_____

_____

※你能提出一個例子說明你的論點什麼時候不成立嗎？_____

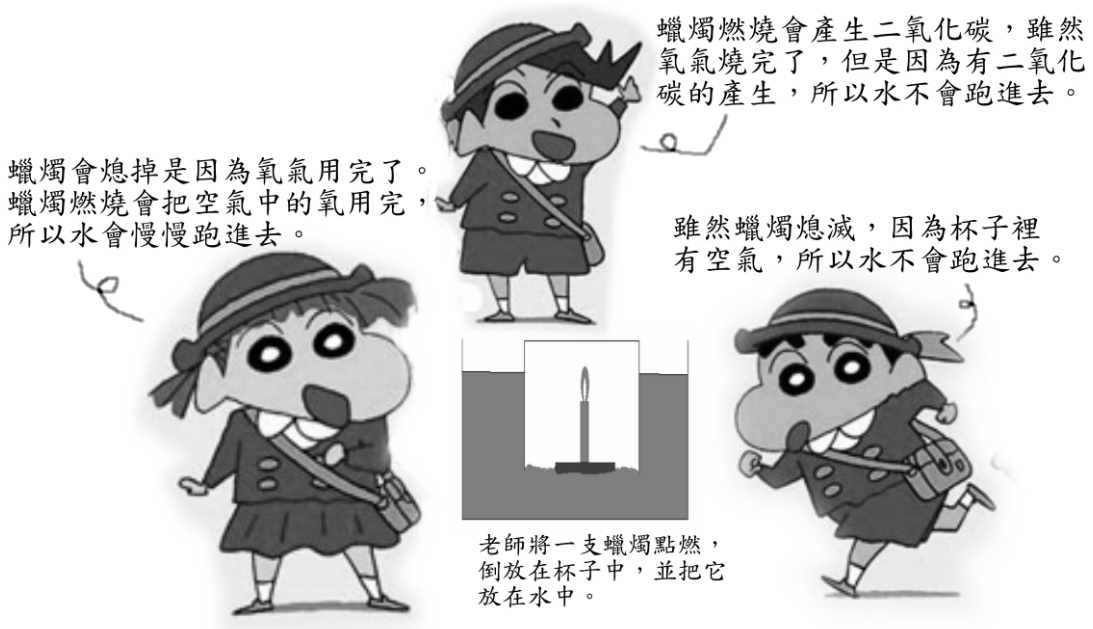
_____

_____

_____

附錄五、國小學童論證能力測驗例題——蠟燭熄滅了

班級：_____　座號：_____　姓名：_____



※你支持誰的看法：_____

※爲什麼？寫下你的理由：_____

_____

_____

_____

※你能提出一個例子說明你的論點什麼時候不成立嗎？_____

_____

_____

_____

_____

_____

科學教育學刊
2011, 第十九卷第一期, 69-99

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(1), 69-99

The Application of a Concept Cartoon Argumentation Strategy to Enhance Children's Argumentation Ability

Wen-Cheng Chen[1], Chih-Hsiung Ku[1,*], Ying-Shao Hsu[2] and Wen-Gin Yang[2]

[1]Graduate Institute of Science Education, National Dong Hwa University
[2]Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

Abstract

The purpose of this study was to explore the effects of concept cartoon argumentation instruction on students' argumentation ability. The difference between students' "argumentation ability" and "attitudes toward science" after implementing this argument instruction was analyzed. A one-group pretest-posttest design was adopted in this research. The subjects were 21 upper graders in a remote elementary school. Based on the concept cartoon strategy, experimental argumentation instruction was provided during six consecutive weeks. The self-designed "paper-and-pencil test on argumentation ability" and "Attitudes Toward Science Scale (ATSS)" designed by Lung (1997) were used in the study. The results indicated that using the concept cartoon strategy in argumentation instruction could enhance the students' argumentation ability. However, there was difference in argumentation performance between high- , mid- and low-score groups. With respect to pre- and post-test analyzing of ATSS, the sub-scale of the attitudes toward participating in science activities and inquiry showed significant difference after implementing the argumentation instruction, but none of the other three sub-scales did. Based on the research results, three research implications are suggested.

Key words: Concept Cartoon, Attitudes toward Science, Argumentation, Argumentation Instruction

* Corresponding author: Chih-Hsiung Ku