科學教育學刊
2012, 第二十卷第六期, 483-514

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(6), 483-514

以科學讀寫模式提升國小學童論證能力之研究

李如偉[1]　蘇明洲[2]　黃湃翔[3]　呂仲誠[4]　高慧蓮[5、*]

[1]屏東縣東光國民小學
[2]大仁科技大學　環境與職業安全衛生系
[3]大仁科技大學　幼兒保育系
[4]建國科技大學　土木工程系
[5]屏東教育大學　數理教育研究所

(投稿日期：民國100年11月30日，修訂日期：民國101年7月31日，接受日期：民國101年8月3日)

摘要：本研究主要以科學讀寫模式進行海洋資源議題教學，藉以探討學生論證能力的改變情形以及教師所使用的教學策略和歷程改變。研究參與者為30位五年級學生，以「海洋資源」為教學主題，採用科學讀寫為主要教學模式並融入促進學童論證之教學策略，其中利用圖片、影片、互動式短片、辯論會片段及社會性科學議題等多元的素材，編寫適合的教材與閱讀文本，並設計論證式科學寫作單，其中以開頭引語、短文填空、關鍵詞的提示等方式做為題目的引導，以期達提升學童論證能力之教學目標。研究過程中進行論證式科學寫作單之撰寫，並將學童之論證式科學寫作單內容及得分進行質化和量化的分析和比較。研究發現教學後學生理由之陳述具因果關係性，亦能歸納文本中相關的訊息，使得理由更趨完整與正確；學生能以個人經驗為基礎，並考量經濟及生態等觀點，做為主張的基礎，增加論點數目；反駁的次數增加且能提出理由；能主張完整的陳述，且提出反駁觀點，豐富了論證的組成。經由統計結果顯示，教學初期與教學後期的論證總分有顯著差異，表示論證能力有顯著的提升；學生在理由的正確性、論點數目的多寡、反駁出現的次數、論證組成的多寡等四個論證面向的得分皆有顯著差異，且都具有高效果量。

關鍵詞：科學讀寫、海洋教育、論證能力

壹、緒論

閱讀與寫作是學童學習歷程中重要的學習活動，科學讀寫在科學教室中是根本且重要的科學學習方式，科學教師常須透過讀寫活動讓學生學習科學概念(楊惟程、靳知勤，2006；靳知勤、楊惟程、段曉林，2010a；Patrick, Mantzicopoulos, &

*通訊作者：高慧蓮

03-高慧蓮.indd 483　2012/12/25 下午 07:12:30

Samarapungavan, 2009)。此外，Gaskins等(1994)以結合閱讀與寫作的科學教學來發展學生深層的概念理解，結果發現學生透過問題解決的寫作方式對於科學概念的學習是有益的，與同儕合作所建構的理解能讓學生從事更有意義的學習。因此，藉由閱讀與寫作的整合模式來提升學生的讀寫能力，使學生透過多元的方式獲得重要訊息，並懂得與他人溝通分享，進而建構科學知識。

近年來，各國的科學教育潮流以提升全民科學素養為科學教育的目標，大力提倡培養具備科學素養(scientific literacy)的現代化公民。然而，在2009年經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)所公布的「國際學生評量計畫」(Programme for International Student Assessment, PISA)報告中，發現臺灣學生在PISA 2009科學素養(涵蓋科學的知識以及三項科學能力：辨識科學議題、解釋科學現象及運用科學證據)的整體表現劣低於PISA 2006 (臺灣PISA國家研究中心，2011)。美國國家教育發展評量(the National Assessment of Educational Progress, NAEP) 1998年的寫作報告卡(writing report card)亦指出美國有55%的十二年級高中生的論述寫作不佳，無法寫出良好的說服性文章；他們的文章頂多只包含一個主張，並只以有限或沒有組織的闡述去支持他們的意見(Felton & Herko, 2004)。所以，在科學教育範疇內，提升學童的論證能力確有其必要性，以使其可根據現有的資訊及證據，表達出自己的意見，並做出明確的抉擇。

由於建構論的興起，多數人已能接受知識是不斷地變動，是由學習者主動建構而來，亦基於科學本質觀，學習者逐漸地體會到科學知識的暫時性與協商建構的特質，科學概念的形成不再是以往簡單的口耳相傳，而是大眾共同地建構理論，形成對自然界的解釋和合理的應用(高慧蓮，2006；Erduran, Simon, & Osborne, 2004)。藉由論證活動的進行，人們能詳細地陳述自己的觀點，表達自我的想法。Van Zee (2000)認為當學生能利用觀察所得的證據來進行預測、澄清說明、建構及思考另有解釋時，參與討論的學生就能藉由批判及邏輯思考來得到專家知識。科學教師應利用各種教學策略來進行論證活動，藉此培養學童「表達、溝通與分享」以及「獨立思考與解決問題」之基本能力，進而提升學童之科學素養。因此，論證能力的培養必須落實於教學中，建立合適的學習情境，設計各種教學策略，以觸發及誘導學童的科學論證能力，促進其科學知識的建構。

臺灣學生普遍受到傳統教學方式與社會文化的影響，因而不擅長或不願意於公開場合表達自己的意見(陳文典，1992)，所以，部分學習風格較為保守和內向的學童，在學習過程中會因為口語表達能力不佳，而成為學習群體中的弱勢，甚至成為被動的知識接受者，如此對其知識的建構歷程易產生不良的影響。林雅慧、張文華與林陳涌(2003)指出，低年級孩童能利用對話的方式針對科學主題進行談論，然而受限於口語表達的即時性，學生經過對話論辯過程，似乎無法形成個人思維的推理脈絡。Nussbaum (2002)亦指出口頭發表的論證活動對許多學生而言是困難的。因此，以文字或圖像等不同的表徵來取代公開且立即性的口語表達方式，使學習者有較充分的時間來構思及轉譯其想法與知識，也提供學習者有更多元的方式建構其科學概念。部分研究已證實使用討論、論證、閱讀、寫作能幫助學生建構科學理解(Rowell, 1997; Wellington & Osborne, 2001; Yore & Shymansky, 1985)。

科學讀寫模式之一「深入與擴展性之

科學應用」(In-Depth Expanded Application of Science, IDEAS)模式(Romance & Vitale, 2001, 2008; Vitale & Romance, 2012)，即是透過科學閱讀與科學寫作的結合，並融合科學活動與應用活動於課程中，深入科學概念的教學。因此，本研究參考IDEAS模式，設計出一個以海洋資源知識為基礎，將閱讀理解與寫作表徵相互連結，使學童能透過此教學模式，對科學概念有更深更廣的理解，並將知識的認知藉由文字表徵呈現出來，表達出自身的想法，並與社群溝通而達成共識，以提升學童之論證能力。

綜合以上之想法，本研究之研究目的為：將科學讀寫模式融入海洋資源教學中，以期透過此教學模式，提升學童的論證能力，促進學童的科學學習。並依研究目的探討以下二個問題：

一、學童在經過此教學模式之後，其論證能力是否提升？

二、促進學童論證所使用的教學策略及論證式科學寫作單的設計要點為何？

貳、文獻探討

一、論證與科學教育

(一)論證在科學學習中的重要性

論證這個領域在以往的科學教育中長期受到忽略(Driver, Newton, & Osborne, 2000)，直到近十幾年來才在科學教育上逐漸成為一個新興的研究領域，且亦成為科學教學與學習的一個重要目標(陳文正、古智雄、許瑛玿、楊文金，2011；Belland, 2010; Erduran, Ardac, & Yakmaci-Guzel, 2006)。基於科學社會學和科學哲學的研究，科學教育者開始將論證視為學生應該學習的一個重要的科學實務(Sandoval & Willwood, 2005)，並且極力投身於工具與教學策略方面的研究，以協助教師和學生進行科學的論證與評量(Duschl & Osborne, 2002)。

在九年一貫的課程中，其課程目標強調培養學生十大基本能力，其中包含「表達、溝通與分享」以及「獨立思考與解決問題」的能力，而論證能力即是「表達、溝通與分享」及「獨立思考與解決問題」等能力的具體表現(黃翎斐、胡瑞萍，2006)。因此，學童論證能力的培養確有其重要性。

現今科學課程的目標之一，即是培養學生具備像科學家般收集、分析資料、形成想法並與社群進行溝通與互動，讓學生為他們的想法尋找證據及理由，形成自己所依循的信念，進而能實際解決並判斷科學問題。Driver等(2000)亦指出，如果科學教育是要幫助學生處理正在形成中的科學(science-in-the-making)所產生的宣稱，就必須透過適當的教室活動伴隨著推論練習，使學生有接近這種形式的論證機會。所以，論證教學的實施在現今的科學教育上實是重要的一環。

(二)論證的定義及其組成(components)

科學家根據所收集的證據和已建構的理論，對世界形成科學的解釋(Driver et al., 2000)，也利用證據來檢驗科學的推測，以產生可信賴且被接受的知識(Siegel, 1989)。然而，當某件事同時有兩種以上的來源及證據時，則需進行論證的過程，以確認證據是否值得採信，此科學主張是否被接受。Kuhn (1992)指出論證是指一個人利用證據去支持自己或反對他們的主張和結論的過程。Zohar與Nemet (2002)亦認為論證是對於自己的推理、結論或聲明的一種支持。因此，在科學主張的形成過程中，藉由各種數據、理由、事實及證據，並經過推理而表達出支持自己想法的主張或觀點，當對於同一件事有

不同的主張時，則需進行比較、批判及辯護，而逐漸形成共識與結論，此即為論證的過程。

歷史上有許多學者提出不同的論證架構，其中Toulmin (1958)所提出的TAP (Toulmin Argumentation Pattern)論證模式對於科學教育在論證的理論和方法學二方面有深遠的影響(Erduran, 2008)。他認為描述科學論證的建構過程，主要為使用資料、論據和支持的過程來說服其他人一個特定主張的效度。論證的過程是由許多不同構成要素所組成，TAP的論證架構如圖1所示。在架構圖中各個論證組成的定義如下：

1. 數據(data)：可做為支持主張的基礎，透過資料的呈現能使主張明顯且清楚的呈現。
2. 主張(claim)：論證者根據資料，試著以合理的說法來說服他人，所形成之社群皆能接受的結論。
3. 理由(warrant)：以個人的觀點來說明資料如何推論至主張，以證明所立論的主張是有意義的。
4. 支持(backing)：能證明立論者所提出的理由是正當的，並且能應用於任何獨特的情況。
5. 限制(qualifier)：在某些特定限制下，其主張才能成立。
6. 反駁(rebuttal)：是一種異例或異常的情況，或許能推翻其所支持的主張。

在論證的過程中，若能出現更多不同的論證組成，則論證的結構就越完整，其論證能力可由「提出主張與理由、提出反論點、提出支持的論點、提出證據」等層面來瞭解(Mason & Scirica, 2006; Sandoval & Millwood, 2005)。論證能力較佳的學生，則能提出愈多理由來支持自己論點的(Means & Voss, 1996)，且能提出不同觀點來支持不同論點的學生，代表當面臨爭議時能進行多元化的思考(Simonneaux, 2008)，能以多元的面向來描述資料與主張之間的關聯性。

二、科學讀寫活動與科學學習

(一)科學讀寫整合的重要性

閱讀與寫作是科學學習歷程中相當重要的學習策略，然而，在過去的教學中，一直將讀寫教育分為兩個截然不同的科目。近年來，教育部極力提倡閱讀運動，主要目的是為了培養終身閱讀的國民和營造一個書香社會，但是，僅僅是單方面的閱讀活動，並

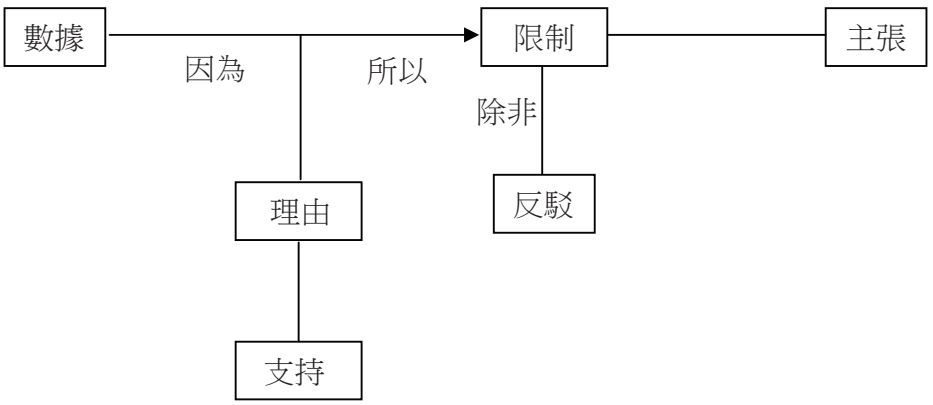

圖1：Toulmin的論證架構

資料來源：*The use of argument* (p. 97), by S. E. Toulmin, 1958, Cambridge, UK: Cambridge University Press.

無法達到語文學習的效果。閱讀因寫作的需要，而有明確的目標和方向，在學習過程中若學生能將讀的內化能力，運用到寫的產出技巧上，那麼寫作就不再是一件憑空杜撰、不知所云的艱鉅任務。閱讀和寫作往往交織在一起，在實務中可相互補強(Graham & Hebert, 2010; Miller & McCardle, 2011)。

Goodman (1997)以「全語文」(whole language approach)的觀點將閱讀與寫作皆視為「語言歷程」，認為最好的方式是將閱讀與寫作融合為一，使學生將所讀的知識運用於寫作，再以寫作發表所學，不論讀或寫，學生都不斷在思考。Lemke (1998)也認為教師應教導全部的科學語言(all the language of science)，其中包含了文字、表徵、意象和活動。整合讀寫活動可用來推動科學探究(Pearson, Moje, & Greenleaf, 2010)，有助於學生的學習效益，也使其能學得正確的科學概念及知識。

Bereiter與Scardamalia (1987)以認知理論中的基模(schema)的觀點來看，認為「內容知識」(content knowledge)是屬於閱讀的範疇，須靠著文本的閱讀而使之更為豐富，寫作的「論述知識」(discourse knowledge)可藉由後天學習培養(蔡銘津，2002)。當閱讀的質與量夠多時，認知基模亦不斷地更新與擴充，學習者的「內容知識」會先確認相關的資料，決定資料的意義，進行產生推論並發展概念知識結構，然而，必須透過語言使意義更清晰。「論述知識」則會先對語言作選擇，並以適當的文字傳達資料的意義，詮釋相關的內容及主張。於是「內容知識」和「論述知識」能更有效率的產生互動，而建構新的概念。所以，由認知理論可知，閱讀和寫作是認知歷程中知識轉換與互動的基礎，兩者之整合確有其必要性。

(二)科學讀寫活動相關之教學策略與模式

許多學者發展出能整合讀寫教學與科學學習的教學策略，例如：

1. 概念取向閱讀教學(Concept-Oriented Reading Instruction, CORI)在閱讀策略上提供了明確的指導，如提問、激活背景知識、檢索信息、總結與綜合信息等，以便與他人溝通。其教學包括動手做調查、用文本探索、策略教學、同儕合作互動、寫作以出版和公開結果(Guthrie et al., 2004)。
2. 科學的種子和閱讀的根方案(seeds of science/roots of reading project)採用多重模式的教學策略，包括做、說、讀、寫(do-it, talk-it, read-it, write-it)等活動，在學生進行第一手的探究調查、與他人談論他們的調查、閱讀內容豐富的書、撰寫記錄和反思他們的學習時，提供學生豐富多樣的機會學習科學(Cervetti, Barber, Dorph, Pearson, & Goldschmidt, 2009)。
3. IDEAS模式是每日利用兩小時的時間，專注於科學概念的教導，並結合多種科學學習活動(如：以概念為中心教學、動手做的活動、科學過程技能的廣泛應用、增加文本和科普材料的閱讀、概念圖的建構、撰寫日誌等)，使學生能掌握科學最深處的核心概念與相關概念的應用(Romance & Vitale, 2001)，其中更強調增加文本的閱讀，讓閱讀教學課程目標深入於科學的課程裡，也讓閱讀技能的應用能與科學思考過程相契合(Crocker, Dennison, & Butts, 1986)，提供了更有意義的概念結構知識。

以上的教學策略或模式均符合楊惟程與靳知勤(2006)所指出的科學讀寫活動設計，應讓學生適當且有意義地使用科學語言，

並能在科學活動中有條理地組合它們。其中IDEAS模式經過多年的測試發現學生在閱讀、科學測驗，和自我效能的指標、以及對科學的態度上勝過接受分離的語言藝術和科學教學的學生(Romance & Vitale, 2008; Vitale & Romance, 2012)。

因此，本研究之教學策略主要是參考IDEAS模式，設計出一個以科學知識為基礎將閱讀理解與寫作表徵相互連結，使學習者能透過此教學模式，對科學概念有更深更廣的理解，並將知識的認知藉由文字表徵呈現出來，表達出自身的想法，並與社群溝通而達成共識。

三、促進論證能力之教學策略

(一)論證學習與學童的先前知識

Osborne與Wittrock (1983)指出知識的建構過程是學習者將學習到的新訊息與儲存於長期記憶中的知識進行比較，再對新訊息產生出新的意義。Yore與Shymansky (1997)亦指出先前知識(prior knowledge)對於學習有重要影響，由此可知，知識的建構過程中先前知識扮演著重要的角色。

當學生進行論證活動時，其先前知識將會影響到他們的推理及評估(Lewis & Leach, 2006; Sadler & Fowler, 2006)。學生對論證任務的內容之精熟與瞭解程度亦會影響其所建構的論證之品質(Von Aufschnaiter, Erduran, Osborne, & Simon, 2008)。另外，蔡俊彥、黃台珠與楊錦潭(2008)的研究發現具迷思概念的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。黃柏鴻與林樹聲(2007)的研究也指出教學者若能先藉由適當的情境鋪陳及提供蒐集證據的活動，幫助學生建構先前知識，則學生不僅能做出充分的討論，也能表現較佳的論證。所以在進行論證活動之前，必須考量學生的學科先前知識與經驗。

(二)論證學習與科學讀寫活動

在大多數的科學課室中，講述式的教學使得論證通常會成為教師一人的獨白，也由於學生未經過大量科學文本的閱讀，而缺乏科學知識的資源，因此無法提問去挑戰教師所聲稱的科學主張(Osborne, Erduran, Simon, & Monk, 2001)。Wellington與Osborne (2001)提出幾個在教學上有助於學生進行論證的作業形式，其中提到採用與文本相關的活動(directed activities related to text)讓學生做價值觀的判斷，並寫下所持的理由、主張等。Zohar與Nemet (2002)亦研究了論證教學上常使用的策略，其中提到經由寫作的方式以及使用真實生活中的問題情境，可促進學童的論證，學生也需具備對論證架構各組成的知識和瞭解高品質論證的特徵。

Pearson等(2010)指出儘管讀與寫不能取代科學探究，但當讀寫活動是由探究方式所驅動，學生便可以同時學習如何閱讀與書寫科學的文章並且做科學。由探究驅動的讀寫練習不是被動的吸取科學資訊而已，而是主動理解科學的過程，這麼說來，讀寫能力與推理論證能力可以說是同一回事(高涌泉，2010)。所以，教師可以整合讀寫與探究活動，以提升學生的論證能力。

(三)論證學習與社會性科學議題

幫助學習者進行論證時，「有效的情境」是一重要的因素，因此，課程中可應用社會性科學議題(Socio-Scientific Issue, SSI)做為促進學生學習論證的重要題材(Albe,

2008; Cavagnetto, 2010; Dawson & Venville, 2010; Duschl & Osborne, 2002; Nielsen, 2012; Walker & Zeidler, 2007)。SSI指的是由科學和社會複雜的交互作用所形成的爭議或進退兩難事件(Sadler, 2004; Zeidler, Walker, Ackett, & Simmons, 2002)。SSI常因兩難的概念架構，需要藉由各方不斷對話、溝通才能逐漸凝聚出解決的共識。在表達各方立場的過程中涉及論證(靳知勤、楊惟程、段曉林，2010b；謝慈雪，2010；Zeidler, Sadler, Simmons, & Howes, 2005)。

近年來的研究顯示SSI融入教學中，可以提升學生的論證能力。例如，Dawson與Venville (2010)以「販售基因改造番茄」和「遺傳性疾病」等議題進行論證教學，教學過程中，教師先讓學生認識論證，再提供「寫作架構」引導學生思考，鼓勵學生進行討論、反思，思考自我立場是否改變。研究結果發現14 ~ 15歲的十年級學生於教學過程中，能主動且有效的參與論證活動。Venville與Dawson (2010)的研究只進行短短的三堂課(一堂教論證技巧、二堂進行有關遺傳的SSI全班論證)，但結果卻發現此介入方案改善了十年級學生論點的結構與複雜性、非形式推理的程度和科學概念的理解。靳知勤等(2010a)採用引導式論證之教學設計優勢，安排學童先進行生物複製讀寫活動以後再實施論證教學，本研究發現引導式論證確足以做為學童發展優質非形式推理知能的鷹架。林樹聲與黃柏鴻(2009)的研究發現研究樣本中多數國小六年級學生在經歷「興建高速鐵路」論證知識與議題先前知識的建構後，能提出更為精煉的論點。Albe (2008)利用「使用手機是否會影響健康」議題讓16 ~ 18歲的十一年級學生進行小組討論。研究結果發現透過小組討論的方式，能讓學生問產生社會互動，並以不同觀點評估證據的可信度，有助於論證能力的發展。

除了上述議題外，亦有其他研究採用不同主題的議題，例如，臺灣能源的開發和利用(吳靜宜，2008)、土石流發生(胡芳禎，2008)、三月迎媽祖廟會活動(蘇衍丞，2011)、異種器官移植(Wu & Tsai, 2012)……等，這些SSI融入教學的研究，均發現可以提升學生相關的論證能力。

由於SSI常牽涉到不同面向，例如科技、經濟、政治、宗教、倫理與道德等，需要人們對這些面向做權衡與判斷(Barrow & Germann, 1987)，且SSI取材學生的生活周遭，較能引起學生的注意，且能藉由實地觀察來獲取資料，由自己的生活經驗與價值觀來探討，以批判思考的方式對議題做出相關的論證。

綜合以上文獻，本研究以科學閱讀增進學生的先前知識，並經由寫作的方式促進學生思考。另外，由於近年來魚類過度捕撈的問題日益嚴重，如何在生態保育與經濟發展之間取得平衡，也是未來主人翁所必須學習的重要觀念。因此，本研究以「海洋資源」做為教學主題，讓學生從海洋資源的認識、家鄉文化產業的發展進而探討海洋環境開發所造成的衝擊等相關議題，引導學生從不同的面向——經濟、生態保育或環境污染，來看魚類捕撈及海洋環境的開發所面臨的困境，以促進學生的論證素養。

參、研究方法

本研究採取質與量並重的研究法，實施科學讀寫教學活動，在活動中收集多元的質性資料，並將學生填寫之論證式科學寫作單，轉化為量化資料，藉由質量並重的方式，探討學生在經由科學讀寫模式的教學之後，其論證能力的改變情形。

一、研究場域及對象

本研究之場域位於屏東縣某沿海鄉鎮一所二十六班的國民小學，校園的整體建築與公共藝術品的設計，皆以海洋為主題，更能突顯社區環境的特色。研究對象為該校五年級一個班的學生，班級人數30人，其中男生15人、女生15人，該班學生個性活潑，上課時能踴躍發表意見，相當適合論證教學的進行。此外，由於研究對象甫進入高年級的學習階層，也依學生的學期成績進行S型的常態編班，因此學生的程度較為平均，在論證活動的進行中，能排除學習者本身因學習成就的高低，而對研究目的所產生的影響。研究對象的班級平時利用晨光時間推展閱讀活動，並設置圖書角，擺設大量科普書籍，且配合閱讀心得表的繕寫，逐步地培養學生的讀寫能力。

二、課程設計

(一)設計理念

本研究之課程設計是修改自IDEAS模式(Romance & Vitale, 2001, 2008)，然IDEAS的課程模式是每天進行兩小時的研究課程，專注於深入科學概念的教學，但考量現行國小的課程編排，本研究採更彈性的原則，在不影響學校之教學與評量的進度下，視實際情況將所設計的課程融入於晨光時間、彈性時間(閱讀)、綜合活動、藝術與人文等課程中進行教學，如此則能在學校行政措施與班級課程進度之間相互平衡，亦能符合各領域之間縱向連貫與橫向連結的原則，以最適性化的教學架構，使學生學習深入且完整的科學概念。

在此課程中，研究者藉由學生填寫之論證式科學寫作單，探討學生在經由科學讀寫模式的教學之後，其論證能力的改變情形，並做為教學與課程上的改進，期能對日後科學教學有更好的建議。

(二)課程架構

由於臺灣位處海洋要地，生活與海洋有著密切的關係，「海洋立國」更成為未來發展的利基與轉機，海洋教育也漸漸地成為我國現今教育中不可或缺的一環。由於研究對象為屏東縣一所位於漁村的小學五年級學生，海洋可說是他們最為熟悉的自然環境，家鄉中與海洋相關的水產與文化產業更是不勝枚舉，因此，本研究以「海洋資源」為教學主題，以期能引起學童的學習興趣。此外，根據教育部2007年正式研定之「海洋政策白皮書」，並擬定海洋教育的課程目標與能力指標，其中「海洋資源」包含了「海洋飲食」、「生物資源」、「非生物資源」與「環境保護與生態保育」等四項細類，本研究的課程設計架構也依此四項細類為主軸，並依國小高年級學生之學習程度，再予設計出合宜的相關課程內容，以呈現科學概念之深入性與擴展性，使學生習得正確且完整的科學概念。

此外，參考美國IDEAS課程模式並根據現行的課程架構，整個課程設計涵蓋五種學習活動：先前知識、科學閱讀、科學寫作、科學活動與應用活動。以圖像結合文字表徵，設計成學習單以做為瞭解學生先前知識的依據，再配合國立海洋生物博物館提供之詳盡且多元的海洋生物資料，而改編成科學閱讀活動的文本，其文本內容結合了圖像與文字，避免學生感覺枯燥乏味而減低學習效果，亦能減少學生因閱讀理解力的差異而造成迷思概念。經過科學閱讀活動的學習，學生漸漸地將概念內化，教師再提供自行編製的「論證式科學寫作單」引導學生擷取文

本中的知識與概念，再經由文字繕寫出來。在課程教學期間，由於是以科學閱讀與寫作為主，因此占了75%的教學時間。科學活動是以更活潑多元的方式，讓學生親身參與、接觸與體會，經由科學活動的進行，學童對該主題所連結的科學概念能產生更深切的認知。在經過科學閱讀、科學寫作與科學活動的學習之後，學童能經由應用活動將科學概念應用於適當的情境中，使其更具實用性進而獲得科學社群的支持。課程架構如圖2所示。

(三)教學流程

本研究之教學共分為三個時期，以「海洋資源」教學為主題，教學內容由淺而深、由具體而抽象。教學初期，先介紹生活中常接觸到的「生物資源—水中植物(藻類)」，並進行第一次論證式科學寫作單，主要瞭解學童最初始之論證能力。

教學中期主要介紹研究場域常見的海洋生物，細分為水中動物(甲殼類、軟體動物、腔腸動物、脊椎動物)及海洋食物(海洋食物鏈)等部分，旨在讓學童由具體而抽象地逐步建構科學知識，使其對海洋生物有統整性的瞭解。期間並嘗試多種教學策略來引導學童進行第二至六次的論證式科學寫作單。

教學後期則進行較抽象的「非生物資源」課程，以及第七至八次的論證式科學寫作單，主要教導臺灣常見的海洋非生物資源(如：遊憩資源、礦物資源、食物資源、藥物資源……等)，並初步地探討資源開發對環境的影響。在「海洋飲食」與「環境保護與生態保育」課程，則是在學童充分地建構背景知識之後，採用社會性科學議題，例如，在「海洋飲食」方面，主要是以東港地區為例，認識該地區的水產產業發展情形，並探討過漁現象對環境所造成的影響；在「環境保護與生態保育」方面，以海岸水泥化、溼地的開發、珊瑚白化、漁業的耗竭……等做為討論主題。其中「海岸水泥化」討論填海造陸創造海埔新生地、開發新興工業區及建造漁港、商港所產生的突堤效應，對海岸所造成的影響；「溼地的開發」則探討人類長期對西部海岸溼地錯誤的使用與過度開發，對海岸地區的生物多樣性所產生的衝擊；「珊瑚白化」是探討墾丁珊瑚所面臨的白化危機，及其所造成的原因，並討論如何在開發與保育之間取得平衡點。「漁業的耗竭」則是以東港黑鮪魚為例，探討過度的捕撈及不當的捕撈方式對魚類資源所造成的影響，並且討論如何在商業利益與永續經營中達到雙贏的目標。藉由不同的議題與教學策略引導學童由不同的媒體蒐集具有科學根據的相關資料，做為支持自己論點的理由，再予發表討論。茲將三個教學時期所進行的單元活動內容與教學時間彙整於表1，另教學流程如圖3所示。

在課程中進行科學閱讀活動之後，針對文本內容較複雜的單元，教師提供「閱讀摘要單」，以促進學童對閱讀文本的瞭解，但題目之設計並不強調與各論證面向做結合，主要目的是藉由題目的引導，使其能自行歸納與擷取文中的要旨。隨著單元內容的改變，讓學生填寫「論證式科學寫作單」，例如：在學習水中植物—藻類之後，隨即探討海水優氧化的問題；介紹水中動物—腔腸動物之後，即引導學生探討珊瑚白化的問題。藉由論證式科學寫作單的填寫，學習者將已既存於心中的主張、支持主張的理由以及將證據與主張的關聯性，詳盡地描述。

(四)教學策略

教學初始進行「大家來找碴」活動，

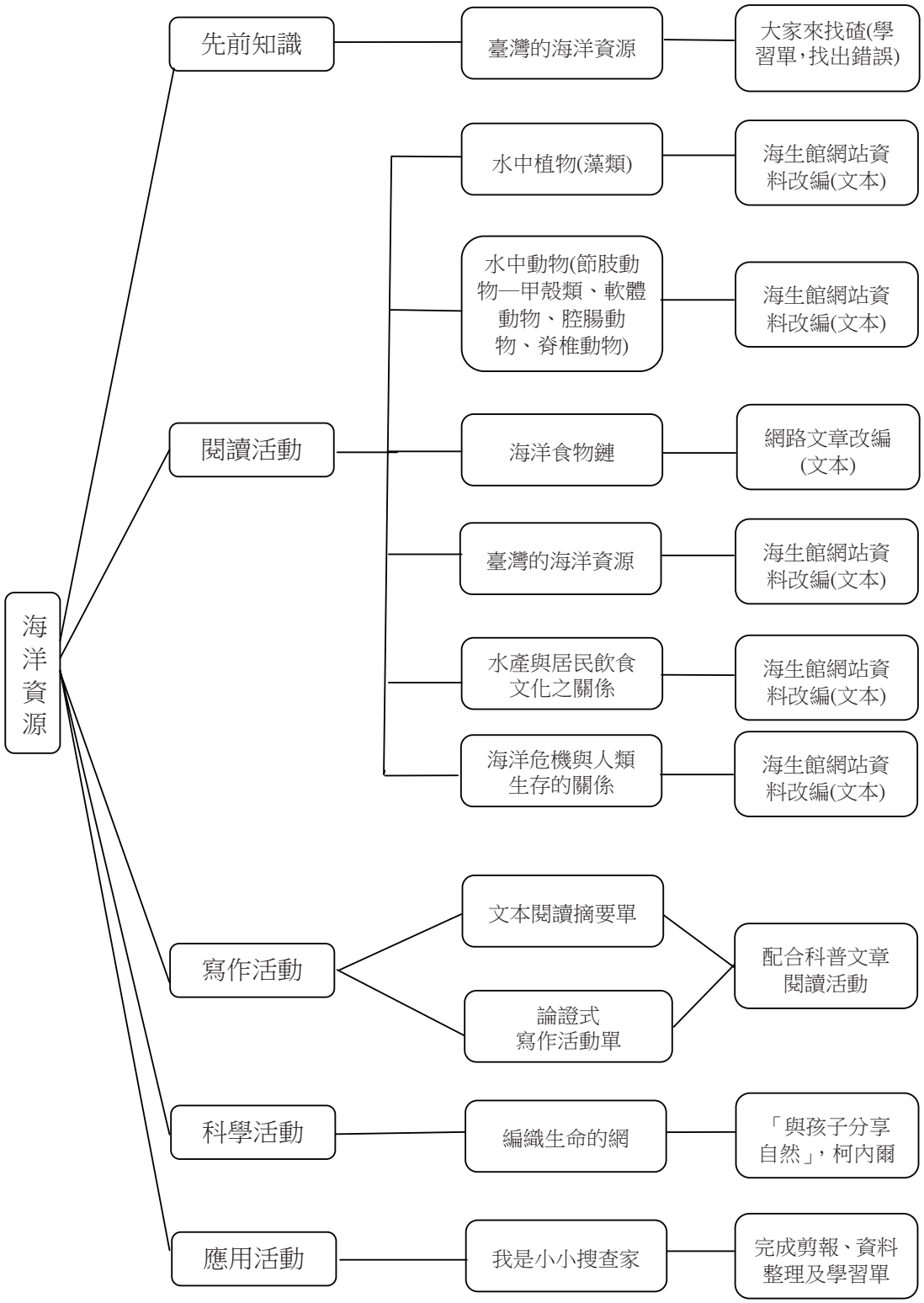
海洋資源
先前知識
臺灣的海洋資源
大家來找碴(學習單,找出錯誤)
閱讀活動
水中植物(藻類)
海生館網站資料改編(文本)
水中動物(節肢動物—甲殼類、軟體動物、腔腸動物、脊椎動物)
海生館網站資料改編(文本)
海洋食物鏈
網路文章改編(文本)
臺灣的海洋資源
海生館網站資料改編(文本)
水產與居民飲食文化之關係
海生館網站資料改編(文本)
海洋危機與人類生存的關係
海生館網站資料改編(文本)
寫作活動
文本閱讀摘要單
論證式寫作活動單
配合科普文章閱讀活動
科學活動
編織生命的網
「與孩子分享自然」，柯內爾
應用活動
我是小小搜查家
完成剪報、資料整理及學習單

圖2：課程架構圖

表1：各教學時期所進行之單元活動與教學時間彙整表

教學時期	主題軸與細類	單元活動名稱	學童的單元活動內容	教學時間
教學初期	海洋資源—生物資源	❶ 大家來找碴(臺灣的海洋資源)	① 學習單	①40 min
		❷ 大海中的森林(水中植物—藻類)	② 閱讀活動、論證式科學寫作單一	②80 min
教學中期	海洋資源—生物資源	❶ 鐵甲武士(甲殼類)	① 閱讀活動、論證式科學寫作單二	①80 min
		❷ 吐墨汁的火箭(軟體動物)	② 閱讀活動、閱讀摘要單	②80 min
		❸ 珊瑚王國選美大會(腔腸動物)	③ 閱讀活動、論證式科學寫作單三	③80 min
		❹ 明日之鯨(脊椎動物)	④ 閱讀活動、論證式科學寫作單四	④80 min
		❺ 海洋中的食物鏈(海洋食物鏈)	⑤ 閱讀活動、論證式科學寫作單五	⑤80 min
		❻ 編織生命的網	⑥ 科學活動	⑥80 min
		❼ 海洋食物鏈與生態環境之關係	⑦ 論證式科學寫作單六	⑦80 min
教學後期	海洋資源—非生物資源	❶ 臺灣常見的海洋資源 (臺灣海洋被人類利用的情形)	① 閱讀活動、閱讀摘要單	①80 min
		❷ 失去的海岸線(資源開發對環境的影響)	② 論證式科學寫作單七	②40 min
	海洋資源—海洋飲食	❸ 東港的黑金傳奇(東港地區水產產業發展情形)	③ 閱讀活動、閱讀摘要單	③80 min
		❹ 鮪鮪道來(黑鮪魚捕捉所面臨的問題)	④ 閱讀活動、論證式科學寫作單八	④80 min
	環境保護與生態—保育	❺ 海洋議題之相關新聞事件探討	⑤ 閱讀活動、閱讀摘要單	⑤40 min
		❻ 我是小小搜查家(製作海洋環境議題的專題簡介)	⑥ 應用活動	⑥120 min
		❼ 探討河流與海洋生態保育的方法	⑦ 應用活動	⑦40 min

此活動教師先對海洋生物進行簡單的描述，然後直接由學童進行活動單的填寫。活動單中列出許多生物，學童勾選出其中屬於海洋生物的部分，活動進行後教師針對學童進行口頭的個別晤談，引導學童說出圈選該生物的理由，教師藉以得知其海洋生物的先前知識，以做為後續教學時的依據。

由於研究對象是國小五年級學童，所以閱讀文本的設計以文字為主，然而，國小高年級學生在認知發展上仍處於具體運思期，所以在從事一些結構不全的學習任務時，需要教師引導，因此，課程中的閱讀文本將其中重要的科學知識或具因果關係的結構語句，以粗體或不同顏色予以標示，且教師在教學過程中引導學生注意這些標示的文字，避免學生在閱讀過程中迷失脈絡，或擷取錯誤及無關的訊息，亦有助於學童在閱讀時辨識文本內容，爾後從事寫作亦能應用這些結構。

至於論證式科學寫作單的題目設計是讓學生呈現該主題的論證組成，例如：你認為有哪些方法可以減少海水的「優氧化」呢？請記得說出你支持這個方法的理由(因為……所以……)。教師於課程進行時不斷地以口語引導，並給予鼓勵，協助學生由文章脈絡中取得合適的訊息，並使其有足夠的

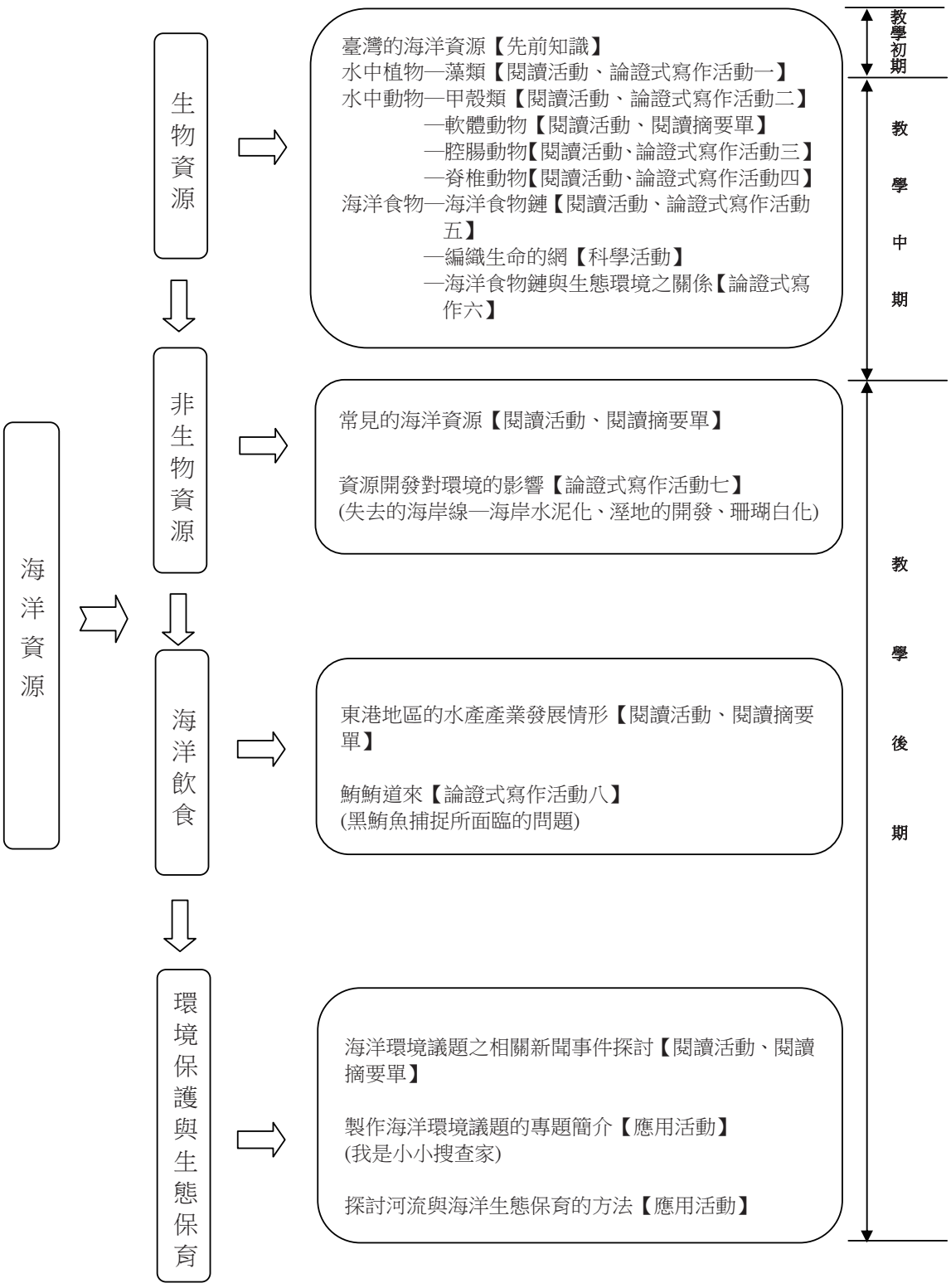
海洋資源
生物資源
非生物資源
海洋飲食
環境保護與生態保育
臺灣的海洋資源【先前知識】
水中植物—藻類【閱讀活動、論證式寫作活動一】
水中動物—甲殼類【閱讀活動、論證式寫作活動二】
—軟體動物【閱讀活動、閱讀摘要單】
—腔腸動物【閱讀活動、論證式寫作活動三】
—脊椎動物【閱讀活動、論證式寫作活動四】
海洋食物—海洋食物鏈【閱讀活動、論證式寫作活動五】
—編織生命的網【科學活動】
—海洋食物鏈與生態環境之關係【論證式寫作六】
常見的海洋資源【閱讀活動、閱讀摘要單】
資源開發對環境的影響【論證式寫作活動七】
(失去的海岸線—海岸水泥化、溼地的開發、珊瑚白化)
東港地區的水產產業發展情形【閱讀活動、閱讀摘要單】
鮪鮪道來【論證式寫作活動八】
(黑鮪魚捕捉所面臨的問題)
海洋環境議題之相關新聞事件探討【閱讀活動、閱讀摘要單】
製作海洋環境議題的專題簡介【應用活動】
(我是小小搜查家)
探討河流與海洋生態保育的方法【應用活動】
教學初期
教學中期
教學後期

圖3：教學流程圖

時間思考與討論，以建構心中的想法。

課程中主題「珊瑚王國選美大會」主要介紹水中的腔腸動物，課程中並觀賞影片「珊瑚記事」，其中擷取影片中公聽會的片段，探討人工魚礁放置與珊瑚礁保育的問題，將學生分為對立兩方，分別由海洋保育人士與漁業署委外研究人員兩方的觀點，依自己在課程中所習得的相關知識，發表自己所認同的想法並且說出支持的理由。

教學活動中「失去的海岸線」、「鮪鮪道來」、「小小搜查家」是以社會性科學議題做為討論主題，其中「失去的海岸線」單元探討當前海洋非生物資源的應用情形，以及臺灣海岸開發的問題；「鮪鮪道來」單元介紹東港黑鮪魚產業與居民生活的關係，並進一步討論海洋觀光產業的發展所面臨的問題；「小小搜查家」單元配合課程架構中的應用活動，讓學童應用網路蒐查功能，收集海洋環境與生態保育之相關議題，再以小組專題報告的方式呈現。

三、研究工具

(一)論證式科學寫作單之內容

本研究主要收集資料的工具為論證式科學寫作單，配合教學單元而實施，主要目的在瞭解學童的論證品質。論證式科學寫作單是由研究者根據Jiménez-Aleixandre, López-Rodriguez與Erduran (2005)、Kuhn (1991)、Osborne, Erduran與Simon (2004)及國內學者黃翎斐(2005)等人對於評鑑論證品質的要點而設計，其中以開放式問題為主，問題內容包含四個論證品質的項目，分別為「理由的正確性」、「論點數目的多寡」、「反駁出現的次數」、「論證組成的多寡」，題目之編寫依教學主題的改變而略有變化，並經具論證專長之科教學者審核之後，再予以修改編製。每一論證式科學寫作單的題目均包含四個論證品質的面向，且逐題予以評分並將得分加總。在進行完文本閱讀活動之後，填寫此份論證式科學寫作單，共進行八次，以瞭解學生對於該議題的主張及支持或反對的理由。

茲將教學初期、中期、後期之論證式科學寫作單之題目及其所搭配之教學主題和閱讀文本例舉如表2所示：

(二)論證組成分析與編碼

Toulmin (1958)認為論證是由許多不同階層、不同論證組成所構成，他也將論證組成做了詳細的描述和定義，而Kuhn (1991)再將其論證組成中的「理由」加以詳細區分，因此，依據此模式來定義學生的論證情形，較能適切地定義論證的正確性，也更能瞭解其論證能力的優劣。本研究根據Toulmin、Kuhn及國內學者黃翎斐(2005)的研究，再經研究者修改之後，其編碼及定義如表3所示：

(三)論證能力之評分判準

參考Jiménez-Aleixandre等(2005)、Kuhn (1991)、Osborne等(2004)及國內學者黃翎斐(2005)等人對於評鑑論證品質的要點，研究者將論證能力的評量標準定義如下，以「鮪鮪道來」單元為例，其命題陳述、相關之論證面向與評分判準和填答範例如表4所示：

將各項目分數加總後，0 ~ 4分為第一級論證；5 ~ 8分為第二級論證；9 ~ 12分為第三級論證，以此依據將論證品質加以量化，使得結果能更清楚地呈現，學童的論證品質越高，其論證能力亦越高。

表2：不同教學時期之論證式科學寫作單內容一覽表

教學時期	教學主題	閱讀文本	論證式科學寫作單內容 【論證面向】
教學初期	水中植物—藻類	大海中的森林	1. 有哪些原因會造成海水的優氧化？ 【理由的正確性】
			2. 優氧化對我們的生態有什麼影響呢？請說出你的理由來說服大家(因為……所以……)。 【論點數目的多寡】
			3. 河水中藻類大量增加，我們就可以廣泛地將它運用於生活中，你認同這個觀點嗎？為什麼？ 【反駁出現的次數】
			4. 你認為生活品質的提升與海洋優氧化有什麼關係呢?請你說明理由(因為……所以……也因此)，如果你認為兩者之間沒有關係，也請你說明理由。 【論證組成的多寡】
教學中期	水中動物—腔腸動物	珊瑚王國選美大會	1. 什麼是珊瑚白化現象？是什麼原因造成的？ 【理由的正確性】
			2. 請說說看，珊瑚有什麼重要性？ 【論點數目的多寡】
			3. 影片「產房」中，片中提到民意機關為了人工漁礁的問題召開一場公聽會，其中漁業署官員認為保育珊瑚跟人工魚礁沒有關係，你同意他說的話嗎？為什麼？ 【反駁出現的次數】
			4. 小朋友，請你利用以下八個詞語「海岸濫墾」、「海藻」、「海水溫度升高」、「海水優氧化」、「棘冠海星」、「珊瑚白化」、「海洋遊憩活動」、「人與海洋和平共存」，寫出一篇主題為【珊瑚悲歌】的短文(至少五十個字)，敘述珊瑚所面臨的危機，及你認為能夠解決這些問題的方法。 【論證組成的多寡】
教學後期	海洋資源—非生物資源	臺灣海洋被人類利用的情形及其對環境的影響	1.「阿瑪斯號」油污污染對生態造成了什麼影響？ 【理由的正確性】
			2. 臺灣海岸的開發(工業區、風力發電廠、漁塭……等)，對我們的生活有什麼好處及壞處呢？ 【論點數目的多寡】
			3. 地球有70%是海洋，為什麼還會有海洋資源耗竭的問題呢？ 【反駁出現的次數】
			4. 寫出一種人類所利用的海洋資源，它產生了哪些問題？應該要如何解決呢？ 【論證組成的多寡】

表3：論證組成的編碼與定義

論證組成	定義
數據(D)	是一種事實或心中既存的想法，可做為主張的基礎，具有實證性及假設性
主張(C)	一個受社群所接受及認同的結論
理由(W)	可明顯且正確地呈現出由數據推論到主張的描述
非理由(WN)	提出的證據是非必要或不相關的，證據未出現科學性的知識，或與主張間沒有直接的因果關係，只單純地對數據加以解釋而做為現象和事件的證據
偽理由(WP)	能描述事情或現象的細則，但無法明確地定義出理由與數據、主張之間的相互因果關係；提出的證據出現不正確的科學知識
真理由(WG)	能正確地提出理由來說明或驗證數據與主張之間的因果關係，並能有前後一致且具連貫性的解釋
反駁(R)	對於他人不同主張，提出適切且合理的質疑
支持(B)	是最基本且廣為社群所接受的觀念及假設
修飾(Q)	使理由的優點更為突顯，而增加結論中其主張可信賴的程度，使論證成為可接受的並且支持其主張

(四)研究的信度與效度

1. 研究工具的效度

為確定本研究之研究工具的效度，先由研究者依課程架構設計相關的閱讀文本與論證式科學寫作單，再交由科教學者專家審查，依審查意見將課程架構與論證式科學寫作單的內容做修正，並委請一位自然科教師和一位語文科教師針對文本內容的難易度與可理解性提供意見，再由五年級30位學童進行試讀，依試讀結果做適度的修改而成為最後版本。

2. 編碼者的信度分析

本研究必須將所有研究對象的資料進行編碼，為取得編碼過程的內部一致性，研究者將每一次的論證式科學寫作單隨機抽取三份受試學童的編碼資料，再將受試學童的寫作資料交給一位曾經參與本研究編碼表分析之資深在職自然科教師，請他也對受試學童的資料進行編碼，研究者再與此教師進行編碼結果的討論，以取得評分者之信度。

四、資料收集與分析

(一)質性資料的收集

本研究採用質性與量化並重的方式進行分析，研究者從教學活動中收集不同種類的資料，如學童的閱讀摘要單、論證式科學寫作單、教學現場錄影、教學日誌、晤談記錄，並將資料加以分析與歸納。藉由收集到的資料進一步探討受試學童在寫作單中對該議題宣稱所支持的主張及反駁該主張的理由時，其出現之非理由、偽理由、真理由的改變情形。

(二)量化分析

研究者在研究工具的發展過程中，已依「論證能力的評量標準」(表4)給予0 ~ 12之分數等級，其中0 ~ 4分為第一級論證；5 ~ 8分為第二級論證；9 ~ 12分為第三級論證。論證能力由高至低依序為第三級論證、第二級論證、第一級論證。在教學初期進行第一次論證式科學寫作單活動之後，統計學童該寫作單的各論證面向的得分以及論證能力總

表4：論證式科學寫作單之命題陳述及相關之評分判準一覽表

論證能力面向	命題陳述	評分判準	得分	填答範例
理由的正確性	閱讀了相關資料後，你覺得黑鮪魚目前遇到了哪些問題？	沒有提出任何理由	0	黑鮪魚越來越少了。
		論證中提出的是非理由，是沒有科學性知識的理由	1	黑鮪魚數量減少，因為黑鮪魚都被漁民抓光了。
		論證中提出的是偽理由，是直觀或描述性的理由	2	黑鮪魚的價格越來越高，因為牠的肉質鮮美，可以賣到很好的價格。
		論證中提出的是真理由，是具因果關係性的理由	3	黑鮪魚的數量在近幾年大量減少了，因為政府推展觀光季，人們只會吃卻不知復育，所以會出現族群枯竭的現象。
論點數目的多寡	對於這些問題，我們要怎麼解決？	無法提出任何的主張	0	空白或不知道。
		能提出一個主張	1	停止舉辦黑鮪魚觀光季。
		能提出兩個主張	2	用人工繁殖的方式或不要再特意地宣傳牠。
		能提出三個以上的主張	3	有限制的捕捉、人工培育或找出替代的魚種。
反駁出現的次數	「黑鮪魚觀光季」的舉辦確實為我們帶來了無限的商機及就業機會，但卻也使得黑鮪魚的產量銳減，請問你支持黑鮪魚季擴大舉辦嗎？請詳細的說明你的主張，並說出你的理由？	沒有出現任何反駁	0	空白或不知道。
		出現一種反駁，但反駁是無任何證據的	1	我覺得應該要停止舉辦。
		出現一種反駁，且能依證據說明反駁的理由	2	因為人們太喜歡吃黑鮪魚，漁民也喜歡錢，所以大量捕殺牠，因此我覺得應該停辦。
		出現二種以上的反駁，且能依證據說明反駁的理由	3	不贊成繼續舉辦！因為黑鮪魚的產量已經由超過三千公噸降低至低於二千公噸，數量已經越來越少。而且吃黑鮪魚也會導致國際環保團體的反感與抗議。
論證組成的多寡	請你說說看，要怎麼做才能在發展觀光的同時，又能兼顧海洋資源的永續發展，不會使得海洋生物因此而耗竭。	只能單純地描述主張或證據，無任何支持的理由	0	舉辦公聽會。
		能提出數據及主張，並有連接兩者的理由	1	不要只強調黑鮪魚的經濟效益，讓黑鮪魚自然平衡就好了。
		能提出主張、數據、理由及一個論證組成，如支持、修飾、反駁	2	捕捉成年的黑鮪魚，不捕捉未成年的黑鮪魚，也不要捉未產卵的黑鮪魚(主張C)，避免使得未成年的來不及長大、未成年的黑鮪魚無法繁殖後代(理由W)，而且人工養殖存活率不高(支持B) 。
		能提出主張、數據、理由及兩個以上的論證組成，如支持、修飾、反駁	3	每兩年舉辦一次觀光季，讓黑鮪魚有更多時間成長，而且每一次捕捉，只能捕捉大的魚(主張C)。黑鮪魚的數量越來越少了，無限制的捕捉可能會使黑鮪魚消失(數據D)，因為本來是一年一次，若改為兩年一次，黑鮪魚會有更多時間去生長(理由WG)，漁民也能有收入(支持B)，而限制只能捕捉大魚，是因為我們要讓小的魚繼續生長(理由WG)，不會消失或絕種(支持B)，2年後我們才有魚可捕，海洋資源才能永續發展(修飾Q) 。

分，即為「教學初期得分」；在教學後進行最後一次科學寫作單活動後，統計學童該寫作單的各論證面向的得分以及論證能力總分，即為「教學後期得分」。進行統計分析之前，亦經資深且具科教專長與對論證熟悉的國小老師對該寫作單進行評分，並計算其相關係數，取得評分者信度，以確定評分標準的可靠性。

再以SPSS統計軟體計算教學初與教學後各等級論證能力人數的百分比，再進行「相依樣本*t*檢定」，以瞭解受試學童在接受此科學讀寫模式之後，其論證能力是否有顯著差異。研究者進一步以同樣的檢驗方式，藉以瞭解受試學童在接受科學讀寫模式之後，各論證面向的得分是否有顯著差異。此外，在資料分析達到顯著時，進一步根據Cohen (1988)所提出的判斷準則提供實驗效果量(Effect Size，簡稱*ES*)，以瞭解本研究之教學模式的實驗效果。

肆、研究發現與討論

一、學童論證能力的提升情形

以下由論證式科學寫作單的內容進行質性資料分析，以瞭解學童於科學讀寫模式的教學期間，在理由的正確性、論點數目的多寡、反駁出現的次數、論證組成的多寡四個論證面向的改變情形，並依論證式科學寫作單的得分進行量化分析，以瞭解學童的論證能力是否提升：

(一)質性資料分析

1. 理由的正確性

在教學初期，學童由於背景知識不足與對於閱讀文本之理解不夠，容易由文章中的圖片或文字中的片段意義來尋找訊息並做判斷，因而會依不正確的科學知識，提出「偽理由」(WP)而形成主張。「T：為什麼你認為大旋鰓蟲是海洋生物呢？S07：因為這張圖片看起來好像在海裡。(晤談，S07)」。「T：為什麼你認為石花菜不屬於海洋生物呢？S14：因為它是『菜』。(晤談，S14)」。

此外，由於第一次論證式科學寫作單採開放式的問題設計，學童常無法掌握問題的核心，表達出的想法不符題意。例如在回答「優氧化對生態造成的影響」，學童S16回答「因為我們用的廢水會造成河川藻類增加，而且河川會變得很臭，這樣我們都不會再去河川玩了」。再則如學童S04回答「因為大量排放家庭廢水，抽水馬桶的排放水與肥皂及合成肥料等，這些水變成大量的優氧化，造成河川的污染」，顯然這些學童回答的是「廢水」對生態造成的影響，應先陳述優氧化的成因，再說明成因與造成的影響之間的關聯性，所以陳述的理由缺乏正確性。

在教學後期論證式科學寫作單的表現，學童在陳述理由時，已能應用文本中已學習過的科學知識，使其理由更具正當性且更具有說服力，較能獲得社群的認同，列舉一名學童的回答：

> 問題：臺灣海岸的開發(工業區、風力發電廠、漁塭……)對我們的生活有什麼好處及壞處呢？為什麼？
>
> S22：好處是讓人類的生活更科技化。因為填海造陸創造海埔新生地，開發新興的工業區，促使臺灣經濟的成長。壞處是破壞生態環境。因為人類為了追求經濟成長，而不斷地在海岸線設立漁港、商港，產生了突堤效應。

相較於教學初期，學童對於理由的陳述時常出現毫無科學知識的非理由，單純只憑自己的直覺以及生活經驗，即做為支持主張的依據，然而，在最後一次論證式科學寫作單中，雖然也是以開放性的問題為主，學童的回答已能出現前後連貫、具因果關係性的理由，以下列學童為例：

問題：閱讀了相關資料後，你覺得黑鮪魚目前遇到了哪些問題？

S07：黑鮪魚遇到的問題是牠的數量大量減少，也快要絕種了，或沒有辦法繁殖等。如果使用人工養殖法也有許多困難，如黑鮪魚的成熟卵子取得不易。

S27：因為人類大量捕捉，使黑鮪魚大量減少；也因為人類的濫捕，害牠們沒產卵就被釣起來了。

S18：由於人類捕捉，黑鮪魚的產量大量銳減，未產卵的魚媽媽被人類毫無節制的捕捉，不能繁衍後代，造成族群枯竭。

上述學童的回答前後皆具有關係性，說明目前「黑鮪魚的數量大量減少而且沒有辦法繁殖」，欲使用「人工養殖法也有成熟卵子不易取得」等問題，這個答案前後有因果關係性，由此可說明學童能將文本中相關的訊息歸納與整理，使得理由更趨完整與正確，較能說服他人。黃柏鴻與林樹聲(2007)與Von Aufschnaiter等(2008)的研究亦指出，教學者必須補充學生論證所需的背景知識，學生也為了提出合理的主張及理由，進而蒐集證據及資料，在此過程中學生則學習到相關的科學知識。

2. 論點數目的多寡

在教學初期，由學童之論證式科學寫作單分析發現，學童的論點侷限於片面且粗淺的想法，無法掌握核心的概念，例如：「問題：你贊成寄居蟹的保育嗎？贊成(或反對)的理由是什麼？S26：贊成，如果自己是一隻寄居蟹，也會希望自己可以活下來。S01：反對，因為我想賺錢後，再來一起保育。S27：贊成，因為錢可以再賺，但是如果寄居蟹死光了，就沒有寄居蟹了」。

上述學生回答此問題時，單純從「金錢重要還是寄居蟹重要？」的論點來回答，或者只是認為「寄居蟹死光了就看不到牠了！」，但是，此問題的核心是希望學生能從寄居蟹在生態中的重要性去判斷寄居蟹的保育是否必要，所以，教學過程應引導學童深入核心概念，並藉由此概念來發表主張。

至教學後期分析學童的寫作單發現，對於相同的問題，學童已能由不同的觀點陳述，使得回答更多元化，例如針對「黑鮪魚目前遇到哪些問題？」學童S12回答「受聖嬰現象影響，水溫起變化，使原來的漁場不適合棲息」；亦或學童S17認為「雖然海生館利用人工生殖法，可是黑鮪魚容易受到驚嚇而撞牆死亡」。上述學童已能由文本中發現除了濫捕之外，氣候及人工繁殖不易也是目前黑鮪魚復育所遭遇的困難。學生的論證常以個人經驗做出發，並考量經濟及生態等觀點，做為主張的基礎(Patronis, Potari, & Spiliotopoulou, 1999)，因此培養學童能由不同的觀點探討問題，亦有助於在未來對重要議題做正確的判斷與決定。

3. 反駁出現的次數

教學初期擷取影片中公聽會的片段，再由學童依影片裡正、反兩方所發表的意見，在科學寫作單中寫出自己所支持的想法。其中，公聽會所討論的主要議題是關於人工魚

礁放置與珊瑚保育的問題，參與者是海洋保育人士與漁業署委外研究人員。學童以閱讀文本中的科學知識為背景並做為立論的依據，發表對兩方人員論點的看法，以下列學童的為例：

問題：影片「產房」中，片中提到民意機關為了人工漁礁的問題召開一場公聽會，其中一段對話如下：

……

漁業署委外研究人員：要保育珊瑚，怎麼會扯到這些人工魚礁呢？太扯了吧？你說肚子不用顧，顧珊瑚礁，顧珊瑚，大家不要吃飯，吃珊瑚就好啦。看了以上這段話，請問你同意漁業署官員所講的話嗎？為什麼？

S27：不同意，我們可以吃菜不吃魚，而且珊瑚可以幫我們建造很多珊瑚礁海岸。

S17：不同意，因為如果珊瑚沒了，就算有人工魚礁還是沒有用處啊，珊瑚有聚魚的功能，而且我們又不是每一餐都要吃魚！我們還可以吃其他東西啊！例如：麵、菜。魚用釣或用撈都可以捕到啊！

S20：不同意，人工漁礁雖然也有聚魚的效果，但如果放置地點錯誤，會造成珊瑚的死亡，而且，珊瑚的聚魚效果比人工魚礁還好。

由寫作單的分析發現，少數學童如S17、S27無法理解影片中人員所要表達的主要意思，因此，所提出的反駁沒有蘊含科學知識，黃柏鴻(2007)指出，在提出反駁時，學生常無法判斷他們提出的理由之核心，亦常以價值觀或情感來判斷反駁的品質，並沒有針對理由進行批判的答案。但是，S20已能理解問題的核心，除提出反駁之外，並且說明了反駁的理由。

在教學期間，教師針對寫作單題目艱澀、不易理解的部分，經討論後在題目的設計與語句的表達上稍作修改，進一步分析學童的論證式科學寫作單，發現學童的反駁能力大為提升，多數學童已能出現兩種反駁，並提出理由，列舉二名學童為例：

問題：地球上有70%是海洋，海洋資源豐富而多樣，為什麼還會有海洋資源耗竭的問題呢？

S13：是人類長期過度捕撈，以及用不同手段的捕魚方式，像是毒魚、炸魚、用流刺網捕魚，就算海洋再多的資源，到最後也會被人類用光，所以我們不要使用不正當的手段捕魚，要好好保護海洋資源。

S11：因為過度捕撈及捕魚方法不當，還有大魚小魚都抓，使小魚沒辦法繁衍下一代，也有因為用流刺網，連小魚都抓，所以才有海洋資源耗竭。

4. 論證組成的多寡

論證的過程中，除了表達出自己的主張之外，還需要依據自己所得到的證據，說明它與主張之間的關聯性，因此，研究者將開放式的問題加以修正，以短文填寫方式，逐步地協助學童陳述較完整的論證模式。列舉以下兩例來說明：

問題：如果你是一隻「無家可歸的寄居蟹」，請你依據充分的理由，以完整的話告訴萬物之靈的人們，請他們為你保留一個家。

S16：我是一隻無家可歸的寄居蟹，海岸是我從小長大的地方，我對整個生態很重要哦！因為我是清道夫，但是，最近卻發現，我找不到貝殼，使得我變成無家可歸的小孩，親愛的人類叔叔(阿姨)，希望你們能不要撿貝殼，為我們保留一個溫暖的家。

S15：我是一隻無家可歸的寄居蟹，一片乾淨的沙灘是我從小長大的地方，我對整個生態很重要哦！因為我是要幫海濱植物傳播種子，但是，最近卻發現，人們不斷開發沙灘，破壞我們的棲息地，使得我變成無家可歸的小孩，親愛的人類叔叔(阿姨)，希望你們能不要破壞我們的棲息地，為我們保留一個溫暖的家。

此問題出現在第二次寫作單中，劃線的部分是學童需寫上短句的地方，S16在教學初期是屬於第一級論證能力，其所回答的證據、理由及主張均較為簡短，且僅包含微弱的科學知識；S15在教學初期是屬於第二級論證能力，所回答的論證組成間已有明顯的因果關係性，已具備論證模式的雛形。

教學期間閱讀文本的內容及短片的取材均較符合學童的程度，除上課過程中師生互動頻繁之外，進行論證式科學寫作單時也對單一問題出現正、反兩面不同的論點，使論證的組成更為豐富。例如：

問題：瓶鼻海豚經常是海洋遊樂區的表演明星，牠們被人類訓練，專門提供人們歡樂，你覺得海豚也會感到快樂嗎？說說看為什麼？

S22：不會，牠被人們訓練，提供人們歡樂，卻因此喪失自由，雖然可以不用到處覓食，擔心餓壞肚子，但無法回到原來的棲息地，甚至被迫生活在狹小的魚缸裡，應該會覺得不快樂。

5. 不同教學時期個別學童之論證面向變化情形例舉

學童之論證能力在經過各種教學策略的實施以及寫作單的設計引導，逐漸地產生改變，茲例舉以下學童在教學初期、中期及後期的寫作單之表現情形，如表5所示：

(二)量化資料分析

1. 不同教學時期學童的論證能力之變化情形

學童論證能力的改變並非一朝一夕能立竿見影，以文本寫作的方式來呈現其想法，更需不斷地以適當的教學策略來引導，使其能完整且適切地表達自我的觀點與主張。因此，本研究將科學讀寫模式融入教學中，期能藉由教學時間的增加並配合閱讀與寫作的模式，潛移默化地提升學童的論證能力。在進行第一次論證式科學寫作單活動後，所得的分數稱之為「教學初期」；在第四次論證式科學寫作單所得的分數稱為「教學中期」；在進行第八次(最後一次)論證式科學寫作單活動後，所得的分數稱之為「教學後期」，研究採用教學初期與教學後期學童在論證式科學寫作單之得分進行分析，以瞭解

表5：不同教學時期個別學童於論證式科學寫作單之同一論證面向作答例舉

學童	論證面向	教學時期	題目	回答
S22	理由的正確性	教學初期	有哪些原因會造成海水的優氧化？	海水裡產生了很多氧氣。
		教學中期	什麼是珊瑚白化現象？是什麼原因造成的？	就是珊瑚露出白色的骨頭。因為海水污染，珊瑚生病了。
		教學後期	「阿瑪斯號」油污污染對生態造成了什麼影響？	它漏出來的油污染海岸線，船生鏽了也會污染海水，海裡的魚就會死亡。
S16	論點數目的多寡	教學初期	優氧化對我們的生態有什麼影響呢？請說出你的理由來說服大家(因為……所以……)。	因為我們用的廢水會造成河川藻類增加，而且河川會變得很臭，這樣我們都不會再去河川玩了。
		教學中期	請說說看，珊瑚有什麼重要性？	珊瑚死掉之後骨頭就會變成陸地。
		教學後期	臺灣海岸的開發(工業區、風力發電、漁塭……等)，對我們的生活有什麼好處及壞處呢？	1. 好處：漁塭能讓我們養出很多魚，因為這些魚可以賣到大陸賺錢。 2. 壞處：地層下陷，因為養魚要抽很多地下水，颱風來會淹水。
S17	反駁出現的次數	教學初期	河水中藻類大量增加，我們就可以廣泛地將它運用於生活中，你認同這個觀點嗎？為什麼？	不認同，因為這樣會有優氧化。
		教學中期	影片「產房」中，片中提到民意機關為了人工漁礁的問題召開一場公聽會，其中漁業署官員認為保育珊瑚跟人工魚礁沒有關係，你同意他說的話嗎？為什麼？	不同意，因為如果珊瑚沒了，就算有人工魚礁還是沒有用處啊，珊瑚有聚魚的功能，而且我們又不是每一餐都要吃魚！我們還可以吃其他東西啊！例如：麵、菜。魚用釣或用撈都可以捕到啊！
		教學後期	地球有70%是海洋，為什麼還會有海洋資源耗竭的問題呢？	因為漁船過度的捕捉魚類，連小魚都被抓光了；還有的人會用毒魚，把所有的魚都毒死了，當然就會抓不到魚。
S07	論證組成的多寡	教學初期	你認為生活品質的提升與海洋優氧化有什麼關係呢？請你說明理(因為……所以……也因此)，如果你認為兩者之間沒有關係，也請你說明理由。	因為生活好，所以會去海邊玩，污染海水，也因此會海洋優氧化。
		教學中期	小朋友，請你利用以下八個詞語「海岸濫墾」、「海藻」、「海水溫度升高」、「海水優氧化」、「棘冠海星」、「珊瑚白化」、「海洋遊憩活動」、「人與海洋和平共存」，寫出一篇主題為【珊瑚悲歌】的短文(至少五十個字)，敘述珊瑚所面臨的危機，及你認為能夠解決這些問題的方法。	珊瑚白化了，原因有很多，例如海藻變多，就會產生海水優氧化；海岸濫墾和海洋遊憩活動，會把珊瑚踩死；海水溫度升高珊瑚就會生病；棘冠海星會把珊瑚吃掉，珊瑚真是好可憐。
		教學後期	寫出一種人類所利用的海洋資源，它產生了哪些問題？應該要如何解決呢？	政府把大鵬灣變成遊樂區，很多人會來玩，東港變得很熱鬧，但是破壞了招潮蟹的家，讓溼地消失了，所以政府應該有些地方不能開發。

學童在教學前後的論證能力是否有差異。

在統計分析之前，由甲、乙兩位評分者分別對學童教學初期與教學後期的論證式科學寫作單進行評分，並以Pearson相關係數進行分析，甲、乙兩位評分者評出來的初期和後期的相關係數分別為 .936與 .968，都達顯著高相關(p = .000 < .010)，表示研究中的論證式科學寫作單之施測評分有可靠的信度。再進行相依樣本t檢定，以瞭解實施此科學讀寫模式對提升學童的論證能力是否有顯著效果，最後計算其效果量(ES)。t檢定結果如表6所示。

由統計資料可知，教學初期與教學後期的論證總分有顯著差異，表示受試學童在經過科學讀寫模式的教學之後，論證能力有顯著的提升。其中效果量為 .83，依據Cohen (1988)所提出的ES值大小界定，是屬於高效果量(ES值高於 .40)，表示本研究的科學讀寫模式教學，對學童的論證能力之提升具有高效果。

2. 不同教學時期之論證能力平均分數及各級論證能力學童之人數統計

在不同的教學時期，學童的論證式科學寫作單之總分如表7所示，由此可知，在進行此科學讀寫教學模式後，學童的論證能力在逐漸地提升。此外各級論證能力人數及其所占的百分比如表8所示，在表中可以發現，教學初期絕大部分的學童皆屬於低論證能力，占全體的87%；至教學中期，屬於低論證能力者，占全體的27%；至教學後期，屬於低論證能力的學童僅剩3%，顯然地，學童在經過深入且擴展性的科學讀寫教學後，增加了背景知識，面對寫作單上的問題，不再不知所措，已能呈現出充分的想法和理由。Yerrick (2000)亦指出論證所代表的不只是個體表達意見的方式而已，同時也反映著個體以前所學過的知識與經驗。然而，至教學後期依然屬於低論證能力的學童，則與其語文能力有關，因為無法以文字陳述，而造成寫作論證的困難，例如：「T：你怎

表6：不同時期學童論證式科學寫作單總分之差異檢定

教學時期 / 論證能力	教學初期		教學後期		t值	p值	ES
	平均數	標準差	平均數	標準差			
論證式科學寫作單總分	2.77	1.63	7.93	1.80	-16.417	.000**	.83

**p < .010

表7：不同教學時期受試學童之論證能力平均分數分析表

	教學初期		教學中期		教學後期	
	平均分數	標準差	平均分數	標準差	平均分數	標準差
論證式科學寫作單分數	2.77	1.63	5.83	1.53	7.93	1.80

表8：不同教學時期各級論證能力的人數與所占的百分比

教學時期 / 論證能力	教學初期		教學中期		教學後期	
	人數	百分比	人數	百分比	人數	百分比
第一級論證	26	87%	8	27%	1	3%
第二級論證	4	13%	21	70%	15	50%
第三級論證	0	0%	1	3%	14	47%

03-高慧蓮.indd 504 2012/12/25 下午 07:12:35

麼這麼多題沒有寫呢？S：(搖搖頭)T：沒關係，你說說看。S：我有好多字都不會寫。T：你可以舉手問老師啊！S：我不敢問，而且我也不喜歡寫那麼多字。(晤談記錄)」。

3. 實施科學讀寫模式後學童在不同論證面向的改變分析

為瞭解受試學童在教學初期與教學後期在理由的正確性、論點數目的多寡、反駁出現的次數、論證組成的多寡等四個論證面向的得分差異情形，先針對四個論證面向的得分分別進行評分者信度分析，兩位評分者針對前測與後測中各面向的評分之Pearson相關係數(分別介於 .834 ~ .909與 .908 ~ .957之間)均達顯著水準且為高相關(p = .000 < .010)，表示研究中的論證式科學寫作單中各論證面向之施測評分有可靠的信度。進一步進行相依樣本t檢定，其結果如表9所示。

由統計資料可知，學童在教學初期與教學後期在四個論證面向的得分皆有顯著差異(p < .010)，且每個論證面向都具有高效果量(ES > .40)，表示學童的論證能力亦隨著不同的教學時期而不斷地進步，且各論證面向的表現也達到高度效果。

「在理由的正確性」面向，學童在教學初期對於自己的主張常沒有提出任何理由，或者提出不具任何科學性的理由，至教學後期，已有50%的學童能依據證據與主張，提出前後一致且具有連貫性的解釋。兒童經由各種與海洋資源相關的文本閱讀活動，對於海洋生物資源與非生物資源已有更深入的瞭解，在教學後期對於海洋生態保育的相關議題，已能依據所學習過的知識，說之以理，且在充足的時間下以文字呈現出來，使其理由更具因果關係性。

在「論點數目的多寡」這個面向中，研究發現由於在教學過程中，教學者不斷地教導學童在提出主張的同時，亦必須依所看到的證據，詳細地說明其理由，所以學童雖然對於問題會產生多種想法，但由於有些想法並沒有任何證據與理由可以支持，因此只選擇其中一項主張，做詳盡的陳述，所以也使得在這個面向的平均分數偏低。

在「反駁出現的次數」這個面向中，教學初期，由於學童長期習慣於接受講述式的教學，成為知識的接受者，因此大部分的學童較不敢提出反駁的意見，然而在教學後期，平時不敢舉手發言的學童，已能提出至少一種的反駁意見，雖然有時誤解題意而引用錯誤的證據，但這已表示其論證能力逐漸地提升，也縮短高低論證能力者在此一面向的差距。

在「論證組成的多寡」這個面向中，研究發現使用本研究的教學模式，學童經過長時間的學習之後，具有高論證能力的學童能根據問題提出主張、證據及理由，並說明對理由的支持及主張的修飾，然而，低論證能力的學童容易因為背景知識的不足，或是對科學名詞的誤解，而單純地只描述主張，甚

表9：不同時期學童在各論證面向之得分差異檢定

教學時期 / 論證面向	教學初期		教學後期		t值	p值	ES
	平均數	標準差	平均數	標準差			
理由的正確性	0.80	0.66	2.40	0.67	-11.379	.000**	.77
論點數目的多寡	0.60	0.56	1.70	0.54	-7.503	.000**	.71
反駁出現的次數	0.86	0.68	2.10	0.40	-11.886	.000**	.74
論證組成的多寡	0.50	0.57	1.73	0.90	-6.713	.000**	.63

**p < .010

至出現文不對題的情形。

二、研究者所使用的教學策略及論證式科學寫作單的設計要點

(一)研究者的教學策略

1. 以圖片觸發學童的想法：在閱讀文本中，將契合教學主題的圖片融入，期能集中學童的閱讀焦點，激發想法並陳述自我觀點。視覺圖像的有效應用，能促進知識的傳遞效果，同時將訊息整合成容易記憶、理解的單元，有助學習者對內容的瞭解(林維真，2003)。以「無家可歸的寄居蟹」單元為例：「T：接下來我們先看第四頁，有一張照片跟我們以前看到的寄居蟹不一樣。S：那隻寄居蟹住在瓶蓋裡。T：為什麼圖片中的寄居蟹要住在瓶蓋裡呢？S：老師，我知道。(此時有八名學童舉手等待發言；教學錄影)」。

這幾名舉手等待發言的學生，包含平時教師的個別提問也不曾以口頭回答的方式表示意見，且在寫作單已能簡單表達出意見，例如：S06認為「贊成保育寄居蟹，因為比什麼都來得重要，我們不想死，牠們也不想死」。雖然是無科學概念的「非理由」，但能以文字表達出想法，即是科學學習上的一大進步。

2. 以互動式短片引發學童想法：在文本閱讀活動後，融入互動式短片，以文字表達的方式取代按鍵式的選擇，讓學生在寫作單上表達自己的想法。Petit與Soto (2002)認為故事的情境應具備新穎及有趣的特性，學童如果對學習主題感到好奇，則會更樂意參與論證活動。以「明星之鯨—脊椎動物」單元為例：「問題：村民發現受傷的海豚可以留住同伴，幫助海中漁獲量的增加，於是將海豚繼續留下來，你同意嗎？S22：不同意，海豚原本住在大海，而且牠在海洋生態中扮演重要的角色，我們不可以為了自己的利益而破壞生態平衡」。
3. 以科學活動融入課程中促進學童的論證思考：學童將文本閱讀活動所習得的科學知識，藉由動態性的科學活動，促使其在活動過程中不斷地思考，檢視自己想法的正確性以及與他人的相關性，再於寫作單審視並表達出該活動所隱含的科學意義。以「編織生命的網」活動為例，學童在經過科學活動後，寫作單的回答如下：

> 問題：在活動中你所選擇的海洋生物是什麼呢？說說看牠在食物網路中有什麼重要性呢？
>
> S07：❶我所選擇的生物是：章魚。
>
> ❷牠在食物網絡中的重要性一：章魚是二級消費者，主要食物是蝦類和小型甲殼類。牠在食物網絡中的重要性二：章魚會被較大型的魚類吃掉。如果絕種了，魚類也會跟著絕種。

4. 課前預讀及口頭引導以縮短閱讀活動時間，增加寫作思考的時間：由於學童平時較少接觸以文字性為主的科普閱讀文本，再加上學童必須藉由科學寫作的方式論述出主張，因此進行讀寫策略的教學時，學童需要更充足的時間，來組織自己的想法。黃柏鴻(2007)的研究指出給予學童充足的時間，學童較能仔細地思考答案的正確性，提升論證的品質。因此，在課前先讓學童進行預讀，並畫出要點，以縮短回答寫作單問題時，搜尋相關訊息的時間。此外，在指導閱讀活動時，先提出寫作單的問題進行口頭回答與討論，使學童更容

易聚焦於問題的核心。

(二)論證式科學寫作單的設計

1. 寫出答案的開頭引語及編號做為提示性的引導：對於開放式的問題，學童容易漫無目的的回答，所以在填答之處加上開頭引語，如：寄居蟹的棲息地在……、牠的棲息地必須要有……，也可加上編號，如：❶❷……等，讓學童的回答不致於離題，也可以激發其寫出各種論證組成。
2. 以短文填寫的方式做為寫作引導：寫作單的設計在教學初期以全開放式的問題呈現，對於國小五年級的學童而言，要其完整的陳述，實屬不易，因此改以短文填寫的方式，協助學童以較完整的論證模式回答，例如：由「數量增減」的觀點來看，會因為_____(海洋生物的名稱)的大量增加，而造成_____(現象)，所以_____(會或不會)對食物網絡產生影響。
3. 題意的傳達需讓學童清楚又明瞭：在教學初期，寫作單題意的傳達與學童的理解之間，有些許的落差，例如：「問題：為什麼他們親手砍竹子，撿拾廢漁網，利用澎湖的銀合歡來建造烏賊的產房？S04：因為烏賊沒有產房就無法產卵了。」。學童回答的重點與題目的原意不同，因此在題目重新設計後，學童的回答已能符合題意所需，例如：「問題：為什麼他們要親手砍竹子、撿拾廢漁網、以澎湖的銀合歡等材料來建造烏賊的產房，而不是利用現成、輕便的材料來做烏賊產房呢？S12：以天然的材料來建造產房，既環保又能讓烏賊生產下一代。」。
4. 給予關鍵詞做為寫作引導：根據閱讀之文本內容，給予數個關鍵詞做為引導，而寫成一段短文，以協助學童建立論證的架構。例如：

問題：小朋友，請你利用以下八個詞語「海岸濫墾」、「海藻」、「海水溫度升高」、「海水優氧化」、「棘冠海星」、「珊瑚白化」、「海洋遊憩活動」、「人與海洋和平共存」，寫出一篇主題為【珊瑚悲歌】的短文(至少五十個字)，敘述珊瑚所面臨的危機，及你認為能夠解決這些問題的方法。

伍、結論與建議

一、研究結論

本研究融入多種促進學童進行論證的科學讀寫策略，例如：以圖片觸發學童的想法、由影片中的情境和辯論會的片段引發學童的想法、由互動式短片結合閱讀與寫作策略、融入科學活動於課程中促進學童的論證思考，亦融入社會性科學議題於教學中，透過這些教學策略，以閱讀與寫作的方式來達到教學目標。

由研究結果顯示，實施科學讀寫模式的教學後，學童的論證式科學寫作單之平均分數逐步增加，至教學後期，屬於第二級及第三級論證能力的學童人數占全體人數的97%。經由相依樣本*t*檢定的結果得知，學童在教學初期與教學後期的得分有顯著差異，並計算其效果量，顯示具有高效果量，表示在實施科學讀寫模式的教學後，學童的論證能力有顯著的提升。

本研究的論證能力包含理由的正確性、論點數目的多寡、反駁出現的次數、論證組成的多寡等四個面向，根據研究結果可知，在實施科學讀寫模式的教學之後，學童於教

學初期與教學後期在四個論證面向的得分皆獲得提升並有顯著差異，亦即實施科學讀寫模式的教學後，學童在各論證面向的表現皆有顯著提升。

在教學初期論證式科學寫作單以開放式的問題呈現，學童較無法掌握問題的核心，表達出的想法不符題意。此外，題意的傳達與學童的理解產生落差，學童容易由文本中擷取片段的文字，而建構不合理的主張，因而降低學童的論證品質，因此研究者在進行科學閱讀活動時，經由提問來引導學生由文脈線索中取得合適的訊息。而論證式科學寫作單加入答案的開頭引語及編號做為提示性的引導，亦利用短文填寫或關鍵詞提示的方式設計題目，題意的傳達與題目的描述均符合學童的程度，清晰且明瞭。

將促進兒童論證能力的教學策略融入科學讀寫模式後，對於不善言辭的學童，已能試著「寫」出其想法。研究亦發現學生如果取得充分的證據，較能依正確的理由表達出主張，且回答的內容及文字字數比其他學童長。此外，學童在陳述理由時，已能應用文本中已學習過的科學知識，使其理由更具正當性，由此可顯示學童的論證品質已有更好的表現。另外，融入社會性科學議題於科學讀寫策略後，學童在宣稱主張時，所秉持的理由更具因果關係性，且能提出多元化的觀點，使其論證的組成更具多樣性。

二、研究建議

在課程設計的建議方面，研究發現閱讀的文本太難，會造成學童無法理解文本內容，陳述主張時易引用錯誤的證據，或以臆測的方式來決定其主張，林樹聲與黃柏鴻(2009)、黃柏鴻(2007)、蔡俊彥等(2008)、Lewis與Leach (2006)、Sadler與Fowler (2006)、Von Aufschnaiter等(2008)的研究亦發現學童常因對論證題材不甚瞭解，或缺乏相關的知識，而限制了學生的論證表現。因此，在科普文本內容的選擇上，應挑選適合學童的程度或容易理解的題材，以促進學童論證的進行。

此外，教育部(2008)已明定於100學年度起實施海洋教育議題融入學校正規課程，因此可設計學校本位課程，編寫符合區域特色之課程主題，配合獨特的自然及人文資源，加強應用活動的設計與實施，例如：魚市場參觀、訪談老船長……等，且結合科學讀寫策略與促進學童論證之教學方法(靳知勤等，2010b；Pearson et al., 2010; Wellington & Osborne, 2001; Zohar & Nemet, 2002)，使課程能成為完整又符合學校特色與需求的教材。

在教師教學的建議方面，由於教學初期學童常無法針對問題提出正確的證據與理由，也會因為背景知識的不足或無法瞭解題意而不知如何下筆，所以教學者可以適時地給予口頭引導或提示，使其想法聚焦於問題核心，Erduran等(2006)、Nussbaum (2002)強調教師應給予學生鼓勵，以支持學生積極的參與論證活動。由於學童論證能力的培養並非一朝一夕可以達成，以科學讀寫策略的方式更需經過長時間的訓練與多次的練習，Lawson (2003)亦指出給予學童足夠的時間進行思考，讓學童建構心中的想法，並以文字或語言表達出來，同時對他人的主張進行批判。然而，文字的表達需要較長的時間，因此，建議與學校行政單位協調，調整課程時間，使課程有更完整的時間進行教學，並進行個別指導以彌補學童程度上的差異。

參考文獻

1. 吳靜宜(2008)。**國小社會性科學議題教學之研究——臺灣能源的開發與利用**。

未出版之碩士論文，國立臺中教育大學科學應用與推廣學系，臺中市。
2. 林雅慧、張文華、林陳涌(2003)。國小低年級學生參與科學對談的類型之研究。**科學教育學刊**，**11**(1)，51-74。
3. 林維真(2003)。視覺圖像媒體之簡介。**臺大教與學期刊電子報**，**12**，12-16。
4. 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)，111-133。
5. 胡芳禎(2008)。**國小高年級社會性科學議題教學成效之研究——以「土石流發生」教學模組為例**。未出版之碩士論文，國立臺中教育大學科學應用與推廣學系，臺中市。
6. 高涌泉(2010)。科學教育必須注重閱讀與敘事能力。**科學人**，**100**(6)，34-36。
7. 高慧蓮(2006)。九年一貫課程提升學生科學本質能力指標表現可行教學模組之開發研究。**科學教育學刊**，**14**(4)，401-425。
8. 教育部(2008)。**國民中小學九年一貫課程綱要重大議題(海洋教育)**。查詢日期：2011年8月29日，檢自http://www.edu.tw/eje/content.aspx?site_content_sn=15326。
9. 陳文正、古智雄、許瑛玿、楊文金(2011)。概念卡通論證教學促進學童論證能力之研究。**科學教育學刊**，**19**(1)，69-99。
10. 陳文典(1992)。怎樣引導兒童發表。**國教月刊**，**38**(5-6)，14-17。
11. 黃柏鴻(2007)。**提升國小六年級學生論證能力之行動研究——以社會性科學議題為例**。未出版之碩士論文，國立嘉義大學科學教育研究所，嘉義市。
12. 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。
13. 黃翎斐(2005)。**教學策略對論證形成的影響**。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學生命科學研究所，臺北市。
14. 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。
15. 楊惟程、靳知勤(2006)。國小六年級學童對科學讀寫活動融入自然科教學之知覺研究。**科學教育學刊**，**14**(1)，29-53。
16. 靳知勤、楊惟程、段曉林(2010a)。引導式Toulmin論證模式對國小學童在科學讀寫表現上的影響。**科學教育學刊**，**18**(5)，443-467。
17. 靳知勤、楊惟程、段曉林(2010b)。國小學童的非形式推理之研究——以生物複製議題之引導式論證為例。**課程與教學季刊**，**13**(1)，209-232。
18. 臺灣PISA國家研究中心(2011)。**臺灣PISA 2009結果報告**。臺北市：心理。
19. 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。
20. 蔡銘津(2002)。寫作構思歷程的認知及其在寫作教學上的涵意。**國教之友**，**566**，15-26。
21. 謝慈雪(2010)。**國中生社會性科學議題的論證研究**。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學生命科學研究所，臺北市。
22. 蘇衍丞(2011)。**應用鷹架式論證教學提升國小高年級學生之論證能力**。未出版之碩士論文，國立嘉義大學科學教育研究所，嘉義市。
23. Albe, V. (2008). When scientific knowledge, daily life experience, epistemological

and social considerations intersect: Students' argumentation in group discussions on a socio-scientific issue. *Research in Science Education*, *38*(1), 67-90.

24. Barrow, L. H., & Germann, P. (1987). Acid rain education and its implications for curricular development: A teacher survey. *Science Education*, *71*(1), 15-20.
25. Belland, B. R. (2010). Portraits of middle school students constructing evidence-based arguments during problem-based learning: The impact of computer-based scaffolds. *Educational Technology Research & Development*, *58*(3), 285-309.
26. Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1987). *The psychology of written composition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
27. Cavagnetto, A. R. (2010). Argument to foster scientific literacy: A review of argument interventions in K-12 science contexts. *Review of Educational Research*, *80*(3), 336-371.
28. Cervetti, G. N., Barber, J., Dorph, R., Pearson, P. D., & Goldschmidt, P. G. (2009, April). *Integrating science and literacy: A value proposition?* Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. San Diego, CA.
29. Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
30. Crocker, B., Dennison, J., & Butts, D. (1986, March). *The relationships between performance of science thinking skills and reading comprehension skills of elementary students*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. San Francisco, CA.
31. Dawson, V. M., & Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*, *40*(2), 133-148.
32. Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classroom. *Science Education*, *84*(3), 287-312
33. Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, *38*(1), 39-72.
34. Erduran, S. (2008). Methodological foundations in the study of argumentation in science classroom. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 47-69). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
35. Erduran, S., Ardac, D., & Yakmaci-Guzel, B. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of preservice secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, *2*(2), 1-14.
36. 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.
37. Felton, M. K., & Herko, S. (2004). From dialogue to two-sided argument: Scaffolding adolescents' persuasive writing. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, *47*(8), 672-683.

38. Gaskins, I. W., Guthrie, J. T., Satlow, E., Ostertag, J., Six, L., Byrne, J., et al. (1994). Integrating instruction of science, reading, and writing: Goals, teacher development, and assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, *31*(9), 1039-1056.
39. Goodman, K. (1997). Putting theory and research in the context of history. *Language Arts*, *74*(8), 595-599.
40. Graham, S., & Hebert, M. A. (2010). *Writing to read: Evidence for how writing can improve reading*. Retrieved July 26, 2011, from http://carnegie.org/fileadmin/Media/Publications/WritingToRead_01.pdf
41. Guthrie, J. T., Wigfield, A., Barbosa, P., Perencevich, K. C., Taboada, A., Davis, M. H., et al. (2004). Increasing reading comprehension and engagement through concept-oriented reading instruction. *Journal of Educational Psychology*, *96*(3), 403-423.
42. Jiménez-Aleixandre, M. P., López-Rodriguez, R., & Erduran, S. (2005, April). *Argumentative quality and intellectual ecology: A case study in primary school*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching. Dallas, TX.
43. Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. New York: Cambridge University Press.
44. Kuhn, D. (1992). Thinking as argument. *Harvard Educational Review*, *62*(2), 155-178.
45. 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.
46. Lemke, J. L. (1998). *Teaching all the language of science: Words, symbols, images and actions*. Retrieved May 9, 2011, from http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/barcelon.htm
47. Lewis, J., & Leach, J. (2006). Discussion of socio-scientific issues: The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, *28*(11), 1267-1287.
48. Mason, L., & Scirica, F. (2006). Prediction of students' argumentation skills about controversial topics by epistemological understanding. *Learning & Instruction*, *16*(5), 492-509.
49. Means, M., L., & Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition & Instruction*, *14*(2), 139-178.
50. Miller, B., & McCardle, P. (2011). Reflections on the need for continued research on writing. *Reading and Writing: An Interdisciplinary Journal*, *24*(2), 121-132.
51. Nielsen, J. A. (2012). Science in discussions: An analysis of the use of science content in socioscientific discussions. *Science Education*, *96*(3), 428-456.
52. Nussbaum, E. M. (2002). Scaffolding argumentation in the social studies classroom. *Social Studies*, *93*(2), 79-83.
53. 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.
54. Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science*

Review, *82*(301), 63-70.
55. Osborne, R. J., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, *67*(4), 489-508.
56. Patrick, H., Mantzicopoulos, P., & Samarapungavan, A. (2009). Reading, writing, and conducting inquiry about science in kindergarten. *Young Children*, *64*(6), 32-38.
57. Patronis, T., Potari, D., & Spiliotopoulou, V. (1999). Students' argumentation in decision-making on a socio-scientific issue: Implications for teaching. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 745-754.
58. Pearson, P. D., Moje, E., & Greenleaf, C. (2010). Literacy and science: Each in the service of the other. *Science*, *328*(5977), 459-463.
59. Petit, A., & Soto, E. (2002). Already experts: Showing students how much they know about writing and reading arguments. *Journal of Adolescent & Adult Literacy*, *45*(8), 674-682.
60. Romance, N. R., & Vitale, M. R. (2001). Implementing an in-depth expanded science model in elementary schools: Multi-year findings, research issues, and policy implications. *International Journal of Science Education*, *23*(4), 373-404.
61. Romance, N. R., & Vitale, M. R. (2008). *Perspectives for improving school instruction and learning: An interdisciplinary model for integrating science and reading in grades K-5*. Paper presented at the University of Chicago Committee on Education Workshop on Education Lecture Series. Chicago, IL.
62. Rowell, P. M. (1997). Learning in school science: The promises and practices of writing. *Studies in Science Education*, *30*(1), 19-56.
63. Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(5), 513-536.
64. Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, *90*(6), 986-1004.
65. Sandoval, W. A., & Millwood, K. A. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition & Instruction*, *23*(1), 23-55.
66. Siegel, H. (1989). The rationality of science, critical thinking, and science education. *Synthese*, *80*(1), 9-41.
67. Simonneaux, L. (2008). Argumentation in socioscientific contexts. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 179-199). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
68. Toulmin, S. E. (1958). *The use of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
69. Van Zee, E. H. (2000). Analysis of a student-generated inquiry discussion. *International Journal of Science Education*, *22*(2), 115-142.
70. Venville, G. J., & Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in*

Science Teaching, *47*(8), 952-977.

71. Vitale, M. R., & Romance, N. R. (2012). Using in-depth science instruction to accelerate student achievement in science and reading comprehension in grades 1-2. *International Journal of Science & Mathematics Education*, *10*(2), 457-472.
72. 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.
73. Walker, K. A., & Zeidler, D. L. (2007). Promoting discourse about socioscientific issues through scaffolded inquiry. *International Journal of Science Education*, *29*(11), 1387-1410.
74. Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham, UK: Open University Press.
75. Wu, Y. T., & Tsai, C. C. (2012). The effects of university students' argumentation on socio-scientific issues via on-line discussion in their informal reasoning regarding this issue. In M. S. Khine (Ed.), *Perspectives on scientific argumentation: Theory, practice and research* (pp. 221-234). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
76. Yerrick, R. K. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(8), 807-838.
77. Yore, L. D., & Shymansky, J. A. (1985, April). *Reading, understanding, remembering and using information in written science materials*. Paper presented at the annual meeting of the Association for the Education of Teachers in Science. Cincinnati, OH.
78. Yore, L. D., & Shymansky, J. A. (1997, September). *Constructivism: Implication for teaching, teacher education and research–Breakthroughs*, *barriers and promises*. Paper presented at the National Science Council ROC Workshop for Science Educators. Taipei, Taiwan.
79. Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, *89*(3), 357-377.
80. Zeidler, D. L., Walker, K. A., Ackett, W. A., & Simmons, M. L. (2002). Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. *Science Education*, *86*(3), 343- 367.
81. 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.

科學教育學刊
2012, 第二十卷第六期, 483-514

Chinese Journal of Science Education
2012, 20(6), 483-514

A Study of Adopting the Scientific Reading and Writing Model to Promote Elementary Pupils' Argumentation Ability

Ju-Wei Lee[1], Ming-Chou Su[2], Pai-Hsiang Huang[3], Chung-Cheng Liu[4] and Huey-Lien Kao[5,*]

[1]Dung-Kuang Elementary School, Pingtung County
[2]Department of Environmental Science and Occupational Safety and Hygiene, Tajen University
[3]Department of Early Childhood Care and Education, Tajen University
[4]Department of Civil Engineering, Chienkuo Technology University
[5]Graduate Institute of Mathematics and Science Education, National Pingtung University of Education

Abstract

The purpose of this study was mainly to explore the change of students' argumentation ability situation by integrating the Scientific Reading and Writing (SRW) model into marine resource teaching. In addition, the study also explored teaching strategies that the teachers used and recorded changes of process. The participants were 32 fifth graders. The researchers adopted the SRW as mainly teaching model and integrated the teaching strategy of promoting students' argumentation ability. The researchers made use of diverse materials, such as pictures, films, interactive short films, debate fragments, and socio-scientific issues, to compile appropriate teaching materials and reading texts in order to foster the students' argumentation ability. The researchers developed Scientific Argumentation Writing Sheets (SAWS) with the questions guided by the beginning quotation, fill-in-the-blank and keyword prompt. The students were asked to write them down during the teaching process. The contents and scores of the students' SAWS were analyzed qualitatively and quantitatively respectively. After the teaching, major findings in the study were as follows: (1) The students' warrant statements included the causal relationship. They could also summarize related message in the text to make their warrants more complete and correct; (2) Students could base on their personal experiences, and consider the economic and ecological standpoints as the basis of the claims to increase the amounts of argument; (3) The frequency of students' rebuttal increased and they could put forward their warrants; (4) Students could make complete statements for their claims, propose rebuttal viewpoints, and therefore the components of argumentation were more abundant. Moreover, the statistics results showed that there were four significant large effects on students' argumentation ability, including the accuracy of warrant, the amounts of argument, the frequency of rebuttal, and the amounts of argumentation components.

Key words: Scientific Reading and Writing, Marine Education, Argumentation Ability

* Corresponding author: Huey-Lien Kao

03-高慧蓮.indd 514 2012/12/25 下午 07:12:36