

科學讀寫模式對國小學童科學素養之成效研究

劉威德* 賴秋香**

*雲林科技大學技職所副教授（斗六市大學路三段 123 號）

e-mail: liuwt@yuntech.edu.tw

**雲林縣立仁國小教師（虎尾鎮立仁街 40 號）

e-mail: n10043011@yuntech.edu.tw

摘要

本研究旨在探討實施科學讀寫模式對學童自然領域學習之影響，並探討其在實際教學上之裨益。本研究係以準實驗法採獨立樣本前後測設計，以研究者亦為教學者所服務之雲林縣某國小四年級兩班學童共48人為對象，一班為實驗組，進行四週之科學讀寫模式教學；另一班為控制組，進行一般教學。

研究工具為研究者自編之「科學學習成就測驗」、學習單等。探討兩班在科學的表現等量化資料分析，以及學童在文件資料中所呈現質性資料分析。茲將研究發現簡述如下：

- 一、實驗組和控制組在經過教學後，其科學學習成就測驗表現有明顯差異；
- 二、實驗組經過科學讀寫模式教學後，在科學學習成就測驗表現未明顯優於控制組；
- 三、不同能力水準的學童在科學學習成就測驗前後均有明顯差異；
- 四、不管是實驗組或控制組，性別對於科學學習成就測驗並無顯著差異。

本研究最後依據研究結論，提出建議，希冀提供未來對從事科學讀寫有興趣者進一步之研究參考。

關鍵詞：美國IDEAS科學讀寫模式、科學素養

壹、緒論

一、研究背景及動機

由國際教育成就評鑑協會(International Association for the Evaluation of Educational Achievement, IEA)主導的國際評比有二，先談「國際數學與科學成就趨勢調查(Trends in International Mathematics and Science Study, 簡稱 TIMSS)」。

我國參與 TIMSS 2007 年結果，小四學生數學和科學平均成績在四十四個國家和地區中分別排名第三和第二，表現相當優異。教育部指出，調查結果不僅展現我國對數學和科學教育努力的成果，也肯定我國目前課程的改革方向。

我國的 TIMSS 表現非常亮眼，但同樣是 IEA 主導的另一個國際評比——「促進國際閱讀素養研究(Progress in International Reading Literacy Study, 簡稱 PIRLS)」，表現卻有待努力。我國學生閱讀成績整體平均 535 分，表現雖在國際平均值 500 分以上，但在參與的四十五個國家（或地區）中，排名僅二十二名。此成績一經公布，捷伐聲此起彼落，教育學者專家紛紛提出真知灼見，建言教育部重視閱讀，勿再頭痛醫腳，腳痛醫頭了。

PIRLS 為五年舉辦一次針對小學四年級學童讀寫能力的評量以及對讀寫政策及實作的評鑑。眾人皆知，國民的閱讀力是國家的軟實力，也就是國力；因為唯有透過閱讀，才能掌握新知、過濾訊息，如此才能增進國家競爭力。因此參加 PIRLS，讓我國有機會檢視國小學童是否具備了閱讀基本能力；更重要

的，可做為改善閱讀教學及促進閱讀能力的參考依據。

據前文所述，我國學生在 TIMSS 之數學、科學學習成就雖然表現不錯；但在 PIRLS 方面，正向態度及學習信心方面的表現還有努力空間。目前教育部已著手從鼓勵、協助數學與自然兩個領域的國中小教師在教學法的增能，例如主題探究教學、戶外體驗教學、趣味科學探究等方面。以自然領域為例，可以在學校本位課程發展上，結合在地資源，進行例如昆蟲、蛙類、農作物等主題探究活動。並且委託國立教育研究院籌備處開發在活化教學計劃教學模組，可提供教師參考運作，以改進學生學習興趣，讓他們喜歡自然科學。教育部強調，關鍵在於學習方式必須和學生生活有關聯，有關聯才有意義，有意義才有動力，才有興趣。

研究者今年已邁入第七年自然領域科任教師，常反思自己的教學方法，希冀增強學生學習效能。因緣際會，拜讀 Ron Clark 所著的優秀是教出來的（“The Essential 55”中譯本），突然之間覺得自己的教學應有所改變。Clark 提到，他有位同事雖然教的是數學和科學，卻將寫作和這兩科完美結合在一起；總是要求學生以完整的句子回答所有的問題。他認為這是將不同科目完整結合的一種很棒的方法。

教學反省與教師專業發展息息相關，研究者已有六年的四年級自然科教學經驗，省察到每年主要的教學設計模式大多以電子教科書為主，教到一個單元了，不是寫習作，要不就是作業簿。而習作和作業簿大多是是非題、選擇題和勾選題等這些高度結構化的題型，甚或是擴展式的反應題型，如此將會限制學生的思考。學生習慣接受只有固定答案的問題，而對於那種擴展式的自由發揮題目，反而手足無措，不知如何是好。

我國小學四年級學童在 PIRLS 的成績沒有很理想，追本溯源，閱讀理解能力下降是一大因素，而閱讀能力也間接會影響其他課程的成績表現。因此研究者欲以科學讀寫活動融入自然課程，閱讀科學文本，近程目標為提升學童科學素養，遠程目標則想提升學童閱讀風氣，加強學童語文表達能力，此為本研究動機是也。

二、研究的重要性

閱讀文字及其所代表的知識是需要學習的。閱讀發展可以分為學習閱讀所需要的能力以及透過閱讀學習新知識兩個階段。理論上，國小三年級以前要習得閱讀所需要的能力，包括識字、有基本的文體概念和理解。國小四年級以後，可以透過閱讀學習新知識。

而科學寫作，從字面上可知，是運用寫作活動來達成科學學習的目的。寫作是一種學習工具，亦是一種溝通與表達的工具。它能協助學習者藉由科學概念的寫作活動來釐清科學知識，透過整理和省思，加深既有的科學觀念；並進而促進其批判思考，發展更高階層的思考模式。

教學者可由學童寫作中，清楚得知學童的思考歷程，能適時且有效的進行教學診斷與調整教學策略。在寫作的對話過程中，藉由科學與文字的溝通互動，協助學習者有系統的進行科學概念的組織與內化，主動建構科學知識，並提升其後設認知的能力。

另外，科學寫作可幫助學習者將所學得的科學概念組織化。組織化的過程在科學概念學習上占有非常重要的地位，科學寫作活動之「繪製概念圖」是一種學習組織化的好方法，可畫出概念架構中的每一個元素、元素之間的階層性及其相關性、因果性等，幫助學習者檢視監控自己的學習，也讓教師藉由概念圖來診斷學習者的學習迷思，並能加以矯正，對學習者概念架構發展的情形亦有所瞭解。

以上皆顯示學習者在學習歷程中，形成科學概念時，科學閱讀和科學寫作兩者與科學實驗活動占有同等重要地位，因為不管是科學閱讀亦或科學讀寫，皆是促進概念形成的訣竅。

三、研究目的

本研究意欲以科學讀寫模式進行準實驗教學研究；期能發現實驗組學童在經過此模式教學後，確能改善師生間科學學習氛圍，達到教學目標，並進而提升學童的科學素養。

綜合上述，本研究主要目的是：

- (一) 修訂科學學習成就測驗；
- (二) 探討科學讀寫模式對學童科學學習成就測驗的影響；
- (三) 瞭解實施科學讀寫模式之歷程及探討其所遭遇到的困境。

四、研究的待答問題

根據上述之動機與目的，本研究旨在探討的問題有下列五項：

- (一) 科學學習成就測驗之信效度如何？
- (二) 進行科學讀寫模式和一般教學對學童科學學習成就測驗的影響為何？
- (三) 不同背景（性別、能力水準）在科學學習成就測驗有無顯著差異？
- (四) 實施科學讀寫模式教學之歷程中所遭遇到的困境為何？

五、研究假設

根據上述研究問題，本研究提出下列的研究假設：

1. 科學讀寫模式教學和一般教學在學童科學學習成就測驗上有顯著差異：
 - 1-1 實驗組和控制組在教學實驗前，其起點行為有明顯差異；
 - 1-2 實驗組經過科學讀寫模式教學後，在科學學習成就測驗表現有明顯差異；
 - 1-3 控制組經過一般教學後，在科學學習成就測驗表現有明顯差異；
 - 1-4 實驗組經過科學讀寫模式教學後，在科學學習成就測驗表現明顯優於控制組。
2. 不同背景在科學學習成就測驗有顯著差異：
 - 2-1 性別在科學學習成就測驗有明顯差異；
 - 2-2 不同能力水準的學童在科學學習成就測驗有明顯差異。

貳、文獻探討

一、國小自然科學教育的重要性

國小教育是基礎教育，而國小自然科學教育是奠定科學基礎、普及科學知能的階段。自然科學的教學擔負兒童科學知能的啟蒙重任，其肩負教育意義與教育使命是極重大且深遠的。有些人認為國小自然領域教材系統不夠完整，論證不夠嚴謹，只不過是一些瑣碎常識，更遑論其內涵了。其實自然科學的學習包括多種不同的心理歷程。例如從進行觀察和實驗活動中，培養敏銳的感覺和觀察力；從研究活動中，形成概念、概括、抽象的邏輯思維和辯證知識的傳授；對兒童科學態度的陶冶和科學精神的培養，有舉足輕重的影響。

二、科學讀寫模式（The Science IDEAS model）的理論內涵

「科學深入與擴展性應用」（In-Depth Expanded Application of Science，簡稱 IDEAS）是由 Romance

和 Vitale (2001)所發展的模式，實施於美國小學的科學模式，此模式實施五年（共 51 位教師，1200 位學童參與），實施對象是二至五年級之低、中與高學習成就的學童。此模式每天二小時，分別分配到傳統的閱讀及語言藝術教學，並以科學概念為中心，利用閱讀理解和語言藝術的技巧來教學。幾年的研究結果顯示此模式確實有效提升學童科學理解的能力。

科學讀寫模式的幾點特性，包括：（一）科學思考與過程技能和閱讀能力是緊密的相互重疊；（二）學校教育須強調閱讀；（三）二至五年級中較多的學校課程目標圍繞著閱讀教學，且自然的深入科學課程活動。所以此模式鼓勵教師結合多種科學活動以幫助學童深入科學探討；亦提供時間讓學童有機會去建構有意義的知識，並能使用這些他們所建構的知識去理解與學習新知識。研究結果發現此模式提供充裕的時間讓學生有機會去建構有意義的知識，並使用這些知識去理解與學習。

科學讀寫模式鼓勵教師結合多種科學學習活動去深入科學，例如：科學實作活動、閱讀活動、寫作活動、概念圖的建構、學習日誌撰寫、概念教學等。因此只要任何課程有其基礎的科學概念及原則，都能夠實施。但需注意的是，小學教師必須具備科學的基礎理解和基礎概念學習，才能使用科學讀寫模式教學（周珊君，2008）。

圖 2-1 為科學讀寫模式教室學習活動的完整架構圖。這個架構圖表示學習活動中的概念相互依賴，並為科學、閱讀與寫作在科學概念上提供多元結合的模式。

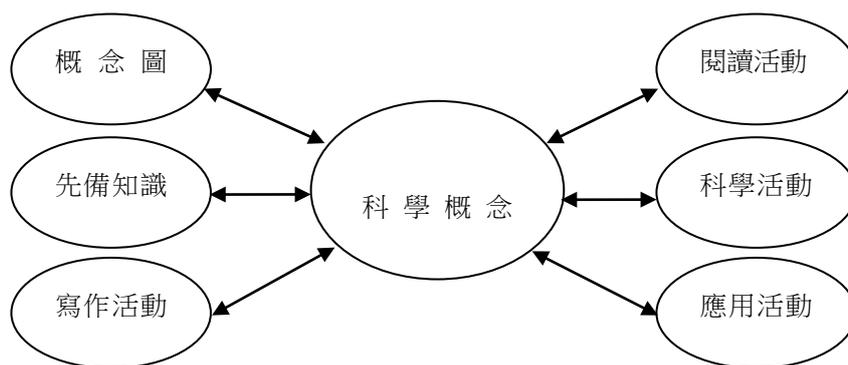


圖 2-1 科學讀寫模式結合科學概念的學習活動架構圖

此模式的六種學習活動原則：

- （一）先備知識：在每次教學活動之前，教師先詢問學生有關該單元的學習經驗。
- （二）科學活動：教師示範，學生動手做。
- （三）概念圖：教師於教完該主題後擬定概念圖，引發學生主動將自己的主要概念及聯想，畫或寫下來。
- （四）科學閱讀：學生流暢且有意義的大聲朗讀，並且要求理解所閱讀的內容。當學生再討論重點與概念圖連結時，教師一句句、一段段的方式指導。
- （五）應用活動：學生或小組透過各種擴展課程，學習獲得更多的相關知識（如：計畫、探索、報告及實作等）。
- （六）科學寫作：又分為以下兩種，
 1. 學習日誌：學生在一連串活動之後，將經驗記錄下來，並確認所獲得的知識，再使用概念去描述先前的活動。
 2. 科學寫作：學生反省科學題目或科學學習經驗之後，將重點詳細描述下來。

三、科學讀寫模式融入自然科教學之相關研究

科學讀寫模式融入自然科教學，有許多教育先進不斷的研究改進教學，這些研究者大多採準實驗法之獨立樣本前後測設計，除了發表論述式文章外，實徵研究概可分為以下四類：(一) 此模式對科學學業成就方面之影響；(二) 對科學相關態度方面有否正向的作用；(三) 對高年級以上之科學寫作，有無提升其興趣及能力；(四) 有否提升學生批判思考或科技創造力。

在科學學業成就方面，梁郁汝（2004）研究三年級學童，發現科學讀寫模式確實能增進科學概念理解，且實驗組與控制組有顯著不同。黃郁雯（2005）針對六年級學童之研究，亦發現在此模式教學下，實驗組明顯優於控制組。周珊君（2008）以「昆蟲」單元為教材，研究五年級學童在此模式下，實驗組其成就測驗明顯優於控制組。唯 Gulati（2005）針對九年級學生，經過九週概念圖教學後，發現在生物科測驗表現方面，實驗組和控制組未有明顯差異；然概念圖教學對中等程度的生物科學業成就有正向影響力；且概念圖教學對學生準備測驗優於控制組；整體而言，九年級學生準備測驗的方式，喜歡複習方式 (review games) 多於概念圖，但有些人發現概念圖確實能幫助他們準備考試。

在科學相關態度方面，梁郁汝及黃郁雯均發現，實驗組顯著優於對照組，肯定科學讀寫模式確能改善學童學習態度；黃郁雯亦訪問學童的想法與感受，多數喜歡且肯定此教學方式。周珊君研究科學態度方面，實驗組前測得分高者，教學後其科學態度有顯著差異；但前測得分不高者，則無法提升其科學態度。Gulati 也發現概念圖教學確實能改善學生生物學習態度。

在科學寫作方面，梁郁汝研究科學寫作活動能增進學生溝通表達能力，亦能提升科學知識統整能力。周珊君亦發現，實驗組科學寫作表現優於傳統教學的對照組。

劉錫珍（2006）研究科學文章閱讀與科學寫作對五年級學童的影響，發現實驗組與控兩組在批判思考測驗上無顯著差異，但「歸納」分測驗方面，實驗組優於控制組；在科技創造力測驗方面，前後測皆有顯著差異；無論是讀寫教學或僅是閱讀科學文章，對學童之科技創造力皆有顯著成效。

四、科學素養

當面臨科學相關議題時，能夠使用科學知識 (scientific knowledge) 去發現問題、形成新知識、解釋現象、並得到以證據為本位的 (evidence-based) 結論。例如：當學生閱讀一則跟健康有關的訊息時，學生是否能區別訊息中科學的成份與非科學的成份？或者他是否能利用科學知識支持自己的決定？

能夠明瞭科學是人類經由探究所形成的知識。例如：學生是否明白以證據為本位的解釋跟個人的主觀意見是不同的？

能夠察覺科學和科技深深的影響我們周遭物質的 (material)、符號的 (intellectual) 以及文化的 (cultural) 環境。例如：學生是否明白並能說明科技對國家經濟、社會機構和文化的影響？和學生是否明白環境的變遷對社會穩定和經濟發展的影響？

願意以公民的身份參與和科學相關的社會議題或科學想法 (ideas of science)。這個向度強調學生是否重視科學？這包括學生是否關心科學議題以及是否能夠使用科學方法去瞭解這個世界或解決問題？記憶或能夠複述科學知識，並不代表一個學生會選擇科學相關的行業或參與和科學相關的社會議題，因此瞭解學生對科學的興趣、是否喜歡科學探究、是否自覺對環保議題有責任等，都是一個瞭解未來公民是否支持科學活動的很好指標。

因此依據 PISA (2006) 定義科學素養 (scientific literacy)：是以四個相互關連的向度定義之，也根據

這四個向度發展了它的評量工作 (tasks) 與題目 (questions): (1) 與生活相關的情境 (context)、(2) 學生必須具備的能力 (competencies) (簡稱科學能力素養)、(3) 相關的科學知識 (knowledge) (簡稱科學知識素養)、以及 (4) 學生的態度 (attitudes) (簡稱科學態度素養)。我們稱上述發展出來的四個向度為科學評量的理論架構 (framework)。而在本研究所指的科學素養是指研究者自編的「科學學習成就測驗」等層面的表現情形。其得分越高, 表示學童的科學素養越高; 反之, 則有待加強。

綜合上述之文獻分析可知, 科學讀寫模式對科學學業成就雖未能保證實驗組一定優於控制組, 但實施此模式教學, 對其科學態度, 尤其是中高學業成就者有正面的提升效果; 科學讀寫作活動亦能增進其溝通表達、知識統整、科技創造力等較高階層的思考能力。

由前文所述, 可以確知國內外的研究多以探討科學讀寫對於學習成效與學習態度為主。科學讀寫模式教學是一個重理解的學習模式, 其教學目標在於讓學生體驗自動自發的學習精神, 期能幫助學童在科學的學業成就, 增強其語文閱讀能力; 更能提升其自信心, 引導改進其學習態度。

參、研究設計與實施

本研究的主要目的為探討國小四年級學童在自然與生活科技領域, 運用科學讀寫模式教學法和一般教學法兩者在科學素養之結果分析比較。而教學者希冀透過此準實驗教學, 瞭解學童科學概念建構歷程及學習上的困難。因此, 除了進行相關文獻探討以外, 並針對實驗組和控制組學童進行科學學習成就測驗之前後測, 瞭解此模式之教學狀況, 以期達成本研究之目的。

一、研究對象

本研究之對象為雲林縣某國小四年級學童。以研究者所任教之班級, 選取二個班級共 48 位學童, 一班 25 位為實驗組, 另一班 23 位為控制組。為避免教學差異的影響, 兩班自然課程的教學者亦為研究者, 課程進行不做任何額外教學; 兩班學童於研究階段, 皆未告知正在進行教學實驗, 以免產生霍桑效應。為了符合同質性, 兩班得分之最高者及最低者皆扣除之。

二、研究架構

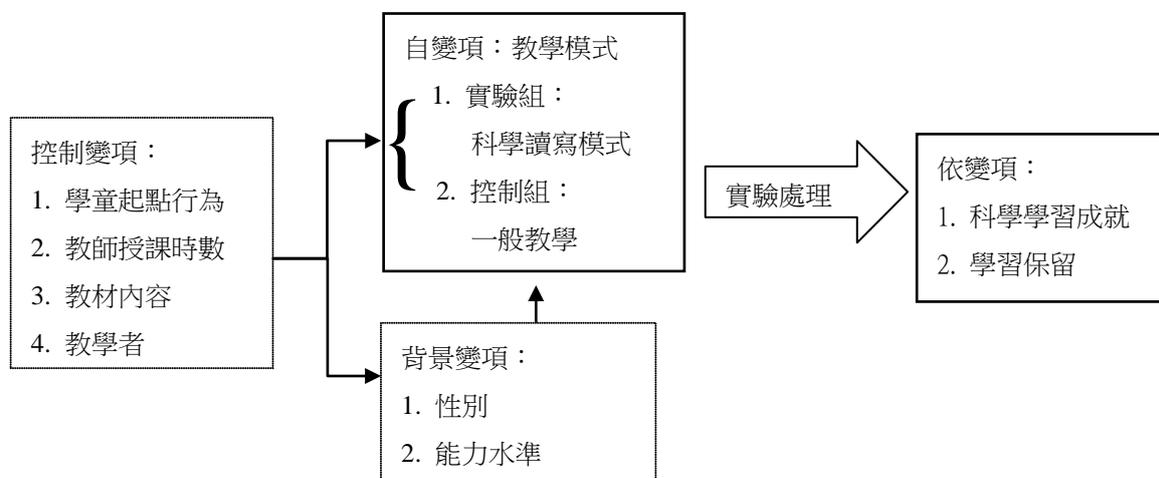


圖 3-1 研究架構圖

三、研究設計

本實驗設計目的在探討不同模式教學法對不同性別、不同能力水準之學童的「科學學習成就」之影響，採用準實驗研究法之獨立樣本不等組前後測設計。研究樣本為研究者任教學校小學四年級二個班級學童；實驗組進行為期四週之科學讀寫模式教學，控制組則進行一般教學。本實驗設計模式如圖 3-2：

組 別	前測	實驗處理	後測	學習保留
實驗組	O ₁	X	O ₃	O ₅
控制組	O ₂		O ₄	O ₆

圖 3-2 實驗設計模式

圖 3-2 實驗設計模式舉例說明如下：

- (一) X 表實驗處理，即實驗組接受科學讀寫模式教學；
- (二) 實驗教學前，兩組均接受科學學習成就測驗之前測（O₁、O₂）；
- (三) 實驗教學後，兩組均接受科學學習成就測驗之後測（O₃、O₄）；
- (四) 實驗結束後一個月，兩組再接受科學學習保留成就測驗（O₅、O₆）。

若實際的限制或礙於行政的理由而無法隨機分派受試者時，準實驗設計最為適用。這種設計雖有其先天上的限制，但若藉助觀察時間及處理的安排，以及統計分析的應用；排除或減弱可能威脅內在效度的因素，利用其更接近於實際教育生態環境的有利條件，來提高外在效度。因此準實驗設計在使用上，有其特殊用途與廣大的應用空間。

又因為實驗組與控制組彼此並非等組，故採取不等組前後測設計。在統計分析方面，宜採用「共變數分析 ANCOVA」來處理資料，以前測為共變項，以組別為自變項，來分析依變項的觀察值之總變異。分析並排除表現於前測上之不等情形，進而分析來自於實驗處理的效果變項及誤差變異數，並以調整後的平均數與標準差作差異性考驗。

ANCOVA 分析的基本假定除了需具備 ANOVA 分析的基本假定（常態性、獨立性、變異數同質性等）之外，尚有以下幾個重要假定：

- (一) 共變項與依變項之間是直線相關（即迴歸線的斜率相同），符合線性迴歸的假設。
- (二) 組內迴歸係數同質性（homogeneity of within regression coefficient），此考驗須符合虛無假設（即 $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3$ ）。

由以上分析可知，在實驗設計中，因無法完全避免某些影響實驗結果的干擾變項，研究者需排除這些不必要的影響，宜採用 ANCOVA，而不要採用 t 檢定或 ANOVA，否則將導致錯誤的分析結果。因此在本研究需排除共變項（即「科學學習成就測驗」之前測表現）的影響，方能真實反映出實驗組和控制組在科學成就上的差異情形。

四、研究工具

依據康軒版自然與生活科技四上「月亮」單元教學目標，研究者自編的科學學習成就測驗。預試對象為五年某個班級。其編製流程如圖 3-3。

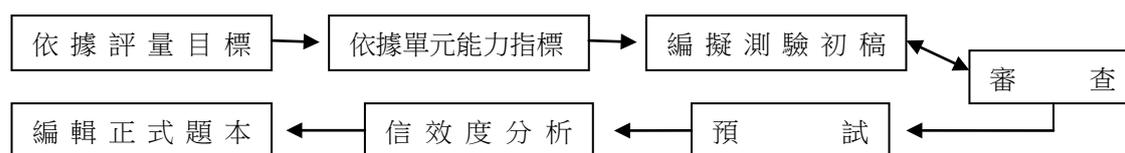


圖 3-3 科學學習成就測驗編製流程

上述科學學習成就測驗預試共有 20 題，先由各題的難度與鑑別度係數去判斷刪除或保留，如表 3-1 所示；再考慮項目刪除後試題的信效度如何，參考表 3-2。

(一) 鑑別度與難度分析

根據 Ebel & Frisbie (1986) 提出鑑別度達.30 者為適當，以此為刪除或保留的原則；難度以.2 至.8 之間的難度指標值做為選題標準，超出此範圍者列為不適當之試題。低分組選答不正確選項的人數百分比值不低於高分組選答不正確選項人數百分比值。

表 3-1 科學成就紙筆測驗（預試）分析結果摘要

正式題號	題號	鑑別度	難度	判斷	正式題號	題號	鑑別度	難度	判斷
	1	.10	.96	刪除	11	11	.10	.96	刪除
1	2	.50	.71	保留	12	12	.00	1.00	刪除
	3	.10	.88	刪除	6	13	.70	.46	保留
2	4	.40	.67	保留	7	14	.40	.83	保留
	5	.00	.92	刪除	15	15	.10	.88	刪除
	6	.30	.79	刪除	16	16	.20	.79	刪除
3	7	.90	.58	保留	8	17	.40	.67	保留
4	8	.70	.29	保留	18	18	-.10	.83	刪除
	9	.10	.96	刪除	9	19	.70	.50	保留
5	10	.50	.58	保留	10	20	1.00	.42	保留

(二) 信效度分析

本科學學習成就測驗係根據實驗教學材料內容編製，且由熟悉本單元內容之資深教師編製，具有內容效度。就信度而言，本研究採用 Cronbach's α 係數來考驗各試題間的內部一致性，參見表 3-2。

表 3-2 科學成就紙筆測驗（預試刪除後）信度分析摘要

正式題號	項目刪除後的 Cronbach's α	正式題號	項目刪除後的 Cronbach's α
1	.716	6	.689
2	.739	7	.705
3	.688	8	.718
4	.709	9	.720
5	.707	10	.659
整體 Cronbach's $\alpha = .727$			

由表 3-2 得知，10 個選擇題其 α 係數在 .60 至 .80 間，每一題信度屬於普通；而整體 α 係數為 .727，亦尚可，故此份試題編製信度屬普通。

肆、研究結果與討論

依據研究假設，以 SPSS 統計軟體分析，探討國小四年級學童在自然與生活科技領域，運用科學讀寫模式教學法和一般教學法兩者在科學素養之結果與討論，如後所述。

一、考驗研究假設 1-1，實驗組和控制組在教學實驗前，其起點行為並沒有明顯差異

根據兩組學童在第一次定期評量成績為準，其獨立樣本 t 考驗如下表 4-1

表 4-1 兩組學童起點行為之獨立樣本 t 考驗

組別	個數	平均數	標準差	自由度	t 值
實驗組	25	90.44	5.538	46	1.279
控制組	23	87.74	8.843		

在平均數方面，實驗組雖然比控制組多 2.7 分，標準差較小，成績也較集中，但 $t=1.279$ ，差異不顯著，符合變異數同質之性質。

二、考驗研究假設 1-2 和 1-3，科學讀寫模式教學和一般教學前後，對學童科學學習成就測驗上有顯著差異；考驗研究假設 2-2，三組不同能力水準的學童經過兩種教學方式後，學習成就測驗有顯著的進步
根據兩組學童在「月亮」單元之科學學習成就測驗前測和後測分數，其相依樣本 t 考驗如表 4-2。

表 4-2 兩組在科學學習成就測驗前後測之相依樣本 t 考驗

組別	人數	前測		後測		t 值
		平均數	標準差	平均數	標準差	
實驗組	25	34.00	9.129	78.00	17.321	16.630***
高分組	11	40.91	5.394	91.82	9.816	17.889***
中分組	8	32.50	7.071	75.00	11.952	8.087***
低分組	6	23.33	5.164	56.67	8.165	7.906***
控制組	23	34.78	10.816	74.78	16.820	14.501***
高分組	7	41.43	6.901	92.86	5.669	28.610***
中分組	7	37.14	12.536	77.14	4.880	6.928***
低分組	9	27.78	8.333	58.89	12.693	10.058***

*** $p<.001$

實驗組和控制組雖然後測比前測平均數高四十多分，但標準差變大；t 值皆小於 .001，表示兩組經過兩種教學法後，學習成就測驗成績皆有明顯的進步。而三組能力分組其學習成就測驗亦有明顯的進步。

三、考驗研究假設 1-4，實驗組經過科學讀寫模式教學後，在科學學習成就測驗表現未明顯優於控制組

在準實驗研究中，共變數分析多用於具有前後測設計。以前測變項當作控制變項（即共變項），依變項則為實驗之後針對同一變項再次測量所得到的後測分數。以控制變項與依變項間的共變為基礎，進行迴歸調整，得到排除控制變項影響的單純統計量。即因為已先行去除控制變項與依變項的共變，不再存有該控制變項的影響，單純反映研究假設所關心的自變項與依變項關係。步驟一如表 4-3。

表 4-3 兩組學童學習成就測驗後測組內迴歸係數同質性考驗摘要

變異來源	型 I 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	p 值
組間（兩組教學法*前測）	93.904	1	93.904	.522	.474
組內（誤差）	7921.115	44	180.025		

由表 4-3 得知，組間（兩組*單元前測）之交互作用的 F 值=.522，未達顯著水準，可以判斷組內迴歸係數具有同質性，因此得以進行 ANCOVA 分析，如果假設違反則不宜進行共變數分析。此時，為正確估計自變項與共變項的效果，應返回模式設定中，將交互作用項移除，重新進行分析，結果如下表 4-4。

表 4-4 兩組學童學習成就測驗後測組內迴歸係數同質性考驗摘要

變異來源	型 I 平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	p 值
共變數（前測）	5408.894	1	5408.894		
組間（兩組教學法）	197.964	1	197.964	1.111	.297
組內（誤差）	8015.019	45	178.112		

由表 4-4 得知，排除前測成績（共變項）對後測成績（依變項）之影響後，兩組（自變項）對後測成績影響效果之 F 值=1.111，未達顯著水準，表示實驗組在經過科學讀寫模式教學後，其科學學習成就測驗的後測成績表現，沒有明顯優於一般教學之控制組。

為了排除學童的先前知識對研究的影響，以學童之前測分數為共變項，控制自變項與依變項為共變的基礎，進行調節，調整前後之平均分數如表 4-5。由表可知，調整後平均數實驗組多.4，控制組少.44。

表 4-5 兩組學童學習成就測驗（共變量：前測分數）敘述統計摘要

組別	人數	調整前平均數	標準差	調整後平均數
實驗組	25	78.00	17.321	78.408
控制組	23	74.78	16.820	74.339

四、考驗研究假設 2-1，性別在科學學習成就測驗沒有明顯差異

由表 4-6 中得知，兩組學童在性別變項中，不論是實驗組或控制組，不管是前測或後測，獨立樣本 t 考驗皆顯示沒有明顯差異。

表4-6 兩組學童之性別在前後測的獨立樣本t考驗

性別	個數	平均數	標準差	F檢定	顯著性	自由度	t 值
實驗組前測							
男生	13	36.15	9.608	.214	.648	23	1.242
女生	12	31.67	8.348				
後測							
男生	13	79.23	17.541	.004	.951	23	.363
女生	12	76.67	17.753				
控制組前測							
男生	13	36.92	11.821	.873	.361	21	1.087
女生	10	32.00	9.189				
後測							
男生	13	73.85	19.274	.563	.461	21	-.298
女生	10	76.00	13.904				

伍、結論與建議

本研究主要在探討科學寫作對國小四年級學童在科學素養之成效，並根據學童寫作內容，瞭解其學習狀況，俾往後教學之靈活應用及未來研究之參考。由研究過程和資料分析結果，歸納以下結論與建議：

一、結論

(一) 實施科學讀寫教學的歷程

美國 IDEAS 科學讀寫模式主要目的在利用統整課程，以增加學童學習科學的時間。由於我國教育體制不同於美國，故研究者安排每週三天之晨光時間，實施此準實驗研究。

先備活動中，不論是課堂上課或是其餘活動，皆需以一主題單元為核心，以此主題之科學概念為基礎，再做其餘活動的發展與延伸，方符合此模式的精隨。

整個教學活動中，科學閱讀是一大重點。因為科學閱讀不但能博學多聞，且能由文本中，學會如何汲取概念，進而組織概念。在學童科學閱讀過程中，研究者認為，除了考慮文本的內容、配合大部分學童的語文程度外，尚需搭配圖片，以輔助學童瞭解文本。

科學寫作則包含閱讀心得單、概念圖、小筆記、學習日誌等。每一種實施方式皆不同，故研究者需選擇其所熟悉的科學知識、合適的資料呈現，透過正確的教導，學童才能瞭解科學寫作的方式，進而學會科學寫作。

綜而言之，經由不同的單元學習活動，讓學童學習多元的知識與經驗，進而由課程活動中，加深加廣其認識核心概念。故而教學者針對核心概念，運用本身所學，考慮本身的能力，來設計整個教學活動，是一種教學者能彈性運用、學習者能靈活學習的多元教學方式，如此才符合 IDEAS 的原則，也符合現代多元智慧教育課程的主要精神。

（二）實施科學讀寫模式的困難處

在整個實施過程中，研究者覺得最困難的地方就是語文能力低落的學童，因為科學讀寫模式最重要的就是閱讀與寫作。語文能力不足者，對於需要使用到大量文字的科學閱讀與科學寫作中，倍感吃力。有些學童即使其學科知識豐富，但語文表達能力不佳，也是無法完成學習任務的。

在讀寫過程中，語文表達能力對閱讀的影響，其實比寫作小。因為閱讀可以藉由注音符號、同儕的朗讀、教師的解說，來瞭解文本內容。但一遇上寫作時，這些小四學童不是辭不達意，無法拼出完整句子，便是段落不分明，無法表達自己的想法，因此在寫作這方面，他們永遠是在活動旁邊的加油者。

再者，目前國內還是以分科教學為主，但是概念圖的繪製需要統整所學習的知識，因此學生對於需要統整的項目，感覺怕怕的，不容易達成。

研究者所服務的學區，學童大多上安親班，因此放學後，甚少有屬於自己的時間可以閱讀，更遑論完成寫作任務。尤其小學四年級，學寫作文也才一年多時間，要求他們科學寫作，大家逃之夭夭。因此在寫作方面，只能要求他們寫筆記、畫概念圖、寫心得回饋等，不能要求太過分，不然會引起公憤。

在升學主義盛行下，有家長質疑，此科學讀寫模式會妨礙學童其他學業表現。此需要研究者與家長溝通協調，學習的路很寬廣很長遠，學校的考試幾乎全以高度結構化的題型命題，如此無形中，限制學童的思考，無怪乎，台灣的學生對於是非選擇題，駕輕就熟；但對於釋義題或申論題等擴展式的反應題型，則無所適從。反觀國外的學生，學習情形則大相逕庭。

（三）實施科學讀寫模式對學童科學學習態度是正面的

雖然在此研究中，未證實研究假設 1-4 實驗組經過科學讀寫模式教學後，在科學學習成就測驗表現明顯優於控制組。此模式和一般教學法一樣，都能讓前測和後測成績有顯著差異，表示科學讀寫模式雖然未發揮其預設的功能，但也未妨礙學童在科學學習成就上的表現。

研究者在研究過程中，尚發現一讓人欣慰的事，即學童的學習變為自動自發。有問題時，他們會往圖書室找解答，懂得請教別人；不再是教師丟問題，學生等著給答案的學習氛圍了。

二、建議

（一）慎選合適的科學閱讀文本

科學文本的用意是提升學童課外知識，加強學童的科學核心概念，所以文本選擇須符合該年齡層大部分學童的語文能力，深入淺出，主題生活化，才能引發學童興趣，與自己的先備知識融合為一。

（二）科學閱讀與科學寫作策略運用要相得益彰

科學閱讀活動配合文本內容的其他活動，讓學童親自由大自然中閱讀，親自體驗，一步步驗證文本內容，如此，閱讀對學童來說，將會形成心靈的雞湯，滋養其求知幼苗。此外，科學寫作若搭配闖關活動或增強獎勵，讓學童以「玩」寫作的方式去建立其學習態度，其所獲得的啟發將會更廣遠。

（三）搭配學校與社區資源

由於閱讀的重要性與日俱增，因此社會提供了許多閱讀的資源與管道，例如縣立或鎮立圖書館所提供的，以班級為單位，借閱班級共讀書本，不但閱讀的書本變多了，還能節省家庭開銷，一舉兩得。或是配合讀報教學，讓學童從中閱讀相關文章，不但順應潮流，更能吸取最新的相關知識，做個現代的小

科學家。

(四) 評量要多元，以增加學童學習興趣

不同的評量方式可以讓學童學習多元的技能、欣賞別人的作品、接納不同的意見，因此若能以活潑的方式，呈現學生的成果，擺脫傳統紙筆測驗的形式，有些學童將會更熱衷於學習。

參考文獻

- 周珊君（2008）。以美國IDEAS科學讀寫模式提升學生學習成就探討~以昆蟲概念為例。國立屏東教育大學教育研究所碩士論文。台灣博碩士論文知識加值系統。
- 林婉惠（2012）。運用Gcompris軟體結合PBL模式對國小學童在數學學習成效之研究。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所碩士論文。雲科論文etd-0610112-223634。
- 邱景玲（2007）。鷹架式寫作教學對國小學童寫作成效影響之研究。台北市立教育大學課程與教學研究所碩士論文。台灣博碩士論文知識加值系統。
- 柯華葳（2008）。臺灣四年級學生閱讀素養（PIRLS 2006報告）。教育部學生國際級競賽風雲榜。
- 教育部（2008）。2007 國際數學與科學教育成就趨勢調查（TIMSS）台灣學生表現亮眼 展現我對數學及科學教育努力成果 肯定九年一貫課程改革方向。教育部電子報。
- 梁郁汝（2004）。國小自然科教室實施科學寫作之行動研究。國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文。台灣博碩士論文知識加值系統。
- 陳文章（2010）。數學寫作活動對國小學生數學成就與數學態度之成就研究。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所碩士論文。雲科論文etd-0720110-152000。
- 黃郁雯（2005）。情境式問題導向融入教學對國小六年級學童科學概念及科學態度之影響。國立台北師範學院自然科學教育研究所碩士論文。台灣博碩士論文知識加值系統。
- 劉錫珍（2006）。科學文章閱讀與寫作教學對國小高年級學童批判思考與科技創造力之影響。國立新竹教育大學應用科學系教學研究所碩士論文。台灣博碩士論文知識加值系統。
- 鄭琇方（2007）。心智圖法作文教學方案對國小二年級學童寫作能力表現與寫作興趣之影響。國立新竹教育大學教育心理與諮商學輔導教學研究所碩士論文。台灣博碩士論文知識加值系統。
- 賴倍玉（2010）。概念構圖教學策略與認知風格對高職學生的應用文學習成效之研究。國立雲林科技大學技術及職業教育研究所碩士論文。雲科論文etd-0721110-164251。
- Linn, Robert L., & Miller, M. David (2005). *Measurement and assessment in teaching*. Columbia, OH: Pearson.
- Gulati, Sangeeta. (2005). *A comparison of inquiry-based teaching through concept maps and traditional teaching in biology*. Dissertation of University of South Dakota. UMI Number 3188183.
- Matthews, Nancy F. (2004) *A comparison of Mira phase-based instruction, textbook instruction, and no instruction on the van Hiele Levels of fifth grade students*. Dissertation of Tennessee State University. UMI Number 3141938.
- Romance, Nancy R. & Vitale, Michael 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), pp.373-404 Apr 2001, ERIC: Record Details-EJ625538

A Study of the Effect of Scientific Reading and Writing of the Science IDEAS Model on Pupils' Scientific Literacy

Liu, Wei-Te, Ph.D. * *Lai, Chiu-Hsiang* **

* National Yunlin University of Science & Technology

Corresponding e-mail: liuwt@yuntech.edu.tw

** Li-ren Elementary School, Yunlin County

ABSTRACT

This study adopted the quasi-experimental research method to investigate the effect of scientific reading and writing of the Science IDEAS model on pupils' scientific literacy as well as classroom teaching. The subjects of the experiment were forty-eight fourth-grade pupils of two classes at an elementary school in Yunlin County. One class was an experimental group treated by "Science IDEAS model" teaching during the four weeks of the experiment. The other class was a control group taught in the traditional way.

Research tools included "The Scientific Achievement Assessment" and "worksheets," both designed by the researcher and teacher. Results of the former tool were quantitatively analyzed; results of the latter tools were qualitatively analyzed. The main findings of the study are summarized as follows:

1. Science learning achievement test performance of the students of both the experimental group and the control group significantly improved after teaching.
2. After treated by scientific reading and writing of the Science IDEALS model, students of the experimental group were not significantly better than the students of the control group in science learning achievement test performance.
3. All students, regardless of their science abilities, showed significant differences in the science learning achievement pretest and the science learning achievement posttest.
4. Whether the experimental group or the control group, there was no significant difference between different genders in science learning achievement test.

Finally, based on its findings, this study made some suggestions for future research on scientific reading and writing of the Science IDEAS model.

Keywords: *The Science IDEAS model, scientific literacy*