

科學家故事繪本電子書教學提升學生的科學本質

盧秀琴¹、張淑玲²

國立台北教育大學¹、臺北縣網溪國小²

luchowch@tea.ntue.edu.tw¹, nicle0713@yahoo.com.tw²

摘要

本研究採準實驗研究設計，自編科學家故事繪本電子書融入國小六年級「動物的繁殖行為」單元教學；以「科學本質觀問卷」評量學生接受繪本電子書教學後，在科學本質之改變情形。研究結果發現，科學家故事繪本電子書教學對於國小學生之科學本質具有提昇效果。針對教學提出建議：教師需掌握繪本電子書播放的時間，給予學生充分的時間進行討論與反思，可提升科學本質的觀念；挑選與編製科學史故事題材時，需配合學生的年齡與興趣，可選取台灣現代的科學家或具有質疑性的科學故事教材融入。

關鍵詞：科學本質、理論性概念技巧、繪本電子書

一、緒論

(一) 研究理念與重要性

國民中小學九年一貫課程綱要，提及自然與生活科技領域的主要目標，在於提昇國民的科學與科技素養，科學教育學者認為培養全民的科學素養是主要的科學教育目標，AAAS 也明確指出，瞭解科學的本質是培育具有科學素養公民的必備條件；國小教師想培養具有科學素養的學童，必須重視「科學本質之認識」能力的培養（教育部，2003；鄭湧涇、楊坤原，1995；AAAS, 1989；張簡明旺、黃志賢、高慧蓮，2002）。

從過去實證性研究發現，學生、科學教師及教科書在科學本質上並未跟上時代潮流，要改善學生對科學本質瞭解不足的狀況，可以從許多面著手；如加強教師的科學本質、融入相關的課程來探討，而教師的信念也會影響學生科學本質的學習，若能選擇科學史的教材融入課程中，課堂教學將更能傳達科學本質給學生(Lederman, 1992；Dushl, 1990；侯志洋、許良榮，2001)。透過科學史的教學活動，能反映出新科學史觀之科學發展的動態過程，當教師在介紹一個科學理論的發展過程時，學生們會發現科學家們的錯誤觀念與他們的迷思概念相似；學生了解到科學家做實驗是為了想利用實驗結果來證明他的想法是否正確，即科學本質中所強調的理論導向(林煥祥，2000；劉君燦，1999)。

國內針對國小學生對於科學史融入教學的研究，多以講述科學家故事、角色扮演等方式融入。但視覺的認知往往先於語言與文字，若能有效應用視覺圖像，將能促進知識的傳遞效果，更有助於學習者對學習內容的瞭解，尤其在教授抽象概念或描述真實情境時，利用視覺化教學工具對學習具有很大的助益(莊蕙菁，2003；黃旭陽，2004)。繪本電子書是一種將傳統的文字訊息，配合色彩圖片，輔以音樂，製作成生動活潑的電腦動畫之視訊產品(張世珍，1994)。盧秀琴、石佩真和蔡春微(2006)開發以繪本電

子書的形式做自然與生活科技領域的教學，將文字、圖形、聲音、影像、動畫結合使用，使呈現的教材內容更為逼真、活潑、豐富，較能吸引學生的興趣，加上教師適時搭鷹架，引導學生的互動討論，能提昇學生的科學學習。本研究嘗試將科學家的故事自編成繪本電子書，融入自然與生活科技領域課程中，探討是否能提升學生的科學本質。

(二) 研究目的

本研究在探討科學家故事繪本電子書融入自然與生活科技領域，對於國小六年級學生科學本質之影響。因此，本研究探討的問題為：科學家故事繪本電子書中所呈現的科學本質觀念，是否能提昇學童的科學本質？

二、文獻探討

(一) 科學本質的內涵

Matthews(1994)提出科學本質的觀點，由以往的邏輯實證主義轉向建構主義，未來仍可能改變，故科學本質的內涵是動態的。科學本質的定義為科學領域內所包含的科學知識、價值和方法過程；科學本質包含：哲學、歷史、社會、心理學等，由這四個層面出發探討對科學研究的結果，歸納出科學到底是什麼。科學本質是一種思考的方式，也是研究的方法，更是知識的本體，亦是科學家們對於自然世界本質的共同信念和態度(Collette & Chiapetta, 1994；林陳涌，1996；王美芬、熊召弟，1995)。

1.科學本質的功能：

十年來，世界各國的科學教育開始把科學本質的課程列為主要的科學教學目標，中小學科學課程如能增進學生對科學本質的瞭解，不但能讓學生建構出清晰的科學意象，也可培養與激發學生正向的科學態度和學習興趣，影響學生學習科學的歷程與結果(翁秀玉、段曉林，1997；NAEP, 1989；楊文金，1999)。Crowther, Lederman,和 Lederman(2005)認為教導學生了解科學本質的內涵，可幫助學生體認科學理論不是永遠不變的，其會隨著新資訊的出現而改變，因此有助於提昇學生正確學習科學的態度。

2.科學本質與科學史之關係

教師若能選擇科學史的教材融入課程，科學的人、事、物，更能傳達科學本質給學生；在科學教室中，教科書的呈現和同儕討論科學，如觀察、假設、解釋、驗證、定律、理論、模型等，皆與科學史相關；因此，瞭解科學史能增進學生的科學本質(Lederman, 1992；Matthews, 1998)。運用科學史的科學教學，使教材更人性化，引起學生的學習動機與興趣，科學史素材可讓學生瞭解科學知識的形成過程，亦可讓學生瞭解科學發展的真正面貌，達到認知與價值觀的協調，產生對科學知識與科學本質觀的新理解(侯志洋、許良榮，2001；陳淑媛、洪振方，1997)。

(二) 繪本電子書之相關研究

民國 91 年教育部研討會，表示電子書學習將逐漸成為教科書的形式之一，未來的教科書將以電子型態出版；將學童喜歡的繪本轉變成電子書融入教科書，教師可靈活運用於教學，促使電子書的內容由平面走向立體化，由個別獨立走向多元的整合；繪本電子書藉著動畫的設計使概念具象化，解釋一些無法在正常情況下所看到的事物及現象，

可提供學童模仿比較和反覆演練 (楊惠芳, 2002; 盧秀琴, 2006; Collins and Brown, 1982)。研究顯示, 繪本電子書能引起學童對科學的興趣、建構科學概念、增強語文能力、科學認知、增進理論性概念(theoretical concepts)和科學的本質 (Doty, Popplewell & Byers, 2001; 盧秀琴等人, 2006)。

幼兒、國小學童能接受電子書的教學, 增進其閱讀態度, 重述內容大意, 且瞭解電子書所要傳達的意涵及深層文義的理解(林岳蓉, 2005; 楊惠菁, 2005)。綜上所述, 繪本電子書是一種結合文字、圖片、聲音、影像等多媒體的科技出版品, 它擁有許多紙本書無法具備的功能, 包含聲光效果、動畫效果、互動性、可重複播放等特色, 能帶給學生多元化的學習, 提升學習動機和科學本質。

三、研究方法與流程

(一)研究設計

本研究採準實驗研究設計, 選取法布爾、珍古德、勞倫茲三個科學家為故事主軸, 實驗組接受此三位科學家「科學家故事繪本電子書」的實驗處理, 對照組接受講述三位科學家故事的教學方式, 以觀察學生科學本質之差異。利用科學本質觀問卷 (Nature of Science Scale, 簡稱 NSS) 進行教學前後的學生前、後測評量與分析; 另外, 輔以自製繪本小書、課室觀察與學生晤談, 以詮釋學生的學習過程。

(二)科學家故事繪本電子書的教學活動編製

本研究以 Ausbel (1978) 的認知結構和有意義學習的觀點, 編製科學家故事繪本電子書, 探討科學家如何探究動物的繁殖行為, 提出三個代表: 珍古德對黑猩猩的田野觀察(胎生)、法布爾探討狼蛛的繁殖(卵生)、勞倫茲研究太陽魚的繁殖行為(卵生), [進行六週的相關教學](#)。將科學家故事繪本電子書的教學活動編製整理如表 1 所示。

表 1 科學家故事繪本電子書的教學活動編製

課程綱要之 分段能力指標	動物繁殖行為 之教材分析	概念認知陳述	科學家故事繪本 電子書內容說明
	活動一：動物的繁殖行為		
2-3-2-3 知道動物求偶、繁殖和育兒等行為。	1.知道動物會有求偶、繁殖和育兒行為。	1.能運用觀察能力觀察動物的求偶、繁殖和育兒等行為。	1.引導學生瞭解科學家如何研究動物的繁殖行為。
3-3-0-4 「以新觀點來看舊資料」或「以新資料檢視舊資料」, 可發現出新問題。	2.知道不同動物有不同的求偶和哺育的行為。 3.能知道動物求偶和哺育都是為繁衍下一代。		2.學習到不同動物有不同的求偶方式與育幼行為。
	活動二：動物的繁殖方式		
3-2-0-2 察覺只要實驗的情況相同, 產生的結果會很相近。	1.知道有些動物是胎生, 有些動物是卵生。	2.能運用觀察做出假設、進而實驗、解釋而驗證之。	3.學習到卵生與胎生動物的繁殖方式
5-3-1-3 相信現象的變化有其原因, 要獲得什麼結果, 需營造什麼變因	2.瞭解卵生動物由卵孵化而成, 養分由卵供應。 3.瞭解胎生動物在母體內孵化而成, 養分由胎盤供應。		4.三位科學家如何從事田野觀察或做實驗, 驗證自己的假設, 並提出合理的解釋。
	活動三：父母和子女		
2-3-2-3 發現親代與子代之間有其相似性, 但也有不同。	1.知道生物親代和子代之間有其相似性, 也有不同處。	5.因懷疑產生好奇, 進而設計實驗加以驗證。	5.插圖呈現出親子代之間的相似處及不同處。

(三)研究對象

本研究以學生的語文能力和自然與生活科技成績為篩選的標準，挑選台北縣永和市大型 W 國小六年級學生，利用中華國語文能力測驗(林寶貴、楊慧敏和許秀英，1995)將四個班級進行隨機分配，分成實驗組與對照組各兩班進行單因子變異數分析， $p=0.735$ 未達顯著性為同質性，再配合兩組學生自然與生活科技上學期期末成績作篩選，選出兩班為實驗組(67人)，兩班為對照組(66人)；四個班級的自然與生活科技教師為同一人，所接受的自然與生活科技教科書相同。

(四)研究工具

科學本質觀問卷(簡稱NSS)

本問卷修改自林陳涌(1996)的「了解科學本質量表」，分為科學方法、科學知識與科學事業等三個分量，從中挑選出適合國小六年級學生，改編成45題，24題為正向題，21題為反向題；為避免學生勾選過多「沒意見」選項，將Liker五點量表取消「沒意見」選項，成為四點量表。本問卷由8位六年級學生閱讀修改，完成表面效度；再由1位生物博士的台大教授、1位科教博士的師大教授及1位任教16年之資深國小教師完成內容效度。本問卷以台北縣六年級七個班級的有效樣本234位完成測試，檢驗內部一致性信度Cronbach α 值為0.8167。

(五)資料之蒐集與處理

包括科學本質觀問卷(NSS)、繪本小書、課室觀察與學生晤談等資料，彙整所有資料做分析。本研究使用「獨立樣本單因子共變數分析」，對NSS前、後測成績做比較分析，輔以繪本小書、課室觀察與學生晤談資料做詮釋分析。

四、研究結果與討論

(一)NSS總量表與分量表共變數分析

1.組內迴歸係數同質性檢定

在進行單因子共變數分析前，先探討實驗組和對照組樣本的變異情形是否相同，以Levene法進行各樣本變異數同質性檢定，得知NSS總量表與3個分量表的組內迴歸係數同質性考驗的結果，F值各為3.378、4.913、2.004、0.105， $p=0.068$ 、 0.028 、 0.159 、 0.747 ，表示NSS總量表、科學知識的本質和科學事業的本質等分量表未達顯著差異，可用單因子共變數分析；科學方法的本質分量表則前測為異質性，採詹森-內曼(Johnson-Neyman)法做分析。

2、獨立樣本單因子共變數分析

經過NSS後測後，實驗組學生平均得分為147.97分，對照組學生平均得分為137.25分；為瞭解實驗組和對照組學生NSS之後測成績是否具有顯著差異，做NSS後測之組間效應項的檢定，整理其摘要如表2所示。

表 2 兩組 NSS 總量表與分量表後測之組間效應項的檢定

分量表	來源	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
總量表 後測	前測	1	2157.985	18.463	0.000**
	組間	1	3774.465	32.293	0.000**
	誤差	130	116.882		
科學知識的 本質分量表	前測	1	100.850	6.451	0.012*
	組間	1	469.142	30.007	0.000**
	誤差	130	15.634		
科學事業的 本質分量表	前測	1	396.415	18.468	0.000**
	組間	1	373.309	17.319	0.000**
	誤差	130	21.456		

**p<.01, *p<.05

由表 2 表示，顯示由學生 NSS 總量表與分量表的前測成績去預測後測成績達顯著，具有解釋力。其次，由總量表和分量表因子之 $F=32.293、30.007、17.319$ ($p<0.01$)，顯示兩組學生是否進行科學家故事繪本電子書教學，對總量表、科學知識的本質、科學事業的本質 2 分量表具有顯著的差異，即接受科學家故事繪本電子書教學的實驗組學生獲得較多的科學本質。

3、詹森-內曼 (Johnson-Neyman) 法

使用詹森-內曼 (Johnson-Neyman) 法求出實驗組與對照組的科學方法的本質分量表，迴歸係數同質性考驗相關數據，整理如表 3 和圖 1 所示。

表 3 科學方法的本質同質性考驗相關數據

組別	SSw(xj)	SSw(yj)	SPwj	df	SS ² w(Yj)	df	bwj	awj
實驗組	1062.45	808.99	12.43	66	808.84	65	0.01	48.47
對照組	1103.53	1793.76	466.85	65	1596.26	64	0.42	25.75

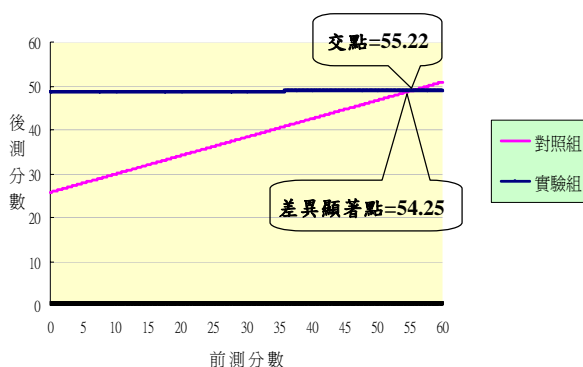


圖 1 組內迴歸線的相交點和差異顯著點

由表 3 可知實驗組與對照組的組內迴歸線，圖 1 可知實驗組與對照組兩迴歸線相交於科學方法的本質分量表前測得分 55.22 分處，可知在此點兩組的教學是無差異的。求出差異顯著點位於前測得分 54.25 分以下，實驗組較優於對照組，實驗組在此分量表的前測平均得分為 45.56 分，故對於科學方法的本質分量表，實驗組優於對照組。

(二)提升學生科學的本質之詮釋性分析

1. 科學家故事繪本電子書將科學家實驗的過程以插圖、動畫具體呈現，有助於學生「科學本質」的學習。

實驗組學生在科學實驗的討論過程中，運用繪本電子書插圖所呈現的動畫圖像，針對實驗做出假設與解釋，較少以擬人化方式來發表；對照組學生透過聽故事的方式做科學本質的學習，在針對實驗做討論時，學生常以自己日常生活中由卡通與電影中所見的擬人化情節加入討論。

2. 繪本電子書呈現觀察、假設、實驗、解釋與驗證技巧，提供學生學習

實驗組學生會針對自己發現的問題提出疑問，經由師生討論下，學生能獨立發表相關科學技能的技巧；對照組學生，在教師提問時，學生對於問題的解釋是以自我的想法回答。佐證資料如表 4 所示。

表 4 兩組學生在課室觀察之佐證資料

實驗組	對照組
T：法布爾如何將狼蛛的孩子作對調呢？	T：法布爾針對兩隻背卵囊的雌狼蛛如何做實驗？
S15：他是用鑷子將連接在一起的小狼蛛，掀下即可。而且有些小蜘蛛掉下，母蜘蛛仍沒有感覺。	S09：用手拿起卵囊來做實驗。
S32：老師，那法布爾有沒有拿其他昆蟲的卵來試試狼蛛的反應呢？	T：老師說過狼蛛有毒，這樣的動作會不會太危險了！
T：法布爾並沒有做這個實驗，但這個實驗可以嘗試看看的。（課室 941116）	S25：放東西啊！
	T：用什麼東西放呢？
	S12：用夾子。（課室 941121）

3. 繪本小書能反應學生對於科學本質的學習

實驗組學生能將科學家故事繪本電子書中，透過視覺影像所學到的科學技能，如：觀察、假設、實驗、解釋、驗證等，運用於繪本小書寫作中。對照組學生呈現這方面的能力較不足。

本研究發現科學家故事繪本電子書的教學，能提昇學生對科學本質的學習，科學史融入教學，能使學生經歷科學家面對問題時的思考或實驗探究的歷程，有助於學生領悟解決問題的方法、瞭解科學家的創造的過程、理解知識的內涵，並協助他們更了解科學的本質（Matthews, 1994；洪振方，1997；許良榮、李英田，1995；傅麗玉，1996）。

五、結論與建議

(一)結論

接受科學家故事繪本電子書教學的實驗組學生比接受講述科學家故事教學的對照組，獲得較多的科學本質，包含三個分量：科學方法、科學知識與科學事業的本質都是。科學家故事繪本電子書將科學家實驗的過程以插圖、動畫具體呈現，並提供科學家觀察、假設、實驗、解釋與驗證技巧，有助於學生「科學本質」的學習，學習成果能反應於繪本小書中。

(二)建議

1. 科學教師能以接近學生生活層面的素材來教學，適時鼓勵學生發表己見，引導學

生針對科學家實驗提出適當的批判思考。2.選擇可融入的單元，配合能力指標和學生的年齡與興趣，編寫科學史故事繪本電子書。3.繪本電子書可多增加科學家的實驗情節，或採用台灣現代的科學家、有質疑性的科學家實驗過程為故事材料，以培養學生邏輯推理、批判與思考能力。

誌謝

本研究能夠順利完成，首先要感謝行政院國家科學委員會的經費支持(NSC 95-2511-S-152-002)；其次，感謝國小個案教師的支援教學，台北縣某國小四個班級學生的配合；最後，感謝本研究群的辛苦參與，幫忙建立質性資料的詮釋性分析。

參考文獻：

- 林陳涌 (1996)。「瞭解科學本質量表」之發展與效化。*科學教育學刊*, 4(1), 31-58。
- 洪振方 (1997)。科學史融入科學教學之探討。*高雄師大學報*, 8, 233-246。
- 侯志洋、許良榮 (2001)。國小自然科教師對科學史教學的態度之初探研究。*科學教育月刊*, 242, 2-12。
- 盧秀琴、石佩真、蔡春微 (2006)。融入國小自然與生活科技領域的繪本電子書之製作與應用。*國立台北教育大學學報*, 19(2)1-23。
- Collins, A. & Brown, J. S. (1982). The Computer as a tool for learning through reflection. In H. Mandl & Lesgold (Eds). *Learning issues for Intelligent Tutoring Systems*, 10-18.
- Doty, D. E., Popplewell, S. R., & Byers, G. O. (2001). Interactive CD-ROM storybooks and young readers' reading comprehension. *Journal of Research on Computing in Education*, 33(4), 374-384.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conception of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.
- Matthews, M. R. (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 161-174.