

# 國小自然與生活科技教科書中科學史內容的分析研究

呂紹海、巫俊明

新竹縣關西國民小學、國立新竹教育大學

[li.shaohi@msa.hinet.net](mailto:li.shaohi@msa.hinet.net)、[jmwu@mail.nhcue.edu.tw](mailto:jmwu@mail.nhcue.edu.tw)

## 摘要

本研究以內容分析法分析目前國內四個主要版本國小自然與生活科技教科書中的科學史內容。除針對歷史資訊的版面面積及個數以尺及 Leite(2002)所發展的檢核表進行量化分析外，亦針對科學史的內容輔以質性分析。結果顯示：國小自然與生活科技教科書中的歷史資訊之版面面積明顯偏低，且大都是簡略的科學家傳記資料，對科學的動態發展過程很少描述。多數歷史資訊是以科學及技學為背景，定位則屬於必讀或補充教材均有，但大都沒有提供任何相關的學習活動。因此，目前國內四個主要版本國小自然與生活科技教科書中的科學史內容幾乎無法提供學生適當的科學意像及科學本質觀。

關鍵詞：內容分析法、自然與生活科技、科學史

## 一、研究背景與目的

自 1980 年代末期以來，將科學史融入科學課程已成為許多國家科學教育的趨勢 (Matthews, 1994)。在這股科學教育風潮下，我國九年一貫課程綱要中，也明確指出自然與生活科技領域課程應在適當的教材上，介紹中國及西方科學家（例如李時珍、孟德爾等）的研究活動，讓學生透過科學發現的過程，了解科學實驗與理論間的關係（教育部，2003）。這是國內科學課程首次將科學史納入課程綱要中，顯示我國的科學教育與世界各國同樣重視科學史在科學教學中所扮演的角色與功能。

科學史在科學教學的功能受到許多學者的肯定。例如 Solomon 等(1992)認為科學史可幫助學生了解科學、社會與文化之間的交互用。Matthews(1994)認為科學史就是科學方法的嬗變史，因此可使學生瞭解更豐富的科學方法。Garrison 和 Lawwill(1993)則認為科學史有助於學生了解科學是動態演變的過程。國內學者洪振方(1998)也指出藉由探討科學概念的發展與精緻化的過程，可使學生更了解科學概念之間的關連性。而傅麗玉(1996)認為教師可利用兒童科學概念的發展過程與科學理論發展平行的特質，設計教學以協助學生進行概念改變。不過，也有學者提出不同的看法，例如 Brush(1989)與 Steiner(1976)一致認為零散或片斷的科學史(只重視日期、人物及事件本身)，無法具體呈現真實科學發展的脈絡，因此無法增進學生對科學本質的了解。Klein(1972)也認為教師或教科書編者經常選取與重組科學史素材，使科學知識看起來好像有一套標準(即合乎邏輯)的發展順序，由於只專注於對目前科學知識的形成有貢獻的部份，因此實際上所提供的是經過扭曲的科學發展過程，有可能使學生產生刻板的科學或科學家意像。Klein 甚至認為與其用這種不好的科學史，他寧願完全不用科學史。

根據傅麗玉(2000)針對國內外七個地區國小自然科教科書所呈現的科技史內容之分析，台灣國小自然科教科書所呈現的科技史並不多，但卻存在相當多的問題，例如故事內容幾乎都著重描述西方的科學家或是敘述科學家的年少時期時總是將科學家描述成從小就異於常人等。而陳意升(2004)分析國內四個主要版本自然教科書(八十二年版)所融入的科學史內容，也發現教科書中的故事經常過度簡化或省略科學研究的真實發展過程，因此呈現的是一種去脈絡的邏輯式發展過程。陳意升認為這樣的故事不僅無助於學生學習科學，甚至有可能使學生形成扭曲的科學本質觀。

九年一貫課程實施後，國內自然與生活科技教科書的確加入了許多的科學史，但這些科學史的內容尚未有研究進行深入的分析。因此，本研究的主要目的是分析目前國內四個主要版本國小自然與生活科技教科書中的科學史內容，以提供國小教師、教科書編者及科教學者選編教科書或研究之參考。本研究的待答問題如下：

- (一) 國小自然與生活科技教科書中科學史內容的版面面積百分比為何？
- (二) 國小自然與生活科技教科書中科學史內容的類型、組織、素材及背景為何？
- (三) 國小自然與生活科技教科書中科學史內容的定位及學習活動的安排方式為何？
- (四) 國小自然與生活科技教科書中科學史內容的內部一致性及參考資料類型為何？
- (五) 國小自然與生活科技教科書中科學史內容所呈現的科學方法、科學家幼年、人格特質及工作態度、外在社會與文化對科學的影響、科學家年代、性別差異及地域分布為何？

## 二、研究方法

本研究採內容分析法，除針對歷史資訊的版面面積及個數進行量化分析外，亦針對科學史的內容輔以質性分析。研究對象是九十四學年度國小南一、康軒、翰林及牛頓等四個版本，三至六年級自然與生活科技教科書(包括課本與習作)，共 64 冊。

量化分析方面，待答問題(一)之版面面積是用尺實際測量，待答問題(二)~(四)各類目之分析則依據 Leite(2002)所發展與效化的「科學教科書科學史內容分析檢核表」(如表 1)(在本文最後一頁)進行。Leite 發展此檢核表時，曾參考許多學者分析教科書科學史內容時所用的問題或題目及科學課程融入科學史的理論架構(如：有關科學史的內容與素材、使用科學史的利與弊、科學史內容的重要性等)，經多次試用與修正後，正式檢核表包含八個主類目：(1)歷史資訊的類型與組織；(2)呈現歷史資訊的素材；(3)歷史資訊的背景；(4)歷史資訊的正確度與精確度；(5)歷史資訊的定位；(6)科學史的學習活動；(7)歷史資訊的內部一致性；(8)歷史資訊的參考書目類型。不過，雖然歷史資訊是否正確是很重要的類目，但由於分析時需要許多領域(如物理、化學、生物、地科、天文等)的科學史專業素養，同時也很花時間，所以本研究分析時並未列入此類目。分析單位方面，次類目 1-2(科學演進)、5-1(科學史內容在科學教學和學習中所扮演的角色)及 5-2(對象)是以歷史資訊所呈現的主要觀念、物理定律及科技儀器之演進為分析單位。主類目 7(歷史資訊的內部一致性)及 8(歷史資訊的參考書目類型)之所有次類目均以「冊」為分析單位。其餘之次類目都是以「單個」歷史資訊為分析之單位。至於待答問題(五)則依據傅麗玉(2001)之方式進行質性分析。

信度方面，在正式分析前，研究者邀請兩位資深國小自然與生活科技教師擔任編碼員，三人分別針對翰林版第五冊教科書(邀請之編碼員採用翰林版教科書，同時第五冊

有較多的科學史內容)進行同意度的檢定(楊孝滌, 1989), 結果得到編碼員信度為 0.96。此外, 研究者也進行研究者信度之檢定, 結果為 0.92。

### 三、結果與討論

#### (一)歷史資訊的版面面積百分比

四個主要版本國小自然與生活科技教科書中歷史資訊的版面面積百分比如表 2。百分比最大的是康軒版(1.171), 最小的是翰林版(0.351)。根據陳勇志等(1998), 國中理化教科書(力學部份)歷史資訊的版面面積百分比為 2.99, 顯然國小自然與生活科技教科書中的歷史資訊的版面面積百分比國中小。若將版面面積百分比乘上教科書(課本+習作)之總頁數, 可得到歷史資訊的頁數, 結果南一版為 4.63 頁(總頁數 838), 翰林版為 2.89 頁(總頁數 824), 康軒版為 10.49 頁(總頁數 896), 牛頓版為 5.51 頁(總頁數 908)。因此四個主要版本國小自然與生活科技教科書中的歷史資訊之版面面積百分比明顯偏低。

表 2 四個主要版本教科書(課本+習作)歷史資訊的版面面積百分比

版本	歷史資訊的版面面積百分比		
	文字	圖片	合計
南一版	0.206	0.346	0.552
翰林版	0.221	0.130	0.351
康軒版	0.731	0.440	1.171
牛頓版	0.538	0.069	0.607

#### (二)歷史資訊的類型和組織

四個主要版本國小自然與生活科技教科書中歷史資訊的類型和組織如表 3。屬於「科學家」次類目的歷史資訊以康軒版最多(46 個), 不過大都是簡略的科學家傳記資料。四個主要版本描述「科學家特質」的歷史資訊均不多, 其中牛頓版有 4 個, 全部都將科學家描述成「著名的/天才」。屬於「科學演進」次類目的歷史資訊以牛頓版最多(53 個), 至於科學演進的類型, 牛頓、康軒與南一版以「線性與直截了當」者較多, 翰林版則以「描述一個科學發現」較多, 屬於「真實的演進」的歷史資訊相對較少, 只有康軒及牛頓版各有一個。針對科學演進的貢獻者, 四個主要版本都以「個別科學家」為最多。

表 3 四個主要版本教科書(課本+習作)歷史資訊的類型和組織

次類目	明細	個數				
		南一	翰林	康軒	牛頓	
科學家	科學家的一生	傳記資料	3	7	39	4
		個人特質	1	3	5	5
		插曲/軼事	-	1	1	-
科學家特質	著名的/天才	1	1	-	4	
	平凡的	-	1	1	-	
科學演進	演進的類型	提及一個科學發現	2	1	2	5
		描述一個科學發現	1	5	2	5
		提及不連續的時期	-	-	1	5
		線性與直截了當	3	2	3	8
		真實的演進	-	-	1	1
	貢獻者	個別科學家	4	6	9	24
一群科學家		-	2	-	4	
科學社群		-	-	1	1	

#### (三)歷史資訊的素材

四個主要版本國小自然與生活科技教科書編者用以呈現歷史資訊的素材如表 4。南一版編者使用較多的素材是「機器、實驗設備等的圖片」及「教科書作者(們)所寫的文本」。翰林版編者使用較多的是「科學家的照片、畫像」及「教科書作者(們)所寫的文本」。

康軒版編者則以「教科書作者(們)所寫的本」及「其它」為主要素材。牛頓版編者只有使用「教科書作者(們)所寫的本」及「其它」。四個版本的編者均沒有使用「原始文件/文本」及「二手資料」作為呈現歷史資訊的素材，而「歷史性的實驗」也只有南一版有一個。

表 4 四個主要版本教科書(課本+習作)編者用以呈現歷史資訊的素材

呈現歷史資訊的素材	個數			
	南一	翰林	康軒	牛頓
科學家的照片、畫像	1	7	4	-
機器、實驗設備等的圖片	4	2	2	-
原始文件/文本	-	-	-	-
歷史性的實驗	1	-	-	-
二手資料	-	-	-	-
教科書作者(們)所寫的本	3	6	7	8
其它	2	1	7	3

#### (四)教科書中歷史資訊的背景

四個版本國小自然與生活科技教科書均有以科學及技學為背景的歷史資訊(如表 5)，但沒有一個版本使用社會與政治背景。僅康軒版有一個以宗教為背景的歷史資訊。

表 5 四個主要版本教科書(課本+習作)歷史資訊的背景

歷史資訊的背景	歷史資訊的個數			
	南一	翰林	康軒	牛頓
科學的	2	4	7	15
技學的	3	5	3	7
社會的	-	-	-	-
政治的	-	-	-	-
宗教的	-	-	1	-

#### (五)歷史資訊的定位及科學史學習活動的安排方式

康軒版所有歷史資訊均定位為基本的(如表 6)，即學生必須研讀的內容。南一、翰林及牛頓版則基本的與補充的均有，其中牛頓版的歷史資訊多數屬補充教材。四個版本教科書都沒有提供只給頂尖學生學習的歷史資訊。此外，翰林、康軒及牛頓版沒有提供任何有關科學史的學習活動，只有南一版安排了一個強制的、一般的歷史性實驗。

表 6 四個主要版本教科書(課本+習作)歷史資訊的定位

次主題	說明	教科書版本			
		南一	翰林	康軒	牛頓
科學史內容在科學教學和學習中所扮演的角色	基本的	5	4	9	6
	補充的	2	4	-	18
	所有學生	5	4	9	6
對象	頂尖的學生	-	-	-	-
	自願者	2	4	-	18

#### (六)歷史資訊的內部一致性及參考資料類型

四個版本國小自然與生活科技教科書均是在某些章節中融入一些歷史資訊，且各版本教科書對歷史資訊的安排，除南一版有一部份被安排在課文中外，其餘版本都是將歷史資訊安排在課文外或獨立的小框框中。因此四個版本歷史資訊的內部一致性均屬於異質性的「某些章節包含一些歷史的參考資料」(如表 7)。至於歷史資訊的參考資料，四個版本提供的均是「有歷史資訊的科學書籍」及「網頁資料」，完全沒有「科學史書籍」。

表 7 四個主要版本教科書(課本+習作)歷史資訊的內部一致性分析表

次主題	說明	教科書版本			
		南一	翰林	康軒	牛頓
同質的(各章都有同種類的歷史資訊和結合方式)		-	-	-	-
異質性的	有些章是根據史實組織而成的	-	-	-	-
	有些章有根據史實組織而成的節	-	-	-	-
	某些章有不只一節的科學史	-	-	-	-
	某些章節包含一些歷史的參考資料	✓	✓	✓	✓
	章和/或節都沒有歷史資訊	-	-	-	-

#### (七)教科書中科學史內容所呈現的科學方法

由於四個版本教科書中的歷史資訊對於科學演進的描述多數均屬 Leite(2002)檢核表中的「提及一個科學發現」、「描述一個科學發現」及「線性與直截了當」，因此呈現的科學方法也大致反映了一般常見的刻板意像。例如波義耳「意外發現」紫羅蘭花瓣變紅(翰林課本第 5 冊, p.67)、李時珍「經由採集、觀察、比較、分析、實驗等功夫」完成本草綱目(牛頓課本第 5 冊, p.39)等。對於科學觀察是理論蘊含或科學家在研究過程中的創意、想像成份等均很少提及。

#### (八)教科書中科學史內容所呈現的科學家幼年、人格特質及工作態度

四個版本教科書所描述的科學家幼年及人格特質之描述並不多，但大致都屬於一般常見的刻板意像。例如從小就對科學有濃厚的興趣、擅長發明東西、喜愛大自然、熱衷科學實驗與機械研究、熱衷觀察、具敏銳的觀察力等，或研究時堅忍不拔、鍥而不捨、努力不懈、治學嚴謹等，教科書中將科學家描述成一般人的例子很少，少數中的一個例子是「牛頓小時候並不優秀，甚至還曾因為回答不出簡單的數學題目，而遭到同學的嘲笑」(康軒課本第 3 冊, p.52)。

#### (九)教科書中科學史內容所呈現外在社會與文化對科學的影響

四個版本教科書中，有呈現科學受到外在社會與文化影響的只有一個～「••他認為哥白尼的想法是正確的，於是到處公開發表演說。可是，羅馬教會為了維護權威，卻將他軟禁在家中，並且不准他公開發表自己的研究。」(康軒課本第 6 冊, p.22)。

#### (十)教科書中科學史內容所呈現科學家的性別差異及地域分布

四個版本教科書的科學史內容中，所提及的人物大部分都是歐美科學家(南一 2 個；翰林 7 個；康軒 15 個；牛頓 19 個)，中國或台灣的科學家相對較少(南一 0 個；翰林 1 個；康軒 3 個；牛頓 4 個)，女性科學家則四個版本都完全沒有提及。

### 四、結論與建議

綜合上述的結果與討論，可得到以下之結論。國小自然與生活科技教科書中：

- (一) 歷史資訊之版面面積百分比明顯偏低。
- (二) 歷史資訊大都是簡略的科學家傳記資料，對於科學的動態發展過程很少描述。
- (三) 編者用以呈現歷史資訊的素材以科學家的照片、畫像、機器、實驗設備的圖片及教科書作者(們)所寫的本為主。
- (四) 歷史資訊大都以科學及技學為背景，以宗教為背景的歷史資訊很少，以社會與政治為背景的歷史資訊則完全沒有。
- (五) 歷史資訊的定位屬於基本與補充的均有，但大都沒有提供任何相關的學習活動。
- (六) 歷史資訊的內部一致性均屬於異質性的「某些章節包含一些歷史的參考資料」，所提供的參考資料都是「有歷史資訊的科學書籍」及網頁資料，完全沒有科學史書籍。
- (七) 科學史內容所呈現的科學方法、科學家幼年、人格特質及工作態度，大致都屬於一般常見的刻板意像。對於觀察是理論蘊含、科學家在研究過程中的創意成份、外在社會與文化對科學的影響等均很少描述。此外，大部分提到的人物都是歐美科學家，中國或台灣的科學家相對較少，女性科學家則完全沒有提及。

針對目前四個主要版本國小自然與生活科技教科書，有以下建議：

- (一) 應增加歷史資訊的版面面積及數量。
- (二) 教科書作者編輯科學史時，應審慎考量科學課程融入科學史的理論架構，並能妥切地安排，方有可能呈現好的科學史內容，如此學生才不會因而產生刻板的科學、科學家意像，甚至形成扭曲的科學本質觀。
- (三) 教科書應將適當數量的科學史內容列為學生必須研讀的內容，並提供相關的學習活動，如此所融入的科學史內容才能達到九年一貫課程納入科學史所要達成的目標。

## 五、參考文獻

- 傅麗玉 (2000)：國小自然科學教科書中科史材料之呈現：以七個地區的國小自然科學教科書為例,第五屆科學史研討會論文集,台北:中央研究院科學史委員會。
- 傅麗玉 (2001)：兒童科技史：台灣兒童讀物中科技史材料之研究,科學教育學刊,第九卷第四期,417-434
- Leite, L.(2002). History of Science in Science Education : Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks, Science & Education 11 : 333-359

表 1 科學教科書科學史內容分析檢核表

主類目	次類目		
1. 歷史資訊的類型和組織	1-1 科學家	1-1-1 科學家的一生	1-1-1-1 傳記資料 (至少有名字, 出生和死亡的年代)
			1-1-1-2 個人的特質 (感情, 性格, 心境等)
			1-1-1-3 插曲/軼事 (與...結婚, 被...斬首)
		1-1-2 科學家特質	1-1-2-1 著名的/天才 (聰明的, 機靈的, 最重要的...)
			1-1-2-2 平凡的 (考試失敗, 為了生存需要工作)
			1-2 科學演進
	1-2-1-2 描述一個科學發現 (描述某個發現的事件)		
	1-2-1-3 提及不連續的時期 (兩個或更多的時期/提及彼此沒有關聯的發現)		
	1-2-1-4 線性與直截了當 (一個接著一個時期且彼此有關, 維持一定發展方向)		
	1-2-1-5 真實的演進 (在不同意見間來回變動, 包括爭議等)		
	1-2-2 貢獻者	1-2-2-1 個別科學家 (單獨一個人研究進而發現)	
		1-2-2-2 一群科學家 (兩個或多個知名的科學家為相同的目的一起研究)	
		1-2-2-3 科學社群 (當時的科學家都要為發生的事件負責)	
2. 歷史資訊的素材	2-1 科學家的照片、畫像		
	2-2 機器、實驗設備等的圖片(過去科學家曾使用過或發現的)		
	2-3 原始文件/文本 (科學家自己創作/書寫; 它們可能是翻譯的)		
	2-4 歷史性的實驗 (過去科學家曾經做過或有貢獻的實驗)		
	2-5 二手資料 (不是科學家/教科書作者所繪製的文本、模型、設備圖畫)		
	2-6 教科書作者(們)所寫的文本 (針對某一主題/科學家的小品文; 簡略的傳記資料不算是文本)		
	2-7 其它 (例如, 郵票, 詩、畫)		
3. 歷史資訊的正確性			
4. 歷史資訊的背景	4-1 科學的 (歷史資訊與目前可取得及/或尚欠缺的科學和數學知識有關)		
	4-2 技學的 (歷史資訊與目前可取得及/或尚欠缺的技學有關)		
	4-3 社會的 (歷史資訊與當時生活的條件和認同的價值觀有關)		
	4-4 政治的 (歷史資訊與當時的政治有關)		
	4-5 宗教的 (歷史資訊與當時的宗教信仰有關)		
5. 歷史資訊	5-1 科學史內容在科	5-1-1 基本的 (必須研讀的內容)	

主類目	次類目	
訊的定位	學教學和學習中所扮演的角色	5-1-2 補充的 (選讀的內容, 至少對某些學生)
		5-2 對象
	5-2 對象	5-2-1 所有學生 (當它的地位屬於基本的)
		5-2-2 頂尖的學生 (當作者認為它扮演補充的角色)
5-2-3 自願者 (當作者認為它是選讀的或放在本文之外的小框框中)		
6. 科學史學習活動的安排	6-1 活動地位	6-1-1 強制的 (假設全部學生都要做)
		6-1-2 自由的 (針對自願者)
	6-2 活動的程度	6-2-1 一般的 (沒有提到目的或難度)
		6-2-2 加深的 (認為活動可以促進更進一步的學習)
	6-3 活動的類型	6-3-1 導讀 (由科學史文本上的問題所組成)
		6-3-2 書目搜尋 (要求尋找科學史資訊並寫一篇短文)
		6-3-3 分析歷史資料 (分析過去科學家所得到的資料)
		6-3-4 做歷史性的實驗 (要求重覆科學家曾做過的實驗)
		6-3-5 其它 (例如, 記憶資訊)
	7. 歷史資訊的內部一致性	7-1 同質的 (各章都有同種類的歷史資訊和結合方式)
7-2 異質性的		7-2-1 有些章是根據史實組織而成的
		7-2-2 有些章有根據史實組織而成的節
		7-2-3 某些章有不只一節的科學史
		7-2-4 某些章節包含一些歷史的參考資料
		7-2-5 章和/或節都沒有歷史資訊
8. 歷史資訊的參考書目	8-1 科學史書籍	
	8-8 有歷史資訊的科學書籍 (雖然不是科學史書籍)	