



# 國小「自然與生活科技」教科書中科學史 內容之分析

呂紹海\* 巫俊明\*\*

## 摘要

本研究旨在分析目前國內四個主要版本之國小自然與生活科技教科書（南一、康軒、翰林及牛頓）中的科學史內容。為兼顧分析之廣度及完整性，因此採用Leite於2002年所發展的科學教科書科學史內容分析檢核表做為分析之主要依據。結果顯示：目前國小「自然與生活科技」教科書中的科學史內容以簡略的傳記資料、科學發現或簡化（線性與直接）的科學演進過程為主，很少呈現科學家的人性面、科學概念或儀器的真實發展過程及其政治、社會或宗教的背景，加上多數的歷史資訊被定位為補充內容，讓學生自由選讀，同時很少安排閱讀以外的學習活動，以引導學生思考或探討科學史背後所蘊含的豐富內涵，因此幾乎無法達成課程大綱「使學生得以藉助科學發現過程之了解，體會科學本質及科學探究的方法和精神」之目的。

**關鍵詞：自然與生活科技、科學史、教科書、內容分析**

責任編輯：蘇錦麗

投稿日期：2008年9月8日，2008年11月24日修改完畢，2008年12月3日通過採用

\* 呂紹海，新竹縣立關西國民小學總務主任，E-mail: li.shaohi@msa.hinet.net

\*\* 巫俊明，國立新竹教育大學應用科學系副教授，E-mail: jmwu@mail.nhcue.edu.tw



## 壹、緒論

根據第三屆國際數學及科學研究（the Third International Mathematics and Science Study, TIMSS）針對四十一個國家的研究發現，幾乎全世界的教師都以教科書作為科學教學的指引，同時科學教師每週約有50%的時間是依據教科書進行教學（Beaton, Martin, Mullis, Gonzalez, Smith, & Kelly, 1996）。顯然，即使學者持續呼籲科學科目應擺脫以教科書為中心的教學方式，科學教科書對於科學教學的內容、方式與步驟仍有很大的影響力。

一般而言，科學教科書的內容大都包含自然現象／概念的討論、實驗／探究活動及生活應用的例子等，這些教學的資源理應反映當代科學教育所強調的目標。1980年代末期所啟動的科教改革主要的目標是提昇全民的科學素養，Matthews（1994：32-33）指出一個具有科學素養的人除必須瞭解基本的科學概念、領會科學方法的本質、應用科學知識於日常生活及體認科學—技學—社會間的交互作用外，還需「瞭解一部分的科學史」第。Hodson（2006）在廣泛回顧過去50年探討科學素養的文獻後，發現學者們對於科學素養的定義雖不盡相同，但普遍具有共識的要素之一是瞭解科學史，Hodson並具體建議學校的科學課程應該包括科學主要想法的演進歷史。事實上自1980年代末期以來，將科學史納入科學課程已成為許多國家科學教育的趨勢（Matthews, 1994），例如美國科學促進會（American Association for the Advancement of Science, 簡稱AAAS）所提出的「全民科學」（Science for All Americans）將「歷史觀點」（Historical Perspectives）列入其第十章（AAAS, 1989）。我國九年一貫課程綱要「自然與生活科技」學習領域的實施要點中，也明確建議在教材選編時，「可融入科學發現過程的史實資料，使學生得以藉助科學發現過程之了解，體會科學本質及科學探究的方法與精神」（教育部，2003：50）。此外，在教材內容細目（次主題520「科學的發展」）中，也希望教師能「在適當時機，介紹科學家的研究事蹟」及「在適當的教材上，介紹科學發現的過程以了解科學中實驗與理論間的關係」等（教育部，2003：78）。

但我們不能天真的認為只要有科學史就一定比沒有好（Jevons, 1969）。Brush（1989）指出多數科學教師幾乎或完全沒有接受過科學史或如何在科學教學中應用科學史的課程或研習，因此經常呈現零散與片斷的科學史。這



種只重視日期、人物及事件本身，沒有呈現真實科學發展過程的科學史，對於促進學生的科學本質觀並沒有助益。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分，這種素材實際上所提供的是扭曲的科學發展過程，因此有可能使學生產生刻板的科學或科學家意象。換句話說，科學課程或教科書中科學史內容的種類及使用方式會決定它傳遞給學生的科學及科學家意象（可能是錯誤的）（Milne, 1998; Allchin, 2003）。

傅麗玉（2000）的研究結果顯示，臺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，或者當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。陳意升（2004）也曾分析國內四個主要版本的國小自然科教科書，結果也顯示：教科書所融入的科學史內容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，這樣的故事不僅無助於學生學習科學，甚至有可能使學生產生扭曲的科學本質觀。

九年一貫課程實施後，國小「自然與生活科技」教科書理應如課程大綱所建議，加入比以往更多的科學史。但如果教師普遍缺乏科學史的相關素養，而教學時又非常仰賴教科書，則教師在其科學課程中所使用的科學史內容，極有可能就是來自他／她所選用的教科書。因此，九年一貫「自然與生活科技」教科書中的科學史內容確實有必要進行深入的分析，以瞭解目前教科書所融入的是怎樣的科學史，以及它是否能達成課程所賦予的目標。基於上述的背景與動機，本研究主要目的在於分析目前國內四個主要版本（南一、康軒、翰林及牛頓）之國小「自然與生活科技」教科書中的科學史內容。研究的結果可以提供國小教師運用教科書中科學史內容、科教學者進行教科書分析，以及教科書編者編輯教科書時之參考。

## 貳、文獻探討

### 一、科學史與科學課程

Leite（2002）指出，十九世紀末已有學者試圖在科學課程中介紹一些科學史，甚至發展科學史課程。至二十世紀初，已有部分教師在他／她們的



科學課程中使用科學史 (Sherratt, 1982)，從此開啟將科學史融入科學課程的興趣。科學家及學者開始相信在科學課程中融入科學史不僅可以激勵學生學習科學，還可以啟發學生成為科學的先鋒。但科學史融入科學課程是在1940年代末期Conant在哈佛大學通識教育中引進「科學個案歷史 (History of Science Cases)」之後，才獲得顯著的發展 (Russell, 1981)。Conant認為透過早期科學發展的歷史，學生比較容易瞭解科學的本質 (Conant, 1951)。

在1960年代，同樣服務於哈佛大學的Rutherford、Holton及Watson三人共同發展了一套歷史取向物理課程—「哈佛物理課程計畫 (Harvard Project Physics Course, HPP)」 (Rutherford, Holton, & Watson, 1970)，使得科學史融入科學課程的熱潮達到高鋒。HPP將大量的科學史融入一個完整的物理課程中，主要目的在於呈現物理科學的人性面，以吸引原來不想選修物理課程的學生。不過，當時美國正遭逢蘇聯發射人造衛星進入太空軌道之危機，科學教育的主要目標是培育科學家，以迎頭趕上蘇聯的科學發展，因此另一個由麻省理工學院主導，強調概念架構及培育科學家的物理課程-PSSC (Physical Sciences Study Committee) 廣被採用，之後，生物課程-BSCS (Biological Sciences Curriculum Study)、化學課程-CHEMS (Chemical Education Materials Study) 及小學的ESS (Elementary Science Study)、SAPA (Science-A Process Approach) 等科學課程也陸續誕生，導致歷史取向科學課程 (如HPP等) 並未受到應有的重視 (Matthews, 1994)。

不過，儘管PSSC與BSCS等1960年代的科學課程確實培育了許多優秀的科學家，使美國的科學發展迎頭趕上蘇聯，但這些課程由於過度強調科學概念的架構，同時忽視生活及技學上的應用，導致許多美國高中生對於科學課程的重視程度及修習意願均大幅降低，因此1980年代初期許多研究結果均顯示美國高中畢業生及公民的科學素養明顯不足 (Matthews, 1994)。為解決這個「科學素養」的危機，美國再次進行科學課程的改革，並以提昇全民科學與技學素養為學校科學教育的目標，而「全民科學」也陸續成為英國、加拿大、澳洲及多數其他國家科學教育的主要目標 (Matthews, 1994)。1985年美國科學促進會基於「全民科學」的理念，提出「2061計畫」 (Project 2061) 以全面檢視學校的科學教育，並於1989年發表第一份報告：「全民科學」，明確將科學史列入學校的科學課程，主要的理由是：(1) 如果沒有科學史，有關科學事業如何運作的綜合描述就會缺乏具體的說明例子；



(2) 科學為追求真理而努力不懈的歷史是人類文化珍貴的遺產 (AAAS, 1989)。我國九年一貫「自然與生活科技」領域課程綱要也將「科學發展的過程」納入教材內容要項，並希望教師能「介紹中國及西方科學家（例如李時珍、孟德爾等）的研究活動」、「在適當的教材上，介紹科學發現的過程以了解科學中實驗與理論間的關係」等 (教育部, 2003: 78)。因此，目前國小「自然與生活科技」教科書理應比八十二年版及之前的自然教科書加入較多的科學史內容。

至於將科學史融入科學課程的方式，Matthews (1994) 建議教師可選擇比較有興趣的單元，以外加 (add-on) 的方式將科學史納入科學課程，如 Conant 的科學個案歷史；科學史也可以與整個科學課程相結合 (integrate) (即所有課文均根據史實組織而成)，如「哈佛物理課程計畫」。不過 Leite (2002) 認為，與課程相結合雖然是提供學生瞭解科學本質的最佳方式，但教師必須有足夠的科學史素養才能勝任此種教學，因此 Leite 建議：如果整個科學課程不是根據史實組織而成，則最好的方式是以某個概念或科技器具的真實發展過程讓學生理解科學在各種內在與外在因素下是如何演進的。

## 二、科學史融入科學課程的益處與可能的問題

科學史融入科學課程的益處受到國內外許多學者的肯定。Jones (1989) 認為科學史所描述的科學發展歷程可以讓學生瞭解科學也是一種文化的產物，無法脫離社會、文化、宗教及政治等獨立發展。Matthews (1994) 則強調科學史可以使學生瞭解科學與社會之間的關係，縮小科學與人文的鴻溝。Souque (1987) 指出科學史個案研究 (case study) 可說明科學家在建構科學理論時，在特定的技術背景、概念架構中所選擇的研究方法。巫俊明 (2002) 則認為用歷史取向的方式呈現科學，可以讓學生瞭解科學想法是如何誕生、發展與改變，有助於學生瞭解科學知識的暫時性與不確定性。此外，洪振方 (1998) 指出藉由探討科學概念的發展與精緻化的過程，可使學生更瞭解科學概念間的關連性。Schecker (1992) 也強調科學史可以幫助學生知覺自己的觀念，並提供建構新概念的學習方法。也有學者認為學生對於某些科學概念的發展與科學史相互平行 (如：Driver & Easley, 1978)，而 Wandersee (1986) 的實徵研究結果則支持學生的光合作用概念與科學史上光合作用的概念演變有密切關連。McDonald (1989) 的研究結果也支持



兒童對於「看見」與「顏色」的概念發展與科學史有平行的現象。此外，Sanchez（1989）指出科學史不僅可以幫助教師瞭解科學概念的產生情境，也可以提供教師對於科學概念的學習順序之判準。國內學者傅麗玉（1996）也認為教師可以利用兒童科學概念的發展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的改變。

儘管科學史融入科學課程的益處受到國內外許多學者的肯定，但教學時仍必須考量理論或實務上可能產生的問題。Brush（1989）指出多數科學教師的科學史素養均不足，因此任意地使用科學史教材並不一定對學生有益。教師的科學史素養不足經常導致零散與片斷（Brush, 1989; Steiner, 1976）或「邏輯式」科學發展過程的科學史（Klein, 1972），不僅無法增進學生對科學本質的瞭解，甚至還有可能使學生產生扭曲的科學本質觀。另一個問題是沒有良好的、現成的科學史教材可以提供給教師使用（Hodson, 1986）。由於教材資源的缺乏，學者對科學課程中加入科學史的呼籲，多數均受到漠視。第三個可能的問題是學校科學課程的時間原本就非常有限，大部分的教師對於教完教科書的內容就已感到力不從心，實在沒有時間可以分配給科學史。最後，將科學史納入科學課程可能洩露科學家並不一定是理性或心胸開放的探究者之秘密，可能使原本對科學充滿憧憬的年輕學生因而疏遠科學。這是Brush（1974）以「科學史是否要設定為X級？」（Should the History of Science Be Rated X?）為標題的文章所探討的議題。

上述問題並非絕對無法克服，教師科學史素養不足的問題可藉由修正師資培育課程（增加科學史相關課程）或舉辦工作坊提供教師研習機會來改善；教師有足夠科學史素養後即可自行或共同合作編撰良好的科學史教材；至於時間問題，目前九年一貫課程的理念是「在精不在多」（Less is More），因此教科書的單元數已大幅降低，時間的壓力應比以往減輕許多；至於不良影響的問題，其實科學發現的真實過程經常呈現科學的人性面，有助於學生認識科學家的真實面貌，去除對科學的敵意，因此這個問題有可能轉為正向的優點（巫俊明，2002）。

綜合上述文獻探討，儘管科學史確實有助於學生學習科學（即learning science）與科學的本質（即learning about science），但我們除了必須關注科學教科書中科學史的數量是否足夠外，還必須關注科學教科書中科學史內容的種類及使用方式，因為它會決定傳遞給學生的科學及科學家意象。



### 三、科學教科書中科學史內容之分析

教科書是課程的主要傳遞者 (Apple, 1995)。科學教科書不僅是呈現科學面貌給學生的最主要工具 (Memory & Uhlhorn, 1991)，在科學教學中，教科書也規範了要教的科學內容及教學方式 (Stinner, 2001)。由於學者們的持續呼籲，一般科學教科書雖不至於完全忽視科學史，但許多都只在第一章呈現一些科學史，之後就再也沒有出現 (Brackenridge, 1989)。de Berg (1989) 分析澳洲中學物理及化學教科書各14本，發現其中只有6本物理教科書及4本化學教科書有呈現科學史內容 (多數均非常簡略)，且沒有一本教科書有安排與科學史相關的教學活動。Wang (1998) 分析四本美國1990年代出版的中學物理教科書及1960年代出版的「哈佛物理課程計畫」，發現1990年代美國的中學物理教科書大都融入不少科學史單元，但與「哈佛物理課程計畫」相較，多數的科學史內容都非常淺薄，沒有深入闡述科學家在進行探究時的思考習慣及技能。Narguizian (2002) 利用Wang (1998) 的研究方法分析七本美國的中學生物教科書，發現這些生物教科書與物理教科書一樣，確實融入許多科學史單元，但大都沒有呈現科學的真實發展過程，同時科學家的研究動機、個人特質及當時社會的政治宗教氣氛等均不是關注的議題。

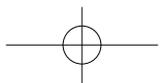
Milne (1998) 檢視許多科學教科書後確認了四種經常出現的科學故事類型，即英雄式 (heroic) (科學的主要貢獻來自一個科學英雄)、發現式 (discovery) (科學知識是無意間偶然發現的)、宣告式 (declarative) (所有的科學知識都可透過觀察得到) 及政治正確式 (politically correct) (嘗試公平地呈現不同文化、性別及種族的人對科學的貢獻)，每一種類型的故事背後都隱含著特定的、有關科學的哲學假設，Milne認為科學教師應深切瞭解這些哲學假設，因為這些假設有可能不符合目前我們對於科學知識的信念及所認同的教學實務。

國內方面，傅麗玉 (2000) 曾針對七個地區 (中華民國、中國大陸、香港、日本、南韓、美國及英國) 的國小自然科學教科書中科學史材料之呈現進行分析，得到的共同特點包括：(1) 故事偏重西方科學家，主角以男性、已過世的科學家居多；(2) 所描繪的科學家都是聰明人、從小就異於常人；(3) 對女性科學家的角色與定位有偏差；(4) 中國古代的科技成就未得到應有重視；(5) 引用的科學史材料錯誤，易誤導教師及學童等。陳



意升（2004）也曾針對1997至2002年間國內四個主要版本第9-12冊國小自然科教科書之科學史內容進行分析，結果發現：（1）教科書常過度簡化甚至省略科學研究或發展的過程；（2）多數故事傳遞科學知識皆可以從觀察得來，忽略科學研究中的創意成分；（3）故事通常只提到最有名的科學家，忽略其他科學家的貢獻；（4）教師手冊並未提供如何進行科學故事融入教學的指引。此外，陳勇志、洪木利和林財庫（1998）針對國中理化教科書力學部分進行科學史內容之分析，結果顯示：民國八十五年國立編譯館主編的國中理化教科書中，科學史所佔的面積百分比只有2.99%，同時多數的科學史內容均非常簡略，除非教師具備豐富的科學史素養能自行補充，否則無法發揮科學史應有的功能。

Leite（2002）發現有些分析科學教科書中科學史內容的研究並沒有使用正式的檢核表（**checklist**），有些則針對部分科學史的議題及教科書的主題（**topic**）擬定開放性問題或細目（**items**）做為分析的依據，但這些問題或細目在深度與廣度上，並沒有包含所有必須考量的類目（**category**）或向度（**dimension**），因此無法進行較深入的比較分析。有鑑於此，他參考許多學者分析教科書科學史內容時所使用的開放性問題、細目及科學史融入科學課程的相關理論架構，發展了一個可以深入及有系統分析科學教科書中科學史內容的檢核表，總共包括八個主要的分析向度：（1）歷史資訊的類型（**type**）與組織方式（**organisation**）；（2）呈現歷史資訊的素材（**materials**）；（3）歷史資訊的正確度（**correctness**）與精確度（**accuracy**）；（4）歷史資訊的背景（**contexts**）；（5）科學史內容的定位（**status**）；（6）科學史的學習活動（**learning activities**）；（7）教科書的內部一致性（**internal consistency**）；（8）科學史的參考書目（**bibliography**）。其中前四個向度聚焦於教科書所包含的歷史資訊；第五及第六個向度則處理教科書賦予歷史資訊的角色；第七個向度與書中歷史資訊的內部一致性有關；第八個向度則關注與科學史相關的參考書目類型。此外，部分類目還有次類目，除可以澄清每一個主類目的意涵外，還有助於增進分析的深度。在多次試用與修正後，Leite（2002）認為這個檢核表不僅在深度與廣度上包含所有必須考量的向度，同時也適用於分析各級學校科學教科書中的科學史內容。





## 參、研究方法

### 一、研究設計理念

本研究旨在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。為兼顧分析之廣度及完整性，因此採用Leite（2002）所發展的科學教科書科學史內容分析檢核表做為分析之主要依據。此外，為了能同時瞭解四個版本教科書中科學史內容的數量與品質，本研究除依據檢核表所提供的類目（或次類目），計算教科書中歷史資訊的個數外，亦針對每個類目（或次類目）以質性方式深入分析教科書中的科學史內容。

### 二、教科書的選取

本研究進行分析的期間是九十四年九月至九十五年六月，因此分析的對象是九十四學年度國小南一、康軒、翰林及牛頓四個版本三至六年級「自然與生活科技」教科書（含習作）（南一書局，2005；康軒文教事業，2005；翰林出版，2005；牛頓教科書，2003）。由於每個版本都分別有8冊課本及8冊習作，因此四個版本總共分析32冊的課本及32冊的習作。

### 三、教科書分析的工具與方式

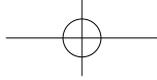
本研究用來分析教科書中科學史內容的主要工具是Leite（2002）所發展的科學教科書科學史內容分析檢核表（如表1）（詳細說明請見文獻探討）。雖然檢核表中主類目3：「歷史資訊的正確度與精確度」是很重要的類目，但由於國小「自然與生活科技」教科書中單元主題涵蓋的領域極為廣泛（包括：物理、化學、生物、地科及天文等），故欲分析教科書中所有歷史資訊的正確度與精確度，不僅需要具備許多領域的科學史專業素養才能勝任，同時還需要許多時間進行考證，所以本研究並未將歷史資訊的正確度與精確度列入分析的類目。至於分析的方式，詳細說明如下（Leite, 2002）：

（一）歷史資訊的類型與組織方式：次類目1-1（科學家）是計算教科書中提及科學家自傳、個人特質或傳說／軼聞的個數。次類目1-2（科學演進）是以某一概念、定律或科技器具為分析單位。演進的類型中，「提及一個科學發現」與「描述一個科學發現」之差異是前者只單純地提及



「甲在哪一年發現乙」，而後者則還包含一些如何發現的細節，但沒有提到之前及之後的發展。其餘三個則都有呈現概念、定律或器具的發展階段。如果階段之間沒有關連，屬於「提及沒有關連的時期」；如果階段之間有線性或直接的相關，屬於「線性與直接」；如果不僅提到數個階段，且有明白說明發展的曲折（即後退與前進[back and forth]）及爭議與外力影響等，則屬於「真實的演進」。最後再重新分析上述所有歷史資訊的貢獻歸屬（個別科學家、一群科學家或科學社群）。至於組織方式（即歷史資訊與課文的結合方式），由於與課文有關，因此只分析課本部分。

- (二) 呈現歷史資訊的素材：以單一歷史資訊（包括：單一照片、畫像、圖片、文件/文本、歷史性實驗或二手資料等）為單位進行分析。但教科書作者針對某一主題或科學家所撰寫的文本，至少須達該頁教科書篇幅的三分之一才會被視為「教科書作者所寫的文本」（次類目2-6）。即如果作者只是提到一個科學發現或簡略描述一個科學發現，將不會被視為是文本。
- (三) 歷史資訊的背景：旨在瞭解教科書所描述的科學發現或概念、定律、科技器具的演進是否與當時已／未具有的科學及技學知識、社會條件、主流文化、政治意識或宗教信仰等有關。因此僅分析具有科學演進背景的歷史資訊（即次類目1-2-1-2至1-2-1-5）。只有「提及一個科學發現」的歷史資訊（1-2-1-1），由於本身並無提供任何背景資料，因此未包括在內。
- (四) 科學史內容的定位：以每一筆科學史內容（即包含內容中所有的照片、畫像、圖片、文件／文本、歷史性實驗及二手資料等歷史資訊）為單位進行分析。如果科學史內容與主要課文結合在一起或教科書明白說明該科學史內容必須研讀，則其角色屬於「基本的」；如果科學史內容放置在主要課文之外，且教科書沒有明白說明該科學史內容必須研讀或教科書明白說明該科學史內容是屬於補充內容，則其角色屬於「補充的」。屬於「基本的」科學史內容之研讀對象是所有學生，屬於「補充的」科學史內容之研讀對象則可能只有自願或頂尖的學生。
- (五) 科學史的學習活動（要求學生進行閱讀以外的活動）：以每一個科學史學習活動（閱讀以外）為分析單位。即依據每一活動的定位、層級及類



- 型，分別計算次類目6-1-1至6-3-5的個數。
- (六) 教科書的內部一致性（關於歷史資訊）：以有包含歷史資訊的教科書為分析對象，單位為「冊」。如果整冊教科書每一章都包含相同種類的歷史資訊，同時歷史資訊與每一章課文的結合方式也相同，則此冊教科書有關歷史資訊的內部一致性被視為是「同質的」。如果書中各章節的歷史資訊之種類、與課文的結合方式有數種不同組合，則教科書有關歷史資訊的內部一致性被視為是「異質的」。由於一致性的分析和課文有關，因此僅分析課本部分。
- (七) 科學史的參考書目：以「冊」為單位，分析參考書目的種類。

#### 四、科學教科書科學史內容分析檢核表的信度及效度

Leite（2002）所發展的科學教科書科學史內容分析檢核表是由本研究兩位研究者共同翻譯成中文。本研究之信度確認包括研究者信度及編碼員信度兩種。其中編碼員信度是由第一位研究者及兩位資深自然科任教師（任教國小自然科課程分別為13年及10年）共同進行。由於兩位科任教師都使用翰林版「自然與生活科技」教科書，故以九十四學年度上學期翰林版包含較多科學史內容的第五冊教科書為樣本。在說明與確認Leite（2002）檢核表每一個類目及次類目的意涵、分析單位及方式後，由第一位研究者與兩位科任教師分別依據檢核表分析翰林版「自然與生活科技」第五冊教科書中的科學史內容，並依據歐用生（1994）之公式計算編碼員信度，<sup>1</sup>結果編碼員信度為0.94。至於研究者信度則是由第一位研究者針對翰林版「自然與生活科技」第五冊教科書中的科學史內容，依檢核表每一類目及次類目，進行2次分析

<sup>1</sup> 編碼員信度

$$(1) \text{ 相互同意度} = \frac{2m}{n_1+n_2}$$

$m$ ：為彼此同意的題數       $n_1$ ：為某一編碼員作答題數  
 $n_2$ ：為另一編碼員作答題數

$$(2) \text{ 平均相互同意度} = \text{相互同意度總和} + \frac{n!}{2(n-2)!}$$

$$(3) \text{ 編碼員信度} = \frac{n \times \text{平均相互同意度}}{1 + [(n-1) \times \text{平均相互同意度}]}$$

$n$ ：是指編碼員人數



表1 科學教科書科學史內容分析檢核表

主類目	次類目 (簡要解釋)		
1. 歷史資訊的類型和組織方式	1-1 科學家	1-1-1 科學家生平	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 一般的 (考試失敗, 為了生存需要工作)
			1-2-1-1 提及一個科學發現 (提及一個發現或歷史想法)
	1-2 科學演進	1-2-1 演進類型	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 提及沒有關連的時期 (兩個或更多時期/發現, 彼此沒有關連)
		1-2-2 貢獻者	1-2-1-4 線性與直接 (一個時期接著一個, 彼此有關且維持一定發展方向)
			1-2-1-5 真實的演進 (在不同意見間來回變動, 包括爭議等)
2. 呈現歷史資訊的素材	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 (不是由科學家/教科書作者所完成的文本、模型、設備圖畫)		
	2-6 教科書作者所寫的文本 (針對某一主題/科學家的文章; 簡略的傳記資料不算是文本)		
	2-7 其它 (例如, 郵票, 詩, 畫)		
3. 歷史資訊的正確性與精確性			
4. 歷史資訊的背景	4-1 科學的 (歷史資訊與目前已有及/或尚欠缺的科學和數學知識有關)		
	4-2 技學的 (歷史資訊與目前已有及/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. 科學史內容的定位	5-1 科學史內容在科學教學和學習中所扮演的角色	5-1-1 基本的 (必須研讀的內容)	
		5-1-2 補充的 (選讀的內容, 至少對某些學生)	
	5-2 實施對象	5-2-1 所有學生 (當它的地位屬於基本的)	
6. 科學史的學習活動 (要求學生進行閱讀以外的活動)	6-1 活動定位 (學習過程中活動的角色)	5-2-2 頂尖的學生 (當作者表示它具補充的角色)	
		5-2-3 自願者 (當作者認定它是選讀的或放在本文之外的小框框中)	
	6-2 活動層級 (與目的/難度有關)	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)	
	6-3 活動類型 (與達成目標必須做的活動有關)	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)	
		6-3-1 導讀 (科學史文本上包含討論問題)	
		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數據)			
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. 教科書的內部一致性 (關於歷史資訊)	7-1 同質的 (整冊書包含同種類歷史資訊, 同時歷史資訊與每一章課文的結合方式幾乎相同)		
	7-2 異質的 (書中各章節歷史資訊的種類、與課文的結合方式有數種不同組合)	7-2-1 少數章根據史實組織而成	
		7-2-2 少數章有根據史實組織而成的節	
		7-2-3 有些章有獨立一節的歷史資訊	
		7-2-4 有些章有獨立一塊歷史資訊	
		7-2-5 每一章包含科學史參考資料	
7-2-6 有些章包含科學史參考資料			
8. 科學史的參考書目	8-1 科學史書籍		
	8-2 有歷史資訊的科學書籍 (雖然不是科學史書籍)		

資料來源: 出自Leite (2002: 333-359)



(相隔一個月)，再依據歐用生(1994)之公式計算研究者信度，<sup>2</sup>結果研究者信度為0.95。至於檢核表的效度，由於Leite(2002)已確認過英文版的效度，因此中文版的效度檢核是由三位學者專家(兩位科教學者及一位英語教育學者)先針對翻譯部分加以審查與修正，以確認中文版所有的類目與次類目之意涵與英文版相同，然後再由參與編碼員信度檢定的兩位資深自然科任教師針對檢核表的文字與用詞進行意涵之確認。

## 肆、研究結果

### 一、歷史資訊的分佈

四個版本之國小「自然與生活科技」教科書中歷史資訊的分布如表2。課本部分，南一版只有第1、5、7及8冊有歷史資訊；翰林版除第2、3及4冊沒有歷史資訊外，其餘各冊都有歷史資訊；康軒版除第2及8冊沒有歷史資訊外，其餘各冊都有歷史資訊；牛頓版只有第5、6、7及8冊有歷史資訊。習作部分，南一版及翰林版都沒有歷史資訊，牛頓版與康軒版則1~8冊都有歷史資訊，惟康軒版的每一個歷史資訊皆僅有科學家的姓名、出生與死亡年份，以及一句科學家說過的名言。

### 二、歷史資訊的類型和組織方式

四個版本之國小「自然與生活科技」教科書中歷史資訊的類型和組織方式如表3。康軒與牛頓兩個版本明顯包含較多描述「科學家」或「科學演進」的歷史資訊，不過康軒版多數屬於「科學家」(53個)，牛頓版多數屬於「科學演進」(24個)。關於「科學家」次類目，四個版本教科書中有關「科學家生平」的歷史資訊大多非常簡略，其中個數最多的是「傳記資料」

<sup>2</sup> 研究者信度

$$(1) \text{ 研究者前後兩次的同意度} = \frac{2M}{N_1 + N_2}$$

$M$ ：為研究者前後兩次同意的題數  $N_1$ ：為研究者第一次作答題數

$N_2$ ：為研究者第二次作答題數

(2) 研究者信度

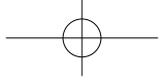
$$\text{研究者信度} = \frac{2 \times \text{研究者相互同意度}}{1 + (1 \times \text{研究者相互同意度})}$$



表2 國小「自然與生活科技」教科書中歷史資訊的分佈

版本	冊別	課本	習作／探索手冊
南一版	第1冊	√	第2冊
	第3冊		
	第4冊		
	第5冊	√	
	第6冊		
	第7冊	√	
	第8冊	√	
翰林版	第1冊	√	
	第2冊		
	第3冊		
	第4冊		
	第5冊	√	
	第6冊	√	
	第7冊	√	
	第8冊	√	
康軒版	第1冊	√	√
	第2冊		√
	第3冊	√	√
	第4冊	√	√
	第5冊	√	√
	第6冊	√	√
	第7冊	√	√
	第8冊		√
牛頓版	第1冊		√
	第2冊		√
	第3冊		√
	第4冊		√
	第5冊	√	√
	第6冊	√	√
	第7冊	√	√
	第8冊	√	√

(共58個)，「個人特質」次之(共15個)，最少的是「插曲／軼事」(共10個)。「傳記資料」的主角多數是西方男性科學家(西方45位，中國7位，臺灣2位及女性1位)，內容以提及／描述科學家的研究或發現／發明為主，對於科學家的日常生活、休閒活動、興趣或嗜好等均很少描述。例如：



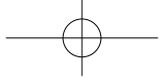
康軒課本第5冊孟德爾的小傳（第36頁）主要是描述孟德爾的豌豆實驗及其發現：親代和子代有遺傳關係；翰林課本5上林奈的小傳（第43頁）主要是描述林奈研究分類的方法，為生物學界確立了秩序，是生物學界的一大進步。「個人特質」多數均聚焦於科學家幼年時代即顯現、且與日後研究領域有關的特質，例如：生物學家林奈「自幼喜愛大自然」（翰林課本五上，第43頁）；瓦特「從小對科學有濃厚的興趣」（南一課本第1冊，第66頁）。至於科學家的「插曲／軼事」，四個版本教科書的描述均不多。

四個版本教科書中有關「科學家特質」的歷史資訊只有8個，其中6個將科學家描述成「著名的／天才」，2個將科學家描述成「一般的」。將科學家描述成優於常人的包括：伏特「從小天資優異」（牛頓探索手冊第3冊，第40頁）；丹麥物理學家奧斯特「17歲以優異的成績考取了哥本哈根大學的免費生」（南一課本第8冊，第39頁）等。將科學家描述成一般人的兩個歷史資訊都與牛頓有關，例如：牛頓「小時候在學校的成績並不突出」（翰林課本6下，第11頁），以及牛頓「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，第52頁）。

關於科學「演進類型」，四個版本教科書都是以「線性與直接」為最多，例如：牛頓課本第6冊描述佛萊明發現盤尼西林的故事，只簡略提及佛萊明於1928年發現青黴素，十一年後研究人員將它製成盤尼西林，解救了數以萬計的生命。至於發展過程中所遭遇的困難（如：濃度不夠以致效果不彰、產量太小不足以應付病人需要），以及當時的社會背景（如：二次大戰傷患殷切需求）等都完全沒有呈現。

「1928年，亞歷山大·佛萊明在培養葡萄球菌培養基上，發現有一小片絨毛狀的黴菌，它的周圍竟然沒有半點葡萄球菌的蹤影，表示這種黴菌會抑制細菌的生長。十一年後，牛津大學的研究人員將它製成盤尼西林（即青黴素），可以有效的治療各種發炎症狀，解救了數以千萬計的生命。」（牛頓課本第6冊，第25頁）

「提及一個科學發現」及「描述一個科學發現」兩種科學演進類型的歷史資訊在四個版本的教科書中大都排名第二或第三。例如：南一課本第5冊簡略提及「公元1276年元朝天文學家郭守敬創建大型的圭表」（第21頁），屬於「提及一個科學發現」；牛頓探索手冊第2冊提及牛頓在1666年將三稜



鏡放在陽光的入口，使光能折射到對面的牆上，因而發現太陽光是由各種美麗的色光所組成（第34頁），屬於「描述一個科學發現」。四個版本教科書中屬於「提及沒有關連的時期」的歷史資訊並不多（共4個），其中牛頓版有3個，康軒版有1個，例如：康軒課本第3冊牛頓的小傳（第52頁）同時提及牛頓：（1）發現陽光透過三稜鏡會出現七色的彩虹，揭開光的奧秘；（2）以反射面鏡製作第一架反射式望遠鏡，清楚觀察到木星附近八個較大的衛星；（3）利用數學原理證明萬有引力定律，並建立牛頓三大運動定律。屬於「真實的演進」的歷史資訊在四個版本教科書中也是不多，只有康軒與牛頓版各有2個。例如：康軒課本第6冊針對「哥白尼與伽利略的天文研究」（第22頁），不僅提到哥白尼與伽利略的兩個不同發展階段，還明白說明「地動說」受到當時大部分科學家的反對（即有爭議），同時也提及當時天文研究明顯受到羅馬教會（即外力）的影響。此外，康軒課本第5冊孟德爾小傳（第36頁）、牛頓課本第5冊「水溶液為什麼會導電」（第68頁），以及第6冊有關丹麥物理學家奧斯特發現磁針受到通電導線影響而偏轉等三個故事也都是屬於「真實的演進」類型。

自古以來，美麗的星空帶給人們許多的想像。但是，大約在兩千多年前，正當科學萌芽之際，許多哲學家對宇宙、星象的觀察做出各種不同的說明和解釋，這些學說大都採用「地球為宇宙中心」的觀念，認為月亮、太陽、星星都圍繞著地球轉動。直到波蘭天文學家哥白尼（Nicolaus Copernicus，西元1473~1543）經由長期觀測星象後，在西元1543年提出「地球不是宇宙中心」的「地動說」。當時大部分的科學家都反對哥白尼的想法，就連受大家敬重的羅馬教會也不支持他。

哥白尼去世後，義大利的科學家伽利略（Galileo Galilei，西元1564~1642），在西元1610年，利用自製的望遠鏡觀察天體，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，羅馬教會為了維權威，卻將他軟禁在家中，並同不准他公開發表自己的研究。雖然伽利略受到不公平的遇，他仍然努力寫作，甚至臨終時都還在與學生討論科學問題。直到三百多年後，羅馬教會才承認錯誤，並向哥白尼和伽利略公開道歉。（康軒版課本第6冊，第22頁）



四個版本教科書大都將科學的「貢獻者」歸屬於「個別科學家」（共43個），將貢獻歸屬於「一群科學家」的歷史資訊並不多（只有5個，翰林版1個，牛頓版4個），認為貢獻屬於「科學社群」的歷史資訊最少，只有2個（康軒版和牛頓版各1個）。至於歷史資訊的組織方式，置獨立框框內的最多（如：翰林課本第5冊，第43頁；牛頓課本第7冊，第57頁），少數統整在課文中（如：南一課本第7冊，第70頁），部分統整在課文中，部分置課文旁邊的只有一個（南一課本第8冊，第30頁）。

表3 國小「自然與生活科技」教科書中歷史資訊的類型和組織方式

次類目	說明		版本／個數			
			南一	翰林	康軒	牛頓
科學家	科學家生平	傳記資料	3	8	43	4
		個人特質	1	3	5	6
		插曲／軼事	-	1	5	4
	科學家特質	著名的／天才	1	1	-	4
		平凡的	-	1	1	-
科學演進	演進類型	提及一個科學發現	3	1	2	1
		描述一個科學發現	-	3	1	8
		提及沒有關連的時期	-	-	1	3
		線性與直接	4	4	3	10
		真實的演進	-	-	2	2
	貢獻者	個別科學家	4*	7	9**	24***
		一群科學家	-	1	-	4***
		科學社群	-	-	1**	1***

\* 有三個故事沒有提及貢獻者。

\*\* 有一個故事的貢獻者同時包含個別科學家及科學社群。

\*\*\* 有一個故事的貢獻者同時包含個別科學家、一群科學家及科學社群；有三個故事的貢獻者同時包含個別科學家及一群科學家。

### 三、作者用來呈現歷史資訊的素材

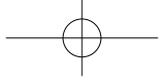
國小「自然與生活科技」教科書作者用來呈現歷史資訊的素材如表4。四個版本的作者最常使用的素材並不相同，南一版最常用的是「機器、實驗設備等圖片」（10個），翰林版最常用的是「科學家的照片、畫像」及「教科書作者所寫的文本」（各7個），康軒版最常用的是「二手資料」（9個），牛頓版最常用的則是「教科書作者所寫的文本」（18個）。除牛頓版外，其餘三個版本的教科書都有用「科學家的照片、畫像」來呈現歷史資



訊（如：牛頓、法布爾、孟德爾、哥白尼、奧斯特、波義耳、張衡及富蘭克林等）。使用過去科學家用過的「機器、實驗設備等圖片」來呈現歷史資訊的也很多，其中包括郭守敬的圭表（南一課本第5冊，第21頁）、伽利略發明的第一支溫度計（翰林課本五上，第61頁）、臺灣唯一有執照的樹醫生楊甘陵使用的植物氧氣筒（康軒課本第1冊，第24頁）及阿基米得螺旋提水器（牛頓課本第8冊，第4頁）等。使用原始文件/文本來呈現歷史資訊的版本很少，只有康軒課本第6冊有一頁哥白尼「地動說」的原文及以太陽為宇宙中心的圖片。四個版本教科書都各有2個「歷史性的實驗」之素材，例如：奧斯特的電流磁效應實驗（南一課本第8冊，第30頁）、富蘭克林的風箏實驗（翰林課本六上，第33頁）、孟德爾的豌豆實驗（康軒課本第5冊，第36頁）及巴斯德證實空氣中含有活的東西之實驗（牛頓探索手冊第6冊，第20頁）。使用「二手資料」為素材的以康軒版最多，牛頓版次之，內容大都是與科學史內容有關的美工圖片或照片（如：康軒課本第4冊第13頁，描述惠更斯與擺鐘的故事，附了兩張現代擺鐘的照片；牛頓課本第5冊，第58頁介紹濕度計的發明故事，附了一張目前氣象局所使用的毛髮濕度計照片）。至於「其它」類的素材，南一、翰林及牛頓等三個版本的作者都沒有使用，康軒版則在習作中收錄了31個科學家的名言（如：第一冊第14頁中「義大利科學家伽利略（西元1564~1642年）說：『一切推理都必須從觀察與實驗得來』」）。

表4 國小「自然與生活科技」教科書作者用來呈現歷史資訊的素材

歷史資訊的素材	版本／個數			
	南一	翰林	康軒	牛頓
科學家的照片、畫像	1	7	6	-
機器、實驗設備等圖片	10	2	4	1
原始文件／文本	-	-	1	-
歷史性的實驗	2	2	2	2
二手資料	1	1	9	4
教科書作者所寫的文本	4	7	7	18
其他	-	-	-	31



#### 四、歷史資訊的背景

四個版本之國小「自然與生活科技」教科書中歷史資訊的背景如表5。所有教科書均有使用當時已有的科學及技學知識做為歷史資訊的背景，例如：牛頓課本第6冊「電生磁」的故事（第49頁）與當時已知電是一種看不見的能量，可以轉換成聲、光、影像、熱、磁等有關；康軒課本第4冊「惠更斯與擺鐘」的故事（第13頁）與當時已有的單擺原理有關。不過，沒有一個版本使用社會或政治背景。至於宗教背景則只有康軒版使用，但只有一個（康軒課本第6冊第22頁有關哥白尼和伽利略的天文研究中提到羅馬教會為了維護權威，將伽利略軟禁在家中，不准他公開發表自己的研究）。此外，多數具有科學演進背景的歷史資訊都是使用單一背景（科學或技學），同時使用科學及技學兩個背景的例子並不多，其中牛頓版有6個，南一版只有1個，翰林版有3個，康軒版則有5個（如：康軒課本第7冊第68頁電和磁的故事中，除提到電磁的基本現象及原理外，也提到電報、電話及發電機的應用），同時使用科學、技學及宗教三個背景的例子只有一個，即康軒課本第6冊有關哥白尼和伽利略的天文研究（第22頁，同時提到「地球為宇宙中心」的概念、伽利略利用自製的望遠鏡觀察天體，以及羅馬教會不准伽利略發表地球不是宇宙中心的想法）。

表5 國小「自然與生活科技」教科書中歷史資訊的背景

歷史資訊的背景	版本/個數			
	南一	翰林	康軒	牛頓
科學的	2	6	7	19
技學的	3	4	5	10
社會的	-	-	-	-
政治的	-	-	-	-
宗教的	-	-	1	-

#### 五、科學史內容的定位

四個版本之國小「自然與生活科技」教科書中科學史內容的定位如表6。南一版共有7筆科學史內容，其中5筆在科學教學和學習中所扮演的角色是「基本的」，因此「所有學生」都必須研讀，其餘兩筆為「補充的」，只



有「自願者」才會研讀。翰林課本共有8筆科學史內容，「基本的」與「補充的」各半（各4個）。康軒與牛頓課本分別有40筆與24筆科學史內容，大部分（分別有38筆與18筆）在科學教學和學習中扮演的角色是「補充的」，因此只有「自願者」才會研讀。此外，四個版本教科書都沒有專門為頂尖學生提供補充的科學史內容。

表6 國小「自然與生活科技」教科書中科學史內容的定位

次主題	說明	版本／筆數			
		南一	翰林	康軒	牛頓
科學史內容的角色	基本的	5	4	2	6
	補充的	2	4	38*	18**
實施對象	所有學生	5	4	2	6
	頂尖的學生	-	-	-	-
	自願者	2	4	38*	18**

\*課本7筆，習作31筆。

\*\*課本2筆，探索手冊16筆。

## 六、科學史學習活動的安排

四個版本的國小「自然與生活科技」教科書中，只有南一與康軒課本有針對科學史內容安排「閱讀」以外的學習活動，以增進學生對於科學史的興趣（如表7）。南一課本在第8冊第二單元（第30頁）有一個活動要求所有學生重複奧斯特發現電流磁效應的實驗，由於活動是在主要課文中，因此其定位屬於「強制的」，而活動的目的是要學生觀察通電前後指北針的指針有甚麼變化，顯然作者認為此活動可以促進更進一步的學習，因此層級屬「加深的」。由於此實驗是當年奧斯特發現電流磁效應的著名實驗，因此活動的類型屬「做歷史性的實驗」。康軒課本總共安排了7個「閱讀」以外的科學史學習活動，其中2個在課文中，但由於作者並未說明其目的／難度，只希望教師教學時能利用一些問題引導學生閱讀，因此其定位屬於「強制的」，層級屬於「一般的」，類型則屬於「導讀」。其餘5個則獨立於課文之外，希望學生「利用課餘時間讀一讀」，因此其定位屬於「自由的」。但由於作者將這些活動歸類於「延伸活動」，因此活動層級屬於「加深的」。此外，



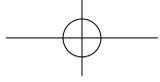
作者在這5個活動最後都有附上一些問題，以引導學生思考故事內容的啟示或心得，因此這5個活動的類型也是屬於「導讀」（如：康軒課本在第6冊第22頁「哥白尼和伽利略的天文研究」故事後，附了一個「想一想」的問題：「看完這兩位科學家的故事，你得到甚麼啟示呢？如果你對別人告訴你的事情產生疑惑時，你會怎麼做呢？」）。

表7 國小「自然與生活科技」教科書中科學史學習活動的安排

次主題	說明	版本／個數			
		南一	翰林	康軒	牛頓
活動定位	強制的	1	-	2	-
	自由的	-	-	5	-
活動層級	一般的	-	-	2	-
	加深的	1	-	5	-
活動類型	導讀	-	-	7	-
	書目搜尋	-	-	-	-
	分析歷史資料	-	-	-	-
	做歷史性的實驗	1	-	-	-
	其他	-	-	-	-

## 七、教科書的內部一致性

四個版本的國小「自然與生活科技」課本並沒有任何一冊，其每章所融入的歷史資訊之種類與方式都相同，因此內部一致性皆屬於「異質的」（如表8）。此外，四個版本的教科書都沒有任何一章是根據史實組織而成，也沒有「有些章有獨立一節歷史資訊」。不過南一及康軒課本有一部分歷史資訊（南一第5、7及8冊，康軒第4與5冊）屬於「少數章有根據史實組織而成的節」，例如：南一課本第8冊第二單元（第30頁）以奧斯特發現電流磁效應的故事組織其課文內容；康軒課本第4冊第一單元（第13頁）以「惠更斯與鐘擺」的故事組織其課文內容。但南一及康軒課本另外有一部分是獨立於某些章的課文之外，因此屬於「有些章有獨立一塊的歷史資訊」（如：南一第1與8冊，康軒第1、3、4、5、6及7冊）。翰林與牛頓兩個版本的歷史資訊全部以小框框的方式獨立於某些章的課文之外，因此都屬於「有些章有獨



立一塊的歷史資訊」。其中翰林版的內容是「科學小百科」或「科學家小傳」，而牛頓版的內容則是有關科學發現或科學家及其貢獻。此外，南一版第7冊、康軒版第1、3、4、5、6及7冊、翰林版第5冊，以及牛頓版第5、6及7冊，有些章包含科學史參考資料。

表8 國小「自然與生活科技」教科書中歷史資訊的內部一致性

次主題	說明	版本／冊別（課本）			
		南一	翰林	康軒	牛頓
同質的		-	-	-	-
異質的	少數章根據史實組織而成	-	-	-	-
	少數章有根據史實組織而成的節	5、7、8	-	4、5	-
	有些章有獨立一節歷史資訊	-	-	-	-
	有些章有獨立一塊歷史資訊	1、8	1、5、6、 7、8	1、3、4、 5、6、7	5、6、7 、8
	每一章包含科學史參考資料	-	-	-	-
	有些章包含科學史參考資料	7	5	1、3、4、 5、6、7	5、6、7

## 八、科學史參考書目

四個版本之國小「自然與生活科技」教科書中所提供的科學史參考書目如表9。南一版只有第7冊課本提供「有歷史資訊的科學書籍」，翰林版也只有第5冊課本提供「有歷史資訊的科學書籍」及「有歷史資訊的網頁資料」，牛頓版則有三冊課本（第5、6及7冊）提供「有歷史資訊的科學書籍」，其中第5與第6兩冊課本也有提供「有歷史資訊的網頁資料」。康軒版教科書中提供參考書目的冊數最多（只有第2與第8兩冊沒有），其中第4、5、6及7冊提供「有歷史資訊的科學書籍」，第1、3、4、5及7冊提供「有歷史資訊的網頁資料」。至於「科學史書籍」，四個版本的教科書都完全沒有提供任何參考書目。

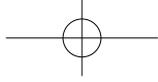


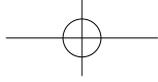
表9 國小「自然與生活科技」教科書中所提供的科學史參考書目

次類目	版本／冊別			
	南一	翰林	康軒	牛頓
科學史書籍	-	-	-	-
有歷史資訊的科學書籍	7	5	4、5、6、7	5、6、7
有歷史資訊的網頁資料	-	5	1、3、4、5、7	5、6

## 伍、結果討論

目前國內四個主要版本的國小「自然與生活科技」教科書中所融入的歷史資訊在數量上以康軒及牛頓兩個版本較多，翰林版佔第三位，南一版最少。不過，在內容上四個版本並沒有明顯的不同。其中與「科學家」有關的歷史資訊多數屬於簡略的「傳記資料」，主角的性別及地域分佈與傅麗玉（2000）的研究具相同特點，即幾乎都是西方的男性科學家，此與課程大綱所要求：「介紹台灣、中國及西方科學家研究活動」並不符合。至於傳記的內容則以科學家的研究或發現／發明為主，很少提及科學家的家庭或一般生活經驗，因此學生並沒有機會藉著這些歷史資訊認識科學家在研究之外屬於「平常人」的一面（如：與平常人一樣有各種不同的興趣、嗜好或日常生活，以及同樣必須面對倫理及個人恐懼的議題等）。關於科學家的個人特質，多數歷史資訊均聚焦於科學家幼年時代即顯現，且與日後研究領域有關的特質，少數則傾向將科學家描述成優於常人，這些歷史資訊對於科學家的描述雖不至於誇大，但有可能使學生產生科學家一出生即有特殊才華、與眾不同特質或幼年即註定要當科學家等意象，因而助長Milne（1998）及Allchin（2003）所提及的英雄科學家迷思。

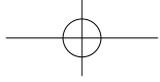
在「科學演進」方面，四個版本的國小「自然與生活科技」教科書所融入的歷史資訊多數都有呈現科學概念、定律或科技儀器的不同演進階段，但階段之間大部分是屬於簡化的線性或直接關係，很少屬於真實的演進過程，另外也有不少歷史資訊僅簡略地提及或描述一個科學的發現而已，完全沒有呈現其發展過程。這些簡略或去脈絡化的科學發展過程與陳意升（2004）所分析的舊版國小自然科教科書並沒有太大的不同。根據Klein（1972）的主張，以「線性與直接」（即合乎邏輯）的方式呈現科學的演進是不好的科學



史，因為科學發展過程中的曲折、爭議及外力影響等都被刪除或省略，故其實際上所提供的是經過扭曲的科學發展過程。學生無法從中看到科學家在研究歷程中所面對的真實問題，也無法瞭解科學研究與新觀念的建構、新儀器的發明、科學家的思考習慣與信念，以及外在的文化、政治、宗教及經濟等因素都有關連，因此很容易讓學生誤以為科學只是隱藏在某處等待一個天才科學家在某一瞬間看透及發現它，或者科學完全獨立於外在世界（Leite, 2002）。而簡略地提及或描述一個科學的發現均屬於零散與片斷的科學史，雖然可以使教科書的內容顯得較豐富、有趣及吸引人（Wang, 1998），但由於只重視日期、人物及事件本身，完全沒有呈現科學發展中的脈絡關係，因此無法增進學生對於科學本質之瞭解（Brush, 1989; Steiner, 1976）。此外，四個版本教科書中的歷史資訊有一共同點，即多數的科學史內容均無呈現科學家作研究之目的、動機、方法或科學社群的角色。少數屬於「真實的演進」類型的故事雖然對於科學研究之目的、方法及背景有較具體與多元的描述，不過對於科學理論與實驗或觀察之間的關連卻沒有太多的著墨，因此可能仍然無法達成課程大綱中「在適當的教材上，介紹科學發現的過程以了解科學中實驗與理論間的關係」（教育部，2003：78）之目標。

四個版本的國小「自然與生活科技」教科書編者群用來呈現歷史資訊的素材相當多元，除「原始文件／文本」外，幾乎每一個版本都有涵蓋「科學家的照片、畫像」、「機器、實驗設備等圖片」、「歷史性的實驗」、「二手資料」及「教科書作者所寫的文本」等素材。不過，各版本都有一部分的圖片、照片及畫像在課文中完全沒有解說，學生有可能看不懂這些素材的內涵。傅麗玉（2000）在分析七個地區國小自然科學教科書中的科學史材料時，也發現有類似的情況，她建議可由教師在上課時進行補充或提供參考書目讓學生自行查閱。

四個版本的國小「自然與生活科技」課本均無「根據史實組織而成」的章。對於歷史資訊與課文的結合方式（即組織方式），四個版本課本的處理並不同，翰林與牛頓版全部的歷史資訊都是以小框框的方式獨立於課文之外，南一及康軒版則一部分獨立於課文之外（許多也是以小框框的方式），另一部分則統整在課文之中。至於科學史在教學和學習上所扮演的角色，四個版本教科書的定位也不同，南一及翰林兩個版本雖然融入的科學史較少，但半數以上被定位為「基本的」（即所有學生都必須研讀），康軒及牛頓兩



個版本雖然融入較多的科學史，但多數被定位為補充內容，讓學生自由選讀。至於科學史學習活動的安排，四個版本教科書都很少安排閱讀以外的學習活動（翰林及牛頓兩個版本完全沒有安排）。

自由選讀加上沒有安排閱讀以外的學習引導活動，有可能造成學生對於科學史內容興趣缺缺，甚至助長學生對於教科書中科學史內容的漠視態度（Leite, 2002）。巫俊明（1997）的研究結果也顯示，如果讓學生單純地閱讀或聆聽科學故事的內容，而沒有透過學習活動（如問題討論）進行引導，學生將很難「看見」故事背後豐富的科學本質內涵。Tao（2002）的研究結果也同樣支持在完全沒有教師介入的情況下讓學生自行閱讀及討論故事的內容，學生的焦點意識（focal awareness）不一定可以關注到故事中與科學本質有關的關鍵面向（critical aspects）上，因而有可能建構出與教學預期不同的另有概念，甚至由一個另有概念建構出另一個另有概念。Tao建議教師在使用科學史內容時，應扮演更主動的角色（提問或引導討論）以引導學生關注故事所呈現的廣泛面向。

此外，四個版本教科書的歷史資訊在數量、組織方式及科學史內容的定位與學習活動的安排均有所不同，似乎也顯示教科書編者的科學史態度（attitudes towards the history of science）對於教科書所融入的科學史內容有很關鍵的影響。Leite（2002）認為科學史相關知識、對科學教學中運用科學史的複雜性之瞭解，以及對於處理科學史融入教學相關議題的困難度之認知，都可能影響編者的科學史態度。因此這些影響因素值得教科書編者的關注與重視。

至於科學史參考書目，四個版本的國小「自然與生活科技」教科書並沒有在每一冊書中都提供相關參考書籍或網站資訊。對於想要瞭解多一些科學史或想更進一步進行延伸閱讀的學生而言，四個版本教科書的協助並不足夠，因此與前述歷史資訊的素材相同，需仰賴教師上課時隨時予以補充或提供參考書籍或網站資訊，使學生可以自行查閱。

最後，本研究用來分析教科書中科學史內容的主要工具是Leite（2002）所發展的科學教科書科學史內容分析檢核表，從以上的分析與討論可以確認Leite的檢核表（中文版）確實能顯現各版本國小「自然與生活科技」教科書中所融入的科學史內容及其間之差異，因此可以作為後續研究者的參考工具。此外，Leite的檢核表包含分析科學史內容所必須考量的各種向度，因



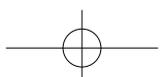
此也可以作為教師在教學時選用科學史內容（教科書或其他來源）的參考依據。

## 陸、結論與建議

相較於八十二年版及之前的自然教科書，目前國內四個主要版本（南一、康軒、翰林及牛頓）的國小「自然與生活科技」教科書中確實加入了較多的歷史資訊，但與前述傅麗玉（2000）、陳意升（2004）及陳勇志、洪木利和林財庫（1998）等人分析國小自然科教科書及國中理化教科書的結果，並沒有太大的不同。

目前國小「自然與生活科技」教科書雖然都能以多元的素材來呈現歷史資訊，但書中歷史資訊的類型大都以簡略的傳記資料、科學發現或簡化（線性與直接）的科學演進過程為主。對於科學家個人，多數歷史資訊均聚焦於科學家幼年時代即顯現且與日後研究領域有關的特質，很少呈現科學家「平常人」的一面。對於科學演進，多數歷史資訊僅簡略地提及／描述一個科學的發現，或呈現某一科學概念、定律、科技器具的「線性與直接」演進階段，很少描述科學的真實發展過程及其政治、社會或宗教背景，以及社群之貢獻。此外，四個版本的國小「自然與生活科技」課本均沒有「根據史實組織而成」的章，多數的科學史內容是以小框框的方式獨立於課文之外，且在科學教學與學習中被定位為補充的角色，讓學生自由選讀，同時很少安排閱讀以外的學習活動或提供進一步延伸閱讀所需的相關參考書籍或網站資訊，以引導學生思考或探討科學史背後所蘊含的豐富內涵，並避免學生建構出與教學預期不同的科學本質迷思概念。因此，整體而言，目前國內四個主要版本之國小「自然與生活科技」教科書所融入的科學史內容幾乎無法達成課程大綱「使學生得以藉助科學發現過程之了解，體會科學本質及科學探究的方法和精神」（教育部，2003：50）之目的。

換句話說，目前國內四個主要版本之國小「自然與生活科技」教科書所融入的科學史內容與課程大綱所期望學生學到的有明顯的落差。欲縮小這個落差，使國小學生不僅能學習科學，還能學習科學的真正本質，教科書的編者除應加強科學史的相關知識外，還必須重新檢視本身對於科學史的態度（包括對於科學史內容的定位與學習活動的安排等），同時正視在科學教育





中運用科學史的複雜性（例如：在科學教學中融入科學史的可能問題、困難及理論架構等）。其次，教師有關科學史融入教學的相關專業成長也很重要，因為教師不僅要具備辨識科學或科學家迷思的敏感性，還必須有能力對抗教科書中「線性及直接」或過度簡化的科學史內容所傳遞的扭曲科學本質觀，這些能力包括：在學生閱讀教科書中的科學史內容時能以適當的討論問題或學習活動引導學生的閱讀，以及提供更進一步的補充參考書目或資訊以協助學生進行討論或延伸閱讀等。因此，師資培育機構在大學部開設科學史相關課程，以及利用暑期舉辦工作坊提供在職教師研習科學史的機會，都是相當必要的措施。此外，Leite（2002）所發展的科學教科書科學史內容分析檢核表（中文版）不僅是一個有效的分析工具，也可以作為教師在選用科學史內容的判斷或參考依據。

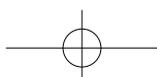
由於本研究的分析對象僅限於國小「自然與生活科技」教科書，因此未來可以更進一步分析國中「自然與生活科技」教科書中的科學史內容，如此除可檢視目前國中「自然與生活科技」教科書中的科學史內容外，還可以比較中小學「自然與生活科技」教科書中的歷史資訊，以提供教科書分析研究及教科書編者編輯教科書之參考。

## 參考文獻

- 牛頓教科書（2003）。國民小學自然與生活科技（1-8冊，含探索手冊）。臺北市：牛頓開發教科書股份有限公司。
- 巫俊明（1997）。科學史事例對學生科學本質的了解、科學態度、及物理學科成績之影響，載於中華民國第十三屆科學教育學術研討會—會議手冊及短篇論文彙編（頁559-565）。臺北市：國立臺灣師範大學。
- 巫俊明（2002）。運用科學史增進學生對於科學本質的了解。國教世紀，199，61-68。
- 南一書局（2005）。國民小學自然與生活科技（1-8冊，含習作）。臺南市：南一書局企業股份有限公司。
- 洪振方（1998）。科學教學的另類選擇：融入科學史的教學，屏師科學教育，7，2-10。
- 教育部（2003）。國民中小學九年一貫課程綱要—自然與生活科技學習領域，臺北市：教育部。



- 康軒文教事業（2005）。國民小學自然與生活科技（1-8冊，含習作）。臺北市：康軒文教事業股份有限公司。
- 陳勇志、洪木利、林財庫（1998）。現行國中理化教科書的科學史內容之分析。科學與教育學報，2，118-204。
- 陳意升（2004）。以互動式科學小故事融入國小自然與生活科際課程之行動研究。國立新竹師範學院數理研究所碩士論文，未出版，新竹市。
- 傅麗玉（1996）。科學史與台灣中等科學教育之整合—問題與建議。載於化學教學面面觀（頁165-193）。臺北市：臺灣師範大學中等教育輔導委員會。
- 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。載於張嘉鳳與劉君燦主編，第五屆科學史研討會論文集（頁181-233）。臺北市：中央研究院科學史委員會。
- 翰林出版（2005）。國民小學自然與生活科技（1-8冊，含習作）。臺南市：翰林出版事業股份有限公司。
- 歐用生（1994）。內容分析法。載於黃光雄與簡茂發主編，教育研究法（頁229-254）。臺北市：師大書苑。
- Allchin, D. (2003). Scientific myth-conceptions. *Science Education*, 87, 329-351.
- American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.
- Apple, M. W. (1995). *Education and Power* (2nd ed.). New York: Routledge.
- Beaton, A. E., Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Gonzalez, E. J., Smith, T. A., & Kelly, D. L. (1996). *Science achievement in the middle school years: IEA's third international mathematics and science study (TIMSS)*. Chestnut Hill, MA: Boston College.
- Brackenridge, J. B. (1989). Education in science, history of science, and the textbook-necessary vs. sufficient conditions. *Interchange*, 20(2), 71-80.
- Brush, S. (1974). Should the history of science be rated X? *Science*, 183, 1164-1172.
- Brush, S. G. (1989). History of science and science education. *Interchange*, 20(2), 60-70.
- Conant, J. B. (1951). *Science and common sense* England, New Haven: Yale





- University Press.
- de Berg, K. C. (1989). The emergence of quantification in the pressure-volume relationship for gases: A textbook analysis. *Science Education*, 73(2), 115-134.
- Driver, R., & Easley, J. (1978). Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84.
- Hodson, D. (1986). Philosophy of science and science education. *Journal of philosophy of Education*, 20(2), 215-225.
- Hodson, D. (2006). Why we should prioritize learning about science, *Canadian Journal of science, Mathematics and Technology Education*, 6(3), 293-311.
- Jevons, F. (1969). *The teaching of science*, London: George Allen and Unwin Ltd..
- Jones, R. (1989). The historiography of science: retrospect and future challenge. In M. Shortland & A. Warwick (eds.), *Teaching the history of science* (pp. 80-99). Basil Blackwell: The British Society for the History of Science.
- Klein, M. (1972). Use and abuse of historical teaching in teaching physics. In S. Brush & A. King (Eds.). *History in the teaching of physics* (p. 13). Hanover, NH: University Press of New England.
- 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.
- Matthews, M. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- McDonald, D. (1989). Teaching science for understanding: *Implications of spontaneous concepts and the history of science*. ERIC: ED314251.
- Memory, D. N., & Uhlhorn, K.W. (1991). Multiple textbooks at different readability levels in the science classroom. *School Science and Mathematics*, 91(2), 64-72.
- Milne, C. (1998). Philosophically correct science stories? Examining the implications of heroic science stories for school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 175-187.



- Narguizian, P. J. (2002). *The history of science in secondary school biology textbooks in the United States: A content analysis*. Unpublished doctoral dissertation, University of Southern California, Los Angeles, California.
- Russell, T. (1981). What history of science, how much and why? *Science Education*, 65(1), 52-64.
- Rutherford, F. J., Holton, G., & Watson, F. G. (1970). *The Project Physics Course: Text*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Sanchez, L. (1989). On the implicit use of history in science education. In D. E. Herget (Ed.), *The History and Philosophy of Science in Science Teaching- Proceedings of the First International Conference* (pp. 306-310). Florida: Florida State University.
- Schecker, H. P. (1992). The paradigmatic change in mechanics: Implication of historical processes for physics education, *Science & Education*, 1(1), 71-76.
- Sherratt, W. (1982). History of science in the science curriculum: An historical perspective -Part I, *School Science Review*, 64(227), 225-236.
- Souque, J. P. (1987). Science education and textbook science. *Candian Journal of Education*, 12(1), 74-86.
- Steiner, R. (1976). Humanizing chemistry through its history. *School Science and Mathematics*, 76(1), 33-40.
- Stinner, A. (2001). Linking 'the book of nature' and 'the book of science': Using circular motion as an *examolar* beyond the textbook, *Science & Education*, 10, 323-344.
- Tao, P. K. (2002). A study of students' focal awareness when studying science stories designed for fostering understanding of the nature of science. *Research in Science Education*, 32(1), 97-120.
- Wandersee, J. H. (1986). Can the history of science help science educators anticipate student's misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 581-597.
- Wang, H. (1998). *Science in historical perspectives: A content analysis of the history of science in secondary school physics textbooks*. Unpublished doctoral dissertation, University of Southern California, Los Angeles, California.



# Analyzing the Historical Content of Elementary Science and Technology Textbooks

*Shao-Hi Li\** *Chun-Ming Wu\*\**

## *Abstract*

The purpose of this study was to analyze the historical content of elementary science and technology textbooks. To fully and deeply cover in spread and depth all the aspects that should be considered, the checklist for analyzing the historical content of science textbooks developed by Leite in 2002 was used as the basis of the analysis. The results show the historical information included in the textbooks analyzed is superficial in nature. "Biographic data" and "linear and straightforward" types of evolution of science are the most frequent items. The textbooks analyzed seldom present the humanistic element, the real evolution of a science concept or technological device, and the diverse contexts in which the evolution of science occurred. In addition, the textbooks analyzed tend to give a complementary role to the historical content in the teaching of science, and include very few learning activities focusing on the history of science. Thus, the results of the study show the historical content included in the textbooks analyzed can hardly give students an adequate image of science and scientists' work.

**Key words: science and technology, history of science, textbook, content analysis**

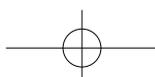
---

Section editor: Jin-Li Su

Received: September 8, 2008; Modified: November 24, 2008; Accepted: December 3, 2008

\* Shao-Hi Li, Director of General Affairs, Gunasi Elementary School, E-mail: li.shaohi@msa.hinet.net

\*\* Chun-Ming Wu, Associate Professor, Department of Applied Science, National Hsinchu University of Education, E-mail: jmwu@mail.nhcue.edu.tw





新竹教育大學教育學報  
第二十五卷第二期

