

國小自然科教師對科學史教學的態度 之初探研究

侯志洋 許良榮

國立臺中師範學院 自然科學教育研究所

摘 要

本研究為一初探性的調查研究，目的在瞭解國小自然科教師對於自然課中使用科學史教學之相關議題的看法及態度為何？研究工具為自行發展的調查問卷，樣本為台中師範學院進修部暑期教學碩士班之國小在職進修教師，包括科學教育研究所及環境教育研究所各一班，回收之有效樣本共計 43 人。研究結果發現在科學史教學之相關議題的其中四個向度：「科學與歷史兩者是否相容」、「科學史之教學功能」、「學生之科學概念與科學史中科學理論的發展平行」、「科學史與學生的科學信念」具有正向的態度，顯示受測教師傾向於能夠接受科學史教學的理念，此為落實科學史之教學的有利因素。但是由第五個向度「教師對現有的科學史教學資源之觀點」的調查結果顯示；教師們認為科學史教學的相關資源並不充足，尚有賴研究者與教師共同投入發展與研究。最後本研究依據研究發現提出數項建議。

關鍵字：教學態度、科學史、國小教師

一、研究動機與目的

科學史在科學教學中具有多元性的功能，頗為受到學者肯定(許良榮、李田英，民 84；Kauffman；Jenkin，1989；Klopfer & Wastson，1957；Schecker，1992)。但是如何將科學史融入於教學或應如何教科學史，不論國內外並沒有很一致的看法(許良榮，民 88)。另一方面；科學教師通常趨向於實用主義，如果學術研究上有任何的結果，必需以有意義及有用的形式，呈現給科學教師(Stinner & Williams，1993)。美國哈佛大學曾於一九七〇年發展科學史取向課程 Physics Project，但是在科學教育的地位仍然落於數學導向的解題課程(如 PSSC)之後，其中的原因之一是教師對於如何應用科學史於教學的認識

不足所致(Duschl，1994)，因此教師對於教學內容或教學目標的認知與態度是影響教學成敗的關鍵因素之一。雖然目前文獻中對於科學史與科學教學之探討主要集中於中學或大學，但是科學史之教學已有往下紮根之趨勢與需求，例如美國的 National Science Education Standards(NRC, 1996)將「科學史與科學本質」明訂為 K-12 的科學教育內容標準的八項類別(categories)之一。

對於科學史教學之相關問題，曾有來自科學家與歷史學家的反對聲浪(Matthews，1994)。而且；教學或課程的相關研究經常是學院內教授、學者及課程專家所決策，主要的現場授課教師被邊緣化，少有參與對話的機會。Brush(1989)指出在使用歷史取向

的教學中，教師的角色至為重要，是實施科學史教學的重要因素之一。而國內九年一貫課程綱要已將「科學與人文」相關議題（包括科學的發展、科學本質、科學倫理）納入「自然與生活科技學習領域」，將安排於國小中年級以上的自然與生活科技課程中。教材內容的擴大不僅對中小學老師是一個挑戰，對教材編輯者及師資培育單位也是一個挑戰（林陳涌，民89）。教師是課程改革是否成功的關鍵，而大多數教師接觸科學史教學之相關議題的機會並不多，對於將來課程的發展及實施將具有某些程度的不確定性。針對此一問題，本研究進行試探性的調查研究，企圖瞭解國小自然科教師對自然課中使用科學史教學的看法及態度之傾向為何？以做為課程發展與師資培育的參考。

二、文獻探討

約十九世紀後期，一些歐美國家的大學課程已有科學史科目（劉廣定，民86）。1895年德國科學家 E. Mach 宣稱：沒有任何科學教育可以不重視科學的歷史與哲學（引自楊淑芬，民81）。1950年代哈佛大學校長 Conant 致力於以科學史為主導的大學通識教育課程改革（許良榮，民88），此後開啟了學界將科學史教學納入不同學科的各階段教育之研究與計畫。1989年首次「科學教學中的科學史與科學哲學」國際研討會在美國舉辦，之後類似研討會每三年舉辦一次（劉廣定，民86）。國內早期以科學月刊為主體，引介科學史、哲的著作及論述，但於民國83年以後，國內也相繼舉辦科學史、哲與教學之

研討會，逐漸吸引學者投入研究工作，相關論文陸續發表。目前高中、國中的部定課程已有部分科學史內容，一般中學教師多少已有接觸，但是對小學自然科教師而言則仍為全新的領域。

由文獻研究顯示科學史之教學的相關問題並不單純（Brush，1974；Matthews，1994；許良榮，民88），例如科學史是否會混淆「科學」與「歷史」的不同心智模式？學生之科學概念與科學史（科學家）的發展是否平行？偽科學史與真科學史之差異？等等。本研究整理相關文獻之論述，探討科學史融入自然科教學時，在學理與實務之可能爭議的問題，歸納區分為五個向度。各向度依次為：

（一）、科學與歷史兩者是否相容？

Brush(1974)引用 Klein(1972)的觀點指出；科學家為了探討自然現象的本質，必須避免時空、個人和觀察者一些複雜的特性；而歷史學家是要探討歷史真相的本質，不能忽略掉過去的環境時空、個人因素等等的複雜特性，因此歷史和科學在本質上是不同的學科。Kauffman(1991)也指出科學家是要找出自然現象的規律性，並「簡化」現象以建立通則性原理，而歷史學家是要查驗一個事件的脈絡(context)，研究過程會將現象「複雜化」以求了解事件的真相與意義，此兩者不同的目標難以取得一致性。因此由歷史學與科學的本質而言，似乎是互不相容的，但是從不同的角度而言，在科學教學中是否可以成為互補性的功能？雖然 Matthew(1994)為此問題已提出辯護，但是教師是否認同尚不得

而知。

(二)、科學史之教學功能為何？

科學史在科學教學中具有多元性的功能(許良榮、李田英, 民 84), 例如科學史能提供人文層面的認知(Jenkin, 1989), 能增加學生對於科學家及其工作的興趣和鑑賞(Klopfer & Wastson, 1957), 可以讓學生了解科學理論的暫時性與不確定性(Garrison & Lawwill, 1993)。Kauffman(1991)和 Matthews(1994)也分別列舉了科學史在科學教學上的數項功能, 但是教師是否認同這些教學功能, 尚有待進一步的探究。

(三)、學生之科學概念與科學史科學理論的發展是否平行？過時科學理論的教學價值為何？

文獻中有些學者指出學生有很多概念與科學史是相平行的(McCloskey, 1983; Clement, 1983), 例如 McDonald(1989)認為兒童對於「看見」與「顏色」的概念與科學史有平行的現象。而相關實徵研究也支持此項觀點, Mas & Perez(1987)以西班牙 12 至 18 歲, 合計 1198 個樣本的研究指出, 青少年的氣體概念和化學史有平行的現象。Song, Cho & Chung (1997) 探究 11、13、15 和 17 歲總計 736 位學生的慣性概念的改變, 研究顯示對於慣性概念, 學生和過去科學家的觀點有些不相似, 但也有相似的概念。Van Drie, De Vos & Verloop(1998)研究十年級合計 120 位學生對於化學平衡的推理過程, 發現與十九世紀的化學家相似。這些研究似乎支持了學生的科學概念與科學史之發展有某種程度的平行關係。但是, 也有不少學者

認為此種假定值得斟酌。例如 Thagard(1992)認為從內容(content)、結構(structure)、機制(mechanism)三個向度比較兒童與科學家知識的成長, 皆可發現其彼此的差異性(引自邱美虹, 民 89)。Levine(2000)論述兒童與科學家的概念發展或概念改變之類比的相關研究, 指出除了使用 Kuhn 的「不可共量(incommensurability)」; 「典範(paradigm)」的語詞指稱兒童之概念改變的問題以外, 也提醒對於歷史的(科學史)與心理學的(兒童的)之平行關係的假定應該要非常小心謹慎。而此議題所衍生的另一問題是; 過時科學理論的教學價值為何? 科學教學有否需要說明或教導已被淘汰的科學理論? 因為如果我們認為學生的概念改變與科學史發展相似, 則過時的科學理論有其某種程度的教學價值。例如 Schecker(1992)認為引介科學史可以幫助學生知覺到自己的概念, 以提供相矛盾之新概念學習的借鏡。Sanchez(1989)指出科學史不僅幫助我們瞭解科學概念產生的情境, 也可提供我們對於科學概念的學習順序的判準。McDonald(1989)則認為科學史有助於預測學生的迷思概念, 以協助教學的設計。無論此議題是否成立, 教師們的觀點為何? 應是科學教育研究者應予關切的。

(四)、教科書史是否影響學生的科學信念？

由科學史可以顯示科學家與一般人並沒有很大的差異, 一樣會犯錯, 在進行研究時未必是完全客觀或是理性的, 外在的社會文化、心理因素、政治會影響科學的發展或是科學家對於理論之取捨的決定。這些特性與

科學教學中所強調的「正確的科學態度」；例如客觀、合作、破除迷信、尊重數據等等，背道而馳。換言之，引入科學史可以讓學生瞭解「科學發展的真正面貌(或所謂的科學本質)」，但是此種功能和科學素養中強調「正確的科學態度」有所衝突。也因此致力於科學史哲之教學與研究的 Matthews(1994)為此問題提出討論與辯護。另一方面，傅麗玉(民88)指出在1970年代，科學家「不當行為」的故事是否該放入科學教學也引起爭議，但是科學家的不當行為在中等學校科學教育，應具有某些教學價值與意義。而教師們的看法為何？是一個頗令人好奇而有待探討的問題。

(五)、教師對現有的科學史教學資源之觀點為何？

美國的 Project 2061 專案資源書 Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993) 建議將科學史教材納入科學課程改革的重點，但是強調教師可自行斟酌科學史材料，並非將所有課程均以科學史為導向。可見在科學課程裡運用科學史材料，教師所扮演的角色十分重要(傅麗玉，民85)。而一般教科書的格式或科學教師本身的教育經驗，都可能限制了教師整合科學史於科學教學的能力(洪振方，民86)。將科學史用於科學課程教學，教師的知識背景及對教材教法的認識是關鍵性的問題。Matthews(1994)指出教師若沒有科學史與科學哲學的知識，在教授這些課程時，若不是眼光短淺，就是對課程中所提到的主題重複一些不具批判性的閒談，這些對學生而言將是一種損害。因此教

師是否認為本身已經具備科學史修養以及運用科學史教導學生科學思考的教學專業知識，也是研究者所關切的問題之一。

三、研究方法

本研究調查工具為自編之「國小自然科教師引用科學史教學態度量表」，採用4點計分之Likert量表，發展問卷前廣泛收集相關文獻並與任教科學史教授討論，再經已修習過「科學史與科學教育」課程之自科所研究生六位修改潤飾(均為國小在職教師，其中三位曾參與科學史教學之研究計畫)，因此應具有某種程度之專家效度。由於本研究為初探性研究，因此採取方便抽樣(convenience sampling)，樣本為台中師範學院進修部暑期教學碩士班之國小在職進修教師，包括科學教育研究所及環境教育研究所各一班共48人(均具備一年以上之自然科教學經驗)。本研究的限制為取樣教師已經過碩士班招生考試的初步篩選，平均年齡較輕，而且受試的自科所在職教師在填答問卷時已接受了四週之科學哲學課程，因此在推論上應予嚴格界定。

調查問卷回收之後，剔除無效問卷3份，有效樣本合計43人。調查資料輸入電腦後以SPSS統計軟體進行分析，信度採用係數估計其內在一致性，分析結果為.814，顯示研究工具頗為穩定。

四、結果與討論

本研究主要為審視現職國小自然科教師對科學史運用於教學的看法，因此採用描述

性統計。問卷題數 36 題區分為五個向度。以下各表中，包括實際填答人次及百分比，反向題以倒三角符號表示（▼）。填答選項為「非常不同意」至「非常同意」之 Likert 4 點量表，並分別計分為 1 至 4 分(反向題重新調整為 4 至 1 分)，表中「得分」為各題之平均分數。

(一)、教師對「科學與歷史兩者是否相容」之觀點

本向度中共有 5 題（表一），除 21、12 兩題為反向題，餘為正向題。各題之得分均在 2.61 以上，大於中間分數(2.50)，顯示教師對於科學與歷史兩者間的相容性，傾向於正面的態度。例如第 6、18、27 三題中填答「同意」及「非常同意」的百分比均為 90% 以上，得分平均在 3 分以上。而第 12 題的填答較為分歧（SD = .70），傾向於同意或不同意的人次各約 50%。本題源於 Brush(1974)提出在科

學教學使用歷史教材時，必須是有選擇性的，因此延伸出 -- 選擇的科學史是否為假歷史的爭議（許良榮，民 88），由填答結果顯示，教師對此爭議在的意見頗不一致，值得更深入的探討。

(二)、教師對「科學史教學功能」之觀點

本向度中共有 6 題（表二），均為正向題。由各題「得分」均大於「中間分數」顯示教師趨向於同意科學史所具有之教學功能，且贊同比例相當高，分配比例也相當一致。除第 7 題外，填答「同意」及「非常同意」的百分比均為 93% 以上，「得分」都在 2.95 分以上，其中尤以第 4 題的 3.33 為最高，顯示教師對於「引用科學史的教學可以幫助學生學習科學家如何解決問題」頗具共識。第 7 題教師的填答較為分歧（SD = .69），正向態度佔 74.4%、負向態度佔 25.6%。

表一「科學與歷史兩者是否相容」選答項目分配表

人次／百分比 題號與題目	選 項					得 分	
	非常不同意	不同意	同 意	非常同意	未填答	Mean	SD
6.教導科學史可以縮小學生在科學和人文素養間的差距	—	2 4.7%	34 79.1%	7 16.3%	—	3.12	.45
18.科學史可以讓學生了解科學與社會之間的關係	1 2.3%	—	35 81.4%	7 16.3%	—	3.12	.50
27.引用科學史的自然科教學能更符合課程統整的理念	—	4 9.3%	32 74.4%	7 16.3%	—	3.07	.51
21.▼科學課程同時包含「科學」與「歷史」會不容易協調	7 16.3	8 18.6%	28 65.1%	—	—	2.98	.60
12.▼引用科學史通常只能關注於某些特定人、事、物，和完整的科學全貌不同	4 9.3%	18 41.9%	18 41.9%	1 2.3%	2 4.7%	2.61	.70

(三)、教師對「學生科學概念與科學史發展是否平行及過時科學理論教學價值」之觀點

本向度中共有 7 題（表三），除第 17、1 兩題為反向題，餘為正向題。各題平均得分除了第 17 題以外，均大於中間分數 2.50，顯

表二「科學史教學功能」選答項目分配表

人次/百分比 題號與題目	選答項目	非常不同意	不同意	同 意	非常同意	未填答	得 分 Mean SD
23.引用科學史的教學可以幫助學生學習科學家的思考方式	—	2 4.7%	33 76.7%	7 16.3%	1 2.3%	—	3.12 .45
4.引用科學史的教學可以幫助學生學習科學家如何解決問題	—	2 4.7%	24 55.8%	16 37.2%	1 2.3%	—	3.33 .57
36.引用科學史的教學可以幫助學生學習科學方法	—	3 7.0%	34 79.1%	5 11.6%	1 2.3%	—	3.05 .44
19.引用科學史的教學可以幫助學生學習到應有的科學態度	—	2 4.7%	34 79.1%	7 16.3%	—	—	3.12 .45
28.引用科學史的教學可以幫助學生學習科學概念	—	3 7.0%	34 79.1%	6 14.0%	—	—	3.07 .46
7.科學史教材能幫助學生修正錯誤的科學概念	—	11 25.6%	23 53.5%	9 20.9%	—	—	2.95 .69

表三「學生科學概念與科學史發展是否平行及過時科學理論教學價值」選答項目分配表

人次/百分比 題號/題目	選答項目	非常不同意	不同意	同 意	非常同意	未填答	得 分 Mean SD
29.學生的科學概念發展過程與科學史中科學理論發展的過程相類似	—	1 2.3%	11 25.6%	29 67.4%	1 2.3%	1 2.3%	2.71 .55
3.科學史可以讓學生瞭解科學理論是如何產生	—	—	—	28 65.1%	15 34.9%	—	3.35 .48
24.歷史取向的科學課程能幫助學生比較自己的觀點和以前科學家觀點的異同	—	—	3 7.0%	35 81.4%	5 11.6%	—	3.05 .43
14.如果教師多瞭解科學史，有助於預測學生的錯誤概念	—	—	4 9.3%	32 74.4%	6 14.0%	1 2.3%	3.05 .49
34.引用科學史的教學，可讓學生認識到自己的概念，進一步幫助學生重建科學概念	—	—	4 9.3%	34 79.1%	4 9.3%	1 2.3%	3.00 .44

17.▼已經被淘汰的科學理論（例如地球中心說）無實用價值，不需要在科學教學中出現	—	2 4.7%	31 72.1%	10 23.3%	—	1.81 .50
1.▼小學的科學教育課程應該只教目前被科學界認同的科學理論	4 9.3%	27 62.8%	10 23.3%	1 4.7%	—	2.77 .68

示受試教師傾向於同意學生的科學概念發展過程與科學史發展類似或是科學史有助於學生的概念澄清與學習。值得注意的是第 17 題平均得分 1.81 低於中間分數，此現象至少顯示了二個問題；其一是受試教師對於科學史或過時理論的價值判斷不是很穩定或已經持有特定的主張；其二是題幹的敘述可能具有引導受試教師之填答的效應；第 17 題中：「無實用價值，不需要在科學教學中出現」的描述可能不恰當地提供了價值判斷，這是未來研究亟需檢討改進的。此外，第 1 題有關小學科學課程是否只應呈現目前被科學界認同的科學理論，有 11 人(28.0%)持贊同態度，顯示雖然大多數受試教師傾向同意科學史有助於學生的概念澄清或學習（例如第 3、24、14、34 題），但是對於過時科學理論是否應該呈現於小學的教學，有不少受試教師抱持保留態度。

(四)、教師對「科學史教學是否影響學生科學信念」之觀點

本向度共有 9 題（表四），除 25、30、35、15 四題為正向題，餘為反向題。除第 2 題以外，其餘各題之平均得分均大於中間分數，顯示教師趨向於同意在自然課中教導科學史不會影響學生科學信念。第 25、30、35 三題及 9、22、10、32 四題反向題得分（調整後）分配相當接近，各題正向得分的比例均大於 74% 以上。第 15 題填答「同意」及「非常同意」的百分比為 95.3%，標準差在 .37 以下，是本問卷所有問題中教師態度最為一致的向度，顯示教師認為教導學生瞭解科學家的不當行為可供學生反省思考，幫助學生澄清價值均持相當正面的看法。而第 2 題教師的填答較為分歧（SD = .69），正、負向態度分配平均，各約 50%，此現象是否為題幹敘述已經隱含價值判斷（應以「積極正面

表四「科學史教學影響學生科學信念」選答項目分配表

人次/百分比 題號/題目	選答項目						得分	
		非常不同意	不同意	同意	非常同意	未填答	Mean	SD
25.引用科學史教學時教師不應修飾或省略科學家的不當行為	—	10 23.3%	29 67.4%	3 7.0%	1 2.3%		2.83	.54
30.教導科學家的不當行為可以幫助學生瞭解科學的人性面	—	6 14%	29 67.4%	7 16.3%	1 2.3%		3.02	.56

35.科學家也會犯錯，教學時不必刻意隱惡揚善	1 2.3%	2 4.7%	31 72.1%	9 20.9%	—	3.12 .59
15.科學家的不當行為可供學生反省思考，幫助學生澄清價值	—	1 2.3%	36 83.7%	5 11.6%	1 2.3%	3.09 .37
9.▼伽利略以數學推導修改實驗觀察結果，有偽造實驗數據之嫌，這段歷史不宜用於教學	5 11.6%	27 62.8%	10 23.3	—	1 2.3%	2.88 .59
22.▼科學史上科學家彼此間充滿理論發表優先權的競爭，與傳統印象中科學家合作無間、共同追求真理的狀況不符，這種事件不宜教學	7 16.3%	28 65.1%	8 18.6%	—	—	2.98 .60
10.▼當科學史內容和一般人對科學具有理性、開明之印象不符時，不宜用於教學	2 4.7%	31 72.1%	7 16.3%	2 4.7%	1 2.3%	2.79 .61
32.▼科學家不當行為是科學史中的少數特例，不用納入自然科學教學	5 11.6%	29 67.4%	7 16.3%	1 2.3%	1 2.3%	2.90 .62
2.▼引用科學史教學應以積極正面的科學事例為主	—	22 51.2%	16 37.2%	5 11.6%	—	2.40 .69

"……)？或是教師持有特定的觀點？是值得更
深入探討問題之一。

(五)、教師對「現有的科學史教學資源」之觀點

本向度共有 9 題，除 26 題為正向題，餘為反向題。其中正、反向題的決定方式是；得分越低，表示教師對於該項問題傾向於越多困擾或越需要該項資源。亦即分數越低表示該項資源越為缺乏或不充足。由表五的統計顯示除了第 26、11、8 等三題得分高於中間分數以外，其餘各題得分均低於中間分數，顯示教師趨向於認為自然課中的科學史教學資源不足。此項度的題目可再細分為四個部分：第一為「時間」(20、26 題)，得

分平均值接近中間分數，顯示教師認為使用科學史的教學會佔用較多教學時間，但應該能在正常授課時間內完成。第二為「師生負荷」(11、8 題)，此部分填答的分配比例也大致相同，平均得分略高於中間分數，為本向度得分較高的部分，顯示受試教師傾向認為引用科學史的自然課程應不會增加師生太多負荷。第三為「教師專業」(31、16 題) 2 題皆有 37 人(86.0%)以上的教師認為自己缺乏科學史知識以及將科學史運用於自然科學教學的知能。第四為「教學資源」(5、33、13 題)，此部分填答的分配比例較為歧異，平均分數均低於中間分數，同意科學史的教學資源與教學範例不易取得的教師都在 23 人

(58.2%)以上，且第 13 題全部填答的教師均同意目前自然科的教學指引應該增加科學史的資料。

五、結論與建議

上述的分析結果呈現的是一種描述性的、初步的教師之態度傾向，尚不具有代表性，不宜做為一種推論結果。但是從本研究也發現不少未來研究或課程發展值得參考的現象，在本研究所區分的五個向度中，其中四個向度：「科學與歷史兩者是否相容」、「科學史之教學功能」、「學生科學概念與科

學史發展是否平行以及過時科學理論的教學價值」、「教科學史是否影響學生的科學信念」傾向於正向態度，顯示受測教師同意科學史所扮演的角色。雖然這對爾後九年一貫課程--「自然與生活科技學習領域」中「科學與人文」的實施應有某種程度的助益。但是第五個向度「教師對現有的科學史教學資源之觀點」，顯示受測教師認為科學史教學的相關配套資源較為不足。另一方面；參照九年一貫課程暫行綱要（民國 90 年 1 月版）「自然與生活科技學習領域」附錄一「自然與生活科技」學習領域之教材內容要項中「科學與人

表五「科學史教學資源」選答項目分配表

人次/百分比 題號/題目	選答項目					得 分 Mean SD
	非常不同意	不同意	同 意	非常同意	未填答	
20.▼引用科學史的自然課程會佔用較多的教學時間	1 2.3%	16 37.2%	22 51.2%	4 9.3%	—	2.33 .68
26.引用科學史的自然課應可在正常教學時間內完成教學	1 2.3%	14 32.6%	24 55.8%	3 7.0%	1 2.3%	2.69 .64
11.▼引用科學史的自然課程會增加教師的教學負荷	3 7.0%	28 65.1%	10 23.3%	2 4.7%	—	2.74 .6 6
8.▼引用科學史的自然課程會增加學生的學習負荷	5 11.6%	24 55.8%	11 25.6%	1 2.3%	2 4.7%	2.80 .6 8
31.▼我認為我自己缺乏科學史的知識背景	—	6 14%	28 65.1%	9 20.9%	—	1.93 .59
16.▼我認為我自己缺乏在自然課中運用科學史教學的認識	—	2 4.7%	31 72.1%	10 23.3%	—	1.81 .50
5.▼科學史的教學資源不容易取得	1 2.3%	17 39.7%	23 53.5%	2 4.7%	—	2.39 .62
33.▼目前缺乏以科學史為導向的教學範例	1 2.3%	2 4.7%	28 65.1%	12 27.9%	—	1.81 .6 3
13.▼目前自然科的教學指引應該增加科學史的資料	—	—	33 76.7%	10 23.3%	—	1.77 .4 3

文」主題分為：520 科學的發展、521 科學美學、522 科學倫理三個次主題。這是本次課程改革值得肯定的部分，也可視為新課程綱要的特色。但由此也延伸出幾點問題，第一由誰來編寫科學史課程？第二教師是否具備科學史教學的知能？教學的相關資源是否足夠？在綱要中「自然與生活科技學習領域」附錄一後附記：「永續發展」課題中「科學與人文」主題所提示之教材內容應以融入的方式，納入其他個主題中。歷次科學教育的課程修訂，著重的是科學產物、科學過程，而科學情境是比較忽略的主題。林陳涌（民89）回顧我國的課程發展指出：科學本質、科學態度、思考智能、科學應用這些東西在每次教育改革時都會被提出，但最後落實到教科書課程中就全部不見了。因此；如何透過各學域的學者專家及現場教師間的對話凝聚共識，將「科學與人文」主題的精神確實融入其他主題中，而非在「融入」後被稀釋甚至消失，是課程改革中需格外注意的。

一個新課程改革的成功除了課程實體的改革外，教師及社會大環境的配合是不可或缺的因素。傅麗玉（民85）指出英國的國家科學課程（National Science Curriculum）公佈實施後，首先遇到的就是教師缺乏科學史背景，以致課程無法落實。對照本研究中的第五個向度，其中與「教師專業」（表五，31、16題）有關的填答，顯示多數教師認為自己缺乏科學史知識也缺少將科學史運用於自然科教學的認識。Nielsen & Thomsen（1990）的研究以丹麥為例指出，丹麥國會提出國家物理課程法案，包括五個要點其中

「物理學家的世界觀」及「物理學的歷史和哲學」是與科學史直接有關的。這樣的課程取向對教師、物理學家、歷史學家和哲學家來說是艱鉅的任務，他們組成一個團體。採取了一些措施：第一點必須使一般的物理教師相信，物理學史是有趣的而且學生能得到益處，第二點讓教師知道在教室使用科學史的實例，第三點必須說服教師，使教師相信他們有能力使用歷史-哲學取向的教學而不會有問題。本研究顯示對科學史在自然科教學的前四個向度多數教師持正向的態度，符合上述第一點的敘述；第二、三兩點則是值得我國做為借鏡的。此外他們製作了一本教師指引，第一章介紹歷史-哲學取向的物理學，第二章詳細介紹主要的流源，其餘五章詳細介紹不同個案（引自 Matthews，1994）。這部分是國內目前最為缺乏的，對照本研究的第五個向度，其中與「教學資源」（表五，5、33、13題）有關的填答，顯示多數教師認為科學史的教學資源取得、教學範例及教學指引均缺乏，且第13題呈現全部填答的教師均認為目前自然科的教學指引應該增加科學史的資料，這是新課程所面臨最迫切亟待解決的問題之一。

我國將科學史用於自然科教學尚屬於學院內的研究，大多仍在起步階段。依據本研究結果顯示教師大多能接受科學史教學的理念，使科學史落實在教學層面提供了良好的有利因素。但是在其他外在環境的配合上仍須更加努力，例如（1）在依據綱要編輯課文時應掌握科學史融入的內涵；（2）學科專家、科學史學者、教育學者及現職教師的共

同投入；(3) 於師資培育過程及在職教育中培養教師科學史相關知能；(4) 建立相關教學資源等，以期教師能勝任此新領域的教學，這些都是值得科學教育界投入長期的關切與努力。

參考文獻

1. 林陳涌(民89)：九年一貫課程發展模式。科學教育月刊，第231期，35-39頁。
2. 邱美虹(民89)：概念改變研究的省思與啟示。科學教育學刊，第八卷第一期，1-34頁。
3. 洪振方(民86)：科學史融入科學教學之探討。高雄師大學報，8期，233-246頁。
4. 教育部(民90)：國民教育九年一貫暫行綱要-自然與生活科技學習領域。台北：教育部。
5. 許良榮(民88)：科學史與科學教學：一些省思與建議。物理教育，第三卷第一期，93-101頁。
6. 許良榮、李田英(民84)：科學史在科學教學的角色與功能。科學教育(師大)，第179期，15-27頁。
7. 傅麗玉(民85)：科學史與台灣中等科學教育之整合 - 問題與建議。化學教育面面觀，台灣師大中等教育輔導委員會，165-193頁。
8. 傅麗玉(民88)：科學家的「不當行為」故事在中等科學教育的價值與意義。科學教育學刊，第七卷第三期，281-298頁。
9. 楊淑芬(民81)：數學史在數學教育中的重要性。數學傳播，第16卷第3期，16-22頁。
10. 劉廣定(民86)：科學史與科學教學。科學教育月刊，第203期，16-20頁。
11. American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). Benchmarks for Science Literacy. ERIC Document Reproduction Service No.ED399180.
12. Brush, S. G. (1974). Should the history of science be rated X? Science, 183, 1164-1172.
13. Brush, S. G. (1989). History of science and science education. In M. Shortland & A. Warwick(eds.), Teaching the history of science(p.54-66). Basil Blackwell: The British Society for the History of Science.
14. Conant, J. B. (1951). Science and common sense. New Haven: Yale University Press.
15. Clement, J. (1983). A conceptual model discussed by Galileo and used intuitively by physics students. In D. Gentner & A. Stevens (eds.), Mental Models.(p.325-340). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
16. Duschl, R. A.(1994). Research in the history and philosophy of science. In D.L. Gabel (ed.). Handbook of research on science teaching and learning(p.443-465). New York: McMillan.
17. Garrison, J. W., & Lawwill, R. S. (1993). Democratic science teaching: A role for the history of science. Interchange, 24(1 & 2), 29-39.
18. Mas, C. J. F & Perez, J. H. (1987). Parallels between adolescents' conception of gases and the history of chemistry. Journal of Chemi-

- cal Education , 64(7), 616-618.
19. National Research Council (NRC). (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
20. Jenkins, E.(1989). Why the history of science ? In M. Shortland & A. Warwick (eds.), Teaching the history of science(p.19-29). Basil Blackwell: The British Society for the History of Science.
21. Kauffman, G. B. (1991). History in the chemistry curriculum. In M. R. Matthews(ed), History, philosophy, and science teaching: Selected readings(pp.185-200). Toronto & New York: OISE Press, Teachers College Press.
22. Klopfer, L. E., & Watson, F. G. (1957). Historical materials and high school science teaching. The Science Teacher, October, 264-265; 292-293.
23. Levine, A. T. (2000). Which way is up? Tomas S. Kuhn's analog to conceptual development in childhood. Science and Education, 9, 107-122.
24. McCloskey, M.(1983). Naive theories of motion. In D. Gentner & A. Stevens(eds.), Mental models.(p.299-324). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
25. McDonald, D. (1989). Teaching science for understanding: Implications of spontaneous concepts and the history of science. ERIC Document Reproduction Service No. ED314251.
26. Matthews, M. R. (1994). Science teaching: The role of history and philosophy of science. New York: Routledge.
27. Nielsen, H. & Thomsen, P. (1990). History and Philosophy of science in the Danish curriculum. International Journal of Science Education, 12(4), 308-316.
28. 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(p.306-312). Tallahassee: Florida State University.
29. Schecker, H. P. (1992). The paradigmatic change in mechanics: Implication of historical processes for physics education. Science and Education, 1(1), 71-76.
30. Song, J., Cho, S. K., & Chung, B. H. (1997). Exploring the parallelism between change in student` conceptions and historical change in the concept of inertia. Research in Science Education, 27(1), 87-100.
31. Stinner, A., & Williams, H. (1993). Conceptual change, history, and science stories. Interchange, 24(1 & 2), 87-103.
32. Von driel, J. H., De Vos, W. & Verloop, N. (1998). Relating students' reasoning to the history of science: The case of chemical equilibrium. 28(2), 187-198.