

通往「第三文化」之路——析論透過科技史教學 以提升人文素養的取徑

謝文斌¹ 游光昭²

摘要

本文從「人文」與「科技」的對立概念出發，旨在探討藉由「科技史」教學來調和與溝通二者對立的可能性。首先定義「科技」素養與「人文」素養的意涵，而後探析「兩種文化」對立的相關議題與文獻。經由歸納結果，本文認為 STS 課程理念是消解「科技」與「人文」對立的良方，是通往「第三文化」之路，也應是科技史教學的可行取徑。科技史教學的進一步發展可從「科學史」教學的相關論述借鑑。最後，本文提出科技教育運用「科技史」教學以提升人文素養的策略及教學活動實例，期能有利後續科技史教學活動教案的開發及教學成效的實證研究。

關鍵詞：人文素養、科技史、科技教育

1 謝文斌，高雄市瑞祥高級中學教師兼教務主任；國立台灣師範大學工業科技教育學系博士班研究生
電子郵件：wenbin@rssh.hk.edu.tw

2 游光昭，國立台灣師範大學工業科技教育學系教授
電子郵件：kcyu@ntnu.edu.tw

投稿日期：2005 年 6 月 26 日；採用日期：2005 年 10 月 19 日

The Way to "Third Culture": The Approach of Promoting Humanistic Literacy Through the Integration of History of Technology into Technology Teaching

Wen-Pin Hsieh¹ Kuang-chao Yu²

Abstract

This article is set out from the opposite culture concepts between "humanities" and "technology". The issues of the "Two Different Culture" were discussed and analyzed to clarify the concepts and arguments between these two cultures. The article then focused on the possibility of harmonizing and communicating these culture oppositions through the use of history of technology in technology education curriculum. Moreover, this article argues that the rationale of STS curriculum is a feasible approach to eliminate the opposition between "humanities" and "technology", and to pave the way that leads to "The Third Culture". The experience of teaching history of science in science was also introduced to help integrating history of technology curriculum by using STS rationale. Finally, this article introduces a learning activity which demonstrates the feasibility of integrating history of technology in technology education curriculum.

Key words: history of technology, humanistic literacy, technology education

1 Wen-Pin Hsieh, Dean of Academic Affairs, Kaohsiung Municipal Jui-Hsiang Senior High School; Ph. D. student, Department of Industrial Technology Education, National Taiwan Normal University

E-mail: wenbin@rssh.hk.edu.tw

2 Kuang-Chao Yu, Professor, Department of Industrial Technology Education, National Taiwan Normal University

E-mail: kcyu@ntnu.edu.tw

Manuscript received: Jun. 26, 2005; Accepted: Oct. 19, 2005

現代科技之發展有愈來愈取得自律性，形成獨立體系之傾向。此時人若不挺立出來成為道德、藝術之主體，科技發展之主體，則人性有喪失於科技中之危機。科技既為人之活動，則人應為之主宰，而不應為之奴隸。人若欲成為科技之主宰，則必須發揚人文精神以為擎柱。

——沈清松（1998：264）——

「人文」與「科技」是被當代學者廣為探討的二個對立文化概念，文獻上對此「兩種文化」的論述也已相當的豐富（林崇熙，2000; Snow, 1959, 1964, 1993）。本文試從「人文」與「科技」的對立概念出發，探討藉由「科技史」教育來調和與溝通二者對立的可能性。

壹、科技素養與人文素養的意涵

「素養」是指一般國民所應具備的知識、技能及態度，它具有普遍化、通俗化的特質（孫仲山、張史如，1997），適合中小學義務教育階段的教育取徑。

「素養」當蘊涵於內，即為知識、見解與觀念；表現於外，即為能力、技術與態度（教育部，2003a）。以下分別就「科技素養」（technology literacy）及「人文素養」（humanistic literacy）的意涵加以界定。

一、「科技素養」的意涵

在探討「科技素養」的意涵之前，吾人有必要先辨析「科技」一詞的蘊義。沈清松（2003，1998）認為，廣義的「科技」是指「科學」和「技術」的統稱，二者分別屬於文化中的「認知系統」和「行動系統」；而狹義的「科技」則單指「技術」，是以自然科學為基礎的技術或工程技術。此一說法雖不全然被各界認

同，¹但確實也體現了一般人對「科技」(technology)及「科學」(science)認知混淆的現象。其實，不同領域的專業人士也常以自身的觀點來解釋「科技」，例如：自然科學領域的學者有不少人認為自然「科學」可以包括「科技」，而科技教育界人士則多認為「科技」與「科學」的關係應是伙伴關係，而非主從關係（李隆盛，2000：125）。不過，即使是有名的科學哲學家或史學家，在論述相關的主題時，也經常將「科學」與「科技」二名詞交互混用。回歸英文的原義，² technology 一字本身即是有意義的（Herschbach, 1995），它源自於希臘字 technologia，意為「技藝的系統性處理」（systematic treatment of an art or craft）。字根 techne 意為「結合藝與技的方法，包含相關原則的知識，而能達成適當的結果」（Wheelwright, 1966: 328），換言之，technique 一字涉及了「知與做的實用技術」。另一字根 logos 則有更廣泛的意義，包含討論、解釋、原理，但其最合適的用法可能是「推理」（to reason）。綜言之，「科技」應包含「應用的推理」並強調應用與實作（to do things）。另一方面，「科學」的主要目的則是要瞭解自然法則的現象，重點在求知（about knowing），二者顯然有所不同。因此，現存科技與人文「兩種文化」的相關論述中，科技其實是泛指「科學」和「技術」的統稱，並非單指「科學」或「技術」。

- 1 沈清松對「科技」的狹義定義認為科技係以自然科學為基礎。此種看法其實值得進一步的辯證。就人類的發展而言，從有歷史以來，一直到文藝復興之前，人造物的出現經常是沒有科學知識為背景的，科技可以說是經常走在科學之前。文藝復興之後，科學才取得急速的發展，而逐漸與科技並駕齊驅。時至今日，科學或許在某些應用領域有超越科技的成就，但其實科學也是依賴科技的良好基礎而得以擴張。因而科技與科學孰輕孰重、誰先誰後等的爭議恐怕都是多餘。Basalla（1988: 43）也有類似的看法，例如，就第一批電動機的設計成功，得益已有的人造物品而來的延續性要多，得益科學理論的部分就少。Bridgstock 等人（賴信志譯，2003）也認為，視技術只是「應用科學」的觀點太過狹隘；如果是這樣的話，那麼在科學發展之前並沒有所謂的「技術」，這樣顯然是說不通的。科學本身並不是一開始就是那麼系統化的與技術相聯結，而是遲至十九世紀中葉才逐漸產生系統性的互動。試觀古埃及的金字塔、中國的長城等，其工事需要複雜的技術，這是早期人類技術創新與累積的成果，並非科學的應用。
- 2 Herschbach（1995）認為法文對下列二個科技相關名詞的定義更為精確：Technologie 是指「技術的過程與目的的研究」（the study of technical processes and objects），而 technique 則指「個人自身的技術方法，實際應用的過程」（the individual technical means themselves, the actual application processes）。二者的概念在英文中混雜為 technology，因此導致無法區分其研究與應用。

此外，「科技教育」界人士對科技的定義也頗值得參考。國際科技教育協會（International Technology Education Association, ITEA）將「科技」定義為「人類在行動上的創新」（Technology is human innovation in action.），至於「科技素養」則定義為「使用、管理及了解科技的能力」（Technological literacy is the ability to use, manage, and understand technology.）（ITEA, 2000）。科技教育強調透過科技學習活動（technology learning activity, TLA）來培養學生解決問題的能力，以達成全民具備「科技素養」為目標。「科技素養教育」目的在使學習者具備基本的科技知識、技能及態度。ITEA 為了確立科技教育知識體系的建構及實際內涵的發展，自一九九六年起在美國國家科學基金會（National Science Foundation）及航太總署（National Aeronautics and Space Administration）資助下，經過數千人的參與，近幾年來分別提出了「美國全民的科技教育」（Technology for All Americans, TfAA）（ITEA, 1996）、「科技素養的標準」（Standards for Technological Literacy）（ITEA, 2000）及「科技素養的前進卓越」（Advancing Excellence in Technological Literacy）（ITEA, 2003）等重要文件，其主要目的皆在提倡科技教育，並以培養全民的「科技素養」為重點。

二、「人文素養」的意涵

「人文」的概念最早源自於古希臘文化的研究，並在文藝復興時代得到普遍的討論與認同。「人文」一詞具有至少二種意義（沈清松，1998）：如果作為一種「學科」，則指「人文科學」（human sciences），係相對於「自然科學」（natural sciences）的學科；如果是作為一種主義和世界觀，則指「人文主義」（humanism）。人文主義不只是一個思想流派或特殊思想或主張的集合，它是一種看待世界的普遍觀點（林正弘等譯，2002）。而本文所探討的「人文素養」（humanistic literacy）是與科技素養相對的概念，著重人文相關素養的培育，亦是人文教育的目的。人文教育以「人」為中心，是肯定人的尊嚴和價值以及發展潛能與特質的全人教育。一般來說，「人文素養」的涵義包括人文知識、人文態度與人文能力，其至少應包括的內涵如下（孟繼洛等，1992）：

1. 人文知識：此一人文知識，不獨是人文學科（如哲學、文學、藝術、宗教、倫理學等）的知識。而是對人性本質與發展、社會結構與演進的知識。因此，論及人文素養的培育，首要之務就是使學生具備相當豐富的人文、社會知識，使其對人的本身及社會的發展有所認識。
2. 人文態度：人文態度是指經由人文知識和教育環境的薰陶，所孕育出來的一種對人與社會關懷的態度。它不僅包括傳統的人文精神，也包括對現代社會及人類前途的關懷。基於人文精神和人文關懷而產生的人文視野、胸襟和器識，就是人文素養中所應具備的「人文態度」。
3. 人文能力：此一人文能力，由人文知識的培養及人文態度的孕育而來，與前二者具有密切關係。

教育是開展學生潛能、培養學生適應與改善生活環境的學習歷程。台灣的九年一貫課程標舉了以下的「基本理念」（教育部，2003a）：培養具備人本情懷、統整能力、民主素養、鄉土與國際意識，以及能進行終身學習的國民。其中的內涵就包括「理性與感性的調和」、「人文與科技的整合」、「涵蓋文化與生態的鄉土與世界觀」等面向，這些內涵表徵了九年一貫課程對「人文」與「科技」議題的重視。基本上，九年一貫課程強調「學科平權」，尊重多元文化與觀點，以期培養健全的現代國民。這些精神均與前述學界對「人文」與「科技」「兩種文化」的廣泛論述相互符應。

歷史最重要的價值是讓人們能獲得「鑑往知來」的啟示，本文探析「科技」與「人文」的相關議題與文獻，試行歸納出「科技史教學有益提升學生的人文素養」的假說，期盼能有「先導研究」功能，以促進「科技史」的相關教學研究與應用。

貳、兩種文化：科技 vs. 人文

人類的文明自十八及十九世紀以來，有非常大的成長及擴散。經由「現代

性」的建立，西方文化重新尋得人的「主體性」。藉由科學的發展，人們也得以尋找到「理性」的典型。德國社會學家韋伯（Max Weber, 1824-1920）將西方社會自近代以來所產生的理性化歷程以「解除世界魔咒」之語來描繪。在這歷程中，「科學」挾帶「真實」的威力，將人們從「迷信」神權的「魔咒」中喚醒，而此種理性化歷程就表現在現代科學、藝術、政治社會組織、甚至在資本主義的經濟活動中（沈清松，1998）。而科技發展本身便足以作為「解除魔咒」的代表（苑舉正，1999），因為科技對沉溺在舊系統中的人而言，發揮了「解除魔咒」的功能。由於科技對人們的生活福祉有巨大的助益，有一段時間，人們對科學的方法及成果極為信服，使得科學在社會中具有無比的權威，有些學者將之稱為「科學主義」（葉闌，1996）。當人們享受到科技所帶來的便利之後，「科學主義」便逐漸深植人心。人們對於科技所產生的不當影響，僅視為科技發展過程中尚未解決的問題，並認定科技最終會加以解決。當人們放棄了迷信並接受科技為「真理」之際，「科學主義」卻反而出現了「異化」的現象，成為科技社會的新魔咒（苑舉正，1999）。在這過程中，「科學」甚至特意以攻擊宗教與迷信來塑造自己的清新形象，並在不知不覺中成為新的宗教與思想霸權（林崇熙，2000）。

當人類社會的信仰價值因深信科技所帶來的「理性」因而忽略了人的思維能力之際，就如同「馬庫色」（Herbert Marcuse, 1898-1979）的名著《單向度人》（*One Dimensional Man*）一書所指出的：「單向度人」之思維有其系統性的偏失。在這種情況下，許多哲人興起「批判」風潮，針對過度的「工具理性」及「科學主義」加以全面的反思與批判。其中，「法蘭克福學派」學者的思想可說是批判理論的中心。他們對「科技批判」的基本假設認為，科技缺乏人文精神並與人文精神相對立，人的價值因為科學與人文精神相背離而失落（葉闌，1996：190）。赫胥黎（Thomas Henry Huxley, 1825-1895）在一九三二年的名著《美麗新世界》（*Brave New World*）即對科技及人文兩者的鴻溝感到憂心（林崇熙，2000）。對科技與人文關係反省的論述中，以英國科學家與小說家史諾（Charles Percy Snow）於一九五九年在劍橋大學講座發表的《兩種文化》（*The Two Cultures*）最為有名，同時也被廣為討論與引用。史諾認為（引自林崇熙，2000; Snow,

1964) 科技與人文之間不僅有互不理解的鴻溝，有時還存有敵意和反感，甚至有荒謬的歪曲印象，而這種現象對社會是有傷害的。至於產生這種分裂的原因則是「專業化教育」被過份的推崇與強調。

進一步而言，沈清松（2003：26）認為，大眾對何謂「兩種文化」總是一知半解，甚至誤會以為「人文」與「科技」是完全差異之物，其實 Snow 甚為強調架通兩者的「第三文化」。Snow 所稱「第三文化」指的是兩種文化的相互交談或溝通，也就是科學與人文社群知識份子間的相互理解與溝通。科學與人文之間的爭議，乃至於學門之間的爭論，如果是僅止於學術論述的歧見，其實都是正面性的。不過，不同社群的學者之間因為歧見而導致情緒性的論述卻經常可見，這些無謂的爭戰並無助於科學實事求是及客觀的精神，反而容易形成「意識型態的霸權」，這不僅傷害了社群內或社群間的關係，也妨礙了社會的進步。

在「科學主義」之下，孔德（Auguste Comte, 1798-1857）所提倡的「實證主義」（positivism）成為社會科學界用以型塑自我認同與爭取社會承認的主流思想（顧忠華，2000）。一九六〇年代以前，在人文及社會科學學術社群的研究方法論中，「量化研究」為主要的典範（高敬文，1999）。「量化研究」植基於「實證主義」，將精確的數值資料奉為學術可信度的唯一圭臬。基本上，過度強調量化研究，而排拒其他研究典範，其實也是落入「科學主義」的陷阱。畢竟，在人文及社會科學的領域中，將變項予以量化及分析不應是唯一方法，許多的現象與特質必須經由其他的方法，如詮釋及敘說等，加以整理、報導及分析。因此，經過學術界的反省與批判，著重人文、個體、情境脈絡條件下的「質化研究」取徑逐漸成為「量化研究」之外的新典範。此一研究典範轉變的過程也可說是一種對「科學主義」反省後重新尋求「人文」價值的調適。

就人才培育的觀點，科學文化、科學教育與人文文化、人文教育的交融是教育發展的必然趨勢（楊叔子，2003）。台灣當前的教育，從中小學到大學，都極為重視「全人教育」，透過各類多樣的課程內涵，以幫助學生建立完整的人格為目標。其中主要的面向包括：(1)肯定人性尊嚴，尊重學術自由；(2)探討生命意義，提升道德生活；(3)專精學術研究，重視人文精神，致力培育學生達到知人、知物、知天的理想。「全人教育」也可說是消解科技與人文「兩種文化」對立的

一項有效方案。透過全人教育，學生的眼界會超越本身專精學門的侷限，獲得更開闊的視野，這對管理與領導層級的人才培育尤其重要。

參、科技發展的本質及其與人文層面的關係

George Basalla 所著的《技術發展簡史》（*The Evolution of Technology*）（Basalla, 1988）一書中，將技術發展的歷史作了詳細的探討。Basalla 認為自然界物種適應環境的演化是「隨機」的，並沒有預定的目標或方向，其演化的關鍵為有性繁殖中基因重組所產生的變異，而變異後接受整體環境的選擇可分為三類：環境的、生物的以及社會的。相對地，「人造物」演化的變異就是「非隨機」的，它是一種有意識的活動過程所導致的，亦即人類在追求某些生理的、技術的、心理的、社會的、經濟的、或文化的目標時，使用判斷力和鑑賞力的結果。

「創新」是人類的本能，人造物的多樣性也因此產生。如果要用「技術演化論」來解釋人造物的「多樣性」，就必須瞭解人造物之間的「延續性」。每一種人造物都不是孤立存在、獨一無二的，它必然與過去的創新相關連。由於人類的想像力是無限的，雖然有許多的創新一開始並不知道是否會被當時的人類文明所接受，但人造物創新的數量必然遠超過人類當時的需求。人造物創新過剩的情形之下，必然面臨被「選擇」的命運，而在人類歷史的長河中留存或者被淘汰。因此，發明未必是由逐漸增長的知識或市場需求所推動，科技知識與發明並沒有直接關係，而且市場需求也不是唯一決定的因素。科技的創新與選擇，也並非完全如馬克思主義者所認為的「經濟決定論」：無論生產或創新均由市場的力量所決定。人文層面（包含社會、經濟、文化、軍事等因素），對技術的「創新」與「選擇」其實都有關鍵性的影響，對這些影響性質的理解與把握，有助於我們作出更具未來觀的決斷。

在科技長足進步的影響之下，有段時間人們也陷入類似「科學主義」的迷思，認為科技是萬能而且是具有完全正面的應用價值，而忽略了科技具有「雙刃劍」（double-edged sword）的特性——既可助人，也可傷人。Basalla（1988）就

曾將人們對技術進步「萬能」的迷思整理成為下列六大「推論」：

1. 技術革新對變化中的人造物之改進有顯著的貢獻；
2. 技術的進展有助於我們物質、社會、文化和精神生活的改善，從而加速了文明的發展；
3. 技術上的進步及隨之而來的文明進步可以用速度、效率、能量或其他一些量化標準來衡量；
4. 技術變革的源頭、方向和影響都完全是在人類控制掌握之中；
5. 技術征服了自然界並迫使其為人類服務；
6. 技術和文明在西方工業化國家達到了巔峰狀態。

上述的科技進步觀在十七世紀時即有反對意見出現，最後在廿世紀中更面臨諸多的質疑：戰爭證明死亡和毀滅是技術的結果、核子技術對全人類及文化產生威脅、人類征服自然並非一勞永逸的，而且會以嚴重污染環境及破壞為代價。科技進步使人口增加，造成空間、糧食短缺，環境的過度利用及自然資源的耗盡等的負面效應一再顯現。近年來，生物科技取得了高度的進展，造福了人類的生活，然而，如「代理孕母」、「複製人」、「基因改造食品」等技術也引起了倫理、宗教及醫學的極大爭議，這些爭議均已超出科技本身的範疇，成為人文層面的問題。因而，從科技演進的歷史與結果來看，同樣地要回歸到人文層面的省思；科技與人文的溝通與交融也再度被印證其重要性。

因此，若從教育的角度來看，透過「科技史」的教學，除了有助於理解生產技術沿革的本質以及現代複雜科技的運作，更可讓學生了解周遭一切人造器物是如何經過「創新」與「選擇」的過程形成、如何在當時與人類社會情境的互動、如何對人類的生活及自然環境產生影響。

肆、STS 改革運動：通往「第三文化」的橋樑

在「兩種文化」分立的既成狀態之下，並非將科技專家與人文專家者找來

「會談」、「交流」、「合作」就可以解決。縱觀台灣近年來與科技高度相關的社會議題中，例如核能電廠、水庫、焚化爐、蘇花高等是否興建，乃至於軍備採購及潛艦國造等等，議題參與者的對談往往淪為各說各話、各自表述，其徵結可說是產生自彼此認知領域的侷限與互斥，也可謂是「兩種文化」之不同典範的「不可共量性」。³為息止「兩種文化」對立的無窮盡內耗，林崇熙（2000）下面這段話或可有助於消解對立並導向「整體主義」（holism）的實踐提供一個指引：

「科技」就其內涵而言，有其異質性與多元性；就其內在運作而言，是一種社會現象；就其群體構成而言，都是有血有肉的人；就其文化體系而言，有其基本假設、哲學基礎、價值觀、與世界觀。在這個想法之下，我們要對科技的瞭解，不僅在於其知識的內容，更在於其知識生產的方式，及其作為一種文化狀態的價值實踐與行為方式；進行這般瞭解的領域名之曰「科技與社會」（Science, Technology, and Society, STS）

林崇熙在此所用之「科技」代表「科學」及「技術」之總稱。以「科技與社會」（STS）來實踐消解科技與人文界限的策略，其實也與 Snow 所提出的架通兩者的「第三文化」概念相呼應。一九七〇年代以來，美國一些學校開始設立 STS 課程，以調整和應付科學與社會的關係，從此，STS 教育便開始在英美先進國家的教育系統中風行，並逐漸在科技社群中成為新興的專業學科。一九八四年十二月在澳洲召開的科技教育國際論壇上形成的《科學、技術與社會共同作用所形成的教育》論文集也成為 STS 教育的國際宣言。作為科學主義所帶來的系統性思維偏失的應對策略，STS 是人們從教育角度出發的新嘗試與新思維。近年來，STS 的研究領域也逐漸擴展，其中「技術評估」也是一項重要的範疇（賴信

3 孔恩（Thomas Kuhn, 1922-1996）的《科學革命的結構》（*The Structure of Scientific Revolutions*）（Kuhn, 1996）一書標榜著「典範」（paradigm）、「科學革命」（scientific revolution）、「不可共量性」（incommensurability）等概念。「不可共量性」（incommensurability）係指新舊典範之間有一種質的差別，根本無法相容，如牛頓理論與相對論。在此引用此概念來表述「科技」與「人文」二典範互相拒斥的情形。

志譯，2003：10）。當要將某項科技推行或運用之前，必須事先評估該技術對社會人文的可能衝擊，以避免負面效應並凸顯正面價值。科技並非萬能，其所造成的人文的影響，需要從社會的整體來看待與解決。

科技與人文具有相伴相生與互相影響關係。同時，科技對人文的影響也非常顯著，它可以把一個社會的文化連根拔掉，也可以改變社會的物質條件與外型，甚至生活型態（林俊義，1984：2）。其實，人們對新科技往往不夠瞭解，也不具有善加運用的能力（黃賢楨譯，1995）。對於「人類的能力」Simon（1996）表達了悲觀的看法，其經典著作《人工科學》（*The Science of the Artificial*）提出了「沒有終極目標的設計」（design without final goals）之「有限理性」概念：因為人類在預測或決定未來的能力是有限的，所以不應存有追求終極目標的想法。從此一「有限理性」典範的概念來看待科技時，人類也必須體認到自身駕馭科技能力的有限性，因而應該更審慎地評估科技影響人文的層面，以免造成無可挽回的錯誤。

要瞭解人類的發展的處境，先瞭解「科技」是必要的。鄭泰丞（2000）曾對「科技」加以分析，歸結出「科技」具有下列特性：抽離性（detachment, abstraction）、嚴格的征服力量（rigorous power of conquest）、專門化（specialization）、效率（efficiency）、變質（transformation）、曖昧的目的與效果（ambiguity as to destination and effect）、不可逆性（irreversibility）、無法預知的成長和擴散（unpredictable growth and diffusion）。從這些特性中可以發現，科技基本上是無法完全被掌握的。尤其是科技愈加專門化之後，往往已脫離普羅大眾所能理解的範疇，人們似乎只能透過「專家」來確認科技的適用性。然而，「專家」卻往往容易受政治立場及相關利益等的影響，其意見也經常禁不起事後的檢驗。非科技的因素，如個人情緒、偏見、意識型態乃至於政經權力對科技的污染，讓科技知識的客觀性無法確保（顧忠華，2000）。此外，「科技的中立性」也已然成為虛幻的神話，一些自詡為「科技專家」的學者往往成為利益團體的代言人。以台灣一九七〇年代開始大力推動興建核能電廠的科技政策為例，當時的產官學界及媒體一面倒地歌頌核能發電是一項潔淨廉價的能源，然而核能發電在一九九〇年代後期卻遭受社會各界一連串嚴厲的反省、質疑與批判，進而引動了核四

廠停建與否的社會政治事件。面對科技難以被人們掌握的特性，如何增進對科技的瞭解與控制，重新尋回人的主體性，不致被科技工具化的宰制，成了科技時代的重要課題。

近來，在全球化的潮流之下，國家資本主義披上「知識經濟」的外衣，變身為跨國資本主義。在貿易自由化的旗幟之下，科技甚且成為跨國資本主義對弱國剝削或控制的工具。科技被用以到處攻城掠地，儼然已形成一種資本主義的「科技霸權」，甚至是「科技殖民」，弱勢社會的人文層面關照似乎也愈加被淹沒，而「科技霸權」的獨大對當代「後殖民主義」⁴所強調的多元文化主體意識的批判反省也形成了威脅。

科技的進步是一連串的成就與運用事實的堆積，也是在特定社會環境下的人類活動。不過，科技雖然表徵著「理性」與「進步」，但並無法讓人們的生活全然安樂，反而常常帶來更多嚴重的問題。我們既然無法拒絕科技文明回復到原始社會，就須檢討與面對科技文化（林崇熙，2000）。科技與科學的訓練過已於強調「分化主義」，必須回首重新探究「整體主義」的要義，以使科技與人文能相調和。

因此，若從「整體主義」的精神來看，STS可說已為科學、科技及社會三個不同社群及學門間提供了一個共同的舞台，使對話、討論、理解、包容、及合作共榮更為可能。因為有了 STS 教育運動的基礎，相關的教育理念得以透過課程及活動設計落實到基層教育的場域中。以下將由「科學史」的借鑑開始，探討「科技史」教學以提升人文素養的初步方法與策略。

4 後殖民主義主要是以被殖民者的角度，對於西方或主流文化殖民的不當措施及理念進行反省、批判，並建構以被殖民者為主體文化的一種意識型態，對於當前強調多元文化教育之時，後殖民主義的觀念相當受到重視（翁福元、吳毓真，2002）。後殖民主義最具代表性的論述可參見《東方主義》（Said, 1978）。

伍、科技史教學：從借鑑科學史教學的論述出發

就「科技」與「科學」（廣義的自然科學）之間的比較而言，科學重視簡化及一般性；科技則強調工具及應用（Herschbach, 1995）。Skolimowski（1972）認為科學的目的是瞭解自然法則的現象，重點在「求知」（about knowing）；而科技具有人類行為學上的目的屬性，著眼於有效控制與處理真實世界，重點在「實作」（to do things）。是以科學與科技在「意圖」和「目的」上有很大的區別（Mitcham, 1978）。Layton（1974）則認為：科學經由調查及理解「真實」（reality）以尋求知識擴充；科技尋求依據人類的設計，使用知識以創造具體及組織的「真實」。在特性上，「科學」具有較完整的系統理論，包含知識、程序與方法，而「科技」則具備多樣性及多變性。更進一步來說，科學的發展過程中，許多自然界的現象在經過假設的驗證後，往往可以用定理、公式或概念來加以總括、解釋或代表，如槓桿原理、牛頓運動定律、波以爾定律等。由於「科學」知識體系較為明確，是以科學教學的內容就顯得有系統性。相對而言，「科技」本身具有長久發展下的人造物多樣性，而呈現豐富的內容，但其知識體與脈絡卻較不明確，經常造成科技課程教學實務的困頓。

事實上，「科技史」的範疇有豐富的教學材料與資源，對提升科技教學內容的豐富性應有正面的幫助。但由於「科技」與「科學」本質上的差異，如要借鑑「科學史」的教學來做為「科技史」的教學參照，勢必無法完全從科學史教學的相關文獻中取用其論述與結論，必須加以重新整理與驗證，而借鑑的過程更有必要小心處理。儘管如此，由於目前國內外對科技史教學的相關研究仍然很少見，因而從科學史教學的相關論述出發，應是科技史教學可參考的取徑。

一、「歷史」的意涵

有關歷史應用於科學／科技的意涵，陳恒安（2000）認為：「歷史」並不只

是「過去」，而是我們對「過去」的探究與解釋。⁵而「科學史」就是「科學」的「歷史」；基本上是一種歷史，惟其以「科學」為研究對象。而科學史有所謂「內史」（internalist approach）及「外史」（externalist approach）之分。早期的科學史偏向「內史」，其學者（多為自然科學家）致力的方向在於科學知識的成長、科學技術的演變以及科學家的生平思想等。一九六〇年代後，科學史學者的議題則偏向「外史」的取徑，關心的面向為科學的社會及經濟與政治脈絡。不過，近來科學史家們都承認，這兩種研究取徑是互補的。吾人從事「科技史」教學時也應有「內史」及「外史」互補的理解，無需執著其一，以免有所偏廢。

二、「科學史」與教學的相關研究

科學史的教學可以提升學生的學習成就，許多國內外的實證研究已有確認（鄭秀如、林煥祥，1998）。而科學史研究的重要性，國內外文獻也已頗為豐富。其中較有代表性的Matthews（1994）⁶就指出為什麼要將科學史融入科學教學的七點原因：(1)科學史可以提升學生對科技概念的了解；(2)科學史連貫了學生自我思考的過程與科學原理發展過程的相似性；(3)學生瞭解科學理論的演化及革命式的開創性，有助於日後的學習；(4)透過科學史可以提升學生對科學本質的瞭解；(5)科學史闡述了科學原理的發展過程，而多數之教科書只描述了科學原理的結論，學生可能誤認為科學是具有權威性與累積性而不容挑戰與懷疑；(6)科學史描述了科學家當時的生活及時代背景，使學生接受科學家的思考過程，也使抽象的科學概念變成較生活化與社會化；(7)科學史教學使學生瞭解科學概念彼此之間及其與其他學科的相關性。林煥祥等人（Lin, Hung, & Hung, 2002）的實證研究也指出，科學史的教學也對學生問題解決能力有所幫助。而陳恒安（2000）則將

5 陳恒安（2000）認為沒有「作者」的「歷史」是無法想像的，所以，二十世紀英國歷史學家卡耳（Edward Carr）即提出：「歷史是歷史家與事實之間不斷交互作用的過程，現在和過去之間永無終止的對話。」緣此，筆者認為歷史與作者的關係密切，具有主觀的危險性。運用科技的歷史資料時，應儘可能小心謹慎，以彌補其客觀性的不足。

6 有關科學史在教學的重要性，國內文獻多以Matthews（1994）的著作為基礎延伸探討。

研究「科學史」的理由整理為五項較為明確的論點：(1)自我改善：歷史揭示科學的面貌並啟發科學家；(2)效率：避免重複過去的錯誤；(3)透視觀點：提供判斷與澄清而使科學更好；(4)想像力：提供廣泛的、可供選擇的觀念素材；(5)教育：提高大眾的科學知識與科學素養。

基本上，對科學史導向的科學教學，學者的討論大多較偏向正面性的。至於科學史如何實地應用於教學，文獻探討後發現各家觀點較有多樣性，不同的研究者考量不同的研究對象、研究主題及研究目的等因素，而有不同的取捨。巫俊明（2002）認為科學史融入科學課程的可能方式包括：事例、傳記、與完整課程。林煥祥等人的研究也指出，許多的教學策略，如：討論、示範、學生報告、動手做活動等，均被發現對增進師生的互動有所助益。其中以許良榮（1998）提出之科學史教材設計的六項原則較為具體，也有研究⁷將該看法進一步應用於作為選擇適合國小學童學習的科學史資料之依據，可作為發展相關歷史導向課程的參考。此六項原則分別如下。

1. 以符合科學發展史的順序呈現科學理論：科學理論的歷史發展一般大都有相對應於該理論的邏輯結構。因此以科學發展史的順序呈現科學理論較能夠符合學生的概念發展。
2. 必須呈現科學理論之「背景知識」：科學理論的「背景知識」是指在該理論建立之前，與該理論有不同主張的看法有哪些？經由過程的說明便可提供學生瞭解科學家的觀念以及對抽象的理論有較具體的印象。
3. 必須呈現科學理論之「先前條件」：科學理論之「先前條件」是指建立該理論所須具備的知識或理論，這方面訊息可以讓學生瞭解科學家當時是如何思考，因而提供科學理論證據層面的訊息。
4. 必須描述科學家不同觀點的差異性或衝突：此原則是提供的史料必須描述科學家對於不同知識主張所採取的立場與觀點，這些訊息可使學

7 參見顏玉萍、許良榮（2003）的相關研究。

生瞭解科學理論間的互動關係，強化理論之連結。

5. 以知識發現的角度描述科學理論的建構過程：強調史料需要描述科學理論的建構過程，意即強調「知識的發現」，也就是由科學家的思考作起源，再說明其對證據的解釋及對問題的思考過程，最後才呈現科學理論的結論。
6. 避免以現有的科學知識說明科學理論：為使學生能體驗科學理論之「發現的情境」，在說明科學理論時，應儘量避免以現有的科學知識解釋。

不過，相關文獻也呈現出科學史的教學對科學的學習並非全是正面性的，仍有一些待解決的問題與應注意事項。例如：科學史是否傷害學生對科學的信念、科學史是否是為支持特定目的之「偽歷史」（Matthews, 1994）、科學與歷史究竟是不可共量還是互補（許良榮，1999）等等。林煥祥等人（Lin, Hung, & Hung, 2002）也認為，雖然整合科學史的教學在許多研究都被確認具有潛在優點，但是短期介入的科學史教學取徑（teaching approach）對學生科學的成就未必產生效果，至少應有二個以上的歷史案例（historical cases）教學，而且教師應對此緩慢的效果保持耐心。巫俊明（2002）也認為科學史教學課程的理論與實務層面則可能面臨下列問題：(1)教師的素養不夠，不足以勝任歷史導向教學；(2)教師沒有好的、現成可用的科學史教材；(3)科學史課程的加入會佔去原本有限的教學時間；(4)科學史對學生可能帶來不良影響，因為它破壞了初學者對科學學習的熱忱。事實上，以上這些待解決的問題與應注意事項，並非全然不可克服的，有些甚至可轉為正向的優點，有待教育工作者的進一步努力。

三、運用「科技史」教學提升人文素養的策略

九年一貫課程政策，是台灣近年來教育改革工程的重大環節之一，其理念思維受到人文主義、後現代主義、知識社會論、建構主義等理論思潮的深切影響，成為課程改革最重要的核心（教育部，2003b）。與舊課程相較，九年一貫課程

改革顯然試圖扭轉被過度強調「分化」的「專業化教育」，而偏向「整體」與「統合」的學習，例如「統整教學」就是這理念下的產物。而「人文」與「科技」之間平衡及交流的哲學觀點，也與 STS 課程的理念不謀而合。緣此，經參考 STS 素養的相關文獻，筆者認為欲透過科技史教學來調和科技與人文並培養學生的科技與人文素養，或可採行如圖 1 之策略架構圖。其中「STS 導向之科技史教學」扮演了重要的角色。課程發展的實務層面應從 STS 的概念出發，以科技的歷史觀點為主軸，進一步整合各學習領域的相關知識，設計出教案或學習活動。科學史教學文獻已論及的教材方案，如事例、傳記、與完整課程，再綜合討論、示範、學生報告、動手做活動等教學策略，是值得參考的方向。

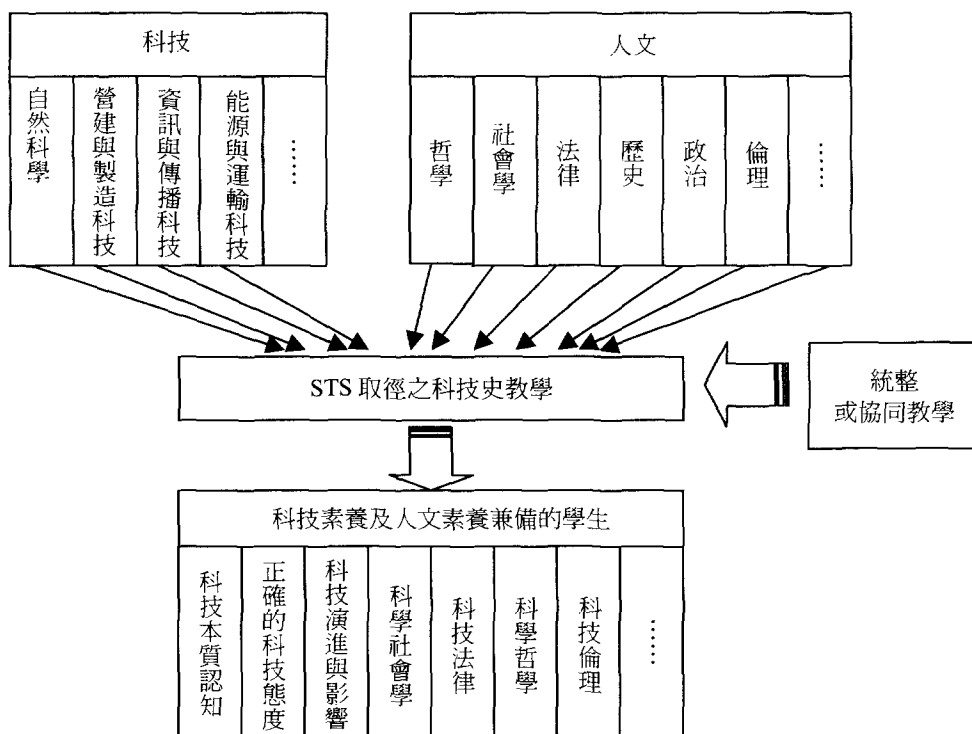


圖 1 透過 STS 取徑之科技史教學以培養學生人文素養之策略架構圖

九年一貫課程七大學習領域分別是，語文、健康與體育、社會、藝術與人文、自然與生活科技、數學以及綜合活動。就自然與生活科技學習領域而言，課程的主要目標是培養具備科學及科技素養的學生，課程內容包含物質與能源、生命世界、地球環境、生態保育、資訊科技等的學習、注重科學及科學研究知能，培養尊重生命、愛護環境的情操及善用科技與運用資訊等能力，並能實踐於日常生活中。在此背景之下，要在科技教育課程中運用「科技史」教學提升人文素養必需考量與其他學習領域（尤其是自然學域）相關與合作的情境脈絡，同時也不能偏離課程綱要的規範。

世界主要先進國家的「科技素養教育」主要重點是在中小學教育階段（Rasinen, 2003）。因此，在考量「科技史教學」的應用層面時，也應以中小學階段為主。⁸ 設計科技史課程時也應符合「標準導向」（standard-based）要求下的「能力指標」。依據九年一貫課程「自然與生活科技」綱要（教育部，2003a），學習領域所要培養的國民科學與科技素養分為八項分類：(1)過程技能；(2)科學與技術認知；(3)科學本質；(4)科技的發展；(5)科學態度；(6)思考智能；(7)科學應用；及(8)設計與製作。經筆者檢視「自然與生活科技」七至九年級的相關能力指標，其中以編序第四項分類——「科技的發展」中之部分內容和科技史教學較為相關與契合，整理如表 1 所示。小學階段之科技史教學應主要著重「體會」及「認識」，而國中階段的科技史教學應從過程中使學生進一步瞭解科學、科技與工程的關係，同時也要培養學生理解科技的發展趨勢並能提出自己的看法。後續科技史教學之活動設計可「對準」（alignment）表 1 所列之能力指標，以符應「標準導向課程」（standard-based curriculum, SBC）之精神。

8 國內近年的「科學史」教學相關研究文獻也有不少是以中小學階段為主。如：鄭秀如、林煥祥（1998）；蘇育任（1998）；邱明富、吳仲謀、高慧蓮（2002）；顏玉萍、許良榮（2003）；邱明富、高慧蓮（2004）等。

表 1 「自然與生活科技」各階段之科技史教學相關能力指標

階段（年級）	「科技的發展」分項	能力指標
第二階段 （三、四年級）	「科技的本質」	4-2-1-1 瞭解科技在生活中的重要性
		4-2-1-2 認識科技的特性
	「科技與社會」	4-2-2-1 體會個人生活與科技的互動關係
		4-2-2-3 體會科技與家庭生活的互動關係
第三階段 （五、六年級）	「科技的本質」	4-3-1-1 認識科技的分類
		4-3-1-2 瞭解機具、材料、能源
	「科技的演進」	4-3-2-1 認識農業時代的科技
		4-3-2-2 認識工業時代的科技
		4-3-2-3 認識資訊時代的科技
		4-3-2-4 認識國內、外的科技發明與創新
第四階段 （七－九年級）	「科技的本質」	4-4-1-2 瞭解科技與科學的關係
		4-4-1-3 瞭解科學、科技與工程的關係
	「科技的演進」	4-4-2-1 從日常產品中了解科技的發展
		4-4-2-2 認識科技發展的趨勢
		4-4-2-3 對科技發展的趨勢提出自己的看法
	「科技與社會」	4-4-3-3 認識個人生涯發展與科技的關係
		4-4-3-4 認識各種科技產業
		4-4-3-5 認識產業發展與科技的互動關係

就科學理論之建構過程的觀點來看，Duschl（1990）曾指出傳統的科學教學習於強調「知識的驗證」（justifying knowledge），而忽略了「知識的發現」（discovering knowledge），故建議教學應提供學生有關科學理論之不同主張的「背景知識」與「先備條件」。吾人在配合相關能力指標從事科技教學及教材設計時，也值得借鑑此一看法。如果要增進學生對科技的瞭解，我們必須導入科技史料，使之顯出科技「知識發現」的特質，其中科技的多樣性、延續性、累積性及「創新」與「選擇」的歷程，是應當把握的重點，而「科技評估」及「創意與創造力」能力的養成也應是重要的目標。

四、「科技史」教學活動示例

目前科技史相關教案之設計仍然很少，近期有林人龍、黃進和、宗靜萍（2004）進行國內的教學課程設計初步嘗試。其主要活動架構可由以下五個循序的學習子題（每一子題內容有活動設計概要示例）構成：

(一)「什麼是科技？」——學生對生活周遭科技事物察覺、理解的自我評價，並檢視與分類各種日常生活器物，依據他們所知人類的需求確認科技的主要類別，然後呈現出科技的最初定義。

(二)「科技演進史實」——學生藉閱讀、蒐集科技史相關資料，共同討論科技發展歷史事件，建立科技年表，進行科技重要發明或器物演進主題研究海報設計與製作。

(三)「科技事物如何運作」——學生依據所選定的主題，設計並製造出一個簡單科技人造品模型，諸如老式收音機、投石器、針孔照相機、發報機或是簡易機械與工具等，利用實際動手操作的經驗，從工作模型中探討並確認出其牽涉到的相關科學原理。

(四)「科技的影響性」——學生利用他們探究的結果以及對各種科技事物之間關係的理解，檢視科技在個人、社會、文化以及環境等各個層面的影響，提出個人的看法。

(五)「明日的科技」——學生就過去科技的演進、現代科技的實景，構想未來人類科技世界的發展遠景。

基本上，上述的科技史活動設計堪稱完整，不過如果要完整實施約需十小時左右的教學時數，教師在現行九年一貫課程中生活科技教學時數有限的情況下，進行教學時勢必要有所因應與調適。考量教學現場之情境，生活科技課程中之科技史教學可研究與其他相關科目（如領域內之自然科或跨領域之社會科）進行統整或協同教學。透過 STS 取徑之科技史統整或協同教學符應了現行課程綱要對「科技與社會」的重視。因此，教學活動之設計應強調科技在個人、社會、文化以及環境等各個層面的衝擊與影響，並使學生具備初步「科技評估」的概念與能

力，同時也能提出個人的看法為主要重點。便於實際教學之運用及開發教案之參考，本文亦提出「科技史」單元學習活動如附錄供參考。

陸、結語

兩種不同文化的人，往往易於直覺地留意彼此的差異，這種傾向的結局，容易突顯自己的優越性，而無法虛心對話；因為平等是溝通的基礎，而平等的心胸可以從努力尋找彼此的「相似性」中積極建立。

——胡錦標（1996：2）——

科技發展的速度越來越快，理論也越來越深入。以積體電路製造業著名的「摩爾定律」（Moore's Law）為例，相同的晶片上，所容納的電晶體數量，因製程技術的提升，每十八個月會增加一倍，但售價相同。台積電董事長張忠謀先生曾表示，摩爾定律在過去三十年相當有效，未來一〇五年應依然適用。高科技的新研發成果不斷湧現，特別是在資訊、生物、材料、製造等領域更是如此。由於科學研究的方向及科技成果的應用愈來愈快而難以控制，因此欠缺人文素養的科技發展是極其危險的，例如：核子武器、胚胎複製技術以及網路空間（cyber-space）所衍生的網路安全、侵犯隱私、色情與犯罪等等。「潘朵拉的盒子」一旦打開，塞翁得馬，安知非禍？當考慮到科技對社會的影響時，科技的「價值中立」原則必須被放在「責任倫理」的框架中重新詮釋，以免「價值中立」成為一種不負責任的遁詞（顧忠華，2000）。⁹因此，「人文素養」的培養在科技時代更凸顯其重要性，而透過 STS 取徑的「科技史」教學來達成此一目的，是本文試圖建立的取徑。先進國家如澳洲、英國、法國、荷蘭、瑞典、美國等，其科技教育均強調科技對社會的影響，而且，瑞典的科技教育特別強調科技史（Rasinen, 2003），也值得加以探究。

9 顧忠華（2000）引申韋伯視科學為個人「志業」的訴求，強調韋伯認為「責任倫理」應該成為科學家人格特質的一個構成部份，科學才不致受到濫用與誤用，否則科學不見得能真正產生啟蒙的效果。

就科學／科技史的專業社群而言，歐洲在二十世紀初期就已經成立了學會（陳恒安，2000），例如一九〇一年德國成立了「醫學與自然科學史協會」，而美國也早在一九二四年也成立了「科學史協會」（History of Science Society），¹⁰其宗旨為「促進科學的歷史及其社會及文化關係的興趣」。台灣對「科學史」的討論則是晚近的事，與「科學史」有關主要的學術單位為清華大學「歷史所科技史與科技傳播組」。值得一提的是台灣學術界已創設了「台灣科技與社會網路」¹¹（STS network），建構出網路的「STS 虛擬專業社群」，提供 STS 相關活動訊息、學者名錄、研究論文、演講錄音檔及線上討論平台等，也建立有「科技史資料中心」，保存及提供科技史豐富的經典名著及資料。這些 STS 專業社群的努力，促進了一系列與本土相結合的 STS 研究，也使台灣的科技史研究取得更大的進展。

台灣中小學教育數十年來極為強調紙筆的學習與測驗，即採用「指定一背誦一測驗一討論」（assign-recite-test-discuss）的傳統方式來進行（Stake & Easley, 1978）。雖然近年來「多元智能」（multiple intelligences）的教育理念得到重視，並經由九年一貫課程的教育改革，希望能促使教師採用「多元智能」發展教學的觀念及配合運用「真實評量」（authentic assessment）的作法，不過教師從事教學及評量的習慣改變仍嫌緩慢。在基層的教育場域中，紙筆的學習與測驗仍是主流。中小學生活科技課程的教學強調「問題解決」（problem-solving）、「做中學」（learning by doing）的理念，主要採用「科技學習活動」來從事主題統整教學及合作學習。在所有的學科或學習領域中，可說是最適合於培養學生創造性思考與解決問題能力的學科。中小學是普通教育的一環，應傳授的是知識、能力及態度等基本「素養」教育，但傳統的教學卻往往偏狹於學科本身範圍內的知識學習，而忽略了學生在社會整體中人文層面的角色調適。教師們在進行科技教學時，可參考本文所提之透過 STS 取徑之科技史教學以培養學生科技與人文素養的策略，進行相關課程設計，以符應「全人教育」目標的落實。

10 美國「科學史協會」的網址為 <http://www.hssonline.org/>

11 該計畫係由教育部科技顧問室支持之「人文科學教育改進計畫」。「台灣科技與社會網路」的網址為 <http://sts.nthu.edu.tw/index.php?pageSet=index>

依據 Matthews (1994) 的看法，科學史教材之編寫有「融入式」(integrated) 及「插入式」(add-on) 兩種設計理念。由於中小學實施九年一貫後的生活科技課程教學時數已然極為有限 (Hsieh, Chang, & Lee, 2004)，如果從借鑑科學史的想法來看，在生活科技的教學活動中採取「融入式」的教學應較為可行。由於「科學史」教學有助於學生的學習成效，是以「科技史」的教學也值得吾人投注心力加以研究。目前國內對科技史的教學及研究仍然很少，融入科技史的科技教學活動教案仍有待後續開發，而科技史教學的學習成效也值得進一步的實證研究以確認其價值。

參考文獻

中文部分

- 巫俊明（2002）。運用科史增進學生對於科學本質的瞭解。**國教世紀**，199，61-68。
- 李隆盛（2000）。九年一貫生活科技課程的規畫與實施。載於高強華（主編），**九年一貫課程革新論文集**（頁30-41）。台北市：國立台灣師範大學。
- 沈清松（1998）。**解除世界魔咒**。台北市：台灣商務。
- 沈清松（2003）。**科技與文化**。台北市：國立空中大學。
- 孟繼洛、李大偉、余鑑、方崇雄、饒達欽、羅文基、胡夢鯨、許榮富、林宏熾（1992）。**大學科技／人文科系學生對人文／科技知識之需求研究**。教育部顧問室專題研究計畫。台北市：國立台灣師範大學工藝教育系。
- 林人龍、黃進和、宗靜萍（2004）。九年一貫科技素養教育課程教學設計與實施——以自然與生活科技領域「科技發展史」為例。**生活科技教育月刊**，37（5），14-38。
- 林正弘等（譯）（2002）。Robert Audi主編。**劍橋哲學辭典**。台北市：貓頭鷹。
- 林俊義（1984）。**科技文明的反省**。台北市：帕米爾。
- 林崇熙（2000）。從兩種文化到「科技與社會」。**通識教育季刊**，7（4），39-58。
- 邱明富、吳仲謀、高慧蓮（2002）。融入科學史於國小「自然與生活科技」領域的教學之行動研究初探。**國民教育研究**，7，163-191。
- 邱明富、高慧蓮（2004）。科學史融入教學以提昇國小學童科學本質觀之研究。**國立台北師範學院學報：數理科技教育類**，17（1），183-214。
- 胡錦標（1996）。**夸克與捷豹：科技人文的省思**。台北市：稻田。
- 苑舉正（1999）。科技社會中的新魔咒。**哲學雜誌**，28，60-81。
- 孫仲山、張史如（1997）。科技素養教育的本質。**中學工藝教育**，30（4），2-8。

- 翁福元、吳毓真（2002）。後殖民主義與教育研究。**教育研究月刊**，103，88-100。
- 高敬文（1999）。**質化研究方法論**（修訂一版）。台北市：師大書苑。
- 教育部（2003a）。**國民中小學九年一貫課程綱要——自然與生活科技學習領域**。台北市：作者。
- 教育部（2003b）。**教學創新九年一貫課程問題與解答 2003 編修版**。2005 年 1 月 5 日，取自 <http://teach.eje.edu.tw/9CC/index.php>
- 許良榮（1998）。科學史課文對於科學理論之間閱讀學習的效果。**中師數理學報**，2（1），112-141。
- 許良榮（1999）。科學史與科學教學——一些省思與建議。**物理教育**，3（1），93-101。
- 陳恒安（2000）。**高中生虛擬教室科學史**。2004 年 12 月 26 日，取自 http://sts.nthu.edu.tw/index.php?pageSet=sts_scholarlist_paper
- 黃賢楨（譯）（1995）。D. A. Norman 著。**心科技**。台北市：時報。
- 楊叔子（2003）。科學與人文交融是培養高級人才的必由之路。2004 年 12 月 15 日，取自 <http://www.edu.cn/20030303/3078759.shtml>
- 葉闡（1996）。**科學主義批判與技術社會批判**。台北市：淑馨。
- 鄭秀如、林煥祥（1998）。科學史對高中學生學習成就之影響。**科學與教育學報**，2，205-222。
- 鄭泰丞（2000）。**科技、理性與自由：現代及後現代狀況**。台北市：桂冠。
- 賴信志（譯）（2003）。M. Bridgstock 等著。**科技與生活**。台北市：五南。
- 顏玉萍、許良榮（2003）。科學史融入國小自然科教學之行動研究——以「看星星」單元為例。論文發表於「九十二學年度師範院校教育學術論文發表會」。台南市：國立台南師範學院。
- 蘇育任（1998）。從科學史與科學哲學探討中小學的 STS 教育改革。**中師數理學報**，2（1），69-88。
- 顧忠華（2000）。社會科學中的價值問題。**台灣社會研究**，3，47-76。

西文部分

- Basalla, G. (1988). *The evolution of technology*. London: Cambridge University Press.
- Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Herschbach, D. R. (1995). Technology as knowledge: Implication for instruction. *Journal of Technology Education*, 7(1), 31-42.
- Hsieh, W. P., Chang, Y. T., & Lee, L. S. (2004). *An Investigation of living technology teacher allocation and status in the junior high schools in Taichung city*. Paper presented at the 2004 International Conference on Industrial and Technology Education. KUT, South Korea. Sep. 16-17, 2004.
- International Technology Education Association (1996). *Technology for all Americans: A rationale and structure for the study of technology*. Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association (2000). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology*. Reston, VA: Author.
- International Technology Education Association (2003). *Advancing excellence in technological literacy: Student assessment, professional development, and program standards*. Reston, VA: Author.
- Kuhn, T. S. (1996). *The structure of scientific revolutions* (3rd ed.). Chicago: The University of Chicago Press.
- Layton, E. (1974). Technology as knowledge. *Technology and Culture*, 15(1), 31-41.
- Lin, H. S., Hung, F. Y., & Hung, S. C. (2002). Using the history of science to promote students' problem-solving ability. *International Journal of Science Education*, 24(5), 453-464.
- Matthews, M.R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy*. New York: Routledge.
- Mitcham, C. (1978). Types of technology. *Research in Philosophy and Technology*, 1(1), 229-294.

- Rasinen, A. (2003). An analysis of the technology education curriculum of six countries. *Journal of Technology Education*, 15(1), 31-47.
- Said, E. (1978). *Orientalism: Western conceptions of the orient*. London: Penguin.
- Simon, H. J. (1996). *The sciences of the artificial* (3rd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Skolimowski, H. (1972). The structure of thinking in technology. In C. Mitcham & R. Mackey (Eds.), *Philosophy and technology: Readings in the philosophical problems of technology*. (pp.71-83) New York: Free Press.
- Snow, C. P. (1959). *The two cultures and the scientific revolution*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Snow, C. P. (1964). *The two cultures and a second look*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Snow, C. P. (1993). *The two cultures (Canto)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Stake, R. E., & Easley, J. A. (1978). *Case studies in science education*. Urbana, IL: Center for Instructional Research and Curriculum Evaluation. (ERIC: ED 166058 and ED 166059)
- Wheelwright, P. E. (1966). *The presocratics*. New York: The Odyssey Press.

附錄 九年一貫國中生活科技 STS 取徑之 科技史教學活動

- 一、活動名稱：「科技發展史及其對人文的影響」
- 二、教學節數：四節
- 三、教學目標：

本單元教學活動設計主要目的透過教學過程讓學生瞭解特定科技主題的發展過程及其對人文造成的影響。經由教師的先行講解為先備基礎，透過資料蒐集與小組的合作學習，經由學生自行建構與認知的過程以培養學生科技與人文的素養。本教學活動的具體目標為：

1. 使學生瞭解特定科技主題的過去、現在及未來的發展。
2. 使學生認識並敘述特定科技主題對個人所造成的影響及衝擊。
3. 使學生能對特定科技主題對人文及社會所造成的影響及衝擊，經由思考與討論提出應對之策。
4. 使學生能評估特定科技主題對人類生存環境及日常生活所造成的影響及衝擊。

四、教學活動與能力指標之雙向細目表

根據本文表 2 中所提出之第四階段（七－九年級）「自然與生活科技」科技史教學相關能力指標，對照分析本教學活動所得之雙向細目表如下表。

表 2 教學活動內涵與能力指標之對應程度

「科技的發展」分項	能力指標	與能力指標之對應程度
「科技的本質」	4-4-1-2 瞭解科技與科學的關係	○
	4-4-1-3 瞭解科學、科技與工程的關係	○
「科技的演進」	4-4-2-1 從日常產品中了解科技的發展	◎
	4-4-2-2 認識科技發展的趨勢	◎
	4-4-2-3 對科技發展的趨勢提出自己的看法	◎
「科技與社會」	4-4-3-3 認識個人生涯發展與科技的關係	○
	4-4-3-4 認識各種科技產業	○
	4-4-3-5 認識產業發展與科技的互動關係	◎

註：◎ 表示高度對應，○表示大致對應。（係依經驗推定）

五、活動程序：

本單元教學活動之進程序，如表 3。

表 3 教學活動程序

節次	教學步驟	配合資源	學生活動
1-2	1. 教學活動說明		聆聽老師說明，瞭解學習活動目標。
	2. 說明分組事宜。發給學生學習單。	學習單	依規定方式分組。約 4-5 人為一組
	3. 選擇一項影響人類生活較大（符應 STS 概念）的「科技主題」，以實例導引學生進行思考，如基因工程。		聆聽老師說明
	4. 播放該科技主題的教學媒體或教師自編教學科技教材。	如：Discovery 之「基因工程」影片	注意學習內容，紀錄重點，預先準備學習活動單內容。
	5. 由教師根據教學媒體內容引導學生加以討論，以瞭解教師所選定之科技主題例的發展及其與社會互動的關係。		聆聽老師說明，並加入討論或回答老師的問題。
	6. 要求學生自行選定一項科技主題，蒐集相關資料，作為下次上課之準備。提醒學生應以科技的發展歷史及對人文影響為重點。	圖書館 網際網路 親友討論	小組成員討論並進行合作與分工，決定科技主題後進行資料蒐集。

表 3 教學活動程序（續）

節次	教學步驟	配合資源	學生活動
3-4	7. 填寫教學活動學習單 包含科技主題、發展歷史與現況、正面功能、負面影響、因應之道。	學習單	小組成員討論，參考所蒐集的資料，填寫教學活動單。
	8. 小組上台報告並接受提問。	攝影機 錄音筆	聆聽同學的說明，並提出或回答問題。
	9. 教師進行說明及總結		聆聽老師說明，並思考學習活動單所填內容是否可再修正補充。

六、評量方式：

組內互評、組間互評以及教師評量並用。

七、學習單：

STS 取徑之生活科技科技史教學活動學習單（如表 4）

____年____班 第____組

小組成員：（4-5 人為一組）

姓名：_____ 座號：_____ 姓名：_____ 座號：_____

姓名：_____ 座號：_____ 姓名：_____ 座號：_____

表 4 科技史教學活動學習單

科技主題	
發展歷史	請蒐集科技主題的重要發展事件並編製年代表
現況	請儘可能以具體的數字或要點加以描述
正面功能	● 對人文及社會的影響 1. 2. ● 對個人的影響 1. 2.
負面影響	● 對人文及社會的影響 1. 2. ● 對個人的影響 1. 2.
因應之道	1. 2.