



從「工藝教育」到「科技教育」 是必然的途徑嗎？

張永宗／台中市立東峰國中校長

魏炎順／國立台中教育大學美術系教授兼進修推廣部主任

一、前言

民國89年教育部頒布了「國民中小學九年一貫課程暫行綱要」，國中、小分別於91和90學年度開始實施。在此一課程綱要中，「自然」與「科技」統合為「自然與生活科技」，屬七大學習領域之一，建議之課程內容要項為「生活與環境」中的「生活科技」（含食品、材料、機械應用、家庭用電、訊息與訊息傳播、居住、運輸）以及「永續發展」中的「創造與發明」（含設計與製作、科技文明）。

九年一貫課程實施之前，「生活科技」在國中和高中階段皆為一獨立之學科，國小階段則不明顯，其「美勞」課程中之「勞作」或可勉強替代之。國中現階段之主要課程內容是擷取自美國「傑克森坊」（Snyder & Hales, 1981）課程理論中之「製造」、「傳播」、「運輸」和「營建」等四大系統的架構。此與九年一貫課程相較，課程名稱雖未變動，然課程內容卻有一些改變與差異。如此之變革與轉折，確實帶來了一些震撼與疑慮：為何其他學科的課程內容往往是數十年甚或百年不變，而科技教育的課程內容卻總是隨著時空的差異而修正甚或全盤改變？

緣此，本文先回顧台灣工藝/科技教育之歷史發展與變遷，其次研析科技的定義、特質與知識內涵，以探究何以科技教育的內涵常隨時空而異？再者分析科技素養教育的範疇與價值，最後指陳科技教育的趨勢與走向。

二、走過從前：工藝 / 科技課程究竟為何而設？

回顧我國工藝 / 科技教育發展的歷史與軌跡，需追溯至民國11年第一次使用「工藝」一詞取代原來之「手工」作為小學課程名稱（李隆盛，1986）。此後，屢次更名為「工業藝術」、「工藝」、「生產勞動」或「勞作」，課程內容亦變異甚大，甚至以此名稱同時包括農業、工業及家事。中學之「工藝」名稱係始於民國51年的課程標準修訂，引進美國工藝教育（industrial arts education）思想，並進行「工藝課程實驗」，列為男生必修科目之一。此時已成為一個全新的科目，與過去的勞作幾乎全無關係（顧柏岩，1961）。

工藝教育一詞乃從美國之「Industrial Arts Education」的直譯，譯名頗為傳神，如果以文學翻譯的觀點來看，稱得上「信、達、雅」的境界（陳昭雄，1985）。然而工藝教育這個「藝」字卻帶來了許多困擾與混淆，容易讓人直覺地視為「手工藝」、「民俗工藝」、或「藝術」等的代稱。縱然工藝教育不容否認含有藝術教育的成分，但與當時其介紹現代工業社會上之「百工技藝」的真正使命，絕對不是純粹的藝術或手工藝所能取代。

民國61和72年又經過兩次課程標準修訂，雖然課程內容略有變動，但仍保留「工藝」此一名稱。83年再次課程標準修訂，除了課程內



容有大幅度的變動之外，更將科目名稱易為「生活科技」（living technology），與原先女生必修之「家政」並列為「家政與生活科技」，男女生皆為必修。89年部頒「九年一

貫課程暫行綱要」，則將「生活科技」與「自然」（含理化、地科、生物）統合為「自然與生活科技」此一學習領域。歷年來之課程標準修定與課程內容變化，如表1所示。

表1 「工藝/科技」教育歷年之課程標準修定時間與課程內容及名稱

修定時間	課程名稱	主要內容	主要沿襲之美國相對應之教育計劃
51年	工藝	工業單位行業	
61年	工藝	工業單位行業	
72年	工藝	策略性工業	IACP
83年	生活科技	工業科技系統	Jackson's Mill
89年	自然與生活科技	科技教育	

由表1可以看出工藝/科技教育的變遷與發展趨勢。民國51年，由於經濟已漸步入工業化，所以教育行政當局毅然引進美國的「工藝教育」理念，發展成一套新的工藝課程，主要內容衡量了當時台灣之環境，而有了木工、藤竹工、泥水工、金工及電工等單位工業行業之介紹，強調基本工業知能和技能的傳授。工藝課程的內容其目的是讓學生認識工業、欣賞工業，以為將來選擇職業作準備，並同時培養學生學習消費的能力。民國61年則大肆修改，將舊有不適合的內容全部刪除，代以適合社會上需要的新課程，包括：識圖與設計、木工、金工、電工及小引擎等五部門，以實習為主，講解為輔。

民國71年的課程標準修訂，因體察科技進步的神速、社會與經濟結構的時刻變動，參酌美國俄亥俄州立大學發展之主要探討工業科技的「工藝課程計劃」（Industrial Arts Curriculum Project, IACP），呼應當時台灣社會「工業升級」之需求，而採配合策略性工業政策之課程規劃，因此課程內容大幅擴增為工藝概說、識圖與製圖、陶瓷工、木工、

塑膠工、金工、電工、圖文傳播、營建與生活、製造工業、資訊工業、視聽傳播以及能源與動力等13個單元。一改過去特重技能操作的單元課程型態，而增列介紹現代社會環境與科技概念之課程，以建立學生統整之觀念，俾能適應未來錯綜複雜的科技社會。

在民國71年課程標準修定時，美國多數州之工藝教育走向已朝科技教育（technology education）的方向發展與建構。是以，民國81年之工藝課程標準修訂出現了重大的變革，不僅名稱更改為「生活科技」，內容更規劃成科技與生活、資訊與傳播、營建與製造、能源與運輸等四大單元。如此，顯然是擷取自「傑克森坊」課程理論（Snyder & Hales, 1981）之科技系統架構，它是西維吉尼亞洲發展出來之綜合性教育法案，包含了工業（industrial）與科技（technology）的概念。主要理念為工業上的科技範疇可以製造（manufacture）、運輸（communication）、營建（construction）、及傳播（transportation）等四大系統涵蓋之。

七〇年代以來，美國工藝教育學家大



多認為實施多年的工藝教育之名稱，已無法反映因社會發展需要而不斷改進的課程內涵，亟需一個新的名稱來取代工藝，經討論大多數人均同意使用科技教育（**technology education**）做為中學此一課程的名稱，因此科技教育取代工藝教育似乎已成定局（羅文基，1986）。美國工藝教育發展至今，大致歷經了手工訓練（**manual training**）、手工藝（**manual arts**）、工藝（**industrial arts**）、和科技教育（**technology education**）等四個階段。回顧並檢視台灣之工藝/科技教育發展，一直以美國為馬首是瞻，無怪乎其課程內容與名稱一直隨著時空環境的變遷而修正或改變。

三、科技是什麼？

科技（**technology**）的定義言人人殊，莫衷一是。科學家認為科技是科學和數學原理的應用，以減輕人們的負擔或改善生活品質等特定的目的；而歷史學家與工程師則可能把科技定義為知識、工具和技術的應用，以解決實用上的問題並擴展人類的能力（**Welch, 1991**），如此之認定屬於較狹義的定義。而社會科學界則將科技看成是人造產品相關的知識與社會性情境的總和（**Mitcham, 1978**），則又屬於較廣義之看法。

科技是什麼？沈清松（1998）在「解除世界魔咒」一書中，將人類文化分為行動系統、表現系統、規範系統、觀念系統和終極信仰。他認為科技是科學和技術的統稱或結合，科學屬於觀念系統，而科技則屬行動系統。行動系統是指一個歷史性的團體，對於自然和人群所採取之開發或管理的全套辦法。因此，科技可被視為人類運用資源來解決問題，以滿足人類需求與欲望的知識或方法。進一步而言，科技是以務實為本，採輸出系統方法以伸張人類之機能，以便解決實務問題之「實踐性知識」。

科學與科技確有互動之關係，但其性質與功能上仍有其差異性，雖非涇渭分明，亦不能劃上等號或彼此涵蓋。科學是尋求解答有關自然世界的問題，例如物體何以會以可預測的速度掉落？動物細胞何以會突變？颱風或地震何以會形成？探索的對象是自然世界和我們生活的宇宙。而科技則是謀求改進材料與工具，以輔助人類生活所需，提出各種不同問題，也尋求各種不同的解答。例如如何進行遠距通訊？因而有了電話或行動電話的發明；如何抬舉重物？因而有了起重機的出現。亦即：科學尋求了解事物真相，而科技則了解和改善人造世界（李隆盛，1990）。是以，科技應有下列之特點：（1）科技的目的是解決人類的問題或擴展人類的能力；（2）科技需運用資源，這些資源可以是人力資源、資訊、材料、工具、機械、資本、能源和時間的子集合；和（3）科技產生預期的結果（例如產品）與非預期的結果（例如破壞自然或社會文化）。

Mesthene (1970) 視科技為「用以達成實用目的之知識組織」。此一定義明確指出科技為一知識體，並標舉其實用的功能。**Ferre (1988)** 認為科技是「真正被發展、應用之智慧（**intelligence**）」的總稱，因此，科技是有智慧的而不是盲目的；是具體存在的而不是抽象的；是實用的而不是理論的。**Schon (1967)** 則將科技定義為「能夠延伸人類能力的任何工具、技術、產品、流程、設施或製作及處理事物的方法」，有別於限於物品或材料為對象的觀點，更包括了非物料或機械操作導向的程序與方法，例如產品設計的構思、管理活動等。是以，本定義中認為科技之功能是在延伸人類能力的說法，成為科技教育界普遍的共識。

此外，**Waetjen (1987)** 一方面把科技和社會活動的關係連結在一起，另一方面卻把科技視等同於工程（**engineering**），認為



「科技是一種發展和塑造抽象之經濟文化和社會價值的歷程；科技也同時利用特定之問題解決活動（亦即所謂的『工程』）來完成物品或技術的歷程」。而根據康自立和蔡錫濤（1997）之研究，將科技的定義界定如下：科技是人類運用智慧、知識、資源、創意與行動，以解決生活實務問題為目的，並使用各種產品、結構及系統，所從事之設計、製造和服務，以延伸人類的力量與潛能，控制、利用與修正自然或人造系統，並探討其對社會、文化、生態與環境所產生衝擊的知識與

行為表現。據此，科技可視為是人類知識、創意、巧思和資源等以解決實務問題，改善生活品質之創新力與創造力的活動，以及其對社會、文化、生態與環境運作的機制。

科技的特質為何？Mitcham（1978）認為科技之所以形成，乃由於人類具有某種意志及適當的知識，在社會文化的情境中，透過製作的活動或程序，可以生產物品以控制改變自然，而使用這些生產的物品，又可回過頭來改變社會文化和物品製作的過程，其整合模式如圖1所示。

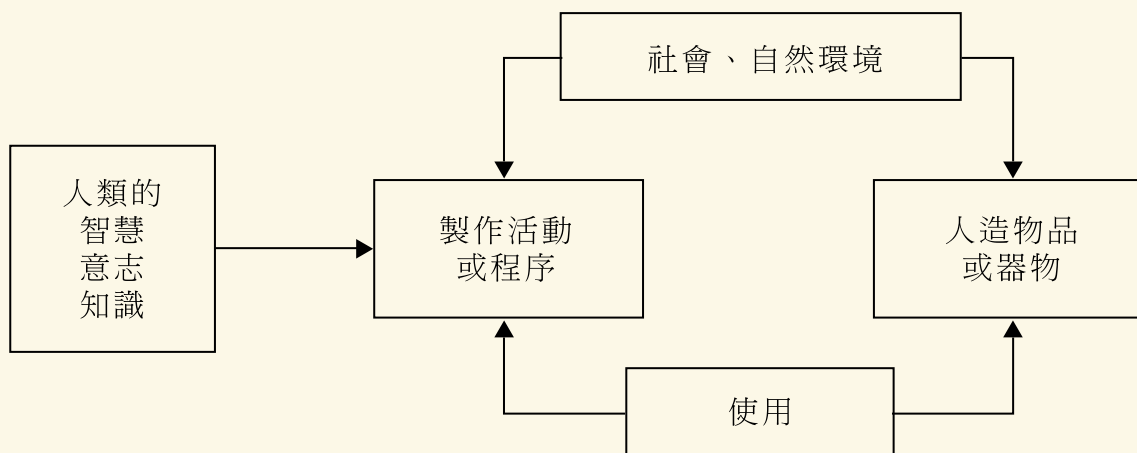


圖1 科技整合模式

McGinn（1978）強調科技是一種生產性（*fabricative*）的人類活動，據此提出科技具有下列八大特質：（1）科技的輸出結果是物質的而非意識型態的；（2）科技過程的本質是生產性的；（3）科技是一種對人類有特定目的之活動；（4）科技是以資源為基礎的人類活動；（5）科技是利用和產生一複雜知識體的活動；（6）科技是具有特定方法的活動；（7）科技是在特定的社會文化及環境情境中產生的；和（8）科技是基於實行者的心智狀態而形成的。

Wiens & Wiens（1996）從科技是非線

性發展的認知，亦即從科技與人類社會、文明互動的觀點出發，並檢視現代與古代科技，認為現代科技具有下列之特質：

（1）改變或控制環境；（2）全面的，幾乎無所不在；（3）不可逆的，當新的科技發展出來之後，人們再也無法安於舊科技；（4）具有累加性，亦即新的科技是植基於以前的科技發展；（5）通常是有計畫的更新；（6）運作方式常常是集中化控制；（7）引起人們對它更多的依賴性；（8）增強人類更大的控制能力；（9）改變我們對時間和空間的感受；（10）增加新的辭



彙用語和知識內容；和（11）強調生態的平衡。

根據上述之科技教育的定義與特性，顯見科技的焦點是人類意志的延伸與行動的創新，其主要的內涵與特質，可歸納如下：

- 1.科技是人的本能：科技是人為求生存、發展而調適環境的本能。
- 2.科技是產品形態：如陶瓷衛浴產品、遙控電動門到飛機等都是科技產品。
- 3.科技是程序系統：如製作陶鐘或使用電腦都是科技程序系統。
- 4.科技是思考機制：如以發散式思考，以尋求多種解決方法，再利用聚斂式思考方式，決定最適當的問題解決方法。
- 5.科技是能力延伸：如電腦或行動電話伸展人類的工作與傳達的能力。
- 6.科技是設計與製作：如腳踏車的改良設計與製作，乃運用科技整合之資源與人力，改進產能與製程。
- 7.科技具審美與關懷：科技產品除增進工作效能亦提供視覺美學，且關懷個體、群體與環境的調適。

四、科技的知識內涵為何？

將科技視為整體知識體系來進行專門學術研究，始於Warner（1952）之「反映科技的工藝課程」（An Industrial Arts Curriculum to Reflect Technology）論文。此後，學者們對於科技體系的分類有著不同看法。Wright（1993）認為科技知識體系組織的探究方法約可分為三種：（1）應用科學法（applied science approach）；（2）資源法（resources

approach）；和（3）人類生產活動法（human-productive activity approach）。

康自立和蔡錫濤（1997）根據Wright的理論加以修改，將科技知識體系組織方式歸納為下列四種：（1）工業觀：這是科技教育研究最早所持的概念，以工業上廣泛應用的技術為科技之主要內涵，代表人物為Warner（1952）、Olson（1963）、Towers，Lux 和Ray（1966）。（2）應用科學觀：以應用科學的角度分析科技系統，以Savage和Serry（1990）、Goetsch 和 Nelson（1987）等人將科技系統分為物理（physical）、傳播（communication）和生物（bio-related）等三大領域為代表。（3）資源觀：分析科技和人類社會的關係，認為這三類資源配合產業界的三大領域恰好可以顯示科技在人類社會中發展的順序，以Bell（1973）將科技分為原料、能源和資訊等三類為代表。（4）人類生產活動觀：持這種觀點者認為科技是「人類為了擴展其潛能以利於生存，所從事的重要活動」，亦即科技是人類為改善環境所採取的手段，其主要目的在於幫助人類有效地適應進而控制環境，以DeVore（1980）、Snyder和Hales（1981）、Savage和Serry（1990）為代表。

上述之工業觀、應用科學觀、資源觀和人類生產活動觀等四種觀點，探討科技知識內涵切入的角度雖然各有不同，但呈現科技內涵的方式則普遍採用包含投入、程序、產出和回饋等四要素的泛用系統模式來加以分析和研究，是一種知識、思考程序和物質手段的交互作用，以求滿足意願和需要的協合現象，亦即產生認知、思考和動作的交互模式，此科技活動中，包括六個明顯的要項：（1）價值；（2）知識；（3）思考程序；（4）物質手段；（5）人類能力的伸張；和（6）各種衝擊。據此之互動模式（如圖2所示），產生了相當複雜的社會/技術系統。



由於這種相吸與相斥的作用，產生一個協合的整體機制。

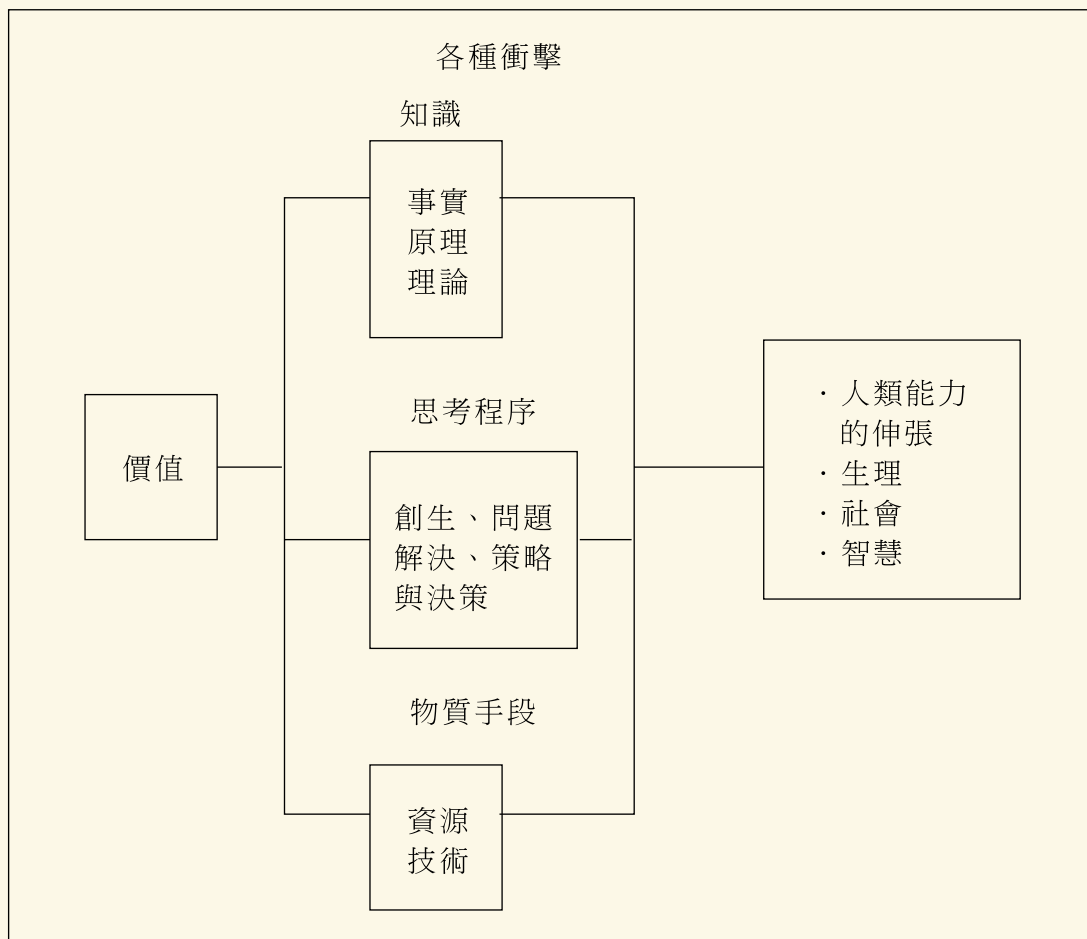


圖2 科技活動互動模式

「傑克森坊」(Synder & Hales, 1982)的論述則認為所有科技活動都是被人的意志和需要所驅使，為了滿足這些意願和需要，心靈和具體的活動於是展開，精神的活動指各種認知程序之知識的運用；生理的活動是指執行透過思考程序所發展出來的計畫，包括各種資源和技術的運用。這種精神與生理交互作用的活動，將促成啟動科技的意願和需

要的滿足，並思辨其結果的衝擊與影響。科技已確定為人類不斷尋求適應環境的調適方法，為了了解影響人類調適過程之變項及其相互間的關係，就科技之系統模式來分析其變項間的因果關係。所謂「系統」是指人類調適行為的某些規律，系統中的各要項均有依序且可預測的關係，當此系統一起運作時，即可達成預期的目標。

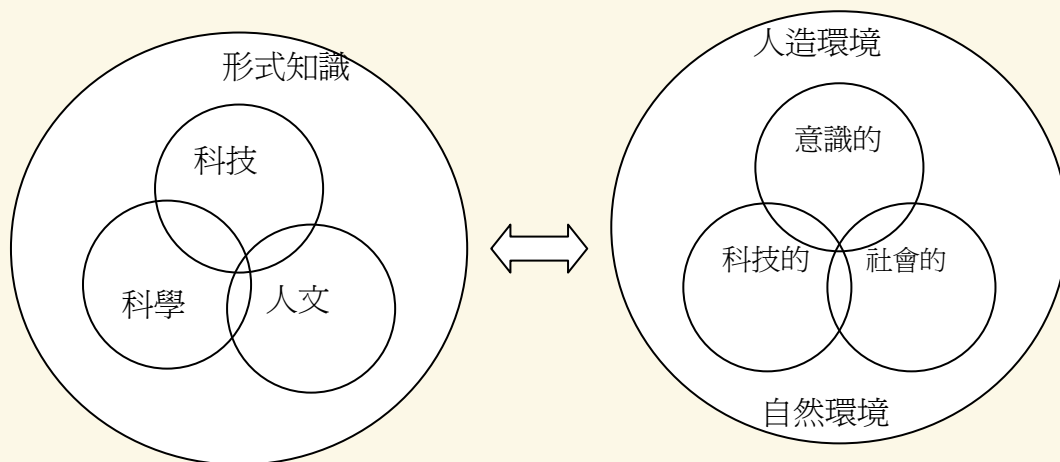


圖3 人類互動系統模式

科技的系統模式大都架構於人類調適系統與人類知識領域之交互作用所發展的互動系統模式（如圖3所示），互動系統模式描述一個因果關係網路中，直接或間接相關的一組要項之系統，系統中兩個或多個要項間，彼此互相關聯。就人類調適系統與人類知識領域的互動關係而言，每一調適系統都需要改變，也就是系統的圖存要依賴機能性的先決條件。此外，每一調適系統辨別、處理資料，並且將所得資訊放入適當的組織、結果、系統和自然環境之間以建立適當之抉擇，整個調適系統則利用知識和知識的歷程（如學習、知覺、限制、思想與作決定）來創造新知識。

Mitcham（1978）則持不同方式的看法，將科技的知識內涵依其具體的程度分別定義為器物（object）、程序（process）、知識（knowledge）及意志（volition），亦即：（1）科技即器物，包括器皿、儀器設備、公用設施、工具、機具、自動化設備等；（2）科技即程序，包括發明、設計、製作與使用等；（3）科技即知識，包括無意識的感官知覺、技術上慣用的方法、描述

性的經驗法則、科技性的理論等；（4）科技即意志，包括生存、權利、自由、利他、經濟、成名、自我實現等。

另一派學者，則嘗試從科技行動（technological actions）的角度來確認科技的內涵。Bensen（1995）認為科技之程序中有一些共同的活動（universals），包括定義問題或機會、觀察、分析、視覺化、計算、量測、預測、形成假設、解釋資料、建構實體模型、實驗、測試、設計、建立模式、創新、溝通及管理。萊特（Wright, 1995）認為科技的程序包括發展、生產和使用三部份。發展的程序包括定義問題、建立多種解決方案、選擇一種解決方案、實施解決方案、評估解決方案、說明解決方案等六個循環步驟。生產程序依科技體系之不同而有不同的內涵。產品使用程序包括選用、操作、維護、修理、廢棄等五個步驟。

Saviotti（1983；見王鼎銘，1999）認為科技知識包含三項領域，分別是：（1）現象性知識（descriptive knowledge），例如器皿、公用設施、工具與機具等；（2）規範性知識（prescriptive knowledge），具有



明顯性，例如科技泛用程序與內涵、發明、設計、製作、管理等；和（3）隱藏性知識（tacit knowledge），大部分是各種操作過程所需要的操作知識，往往是個人或者是工廠的努力所得到之成果專利。個人創意或是努力是新科技發展的重要基礎，但是個人努力成果通常成為競爭社會中爭取財富的籌碼。因此科技知識容易成為個人的專利，而不便對外公開。科技應用所使用的知識不同於科學知識，因為科技知識往往因為無法以書面資料呈現，因此具有隱藏（implicit）的特性。

以上所列舉的科技的知識內涵與屬性側重在實作，所以一向被人視為人造的器物、製作和使用器物的程序、有效行動的實踐性知識和人補天工的意志。現今之科技亦重視其所涉及之價值判斷與文化變遷的社會影響，本身更強調客觀的應用，即有效的操弄與執行，所以，科技的知識內涵一般也統攝整合各種知識的特性。科技的研究，除了需考慮其實踐性的知識，亦需重視歷史的角度、哲學與社會變遷的交互影響。據此分析科技知識的內涵，可歸納成下列三個構面（王鼎銘，1999；張玉山，1999）：

（一）科技在實體知識的角色

包括科技的資源、處理系統、科技產出等三種，含投入、處理、輸出與回饋泛用系統模式。科技的資源包括科技運作所需的資源、人力、時間、資本、材料、能源、資訊、及機具等。科技的處理系統則包括製造、營建、運輸、傳播、及生物等科技系統。每一類科技系統中，均有其獨特的知識體與技術能力，例如：運輸系統包括運輸裝置的推進、導引、控制、懸吊等主要的技術。而科技的產出則包括服務及產品，產品是具體的成品，例如食品、電視機等；服務則是抽象的，例如電子商務提供產品的消費、交通網提供運輸的便利等。

（二）科技在社會知識的影響內涵

包括科技社會中的制度、規範、組織、及個人生活等範圍。在制度方面，以往工業社會中擁有土地和生產工具者為資本家，而今卻以知識資本的型態出現，以最快擁有最正確資訊者為贏家。在規範方面，對於智慧財產權、對他人生存權利，亦逐漸普遍受到重視。在組織方面，服務業從業人口逐年增加，一級與二級產業從業人口相對減少，社會人力的結構產生相當的異化。在個人生活方面，傳播網路的迅速便捷，溝通更為方便但見面的機會卻更少，而食衣住行育樂，莫不依賴科技的產品或服務，以確保其真實使用的適切性。

（三）科技提供哲學知識的省思

主要包括科技價值、道德與倫理。當吾人努力發展科技並廣泛利用時，是否思考過科技將帶領我們到何種生活面向與境界？如果世界上沒有科技的更新與進步，生活將會是如何？在科技社會中，個人好比機器中的一顆螺絲釘，那麼，個人真正的價值到底在哪裏？基因工程生物科技的進步，人類已經可以控制生男育女與複製生命，這些是否違反生物自然法則與道德體系？前述之諸問題均已牽涉到道德、宗教與心靈層面的問題思維。

五、科技素養教育有何價值？

今日科技的發展，從居家到職場，從休閒到工作，從生活起居到教育，吾人或多或少都得依賴科技的產出或科技的行動（technological actions）來解決問題、調適生活，因此這是一個以科技為主導的新時代。緣此，一般公民應需具備科技相關知識及運用科技的能力，才能提升科技社會的生活能力，所以有必要在學校實施一般的科技素養教育。科技教育的目的在培養國民的科技素養，以使學生具察覺與試探人與科技的互動



關係，習得基本的科技知能與方法，應用於當前與未來的生活，並培養個人及團體解決問題的能力，激發創新興趣與潛能。依科技教育實施階段和目的，可分為「科技素養教育」和「科技專門教育」兩大型態。前者通常在中小學階段實施，是普及所有學生之一種普遍性學科的覺知與認識，亦稱為「科技素養教育」；後者通常是高中選修課或職校和大專校院中實施，為學生職業生涯準備的教育，即稱「科技專門教育」。因此，本文所探究的「科技教育」是指在一般中小學所實施之「科技素養教育」。

科技之實用、具體存在、應用科學知識且深究「如何做？」（how to？）的特質，實有別於科學之探究「是什麼？」（what is？）以發覺新知識的特質。科技是一個演進式的動態屬性學門，其成果不斷影響社會文化，提昇人民的生活品質，但也受到科學發展、社會文化及生活需求的影響。在科技世界中，擁有某種程度的知識，「瞭解如何作」和「有實際作的能力」的人，才能被視為具有科技素養，如此才能在工作環境中解決問題，贏得競爭與享受科技的便利。科技由來已久且無所不在，經歷石器、銅器和鐵器等時代，便是根據人類據以用來調適環境的材料、工具和產品而命名。西方文藝復興時代和工業革命時代，亦是因同樣重大之事件而影響人類社會，這些都和科技的進展有關。因此，人類的發展史與科技發展史可謂相存並行。

人類找尋、組織及記錄知識，以便能夠操控、適應他們生存的環境，而這些知識，藉遺傳與教育的方式，一代傳過一代，知識、技術之文明得以綿延不息。事實發現，從斐斯塔洛齊之手工教育思想，強調小孩子需要日常生活中有用的技藝活動；而福祿貝爾之手工活動教育思想，強調透過手工的活動或訓練，促進兒童神秘創造力之心智的成

長（林玉体，1990）。洛克也提到各種手工勞動課程是紳士教育所需，除身體發展之考慮外，手工技藝的學習為其重點。工作活動教育也含有倫理價值，是陶冶公民品格之良好教育方式。此為農業社會與工業社會期間社會文明的教育實質內容，教育的主要目的即在學習與適應當代的文明文化。

當今工業資訊社會中，科技已躍然成為社會之主角。科技的快速變遷，對人類各個層面皆產生深遠之影響。是以，人類需要理解科技，特別是現代科技與生態之平衡。人類更必需有效體察科技的意義，或習得生活中之技術。今日之學生，將是未來科技社會中之公民。而此，在中小學基礎教育階段實施科技素養教育，有其迫切必要性，以利建立掌握科技知能，提升學習與生活效能，並能察覺與審視科技的優劣。中小學科技教育的努力目標即在使所有的人熟悉他們的科技環境，以便在日常生活中能做合理地決定和參與控制自己的命運。教育的目的即將學生、社會、與環境做一合理的組合，使學生透過教育的過程去認識、瞭解並警覺社會的變遷與其所帶來的衝擊，期能適應並發展未來的社會以合理地安排自己的生活，對社會有愛心與關懷並能回饋社會。

歸納上述分析，確認科技素養教育至少具有下列三項價值（王鼎銘，1999）：

（一）科技教育對個人之價值

強調培養學生具有良好科技知識基礎、有求知實踐的習慣、有懷疑鑑別的態度與能力。科技教育的本質在於利用嚴謹的態度與思考模式，以觀察或實驗方法探究原因，尋找原理或通則。學習科技的活動包含運用推理態度、資料蒐集、以及科技知識的活動。在科技探討活動中，則是包含理論假設、實驗過程、技術技巧的學習。科技教育活動的本質主要在觀察現象，以嚴謹的假設驗證過程去解釋事實，歸納分析尋求理論建立，擴



大人類的知識體系。

（二）科技教育在學術上的價值

科技教育強調協助學生學習思考技巧，提供學生利用所學知識實際應用的機會。在科技教育課程設計上，學生學習活動特色包含重視科技與生活的相互關係，使學生在未來能以研究與實驗（research and experiment）及問題解決的方法來處理與科技密切相關之社會議題。藉由學生的研究過程中，尋找相關資料、分析整合資料、討論確認資料、到互相分享資料。學生在上課時得到的學習經驗，在於鼓勵學生以不同的方式了解科技。這樣的學習活動不但滿足學生的好奇心，同時也提供完整的學習經驗。

（三）科技教育對於社會發展的價值

學習者透過研究活動，了解人類發展進展的重要成就以及未來的發展趨勢。科技教育同時提供許多想像空間，讓學生對未來世界的期望沿著可遵循的知識技術學習前進，藉由過去的經驗和知識引導發展未來。科技教育在學習活動中導入社會議題的意義，在於使學生能夠根據科技知識、方法及態度於探索中思考，以為作決定之根據。在科技教育中運用多樣而彈性的教學方法來達成此目標，學生以閱讀、討論為中心，展開調查、實驗、分析資料、解決問題、模擬與角色扮演等方式來達到學習效果。科技教育提供學生在學校學習時有機會增加知識，同時將許多觀念、知識整合組織。這些學習活動將會對未來社會發展，甚至於生活環境發展具有決定性的影響與貢獻。

六、迎向未來：教育典範轉移了嗎？一代結語

自從Olson（1963）在其所著「工藝與科技」（Industrial Arts and Technology）一書中，主張學校課程中應反應科技或科技文化的內涵，「科技」乃逐漸成為研究的焦

點。如今，先進國家鑒於科技的開發與應用已相當普遍，為因應科技社會的現實需要及科技的急速發展，已先後將「科技」納入國民教育的課程當中。

在美國，國際科技教育學會（ITEA）在國家科學基金會（NSF）和美國太空總署（NASA）的支持下，進行了一系列的全美科技計畫（ITEA, 1996; ITEA, 2000），指陳各階段（K-12）之學生何以需要學習科教育的緣由與哲學基礎，並規劃欲教育該階段學生具備科技素養之課程內涵與標準（含動力、藥物、農業、生物、能源、資訊傳播、運輸、製造、營建等科技系統及其相互之影響）。在英國、紐西蘭、澳洲與香港，皆將「科技教育」單獨列為學習領域之一，並訂頒國定課程（national curriculum），顯見其重視科技教育的程度（李隆盛，1990）。台灣之科技教育雖未若先進國家般地重視，然在九年一貫課程中仍未缺席，只是被窄化為「生活科技」，且與自然合併為一學習領域而有被科學「併吞」或「矮化」之虞。縱然如此，仍無法否認科技教育存在之重要性的事實。

Kohn（1962）在其所著之「科學革命的結構」（The Structure of Scientific Revolution）一書中指出，漸進經驗的累積，固然在科學進步過程中扮演重要的角色，但真正重大的變遷，卻來自於跳躍方式的革命結果，此謂之為「典範轉移」（paradigm shift）。在「前典範期」，可能會有混亂的現象，但當新的典範建立後，則多數科學研究者將會遵從這個典範而趨向於平靜。所以，科學與數學等學科，縱使世界各國環境有異，但其基本內涵與原理則放諸四海皆準。然典範在社會學上卻有所限制，僅具有發展為典範的因素，而沒有實際發展為有關典範的共識與認同（范舉正，1998）。亦即，社會學科可能在同一個時期存在著若干個「前



典範期」，但很難歸於一個共同的典範。

科技究竟是屬於科學典範抑或社會學典範？恐怕很難歸類。科技與科學存在著相輔相成、互濟共榮、利益共生的關係，但科技卻沒有類似科學典範的明顯高度共識。科技的某個層面亦涵蓋了社會學，但研究的方法與工具卻又與社會學相異其趣，可是卻又有類似社會學之前典範期的混亂。科技教育就

名稱與方向上，無可置疑已形成共識，具有典範的意味；然在定義與內涵上卻因人因地而異，仍處在前典範期。因此，吾人可以肯定：從「工藝教育」到「科技教育」是一條必然的途徑，只是在內涵上的典範轉移仍不明顯。科技教育的動態與不明確性或許對學科的發展隱含著危機，但危機的出現將為未來一個新觀念的轉變設下舞台。

參考文獻

- 王鼎銘（1999），科技發展與科技教育學習經驗。生活科技教育月刊，32（4），6-15。
- 李隆盛（1986），我國國中階段工藝課程發展之研究。中華民國工藝教育學會。
- 李隆盛（1990），科學與科技的構念與分野。中學工藝教育月刊，23（9），17-19。
- 李隆盛（2000），科技與人力教育的提升。台北：師大書苑。
- 沈清松（1998），解除世界魔咒。台北：台灣商務。
- 林玉体（1990），西洋教育史。台北：文景。
- 范舉正（1998），典範社會學的限制。台灣社會學研究，2，173-200。
- 張玉山（1999），科技知識的特性。見：<http://www.nhtlc.edu.tw/~sam>。
- 陳昭雄（1985），工業職業技術教育。台北：三民。
- 康自立、蔡錫濤（1997），技學的內涵與定位。輯於1997年技學素養教育研討會論文集，國科會。
- 羅文基（1986），教育、訓練與人力發展。高雄：復文。
- 顧柏岩（1961），工藝教育在中學課程中之重要性。教育與文化，265/266，9-30。
- Bell, D. (1973). *He coming of post-industrial society*. NY: Basic Books.
- Bensen, J. (1995). A contex for technology. In Martin, G. (ed.), *Foundation of technology education*(1-23). Council on Technology Teacher Education 44th year book. Peoria, IL: Glencoe/McGraw-Hill.
- Devore, P. (1980). *Technology: An Instruction*. MA: Davis Publications, Inc.
- Ferre, F. (1988). *Philosophy of Technology*. NJ: Prentice Hall, Inc.
- Goetsch, D. & Nelson, J. (1987). *Technology and you*. NY: Albany.
- 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.
- Kohn, T.（1962；程樹德、傅大為、王道還、錢永祥譯，1994），科學革命的結構。台北：遠流。
- McGinn, R. (1978). What is technology? In P. T. Durbin(ed.), *Research in philosophy & technology-Vol. I*, Greenwich, CT: JAI Press, Inc.
- Mesthene, E. (1970). *Technological Change*. NY: Mentor.
- Mitcham, C. (1978). Types of technology. In Durbin, P. (ed.), *Research in philosophy & technology-Vol. I*, Greenwich, CT: JAI Press, Inc.



- Olson, D. (1963). *Industrial Arts and Technology*. NJ: Prentice-Hall.
- Savage, E. & Sterry, L (1990). *A conceptual framework for technology education*. Reston, VA: International Technology Education Association.
- Schon, D. (1967). *Technology and Change*. NY: Delacorte.
- Snyder, J. & Hales, J. (1981), *Jackson's Mill Industrial Arts Curriculum Theory*. WV: West Virginia Department of Education.
- Snyder, J. & Hales, J. (1982), *Jackson's Mill Industrial Arts Curriculum Theory: A Base for curriculum derivation, Man/ society/ Technology*. VA: AIAA.
- Towers, E., Lux, D. & Ray, W. (1966). *A rationale and structure for industrial arts subject matter*. OH: The Ohio State University.
- Warner, W. (1952). *The Curriculum to Reflect Technology*. Ohio: Epsilon Pi Tau, Inc.
- Waetjen, W. (1987). The autonomy of technology as challenge to education. *Technology & Society*, 7(1&2), 28-35.
- Welch, F. (1991 ; 張永宗等譯 ; 1992) , 科技在未來工業經濟中的重要性 , 輯於國立台灣師範大學學術演講專集第八輯。國立台灣師範大學。
- Wiens, A. & Wiens, K. (1996). Technology and quality of life. In Cluster, R. & Wiens, A. (eds.), *Technology and Quality of life*(1-42). Council on Technology Teacher Education 45th yearbook. Peoria, IL: Glencoe/McGraw-Hill
- Wright, R. (1993). Rationale & structure for studying manufacturing. In Seymours, R. & Shackelford, R. (eds.), *Manufacturing in technology education* 42nd yearbook. Council on Technology Education.
- Wright, R. (1995). Technology education curriculum development efforts. In Martin, G. (ed.), *Foundations of technology education*(247-285). Council on Technology Teacher Education 44th yearbook. Peoria, IL: Glencore/McGraw-Hill.