

科技發展與科技教育學習經驗

王鼎銘

壹、前言

科技發展(technological change)對人類社會的進步有著極深遠的影響。科技的發展是由於人類利用過去所累積的知識以及經驗，思考如何改善生活周遭的環境，藉由不斷的研究試驗與嘗試，終能發展出新的科技以具體改善生活環境的過程。科技發展過程的本質包含人類創意(idea)的追尋、定律(theory)與知識(knowledge)的應用、以及實驗過程(experimentation)的努力等相關因素。科技的發展因為具有理論與實務(theory and practice)整合(integration)的特質，因此，科技發展的過程累積許多人類生活發展中所需要的科技知識(technological knowledge)。科技知識雖然是經由科技發展所形成，但是卻也是科技後續發展的重要基礎。

由於科技發展與社會經濟的發展息息相關，因此對於科技發展模式的研究也在持續不斷的進行中(Parayil, 1991)。然而許多重要的科技發展所經歷的過程以及發展過程所經歷的時間均不相同。因此有必要對科技發展與科技知識之間的互動關係做本質性的探討，以瞭解科技發展與科技知識相

互之間的互動模式，作為未來研發科技的重要參考。

工業革命後，重要的科技發明以及科學原理的發現促使社會加速進步。但是近年來科技與應用持續的發展，卻使社會大眾對於各種生活進步的現象習以為常，認為生活水準提昇乃是天經地義的事。社會大眾往往忽略社會的進步是由許多人無私的不斷努力貢獻而成。如何讓未來公民瞭解科技進步的過程並且繼續投入科技發展的行列，進而維持社會持續進步成為目前科技教育的重要任務。

如何促使科技發展活動持續進行，使人類生活永續發展是科技教育的重要目標。因此科技教育必須瞭解科技發展的本質以及科技發展的重要影響因素。學生藉由對於科技發展歷史的學習活動，來研究科技發明是如何產生或者科技創新所經歷的過程。在科技教育學習活動中，安排學生探討科技演進的歷史將有助於學生瞭解過去科技發展的歷程，目前科技所運用相關技術與知識以及探索未來科技發展的趨勢。本文主要在對於科技發展與科技知識的本質與關係作研究探討，同時對於學習科技發展過程在科技教

育教學活動中的意義做理論上的闡釋。

貳、科技本質

科技是一種人類運用知識、創意和資源，以解決所面臨問題和改善生活環境的實踐行動。科技的主要本質在於運用人類智慧以發展各種工具，並且運用資源來達到改善生活環境的目的。早期科技發展的過程是經由持續不斷嘗試的過程，累積經驗，克服困難，運用勞力發展並使用工具(tool)，經由持續的思考與努力發展出能改善生活環境的工作方式(method)。科技教育學者 Maley (1989)指出，人類發展與利用科技的歷史遠早於對科學知識領域以及科學應用的探索。人類文明形成的歷史也幾乎就是科技發展的歷史。自有文化的形成以來，人類已經知道如何發明工具，並且藉由工具的使用對各種能源材料的利用以改善所居住的環境。科技發展往往是決定社會與經濟發展的重要因素。在社會進步的同時，科技發展又往往受到社會價值、經濟結構、組織型態以及個人認知因素改變的影響。回顧歷史，科技發展不但促進經濟進步與社會繁榮，同時也是促成文化發展的重要因素之一。科技的發展使人類創造更美好的生活環境並為社會提供文化的進步與發展的基礎。在不同的國家或不同時期，科技活動的發展常常反應出當時社會文化的價值觀。

科技發展歷經了許多發展的階段。在人類發展歷史的早期，工具的開發與科技運用的目的在於節省人類勞力的使用。早期科技發展可以說是人類智慧與雙手萬能的結合。隨後藉由科技應用建立許多生活的科技產品，則

是擴大人類改變自然環境的能力。十九世紀的工業革命，促使人類發展各種機械用具，而能有效地運用技術將自然世界中的風力、水力、重力、電力、光與熱等自然能源加以轉換，以提供較佳的生活環境。由於科技發展帶給人類生活水準的提昇，而對生活產生深遠的影響，因此科技的研發成為人類生活中的重要活動。在現代社會，人類所依賴的科技已經成為非常複雜的系統，科技的發展並不完全僅是藉由工具的發明與工具的使用來推動。許多科技系統不但包括研究、設計與製造，同時也與管理、經濟、產銷、人力結構息息相關。因此在探討科技發展時，也必須由經濟、社會、文化多種角度尋找相關因素。

參、科技發展本質

科技發展實質上是一個多面向的社會發展現象。科技教育學者 Waetjen (1991)指出，促進科技發展的主要原因是因為人類面臨生存環境中的壓力(exigency of living)，因而思考如何改善生存的條件所產生的行為。Waetjen 也指出，完整科技發展的過程應該包括科技發明(technology invention)、科技創新(technology innovation)、科技評估(technology assessment)以及科技移轉(technology transfer)。

科技發展是一個具有持續性(continuous)與累積性(cumulative)特質的演進(evolution)過程。科技發展的演進是人類持續不斷努力的過程。科技發展的過程其實包含人類對於自然現象的觀察與理解、努力改善生活現況的動機、以及基於非實用目的所創造的想像等因素。由於社會上許多人持續的

發現問題，努力解決問題，形成科技發展活動持續不斷的進展。另外，有時候新的科技的應用雖然對生活有正面效益，但是在開始發展科技時未能高瞻遠矚的做有系統規畫，因此實際應用時往往產成其他的問題。科技應用所形成的問題成爲科技發展新的需求。因此科技發展後，往往需要不斷的修正，形成科技創新的過程。因此科技的研發過程，具有人類生活中不斷的發現問題，持續的努力去改善環境的持續性。

科技的發展往往是在累積各種嘗試之後所發展形成的。科技發展是由於新的需要開始，再經由不斷的嘗試，累積經驗，以獲得問題的解決。許多重要的科技發明幾乎總是建立在前人累積的知識以及經驗上。每一個科技發明都是因爲創意而開始發展的。由創意發展的科技必須經由許多嘗試，累積足夠經驗形成科技知識，在知識技術上有新的突破，才能獲致有效的成果。科技發展的突破往往是由於新的實驗改變了傳統觀念，或者在掌握新觀念後，嘗試許多實驗，進一步朝向夢想實現而努力推動，而後延續傳承下去。如果缺乏實驗研究來累積經驗，將無法突破克服困難，其間過程往往需歷經數年到經數百年才有新的科技發展成果。因此，若無法利用累積成果來繼續研發科技，想要在科技上有革命性的突破往往是很困難的。

科技發展同時也是一個不可逆(irreversible)的發展過程。每一個偉大的發現都有一個起點。有人想做一些嘗試，一個觀念於是產生。其後另一個人掌握這一個觀念，繼續進行研究。所得到的結果或許足以改變過去觀念，

而提出新的發展方向，再將經驗傳承下去。有系統的研究這些夢想，以過去經驗和知識作爲引導創新與發展，可說是許多科技發展的重要來源。許多發明往往是藉由閱讀書籍以及研究報告產生，瞭解已經發現的事實，利用已經得到的知識，進一步做爲自己研究發明的重要根據。若不是有許多前人對於光線、視覺的研究，形成科技知識，愛迪生恐怕很難順利的發明電影機。

近年來，科技知識流通傳遞管道的增加也是促成科技發展蓬勃發展的重要因素。過去科技發展緩慢的主要原因，在於過去許多研究很少有機會交換訊息。但是在科技研發過程中，一旦掌握足夠的科技知識，往往對於科技發展有決定性的幫助。例如照相機的原理，在八百年前就已經經由對光線原理的探索而瞭解圖像呈現的原理。但是圖像呈現觀念經過幾百年的不斷嘗試，一直無法突破影像存留的問題。但是在對於底片材料的化學反應的知識瞭解掌握後，照相機立即成爲實際生活應用的科技發明，而實現人類對於影像複製存留的夢想。

肆、科技知識與科學知識

科技發展的重要基礎在於科技知識，而科技知識包括對於材料的知識、加工處理過程的知識、以及研究發展過程知識。科技知識的發展是持續不斷的增加人類對於自然事物生活環境的瞭解。許多嘗試結果一旦形成科技知識，不但可以減少錯誤的研究嘗試，同時對於正確的發展方向提供指引。電燈泡的發明雖然是愛迪生努力不懈的結果，但是愛迪生選用鎢絲作爲燈

泡的燈絲則是基於不斷實驗後的成果，瞭解一千多種材料並不適用於做燈絲的材料知識而來。

因為科技發展所牽涉範圍廣泛，因此科技發展過程成為近年來哲學、社會學、以及歷史研究的重要議題(Parayil, 1991)。但是對於科技知識改變過程以及其影響科技發展的研究並未能得到相同的重視。

科學與科技不論在知識體上或者是實際從事活動的法則上均是不同的實體(autonomous entities)。許多歷史學者因為不瞭解科技真正意義，往往誤認為科技是應用科學的一部份，對於科技與科學的關係以及對於兩者間所產生的衝擊與影響有許多的誤解和認知(Parayil, 1991)。其實由歷史的發展得知，世界古文明文化中，往往保存許多有系統的科技知識。科技知識提供生活水準提昇的基礎。近代在西方對於自然現象的研究才開始科學知識體系的建立。根據 Pavitt (1987)指出，科學與科技是來自不同的專業領域而且具有不同遵循法則的社會系統。科技與科學的關係往往是互動的，是相互的呼應對話。在二十世紀，科技與科學的迅速發展也促使相互間的良好互動發展。近代科技史研究學者摒棄傳統對於科技的研究方式，提出科技具有知識體的觀念，不斷強調科技與知識體關係密切，科技具有獨立的活動與處理程序(processes)的論點。Maley (1984)認為，科學知識的拓展對於科技演進的貢獻可分為對於現象正確的解釋以及避免錯誤的嘗試。

科學與科技之間雖然是關係非常密切但是卻是彼此有各自的知識體(Parayil, 1991)。傳統以來歷史的研究者往往

將科技誤認為是科學知識的應用。許多學者也認為科學具有體系完整的科學知識體，而科技對於改善生活環境過程中，僅僅是技術與工具而已，並不具有嚴謹的研究態度與科技知識體(Barnes, 1982)。但是目前對於科技是科學應用於實用目的的觀點，或是直接認為科技就是應用科學的觀點已經被許多研究所駁斥。據 Parayil (1991)指出，許多的創意與新的想法不斷的加入將使科技能夠不斷的發展。但是當科技被認為是應用科學時，卻無法解釋科技具有自發性(internal dynamics of change)發展的特質。例如，以科學理論的角度無法解釋科學在物理電子學的研究方向與數位科技的迅速發展方向不同的現象。科學知識無法單獨領導科技發展方向或是直接推動科技的發展。台灣目前能夠在製造輕薄短小的手提個人電腦的發展上領先，主要是由於在工程上製造科技知識的努力而並非憑藉在電子理論科學知識上的突破。許多新的科技發展並非機具材料的發展所造成，反而是由於創意加上足夠的科技知識資訊而促成的。因此，人類在科技的發展上並無法完全以科學知識發展來解釋。

科技的演進與科學知識體的關係往往是間接的改變，科技知識的累積發展卻往往直接促成科技的發展。科技演進其實是人類對於科技觀念的改變以及對於科技知識的累積所形成的。科技的演進過程就是一個不斷努力累積科技知識以形成科技演進(evolutionary)的過程。科技演進是不斷的嘗試新的發展方向，經由不斷改進製造過程、使用新的製造流程、或是使用新的科技，而使新的科技發展延續不斷，

成爲社會經濟發展的重要推動因素。

伍、科技知識發展

Saviotti(1983)認爲科技知識包含三項領域，分別是現象性知識(descriptive knowledge)、定律性知識(prescriptive knowledge)、以及隱藏性知識(tacit knowledge)三種。科技知識中現象性知識和定律性知識具有明顯性(explicit)，常常是以一般人所熟悉的相關科技知識型態呈現，較爲大眾所瞭解。隱藏性知識大部份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的成果專利。因爲智慧財產權的因素，隱藏性科技知識在剛獲得時往往不願意立即公開。由於科技的研發必須應用於社會，隱藏性知識在適當時機必須實際應用以生產科技產品，才足以顯示其價值，此時隱藏性知識又因產品在社會上流通而逐漸成爲公共財(public good)。

個人創意或是努力往往是新科技發展的重要基礎。但是個人努力的成果往往成爲競爭社會中爭取財富的籌碼。因此科技知識往往容易成爲個人的專利，而不便對外公開。經由科技知識所發展的器物，科技發展往往比科學更容易成爲個人資產。DeBresson(1975)研究指出，科技是經驗與知識的累積，科技發展應該有其自發性。科技發展具有自發性的論點，主要是基於科技應用所使用的知識不同於科學知識。因爲科技知識往往因爲無法以書面資料呈現，因此具有隱藏(implicit)的特性。這些努力其實是推對科技不斷進步的重要動力。也因此而推翻科技是經由科學觀念所建立的應用。相對的，科學知識卻是與科技知識有很

大不同。科學知識則是因爲希望得到社會認可或是接受，因此科學家往往一發現就希望立即公佈爭取確認。科學知識因爲需要立即公開爭取社會認同成爲正式知識，因此往往成爲社會的公共財。

研究科技演進史的一種共識認爲知識體是科技的重要部份(Maley, 1984)。科技不僅是工具、機器或者物理裝置，科技也應該包含人類累積創造的有關科技的知識體。探討科技發展不但應該對於科技改變的物理現象加以探討，也應該由學理上建立科技演進對於科技知識體改變以及所造成的影響作深入研究。甚至科技創新也應該針對科技知識所扮演的關鍵角色作進一步研究。

由於需要新的科技來解決人類不斷面臨的問題，因此不同的思考模式往往影響科技演進。因而對於科技演進的研究價值也在於能提供新的思考方向以創造新的科技。每一個發明都是由於創意開始，以努力爲歷程。而人類所累積的經驗知識許多時候雖然在當時生活中無法直接應用，但是當新技術的引進時機，或者新的工作製造流程發展成熟時，配合所有條件將理論與實務相結合，確實對於增加人類的福祉有莫大的貢獻。由於有許多人的努力推動也才能使人類得以享受目前的生活成果。科技的創新過程也往往由於應用過去所累積許多有用的經驗，來推動下一階段科技創新所需要的知識以及經驗。因此面對所產生的問題如何思考解決方法成爲重要的科技發展因素。

科技教育主要目的在於讓學生明瞭科技發展本質，因此利用科技演進

作為學習活動將可以達到許多不同的意義。其中包括瞭解科技、瞭解科技發展的演進、瞭解解決問題的模式、瞭解科技發展的過程、瞭解科技應用的情形、瞭解科技對社會經濟制度發展的衝擊。

陸、科技教育目標

科技教育是一個包含廣泛學習經驗的學科領域。科技教育的目的在透過教育活動，培養個人對於科技的認識，明白科技的演進，及其在工業上之應用，以及對社會及文化發展之意義。對於科技教育的價值可分為對個人的價值、在學術上的價值、以及對社會發展的價值三部份討論。

科技教育在個人價值上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。

科技教育在學術上的價值具有科技整合學習的特點。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)的方法以及解決問題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瞭解科技。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。

科技教育對於社會發展的價值，具有提供對於科技發展的學習機會。學習者透過研究活動，瞭解人類發展演進的重要成就以及未來發展趨勢。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、方法及態度在探索中思考做為下決定的根據。在科技教育中運用多樣而彈性的教學方法來達到此目標，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，扮演角色等各種學習活動來達到學習效果。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。

科技教育的本質在於有計畫、有組織的增進個人知識與能力。科技教育的範圍相當廣泛，不僅包括科技的知識與技術，同時也融入科學實驗研究的精神與態度。因此學校科技教育目標在於提供學習機會將存在想像中的材料組織，探索世界追求更美好的明日世界。透過不斷研究討論，對於傳統解決方式提出改進或者得到前所未有的解決方式，將人類成就推向新

的境界。科技的本身是人類對於技術材料知識的累積，形成有系統的工作體系。科技同時也是以理論為基礎以現存的科技知識來創造、發明、設計人類所實用的需求。由於科技的發展同時也成就科技知識體，因此科技教育重點在於發掘、介紹、傳遞科技知識。期望社會大眾能夠利用這些人類累積的知識，擴大探討科技發展領域，繼續為增加人類生活便利目標努力。

柒、科技教育學習活動

在學習科技教育時，藉由不同的方式來探討科技的本質及其對社會的影響一直是科技教育學者所努力的目標。Maley (1989)指出，科技教育應該提供學生完整學習科技的方式，其中學生對於科技發展歷史的學習是整合科技學習的重要活動。研究科技發展歷史將會對過去所發生的事件有清晰的概念，同時瞭解目前人類的成就的產生過程。科技教育也必須要求學生對於發生在周圍世界的各種科技有好奇心，藉著想解答疑惑而形成學習經驗。Maley (1989)建議，科技發展的學習活動是以科技演進的時間表以及科技應用發展為學習主軸。教學活動設計包含教學目的、教學活動設計、學生學習設計、以及預期成效評估部份。根據活動設計，活動的目標主要在讓學生瞭解科技發展的演進過程，同時對於科技應用於社會的影響與衝擊深入研究。完整的學生學習活動包括下列步驟：

一、選定科技主題

學生在上課時先就現代生活科技中選定一項科技產品或者是科技系統

作為研究的主題。在課堂上，學生選擇有興趣的主題。每一個主題可以很快的發展到相關科技領域。由相關科技領域藉由尋找資料可以訂出科技發展過程重要的發明、創新。每一科技的發明與創新往往是因為許多相關知識的突破或者是在材料工具上的創新。科學定律的發現也往往是在知識上產生重要的影響。為了能夠將科技發展的多面性呈現，在探索科技演進時也透過不同方式研究。

二、尋找相關資料

對於學生好奇於科技的發生同時，由分組活動讓學生到圖書館搜尋相關資料。學生利用現有的圖書館資料、查詢相關資料，同時請教同學、父母或者專家。必要時寫信詢問專業機構相關資料。在科技創新的過程中，有許多科技研發過程的文字敘述或者是故事，可提供學生瞭解科技研發的步驟、要點、方法以及注意的細節。

三、報告研究發現

在獲致初步研究結果後，於課堂上報告研究的成果。藉由討論修正架構，同時針對整個研究創意提出建議。其中科技演進歷史圖表主要強調科技的進步是經由主要的發明以及不斷的研發改進的過程。所有的科技都可以回溯到許多發明、科學上的發現(discovery)、以及許多當時問題形成的挑戰(challenge)。由於科技發展範圍過於廣泛，因此僅能夠由研究者選擇重要的事件呈現。選擇的原則是由學生自行訂定，但是隨後在課堂上呈現報告時，所有學生將參與討論，以公開民主的原則，建議研究學生選擇科技呈現的

原則，決定權責則是由學生自行決定。

四、團體討論交換學習心得

針對修更過後的研究成果，再次呈現科技演進的過程，並於探討相互關係後，對於科技演進過程做初步結論。在相關科技發明與創新確定後，以時間圖表方式呈現。其次，學生以分組討論方式進行對於科技發展關係的研究。同時藉由對於早期所發展工具或模型與現代社會所使用科技作比較，可以啟發學生在活動中對於未來科技發展的聯想。

五、互相提供研究資料

同學在搜尋資料時，對於別組相關議題的資料於課堂中呈現。科技史的年表主要是由在上課時的討論所逐漸形成的研究結果。所有不同的呈現方式都是針對研究後發展所形成的格式。每一位同學藉由不同的格式來展現科技發展的不同方向以及層面。這些研究成果不但是上課討論的結果，也提供未來學習科技時的探索方向。

六、構思呈現方式

同學將所發現的關係以及心得討論如何呈現科技發展間相互關係。其中選擇重要內容呈現，並且以敘述方式將研究所發現的科技演進關係加以敘述。在圖表上的關係包括發明間的關係、發明與科技創新的關係、科技融合社會的關係、影響科技發展的社會因素、影響科技發展的材料因素、影響科技發展的技術等因素。科技評估產生的效應、甚至科技技術移轉後的效益。過去的發明演進或者是製造流程發展的過程。

七、完成整體作業

每一個科技演進時間表均是學生研究的成果。完整的研究成果格式包括研究緣起、研究過程、研究心得。研究結果是以文字敘述呈現配合科技演進年表以及科技發展圖表。論文內容介紹圖表中的科技發展過程也同時介紹整個探討過程。學生所呈現的資訊代表在學習過程中所獲得的知識與心得。同時學生自行決定安排呈現的方式與內容以完整呈現，同時以不同的方式探索科技的本質，並不需要有統一的本質。

捌、學習成果

對於科技史的研究可以利用圖表以提供對於科技系統作深入探討的活動。科技發展歷史圖表，主要在於對科技發展歷程以及演進的整個科技系統發展的貢獻，得以系統化的呈現。藉由對科技發展的研究呈現，以時間為主軸的科技演進發展。在主要科技發明中，許多新的科技延伸發展。科技的應用相對引出許多有關對科技價值、科技過程、科技系統、工具材料、製造過程、以及對社會衝擊影響。在圖表中的每一個事件都呈現出當時社會、經濟、甚至政治的情況或者是故事。科技發展圖表提供學生整合完整學習經驗的機會。在科技發展時間表中主要呈現許多重要令人印象深刻的發現與發明。這些過程的主要意義在於人類現代科技與生活方式是由許多科學家、工程師投入時間研發、憑藉著經驗、智慧、與努力累積而成。科技引進時間表代表人類過去所有的努力過程。

在探討科技發展時，單獨的科技發明不但可以看成是獨立的科技發展過程，也可以與其他科技發展連結成大的科技演進流程。對於科技發展的研究可以是縱向以時間為主軸的研究，也可以橫向將相關理論原理運用作為研究的範疇。而在科技演進時間表中可以發現，早期的科技發展貢獻主要在於對於材料的開發以及工具的使用，其後科技發展陸續在機械與工程上的應用有所突破。在許多重要的科學定律發現與科技發明後，人類對於物理世界中能源的掌控能力大大增加。

玖、結論

人類發展科技的結果不但提昇生活水準，改變工作環境，同時也提供學校新的科技教育學習型態。所有的科技發明是人類活動(human activity)的成果，更是人類運用智慧努力的結晶，科技發展成為人類歷史的一部份。在科技發展歷史中，探討人與工具的關係的同時也顯示出人如何運用思考與雙手合力完成許多偉大的成就。科技發展並不僅是物理世界的改變，同時也是改變人類追求生存發展空間所累積的知識經驗。科技發展往往對於目前人類實質生活上的活動產生重要改變。經由完整的人類活動經驗以及對於環境改善努力的動機，科技持續的改變人類的生活世界並且賦予人類生存發展活動歷史的意義。

科技教育課程的內容，不能僅限定於技術層面內容的傳授或者是動手操作技巧的學習而已。在設計科技發展教學活動時，不應限定於動手操作技巧的培養，而是應該同時讓學生重視科技知識改變的社會現象以及影響

因素。科技教育必須讓學生體認到科技發展並不僅是高科技產品或者是複雜的製造流程，科技發展同時也是人類知識經驗不斷累積的過程。科技教育必須讓學生瞭解人類使用工具利用能源以改善生活的歷史。學生在學習科技時，不但應該學習科技相關知識與技能，同時必須對於科技發展與社會、經濟、文化的關係有清楚的認識。透過科技發展的學習活動，學生可以將不同學科領域所學到的知識整合在科技發展過程中。藉由科技發展圖表的討論活動，學生可以瞭解到科技發展中的重要因素。對於科技演進的研究活動並不是限於歷史研究，而是可以廣泛提供在技術上、以及個人工作態度上的啟發。對於科技發展的學習活動提供整合不同學科領域知識的機會，使科技教育成為完整的(holistic)學習活動。

透過科技歷史的研究可以發現在創新發展歷程中，許多的發明創新都需要新的科技發展來使發明有效的應用於人類生活。因此科技的發展其實是經由持續不斷的引導其他新的科技發展活動來持續進行。人類經由努力觀察研究嘗試的過程，對於發現自然世界中事物定律關係的瞭解累積形成科技知識，而運用科技知識而能適當選用材料、發展特定製造過程、來發展滿足人類不斷改變的需求，並使許多夢想因為科技發展而得以實現。科技使得在昨日無法預測的夢想可以成為今日努力的目標，並且成為明日發展的起點。

(參考文獻見 20 頁)

(作者現任新竹師院美勞教育系副教授兼總務長)

人的重視，這也許是多年下來聯考制度下的另一種產物吧！但今日這個關鍵時刻，科技教育所帶來的改變已足以使教育這個大環境作一些改變，不管是教師或是學生，甚至於學校及家長，大家皆須好好重視這個科技教育。

透過科技教育，大家可將所失去的東西再次找回，同時獲得補救，每個人都需要這樣的課程，畢竟它不再只是過去「大量生產」的工藝課程。在教材的難度上已降低，在廣度上也將更為廣泛，所以，它將使人民具備今日科技社會中所應有的基本素養，以因應科技文明的到來。

既然教材的廣度增加，難度降低，則其教學方法便是很重要的一環，如

何將教學內容透過活潑的教學活動呈現出來？便是值得大家一起努力的。教師是教學中的催化劑，在教師的教學生活中，教師宜主動去建構自己的知識體，同時和學生同成長，已獲得教學上的成就與寶貴的經驗。

參考書目

- 木村秀正等著，錢尊義譯（民 67），**世界科技發展全集 3：航空**。台北：自然科學文化事業公司。
- 生活叢書編輯編著（民 70），**LIFE 科學文庫一飛行**。台北：時代出版社。
- 傅鶴齡（民 74），**航空科學**。台北：大中國國家圖書公司。
- （作者現為台灣師大工技系碩士班研究生）

（續第 14 頁）

參考文獻

- Barnes, B. (1982). The science-technology relationship: A model and a query, *Social Studies of Science*, **12**, pp. 166-172.
- David, P. (1975). Technical choice, innovation and economic growth. New York: Cambridge University Press.
- DeBresson, C. (1975). Understanding technological change. New York: Black Rose.
- Maley, D. (1989). A study of the technological evolution of a city. Reston, VA: International Technology Education Association.
- Maley, D. (1984). Answers to questions on teaching technology. Reston, VA: International Technology Education Association.
- Parayil, G. (1991). Technological knowledge and technological change. *Technology in society*, **13**, pp. 289-304.
- Pavitt, K. The objectives of science policy, *Science and Public Policy*, **14**, 4, pp. 182-188.
- Saviotti, P. P. (1983). Systems theory and technological change. *Futures*, **18**, 6, pp. 773-786.
- Waetjen, W. B. (1991). *Technology and the humanities-affinity and tension*. Reston, VA: International Technology Education Association.