

科學教育發展 與人文主義教育

國立臺灣師範大學 吳清基

一、前言

二十世紀科技發展甚為迅速，可謂一日千里；從事科技研究所獲得的成果，更是達到令人震驚不敢相信的地步。由於科技發展結果的突飛猛進，使得整個人類生活隨之而有所大改變，尤其科技知識的日益增進與機器設備的成功使用，更導致人類社會發展之結構型態的改變。而在人類由農業社會轉變到工商業社會的變遷過程中，人類的價值意識型態亦產生了莫大的修正，甚至形成了嚴重的價值混亂與衝突現象。物質文明的不斷進步，使人類必須處處仰賴物質或機器的使用來取代人力，而滿足人類無窮盡的物質慾望與需求，則是當前科技發展結果對人類所僅能提供的服務。因此在這物質應用知識廣受人類重視之下，科技的發展，必將趨於極端而致離開原有的目的，甚至，將手段當作目的，視技術本身的發展為鵠的，而對於人類自身價值的提高與情意發展的調適，却給予漠視。此外，科技的高度發展，儘管創造與增進人類物質的文明，但並未能因而提高人類的道德行為表現，此在過去盧梭早已提出呼籲。今天歐美先進國家，雖然物質文明進步，但其所存社會問題重重，如搶劫勒索、吸毒犯罪……等均表現了物質文明過度發展之下，人類心理空虛與無根的現象，此亦反映了時下科學技

術教育一味地強調自然科技知識，而忽視人文主義教育所提倡的維護人性尊嚴與倫理價值問題的弊端。今日我們正從開發中國家邁進開發國家中，科學技術教育的提倡與重視，自是重要不可言喻，唯為避免重蹈歐美先進國家重物質輕人文的覆轍，似應同時兼顧人文主義教育的精神。本文即試圖以人文主義教育為基石，來兼談當前我國科學教育發展問題。

二、科學教育發展的意義與時代性

(一)科學教育發展的意義

在談科學教育發展之前，首先須對科學與科學教育的意義作一澄清。

「科學」這個字英文為 Science，它是由拉丁文 Sciential 一字所衍譯而得的，其原意為知識，所以可謂「科學即是知識。」不過就目前一般對科學這一名詞的通常用法來講，這一說法實在太過於廣泛。

科學亦可以德語 Wissenschaft 這一字作依據，該字含義為有系統有組織的知識，就科學相當於 Wissenschaft 的範圍來講，則科學不是指各自分散的一切零星知識，而係指有系統的聯結在一起，形成某種有組織的知識。但此從語源探求科學的意義，並未能強調，甚至未能體認科學

並非像「有系統的」「有組織的知識」這些詞語所暗含的靜態意義；相反的，它極為活動，經常變易並且繼續發展。

依此，科學的定義似可暫訂為：「根據觀察的各項方法所得到的整體知識。」此一定義和由拉丁文 *Scientia* 一字所代表的概念相符合，且更確切。也和德文 *Wissenschafts* 字的意義配合，因為「整體知識」這一句話含有零星知識形成某種組織的意義。其「觀察」和「方法」更是用以強調科學的知識的活動性質，是動態的而非靜態的。根據這一定義，可進一步了解科學的意義，至少包含下列主要四項：

1 從事科學實務是人的活動。祇有人類可以使用各種方法來觀察，以獲得整體知識。

2 科學有內在的限制，人經由各種感覺器官來觀察，所以非感覺所能及或超越感覺的任何事物，也非科學所能及或超越科學的界限。

3 科學要有準據，這種準據就是觀察。

4 要從準據上建立結構，各種方法都以準據為根基，但不為準據所限制。（註一）

卡澤明（A.C. Benjamin）曾對「科學」下了一個定義，他說：「科學猶如探查的方式，由觀察和經觀察而證實的假定以求得有關世界的知識。」（註二）

此外，林德賽（R.B. Lindsay）亦強調「科學是敘述、創造與理解人類經驗的一種方法」（註三）

可見科學的意義，無不在強調其乃是一種「可檢證性的」有組織的知識。唯科學固然是一種知識，但知識却未必就是科學，即並非一切的知識都是科學的知識，此乃吾人須加以指證的。一般說來，「科學的知識係得自有計劃的、有方法的研究，並且有系統地整理安排在一種關聯裏面。換句話說，我們不是藉賴於偶然碰巧的研究與答案，而是透過一定的研究計劃、目標、方法，

按部就班地得到科學知識，並對此知識加以整理且排置於有關的領域中。」（註四）

在此須附帶提及的，科學與技術固然有密切的關係，但科學與技術則是兩回事。科學產生的主要動機在於求知，在於企求解釋對人生周圍環境一切事物的好奇與疑問；而技術產生的主要動機在於人類希求改變或利用自然，以滿足人類的需要與慾望。後者發生較早，幾乎自有人類即有技術的存在，但前者則發生較遲，它是人類史上比較晚期的產品。亦有人認為科學是一種理論，技術則是理論的應用，是一種人類用以達成某種目的或製造某種物品的方式或方法，依此看法，則科學與技術誠然關係甚為密切。故在一般人的習慣用法中，「科學」一詞雖僅指自然科學，但已包括了技術在內。

至於「科學教育」（*Science education*），或謂是指「數學、物理學、化學、生物學等基礎科學科目的教學。」（註五）孟洛（Monroe）的「教育研究百科全書」中，所載的「科學教育」即是有關此等學科的教學研究。在一般言及科學教育書籍中，一部份把自然學科的教學稱為科學教育；比較嚴謹的，則說是科學教學。顯然，後一種說法是比較正確的，因為我們可以把自然學科的教學，簡稱為科學教學，但却不能因為自然科學的自然二字被省略，便以為自然科學可以涵蓋所有的科學以及所有的知識，更不應把「科學教學」視同為「科學教育。」（註六）

通常，「科學教育」可以同時意指自然科學教育與社會或人文科學教育，不過一般人提及「科學教育」時，大致上是指著「科學與技術的教育」或「自然科學教育」而言。因此，所謂「科學教育」，簡單地說，是指「科學與技術知識的傳授，並且是創造科學技術的能力的發展。它不但要使學生獲得基本的或專門的知識與技能，並且要發展學生自己獲致知識與創造技術的能力。

它是一種知識教育，也是一種能力教育。」（註七）亦有人認為科學教育的意義，將不僅止於灌輸知識，傳授技術或發展科學技術的能力，且應包括學生基本態度習慣與人格精神特質的養成。亦即科學教育應廣義地泛指自然科學技術教育與人文社會科學教育。故「科學教育發展」的意義，廣義上說來主要是在致力於自然科學技術教育活動的實施，以促進專門性科學技術知識的發展，來達成人類物質生活需要及慾望的追求與滿足；同時，亦在致力人類精神科學與人文社會科學的實施，使人類在科技活動中能兼顧人性道德倫理的精神面。而狹義上說來，則將僅是指致力於「以物理、化學、生物和數學為主的自然學科的教學活動實施」而已。

（二）科學教育發展的時代性

科學教育發展的受人重視，乃是當前世界各國教育發展趨勢的重點所在。不僅是開發中國家希望藉由科學技術教育的發展，以期提昇進入已開發國家之列；就是已開發的歐美大國，亦無不競相重視科學教育的發展，以企求更趨於尖端化精密科技的進步。科學技術的發展，對一個國家工業技術的成長、物質文明的增進與人民生活水準的提高，具有絕對性的貢獻，這是一個受人普遍接受的事實，也是今日科學技術教育發展格外為人重視與提倡的理由。

談到科學研究的發展，在西方當可追溯到古希臘羅馬時代。古代希臘人曾有許多顯著的科學觀察與臆測，為後來的科學教育鋪路。而羅馬人本身就是一個重實際的民族，其在實用技術方面確有許多重大貢獻。中世紀（從五世紀到十三世紀間）為歐洲黑暗時期缺乏科學發展貢獻可陳，但到了文藝復興時期，歐洲科學研究乃開始重露曙光，一些當時的人文主義學者，為復興古代文藝而從事古文發掘、搜集、比較、懷疑、推論、

批評、編纂、考證和訂正的工作，其所持批評與懷疑的精神，即是近代科學研究精神的表現。近代科學探究之崛起，是在十六世紀。當時哥白尼（Nicholas Copernicus）的地球環繞太陽新發現與培根（Francis Bacon）所倡歸納法，對近代科學研究均具有劃時代的意義。十七、十八世紀如笛卡兒（Des Cartes），牛頓（Sir Jssac Newton）等人均是對科學發展具有相當貢獻者。到了十九世紀，科學教育在西方大為發達，所有進步國家英、德、法、美諸國大中學校，都很快的採用科學課程。尤其大學更是已成為科學進步與科學研究的大本營。（註八）

唯科學教育發展真正受到世人普遍矚目，並引起世界各國爭先仿效提倡實施的，則當首推美國一九六〇年代所謂「教育的震盪」（Educational Shocks）事件開始。一九五七年冬天，蘇俄領先了美國，發射了地球上第一顆人造衛星史潑尼克（Sputnik），這顆人造衛星一下子把美國人素以具有世界上最好教育制度內容的自尊與美夢，徹底粉碎了。美國朝野人民在震驚羞愧與憤怒之餘，將責任統統推到教育界，認為那是美國學校教育一向輕視科學教育課程的結果，要求重新檢討過去幾十年來美國進步主義教育（Progressive education）的內容，並謀求中小學科學教育課程的改進。目前，在美國中小學校裡，不僅數學、物理、化學和生物等自然科目的課程陸續不斷地在重新編訂中，就是科教課程實施的份量也加重了，同時科學課程的教材教法也開始注重實用及實驗的原則。事實證明美國今天科技的發達，與一九六〇年代起的科學教育發展的重視，是有密切相關的。而今天世界各國有鑒於美國科學教育革新的成功例子，亦均爭先仿效，希期藉由科學教育發展來改進該國工業技術的發展，進而開發人物力資源，提高單位生產能量，以增進國民所得、增強國家財力及提昇國家的

國際地位。

由今日世界各國對科學教育發展倚重之深切，吾人不難發現科學教育發展確實具有其實用性的時代任務。對國家如此，對社會、對文化亦如此。在文化上，它將創造物質文明，豐富生活內涵，使人類經由工具設備的應用，而在生活上變得更複雜、更刺激、更多變化亦更具危險性。唯科學發展對文化的影響，有時並不像一般人所想像的那樣明顯，但這種不太明顯的衝擊，却比那一眼就可看出的技術應用，對人類生活的變化作用更具影響力。或謂科學發展對社會意識上的影響均屬有益，但實際上並非如此。固然，科學發展對社會的影響，通常表現在技術應用上的最為明顯，但就是這些最明顯的事實，反能將人帶到錯誤的道路上去。因此，科學教育發展，除了要重視其實用性的價值外，亦不能忽視其非實用性的價值。

三、科學教育發展的倫理觀

科技的發展，將為人類帶來高度的物質文明，對當前世界人類的生活條件的改善，確實是功不可沒的。但過度極端性的發展科技，却也相對地帶來人類另一種生存危機的威脅。「因為技術教育發達到極端的時候，每視技術本身就是目的。因此，對於人類的目的，就漠不關心。他們只重視技術知識，認為這就是最後的價值。他們把結果視為無上要務，而永遠不斷的追求結果。至於結果的善惡價值，則絕不計較。這種忽視人類目的，不計善惡價值而一味的追求結果，勢將使科學技術之發展，不但不能為人類帶來物質福利，且將帶給人類災害與毀滅。」（註九）如能源危機，生態環境污染，科學的發展，「足以為福，亦足以為禍」，「禍」「福」之間，則全在於人類對其所持的「價值態度」如何，此即本節所擬進一步探討的「科學教育發展的倫理觀」問題

由於科學概念與理論的建立，可憑人類的好惡而自由抉擇，因此存在人文學科裡的「價值判斷」，乃被帶進科學教育領域中，亦在科學中佔有重要的地位。美評論家布魯諾斯基（Jacob Bronowski）認為「科學的活動和獻身科學的人決不會在倫理上中立。」（註十）前紐約州立大學副校長、美科學促進會董事葛拉斯（Bentley Glass）認為「或謂科學並無倫理基礎，它只是經由與個人無關的冷靜及非情意性的方式，去獲致自然現象客觀真理的存在，個人並不同意此種看法。由於對科學性質、根源和方法加以嚴正評量，必然會得到結論，這使我深信，科學難於脫離價值問題，它不能免於涉及是非標準，亦無法逃避其終將趨於社會的目標。」（註十一）上述二者均同時指出科學的發展，事實上是無法不涉及倫理問題的。

由於科學家在從事於搜尋、觀察和探究人類在其生活環境中，對所認為最重要的事件實際上如何行為，並企圖對其周遭環境事件中的疑問與難題加以突破解答，以達人類更美好行為適應的追求，這是科學與倫理的一項關係，亦將是一個永恒性的問題。「科學與其他思想體系，都是想解答人生的重要問題，不過從其他思想體系看法所得到的各種解答，僅能在適合於各種不同文化群體的世界觀及神話時，才被接受。科學尋獲的解答，可以約化為每個人的經驗。科學根本是由人類共同經驗而產生，所以也為全體有關的人所共享，並無信仰、膚色、階級和國別之分。各種知識體系，包括科學知識在內，均建基於某些假設系統，但僅有科學知識經得住假設的變動。」（註十二）此說明了科學本身具有客觀的、絕對的與共同的「真理特性」，這種特性的存在，確定了科學在倫理範疇中的價值地位。此外，「人的尊嚴和友愛是許多倫理系統共同的概念，為追

求真理的必要條件。科學決不能被用作極權主義和種族憎恨理論的假倫理的藉口，這些假倫理靠強迫力量和排斥經驗而存在，賴神聖不可侵犯的假話來支持，一經科學檢證無不粉碎。」（註十三）此亦說明了維護人性的尊嚴和人類的友愛和平相處，亦是科學倫理本身的初衷。由此可見，在科學導向的社會中，真理的獲得是必要的，人性尊嚴和友愛的維護則是可能的。因此科學教育發展的導向，必須正用科學的倫理性，使其趨於有利人類和平、友愛、進化的原則；即藉由科學發展不僅在促進人類科技知識的成長，尤在關心人類生活條件的改善。換句話說，科技發展的目標，不能僅以刺激科學技術研究的進步為滿足，更重要的，在於所研究的成果能真正福國利民，有利人類生存，這才是科學技術發展上所應強調的倫理價值觀念與態度所在。總之，科學的價值，常是相對的，而非絕對的，用其積極價值的正面性，則有利人生；取其消極價值的反面性，則有害人類，而科學教育的發展，既不可能倫理中立的，則自應是擇善固執的，有選擇性的取其利而去其害，此乃當前「科學教育發展倫理觀」的精義所在。

四、科學教育發展應以人文主義教育為基石

人類理性的應用與發展，使人征服自然、對自然能有更深刻明確的認識，並使人類進一步去利用與改變自然成為可能。尤其，近三十年來科技的發展，知識的爆增，更將人類的物質文明往前推進一大步。例如：「人類對於自然的探究，在外向方面，耳目和機器所及，已達到太空深處千萬光年之遙。在內向方面，人類藉著儀器和數學之助，已可窮究直徑不過億萬分之一公厘的核子，且進而追尋到那些更微更細倏忽即逝幽靈似的粒子。今日科學和技術的進步，真是已達到莊子天下篇所講的『至大無外』『至小無內』；以

及揚子雲所講的『大者含元氣，細者入無間』的境界。」（註十四）但是，「文化的累積，科學及工藝的進步，却使得人類已經忘記了自身所具有的特性及其價值了。人類追求物質的慾求，似乎已經到了永不枯竭的地步，而衡量事物的尺度，已不再是重視人的尊嚴及其價值了，反而是物質的數量。科學的探求，雖然是人類智慧的一種使用，不過，人類對價值的改變，却深深地影響到了人類生活的種種。」（註十五）而今天在人類生活的種種事象變動中，似乎顯示著分裂性，有朝著各別方向分散的趨勢，並且有些趨勢具有自行趨向極限（self-limiting），甚或自我毀滅（self-destruction）的性質。諸如高低度發展國家間差距加大，經濟成長競爭劇烈，個人生活富裕而社會混亂，科學技術過份專門化與不平衡的發展，以及生活單調、心情煩壓、趨時隨俗……等社會問題的呈現，均表現了在科學技術一味地發展下，所帶來的社會性危機將是重重的。固然，人類可以試圖運用「科學」來考驗及指引價值系統以求共同的利益，唯尚無顯著的成就可言。因此，處在科技突飛猛進、物質主義盛行的今天，「人」為中心的價值所在，似乎又再一次的出現在當代的思想體系中，以企求從人文主義的思想中，挽救此一人類文化發展的偏差。換句話說，由於科技發展的結果，導致了物質主義的走火入魔，而在物質文明出現危機下，乃再度喚起人文主義教育者對人類價值的重估，認為「人」的價值應超越於自然及物質的價值，應該以「人」的需求之滿足為中心所在。

由此可見，此人文主義教育思想的崛起，是現代教育主知主義氣燄過份囂張的反動。二十世紀以來，科技進步突飛猛進，人類知識領域大為擴展，科學知識的累積形成所謂「知識的爆炸」，學校教育在這種科技至上、知識萬能的時勢下，自然以知識的傳授為重。人文主義者揭發全人

格的教育這面舊旗幟，重彈情感教育的舊調，強調創造力與自發性（Spontaneity）發展的重要性。雖然，這些論調從教育史的角度看，並無新奇之處。然而，如果細察當前的社會危機，則不難發現人文主義所標揭的教育目標確是針對時弊，足以引人深省。誠如愛因斯坦所說：「只教給人一種專門的知識或技術是不夠的。專門知識和技術或者能使人成個有用的機器，但不能給他一個協合發展的人格。最要緊的是人要藉著教育得到對於事物及人生價值的瞭解與感覺。人必須對於屬道德性質的美和善有親切的感覺，對於人類的各種動機、各種期望、各種痛苦有瞭解，才能和別的個人和社會有合宜的關係。」（註十六）

由於科學技術的發展，確有其時代性的任務與實用的價值，故在今日物質文明的增長過程中，實不能亦不可中止發展的。唯為補偏救弊，則應力求其能配合人文主義教育的思想發展，甚至，以人文主義教育思想為其發展的基石，強調「人」的尊嚴與「人」的價值，來進一步肯定科技教育的目的所在，而不致再有視科技本身就是目的的歧誤。能夠如此，則從事科學技術研究的人，將再也不會「把興趣和關心只寄託在研究室中的一些冷漠事實上，或只遊戲於他的那些觀念與方程中，而與所處社會隔絕，不對社會上的幸福與困苦發生感觸。相反的，他要在不妨礙研究學術，不影響其科學態度等條件下，懷悲天憫人之心，使其學問被自己或別人運用以增進人類幸福。換言之，一方面要尋求合於科學的正確智慧與有效技術，一方面也有濃厚興趣與關心，即注意他的智慧或技術如何被運用以富國裕民。」（註十七）這也就是現代一般人文科學家如沙堅（Alima Sergent）、范拉斯蒂（Jean Fanrastie）、威爾（George Wail）等人所主張要以「人」的概念，作為科學技術教育的中心，以期建立「科技的人文主義」思想之重點所在。

五、結言

科學教育發展除狹義地指學校數理自然科學教育之發展外，亦被認為是對一般科學與技術教育發展的強調，此外，它更廣義地包含了社會與人文科學教育的發展，唯一般談科學教育發展似仍以前者為主。科學教育發展在今日已為各國教育政策之重點所在，此乃因科學技術教育的發展，對一個國家國力的充實與物質生活水準的提高，具有絕對性地貢獻，故處在今日世界各國競相發展科技知識，急於創新物質文明之際，科學教育的發展乃更形具有其特別的時代性意義。唯科學技術發展本身原只是一種手段，其目的則是在創造人類的物質文明、增進人類的幸福利益、提高人類的生活水準及延續人類的歷史文化生命。故科學教育的發展不能本末倒置，誤以手段為目的，須時時刻刻以「倫理價值」作為發展的導引，即以「人性尊嚴」、「人類價值」作為發展取捨的依歸。換句話說，科學教育的發展應以人文主義為其基石，除了要重視科技知識的發展外，更要重視人類理想、價值與責任的培養，以謀求人類物質上與精神上需要的合理教育發展。

附註

註一：Robert B. Fischer 著，方祖同譯：科學與人，牧童出版社，六十三年七月，頁三～六。

註二：賈馥茗著：科學教育的發展、教育與文化，三十八卷，五、六期，五十九年一月三十日，頁九。

註三：Robert B. Lindsay 著，方祖同譯：科學與文化，協志工業叢書出版公司，六十一年二月，頁七。

註四：鄭重信著：科學教育的基本概念、今日教

（下接 16 頁）

更具“聲”“色”；

5. 希望能有五年至十年的計畫，先出版單行本，然後再彙集成套；

6. 本年度或可先行搜集所有相關資料。

黃季仁先生：內容方面亦可包括不加分科的部份，以朝向統整科學的方向發展。

趙院長：

1 關於由國中或由國小開始的問題，個人認為若由國中開始的話，可能會面臨升學帶來的影響；

2 對象方面：(1)教學輔助資料，(2)生活上科技資料，(3)啓發性參考書籍，(4)社會大眾的參考書籍；

3 編輯原則：強調原始性、創作性、普遍性與整體性；

4 種類方面：儘量包括一般書籍及「非書籍類」之書籍；

5 編輯重點：可能的話是圖文並茂，且在圖上強調內容；

6 編輯範圍：科學固為重點，技術也是重要的一環；

7 編輯要求：以引發學生興趣為主，以單元主體處理每本書籍；能連貫的單元，合併成整套叢書。並注意印刷與版權。此外，整個計畫，作長遠打算，並能配合教材，使讀者不僅讀科學，而且要「做」科學。

總之，今天會議，由於各位提供高見，收穫甚豐，謝謝。

(上接 22 頁)

育，二十二期，六十一年六月五日，頁四。

註五：張春興著：科學教育與教育科學，載於師大教育研究所集刊十一輯，五十八年六月，頁七五。

註六：同註二。

註七：同註四，頁五。

註八：楊亮功著：人文主義與科學教育，東方雜誌，九卷一期，六十四年七月一日，頁六。

註九：同上註，頁七。

註十：Hudson Hoagland 著，方祖同譯：科學與新人文主義，收於水牛文庫一二四—科學文化與社會，水牛出版社，六十年四月，頁六。

註十一：Bentley Glass, The Ethical Basis of Science, in "Journal" of science", 1965, P.1254.

註十二：同註十。

註十三：同上註。

註十四：同註九。

註十五：徐宗林著：人文主義與教育，收於徐宗林著「教育文集」，新竹師專編印，六十八年五月，頁一二三。

註十六：郭為藩著：人文主義教育素描，中華文化復興月刊，九卷九期，六十五年九月一日，頁一二。

註十七：揚懋春著：科學精神與人文精神，刊於中華文化復興論叢，第五輯，中華文化復興運動推行委員會編印，六十二年九月，頁五一四。