

漫談科學教育與技術教育

趙金祁

國立中山大學

前言

古希臘時代的柏拉圖，早在數千年以前，就認定社會領導階層的最佳教育方式，除了政治、經濟等須要學習外，更須施以自然科學基本假設與基本概念的訓練⁽¹⁾。固然，柏拉圖時代的自然科學定義，容或與現代的想法不盡相同；但是，就從現代科學發展不過短短三、四百年，却對人類生活型態各方面形成既深遠又遠大的影響來分析，便足以說明做一個現代人，必須接受科學教育是顯而易見，不容置疑的事。尤其，對生活在必須自主的開放性社會裏的每一個人，科學洗煉與陶冶更不容忽視或等閒視之。否則，就小處來說，可能造成個人對現代文明的難以適應，使身處不斷演變中的現代人，生活情趣與效率，蒙受莫大的限制；再就大處來看，更可能因每一個人的保守與故步自封，形成整個社會的不易接受科技的高度文明與進步，招致國計民生成長上的不利影響。

也就是說，生活在現代社會裏的每一個人，都應適如其份地接受科學教育，包括科學概念、科學方法、科學態度與科學精神等四方面的訓練，才有可能在全民科學的基礎上，貢獻各自的力量，發揮各自的效能⁽²⁾，促成科學的創新、技術的進步，以及人文的發展。

一、科學發展的成因

衆所週知，人類發展自然科學的兩大因素乃知性上的求取真理以及技術上的謀求改善自身生存條件。歌德所說：「在一部分人的心目中，“科學”是高不可攀之女神；在另一部分人的心目中，則又如供應奶油之“母牛”。」⁽³⁾，即屬最淺顯的明證。

不過，由於現代科學與技術間關係的密切，歌德譬喻中所說的「女神」與「母牛」，不易區別。正如柯奈特（James B. Conant）所言，一九四〇年以後的科學與技術，由於相互衝擊、交替激盪，彼此已不易區分⁽⁴⁾。因此，在科學發展理論上造成不少學者不加明辨，竟誤認人性中對應技術發展的物質條件需求，也就是歌德所指「母牛」的功能，才是科學成長的唯一主導因素⁽⁵⁾，而把科學看成人類解除物質需求慾念，技術運用的附屬品。

固然，在科學發展史上，先民因尼羅河與幼發拉底河域氾濫而創造量地學即幾何學，確屬順應自然環境中生活需要的一個例子；但是，科學家在從事研究過程中，由好奇心的引發而導致滿足自我興趣與遂行求取真理的研究活動，在在又反映科學家所以孜孜不倦的默默工作，並非全都專注在解除外在需求或適應日常生活的應用上。布羅納斯基（J. Bronowski）便綜合求取真理與應付物質需要兩方面的心態，統稱為創造的心靈⁽⁶⁾，並據以認定科學家的重大發明與發現，固然可反映順應外界需要的一面，同時，又何嘗不反

映精神鼓舞下，自求滿足的另一面。事實上，很多科學家的成就，在研究過程中或研究完成後的短時間內，多半並無實用價值可言，其所以對研究工作，仍然保持高度興趣，全力以赴的原因，乃為滿足求知、求真慾念裏創造力與好奇心驅使的結果，實係由內在力量所促成。

二、科學的人文本質

不容諱言，人世間外在需求的滿足，無從解除人類無限慾念的成例，比比皆是。回憶第二次世界大戰結束後，聯合國為謀求世界和平，仿照美國戰後救濟計畫，致力「綠色革命」，大力發展增產農作物的科技，並認定世界紛爭可由充分供應糧食一途，獲致平息。在某種程度上，這一措施確具一時的效用。觀之戰後甫告復甦的甚多國家，對美國感戴與仰賴之深，足以證明最低限度糧食供應的不虞匱乏，確具減輕人類緊張壓力的作用。不過，減輕壓力並不等於杜絕壓力；也就是說，這種局面不能維持很久，因為人類在要求物質生活之外，同時已保留對其他慾望的企求與亟待滿足。證諸以往衆多事實，物質條件以外的種種原因，導致聯合國初期和諧氣氛曇花一現之後，接踵而至者為層出不窮的世局紛爭。由此可見，獲致物質條件的滿足，並非人類全部需求的解決，至為彰顯。

人文心理學家馬斯洛 (A. H. Maslow) 的需求滿足理論闡明了人類對糧食等最低生理需求，不過是六大層面中最基本的一種需求。由此提升還包括安全、歸屬、自尊、自我實現與求知等其他更高層次的需求⁽⁷⁾。自然科學家亦自不能例外，本身就兼具必需滿足外在條件與內在心靈平衡等兩方面需求的願望；故而，從事的科學事業所表徵的特點，除去在應用上可發揮的功能外，更包羅其為求取心靈滿足所表現的種種行為規範與

價值觀。

三、人文的科學教育

科學教育的責任是傳播與光大人類在自然科學上的全部成就，因此在推動與進行時，自不能不注意到個人、群體對環境作用的心智結果。尤其，因著專注的教育對象是各階層包括男女老少各方面的廣泛大眾，故必須跳出以講解物質行為及其控制技術為唯一教學重點的舊有窠臼，而兼負起發揚人文的重責大任。也就是說，科學教育無論在科學的內涵與教育的著眼點上，都不應忽視人的因素，必須把握自然間每一個人與環境交互作用的全盤內在與外在經驗。由此出發，加以發揚光大，才有望創造出一個理想的科學環境，保障人類在物質與心靈兩方面都能取得最豐碩與最輝煌的成果。

加州州立大學的奧斯特 (Daird H. Ost) 將目前的教育界區分為古典的弗洛伊德學派，實證的行為學派，以及人文的科學教育學派，並將科學教育學派列為今天教育界的第三個巨大勢力⁽⁸⁾。奧氏的主張顯然在強調科學教育界所重視的人文本質，即一併考慮人在自然環境中，外界引起的物質慾念，以及自身要求的心靈滿足。總之，人文的科學教育除講究物質行為的學識智能外，亦應將科學工作者，因應心靈需求所表露的行為規範，作等量齊觀的關注與傳習，俾免所傳播的科學，失諸偏頗或有欠完整，而影響其未來有效的發展。

科學教育應堅持科學乃是經由人類與環境交互作用後所創造的一套成長中知性工具，既能用以解釋過去種種自然現象，也能說明現在正進行之事與物，同時也可相當精確地預估未來的遭遇。此外，科學教育也應認清，縱然科學事業中的概念、定律與理論係脫胎於現實世界中的事與

物，但其詮釋與理解皆屬人類心智活動的結果，故而脫離人類，便失其意義。再則，由於每一個人內在因素皆可能影響對外在事與物的感受、反應與想法；故而精神分析及行為學派所揭示處理外在因素的要訣，固屬重要，但每一個人與環境作用的內在力量，亦不容忽視。更進一步，還應由群體分析，考慮社會大眾與傳統文化對科學環境的作用，也就是應注意衆多人士的個別內在經驗，經錯綜複雜的集體作用，對科學所形成的整體影響。

舉此，人群面對的事與物縱然相同，但在民俗習慣賦予的個別經驗不同時，經由作用過程所形成的集體效應，可能大異其趣。譬如，我國郵政當局發售生肖郵票中的豬形郵票，雖與其他郵票同屬郵局所印製的成品，但在阿拉伯地區所招致的反應，却截然不同。郵票上圖案的不同，所以引發完全不同的結果，顯然應歸諸兩種完全相異而相互抵觸的精神文化基礎。

四、科學精神的重要性

科學教育既致力於傳播正確的現有科學成果，且為使學習者在面對自然界相同的事物時，引發雷同的思路、判斷、與結果，並在交換經驗時，能相輔相成，光大彼此學習的成就；因此，科學教育勢須使每一個個別學習者，在學習與思維之初即能在方法經驗上，力求相互協調與步調一致。也就是說，實施科學教育時，除科學概念與方法的傳習外，更應在保障相同習性的科學精神培養上，猛著先鞭，多下功夫。惟有如此，才有望使全民在基礎上對科學的認識與態度，即可彼此配合，相互共鳴，以保障各別獲致的科學成就，不僅不致有所抵消，更能彼此校正與增益。

此外，今天世界文明因科學教育實施中的過份偏重技術創新與應用，招致價值系統的混亂或

迷失，是不容諱言之事實。這種現象，當然並非種因於人類有意放棄維持原有價值系統與堅守道德立場。仔細推敲，顯見是由技術享用帶給人類空前負荷所引起，致使人們一味追尋科學在實用上的效益，根本忘却科學事業中原有的科學精神，形成亟待建立的新價值觀，在所接受的現代科學中，無由張本的結果。因此，道德淪喪，自然難免。

更有甚者，今日社會上且已存在誇大科學成長中某些特例的事實。一般說來，多以巧立的名目加以曲解與濫用，以遂行掩飾過份享用技術成果所形成的自責心態。年輕一輩中，很多誤用代溝一詞及輕言「昨日的真理非今日的真理」等；詳加分析，不難發現多屬文過飾非之詞，變成荒謬、奢侈、浪費、自私、頹廢等行為的護身符。這些人根本鄙棄包括科學家在內的上一輩人士的作為，將其當時力求了解與控制自然，以追求真、善、美三者和諧發展的人生理想和目標，完全棄置不顧。

英國史諾爵士（Sir C. P. Snow）把科學家活動的範圍稱為科學社會，屬於由某種精神力量、價值觀、或道德信念維繫在一起的科學實踐團體⁽⁹⁾。在這一社會裏，人們特別鄙視狂論、欺騙、偏見、武斷等言行，而崇尚客觀、執拗、專精、公正、公平、精確、好問等美德。換言之，科學家必須在行為上共守科學精神的基本要求，否則便有可能失去憑藉，而為科學社會中同儕所排斥。同理，接受科學教育的社會大眾，又豈能對這些價值觀加以漠視？值得科學教育界三思之。

五、科學、道德與科技教育

由於科學是有生命的機制，正不斷成長與發展中，而且從事科學工作者，只有共維科學精神所要求的一定規範，以推動科學知識的成長，才

有可能贏取科學社會的認可。也就是說，科學在整體上說來，勢必講究某些約束行爲的道德規律，並無所謂道德中性的說法。

人們之所以常有科學在道德上保持中性的想法，可能是肇因於以下兩方面的誤解：其一是機械式地錯認科學上的發現即屬科學的全部；故而在變科學發現成技術運用時，其爲善爲惡的責任，即歸屬科學圈以外，由決定取捨技術運用的人士來負責。如此，自然就產生科學對道德保持中性的看法，而將歷史上科學家都關心科學發展可能帶給人類災禍的這一事實，完全抹煞。其次，有人亦將科學對客觀性的要求，牽強附會成道德中性的說法。譬如，科學社會在推理與思索中，常理性地避開種族、信仰、門戶、性格、年齡、私情等因素的干擾，以求事理之真象。其實，這種行爲足以證明科學一貫遵守某些規範，以維高度客觀性，與道德中性的想法不僅是風馬牛不相及的事，而且恰巧相反，嚴格要求一定的規律，以行科學之實。

今天，社會上常將科學與技術簡稱爲科技，使人難免誤以爲兩者即二而一之事，造成此兩觀念間的混淆不清。事實上，科學與技術乃截然不同的兩回事，除掉科學上的發現可衍生技術，而且不能顛倒這種因果關係外，更可由衆所熟悉之科學精神加以表徵。也就是說，在技術方面，却並無所謂技術精神。一九七五年美國阿里桑那州（Arizone）參議員孔郎（Corlan）曾公開指出美國當時的中小學科學教育過於加重技術需要，放棄了科學精神上種種行爲規範的要求，因而呼籲科學教育應以宏揚科學本質上人類文化特性爲當務之急⁽¹⁰⁾。孔氏的作爲，即係科學與技術並不相等的又一佐證。

由此可知，科學教育絕不是技術教育的附庸，而應以活潑全民的科學精神爲其獨特之職責。由拙著“科學精神與科學教育”一文〔見前註(5)

〕，科學精神包括求知求懂、不憚詰問、尋求數據與其涵義、要求證據、尊重理性、慎思前提、考慮後果、力圖嚴密與徹底、崇尚客觀與合理、以及分工合作等十大重點。以此與科學理論相提並論，可知惟有推動兼顧科學精神傳習的科學教育，才有可能使科學教育擴大基礎，普及全民。藉此，就可在現社會裏普遍培養優良之科學德行與建立理想的科學環境，以保障科學教育近程與遠程兩方面目標而底於成。

當然，有人也許會想到推動科學教育的同時亦可兼顧技術訓練；或者，在實施技術教育時，同樣強調科學精神，以獲致科學教育與技術教育，一次達成的利益。事實上，這種想法除可能帶來前述孔郎氏所憂慮的科學精神與人文目標的式微外，更可能因著分工需要的緣故，本質上就不易達成原期的目標。觀乎大學工學院的甚多系科教學重點，自二次大戰以後，本來也反映同時著重科學與技術兩方面的教育；譬如在課程安排上，重視基礎科學科目，並以其爲基礎進行技術訓練，冀期受教學生除科學精神外，同時兼備創造科學發現與引用發現以改進技術等多方面才能。不過，近年來工學院大部系科，因專精需要而刪除基本科學課程，工科學生亦因風氣的影響，專注實用科目，顯見執行上述構想，確有困難，科學教育與技術教育不能兼容並蓄，也至爲彰明。

一般說來，人們亦不無抱持求取急功近利，祇圖滿足近程目標的態度。今日，青年學子一窩蜂地學習工技，多少反映這個道理。從長遠的眼光看來，這是值得檢討的一個重點，衆所週知，我國將來的技術發展，能否得心應手，肆應國際，基本上端視今日我們對科學教育的重視與推展的程度而定。我們應認清祇有在健全的科學環境下，醞釀科學上的發現與突破，才是技術大幅進步的有力屏障。退一步說，縱然消極地企求在技術模倣上獲致重大創新，亦非依賴高度科學素養

不可。因此，我們豈能不在大眾偏愛工技學習的時候，大力提倡科學教育，除培養全民的科學精神外，更藉以鼓勵青年，認清自己，以性向為依皈，選擇學習科學或技術的道路。

一九五七年，巴納（Barnard）曾指出：「科學應在人類文化前提下，發揮功能。」⁽¹¹⁾因此，科學教育與技術教育不同，不應祇著眼於實用性即外在物質條件的改善上，勢須指向更廣大與更長遠的目標。嚴格說來，科學教育是以為下一代及早準備最有效的智能為職責，俾協助其適應未來世界種種可能的挑戰，並且以促成人文進步為鵠的，即具有提高維繫人類命脈的人類價值，維護端正人際關係的人性尊嚴，以及增進強調民生樂利的人生福祉等三方面的作用。

六、結語

值此舉國上下大力提倡科學與技術之際，科學教育更應正確把握其方向與目標，確實推動。也惟有科學教育的有效實施，才能在全民基礎上，建立科學環境，並在科學尖端成長上，創造新境界，進而保障技術的突破與精進，為國家贏取長遠的利益。 □

附註

- (1) Plato: *The Republic*, Translated by R. Jowett, N.Y.: Modern Library, 1941.
- (2) 趙金祁：“科學教育之新趨勢”，國教月刊（臺北市立女子師範專科學校），18卷4期，民61年。
- (3) 永井潛：科學總論，黃其佳譯，臺灣商務印書館，民55年，137頁。
- (4) James B. Conant: *Modern Science and Modern Man*, N.Y.: Columbia University Press, 1952.
- (5) 趙金祁：“科學精神與科學教育”，科學教育，39期，1981。
- (6) 布羅納斯基：文明的躍進，沙寶德譯，臺北景文出版社，民65年。
- (7) A.H. Maslow: “A Theory of Human Motivation”, *Psychological Review*, 50:370~396, 1943.
- (8) David H. Ost: “Humanism, Science, and Education”, 1975 Yearbook, Ohio: ERIC Information Analysis Center, 1974.
- (9) C.P. Snow: *The Two Cultures — and A Second Look*, Cambridge University Press, 1959.
- (10) 趙金祁：“我國中小學科學教育發展趨向”，人與社會，7卷4期，25~27頁，民68年。
- (11) J. Darrell Barnard: “The Role of Science in Our Culture”, *The 1959 NSSE Yearbook*, 1960.