

科技與科學關係之探討

*余鑑

*台灣師大工業科技教育系副教授

人類的溝通有賴語文，而溝通之可能係因雙方對於語文所表徵的對象，有相同的理解；語文之含意要清晰明白，是溝通成功之要件；但是，有些語詞在英文裡含意較為清晰，範圍相當明確，而在中文相對應的語詞，或因翻譯的問題，或因文化的因素，可能無法有相對應的清晰與明確，「科學」與「科技」恰為其中常引發誤解或歧義的代表。就人類歷史的發展觀之，在西方科學與科技二者發展間之關係是非常微弱，偶有接觸而已（傅大為，民 81，p. 253）；另於中國方面，雖然李約瑟在多位中國學者的支助下編寫了大部頭的「中國科學技術史」，然而就其內涵觀之，其中之技術遠多於科學（余英時，民 76），這樣說來，科學與科技二者至少在過去是個個別獨立發展的東西，中外都有類似的結果。有關科學一詞如同哲學一樣係源於日本人的翻譯，其英文為 Science；而科技也是較為近代的用語，英文是 Technology，然而，無論是學術圈內或圈外人士，大都認為科技指的是科學與技術(Science and Technology)，在美國，一般民眾也有類似的狀況（Feynman, 1998）。如此一來「技術」就成了 Technology 的中文，當然相關的用語極多，諸如技學或說技術科學（由國科會所推動，譯為 Technological Science，在西文裡已有 Technical Science 一詞（李隆盛，民 83））、工藝（學）（晚清與民初如吳稚暉用此名詞）、技藝、科學技術等。若在技術之前加上一些語詞則可限定其範圍或意義，如工業技術、農業技術、光電技術、資訊技術、電腦技術、奈米技術、通訊技術、醫療技術等，究其含意並不是指著重經驗摸索的古時之技術或科學技術，而是指現代的科技。但是以技術來指稱 Technology，也有不甚適當的地方，諸如學術領域之 Educational Technology（舊譯為教育工學，此名來自日本，蓋日文之工學即指科技，現在則譯為教育科技，淡江大學設有此一學系與研究所）、Instructional Technology 如譯為教學技術則有偏向教學方式、技巧之意，故學術圈譯為教學科技；其他還有如機電科技、資訊科技等。趨勢專家約翰 奈思比之著作 High Tech High Touch，在國內譯為高科技 高思維（尹平，民 88），而陳國成（民 87）主編之「二十一世紀的關鍵科技」一書，英文為「Key Technologies

for the 21st Century」，內容有電腦與資訊科技、醫藥與生物工程科技，其中一文係由王世德將 Jon Rennie 於 1995 年在 Scientific American 九月號所發表名為 'The Uncertainties of Technological Innovation' 的文章，翻譯為 '技術創新的不確定性'；在學術機關方面，國內有科技大學之設立，其英文譯名多為 Institute of Technology，就其所設之系所而言，則未見理學院 (College of Science)；另如一些公司如創惟科技公司、凌陽科技公司、趨勢科技等，英文名字都是以 Technology 來指稱科技。所以採用技術或科技來代表 Technology，都有其合適與未盡其意之處，此處暫以科技稱呼之。科學就其廣義而論，一般會將科技包含在內，有以應用科學名之，但是有些技術性的活動，並不是應用了科學的原理或理論，才能夠進行的，所以應用科學雖然是個不錯的語詞，尚不足以包含所有的科技活動。那麼，科學與科技之間除了這個部分的重疊之外，是否還有其他之關連？本文將試著由二者的定義、特質、與中立性等角度來探討之。

壹、科技與科學的定義

我們先探索科技之意義。有關科技的定義言人人殊，廣義如沈清松（民 75）所主張的科學與技術 (p.29)，而狹義的則指自然的科學與自然的技術之結合 (p.30)。就前一個定義而言，人文社會科學也含括在內，但是依據沈氏借用其師賴醉葉 (J. Ladriere) 對於人類文化之定義：文化分成表象系統、規範系統、表現系統、和行動系統 (p.24)，再加上沈氏之終極信仰，共有五個次系統；是則科學屬於觀念系統，而技術屬於行動系統，如此探討其性質、與其他次系統之關係等，將不易分清其間之關連性。而狹義的觀點雖然排除了人文社會科學在內，仍不易釐清前述之狀況。科技一詞如余英時 (民 76) 所言，確有含混之處，它不是指科學與技術，而是科學性的技術 (p.25)，這個說法有助於釐清其含意，但是定義未能針對技術有所著墨；是以此處還是以美國科技教育學者透過集體的討論，所獲之定義為依據。Hales 與 Snyder (1980) 將科技視為：人類致力於創造與使用工具、技術 (techniques)、資源、與體系，來管理人造的及自然的環境，以達成延伸人的潛能之功能，以及前述種種與個體、社會、及文明過程產生關連的知識與學科 (p.2)。這個定義甚為明確，並不侷限於技術性的操弄工具 (廣義的工具)，也旁及科技與個體、社會及文明的關係。具體的說其內容可區分為：物質科技 (包含營建科技、製造科技)、傳播科技、運輸科技與生物科技。

至於科學，則可定義為描述自然規律的知識。這個說法掌握了科學重事實之特性，通常是透過實驗與觀察的方法，來研究自然的現象。在英文裡 Science 早期是指物理學或自然科學（史蒂芬 柯里尼，1998/2000, p.23），當然在今日其範圍擴大許多，方法也不限於實驗法。

貳、科學與科技的特性

有關科學的特性，可由其定義及發展觀之。論者認為科學（不含應用科學）是：

一、科學主要研究之對象為自然界

科學活動主要在研究自然或說物質的現象，但是生物學或醫學之研究對象則超越了物質的限制，而及於其他生物與人，通常我們將人突出於萬物之上，反映了對萬物所持之某種價值，或許是現代科技的發展產生負面或宰制觀念原因之一。人在某個層面是物質也是一種生物，當然，不宜只以物質或某種物理化學生物作用視之。

二、科學的研究目的在探究宇宙的真相

Snow(1998/2000)認為科學的研究動機在：（一）瞭解自然，與（二）控制自然；或許有些的科學家有第二種動機，而大多數都著重瞭解自然。一般認為科學在追求有關自然的真實狀況，其假設在逐步更為接近精確的描述自然的規律，其活動之性質為發現，而透過科學所獲得的真理是個普泛的真理。所以在追求事實的過程裡，只有單純追求知識的動機或目標，而無其他目的。這個目的不涉及人和價值。

三、科學知識具有重演性

常用的科學方法是實驗、觀察與分類，其過程涉及在謹慎控制的環境裡進行研究活動，而所獲得的科學知識之有效性主要在結果的重演性(Lipscombe & Williams, 1979)。也就是不受人員、時間與空間之限制，只要重複原實驗過程，都能得到相同的結果。其知識在各地皆相同。當然證諸歷史，也有少部分的科學知識，受時空因素之影響而有差異存在，如中國發展出的醫學與現代西方醫學則頗為不同。

四、科學知識的呈現與運作需要運用數學

科學知識的科學純度越高者，越能夠也越需要借重數學來呈現—如物理學，

其運作也需要數學，如楊振寧先生之研究能借重完美的數學結構，來傳達物理現象（江才健，2002）。

五、科學知識的探求過程重理性與邏輯

科學知識的累積是透過科學的研究，過程中要觀察、設定假設、進行實驗以驗證假設、再觀察、再假設與再實驗，如此循環不息以建立理論；其間涉及許多的判斷，研究者要以理性的態度面對所觀察到的現象，也要透過邏輯來判斷，以掌握真相。這個過程不能受到非關科學之價值影響，如果像俄國共產政權時期的作法，只會遲滯科學的發展，徒留笑柄於科學史。

至於科技方面的特性為：

一、科技所研究或處理的對象主要的是物質

科技研究或處理的對象是自然的資源，所用的方法是科技性的手段，會將原有物質的性質或形式做些改變，過程會有控制感的產生，或許這是馬庫色、哈伯瑪斯等人所批評“宰制”觀念或意識的來源。

二、科技的目的是在滿足人的需求與慾望

科技研究的出發點在人，早期只在滿足人的基本需求，但是隨者基本需求之滿足，而會衍生一些慾望，科技之研究目的也跟之轉向滿足慾望的層次。

三、科技的知識也具有重演性

依據西文科技字源分析，科技早先為技藝，而不是像近代與科學較為接近——如工程學，所以科技知識兼具美與技術；當然近代的科技知識前沿會觸及科學，其研究方法如工程學者所用，與科學家大致相同；然而，有一部份科技知識之來源，則賴經驗與摸索。無論何種方法，所獲得的知識，也具有重演性。但是科技研究之結果，則會因國家與地區之不同而有差異，例如木工的鋸子中外不一，台灣會有電鍋而其他地區則有不同的科技與科技知識。

四、科技知識的運作部分依賴數學

科技知識中如工程學部分，研究者事實上大多數的活動都在操作數學；但是與肢體操作或如媒體創作部分，則無須依賴高深之數學，而可以用傳統的專業用語來表達。

五、科技知識的建立要運用理性與邏輯

科技處理的對象是物質，如何以科技的過程將之改變性質、形式，與科學知

識相似，都有賴理性與邏輯，因為物質的變化有其規則，超越了價值、意識型態之影響。

六、科技發展前能夠評估其成效，但是不一定能確知其負面的效應

科技發展都是針對特定的目的而來，就所要達成的目的在短期方面，能夠評估其產生之正面與負面效果（負面之評估也是由慘痛之經驗而來的），但是長期的負面效應並不能有效的預估，如核子彈的研發是為了怕軸心國先發明，等到成功的丟到日本後，產生之效果完全符合科學家預先之計算，只是戰後冷戰對待下，核子武力的大量研發，所造成毀滅性的恐懼，則不是預先能料到的。未來其他新科技的長期效應，也未必能夠清楚的預估出來。

參、科學與科技之中立性

「科學是價值中立」的命題，早已經過相當深入的研究。一般探索的角度有：（一）科學的目的僅在求取知識可以不牽涉價值的考量；（二）科學知識之所以如此，不會因人的價值觀念、性別（女性主義者另有主張）、國家地區等因素的不同，而產生變化，這個知識是無關是非善惡的，也可以說是無善無惡的；（三）科學方法之中立性是說由這些方法得到的結果與研究者的價值無關，但是方法的使用涉及價值，最純的科學如物理學或是如此，而與人有關的醫學，則無法簡單的套以價值中立的“神盾”，此所以抗日戰爭時期日本七三一部隊以人體（幾乎全部為中國人）做鼠疫、天花及其他疾病之活體實驗，甚或活體解剖，被視為是禽獸之行為，而無法為世人所接受，此所以近代人權之發展要及於獸權，也要謹慎思考其他生物活體解剖的正當性。

至於科技是否也是價值中立？如果藉由上述角度論述，顯然不是如此，雖然也有人主張科技只是個工具，工具是價值中立的。循著探索科學的方式，首先，由科技研究之目的而言，它是充滿了價值色彩的，它或許針對個人、少數人也可能是政府的需求而定，所以不是沒有價值的影響的，故此不合所謂的價值中立性；其次，科技的方法之中立性，如採用技術性的方法以改變物質，所得的結果應該也會與研究者的價值無關；而就科技知識而論，大部分（特別是近代以來）也能超越個人的價值觀念、性別（女性主義者另有主張）、國家地區的不同。但是，部分的科技知識則受價值或其他因素之不同而顯現差別性。

肆、科學與科技之異同

科學與科技的初步探索如上所述，可以看出其間之異與同。就相同部分而論：二者研究或處理的對象都涉及物與人，研究的方法有部分是相同的，所得知識的普及性與重演性也相似，過程也要以理性與邏輯為重。

就差異性觀之，則可發現：二者之動機或目的不一，所得的知識性質也不相同，科學透過對具體物質的研究，而得到抽象性的結構、原則，甚至有些是以數學的形式來表達；而科技的知識則非如此，其呈現的形式也不是數學的方式。

伍、近代對科學與科技批判之反思

由歷史的發展與上述的討論，可以得知科學與科技是二個有其相異之處，但是為什麼近代以來論及科技對人類社會、文化、及其他層面之負面衝擊時，顯然是將科學與科技合而論之。其中之原因可能是：(一) 近代一些新的科學與科技的發展關係密切，不易將二者截然劃分開來，像奈米科技雖由一九九〇年起逐漸為人所知，但是現階段奈米技術尚未成熟，而與奈米科學無法區分(鄭天佐，2002)，故以奈米科技稱之；另如生物科學與科技之間亦有類似之情形。(二) 科學與科技之發展都受到所處社會條件之影響，可以合起來一併討論；(三) 科技本身或背後即隱含了科學的知識；與(四) 科學家在進行科學研究時，會設計與操弄甚多實驗器材與設備，而科技家進行實驗與專業工作時，也要設計、製造與操弄設備與器材，這個部分有雷同之處，此所以科學家會將科學與技術並論。

國內有些學者宣稱科學無法中立，而鼓舞台灣的科學家要以科學的專業，對科技的方向與政策，或對社會、政治、經濟和文化現象做客觀的評估與監督(林俊義，民 72，p. 1) 由這段文字中可以發現論者持廣義的科學觀；即便不分科學與科技，我們或許可以這樣區分說科學的發展會受政府、經濟狀況、文化因素的影響，但是，科學知識的中立性是存在的。西方在論述科學與科技時，也是二者合論，而提及現代科技的發展與啟蒙運動有密切關係，其發展已經脫離其為真理揭露方式的基本意涵，這個敘述可以分二部分來看，在揭露真理方面是科學的本分，而偏離這個目的，則是應用科學時所產生的現象。另一方面則涉及宰制意識的發展，楊深坑(民 79) 指出科技的發展產生了科技宰制意識的發展，人創造了科技以解除許多勞務的束縛，但是宰制自然之後受到自然的反撲，其險狀讓人無法處理而不能不檢討對待自然的態度，此所以近年來也有要選擇適當科技

(appropriate technology)的論述。哈伯瑪斯認為要把主體性加諸自然、要和自然溝通，必須先解除人與人之間溝通可能的宰制情形，馬庫色認為不要把自然當作技術控制的對象(p.118)；而透過溝通理性，政府的科技及公共政策宜在無宰制的溝通辯論過程中形成，才能使科技發展助長健全合理的社會之建立(p. 123)。

個人以為科技的處理對象為自然界，所採行的研究方法除了部分類似科學外，其他的科技作為本質上就在改變自然，因此所謂控制的本質不會消逝，只是要不要產生宰制的意識，或許可以透過理性的溝通法規的規範與文化的建立而避免。即便如是，有些目前看來無須發展或有毀滅性的科技，是不是就不要繼續發展呢？其利弊得失有時要放在全人類的生存與福祉的角度來評估，而不是以當前或部分人群的角度來衡量。

前面曾提過有關人體活體解剖的事，我們會認為即使是科學的研究部分，仍然不能去做，因為這種取得數據資料的方式不人道，也就不可行。另以核子彈為例，近日因為北韓宣稱在研究而讓世人矚目，美日憂心，而需透過中俄兩國施壓來處理。如果說北韓是邪惡之國，核子彈的毀滅性如此之大，所以要盡一切的力量以消除之，那麼其他擁有核子彈的國家，其擁有核子彈的立論何在？另外，我們如果放寬視界，以全人類為思考對象，如果說科學家所言太陽在三十億年後將燃燒完畢，如此地球的生物將因為沒有陽光的照射而死亡，這個估計大致是正確的，那麼現在將經費、人才、設備等資源投入有關核能的研究，你贊成或反對？如果在我們所處的銀河或宇宙的小行星，有可能會撞到地球，那麼你贊成繼續研究威力更大的核子彈嗎？其他還有不同的情況，你認為可以輕易地衡量適合的科技嗎？或許科技就是如希臘神話中之代表科技之神祉的形象所示，他是跛腳、俊美，其妻美而不安於室，由於勾引外人而引爆長期的戰禍，造成浩劫（楊深坑，民 79）。所以科技是具有美與障礙的雙重性格，這個不圓滿性，只有依賴人本身的自覺、自制與反省，才能減少可能的災害。

參考文獻

- 史蒂芬 柯里尼 (1998/2000), 導論, 載於 C. Snow(1998) *The Two Cultures*. 林志成、劉藍玉譯, 兩種文化, pp. 18-85, 台北市: 貓頭鷹。
- 江才健 (2002), 楊振寧傳—規範與對稱之美, 台北市: 天下文化。
- 余英時 (民 76), 從價值系統看中國文化的現代意義, 載於余英時著中國思想傳
- 李隆盛 (民 83), "Technology"的中文名字是「科技」, 中學工藝教育月刊, 27, 1, 1。
- 沈清松 (民 75), 解除世界魔咒: 科技對文化的衝擊與展望, 台北市: 時報文化。
- 林俊義 (民 72), 科技文明的反省, 台北市: 帕米爾。
- 統的現代詮釋, pp. 1-51, 台北市: 聯經。
- 陳國成編 (民 87), 二十一世紀的關鍵科技, 台北市: 大中國圖書公司。
- 傅大為 (民 81), 評金觀濤、劉青峰《問題與方法集》及劉青峰《讓科學的光芒
照亮自己》—近代科技為什麼沒有在中國產生, 載於傅大為著異時空理的知識
追逐—科學史與科學哲學論文集, pp.249-269, 台北: 東大。
- 楊深坑 (民 79), 哈伯瑪斯的現代科技批判。當代, 56, pp. 46-55。
- 鄭天佐 (2002), 二十一世紀的新產業革命, 載於馬遠榮著奈米科技, p. 4, 台北市: 商周。
- Feynman, R. P. (1998/1999). *The Meaning of it All: Thoughts of a Citizen-Scientist*.
吳思遠譯 這個不科學的年代!: 費曼談科學精神的價值, 台北市: 天下。
- Hales, J.A., & Snyder, J. F. (1980). *Jackson's Mill Industrial Arts Curriculum Theory*.
Fairmont College.
- Lipscombe, J., & Williams, B. (1979). *Are Science and Technology Neutral?*
London: Butterworths