

中學科技教育之目的

—臺灣中等學校科教問題探討(一)—

徐小樺 李元

中山科學院

俗語說：「活到老，學到老」一方面當然是指世上有學不完的事物，但是另一方面，也明確地指出知識並不是一成不變的。隨着時代的演變，新的知識與新的觀點不斷地產生，而舊有的也需要去蕪存菁，以求達成學生不減的演進。近半世紀來，中國傳統文化與西方文明接觸的結果，已使我們體會到這種「動態社會觀」的實際性，而近十年來由於台灣經濟進步的結果，把整個社會從「發展中」的階段，提升到「已發展」的境界，更令我們置身在一個動態的社會裡。在這種社會裡，學習是一個不可中斷的過程，學校教育只是我們在知識領域中的起步，我們不可能寄望在學校裡學會所有的東西。但我們希望能學會「學習的方法」、「思考的方法」，在走出校門之後，懂得如何去自修，不斷地去獲取新知識，以面臨接連而來的問題。目前國內教育最大的失敗是在學校裡由升學主義造成為考試而讀書，出校門後因為沒有考試而不再唸書的風氣！這一種現象以在中學裡的乙組學生的科學教育上最為顯著。很多乙組學生基於他們自己興趣的追求，抱着要什麼學什麼的態度，把乙組科學教育認為是不必要的負擔，另有少數學生，由於他們本身數學的水準而選擇了乙組，一心以為在乙組教育下，他們數理的弱點，不致於影響他們升學就業的前途。而完全誤解科技與數學是難分難解的兄弟，在這種情形下，很遺憾的是大家都忽略了中學

乙組的科技教育，沒有想到中學很可能是一般人正式接受科技教育的最後機會。

科技教育在今日社會裡的重要性，是無可否認的，不但工業發展是建築在一般國民科技教育的水準上，事實上沒有一行事業能脫離科技而生存，盛慶球教授的「科技新觀念在行政管理方面的應用」（中央日報六十四年三月廿一日及四月二日）就是一個很好的例子。一個乙組的畢業生的興趣也許在法律上，但是假如他的科技教育只限於幾條理化公式而已，他對工業管理、環境衛生、國際海權等方面的法律就無法達成透徹的了解與靈活的運用，因為他們所涉及的範圍都是科技發展而產生的問題。一個政治系的畢業生也許有一天做到決策級的官員，當他需要為社會建設工作決定的時候，雖然技術顧問們可以提供專門的學識。但是他本人對科技基本概念的一般了解很可能會影響到水壩的位置，與公路的路線的決定。

基本上來說，中學科學教育的目的是絕對多面性的，我們無法一一列舉，也很難判定其相對的重要性，有的是普遍性的重要，有的視個人的需要而定，但是我們若能針對乙組科學教育的對象，改變升學主義帶來的誤差，不單是科目的本身能夠與學生們的興趣串聯起來，對於未來社會建設也帶來一批對於「科技對社會影響」有深切了解的新血輪，為了培養「已發展社會」裡一

般國民科技的水準，去除學必專精的專業教育的觀點，我們深覺乙組科學教科書改編的必要，在討論修編細節之前，讓我們先列舉一些基本的目的，與一般的範圍，下面列舉的次序與重要性並無關聯。

(一)加強推理與抽象化能力的訓練：在目前一般科學教育上（以物理化學最明顯），我們對於科學推理的了解往往被長篇公式與數字所掩蓋。就拿牛頓的力學第二定律來說吧，一般學生所記得的是「力是質量與加速度的乘積」，而忽視了它在邏輯推理上的簡美。力是因，加速度是果，而質量是一個物體的基本特性。甲乙二物對於同一作用力的反應不同，其原因在於它們基本性質上的差異（質量）。從這個眼光來看，牛頓的第二定律的應用就不僅限於力學而已了。在心理學上，斯肯納（Skinner）在環境對於行為影響的研究上，不單表現了每一個人可能對於一項事情的反應不同，更且就像力學裡的探討一般，他設法簡化各種影響行為的環境因素。在力學的問題上，一旦我們察覺到加速度的存在，我們必須去蕪存菁地簡化各項影響力不同的重要性；一物下落是由於地球引力，但氣球上升却是由於大氣浮力，這並不是說前者不受大氣浮力的影響，而只是說在一般情形下，大氣浮力、風力及地球運轉的影響，可以列為次要，這種科學推理的重要性，在許多其他的學問上（包括上述的心理學）已經產生不可計量的影響，所以我們不只要了解科學基本概念，並使其一般化，更進一步地將科學方法用於日常問題！福爾摩斯探案的引人也就在於他對於因果次序作科學的推論。

(二)了解科技對於經濟結構與社會結構的影響：在社會與經濟的研究上，一個經常研討的問題是“社會主義起源於工業革命，但共產主義何以實行於工業落後的俄國呢？”這個問題的部份解答是：由於科技發展所帶來的生活水準的提高，昔日國父提倡實業計劃，今日台灣的工業建設都在於提高一般人民的生活水準，而由此減少了勞

資雙方生活享受的差別。當路無凍死骨的時候，即使朱門酒肉臭，也不致引起群眾的暴動與革命，因為他們已失去了革命的迫切原因—生存的保障與享受的追求。

科技與經濟的發展不單帶給社會的安定，也連帶地影響到社會結構，小家庭制度就是工業社會的產物。簡單的以汽車作為例子，汽車不單帶來一些新企業如汽車旅館餐室影場及觀光事業的快速發展。而且已嚴重地影響到其他已存在工業的盛衰，汽車的銷路與市場是鋼鐵工業、玻璃工業、塑膠工業、電氣工業密切注意的對象。有人笑說：「底特律打一個噴嚏，全美國都患了感冒。」汽車的大量使用直接地影響了城市社區的發展，也影響了少年的行為，對於一個沒有離家的美國少年，汽車是他唯一不受干擾而能獨處的所在，也是他長大成人的象徵。

自另一個角度來看，美國西歐與日本的經濟可以說是建立在「生產—消費」上，以大量生產與大量的消費來促進繁榮，這種經濟觀念是基於「無限資源」的想法。這幾年來由能源危機帶來的困擾與經濟衰退，將迫使我們對目前這種方式重作考慮。有人指出在一九五六年之前，底特律的汽車是準備用十年以上的。在一九五六年之後的車子品質就大大不如以前的了，汽車製造公司每每以新款式招引顧客，希望大家每二三年換新車，而事實上現在的車子也很少能用上七八年以上的。所以在美國每個城市都為廢車場而傷腦筋，這不但增加了固體廢料處理的困難，而這種大量浪費資源的作風，也是非改不可的。我們相信將來的經濟當以服務為主，以進步的科技來生產經久耐用的產品，加以良好的保養與服務，使每一樣產品都能作到「物（資源）盡其用」為止。連帶地我們可以看到，目前在裝配線上的工人，焊一種電子零件或裝一個螺絲釘的工作，將由新產品所取代，或由自動化來取代。裝配線的工人勢必要受更多的科技訓練而轉成高級的服務工人。

在台灣我們的政府已積極地引導我們的工業

趨向於精密工業路上，工人的素質與科技訓練，正是高級工業發展成敗關鍵之一。

(三)了解科技與環境衛生問題的關係：今天的國民不單需要改善個人的生活，而且也需要學會如何在有限資源與高度污染的地球上，求人類整體的生存。唯有對科學的了解，有助於我們回答一些基本的問題。根據熱學第二定律，我們不能達到百分之百效率的能量使用。所以使用任何機械，非但一定浪費一些能量（資源）而且也增加污染問題（熱污染、噪音等等）。我們爲了個人行動的方便而使用小汽車，但小汽車既浪費汽油，又增加空氣污染。我們貪圖涼快而使用冷氣機，不但消耗電力，也讓室外溫度增高（熱污染）。我們懶得用掃帚掃地，而用真空吸塵器，憑空添了不少噪音。但我們並不是反對使用機械，重點是如何有效地使用它們。譬如說我們不必每一個人都有小汽車，而應該有良好的大眾交通系統。而自另一方面來說，我們也只有藉更進步的科技來解決污染問題，緩和能源危機，譬如我們可以利用有機垃圾來製造肥料，使用電動汽車來減低空氣的污染等等。

(四)了解科技研究帶給人類的實利與影響：舉個例子來說，美國一般人民對太空研究最引爲驕傲的是幾次太空人登陸月球，但登陸月球除了表示科技的高度成就之外，自月球帶回來的資料至少在目前而言，還是屬於純知識範圍，談不上實用的價值。但因太空研究而附帶給人類的實利與影響可不小，譬如氣象衛星能給我們正確且迅速的大氣資料，讓我們能預報氣象，減少颱風帶來的災害。通信衛星使越洋電訊量大大增加，使越洋的電視轉播成爲可能。小者使在國內的觀眾能見到我們的青少年棒球隊揚威於美國的現況，大者因電視的發展，使大眾傳播事業大爲改變。有人說美國在越南的失敗，並不是越共在戰場上的勝利，美國是敗給自己的電視。由於電視日夜對越戰作實地報導，美國一般人民第一次目睹戰爭的殘酷，血肉橫飛，妻離子散的悲劇，因而造成一般人的反戰情緒，而促成最後的美軍撤退。在

另一面美國最出名的電視兒童節目—芝麻街，對學前兒童及一二年級的學生是最有效的教育工具。反觀國內，電視公司着眼於廣告之利，大量播送不合情理與低水準的節目，不但沒有將電視用來作群眾教育的利器，反而產生了反教育的效果，正是我們急待改進之事。

(五)了解科技與其他人文學科之間的關係：中國哲學自漢以後以儒家爲主，講究的是倫理、是人際關係、社會秩序。但在西方，哲學家常常也是科學家，他們自生物學尋探生命的起源，自物理學探討宇宙的奧秘，牛頓力學的成功帶來了二三個世紀的決定論（Determinism），而其基礎在於時空的絕對性。二十世紀初發明量子論的蒲朗克與發明相對論的愛因斯坦被認爲是本世紀最偉大的物理學家與哲學家，他們改變了時空觀念與連續觀念，也改變了決定論的看法。

科技的發展也爲表演藝術帶來了新場地（電視與電影），而且更給予藝術家新的表達方式，在今天的舞台設計上所謂聲光多種表現（Multi-Medium Presentation）是前輩藝術家所不能想像的，而所謂 Pop-Art 與 Op-Art 的發展，更是沒有科技而不能生存的。電子音樂與電動樂器所產生的「新音樂」足使一般不習慣者瞭然，撇開這些時髦的藝術不談，傳真術（Holography）將供攝影進入一個新的領域，X光對古畫的鑑定，碳十四測定與中子活性法對古物的定期，都是科技爲藝術及考古學帶來的新工具。

(六)了解科技日新月異進步的特性：舊的科學理論由於新的發現而被改進，甚至於可能被推翻。工藝技術由於新的觀念的引進，新的工具的使用而每日進步，所以對科技的學習是不可間斷的。我們也要了解科技的限度，科技並不能爲我們解決所有的問題，我們既不能盲目崇拜，以爲科技萬能，但我們也不能認爲科技的發展定會帶給人類更大的危害。科技可以爲善，可以作惡，由科學發展所帶來的毀滅性新武器與工業發展所帶來的污染問題其嚴重性實以人的因素（政治與經濟）爲主。

(七)了解科技在人類文明發展過程中的地位：幫助我們建立新的價值觀念，幫助我們欣賞這多變的世界，幫助我們了解並感激別人在科技上的成就與貢獻。

以社會發展為例，在早期的農業社會裡，我們利用自然的力量如風力水力或獸力及天然資源，加上一些常識與經驗來對抗自然，來生產我們的需要品，社會的主要組成份子是一般勞工。在工業社會裡，我們已能利用各種方法來發電作為動力，各種工程知識與有計劃的實驗方法來求經濟的發展，主要組成份子半技術性工人與工程師。展望將來的趨勢，將是大量利用系統化的科學知識及電腦作模擬實驗與系統分析，而主要的組成份子將是高度技術工人與科學家。

即使以發明而論，早期的大發明家愛迪生，發明電話的拜耳（A.G. Bell），發明無線電的馬可尼（G. Marconi）他們對電磁學的基本理論並不了解。但後來的發明家的發明，都是對基本現象先有了解，可以說是由基本研究所導出的結果。如拉比（I. I. Rabi）與通斯（C. H. Townes）由研究分子束與光電場的作用而發明雷射，而又因雷射的特性，該博（D. Gabor）發展出傳真術（Holograms）。蕭克來（W. B. Shockley）對半導體的研究發明電晶體，而帶來整個電子學的革命，更由於電子元件的創新，帶來電腦的發展與大量使用，而被認為是第二次的工業革命。

(八)區別什麼是科學的事實，什麼是個人的意見，什麼是實驗的結果，什麼是理論的預測。廿年前台南有一位市民自稱研究成功一座永動機，報章雜誌競相登載，轟動一時，也許當時的環境需要這一種調劑，但是站在科學的立場上說，這是事實與推想不分的結果，假如當日的記者先生們有足夠的科技知識，那一位被稱為中國的愛因斯坦就不會獲得如此的榮耀。也記得差不多那個時間，有人宣稱他在海上失事漂流的時候，看到了所謂傳播電磁波的「以太」，大小不一，有的像拳頭一般大，真是不知從何說起。說到這裡也許老一輩的還記得勝利初期楊妹的故事吧。

(九)獲取基本而實用的科學知識與技藝訓練：以適應這高度技術化的社會，並建立對工作的信心與能力。我們在上面已提及，台灣的工業已趨向於高級的精密工業，新技術的引進與發展，大量機械的使用都是不可避免的事，在農業上大量化肥與農耕機的使用，與種子改良也是必然的事，作為一個工廠的工人與農夫，已不是光憑肩能挑，手能作所可勝任。即使在一般家庭裡，大量的家庭電器與化學製品的使用，就可以指出基本而實用的科學知識與技藝訓練的重要性。

(十)作為專業訓練的預備知識：這一點是最顯然易見的，在大專學院的理工農醫等學系的學生，需要物理化學生物等等的知識，雖然在大學裡這些課程是必修的，在中學裡能給予這些課程的預備也是必要的。

總之，就如西遊記裡的孫悟空翻不出如來佛的掌心，作為一個現代人也逃不出科技的影響，而他們在學校教育階段對於科技一般性的了解，不單為他們將來自修學習帶來了必須的學習方法，而且也為他們未來的職業發展上加強了表達的能力與運用的彈性。

國內科教的失敗原因之一，就是中學科教課程獨以專業訓練的預備知識為主，不但迷失了整個目標，也造成了教與學的重重困難。我們說以專業訓練的預備知識為主，算是比較保守的，真正說來學生們唸物理化學生物等課，是為應付大專聯考。台北一位在知名中學執教的物理老師曾經告訴我們一個故事，他在班上加教一些課外教材學生們第一個問題居然是「大專聯考會不會考這些東西！」在社會組的學生班上，雖然功課表上掛了化學、物理等課程，但用這些時間來補習別的課程，正如在甲組的班上利用史地課時間來補習別的課程一樣，都是公開的秘密，不爭的事實，而教育當局對這些事明知而不予理會，不予改正，誠不可了解。

我們希望在以後的幾篇文章裡，能討論在中等學校裡我們需要一些怎麼樣的科教課程與課本，也希望能討論師資培養的問題。