

人文科技的通識與通適問題

趙金祁

國立臺灣師範大學科學教育研究所

壹、前言

一九三二年，美國全國教育研究協會（National Society for the Study of Education, USA）出版的「三十一年年鑑」中，指出美國的學校，自十九世紀初，即在現實生活的需要下，紛紛推出科學學科的教學⁽¹⁾。其傳習的重點內容，由最初的算數、農作技術，擴及機械、力學等工業生產所需的學科範圍。最後分化成今日衆所熟悉的數學、物理、化學、生物、與地球科學等基本科目。科學教學的名稱，也經正名，改稱科學教育。

就科學教育的目標而言，學生經由小學而中學再升大學及研究所，大致可分成兩種進程。主修科學學科的學生，全力專注科學學術的鑽研，爲自己求真、求實的科學家生涯，預作準備。至於非主修科學學科學生，則大抵將科學學科的學習，視爲養成個人素養的過程，爲自己未來健全的現代公民生涯，奠定基礎。

歷經兩次世界大戰的洗鍊，世界各國爲了因應政經建設的需要，科學教育實際上已蛻變成國家現代化的手段。任何國家，爲達成國力成長、國計民生的發展，無不千方百計，加速大量培植科學家，以爲國用。固然，科學社群雅不願率直自承科學爲國計民生服務而發展的事實，照樣標榜以愛智與真理的追求爲其努力的目標。惟衆所週知，政府行政單位與社會大眾所以支持科學的發展，仍脫不了以經濟成長以及國力提振爲主要取向。一九五七年後，世界各地由科學家主導的科學教育改革運動，風起雲湧一、二十年，便是最佳的例證⁽²⁾。

時至今日，因科學進展神速、分工愈細，在人類知識發展上，用以推斷科學歷史淵源所憑藉的科學與人文共有的本源或目的的概念，反而日趨模糊^(3,4)。換言之，科學的愛智特徵，其優點固可使學術成長更趨專精，然亦因專注範圍之愈見狹隘，而使個別科學學科的本位主義愈趨強烈。影響所及，不僅原爲社會大眾準備的通識化科學教育，窒碍難行，且教育界要求淺化、簡化全民中小學國教部分的科學課程時，亦阻力橫生，難以如願以償。

此外，二十世紀初期，孔德（Comte）首創的實證理論，大行其道，使得絕對真理大有幻滅之勢，代之以相對真理作為標誌。科學追求真理的大纛，一般說來，雖仍為無深邃科學背景的社會大眾深信不疑，然科學社群間，又何嘗未能默認將面臨必需另加註釋的時候；否則，將無由維持共同本源的一貫脈絡，難免自陷於相互矛盾的境地，即費氏所謂：「科學上的社會分裂症狀」（Social schizophrenia）⁽⁵⁾。

總之，科學社群標榜的愛智、求真理念，遭遇科學發展中，分工愈細以及實證理論的挑戰；影響所及，引發科學主義祇能在固定範圍內活躍與發揮的疑竇。社會大眾，雖仍持有科學萬能的想法，然有識之士如居里夫人却早已宣稱：「科學專注物體，而非人的問題。」顯見，科學的有效範圍，不應像一般民衆一樣，樸素地認為漫無止境，科學所處理者，局限於技術層面，而對世人面臨的原則問題，如每一個人行為抉擇的基準等，祇能提供局部參考價值。此一趨勢的發展結果，與實證觀念的科學主義，大相逕庭；近年來，宗教與科學對峙形勢的日見鬆弛，且科學教育界大力倡導科學哲學、科學歷史、以及科學社會學等學科的研究，顯然是彌補科學上此項不足的有力證明^(6,7)。

當前的科學教育，為解決人生行為規範等原則問題，除在傳統上，仍以培養出類拔萃的科學家以及社會大眾的科學素養為其兩大主要任務外，另亦應在科學與狹義人文學科間，扮演溝通與通識的橋樑功能。換言之，科學教育在人文科技平衡要求下，亦具有協助世人建構其準確的科學世界觀的使命感。科學教育應隨時提醒社會大眾，科學主義一枝獨秀地冒進，已直接引發環境污染、資源枯竭等危機，且間接為甚多個人帶來急功近利、言行包裝、是非顛倒、倫常式微、以及道德淪喪等負面影響。科學教育必須強調，人類唯有通過人文科技平衡知識的養成，才能健全心智能力，選擇最佳通識觀念與態度，以因應當前更為科學化、物質化、個人主義化社會的種種矛盾壓力⁽⁸⁾。

貳、知識間共同本源的再省思⁽⁹⁾

人類面對四週的大自然，大抵可在實在的心智上，勾勒出種種隱喻，再由隱喻的激發，轉換成心智表徵，納入本源或目的的概念，最後才逐漸分門別類，簡併為各別知識系統。

數學是科學中最早自本源脫離的學科，紀元前五世紀左右以前就納入本源型的哲學範圍，嗣後逐漸成長，脫離本源，組成獨立的知識體系。至於其他自然科學，則直到十七、八世紀末，才與共同本源逐漸分離。

孔德認為，人類思想發展可分成三個階段，即神學、形上學、與實證論；其中，實

證論的科學，最後脫離共同本源的哲學，並超越神學，一度使神學大見式微。今日，科學的又見大幅成長且分工越細，乃展示大有脫離共同本源後再超越哲學的有利形勢。至少，前數十年間，人類陶醉於科學萬能、科學的價值中立說時，確實表現了超越之勢。二十世紀以來，學術圈裡盛傳哲學終結之議，爭執迭起，即屬明證。

科學教育發軔之際，鮑威斯（S. R. Powers）以倡導者身份在共同本源體認上，就有運用科學檢測的真理，來消弭世間偏見與憎恨的漫延，以達成維護社會和諧秩序的目標⁽¹⁰⁾。由此可知，科學教育原來並不祇是爲了直接追求自然律的掌握、能源控制、醫療衛生的改善、民生食品的充分供應而已，同時也具有抑制社會上巫術、神棍、乩童等迷惑人性邪說，解除外在環境引發人類的內心恐懼，協助人們面對經驗表象時能正確反映意識傾向或科學態度，以及增強人生因應社經文化價值觀改變的調適能力等的間接目標。對照今日社會，科學主義激進下帶來的種種偏差現象，不難發現，當初科學教育的目的概念，其涵蓋的以上種種重要成分，不只設想遇到，亦且彌足珍貴，我們豈能不予正視與省思，並謀求改進之道。

從另一角度分析，羅素對科學共同本源的理念，就持有另外一種見解，並在「科學觀」一書中指出：「科學所提供的不是進步，僅爲進步的一因素而已。因此，人類各項文明與教育進步，須與科學的進步同驅共進，否則科學不但無益，反而有害。」⁽¹¹⁾因此，科學應統整地看成人類整體文化中的動態成長事業之一，固屬全民的奮鬥指標，然亦要求社會上各階層的每一個人，在不同崗位上，以不同方式的努力，共同參與；也祇有群策群力，維持人類全面文化工作與科學脈動密切配合，才能共創有利、美好的環境，同步促成社會的更高成就；否則，可能反而禍貽人世。

由於科學衍生的技術成果，雖是科學動態成長下的靜態應用，祇具備科學的局部屬性，然確能爲全民享用，具有吸引人類最大興趣的潛能。若科學教育能養成每一民衆，面對其享用科學成果的生活時，在意識傾向與行爲踐履中，真正反映愛智與求真的本源精神，同驅共進，則科學必更能發達，社會亦可保證更趨平和。反之，若迷失本源精神，甚或背道而馳，如沉迷於逸樂、貪婪、投機、虛偽、欺罔等偏私中，誤將取巧豪奪視爲科學上的效率，則誠如羅素所說，科學不但無益，反而爲害社會。當前，社會各階層的狹隘功利主義盛行，倫理道德沉淪的偏頗現象，或可視其爲佐證之一。

由以上兩方面分析，可知人類除非甘冒棄置社會和諧的大不韙，科學發展之與共同本源更應有再加省思與掌握的必要。其實，共同本源省思就是究詰科學本體理論在科學哲學與科學社會學上的源頭，並在社會價值觀，甚或審美觀層面上，加以探討，也正是

本系列論文，人文科技的通識與通適問題的分析重點⁽¹²⁾。

當前的科學哲學，大別為四大學派，即是：邏輯實證論或邏輯經驗論、否證論或批判理性主義、歷史主義，以及實在主義。近十來年，建構主義正逐漸崛起，建構經驗主義與建構實在論亦漸受學界重視⁽¹³⁾。本系列論文參照以下三點原則，申述人文科技的通識與通適問題：首先，為聯結科學本體知識與人類的價值觀，甚或審美觀，居共同本源地位的科學哲學自必成為中間媒介，必要時亦穿插科學史或科學社會學的觀點或意見，俾形成交集，進行論證。其次，科學教育的對待科學哲學，既不抱持永恆哲學確屬存在的想法，自無投入任一哲學學派之理。故而，本文可擷取各學派對知識或科學進行論證時的優勢規範性陳述，以綜合說明人類在大自然間，如何解釋其遭遇的問題。最後，本文在人文科技的通識討論中，所引用的共同本源，除專屬自然科學者，當另行說明外，其他皆擴及社會科學與狹義人文學科。因此，科學一詞，涵蓋主要秉持典範思維模式之自然科學與社會科學，而狹義人文學科，涵蓋科學以外，主要秉持描述思維模式之宗教、哲學、藝術、文藝等全部其他知識。

參、人文科技的通識問題

一、二十年前，我國教育行政單位首先提出通識教育一詞，直到現在，其含義、運作架構、以及實施重點等都未見完全澄清。通識教育似與通才教育、普通教育（General education）、以及博雅教育（Liberal education）相通。不過，經由發展過程的仔細分析，今天我們所談的通識教育，其實有其獨特的意義。

一般說來，通才教育較比着眼於能力的培養，其界定似以養成通曉一切而且其才能足以普遍適應的個人為主。後漢書韋彪傳載有：「諫議之職，應用公直之士，通才審正，有補益於朝者。」便是證明。

有關普通教育，大致認定其與專門教育相對當，為一般公民謀求未來生活所必須接受專精、專業教育以外之教育，目前似涵蓋國民中學以下的全部教育過程；也就是說，學生升入高中，所接受的多半屬分化、專精、與專業的科目，與普通教育不同。當然，為彌補每一公民在普通知識上的不足，部分內容也延伸至高級中學與大學課程，俾進一步保障每一個人專業以外的日常生涯，確能正常運作。

至於博雅教育，大抵為培養自由人所進行的教育，主要目的是發展人的心靈。學生由小學而升學中學、大學，博雅教育強調人之解脫孩童期，必須改以成人的方式自由感受、思索、與抉擇。也就是說，博雅教育的目的，在於培養每一個人完整的人格，具有

在不影響他人自由下，發揮個人自由意願的能力；即在週遭權勢如教派、民情、獨斷言行、以及習俗風尚等的影響下，獨立自主地謀求生涯發展，以達自我實現最高境界的願望與理想。

由歷史淵源與社會背景分析，我國倡導通識教育時，恰逢台灣地區因科技普遍發達，經濟大幅成長，財富累積已日益充裕；當時的學術圈內，蔑視形上學理念的邏輯實證主義也正方興未艾且為大眾奉為主臬；同樣，環境保育，包括精神與物質兩方面的環境保育觀念，尚未覺醒。顯見，當時在經濟掛帥下的科學主義澎湃而且大行其道；因此，社會上功利意識高漲，巧取豪奪取代倫常運作，光怪陸離的逸樂享受抬頭，使得秩序、價值觀、與倫理觀等大有衰退之勢；嗣後，台灣地區又遭遇政治改革，全國上下進入轉型期。至此，社會上包裝技術與文過飾非的言行大熾，甚或有變政治為最高騙術的歪風，其污染程度之遙遠，不言而喻。有識之士，所以強烈響應通識教育，即根源於此。

由此可知，通識教育絕非通才教育，並無意透過通識的了解，獲致文經武略的大才，以輔弼國政。至於通識教育之與普通教育，部分確有重疊之處，至少在要求分工下的專門人才，除賴以謀生的專門行業知識外，亦具有肆應社會各階層以及種種不同環境的基本知識，以為個人謀求未來日常和諧的生涯，預作準備。

我國通識教育，固未似博雅教育，在歷史上曾通過中世紀學校強調的三學科教育，也未要求類似中古大學的四學科教育，然在目標上，與博雅教育極為相同，即為學生求取發揮自由意願的條件；也就是說，在科學主義仍為一般大眾深信不疑，且形上學規範受到歧視時，如何使每一個人理解人文要求猶似科技，必須受到同樣的尊重與實踐，以免輕易接受不成熟科學學科的試驗性原理、原則的蠱惑，難免衍生無法抵禦如上所述教派、社會民情、獨斷言行、以及一窩蜂式風尚的污染與不良影響，而自我抑制自由意願，墮落成大騙局下，隨波逐流的工具，甚或可能助紂為虐，進一步鑄成人間的劫數。總之，通識教育除在功能要求上，部分與普通教育重疊外，在培養真正自由人的目標上，與博雅教育，並無二致。

民國八十二年五月一日，科學教育月刊第一六〇期刊出之拙著「三維人文科技通識架構芻儀」一文中，曾透過實在論，對人文與科技共同本源中的實質成份，有所分析；并闡明狹義人文與科學技術，應可通識，且皆來自同源，即由「大塊假我以文章」中的共同平凡寓言所發展而成。由「三」文可知，人類創作的每件組構，勿論其屬科技或狹義人文範圍，其目的無不反映人類與自然界交互作用下，遭遇種種問題的解答結果，以遂行理性或感性上的自我充實或紓解，而維平衡與和諧生活。

自拙文出刊後，幸獲各界回響，為求周全，茲再分別補述如下：

一、關於理性軸兩端點的問題，部分學者建議仍採「理性」與「自然」兩端點，較符哲學上傳統要求。筆者坦承，當時改採非理性端點，確實背離哲學用語，此係對勒溫原作有所修正，擴充其範圍，以及人文與科技兩方向的所有組構。作者之着眼點，在於現今社會上，矯作下的視似理性而確屬無理本質的陳述，比比皆是，有大量存在的偏差。凡陳述而屬矯作，必非自然，自應歸結為人力加工下的陽謀結果。譬如，拙文「人文與科技平衡中科學教育扮演的角色」一文中，提及之優生族群沙文主義。這一主張顯係人為加工的環境下，所孕育而成，屬矯作的與非人性的種族優秀政治主張，為害當時人類至深且鉅，形成第二次世界大戰的人間劫數。若仍聲稱此種政治主張係思維的自然現象，未免過於寬容，甚或有鼓舞犯罪之嫌，極不合情理，納入非理性範圍，可能較比符合實際情況。何況，非理性涵蓋自然、矯作兩者手段的運作結果，包羅範圍較廣，易於解說各種形態的組構。

二、拙著符意軸的兩端，分別界定為擬生活化、隱喻、或小故事區以及正則、正統、或典範區。部分學者認為用詞過於複雜，似應有比較簡單的詞彙，加以統括。作者除表敬佩外，經參考費燦（James H. Fetzer）科學哲學乙書，改以社會大眾的熟悉程度加以標誌，即用熟悉度與反熟悉度分別形容二端點⁽¹⁴⁾。也就是說，熟悉度較高者，趨向擬生活化、隱喻、或小故事體，採綜合型籠統陳述方式；而反熟悉度較高者，則向正則、正統、或典範區發展，採分析型逐項陳述方式。事實上，任何科學組構，必係通過觀察、分類、普適、以及預估等歸納手段，或猜測、推導、實驗、與捨棄等演繹過程，將故事體等素材由熟悉度較高者，引向不易為大眾熟悉的概念、定義、原理、原則、理論等發展，甚或以數學式加以表示，更令大眾，甚感陌生。如蘋果樹下蘋果掉下來打到鼻子，這是非常熟悉的平凡寓言，經牛頓歸納、演繹、類比、推理等推敲，獲致著名的萬有引力定律，并由 $F = G \frac{MM'}{R^2}$ 表示之，反熟悉程度極高。

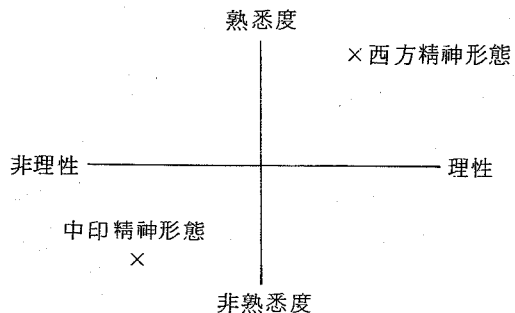
反之，狹義人文組構，則由陌生的事與物素材，透過情境、角色、意識啓迪、巧合機遇、辭令修飾等布局與安排，引向情意、感性生活上，極易引起同感的擬似故事，達成家喻戶曉或有志一同者之間熟悉度極高之隱喻式、明喻式反映臨時真理的結局，以博取讀者共鳴或大眾欣賞。此一事實，可從上古時代的人類，面對陌生與可怖的驟雨、雷電、風暴等自然現象，意涵上轉化成天庭諸神，擬人化地感情決裂，勃然大怒，發生內鬨的熟悉故事，然似臨時真理般頓令信徒敬畏，便是最佳例證。

三、「三」文所載：「實在論涉及士林哲學、形上學、唯物觀點、推理規則，近期再加引申，可同時說明可觀察領域與理論領域，且不違背本體論的信念，并有逐步加以逼近的主張。」之陳述，其具體意涵，係指實在論必對照事、物、對象與其所及之命題和共相，故上引語句，可歸結成三大成份，即：(一)士林哲學與形上學對應的宇宙本體及其所引發的絕對真理信念，(二)觀察特性與唯物觀點在感官與物質等對象間所呈現的感覺世界，以及(三)整體的理論領域以及推理規則所憑藉的當今科學社群或非科學社群各自領略的試驗性或臨時性真理範圍。

人類講究自由意願的命運，註定就有很多猶待自己決定與負責的活動或行為。人類的活動大別為屬身軀的活動與心智的活動；而心智活動包羅思維、推理、信仰、懷疑、否證等活動，不涉及實際行動。長久以來，在粗略區分下，人類將身軀活動歸由規範性人生觀（Moral outlook）加以批判，而心智活動則由邏輯學加以規範。理論上說來，人類決定與負責的活動或行為，必以最能符合人生觀與邏輯學規定的要求者，最為適當。

同理，若擴大應用三維人文科技通識架構作為個人行為抉擇的參考基準，則人類決定自己的活動或行為，除應如前述，考慮其在實在論中面對的絕對真理世界觀、試驗或臨時性真理世界觀、以及感覺世界觀等三類意見內的適當性外，同時也應將反映自己理性思維程度的認知世界觀以及符意特徵自我標誌的生活世界觀等兩方面的見解，納入其中，一併考慮。

唐君毅先生在比較西方及中印早期文化時，曾形容西洋人總是在那兒有所祈求與嚮往，有所追求與捕捉，努力向上求超拔并自我實現；反之，中印人生哲學則心境上自憐自足，內歛玄默，悲憫衆生，求天機暢達，廓如太虛之胸襟⁽¹⁵⁾。東西兩方的精神形態，都是人生哲學上討論的主題，屬籠統性的陳述，故在符意軸上都可歸屬為熟悉度極高的擬生活化故事。但由今人觀之，顯見西方革新創造的生活意境比較東方意境更為現代化社會大眾所熟悉。繼之，若將這兩種文化放置理性軸上分析，則西方者重商求利以及自我實現，接近演進理性，而東方者偏重情感平衡，接近天心自然。茲舉此例說明上述五項世界觀見解中之最後兩項所表達的意義，即由三維人文科技通識架構中，抽出符意及理性兩軸，在適當象限中標示東西兩方文化，則如圖所示，彼此正相互對立，形成強烈對比。



圖：東西兩方文化靜態分析示意圖

由此可知，由三維考量人類行為準則，顯見是一種錯綜複雜、中西合一、以及外在與內在環境必須合併考慮的條件。進一步說，科學教育既具有教育的本質，應以宇宙與人生流轉不息、時時演化與創造為念，不當祇以科學之認識以及物質的享用為滿足，更須注入情意及人格的力量，發揮科學獨有之顯學潛能，力求人類生存、流轉不息的永恆不墮。換言之，科學教育的通識目標，在導引學生，使其在上述五方面，從容肆應人間問題，即：在自我認知各項經驗歸屬的世界觀基礎上，平衡處理外在感覺世界觀、試驗真理世界觀種種意見、以及宇宙本體真理世界觀所不斷提示的與料（Giving）或真經驗，俾在宇宙間，獨立自主地自由表達自己生活世界觀中的心智與身軀兩方面的適當活動。這也是保障拙著「人文與科技平衡中科學教育扮演的角色」一文中，五大帝國等種種人間悲劇不再重現的有效途徑。

肆、人文科技的通適問題

民國八十三年六月號遠見雜誌，刊出楊孟瑜女士撰寫之「為主人翁爭藍天——教育改革潮」乙文，曾指出：「通識教育即是通適教育，讓人具有綜合分析的能力，適性發揮迎向人生各種挑戰。」⁽¹⁶⁾可見，通識與通適在教育上應屬同義。也就是說，通識教育不應滯留在通才、普通、或博雅等教育的傳統格局裡，似宜改弦更張，直指其目的，正名為通適教育。

然而，凡人由通識的了解欲達成通適各種情境，適性遂行生活言行的抉擇，極為複雜，茲就前述五項世界觀，分別加以分析。

由宇宙本體信仰推敲，在質與量的本體間以及自然主義與理想主義本體間，就引發實在本源、實在數量、超自然性、以及唯物性等種種問題，其解說因人而殊，擴散度極高，不一而足。縱屬前文提及之超自然性的各教會宗派威權而言，即可在對應同一人生課題上，各自抱持其不同主張，且每一主張，幾乎都具有正、負面影響功能。人生如何對此適應？值得每人仔細分辨、明智選擇。

次就科學社群試驗性或臨時性真理觀分析，由於近世紀來，甚多自然科學與社會科學學科，紛紛脫離共同本源，分立門戶，儼然自成一家體系。若欲加全盤通識，似無可能；且各學科原理、原則亦僅局部有效，部分可能仍屬無效。科學有成熟與不成熟的區分，若遇不成熟科學的試驗性立論，或因習慣成自然，抑或因利之所趨，贏得大眾一時的信賴而加以實施，則究竟是禍？是福？不得而知，或許皆有可能，也說不定。社會上，早期的消費促進生產言論，罔顧節儉美德的重要性，形成資源浪費、回收不易，便是有

力佐證。

從個人自我認知觀加以考慮，姑勿論其對某一學科之了解，是否完全深入與專精，即如前述，由於對某一學科本位主義意識的因循，造成教育上對抗重編國中以下班級學科課程的呼籲，使整個教育陷入今日有待行政院出面再改造的劣勢，足見猶待吾人彈性處理自我認知世界觀之處，亦復不少。

再就外在感覺觀分析，由於現象必源自感官，而人之感知外界現象，猶待存疑之處，比比皆是。例如，平時所見柏油路面，大致都認其為平整、光滑，甚至在大太陽下，還可產生海市蜃樓的幻覺；甚實，路面凹凸不平，何平整與光滑之有？可知感官所獲結果，呈現衆多問題，奚能不加注意。人之言行，亦豈可全憑感官獲得的結果，加以抉擇。教育上，常要求謹慎行事，事必三思而行，就是這個道理。

至於個人生活的世界觀，因其主觀意識成份極高，當然更應仔細衡酌，謹慎辨析。譬如前文所述，凡屬自我自由意願表達的生活言行，皆有講究與圓融適應的必要，以免影響他人自由。況且，人類遂行自由意願，近程說來，大致都着眼於幸福生活的提升。不過，追求幸福生活，除受到以上四種世界觀的主張纏繞外，更應慮及與個人生活世界觀有關的人類群體久期幸福的謀求，故不宜貿然擅作抉擇。也就是說，非經學校精緻設計與通識學習，就無可能通適個人五大世界觀裡所意涵的交替、更迭、與重疊的種種經驗意見。況且，依擬基爾（Ronald N. Giere）的分析，五大世界觀其實就是每一個人在認知各別科學、學科、知識而經自我決斷後所持有的模型（Model），且各模型間顯然還存在落差或矛盾等盲點，如何對這些模型全盤適應而選定自己適當的行為？則是社會大眾科學教育今天責無旁貸的職分，其重要性，可見一斑⁽¹⁷⁾。

在當前民主浪潮衝擊下，圍繞前述五種世界觀的說詞，種類繁多，且花樣層出不窮、眼花撩亂，使人心意起伏難決。尤其，當前台灣地區社會現象，乃歷經三、四十年經濟掛帥、升學主義作祟、科學技術當令、人文陶冶式微的結果。換言之，早年即已埋下，形成今日局面的正、負面因素。此一事實，十多年前已為教育圈引為隱憂，人文與科技必須平衡發展的呼籲，乃因運而生，不脛而走。科學教育為因應通適要求，除強調因材施教、適性發展、因勢利導外，最近並提倡建構教育理念。也就是說，即主張由個體與社群間的互動建構成長，明辨各通識學科基礎理念上對人生的正、負兩方面影響，以教育學生，獨立自主地改進自我意識，俾在面對問題時，有能力善加發揮自己的自由意願，促使社會共同努力來減少負面因子可能帶來的罪惡影響。

管見以為，針對台灣本土特性發展實況，科學教育上的通識要求，宜由改善科學主義癡迷理念入手，而以通適現有社會各項挑戰為依歸，至少應包羅如下重點：

一、知識共同本源或人文科技通識架構的普遍傳習——人文科技知識的人為分割，不過是利便研究過程的手段，真正解釋人生問題的知識，端無標籤人為專屬學科名稱之理，如前所述，勿論人文或科技組構，皆選自宇宙間現存素材，而經描述型或典範型思維與編撰，組合而成，故具有相通的目標概念。因而，人類的接受科學教育，除養成科學專才，確屬目標之一外，進一步亦須謀求人類在人性上締造公平、公正、博愛、和諧環境；人本上的暫時擱置依賴超自然力量，而以自力更生作為自我實踐的唯一憑藉；以及人生上的追求人類生命，在宇宙間綿延不斷、千秋萬代地生存與發展。

二、簡單學科結構取代學科本體知識加以通識傳播——依據勃魯納的教育過程理念，科學學科的知識結構，本質上極為簡單，而大量存在的片段性知識概念，却係與簡單結構連結或掛勾（Anchorage），而使學科本體知識，難以為一般大眾全面了解。面對知識爆炸的今天，就一般大眾而言，既無意使其深入專精特定學科知識本體，自宜以教學學科梗概為已足；進一步深入鑽研，則猶待學生好奇性的自我驅策而自謀建構與發展。一九六〇年代，美國高中物理、化學、生物等教材，為快速培養年青科學家，大刀闊斧刪減傳統教材章節，極具成效。此一可援之簡化教材前例，值得為通識或通適教材之編撰者借鏡。

三、個別學科分野範疇的傳習——學科與學科間，必有其分界之處，不允任意逾越。同理，學科間必存在甚多灰色區域，亦不宜加以忽視，疏於解釋。當前社會上，有心人士的有意誇大解釋某一學科原理，以遂行其在另一領域裡煽惑民意的目的，屢見不鮮。此種技倆的運作，應為社會大眾所洞察；也就是說，分野範疇的了解，就通識各學科而言，至為重要，應予傳習，俾利杜絕芸芸衆生之遭受他人愚弄於掌股之上，亦屬通適今日社會上顛倒黑白手段的不二法門。

四、個別學科侷限性的傳習——科學學科原理、原則的實際應用，其有效範圍都有其侷限性，不允任意超越；否則，可能形成社會大眾認知上的誤導結果。物理學上有不受外力作用下，物體動則恆動，靜則恆靜的原理；歷史上，就有人妄圖超越不受外力作用的限制，企圖據以發明永動機，其荒謬可知，且有誤導無知群眾，形成「無中亦可生有」之錯誤想法。

五、學科原理、原則偏頗濫用危機意識的培養——當前學術圈內，勿論屬人文與科技範圍，隨時都有創新性之試驗性或臨時性理論的發現與湧現。科學哲學圈內，大致以慎下斷語名之，避免逕用解說性命題之名稱⁽¹⁸⁾。這樣審慎的區分，其原因有三：一則在於避免傳統演繹邏輯的過度使用，誤以為創新結果，不過是演繹推理的歸結，抹煞創新機制的功能；二則在於呼籲學術圈內，對創新的試驗性理論，多予驗證試驗，以增強其可信度；三則在於勿任令試驗性理論，不加控制，擴大推廣使用，可能貽禍後世。當

年，避孕劑問世試用時，曾一窩蜂濫加運用，造成今日人體頗多受其傷害，便是一例。

總之，值此人類知識，日益昌明之際，由於知識爆炸，自必可能為今人帶來甚多盲點。身為現代人，務需躍過人文科技間的鴻溝，警惕自己，由通識兩方面知識而獲致足夠的智慧，養成高超的品德，通適現世重視包裝的社會挑戰，力圖避免陷入認知上的盲點，造成自誤誤人的結果。

伍、結 論

民國八十二年七月份起，作者承行政院國家科學委員會資助，執行科學與人文平衡研究規劃協調計劃，前後曾提出三篇論文，分別討論科學教育在平衡人文科技學識中扮演的角色，科學哲學對科學教育實施通識教學的衝擊，以及人文與科技通識的三維架構。本文係此系列中之第四篇，亦屬此一階級中的最後一篇文章；因此，不揣冒昧，提出科學教育實際推行通識教育時的五項實作要領。如此，為科學教育所以必須兼顧通識教育、科學哲學在通識任務中的媒介功能、以及科學教育執行通識工作的實作步驟等問題，提出一套完整且貫通的建議意見，以求教海內外方家。

拙著「人文與科技平衡中科學教育扮演的角色」一文中，作者曾提出十項問題。民國八十二年初，北平全國台灣研究會聯絡部陳福敏教授，曾試答如下：「把您十個問題的問號，都改成感嘆號，不知道是否恰當？」⁽¹⁹⁾ 誠然，十個問題的每一答目都是肯定的，應可確認；不過，細加分析，可知在程度、程序、與適用範圍上，尚有推敲的必要，故予澄清如下：

一、科學教育是為了生活？生存？因應未來的變化？還是經驗的傳習？抑或是認識（知識）的傳習？

由杜威「教育即生活」的理念入手，可知科學教育自可界定是為了生活。不過，就目的分析，科學教育寧可認其是為了人類的生存。尤其，未來世界的變化，任何人皆不可預知，但必須對其因應。到時候，生活固然重要，生存更不能或缺，否則生活就無意義。人類為因應未來生存的需要，自不能滿足於經驗的學習，因為對事、物的經驗，須經過認知功能的運作，如知覺感受、心智動力操控、記憶、想像、傳達等過程，始能轉化成事、物背後，隱藏的結構。而知識的重要性，在於其既具有內涵，更已形成結構，解說力量遠較經驗為強。故而，科學教育中，經驗擷取固屬必要，知識傳習尤其不容忽視。

二、科學教育所教導的是科學知識本體或科學概念？科學方法？科學態度？

衆所週知，科學教育上三位一體的傳習重點，就是科學概念、科學方法、與科學態度。然而，由於歷年來科學教育重視概念與方法的傳習，對態度則因對其測量不易，而已多所疏忽。其實，態度與價值觀關聯性極高，在人文科技平衡要求下，確有特別加以強調的必要。

三、科學教育傳習的三大重點值基於科學呢？還是科學理念？科學理念是科學的？人文的？還是貫穿人文與科學的？

整體說來，若將科學定義為知識，則全部答案都是肯定的；同理，對科學來說，亦可予認同。不過，甚多科學家，由於其興趣與科學教育家不同，都不經心科學理念、科學哲學、科學社會學上的各種註釋。譬如，檢證（Confirmation）與證明（Verification or proof），判斷或斷語（Judgment）與說明（Explanation），假說與假設，本質與特性等名詞，出自科學理念或哲學，對科學教育家而言必須嚴加區分，以利學生學習成就的診斷與促成。至於科學理念，統攝科學與人文的特性，可說是科學的也是人文的，具有貫穿人文與科學的中介功能。

四、科學理念是先驗形式的？非先驗的？歷史的？邏輯的？經驗的？實證的？靜態的？動態的？優勢的？弱勢的？

如前所述，科學理念可分成甚多學派，除邏輯實證主義、批判理性主義（否證論）、歷史論、與實在論之外，晚近更發展出樸素實在論、建構經驗主義、建構實在論等，不一而足。可見，本題中的前八項答目，皆可肯定。科學理念屬認識論範圍中之一環，本應像科學史、科學社會學一樣重要與普遍，致力探索學術來源；惟在科教界的推廣上，仍屬弱勢。譬如，國際著名的美國科學教學研究雜誌（Journal of Research in Science Teaching），直至今（一九九四）年四月份，才由編輯部門呼籲徵求有關科學認識論與本體主張方面的科教論文，便可見一斑。然而，若就其在科學教育上的功能而言，在貫穿認識人文與科技、了解學生思維過程、診斷學生學習錯誤、以及加強學生學習成就，皆有莫大的裨助，頗具優勢形態。

五、科學社群與非科學社群需要單向溝通？互相溝通？

科學社群與非科學社群所研究的都是人類在宇宙間擷取的經驗并綜合成的知識。人世的知識，為研究方便，經人為分割，透過樸素而不求驗證的假設，自行組合成學門，甚之，演變成各自猜忌，自封在本位學科的疆域內。為求改進，科學與非科學社群自有經過單向溝通，達成雙向溝通目的的必要。尤其，對現代人的培養來說，對兩者梗概的基礎通識，更為重要。

六、科學盲主要欠缺的是科學概念？科學方法？科學態度？還是科學理念？

由於芸芸衆生，各具有特定時空關係、專業特長、社經背景、人生觀、興趣、癖好、定見、動機、制約條件等等之不同因素，故在概念、方法、態度、與科學理念上，也各自具有不同程度的盲點。管見以爲，凡此固屬人類智慧上不可能超越的弱點，然就通識人文科技而言，科學態度盲與科學理念盲，尤見嚴重。

七、科學教育是科學的還是人文的？通識的還是專精的？抑或視情況并重兼包的？是否有平衡機制？

科學教育絕非早期的想法，認定其爲科學加教育的物理性混合物，故而是科學的、人文的、通識的、專精的、更是兼容并蓄的化合物。就當前發展而言，科學教育宜視爲超越科學與教育，直接由共同本源分離而成的專門學識。科學教育在人文科技通識中的機制，似應爲本系列論文所披露的三維架構模式。

八、世道不振甚或人類浩劫的形成，其導致源頭是物質的？思維的？科學的？還是科學教育的？

人世間物慾高漲，思維的過於樸素，科學主義的大行其道，都可認定其爲世道不振與人類浩劫的重要源頭之一。不過，近百年來，科學教學轉化成科學教育，始終固守科學加教育的混合理念，任令科學上價值中立說，無限擴充，橫行當道，甚或泛濫成開明、進步、代溝、混亂、欺瞞、性錯亂、草根性等的同義詞，而不加忠告，可說更是諸般源頭中的翹翹者，值得科學教育圈，嚴肅檢討。本年七月間，傅佩榮教授在聯合晚報刊出「哲學殺人？」乙文⁽²⁰⁾，今拙著系列論文，利用科學哲學的中介功能，提出科學教育論文四篇，以拯救世道之不振，更足以證明科學教育端正方向與再出發，才有機會避免殺戮而重振世道，似應爲科教圈不容忽視的當前重要課題。

九、科學教育改革是整體的？枝節的？其結構應是怎樣的？整體與枝節的配合細項又怎樣落實？

科學教育的改革，應從宏觀與微觀兩方面入手，故是整體的，也是枝節的。在結構上，應考慮到人力之所能及，勉力釐清各學門在認知上的界限與侷限性，俾避免各別學門知識，偏頗運用所引領的人類各自信念與行爲，漫無目標、無止境擴散，形成人際理念失衡與行爲衝突，而招致人間糾紛不斷。就人力所不逮方面觀之，通識教材的整體與枝節配合細項，更宜在反映傳統學科本位的通適核心課程外，另起爐灶，着眼於通識教材的重新發展與編著，并擬以遂行「教」與「學」，以求落實。

十、科學教育改革的重點，是教材的？師資的？課程的？資源的？社會大眾科學盲

的？

由以上九題解答，可知本題的答案，至為簡單，可直接由「以上皆對」四字訣作覆。今日的世界，民主潮流洶湧澎湃，儼然成為各國政治的共同取向時，社會大眾科學盲的改進，尤居重要性，不容忽視。

陸、誌 謝

本系列論文的撰寫過程中，承蒙國立臺灣大學鄔昆如教授、劉福增教授、林正弘教授、楊樹同教授與私立逢甲大學楊志誠教授的賜示卓見；國立政治大學沈清松教授、國立臺灣師範大學彭育才教授、李田英教授、楊文金教授參與討論或提供文獻；國立清華大學沈君山教授、郭博文教授、王俊秀教授鼎助部分內容發表；以及行政院國家科學委員會前副主任委員朱炎教授與科學教育發展處許處長榮富教授多方資助，謹致謝忱。

中華民國世界和平教授學會慨允支助英譯「三維人文科技通識架構」一文之出版，併此致謝。

由於筆者才疏學淺，掛一漏萬、謬誤、錯失在所難免，此乃因筆者之駑鈍所致，與他人無涉，特此聲明。

參考資料

1. The Society's Committee on the Teaching of Science, The Thirty-first Yearbook of the National Society for the Study of Education: Part 1 — A Program for Teaching Science, Illinois: Public School Publishing Company, 1932.
2. Walter Orr Roberts, Science — A Wellspring of Our Discontent, The American Scholar, vol. 36 no. 2, Spring, 1967, pp. 246-60.
3. 孟祥森譯、波爾曼著，西洋哲學思想史，台北：牧童出版社，1972。
4. 傅偉勳，西洋哲學史，台北：三民書局。
5. D. C. Phillips, On What Scientists Know and How They Know It, in The Eighty-fourth Yearbook of the National Society for the Study of Education: Part II — Learning and Teaching the Ways of Knowing, ed. by Elliot Eisner, Illinois: The University of Chicago Press, 1985.

6. Steward Richards, *Philosophy and Sociology of Science — An Introduction*, Oxford: Basil Blackwell Publisher Ltd., 1983.
7. 同註 5。
8. 趙金祁，人文與科技平衡中科學教育扮演的角色，科學教育月刊，156期，82年1月。
9. Leon Pompa, *Human Nature and Historical Knowledge — Hume、Hegel、and Vico*, Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
10. 同註 1。
11. 國立臺灣師範大學學術研究委員會，明日的科學教育，台北：幼獅文化事業公司，73年6月。
12. Tom Sorell, *Scientism — Philosophy and the Infatuation with Science*, London: Routledge, 1991.
13. 沈清松，簡介建構實在論，台北：中央日報，83年3月4日。
14. James H. Fetzer, *Philosophy of Science*, NY: Paragon House, 1993.
15. 唐君毅，人生之經驗，三版，台灣：學生書局，53年。
16. 楊孟瑜，爲主人翁爭藍天——教育改革潮，遠見雜誌，96期，83年6月，132～139頁。
17. Ronald N. Giere, *Explaining Science — A Cognitive Approach*, Illinois: The University of Chicago Press, 1988.
18. Marx William Wartofsky, *Scientific Judgment: Creativity and Discovery in Scientific Thought*, in *Scientific Discovery — Case Studies*, ed. by T. Nickeles, Dordrecht: Reidel, 1980.
19. 陳福敏，二十世紀世界經濟對海峽兩岸之挑戰，亞洲與世界月刊，102期，82年2月，40～41頁。
20. 傅佩榮，哲學殺人？，台北：聯合晚報，83年7月31日。