

科學理念衝擊下科學教育再出發芻議

趙金祁

國立臺灣師範大學科學教育研究所

壹、前言

史諾爵士曾大聲疾呼，現代學術文化分裂而形成科學社群與非科學社群兩大壁壘的互不溝通，甚至出現對抗傾向，勢必帶給人世間整體文化觀的異常發展，導致人類不少的災難。布羅諾斯基也在「科學與人文價值」一書中，指出科學的真諦，本質上一直徘徊在「未知」的邊緣，朝向預期的「真理」方向，摸索前進。因而，科學領域內，不能也不應排拒科學圈與非科學圈兩方面人士提出相悖的懷疑意見，且應保持高度容忍異己的人文精神。進一步，布氏也引用歷史事實，說明經由部分有心人士偏執、武斷地將不完整的科學知識，曲解成絕對確定的信念和教條，不僅可能轉化成落伍的意識形態，有時也可能演變成荒誕的專斷行爲，帶來人間悲劇。（註1）

面對這些呼籲，并印證現世甚多類似事實，科學教育界實非有所警覺不可。科學教育既負有為全民傳播正確的科學知識、科學方法、科學態度的責任，自不應對科學的誤導作用，充耳不聞、視若無睹，甘願停留在祇關心將數學及自然科學成果，有效傳習的工作中為已足；而將科學「未知」與「真理」間，各學派科學理念在詮釋上的疑竇與困難，棄置不顧。這樣，科學教育豈非在人類整體文化中，助長偏頗的發展，且僅祇扮演著實踐片段哲學的角色？

相反地，科學教育界應責無旁貸地跳脫微觀的以課程、教學為主軸的研究與發展窠臼，同時着手宏觀結構性的開創、建構與推行；也就是說，科學教育雖非以科學哲學為其研究主題，然應由探討宇宙起源的科學理念之一般認知入手，為優勢科學影響下的各種學門，包括標幟著科學的各種幼年期與成熟期的自然學科與非自然學科知識，剖析其立論與基本理念上的局限性或可能存在的虛妄成分，以端正社會大眾對科學所持有的觀念，防杜貽禍世人專斷信念的可能滋生。

準此，科學教育才能對應科學社群與非科學社群以及開發國家與未開發國家人民的不同區分，由科學素材中正確選取適當教材，重新安排兼具前瞻性與有效性的通適教材，

適切納入相關課程中，為下一代預先鋪下在人文與科技間安心遊走的平穩基礎，培養其足夠的智慧，充分發揮其潛能，來因應未來世間不可知的無限變化。

貳、科學理念間的疑難之處

自文藝復興以來，人們對宇宙的看法，揚棄有限宇宙中一切個體井然有序，各占自然地位的理論，轉而接受萬物都有生滅、變化，而在可能無限宇宙中，僅保留個體的部分特性，恆常不滅的假設。這一轉變，促使經驗主義科學掙脫早期理性知識架構的壓抑，充分發揮，大放異彩。基本上說來，這是人類宇宙觀具體改變的思想潮流，并輔以假說的可錯性、方法的推陳出新、因果關係的機率化表徵、量化與語言的解析技術更新、演化論觀點的大行其道等因素，形成人類整體文化建設上的大幅進步。由十八世紀以來，科學在內在條件與外在形勢的衝擊下，因而持續不斷地突飛猛進、一瀉千里，以迄於今。其間，各派科學理念分析科學中的思維、論證、模式表達等過程，容或互有共通、衝突、矛盾等爭辯，并明顯經歷了前實證主義、邏輯實證主義、批判理性主義、歷史主義、實在論等不同的詮釋，然經驗意涵的彙集與分析，勿論在證據的提供或事物的解釋上，始終扮演著科學發展中的重要角色。由於其客觀性的特別引人注目與重視，有時甚或淹沒理性思維的功能。（註2、3）

筆者不揣冒昧，就宏觀的科學教育立場，嘗試以拋磚引玉的方式，提供科學理念發展過程中，數則因經驗實證的一枝獨秀而引發極易滋生思維上的混淆問題，以就教於科學教育界的先進，并作為推動科學教育的參考。

一、邏輯實證之思辯直觀

邏輯實證論在當代科學理念發展中，風行最早，本世紀二十至三十年代，即為學術界所共識。邏輯實證承襲英國的新經驗主義，大致說來，係理性主義科學觀，如笛卡爾的「生而具有的觀念」和「不證自明的概念」的一項反動，堅決反對純粹主觀信念可衍生具客觀真實性的理性觀念。這是崇尚經驗，確認心靈是由經驗所塑成的一派之言。經由其承襲者不斷地充實，演變成感覺印象之外，別無獨立知識的實證哲學，且與邏輯傳統相結合，成為邏輯實證學說。維也納學派初期發展中，都稱其為邏輯實證論者；惟為彰顯其與孔德實證論之不盡相同與維護其學術立場，雖對這一名稱，多所主張，然其為宇宙的認識，提供一整套清晰而明確的經驗法則，誠功不可沒。

邏輯實證主義發展中，大有反對以往一切不能由感性經驗證實的陳述，包括因果關係的決定性，「己所不欲勿施於人」的價值判斷原則等種種思辯直觀性理念。

事實上，因科學知識尚在不斷成長中，科學理論賴以衍生并據以推論的思辯直觀規律，爲數不少。科學中重視的決定論、物理學常用的場論與守恆定律，都屬不能否證，却又不允全面檢驗的思辯直觀結果。這些概念之所以爲科學家接受與遵守，無不是基於其隱含的理念符合理性思辯的要求，并非在於其爲感性經驗全面實證的緣故。於是，拉卡托斯（Lakatos）更進一步，批評感性經驗實證的知識，亦屬理性思辯的結果；不過，係屬「即時理性」範疇。（註4）

理性思辯的作用，在論證時的缺點，除可能因大都反映主觀意識而在主觀認知失誤時，形成其作用結果的謬誤外；更重要的在驗證上，必定耗時費日，甚或必須依賴歷史明鏡的佐證。不過，耗時較多的缺點，亦可能正是成長中科學必須加以接受的優點，不宜一概而論。

況且，思辯直觀的認同，究應經歷何種判準，以減少其蘊含的主觀成分，雖屬重要，然尚付闕如，猶待大家努力，共同建立，俾對思辯直觀的理性陳述，必須加以選擇時，尚留有取舍標準，不至完全虛妄。若果能爲思辯直觀制定判準，則獨立、自主的創造，應有某種程度的存在價值，而科學行爲逗留在「大膽假設、小心求證」的層面上，值得再加思考、補充。

二、我思我在∞我在我思

「我思故我在」是笛卡爾總括其思維的一種具有預設性的著名結語，這說明人類可由內在意識作用，直接肯定自我確實存在的事實。換句話說，每一個人的思維，本身即意含著此人的存在。

笛氏由對感官知覺的心智表象，引申無一表象不具有值得懷疑的性質，得到唯一不可懷疑的事實是我們不能懷疑我們懷疑所有的知識來源；也就是說，我們祇能肯定我們的懷疑。因此，眞像聖奧古丁斯在「懺悔錄」中所說：「設若我們遭受欺騙，我們也必須存在。」一般，因著懷疑是人類思維的重要一環，故而懷疑表徵了人類的存在。

康德在談純粹理性時，祇預設了先驗綜合經驗，以保證知識的普遍有效性，却未認定綜合經驗即爲思維實體，與笛卡爾的直認意識作用存在，即預設了思維實體的存在，有明確不同之處。事實上，笛氏所能肯定者只是不具物質意義的意識自我而已，留下了無法據此解釋物質世界與人的實在存在等問題，引發笛氏以後，哲學上甚多爭論。

反對理性主義的契爾克伽德（Kierkegaard）持不同的看法，改「我思故我在」爲「我在故我思」。契氏以具體的精神個體，說明個體在群眾中，爲其淹沒而消失後，形成外在的自我喪失，也就是黑格爾說的自我割離。人在自我割離後，就無由實踐個人的

本性而失去自我，不再成為人，甚或變成一個抽象的幻影，不能再認其為存在。（註5）

由於人類的存在，祇能從實踐活動中確定，不能盡靠表象決定，故而，這樣的自我喪失，顯見還是內在的「自我昇華或降落」問題；從情意我的立場，自我喪失可能降為焦慮不安的絕望，而從認知我來說，這應是對整個知識體系確實性，除遂行淹沒作用的群體主觀理念者外，一時地全面懷疑或否定。由於契爾克伽德是一位反抗歐洲傳統的異端，以上所述，祇在於呈現不同意見的觸發重點，其他因無關科學教育宏旨，就略而不談。

理性可粗分為推理理性、實踐理性、直觀理性，由上述說明的指稱分析，可知懷疑的存在不失為理性的重要判準之一，因為懷疑足以襯托出「能思想的思辯」的理性以及能思想的人的存在。簡言之，這裡所指的重要判準，必須來自具有「成為他自己自由意願」的人及其嚴密、精確的可信建構，而把現社會群眾活動對個人主宰、威脅下的一切不可信建構并自詡科學的個人懷疑，摒諸在外，以免徒增虛妄理論的混淆思想程序。

三、科學存疑∞逼近真理

哲學上的懷疑論，始自古希臘詭辯學派，堅信任一知識，皆無精確可能。笛卡爾運用方法學上對表象的懷疑來進行思辯，認為任何事物的知識，只要有可疑之處，即屬細微末節，就應認其為虛假，可謂不失謹慎。休謨進而指出，凡不能由感官印象所證明者，都不可採信，具有走向另一盡頭的趨向。（註6）

科學家之從事科學研究，固在於對大自然知識的悟解，然迄今尚無可能完成精確了解。勿論其掌握資訊數據的多寡，其結論恆屬暫時性，祇多能認定其目前在某種程度上的正確性，而無從保證未來是否正確，係毋庸置疑的事實。

邏輯上說來，邏輯與數學本身自屬精確的學識，然一旦脫離形式，代入現實世界的事物，即無法避免存疑的發生。故科學知識而不再存疑，基本上是邏輯裡一個不可能的問題。康德曾指出三角形內角之總和為180度，然而實際三角形中，勿論製作過程如何精緻，其製成品內角總和，絕無可能量得確屬一百八十度，即歐氏幾何在純數學範圍有其精確性，但代入事實例證，則無精確可能。

由此可知，知識存疑的源頭衆多，諸如知識論的基本觀點、方法採用時本身存留的偏差、經驗學說帶來心智上的模糊、實物操作的謬誤等，不一而足。存疑在知識理論裡，應有其必然性，迄今為止，尚為科學界所正視。

科學係建立在已有知識上的一門學科，存疑理論既認定任一知識，除數學、邏輯或可摒諸在外之外，皆有不精準可能。在科學上，自必引伸從來不可能保證其永恆的正確

性，然至少可在錯誤中求取進步，以遂行或嘗試逼近真理。因為，就意義理論來說，這些逼近的真理所運用的科學名詞，却有正確的指稱；也就是說，由指稱出發，科學名詞之與科學以及科學名詞之與科學對象間之種種關係，應可適切描述與表示，迨無庸置疑。

此外，科學描述中的前後理論，涵蓋著後繼理論的優勢特徵。大致說來，這種說法至為明顯，即後繼理論要包括先前理論所蘊含的結果，而且前後交替，必愈益逼近真理。換言之，縱然我們尚未充分了解，科學理論交替間的后繼理論，其發現與創造問題，究屬理性抑或非理性的歸結，然而，科學交替後的認識，循真理愈辯愈明的道理，自當更吻合大自然的真實情況，應可確定。惟應端視各別學門科學之是否成熟，而決定其逼近真理可能程度的高低。因此，生活實用上的運用科學，應慎乎於此，以免不究成熟與否，任意濫用，貽禍下一代。以往，有些父母的濫用麻醉藥品，產下畸形子女，即屬明顯的例子。

準此，社會科學尤宜有所警惕，相信當代文明制度中，對無刑責的受刑人，給付國家賠償之所以必須採行，其理即在於此。

四、動態科學的威權主義

當前學術界，對科學特別注目，形成科學在社會大眾間普遍的優勢地位。科學崇尚的一套策略，適度有效地遂行其解釋、說明、預測宇宙間諸多的事與物，是迄今人類智慧最偉大的成就之一，成為知識界過去與現在廣為稱道與崇揚的重點，亦為社會大眾，所以普遍信服的一大原因。

近百餘年來，經驗意涵彰顯了科學的客觀性，形成學術界新現象，大都學科着手引用科學方法、技術，由觀察入手并經歸納與驗證來演繹其理論，以圖解答其專研的問題，從而避免過往一味臆測以及可能落入主觀與武斷所導致的弊端。

這種趨向，造成科學實證主義的特權態勢，大有使科學動態中演變的後繼理論與其先驅者意義不易改變，以及兩者間祇存留著推演關係的傾向，不無保護與僵化原理原則，反而有碍進步與增長。費阿本特（Feyerabend）為使社會大眾，不受一切意識形態，包括泛科學主義在內，可能帶來禍害，甚至呼籲科學必須改革，至少需減少其權威性。（註7）

二十世紀初，政治上興起的威權主義，主要是一種決策來自社會結構中少數上層階級所秉持的不變原則，且與下層接受規範的全民階級意見，完全絕緣。這是一種干涉、影響、規範每一個人全部生活的結構。

自然科學的工作實體，原本絕無可能涉及人間的威權問題；不過，如前所述，科學

已廣泛滲透各門學科知識，包括政治、經濟、社會等，并且引領其依循類似模式發展。首先，科學的優勢對群眾具有高度的說服力，且易為一般大眾肯定與採信；其次，科學的進步，就內在論解釋，確屬少數精英所創導，至其深奧處，既難為大眾普遍了解，自不容大眾意見的參預；再就其影響層面來說，科學規範、干涉每一國民，國家愈益開發，則程度愈深而範圍也愈廣。況且，科學研究態度中的價值中立說，專從感官知覺的觀點看待人類，將人本身的存在價值，視若一束次級屬性（A bundle of secondary qualities），設若再輔以人類專長的理性直觀思辯的式微，難怪形容科學為另一種意識形態的威權主義，大有不脛而走的趨勢。

人們尤須牢記，科學家專研、探討的是真理，并非以工具論的有機產物為目標。因此，科學不應將人類，置於目標下的次級屬性的捆束。目前，科學尚在動態地發展中，縱令發展完成，似乎亦非適度力戒其威權性不可。此外，試誤說屬保障科學發展的重要合理步驟；不過，用威權式嘗試的手段，對待自然界的事與物是一回事，對芸芸衆生而言，若後果不堪設想，則既不合理也背棄人文中的人道理念，宜所慎思。

五、自由意願與理性判準

自由意願表徵人類在「真理」與「虛妄」之間以及「上帝」與「魔鬼」之間選擇的能力。早自古希臘開始，雅典的居民，即享有較現世甚多人民所期盼的更多自由。法國大革命一起，舊日封建束縛，一掃而空，另行建立自由、平等的現代文明。於是，由自由引起的新競爭，促成新進步；層層相因，科學遂得異常之發達，令人眩目口呆，嘆為觀止。不過，現代文明，迄今僅兩個世紀左右，但已發現無數破綻。社會上，利己主義發達、唯圖享樂、知權利而不知義務者，比比皆是；譁衆取寵、愚弄作秀、欺騙大眾的勾當，公然進行。世道的沒落，莫此為甚。

顯然，人類在「真理」與「虛妄」間之選擇上，發生了困難。換言之，人類行為在自由意願下，必須選定決策時，對「決定論」以及「強制壓力」兩種作用的判斷，發生了若干偏差。（註8）

科學崇尚的是決定論，而決定論者未必一定是宿命論者；反之，却有其必然性。決定論認定人類行為，可在蒐集足夠資訊數據，理解事物結果的所以形成原因下，或經思辯直觀，抑或經由推理分析，擇定預期可解決問題或避凶趨吉的行為，以化解塵世的種種困難。而社會、行為、政治、經濟等科學專業人士，即屬專為世人蒐集與提供相關資訊數據者。因此，決定論，大致說來，都協助人們自由意願的正確發揮；惟有在相關資訊失誤或傳播失實時，才會妨碍正確發揮自由意願。

強制壓力與自由意願完全對立，勿論屬貪婪、眩耀、虛榮等內在壓力，抑或屬接受錯誤資訊、誘惑、恐嚇、脅迫等外在壓力，皆能強迫世人放棄自由意願，盲目作出不正當的行為。

我們應認清，科學家以求真的態度，描述宇宙間的事與物，提出原理、原則等資訊供世人自由選擇。科學愈發達，人們自應選擇愈精準。然而，野心人士，每每利用衆說紛紜的科學理念，錯用學理，製造時勢，形成世人內在或外在的強制壓力，而採取由陽謀驅動的行動，鑄成大錯，值得處在這一數人頭制度中的社會大眾，注意及此，并引為警惕重點。

如前所述，科學家也可能因理解不足而引發人們自由意願的錯誤選擇。這對成長中科學說來，極有可能，應屬動機純正而後果失誤。因此，應對科學家理性推斷的資訊、科學理論意涵，借重一套理性判準，加以分類與過濾，才是自由意願最具價值發揮的保障。

由各派科學理念發展看來，可知威權、教條、實證、經驗意涵、史實類比等在不同時空裡，均扮演過參考標準的角色。進一步，若能為理性主義科學理論制定一套既能幫助人類思想又有實用價值的理性判準，則縱屬形而上學的陳述，由於其在科學中，仍能占一席之地，也不應在理性推斷與生活規範上，為實證或經驗主義所全面排斥。這一事理，至為明白，應為一般大眾廣為悟解，庶可避免強制壓力的過分擴張。

六、焦慮不安∞價值增益

西方傳統重智文化，自文藝復興強勢發展以來，科學活動以探究真知自命，大行其道。然而，人類科學知識愈發達，却在經驗世界中，愈益發覺與其自身有限存在相連結的情境，都在永遠改變之中，恆呈不確定的機會。同時，在現代科技帶來工業國或福利國等社會化觀念下，個人除無常的感受外，往往還有為大眾所主宰的無奈，甚或變成輪機上的一個齒輪，喪失了自我中心與自己的存在。

在公共事務上，人類限定情境與自我喪失的心靈，常界定為不可信的存在。對習慣思維的人說來，這種不可信存在即意味著某種威脅的介入，而與不受一切外界條件限制的精神自由相絕緣，萌生內在的焦慮與不安。當前，工業發達國家中，孤獨、疏離、精神分裂等現象增多，即是明顯的實例。

此外，在「認知我」遠高於「情意我」的同時，科學文化進一步又標幟著價值中立以及錯誤中求取進步等特徵，更令自我喪失的人們，留下無所參考甚或導向違常等甚多空白；如此，人與人間以及人與萬物間的規範難免脫離整體文化的束縛力，形成世道不振，道德、價值變成現世人類文化精神發展中的一大問題。換句話說，今日的道德、價

值必須跳脫實證、功利、新潮理念等的不當枷鎖，故其實踐與制定過程，更為多元與複雜，難以趨同與一致，反形成人類焦慮不安的加深。

面對當前限定情境、自我喪失、世道不振等的危機，人類為擺脫焦慮不安，必須再檢討思辯直觀上應然關係中的價值問題。我們應就整體文化，即人文與科技，以及整體科學，即科學活動與科學成果，兩者的綜合考量下，進行學習。換言之，在這科學群眾時代裡，我們應多方探究，諸如：人們究可藉重科學的實踐，在意志上學得何種體認？藉重科學史的演進，在意識上學得何種主張？藉重科學的晉進機制，在論斷上學得何種反應？藉重科學理論的探索，在替獻上學得何種因應？藉重科學的精確化過程，在經驗上學得何種手段？又藉重整體文化的發展，在科學成果上學得何種使命感？

人類祇有為上述應然價值問題的探討，作出明確的界定，并在實質上，推廣為共同增益時，始有望化焦慮不安為自我肯定；從而，擺脫頹唐、徬徨，邁向進步。

七、實用主義的狹隘功利

哥德曾指出，有人將科學界定為天上的女神；也有人認其為供應牛奶的奶牛。由此可知，科學在生活上的有用與否，對有些人來說，不失為價值之一。（註9）

實用主義，原則是連接邏輯思維以及人生實際生活的一種哲學，為思維觀念中的真理屬性檢驗，提供具體、實用情境的判準。然而，杜威學派更受演化論的影響，強調人類思辯過程與結果，必起源於其實際生活的演化需求，而并無必須對準追求真理的觀點。

早期實用主義學家，比爾斯（Peirce）及詹姆斯（James）與杜威學派有相當的距離。比爾斯認定實用主義是為了彰顯形而上學理念而引申理念意涵的事物，至實用效果。杜威及其哥倫比亞學派却祇重視成長、變化、無常及世界的發展，直指對源頭、終極、目標、意涵的思辯，毫無意義；并強調可由制約的環境輔導著手，使一切改變趨向人們期待的成果，縱屬一時退縮的行徑，亦無不可。因此，杜威認定，形而上學無可能為其區間演進之理念，提示方法途徑。此外，杜威在教育解說中，一貫其成長原則的立場，標榜生活即教育，并提出學生興趣中心說的教育理念。

早期英國工業化轉型期間，利己主義是功利主義中重要一環，惟堅持其必須與公眾利益相結合的原則，以謀求群體最高利益，為其核心。因此，功利主義指出凡有用者，即屬至善，而是否有用，可由理性思辯來界定。這一構想，亦為當時政治、經濟、社會科學所倚重。

自拉斯基（Laski）提出經濟平等是保障政治自由的要素之一以來，大致認定民間

富裕可抵禦焦慮不安與私慾壓力，故個人求取財富，不僅是其興趣所在，也是國家施政的重點。層層相因，在忘却群眾利益下，現社會狹隘功利主義，不無抬頭現象；金錢既為人們生活上最有用者，故機會主義的金權活動，乃有轉趨活躍之勢；普天之下，各地多少可找到一些實例佐證。

更進一步來說，設若現社會年青一代，大多數的興趣，不幸受到現實的影響，對財富追求，遠勝於興趣中心說要求的自我專長按部就班地養成與享用，則實用主義教育，在放棄形而上學中既不能否證，而又不能全面實證的目標指稱下，最後將何去何從，值得科學教育界深入推敲。

八、解決問題之確證接受

科學研究的目的是在於解決問題，以求得真理為最終歸結。惟因真理之發掘，猶待逐步逼近，非一蹴可幾，顯見科學上一切解答，皆有其暫時性特徵。其實，科學家面對感性科學數據，可能因對其組合過於簡化，也可能數據本身有欠完整，抑或由於兩者綜合緣由，影響了答案的正確性，有待進一步補充或修正，再予確證。當然，科學問題也可能有數個答案可加確證；於是，科學家便依循方便、簡單或美學觀點的價值判準，決定對其排斥或接受。

科學理論或假設的確證是科學活動中的重要步驟，但確證必須期待更多事實證據。當然，經歷更多、更新數據支持的科學理論答案，自然在科學界具有更高的信度。若科學理論在確證過程中，可經由理論本身預測的數據，加以確證，則對其支持程度，勢必更為提高。

接受與確證兩大過程，對科學理論來說，除共具暫時性特徵外，更需同具無害於大自然的特性；就後者之價值要求來說，即科學成果屬道德中立者，而科學活動，必須遵守道德軌範。此外，接受與確證科學理論陳述，兩者間并無絕對依存關係。這意味著邏輯學上，面對發明、創造的剖析與詮釋，却是表現最弱的一環，應予強調。

亨普爾（Hempel）曾指出理論陳述，亦可由上而下，加以確證，亦即由較高涵攝性的理論命題，支持較低者的確證。然而，科學理論命題的應否予以接受，受制於高一層涵攝性理論、語言、概念、基模、方法、限度等的統合意涵，即為庫恩（Kuhn）典範理論中的當今典範所左右。典範是當代科學社群賴以對待科學理論陳述的張本，其形成之一項因素，在於群眾心理的欲成，故而不無預設立場的干預影響。也就是說，有時亦可能藉形勢的塑成，形成對科學命題的排斥或接受。歷史上，自然科學發展，難免此類實例；所幸，典範亦具暫時性特徵，經由庫恩所說的科學革命，典範既可推翻，也可

重建。學術上，經科學滲透而自稱屬科學範疇的幼年期或成熟期各學門科學，其受典範制度信仰上的影響而直接接受其命題者，例證更多，不勝枚舉。（註10）

如前所述，確證與接受科學理論，除信度上以及可信的依據有可能不同外，彼此亦無依存關係。換言之，確證的理論，有時接受，有時也可能不接受。同樣，未經確證的理論，也可因整體文化之需求或客觀條件之必須，而暫以假設狀態加以接受。不過，在經驗主義當令的今天，確證者較能為科學界接受；而未經確證而經接受者，祇需一個經驗上的否證事實，即可全部推翻。

其實，確證與接受科學理論間，在人類心智判斷上，尚留有邏輯上的灰色、模糊地帶。科學教育界對此實有進一步探究與澄清的餘地；似應致力於發展出一套人文與科技間的平衡機制，以為人類面對確證或接受問題時，能分別由久期性或暫時性解答問題的立場，選取適度的人文、科技成分，俾形成最佳決策。所謂久期性或暫時性解答問題，視答案之解答問題，是否衍生或潛在新問題，而有所區別。

人類不應胡亂全盤接受尚屬幼年期、成熟不足期或縱屬成熟然未必與人文平衡的諸學門科學的理論陳述。否則，人類不免失去自我主宰，而自貶為科學理論中有待試誤的小白鼠，而陷入不幸劫數的深淵。

筆者特引用以下這兩段話，供我們深思、警惕，即：「人類跟科學的關係，就像浮士德（Faust）跟魔鬼麥費斯塔弗里茲（Mephistopheles）的關係，人不得不受到它的引誘，我們沒有說“不”的自由，……」以及「科學所提供給我們的自由，癱瘓了我們的罪惡感，模糊了因選擇而產生的責任問題。」（註11）

叁、科學教育發展的前瞻原則

自第二次世界大戰結束以來，科學教育逐漸抬頭，脫離一般教育科目，在促進商品生產的前提下，自成體系，以求發展。溯自本世紀五十年代，自由世界面臨冷戰中，蘇聯史潑尼克升空，為挽救軍備均勢，提振抵禦集權統治力量，科學教育便以加速培養專精研究自然科學人才為目標，進行了一次世界性改革運動。隨著八十年代開始，世界性冷戰緩和，東西兩方邁向和解，科學教育顯見有低盪之勢，乃見提出再出發的要求，并有拼合世界性社會問題，一併再檢討的建議。

一般說來，科教再出發，迄今祇在動議階段；實際行動中，也祇散見STS或2061課程的着手編撰，顯然欠缺學術理念上的全盤整理而漠視基礎理念思辯發展的依據。由當前科學教育界之研究重點看來，今日的科學教育不免仍承襲以培養專研自然科學人才

為目標的單一路線，而將科學重智、重商、重防禦下的晉進模式的推動，可能妨礙人類整體文化建設的宏觀問題，棄置不顧。

從宏觀觀點說來，科學教育的實踐架構，迄今仍忽略人間切身問題的處理，而強調國力成長；換句話說，還停留在以後繼較比王道的暴力，抵禦既成暴力的以暴易暴的基礎上，忽略教育本身應同時採取改造下一代的積極、進取手段。這樣的科學教育，不無墨守成規，不求積極進取、成長，自甘墮落為教條，難免有步向沒落的趨勢。

科學教育，若欲大刀闊斧改革，勢必為當前世態、目前社會、未來世界上可能變化，設計出一套既能維護國力，也能增進世間祥和之氣的策略，以為因應。茲參考上節所述科學理念上的種種疑難之處，體認其隱含的優劣點，就科教立場，提出以下建議。

一、討論科學教育問題，至少應對人文與科學兩個名詞，作透徹的分析與界定。今日教育系統內，一般將人文與科學相互對立，而人文涵蓋宗教、哲學、文學、藝術、語文等科目，並將科學範圍在數學、物理、化學、生物、地球科學、應用科學內。若果如此，目前的社會、行為、心理、政治、經濟等科學，是否應有第三類學術命名？若否，則科學教育在論及科學時，勢必包羅社會等學門，並在廣義人文的命名下，把一切人類文化活動與成果，全部包括在內。本文中屢次使用的人類整體文化或整體人文等詞彙，其意義即在於此。筆者并試圖界定其為：「基於人道上仁慈、同情等立場，暫時將上帝一詞擱置一旁，純粹經由人本的努力與貢獻，所構建完成的全盤活動，包括習俗、器皿、學識、典章、制度等各方面的成果。」

二、科學教育常提示其目標在解決問題。然而，科教解決的祇是求真問題嗎？在人世間，除求真之外，科教應否還考慮求美與求善的問題？又科學教育曾否考慮，一時問題的解決，可能又引發新的問題產生？縱然，學術上往往不可能獲致永恆的答案，一勞永逸地解決問題，但是，也不得不對問題的侷限性，提出可能的忠告，使理論上的新答案，變成兼顧「既成思想」與「能思想」兩方面特性的擴散思想。在宏觀上的遠程考慮下，例如對泛用科學稱謂的種種自然科學以外的學門，由於其影響民間既廣且深，科學教育歷來皆未對其可能為下一代，衍生的後果，提出「思辯」的主張，值得加以商榷。

三、教育界一般皆接受生活即教育，或倒置成教育即生活的觀念；殊不知，今日人類在宇宙間的活動，因着過往幻想科學萬能，以至生活空間愈變愈小，而將地球形容成太空艙，意味著人在生活中，應有爭取生存（Survival）的準備。準此，科學教育何不直接以求取生存為目的。也惟有在生存許可下，即個人與他人間以及人類與大自然間，具有和諧生存條件時，才有有意義生活發展的可能。換言之，對人類來說，生存確較生

活，更為重要。

四、科學學門以及各種學科，其區分一般來自人為的因素，而人為的處理，往往固守本位，堅持己見，排拒異義，以凸顯其專精下，一派之言的重要性。經驗、實證、理性、直觀、辯證、實用等學門，雖都各具所長，亦難免各曝其短。誠如先賢提示，我們必須容忍異己，以收他山之石之效，確係真知灼見。科學教育並不以研究科學哲學為目標，然必須了解科學運作及其結果處理的全部理念。在眾說紛紜，各擅專精的情況下，科學教育自應接納眾說，加以綜合運用；並以培養專精科學人才以及建立兼顧人文與科技的通適課程，作為科學教育努力的兩大目標，進行研究發展，達成人類求得和諧生存的最終目的。

準此，在整體人文來說，科學教育也應包容形而上學的種種學說，並加以精確選擇與明晰界定，以為推廣傳習的準備。因為，形而上學的陳述是分析陳述與綜合陳述間的灰色、模糊地帶，具有不可否認，也不可全部實證的特徵，自可為科學家與科學教育家的思想行動，提供調節、指導、批判、探究的作用。我們應認識，尊重形而上學的啟示，可以豐富科學創造、發現的孳生，也可避免走向思想上的偏頗。

五、政治上常有所謂暗藏玄機，使人高深莫測，而利陽謀或陰謀等的得逞。同理，工商技術界用專利、智慧財產等保護措施，以獲取利益。兩者的運作方式，殊途同歸，以求取私利為目的。科學學術，既不扮演工具主義角色，是舉世皆可共享的權利，無所謂策略或專利等藏私的理由。科學家不僅應坦率公開科學發展的成果，並應廣徵各方意見、建議，以共同促進科學進步，逼近真理，豐富整體人文；所謂科學無國籍，其理在此。況且，掩飾科學活動、成果及其運作理念，徒然增加野心人士挾持科學優勢機會，以圖謀一己或一族群利益而將其轉化成干涉、妨害他人的強制壓力。科學資訊的不容藏私而應全面平等公開，既是培養精研科學人才的必要手段，也是科學教育求取人類和諧共存於這一宇宙間的有力保障，更是杜絕人間籠罩着恐怖不安的最佳方法，並是人類因應未來未知變化，進行最優自由選擇的有效依據。

六、科學理論與實驗技術的發現與創造，是存疑中科學逼近真理的關鍵問題。心理學上，透過對人類認知的流暢、變通、獨創、精密等過程，間接衡量人的創造能力。顯見，創造與發現，甚難以理性抑或經驗信念，加以概括說明。何況，歷史上有甚多科學創造與發現，是在偶然情況下完成。

一般說來，科學理論上嚴密推理的習慣、抽象思考的能力、複雜事務的處理等，邏輯學的貢獻，居功厥偉；然而，對科學演變，所以形成的發現與創造，則邏輯少見主

張，僅在發現與創造之後，加以驗證。

我們知道，數學活動的對象已由確定現象與隨機現象，開拓至模糊現象的解決。邏輯推理宜進一步，推敲創造與發現過程，猶似泛析理論的運作，另行開闢創新決策思考能力提升之道。（註12）

七、如前所述，科學陳述的確證，未必絕對對應對此陳述的接受；反之，未經確證的陳述，亦有以假設的方式，加以接受的例證。科學陳述的接受與否，其依據往往為當代科學典範的取捨態度所左右。既然，典範的運作，隱含群眾心理的主觀意識，因此，科學教育勢必為理性思維的科學陳述，是否可予接受，另訂理性判準。管見認為，懷疑、實用、解決問題應可界定為理性科學陳述能夠存在的三大客觀判準，即符合以上三項要求，而其存在有利於學科的擴散思維發展者，可予容忍、接受。惟在接受陳述時，應強調其適用的理性判準，係屬懷疑、實用、解決問題三大類中的何一類別，以免錯誤引用，反而混淆大眾聽聞。譬如，運用液滴模型解釋原子核行為的例子中，此一陳述，可以懷疑，亦可在有限範圍內實際應用。換言之，此一陳述即因具懷疑與實用特性，而予接受；至於，是否已解決問題？則，斷無可能；因為，用此模型解釋較大原子核，則偏離實際數據甚遠，而引發更多混淆的結果。

八、自然界的事與物，本來就已至為複雜，再加人類分別學門、學派加以闡述與說明，使專用辭彙與專有名詞，更為龐雜。如前所述，人文在界定上，已有困難，分廣義與狹義之別；同理，科技一詞，亦復如此。科學教育在人文與科技平衡上，宜持一般世俗的見解，以狹義的人文解釋為準，俾便其在理解上易於與科技對立。

管見以為，科學教育應有毅力，為兩者之平衡，發展出一套平衡機制，而為廣義人文健全發展，提供中肯的選取模式。至於，此一機制又如何幫助世人，就不同成熟程度之人文與科技學說，選取適當成分，以符合種種不同開發程度國家情勢，則猶待共同努力，進一步加以推敲。

九、科學研究態度上，國人始終停留在大膽假設、小心求證的基礎上。惟就經驗意涵解釋，大膽假設，似有跳脫過遠的顧慮，漫無標準，可否包括夢魘幻覺？而小心求證，祇屬中間過程，對問題的是否解決？未予清晰指出。因此，凡事祇要大聲陳述，且在求證中，即可能誤會成科學研究態度下的事與物，相信絕非原意所可認同。茲針對上節第六點所提六項問題，提出科學教育對科學研究態度的主張，即：應有獨立的意志、自主的意識、批判的論斷、創造的奉獻、求證的過程、真正解決問題的使命感。如此，才足以描述科學研究者，所抱持之全部風格。

十、針對本年元月一日，科學教育月刊第一五六期刊載拙作，所提十大問題，管見所及，認為科學教育應以認識的傳習為主，在求取生存與充分發揮每人潛能的前提下，為下一代之適應未來不可知變化，預作準備。科教傳習內容，應三位一體，包括科學概念、科學方法、科學態度，並在可能範圍內，使下一代能兼顧人文與科技之貫穿悟解。科學教育講究的是科學理念，故無科學哲學派別之標誌，即先驗、邏輯、歷史、經驗、實證等經驗或理性探討，無所不包，以促進科學社群與非科學社群的相互溝通，解決科學盲上方法、態度、理念的欠缺。科學教育既重視專精科學研究人才的培育，自無不屬科學之理；同時，亦專研兩種社群間溝通的通適課程發展，故亦屬人文的學門，可謂肩負力避人為劫難的重責大任。綜上所述，科學教育應致力研究適合整體人文完滿發展的人文與科技間的平衡機制，並冀期以簡單公式，加以呈現。若果科學教育必須推動本世紀以來第二次改革運動，顯見，應由整體性宏觀着手，求解微觀上教材、師資、課程、資源、社會大眾科學盲等問題。

肆、結 語

本文係作者，針對社會上出現眾多科技時代的困境，而提出科學教育再出發的芻議。內容上、謬誤、缺失、掛一漏萬之處，在所難免，尚祈海內外專家學者，多所批評、指正。

本文撰寫中，承本所副教授楊文金博士參與討論，給予指教；並承國科會科學教育發展處處長許榮富博士多所贊許，一併致謝。

參考資料

註1：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。

註2：傅偉勳，西洋哲學史，台北：三民書局。

註3：舒煒光、邱仁宗主編，當代西方科學哲學述評，台北：水牛圖書出版事業有限公司，80年11月。

註4：Imre Lakatos, The Methodology of Scientific Research Programmes, London: Cambridge University Press, 1978.

註5：勞思光，存在主義哲學，香港：友聯出版社，1959。

註6：萊興巴哈，吳定遠譯：科學的哲學之興起，台北：水牛出版社，75年10月。

註7：趙金祁、許榮富、黃芳裕，科學哲學對科學知識主體主張的演變，科學教育月刊154期，81年11月。

註8：Garvin McCain & Erwin M. Segal, The Game of Science, California: Brooks/Cole Publishing Company, 1973.

註9：永井潛，黃其佳譯：科學總論，台北：台灣商務印書館，56年12月。

註10：Carl G. Hempel, Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science, New York: The Free Press, 1965.

註11：王溢嘉，賽琪小姐體內的魔鬼——科學的人文思考，台北：野鵝出版社，81年2月。

註12：H. J. Zimmermann, Fuzzy Set Theory and Its Applications (Second Edition), Boston: Kluwer Academic Publishers, 1991.

國立臺灣師範大學科教大樓落成 科學教育中心與科學教育研究所喬遷

編輯室

本(82)年2月16日，風和日麗，吉時良辰，本中心與科學教育研究所，在魏主任兼所長指揮之下，自理學院大樓之一隅喬遷至新落成之科教大樓，以充份發揮功能，深信今後科學教育研究所之研究以及本中心業務，均將蒸蒸日上。關於新大樓籌建經過，樓層分配與功用，另有專文報導，載於下期本刊。於茲，先將本校梁校長尚勇所撰本大樓落成記石文，轉錄如下：

國立臺灣師範大學理學院科學教育中心暨科學教育研究所大樓落成記石

科學之發達關繫人民之福祉社會之繁榮國家之興盛欲求人民永享幸福國家長安久立科學教育實足珍視也民國六十三年三月教育部為加強科學教育之研究實驗與推廣特指定本校成立科學教育中心復准民國七十六年八月起設置科學教育研究所歷年頗見績效為落實教學發揮功能爰建此大樓以利研究推展冀望師生勤勉奮進厚植學力進而將科學教育推廣於各級學校社會強化國本福澤民生實所殷盼大樓築基於民國八十年七月歷時一年民國八十一年八月竣工計地下一層地上八層樓地板總面積八二四五平方公尺茲值新廈落成喜為之記

校長 梁尚勇 謹識