

科技發展與教育革新

黃季仁

行政院科技顧問組

一、前言

時代的科技特快車，不斷的向前奔馳，科技的威力，「上窮碧落下黃泉」，遍及全球，小而言之，改變了人們的日常生活；大而言之，影響到國家的軍、經大計。是以「科技立國」的呼聲，各國紛紛的先後唱出，隨之，科技爭霸戰，遂成了國際間另一型態的奧林匹克大賽，揭開了科技的「戰國時代」歷史新頁。

放眼台灣，我國的自然資源缺乏，人力資源十分充沛。我們應通過各層級、各層面的教育運作，提升我人力的品質，一方面增加個體的工作力，一方面強化羣體的生產力與競爭力，能在國際科技大賽中，贏得金牌、銀牌，塑造家國的新形象，這是我們所面臨的時代挑戰，也是吾人應全力投入的工作領域。

二、科技社會的透視

傳統農業社會，環境單純，生活方式固定，變遷少，變遷小，變遷慢，人們生活在其中，安土重遷，不覺其有變，無特色可言。現代的科技社會，那就大大不同了，其特色有：

(一) 資訊、知識爆炸：

- (1) 「爆炸」之意，是說：資訊、知識，來得多，來得快，還來得猛，令人有「震撼感」，「應接不暇感」。
- (2) 資訊、知識，隨著時間的推移而不斷成長。
- (3) 資訊、知識，超越空間的限制而快速的擴散、交流。

(二) 科技理論的發現（明）到實際應用，「時差」越來越短。

比方說：照相機從理論到應用，中間經歷 112 年；電話是 50 年；無線電是 35 年；雷達是 15 年；電視也是 15 年；原子彈是 6 年；電晶體是 5 年。

(三) 科技發展的遠景與新貌：

(1) 就材料科技來說：

積體電路（IC），使電晶體時代，又往前推進一步，它不但具備體積精巧的優點，同時也縮短了電流在各元件之間通過的時間，而且又兼具快速反應的特性，日常生活中常見的計算機、微電腦、個人用電腦（PC）、文字處理機等電腦化機器、照相機、電子鏡頭、汽車等，都採用了電腦組件。於是大型積體電路，成為現代家庭用品裡不可或缺的材料。

其次「結晶金屬」與「非結晶金屬」的研究，已有極大的突破，帶動了科技方面若干新的變革。

新陶瓷，可用在核能、海洋、宇宙開發上，作為驚人的革命新材料。陶瓷引擎，可造成汽車大進步，其效能的優越，是駕駛人員所渴望的。

(2) 就醫療科技來說：

不久的將來，病患可不上醫院就能應診，只要找一間「自動快照」的電腦診斷室，求診者體溫、血壓、心跳和心電圖……等，便可一目了然。治療方面，隨著生物科技的發達，像「干擾素」、「胰島素」……等類價格昂貴的內科藥品，也可大量廉價供應。雷射刀可在手術時，不會出血，安全性大大提高。臨床醫學，很可能走上一切悉由「電腦診斷」的作業過程，同時，人造器官的時代，也要到臨，人類不必再為內臟功能的毛病擔憂了。

(3) 就能源科技來說：

人類對煤、石油等等的資源大量開採、消耗，使大家擔心會有面臨枯竭的一天。「需要是發明之母」，人類可因受到主觀環境的強大壓力，運用科技智慧，從太陽、風力、水力……等，去開發新的能源。世界的科學家，正把目標指向取之不盡用之不竭的太陽能源和海洋能源方面，去大動腦筋，而以「核融合」產生熱能。

(4) 就機器人科技來說：

機器人在現代社會裡，扮演日益重要的角色，現正在機器人工程學與超大型積體電路精益求精的發展下，「智慧型」機器人，也將誕生。馳騁火場，救人

滅火或危險粗重的工作，就捨機器人莫屬了。它不會鬧情緒，忠誠不二，孜孜不倦的工作下去，始終保持優良的效率。

人類或可因此節省更多的精力，從事其他文化方面的發展，把心力投入消閑活動的領域，提高生活品質，創造更燦爛的明天。

(5) 就生物科技來說：

「生物工程學」，在遺傳科學上，掀起巨大的波瀾。隨著遺傳基因的逐次詳細揭曉，異種生物之間，是可以使人工的方法，來加以組合的，此即「遺傳基因重組法」，人類善用這種技術到積極有效的方向上，即為「遺傳基因工程學」，這些研究和努力，將使遺傳病絕跡，比方說，血友病患者，把正常的遺傳基因，移入患者的體內重組，以達到治療的目的，這將使原本束手無策的遺傳病治療，邁入新的紀元。

(四) 科技社會變遷快速：

- (1) 高速度的變。
- (2) 加速度的變。
- (3) 「倒立的」螺旋式的變。
- (4) 連鎖性的變。
- (5) 計劃性的變。
- (6) 持續性的變。
- (7) 以變為常。

三、科技發展的衝擊

(一) 對經、社的衝擊：

科技投入社會後，引起了經濟面、社會面許多的波瀾與變革，對一般老百姓來說，科技發展的結果，是帶來了一些新的產品、用品、或服務，拓展了一部份新的就業機會，這是對科技成果一個狹義的認知。事實上，科技發展的影響，是十分廣泛而深遠的。比方說，以電池為例，它的影響，不止於電筒、手錶、攝影機，更重要是在汽車、飛機、動力機械、人造衛星等等的運轉，沒有電池，這個社會將瀕於停擺狀態。

再以通訊為例來說，從有綫電報、無線電報、越洋電話、快速電報，到今天的

傳真機（FAX），已革新了訊息傳遞的管道。

至於電腦，無所不在，它已廣泛的應用於今日社會裡，各色各樣的行業中。

最近兩三年來，高溫超導體研究的初步結果，引起了國際性熱烈的期待，主要原因是在「高溫」所帶來的經濟價值。舉例來說，假如未來磁浮列車成為事實的話，從基隆到屏東，只要三刻鐘的車程，到那時，台灣的區域發展，將更為均衡，目前很多地區的地價狂飆，交通擁塞的困擾，將可迎刃而解。因此，我們可以說科技發展，改變了人羣的經濟面、社會面的運作與型態，也改變了個人與羣體的關係，科技的衝擊是全面的，深入而久遠的。

（二）對觀念的衝擊：

科技的發展，不僅對「硬體性」的方面，產生許多影響；就是對「軟體性」方面，也帶來很大的衝擊，引發了「觀念」的革新，就是其中之一。

（1）科技化的觀念：

在傳統農業社會裡，有些常用到、聽到的觀念，「慢工出細活」、「良藥苦口」、「急事緩辦」，在現代社會裡，由於科技環境的需要，以及通過科技性的處理，觀念也變了。自動化的大量生產，「快」工出細活；膠囊、糖衣的處理，良藥「不」苦口，甚至於可口；時間就是金錢，分秒必爭，時效特別重要，不容許老牛破車式的拖下去，所以急事「急」辦，有其必要。

（2）觀念的科技化：

有許多觀念，流行若干年，有它的道理，但在今天社會裡，應賦予它科技性的時代意義。比方說：

「人定勝天」，是一個了不起的觀念，在今天，通過科技性的處理，方可勝天。從前是「靠天喫飯」，現在是靠「人」喫飯，換句話說，是靠「科技」喫飯，台灣的工業革新、農業改良，就是最好的例證。

「有土斯有財」，是傳統的經濟觀念，今天，特別是未來，人類運用「生物科技」、「遺傳工程」等等高科技，生財不一定靠「有土」，沒有土，也可以生財，甚至可以發大財。

「雙手萬能」，是多麼漂亮的一個觀念，在今天，勤於用手還不夠，還要加上科技性器具的多用、善用、樂用，方能強化「手」的功能，提高「手」的附加價值，這才是雙手萬能的時代新意義。

四、科技發展與教育革新

教育與時代、社會，是互動的，更是持續互動的。教育問題的解決，促使時代、社會的進步；時代、社會的進步，又替教育帶來新的問題。科技，一天一天的發展，高速而加速，日新而又新，在此種情勢下，教育，應與時代、社會同步而革新，促使社會的成員、國家的國民，行為與品質，與時俱進，而不會淪為時代的落伍者。教育是多層級的，多層面的，在此，願就統合的觀點，作抽樣式的提出與說明。

(一) 科學教育

科技與科教有關切的關係，科教是科技發展的營養，科技是科教成長的誘因。有關科教革新面，是多元的，在這裡，僅就科教政策的走向及理想、觀念革新的落實兩方面來說說：

(1) 科教政策的走向：

- ① 藉科技發展之助力，來推動科學教育，充實科學教育，革新科學教育。
- ② 強化科學教育，來促進科技再發展、再提升。
- ③ 通過各式的科學教育「網」(Net work)的有效運作，促使「科技」與「人文」的緊密結合，建立起一套以「人」為本的新科技文化。

(2) 理想、觀念的落實：

新時代的來臨，科教應有新的理想與新的觀念，但不能停止在理想、觀念層次上，更重要的是要將理想、觀念行動化，換言之，應通過科學教育「教」與「學」的歷程，將其落實在學習者的身上，始有教育的意義與價值。

在此，願意提出幾點看法，供大家參考：

① 學習自動化

(a) 興趣

科學教師，不僅教以「科學知識」，還應培養其「學習興趣」。學習的歷程是長程的，甚至是終身的，在今天、明天科技社會裡，知識具高度的新陳代謝性，一方面知識在不斷的成長，一方面又在持續的衰退，知識是「學」不完的，也是「教」不完的，教師應設法培養學習者的學習興趣，增強其求知動機，不僅教以「應該學」，還應教以「樂於學」。應該學是「成人本位」，樂於學是「學生本位」，教師最好使二者合而為一，那就是：學生樂於學的，也是他應該學的；學生應該學的，也是他樂於學的。

(b) 方法

科學教師不僅教以「科學知識」，還應教以求知、學習科學的「方法」。知識固然重要，但不應長期停止在傳授知識的層次上，是應在「教」與「學」的過程中，指導學習者求知、學習的方法。學習者如能懂得方法，還能運用、多用、善用、樂用學習方法的話，即可：獲得知識、選擇知識、處理知識、驗證知識、精煉知識、組織知識而創造知識。

在今天、明天科技社會裡，教師不僅是科學知識的傳授者，更重要的是求知學習方法的指導者；學生不僅是科學知識的接收者，更重要的是求知、學習方法的運用者。

總之，興趣的培養與提升，方法的指導與運用，是科學教育領域中，重要的，重要，根本的根本。興趣是學習之源，方法是求知之鑰，有了興趣，就會願學、樂學；有了方法，就可能學、善學。學習者，既能且願，在學習過程中，自會樂在其中，欲罷不能；在學習品質效果上，自會蒸蒸日上，事半功倍。「學習自動化」的理想，就可落實了。

② 學習高層化：

(a) 能力

科學教師不僅教以「科學知識」，還應輔導學習者將知識轉化成爲「能力」。知識是什麼？知識是靜態的認知，它是：經驗的獲得，事實的了解，資料的儲存。至於能力是：動態的作爲，它表現在解決問題，適應環境的實際層面上。能力的內涵，少不了知識，但知識與能力二者之間，不能畫等號，有知識不一定有能力。「轉化」的過程，應是「知」與「行」合一，「學」與「思」並重。教師不僅教以如何去「知」，還應教以如何去「行」；不僅教以如何去「學」，還應教以如何去「思」。

(b) 智慧

科學教師，不僅教以「科學知識」，還應輔導學生將知識提升成爲「智慧」。知識是經驗、事實、資料、材料、工具；智慧是運用資料、工具……等等，形成高層次的看法與做法。有了智慧，可以看得遠、看得大、看得高、看得深、看得全，隨之即可有超越、卓越的作法。至於「提升」的途徑，應通過「融」、「會」、「貫」、「通」的學習心路歷程，教師不僅教以如何去「接收」、「儲存」知識，還應教以如何去「消化」、「整合」知識。

明日的科技發展，將更趨向於技術、知識、智慧的密集與結晶。資訊科技、自動化科技投入社會後，人們從事「純」體力性工作的重要性，將是「行情看跌」，從事智慧性工作的重要性，將是「行情看漲」，而且是不斷的在漲。科學教育，何去何從？吾人似應有所選擇了。

綜上所述，知識轉化成爲能力，知識提升成爲智慧，即可使知識昇華而促進學習高層化了。

(二) 電腦教育

生活在資訊科技社會裡，常常與電腦爲伴，它成爲人們工作、生活的夥伴，因此，「教育」遂與「電腦」發生密切關係，「電腦教育」就應運而生了。

所謂電腦教育，何所指？試作一詮釋：它是：

- (1) 學習者自電腦中學習(Learning from computers)。
- (2) 學習者與電腦共同學習(Learning with computers)。
- (3) 與電腦一起思考的學習(Learning about thinking with computers)。
- (4) 電腦管理學習者的學習(Managing learning with computers)。
- (5) 關於電腦的學習(Learning about computers)，此即培養學習者的「電腦素養」，如介紹：電腦的發展史、電腦的硬體、軟體程式、電腦的操作……等等。

在從前農業社會裡，不管你是那一行，都要學習「珠算」，因爲它是人們生活中，不可或缺的工具。時代跨進了科技社會，電腦就好像是昔日的珠算一樣，學會了，可獲得許多方便，電腦可以有效的將一切的資料與訊息，作有系統的歸納、整理與分析，這是大家所知道的。

通過電腦教育的運作，培養一般國民的電腦素養，是今天、明天教育的新任務、新使命，但有兩點觀念，似須在此加以澄清的。

- (1) 電腦是一般人常說的，也許會引起人們的誤會，其實，電腦本身無「腦」，它之所以有腦，是靠人腦。資訊科技時代來臨，第五代電腦，行將問世，大家正熱烈的忙著去開發「人工智慧」。我們若從高層次的角度去看，人工智慧是要去開發，更重要的是要去開發「人的智慧」，那就是「腦力」的開發，才是根本的根本。

台灣地區天然資源少，人力資源多，腦力是取之不盡，用之不竭的，極具開發價值。我們應有新的眼光、新的作法，去看、去處理我們現在、未來的教育。

- (2) 資訊與電腦，有不解之緣，雖然如此，但電腦卻並不等於資訊。這似乎有類似於交通與汽車（或火車、輪船、飛機……）的類比關係，汽車雖然是解決交通問題的一種有效工具，但汽車卻不等於交通。這點也是非常重要的，必須弄清楚。

(三) 應變教育

科技發展，引發了社會變遷，並以「以變為常」的姿態出現。生活在傳統社會裡，比較著重「守常」，生活在今天、明天社會裡，應該著重「應變」。施教者，應採取革新的措施，通過多種教育管道的運作，去培訓學習者分析的頭腦、預測的知能、選擇的智慧，賦予他們「應變」的本領，使其能：

- (1) 知變—知變不惑。
- (2) 處變—處變不驚。
- (3) 制變—制變若定。
- (4) 用變—以變應變。
- (5) 創變—進一步更能創變而開創新局。

(四) 生活教育

科技時代的新潮，一波接一波的逼近我們，生活教育的內涵，亦應有所革新，賦予它時代意義，茲以下列三項為例來說明：

(1) 做人與做事

施教者不僅教以如何「做人」，還應教以如何「做事」。中國傳統教育，講究的是如何做人，比較重「情」，親情、鄉情，在生活中的優先秩序，情，常常是排行第一。現代科技社會，講究的是「做事」，比較重「理」，事理、法理。從前是情理法，現在（未來）應是法理情。講理並不是不講情，而是要在講理的前提下講情，情，是不作第一考慮的，我們應以理化情，不要以情害理。

(2) 成功與失敗

施教者，不僅教以如何去追求「成功」，還應教以如何去因應「失敗」。科技的社會，多變而日新，為人們帶來較新的出路與成功的機會，也因而增多了失敗與被淘汰的危機。我們固然要教學生如何把工作做好，獲得成功的滿足。成功是可欲的，失敗是難免的，「天下事不如人意者，十常八九」，為人師者，利用各種「教」與「學」的管道，在態度方面，教以如何去面對挫敗，在方法方面，教以如何去處理挫敗，而能化險為夷，轉敗為勝。失敗並不可怕，為失敗打倒而爬不起來，那就真可怕了。

(3) 過去與未來

施教者不僅教以「過去」，還應教以「未來」。科技時代的巨輪，高速的向前奔馳，教學者，應具有前瞻性、未來觀。我們對過去，應該知道，但不能完全停止在過去的層次上，更應對未來情勢，有所認知。教師對學生，不僅教以：了解已然，尋求實然，再應教以：探索應然，預測未然。對未來有所認識，纔能在心理上無畏於未來；對未來有所準備，就會在行動上勇敢的步入未來。否則，只告訴他們過去是如何如何，而沒有告訴他們未來應如何如何，那教師所扮演的角色，有如歷史博物館的一個「導遊員」而已。

(五) 技職教育

在變動不居的科技社會裡，今天、明天的技職教育應：

- (1) 教師不僅教以「就業」的知能，還應教以未來「轉業」的準備。「一朝學成終身受用」的觀念，已不合時宜。據專家預測，一位二十幾歲的技職工作者，在未來四十餘年的職業生活中，可能需要五到七次的轉業，「一技」之長不敷用，還應具「多技」之長。
- (2) 教師不僅以基本技能，還應教以高層次能力的養成。所謂高層次能力，是指：推理、思考、分析、綜合、判斷、創新……等等的的能力。
- (3) 教師不僅教以如何去「做」，還應教以如何去「思」。
- (4) 教師不僅教以「技巧」，還應教以「方法」。
- (5) 教師不僅教以「如何謀生」(How to make living)，還應教以「如何生活」(How to live)。

(六) 消閑教育

科技高度的發展，新產品的推出，層出不窮，人們利用它，省力、省時，隨之閑暇時間，較前增多。閑暇，固然是文明（化）之母，也可能是罪惡之源。是以生活在現代社會裡，消閑教育的加強與革新，應是當務之急。

(1) 消閑的意義：

中國人向來不鼓勵人去玩，「勤有功，戲無益」，其實，玩（消閑）是工作的心理投資。

今天、明天，人們是為「工作」而生活，也是為「消閑」而工作，消閑不再是少數人有錢階級的獨享。而是大多數的人共同問題。從前大家所關心是食、衣、住、行，現在還要加上兩項一育、樂，這是民生主義的主要內容。

從現代教育革新的觀點看：教育不僅給予學習者許多知識，還應培養其「願」消閑的興趣，以及「能」消閑的能力與本領，才算是一個現代人。

(2) 消閑的新方向：

所謂「閑」，並不是無所事事，而是在另一種型態作事、活動的過程中，去把「閑」「消」掉，這就是消閑的真意。

- ①由個人的消閑，走向羣體的消閑。
- ②由靜態的消閑，走向動態的消閑。
- ③由室內的消閑，走向室外的消閑。
- ④由娛樂性的消閑，走向多元性的消閑（如：文藝性、體育性、觀光性……）。

準此，教育即應朝此方向，多加注意，多下功夫了。

五、結 語

科技發展的內涵與步伐，促使各種教育的革新，二者是互動的，互補的。強化科學教育，充實國民科學修養；推動電腦教育，使國民免於作「電腦文盲」；實施應變教育，使國民能「運籌帷幄，決勝千里」；革新生活教育，有助國民現代化；推展技職教育，使「謀生」與「生活」，一舉而兩得；重視消閑教育，使「工作」與「休閒」兼顧，促進生活平衡。

時代腳步，快速的向前走，教育亦應隨之不斷的革新，二十世紀，行將屆滿告退，我們能否昂首闊步的邁入二十一世紀新的明天，就要看我們採取如何的看法與作法了。