

資訊時代的教學新模式

李勝富

駐休士頓文化組秘書

過去十年間，教育工作者與企業負責人對於運用電腦作為教育、訓練工具（Computer-Based Education and Training，簡稱CBET）之前景發展一直寄予厚望，結果卻不得不承認效果未如預期；各級學校及商業界在電腦軟硬體上所投下之鉅額資金結果並未獲得合理的投資報酬。學習訓練僅在程序自動化上有所進展，然而新的學習模式則並未建立。現在，在新一代科技紛紛切入各學校與訓練中心之際，情勢已經有所改變。唯讀光碟機（CD-ROM Drives）、區域網路（Local Area Network, LAN）、國際網際網路（Internet）、多媒體（Multimedia）、以及合作軟體環境（Collaborative Software Environment）等的爆炸性成長已孕育出新一波更優越的學習工具。不僅在教育的生產力上有所提升，學習本身更將發生革命性之質變。

這些新的教學構想來得可謂正是時候。當此各公司紛紛進行大規模的裁縮（Downsizing）以因應資訊時代的經濟體制之際，企業要求員工們必須更具彈性，訓練更為充分，尤其更須能善用新科技。同時，企業界也希望學校教育出來的學生能夠具備新一代的技能，而在訓練自己員工時亦紛紛採用新的教學科技。他們把訓練與生產相連結，揚棄過去先訓練、再分派工作的做法，這種觀念稱為「及時學習」（Just-in-time Learning，或譯「現學現用」）。

這種新的教學模式也反映出電腦界本身發生的重大變革——過去的大型中央電腦系統已由無數的分散式網路系統所取代。另一方面，也反映在新的教育理論思潮上——資訊傳播已由過去的單向流動方式改成如同國際網路一樣之雙向式、團隊合作式、跨領域（Interdisciplinary）的教學方式。

過去十年來，資訊科技之運用，不論是電腦輔助教學（Computer-aided Instruction）、資訊網路化（Networked Information）、或遠距教學（Distance Learning）等，都問題叢生，問題即在這些科技雖新，惟其框架卻仍屬舊的教學模式。如今，新一代科技與新的教學架構相結合，終而突破舊有模式，二者更且交互影響、相生相成。同時，課堂上新科技的引進也使教師與學生間之關係判然丕變。教師由傳統的權威導師變為資訊領域內的領航者，教材亦由僵硬的教材書換成靈活百變的軟體；資訊隨時唾手可得，並且人人可以自定學習內容。因之，教育軟體業者預言，現學教育（Education on demand）不論是在家庭內抑或在職場上，都將會較選娛樂（Entertainment on demand）擁有更大的商業機會。

學校電腦設施日益茁長

教育誠然早已是一筆鉅額的生意。據華府軟體出版協會（Software Publishers Association，簡稱SPA）之資料，美國全國各中小學每年在教育的開支是二千七百五十億美元，約為全國生產毛額的百分之五。其中，花在教育科技上者每年約為二十四億美元。同時，全美至少有一門課使用到電腦之中小學佔一半以上，校內至少有一台電腦

者佔百分之九十九。不過，只有三分之一的學校能做到每十個學生一台電腦，全國平均數字是每十二名學生一台電腦（1994年七月資料），較之1989年時每二十二名學生一台電腦之情形已有相當進步。

高等教育界在科技上的花費則較難估算，不過，據IBM估計，1994年大約花費60多億美元，過去十五年間之總經費則約為700多億美元；其中，花在教學科技上的約為二百多億。企業界之花費則更為龐大，全美有一百位員工以上的公司，其1994年之訓練預算約為五百一十億美元，整個企業界之預算則在九百億至一千億美元之間。

新一代教學理念（註）

學校與企業界有一共通之處，即皆同樣面臨財務壓力，並均在為提高投資報酬率而奮鬥。北卡羅來納大學副教務長Bill graves表示：「花在教育科技上的經費不斷增加，但多數陷入既有的財務結構中，亟需運用新的科技，尤其是網路技術以樽節開支，並增進資訊之流通。」學校與企業界也運用同樣的科技來處理同樣的問題，證據顯示：科技運用得當的話，有助於提高學生就學率、減少學習時之枯燥感、及大幅降低成本；而在學習績效上，學生之成就感、學習態度、自我認識、及師生間關係等均有大幅改善。

新式教學科技中特具發展力者計有互動式錄影（Interactive Video）、網路技術（Networking）、團隊合作工具軟體（Collaborative Tools）等。加州的軟體開發業者Davidson & Associates公司總裁Jan Davidson稱：電腦是最有耐心的好老師，能夠激發創造性思考、提高企圖心、引燃好奇心。然而，研究亦顯示：單憑科技並不足以解決所有問題。欲其奏功，首先仍須廣泛培訓師資、重編新式教材，最重要者，整個教育模式須作大幅修改。建構新一代教育理念的教育學者如瑞士心理學家Jean Piaget，麻省理工學院學者Seymour Papert，以及俄國心理學家Lev S. Vygotsky等人曾提出新式教育的幾個重點：個別的、實務上的訓練學習、團隊合作、以及學習者由有經驗者引導下在資訊領域內自由探索等。這些理念不僅與科技輔助學習之構想相契合，即由經濟觀點來看，亦正如一位企業訓練新聞雜誌Learning Enterprise編輯Britton Manasco所言：「員工之教育與訓練理當個別量身裁衣，然而若非藉助於電腦則無實現之可能。」

今日之教育尚有另一問題：由於教學多半係在多人集合下進行，然而社會上之文化使人怯於發言，因恐在人前出錯丟醜。西北大學學習科學研究所教授Roger Schank認為：電腦的最大好處則在讓人免於此一憂慮，而可放手盡量學習。同時，電腦又可看成為一位電子導師，可以隨時在線上提供各種專家備詢，並能引導學生們前瞻遠望。未來的教學模式和現有的教學模式相反，將不再是由一位導師在課堂內面對眾人講課，而由常駐於電腦內的專家們隨時候教。這種模式乃使古時的教育方式——學徒制度（Apprenticeship）得以恢復，並且經濟可行。學徒制一直被公認為是最好的一種教育方式，然在現實生活中之若干領域容或不易實施，如外科手術或駕駛飛機等，但有了電腦之助，一切遂得迎刃而解。

這些變革也使師生關係之內涵發生變化，教師將愈來愈像教練，學生則在知識大海內自行探索。方今知識爆炸，教師們已不得不倚仗科技之佐助；教師的角色乃一變而成知識的運用者、分工者、仲介者；網路上儲存著各種知識，學生們則需仰賴教師之引導與領航。

新興科技

這些促使教育訓練方法發生革命性變化的新興科技大抵可歸為三大類別：網路系

統、多媒體技術、以及機動化科技（Mobility）等。諸如區域網路、廣域網路（Wide Area Network, WAN）、線上服務（On-line Services，尤其是國際網際網路）、以及各種有關應用軟體，如聲訊會議（Audio Conferencing）、視訊會議（Videoconferencing）、電子郵遞（E-mail）、合作軟體（Collaborative Software）、教學管理（Instructional Management）等，均屬網路系統之範疇。喬治華盛頓大學教授Greg Kearsley謂建構網路之電子通訊技術（Telecommunications）在未來將對教師與學生們產生深遠之影響，未來之電訊將不再只是一項運用工具而已，而將是生活中不可或缺的基本建設之一環。網路應用軟體涵蓋範圍至廣，國際網際網路上之課程、及以蓮花公司（Lotus Development）的著名團隊合作軟體Notes建構公司網路等均為其例。麻州North Reading的一所公立學校教導學生用國際網際網路尋找資料，指導老師Tom Hashen說，學生藉之可取得圖書館內尚無法提供之最新知識。亞利桑那州一高中，其課程則直接與人類學資料庫相連結，學生不時會由不同來源取得互相抵觸之知識理論，教師Dr. Maryanne Wolff認為，此正好教導他們學習如何慎思明辨與追根究底。加州大學洛杉磯分校管理學院開設一門網際網路及線上服務的商業課程，介紹國際網際網路之各種服務功能及全球資訊網（World Wide Web，簡稱WWW）等，所有課程均在電腦上進行，學生由實際操作中學習。教授Arthur M. Geoffrion稱，在將來，使用電腦網路的能力將成為衡量專業能力的一項新指標，並稱具備這項技能將可使創造力、生產力、工作品質、以及靈活應變能力等大為提高。

在各大學及訓練中心間風行諾威爾電腦公司（Novell, Inc.）的NetWare網路系統軟體，其好處在使師生之間可享資訊、教材流通之便，並可提高通訊之績效。工作站則為各大學廣用的另一種電腦網路系統，德拉瓦大學在其昇陽（Sun Microsystem, Inc.）電腦工作站上儲存各種藝術、歷史、和生物等課程之彩色掃描圖片，廣受學生之歡迎，謂其品質遠勝於教科書上之黑白圖片，學生們可以隨時從容欣賞，無需受時空之限制。

當學生在網路上使用諸如蓮花公司之NOTES等合作軟體之時，實際上就已經展開了一種新的學習模式。這類的軟體使課堂上之學習得延伸，學生們可以互相觀摩、切磋討論；其又可支援多種類型之資料、且具安全性、並以物件型互連（Object-link），功能較網際網路更為豐富；其最具發展潛力之處則在課程發展上。課程發展之過程往往不易獲得效率，藉助於合作軟體則可使校內教授們，乃至世界各地的同業之間均能互相討論研商，合作設計出新的課程；更有一些公司之用戶服務部門已在其訓練課程中廣泛使用此種軟體。

在國際網際網路上，則師生間可利用電子郵件互相通訊、討論交換各種課程工具及內容、向線上的專家請教、乃至到遠地的資料庫上攫取資訊等。這些都是網際網路所能提供給教育界的一些服務功能。總之，整個教育界對於全面接受網際網路的洗禮已有充分之準備，其所運用之工具則為諸如馬賽克（Mosaic）等之全球資訊網瀏覽程式（Browser）。

多媒體魅力無窮

多媒體對於教育人員想像力之激發可說超過任何科技，且對於沉痾已深的教育市場不啻如一劑強心針。多媒體正如其名，可以涵括多種不同資料型態，諸如類比與數位訊號、二維與三維動畫、聲音、以至超媒體影像連結等；其傳載設備則包括唯讀光碟、光碟機、各種圖形顯示硬體、音效卡等。同時，其他如數位訊號處理器（Digital Signal Processor）等之新銳技術不斷推陳出新，這些新技術在未來之教育訓練上嶄露頭角將

可預期。

據丹佛精緻教育資料公司（Quality Education Data，簡稱QED）之統計，1994年有25%的學校軟體預算係用在多媒體光碟上，而隨著個人電腦之日益普及，多媒體未來勢將扮演家庭與學校間的橋樑角色。多媒體之功效雖然尚未完全彰顯，唯其強大威力早已稍露端倪。SPA之1994年科技成效報告稱多媒體之運用已產生可觀之效益。卡內基美隆大學之研究顯示：人類知識來源有80%由視覺而來，但僅能保存11%；來自聽覺之部份較少，唯存留比例較大。兩者綜合運用之時，則保存率可提高至50%。

多媒體之應用軟體種類繁多，包括由Broderbund、Scholastic、Davidson & Associates、及加州山景城的視算電腦公司（Silicon Grapics）等公司出品的各種教育及娛樂磁碟、光碟軟體。蘋果電腦公司（Apple Computer）副總裁Dr. Terry Crane稱：運用多媒體將可創造出更活潑生動的教科書。該公司之麥金塔（Macintosh）電腦上即有一極有趣之多媒體應用軟體，稱為CamMotion，係由麻州劍橋一家研發公司TERC所發展，並曾獲國家科學基金會之補助，其內容係用視覺模擬來學習、分析各種物理學原理。孩子們可利用一架錄影攝影機（Video Camera）捕捉各種動作，再由電腦上來分析。舉例來說，有一群學生即利用Cam Motion來研究籃球落下及進籃時其加速度之變化情形，微積分教本絕不可能這麼有趣的方式來教導學生。

機動化出擊

機動化科技在某種意義下可說是網路的另一項成果，也是「輕薄短小」趨勢下的一種結果。當今，全國各地的學校和訓練中心正嚐試讓生攜帶筆記型電腦回家，希望由此而建立瞬時虛擬團隊（Instant Virtual Workgroups）式、共同合作的無線區域網，讓學生得以在任何時地隨時上線、取得教材、並與同學討論。藉由網路及機動式上線，時空所加諸於人之限制遂得消除。多年來，表現教育科技潛能的遠程教學，亦由網路及機動上線之綜合運用而獲益，在以往，接受遠程教學的學生們必需收看現場錄影節目或錄影帶內容作為課程學習之方式；新的教學方式則讓學生們可以隨時隨地上課受教，彼等雖無法齊聚一堂，但切磋討論的機會卻因此種雙向式溝通之教學方式而大增。

紐約大學推廣教育學院利用以Notes為基礎的遠程教學軟體實行一項名為虛擬大學（Virtual University）的先導計劃，其他各州亦不甘示弱，加州理工學院、新澤西理工大學、德州Plano市的科林邵社區學院等均有類似計劃在進行之中。此等虛擬大學之構想係讓校外學生由各大學之研究生處學習課程，師生間之討論溝通則藉助於國際網際網路上之電子郵件遞等工具。

教育訓練新猷

不過，教育領域內成長最快者反倒是在工業界之內，工業界必須面對訓練其員工、以跟上時代之課題。一項解決方案即為稱為“需要時訓練”（Training on demand）之訓練方案，其方式乃由企業為員工們遍裝電腦網路工作站，而用這些設施隨時向員工灌輸新知識、新技術。相形之下，讓員工們聚於一堂上課的方式極不可行，既耗費資力，且效率奇差。著名的惠普電腦公司（Hewlett-Packard）採用此法之後，其年度銷售訓練成本由每年200萬美元劇降至20萬。以往，公司常在全國12個城市巡迴授課，往往每季耗時4-5週。現在透過雙向衛星網路，訓練課程僅需二天，且免去勞師動眾之苦。並且，資訊之傳送更具一貫性，授課與實際運用間之時差也大為縮短。另一例為德州Fort Worth之Burlington北方鐵道公司，該公司利用電腦模擬器作為訓練之工具，結果，每年在訓練上之生產力提升15%，工作品質亦大為改善。過去，新進工程師之訓

練大半均在機車內進行，既耗物力，學習效果又小。現在，利用視算電腦公司之工作站與休斯電子公司（Hughes Electronics）之影像軟體，工程師們得以身臨各種臨場狀況，學習危機處理、掌握天候變化。職是之故，一些教育訓練軟體公司如Manasco, Schanks, 及Johansen等均同聲表示傳統之訓練方式早已不合時宜，其分難式、中央集權式的陳舊訓練模式已告死亡，新的訓練模式乃是由員工在實際工作中學習技能。同時，企業界亦在進行訓練作業之分散，將訓練之權責直接下放給基層員工。然而，仍有幾個因素須加考慮。首先，在裁員之時，訓練部門往往以其非直接產銷單位而最先遭殃。然而，今日員工們之多樣化與多變性又使彼等需要時時接受各種新的訓練；員工在地域分佈更廣、而公司、員工間之相互忠誠度亦遠遜往昔、工作團隊異動頻仍、科技發展日新月異之際，時時接受新的教育訓練已不可免；同時，各公司亦不再如以往般教授員工基礎技術，而改弦易轍，將員工之訓練學習與其工作直接相連；一個可行的方式是在員工之工作設施或手提電腦內裝入專家系統，而以無線方式和大型資料庫相連繫。多媒體廠商則建議將可由員工自行控制之訓練教材存入網路伺服器內，供其自行學習，而不再印發訓練手冊。

西北大學Schank教授為「及時學習」（Just-in-time learning）理念的熱烈鼓吹者，彼稱學習僅在有所需要時去學才有效用，所學者亦須針對其所需，試以學騎腳踏車為例，當跌倒之時，所欲學者當是如何能夠保持平衡，而去上一堂物理學運動理論則並無裨益。

新時代的新技術

教育模式之改變何以發生在此時，而非在更早些時？加州教育廳教育科技室主管Donavan Merole的說法是：「早幾年時我不認為教育界已經可以接受此一變革；在那時，學校推行電腦化的動力係來自學區當局以及電腦專家們，教師們則多不以為然。現在，在各級電腦不斷降價、網路之運用更為普遍的情形之下，已使此一變革成為可行；而各式教學軟體品質之不斷提升，也對此起了推波助瀾之作用。如今，反倒是那些學校教師們回過頭來向各學區爭取新式教材之提供。原先由下而上的接納，充分顯示了教師們在接受新型教育科技洗禮之心態上，產生極大之變化。」

另一個重要因素是教室以外急速變化的電腦環境。很多學生家長們在公司裡上班自然接觸到日新月異的電腦科技，因此難免質疑學校何以獨獨落後，並進而希望孩子們能在學校內學到最新的電腦科技，這些壓力乃使學區委員們不得不增加電腦等科技方面之預算。不過，在學校與公司能夠成功推行教學科技改革之前，仍有不少問題尚待解決。一些持懷疑論者指出新的學習模式違於信任學生們的好奇心、自動自發、以及團隊合作之精神。還有，目前許多教師所見到的一些學習行為上的問題，以及許多公司所亟待填補的若干知識差距，均顯示有更基本的問題存在。Schank教授即批評許多公司之投資過於偏重在遠程教學與合作軟體上，根本偏離了教育科技之重點所在。「這些做法規避了真正的核心問題；核心問題應在於創造讓人們自由自在學習而無需顧慮出錯丟醜的學習環境，並且應由專家指導，幫助學習者前瞻遠望。」

另一個問題則是科技可能擴大資訊擁有者及匱乏者間之社經差距；同時，缺乏強有力的易學易用的課程工具也會壓縮教育科技的應用空間以及未來的發展潛能。總之，如欲在市場上獲得成功，教育科技領域必須大量培養能自己撰寫程式的基層程式人員。喬治華盛頓大學的Kearsley教授則認為全球資訊網可能成為一個突破點，他稱之為「網路上的Hyper Card」。又根據軟體廠商表示，購買多媒體寫作軟體如Tool Book者之中有50-70%會用以編製課程軟體。然而，不幸的是，這樣做的成本很高，一項1994年電

腦訓練研究報告顯示平均每製作一小時的課程軟體需費228小時。若每小時費率以\$100美元來計算，則每小時課程軟體之製作成本平均高達\$20,000美元以上。

另一方面，這樣做卻又有其經濟的一面。傳統上把員工集中於某處，支付其旅館費，再加上生產上的損失，而所教授者只是一些學過即忘的課程；相形下新法顯然更為經濟。蓋因新法只需負責分發教材，而後即放手讓學生們自行學習。如此，在撙節開支、提升學生在學率、減少學習時間等方面之投資報酬相當可觀。教育專家謂，今日軟體開發工具已極為完備，教師們無需具備撰寫程式之基礎亦能自製教材。唯此處有另一問題：在以往，老師們都知道如何寫作，然而卻不表示會自己編寫教材書，若以此類推，將來又何能期待新一代的老師們都會自己撰寫超媒體軟體（Hypermedia Software）？IBM的一份報告亦證實鼓勵教師們做額外努力的誘因實在太少；南加大1993年對一千所學校所作的調查亦顯示：其中86%的學校根本毫無任何相關獎勵辦法，65%的學校則完全沒有製作教學軟體之計劃。

群策群力、止於至善

這些問題之克服有賴於政府、民間、及非營利機構等各方面之共同努力。位於奧勒崗州的國際教育科技協會（International Society for Technology in Education，簡稱ISTE）曾提出一套準則，對於各校院開設教育科技相關課程所需設備、講授課程等均有若干規定。同時，並已著手制訂指導各中小學運用教育科技之準則；其先導研究已在進行之中，全套標準則待數年後完成。而在公共政策上，為利於教育科技進一步之推展，仍需立法及制訂相關條例上之配合。位於華府之高等教育推廣機構EDUCOM正率先推動一項有關國民學習的基本方案，旨在確保重大的教育興革能被納入當前方興未艾的全國資訊高速公路建設計劃之中。

為使所有各校均能普沾教育科技發展之惠澤，而非僅限於若干明星樣板學校獨蒙其惠，業內廠商已促請各州檢討相關之採購政策法令，俾軟體之採購預算得以獨立編列，而無需再依附於教科書之預算項下。同時為使全國各學校均能與資訊高速公路相連，亦當由聯邦政府籌措80至90億美元之建設經費。美國教育部長特別顧問兼教育科技室主任Dr. Linda Roberts稱該部刻正進行若干計劃，以補助教育科技之發展，同時資助各州科技規劃方面之經費。渠表示目前之科技預算雖曰不多，對於廠商之軟體開發計劃卻也不無小補；惟教育在整體軟體市場上所佔比例仍屬太小，有賴政府部門加把勁來推動；渠並以一公民合營之範例說明努力之向，此即由洛杉磯教育局與Davidson & Associates及Addison Wesley出版公司合作，針對英文能力不足學童教授美國歷史課程而設計之Vital Links方案。另一方面，為期建立教育軟體之市場，加州、佛羅里達、及德州等各州教育廳已各集資四十萬美金成立發展基金，推動版權授受等事宜；加州並另籌措資今以資助當地廠商之軟體開發計劃。

教育科技之最大推動力量應屬資訊高速公路。加州Jostens教學軟體公司指出，將來學童在家與在校可使用同一教材學習，此中商機無限，該公司已擬與有線電視或電話公司合作開發產品。的確，當前各種家用、商用多媒體產品盛行、國際網際網路甚器塵上、企業與個人均面臨訓練與進修之壓力等，在在均使教育科技廠商個個磨拳擦掌、躍躍欲試。完美境界雖或一時尚未能至，困難障礙也依舊存在，然而教師、訓練機構人員、企業經理、廠商等無不士氣昂揚，共矢為推動教育科技進一步之發展，期使更臻於美善而努力。