

歐美各國電腦輔助教學概況摘介(二)

貳、從三個角度看歐洲大陸的電腦輔助學習

N.J. Rushby,
E.B. James, 著
J.S. A. Anderson

勇清 譯

國立臺灣師範大學數學系

摘要：教育的革新並不是毫無阻力地在真空狀態下進行的，必需面對某些條件制限及各種壓力的干擾來付出相當的努力。本文標題中所稱的三個角度，乃是指三種可能被認為對電腦輔助學習計畫有所影響的壓力。這些壓力——行政方面的，技術方面的，與教育方面的——相互關聯因而以各種複雜的方式對電腦輔助學習計畫的推行產生衝擊的作用。作者們認為，如果電腦工業要對教育與訓練這兩方面能提供成功而有效的貢獻，那麼，在發展電腦輔助學習計畫之初，應該對這類壓力有所認識並籌思應付之道。

引 言

電腦輔助學習 (computer-based learning , 簡記為 CBL) 這種教學方法上的革新，是在許多不同的理由下產生的，有的理由是為己的，有的理由是為人的。支持 CBL 計畫的人經常提出的目標有兩個；第一，這種新教學方法較為省時省力，因此，可以省錢或是可以使現有的教育人員能教導或訓練更多的學生。第二，在電腦系統的輔助之下，即使是現有的教育人員也可以提高教與學的品質。另外一個比較不常提出的第三理由是這項教育革新對教師們所造成的能力挑戰；它要求教學工作更具專業性。此項教育革新將會迫使教師們對其教學方法及教學資料重新加以檢討。這種對現行教學系統的鑑定性評估，即使沒有擬議中的電腦的輔助，其本身已可以使教學系統得到相當的改善。促使電腦輔助學習計畫付之實施的最後一個因素是它的刺激與鼓舞作用；參與這項教育革新的人都能得到一些好評。

不論電腦輔助學習發展計畫的目的與目標為何，它都需要有良好的環境，因為要使計畫推展成功，它就會在某些條件限制及各種壓力的包圍下進行。這些壓力中，特別重要的可歸成三類——行政方面的、技術方面的與教育方面的。由於這些壓力相互關聯，因而以各種複雜的方式對 CBL 計畫產生影響。更進一步說，這些關聯性實際上只是整個社會結構的一小部分，因此我們的新模式乃由於未曾考慮其在工業上及對大眾的成效而受到公開的批評。儘管如此，我們相信下面的簡單看法對於了解

CBL 計畫與其周圍環境間的交互作用，以及使 CBL 計畫更能切合實際與增加用途方面會有所幫助。

CBL 計畫所遭受的壓力因為國家的不同而有所不同。各個國家所採用的不同教育制度會引導出不同的教育需要；而各個國家對教育與電腦的角色及其重要性的不同體認，也會影響到各國籌措經費發展電腦輔助學習計畫的程度以及方法。在各國所遭遇的壓力中，最為一致的可能是技術的發展方面所造成的，即使是這樣，各國在電腦科學的進步過程中的差異也在 CBL 計畫的發展過程中留下了痕跡。本文所考慮的就是這三項壓力的某些方面，進而討論這三項壓力對歐洲大陸一部分國家 CBL 計畫的推展所產生的影響。我們的討論只侷限在下面這些國家：法國、德國、荷蘭、瑞典、以及蘇俄；這些國家也正是歐陸國家中對 CBL 計畫的推行最為積極的；同時，無可避免地，我們所說明的也只是就這些國家中的一小部分計畫來做取材的根據。關於 CBL 計畫的詳細目錄已有多人加以蒐集並發表在許多刊物上（Hallworth 以及其他，1974；INRDP，1976；NDPCAL，1977；Rushby，1978；UCODI，1975，1976，1977；Savel'ev，1977），而關於英國在 CBL 計畫的發展情形，則在本刊的其他文章中已作介紹（Hartley，1978；McMahon，1978），所以，在本文中只加以引述以作比較而已。

行政壓力與經費狀況

造成一個全國性教育革新的初期原動力，可能來自教育系統之外，也可能來自教育系統內部。對於這種原動力，行政當局的反應通常是提供資金，而使用的方法可能是採取對等合作的方式，也可能是設立特別委員會來處理。一種共有的外來原動力是對國家需要的體認，可能像教職員與學生人數比例的更為懸殊，或是像某種基本技能的普遍缺乏。關於這一方面，發生在英國的一個例子是：在“教育大辯論”（Great Education Debate）中所提出來的失學問題以及分歧狀況，當大眾了解其嚴重後果之後，輿論與工業界乃向英國政府提出要求，採取措施來改進教育制度。

電腦輔助教學（computer-assisted instruction，簡記為 CAI）早期在北美洲的發展，以及後來在歐洲及蘇俄的發展，主要是對外來壓力所作的反應。由於學生人數急速增加，而教職員人數的增加率無法與之配合，因此，必須在技術上謀求突破，使得現有的教育人員能在維持同樣時間與精力的原則下教導更多的學生；在這種情況下，電腦輔助學習（CBL）被認為可以增加教師的工作效率以及工作範圍，所以被考慮來做為前面這個教育問題的補救方法。這種 CBL 計畫的內容，乃是要處理就學率過高的問題、提供電腦輔助教學（CAI）、及進行一些電腦管理教學（computer-managed instruction，簡記為 CMI）的工作。雖然早先所構想的價格低廉的指導式（tutorial-style）CAI 並沒有完全實現，可是，CBL 能夠節省時間與金錢的說法，却仍然是歐洲各個電腦輔助學習計畫認為值得推行的一項理由。

事實上，當我們說有明顯的證據顯示教育與訓練的經濟效益可以改善時，通常都是指效果更高而不是指費用降低。電腦輔助學習計畫所需的經費通常都是額外的經費，就電腦管理學習（computer-managed learning，簡記為 CML）的應用來說，前面那種節省時間與金錢的說法，是較為可信的。

。在對英國與荷蘭的一些 CML 系統（Havering CML 系統，NDPCAL/ICL CAMOL 系統以及 Eindhoven 系統）所作的調查結果顯示，當學生人數很多時，這種額外的費用就較低，而在時間與精力的節省方面就相對地提高。

蘇俄的大部分大型電腦輔助學習計畫都偏向於教育上的地方分權方式，因而列入地方上教育規劃中的一部分，其最初的發展也是為因應教育系統的外來壓力而產生的。就像編序教學與教育廣播一樣，CBL 所提供的方法也可以將課程資料集中設計完成後，再普遍地分送到各個不同的學校來進行遠距離的教學。除了輔助教學之外，俄國人也把電腦應用到教學管理以及教育行政方面，而且列入地區性教育規劃過程的一部分，特別是在烏克蘭（Ukraine）共和國（Glushkov 以及其他，1975）。由於使用這種作法，使得教育系統需要對任何一個現行計畫有所變更或有所反應時，都可以更為快速也更有效果。

1960 年代末期，遍佈整個歐洲的學生騷亂現象，在 1968 年時由於許多大學及學院的示威遊行而引起大眾的注意。在荷蘭，學生所不滿的事件之一是他們所接受的教育品質太低，這項不滿最後迫使荷蘭政府在許多大學成立教育研究中心。各個大學對其教育研究中心（Onderwijs Research Centruns，或 ORCs）所應扮演之角色的看法各有不同；有的是非常強調「教育研究」這個名稱，因此，集中力量在純粹的教育研究；而其他的中心，像 Tilburg 地方的 Katholieke Hogeschool 的教育研究中心，則為老師們設計了許多在職訓練的課程而試著要成為教育革新之實際行動的中心點。在 Tilburg 所進行的革新行動，後來在 Eindhoven Technische Hogeschool 完成了一個大型的電腦管理學習系統，現在這個系統已經成為包含許多大學在內的合作計畫了。不過，在法國，學生們所不滿意的則是較廣泛地接觸到他們的教育與資本主義社會間的相關問題。當時，法國政府並沒有把教育經費的籌措列在很優先的地位，所以，大學教育中較為重要及昂貴的改變都儘量避免；在這種情況下，不論是 CBL，或是教育工學方面，大抵上都沒有得到任何原動力或經費上的支持。

早期對電腦這種機器的看法是，它可以幫助現有的教育人員處理大量學生的教學問題，這種看法目前已有所改變，目前已發現，只要適當地應用這種技術，就可以對教與學的品質都加以改進。例如，許多因為危險或浪費時間而無法進行的實驗都可以在電腦上加以模擬；那種以學生為中心的完全個別化教學通常都需要有緊密的學生管理，這件工作可以利用電腦管理學習系統來協助，因此，儘管使用電腦並不表示可以降低教育經費，但在效果增加的情況下，教育上的經濟效益確實可以提高。在這種情況下，迫使教育當局去著手試探新教學方法的壓力通常是來自教師本身，有的是來自某些學校，有的則是全國性的。僅有的一個例外是蘇俄，因為在當前的五年計畫之整體目標中，品質的提高乃是中央政府的責任。

法國與德國都跟蘇俄一樣，由政府提供經費來發展電腦輔助學習計畫。在法國，將電腦應用於教育的全國性實驗（French National Experiment）乃是由 1970 年 10 月開始，其對象是中等學校。就像法國大部分的教育政策一樣，她的 CBL 計畫是完全地中央集權而由教育部負責管制。這個實驗的目標不僅是發展以電腦為工具的電腦輔助學習，同時也包含了以電腦為對象的電腦教育；其中很重要，電腦與資訊帶給教學活動一種不同的遠景，特別是作業模型的建立以及知識的結構化等等。主要的經費都用在對全法國大量教師在資訊科學方面進行在職訓練，以及為許多學校購買包含終端

機的小型電腦系統。CBL 專門技術的推廣以及教室中所使用之 CBL 教學資料的設計，乃是一群訓練有素的教師所組成的核心小組負責。現在，最初進行這項實驗的基本原動力已經過去了，一項協調與資料交換的服務改由國立教育資料研究所 (Institut National de Recherche et de Documentation Pédagogiques) 來提供。這種高度中央集權發展電腦輔助學習計畫的做法是非常成功的，不過，同樣的做法在像德國或英國這類國家中是否也行得通，却很令人懷疑，因為這些國家的教育制度中，地方上的自主權要大得多。

在 1967 至 1975 年間，德國發展 CBL 計畫的經費主要是由德國政府所提供的。在德國，教育乃是各州 (Länder) 的權責，而科學的研究與發展則屬於聯邦政府的工作。很幸運的是，根據憲法規定，在教育計畫方面，中央政府與州政府可以合作進行。在這種政治結構之下，德國 CBL 計畫的發展，中央政府所負責的是在技術方面，而整個計畫得以執行完成乃是靠地方政府的協助。聯邦政府的技術研究部 (Federal Ministry for Research and Technology) 負責電腦硬體的研究與發展、CBL 的程式及軟體、以及這個系統的試測工作所需的課程資料；聯邦政府的科學與教育部 (Federal Ministry for Education and Science) 也參與 CBL 計畫，而負責聯邦政府與各州間的協調，使得整個計畫能在那些特別設計的“實驗”學校中完成；地方政府則負責對 CBL 是否該在學校中使用作最後決定。在發展 CBL 計畫時，德國對籌措經費的觀念方面，與英國的全國電腦輔助學習發展計畫 (National Development Programme in Computer Assisted Learning, 簡記為 NDPCAL) 頗為相似；由工業界所發起的发展計畫並不是由政府負擔全部經費，而是要主辦單位自行去籌措一部分所需的經費；至於由工業界、政府機構的某些部門、大學、或其他教育機構等合作發展的計畫則是政府所鼓勵的。無可避免的，聯邦政府與各州之間的責任分劃方面也曾有些問題，尤其是在經費籌措的末期，當地方政府被要求在地方的預算中列入 CBL 計畫的後期經費時，中央與地方的協調上就有了問題。英國的全國電腦輔助學習發展計畫在這一方面的處理則比較高明，因為他們深深了解這種問題經常會造成很大的困惱，尤其是在外來資金停止的時候。所以，在計畫推展的過程中，大都能夠多方地努力以保證未來不致於半途而廢。一般來說，德國的 CBL 計畫推動單位在這方面沒有加以注意，而現在經費來源已經停止，有些計畫面臨難以繼續的命運，有些則已經中斷了。

荷蘭的 CBL 發展計畫中，大部分經費都不是來自中央政府，而是由許多不同的來源累積而成的，包括 OECD (Organization for Economic Cooperation and Development, 經濟合作暨開發組織)、工業界、以及負責這個發展計畫的各機構本身的預算。荷蘭最早的 CAL 計畫是 1969 年在 Leiden 地方開始的，當時的經費是由 OECD 及 Royal Dutch Shell 所提供的。此外，正如一般人所料地，Philips 關係企業除了投資於本身的發展之外，也提供經費於教育事業。不過，荷蘭的電腦輔助學習計畫有一項重要的特色，那就是：其中有些在開始時外來資金很少甚至沒有外來資金的 CBL 計畫，現在不僅維持得很好而且還不必擔心經費不繼，更能與學校機關合作無間，其中一個例子是 Nijmegen Katholieke Universiteit，其 CBL 計畫發展單位原來只是由一個非正式的研究小組發起，而現在却已擁有兩位專任及兩位兼任的研究人員。Eindhoven CML 計畫則是一個合作投資的事業，現在已有六所荷蘭的大學參加這個計畫。該計畫從成立、發展、到目前的維持，所需的經費都是由參加的學校依其財力及參與程度來分攤，因此，絕不會發生因為外來資金停止就使得計畫的

發展被迫中斷或癱瘓這種現象。一般而言，當一項教育上的革新計畫要把經費來源由外來資金轉成列入地方上的預算時，總是會變成行政上一件棘手的問題，不過，如果一項計畫想要獲得長時期的成功，這個問題却必須要解決。

技術上的壓力

CBL 計畫所遭遇的最嚴重限制可能來自於電腦的發展方式。就像其他精密科技一樣，早期的電腦是由一批專家所發展出來的，而且早期每一部參加工作的電腦都必須由一群專家來維護與使用。現在已經有這種可能性，讓一位可能完全不了解電腦本身的作業方法，也可能不想去了解的人，來直接使用電腦系統（雖然對這個目標的達成，技術專家之間並未獲得一致的看法）。很糟糕的是，雖然電腦的發展使得使用者在速度及可信性方面受惠良多，可是，電腦的設計者却還是先假定每位使用者在本質上都像設計者一樣，對電腦有高度的接近慾望、在技術上也能勝任愉快、對於作業過程的錯綜複雜也都能欣然地去克服。例如，用來決定使用者如何與電腦系統配合工作的介面（interface）設計，從 1950 年代以來就沒什麼發展而仍然停留在原始階段。有高度興趣的使用者必須對電腦如何工作這方面有相當多的知識，才能與電腦交談，而且使用者對機器的使用也受到嚴格的限制，這種現象是完全不合理的。在終端機上打字如果給電腦一項不正確的要求，電腦的反應通常是不理不睬，把使用者楞在一邊不知道下面應該怎麼做。在荷蘭，有兩個 CBL 計畫爲了要防止這種問題，就雇請技術員來溝通使用者與機器間的隔閡。在其中一個計畫中，當全班學生要來上 CAL 課之前，技術員先把每個終端機打開，同時把整個教學系統及有關資料準備好；當每位學生坐上指定的坐位時，一套正確的 CAL 課程已在等候著他。在學習活動的進行過程中，技術員都在場幫著處理各種意外的情況或發生的困難。這種作法，除了增加 CAL 計畫的作業經費之外，隨時需要由專家來作一些他無法解釋的魔術般工作，以使得學習活動能回到其正常軌道，這種做法會使得使用者有一種難以克服的不適之感。像這類與使用者有關的問題是很難解決的，因為就像前面所說的，那些能爲這類問題貢獻一些力量的人——專家——並不了解這類問題；他們甚至可能覺得，把電腦設計得很容易使用，無形中會貶低他們在電腦科技上之貢獻的價值。要改進電腦使其教學上能夠很有效地應用，這是非常重要的；而要使這項改進得以完成，只有期望各個教學系統的設計者拒絕使用這種操作困難的機器，如此，持續的努力使製造商了解這種狀況，他們爲了短期的經濟利益就會朝這個方向去盡力。

在電腦輔助學習計畫所需的軟體方面，有兩種不同的觀點值得一提，這是關於表現課程所需的電腦語言方面的不同觀點。第一種觀點是利用現成的一般用途的語言來寫程式，像 BASIC，FORTRAN，ALGOL（60 或 68），或 APL；而另一種觀點則是利用一種特殊的電腦輔助學習編者語言來寫程式，這種編者語言可以很方便地提供教育用電腦所需的特殊功能。一般的看法以爲，如果使用編者語言，儘管在效果方面較爲遜色，可是，對教學資料——課程軟體（courseware）——的編寫與修訂却要容易得多。荷蘭與德國的許多 CBL 計畫都拒絕使用編者語言而比較喜歡使用 APL，因爲他們認爲 APL 較具彈性；這些計畫還在 APL 中增加了一些特殊的功用來推動 CBL 計畫的工作，現在，他們正致力發展軟體的組套（package）來協助課程軟體的編寫。不過，對那些不是很熟悉電腦的課

程設計者來說，他們在課程設計上所受到的限制比編者語言要來得多，在簡化語言的這項努力中，這種將一般用途的語言再加以擴充的作法，可以說是一種退步的現象。蘇俄的CBL計畫所使用的程式語言方面，其詳細情形我們所知不多，不過，從他們出版的資料看來，他們也不是使用特殊目的的編者語言，而是使用一般用途的語言——他們比較偏重ALGOL。荷蘭以及德國的另一些CBL計畫乃是使用各種不同的編者語言，在我們所見的例子中，PLANIT 似乎是其中較為普遍而且也較為完美的。在法國，他們發展了一種稱為LSE (Langage Symbolique d'Enseignement) 的新語言，來供給學校中所裝設的使用終端機的小型電腦系統之用。LSE有雙重功用；它不僅用來編寫CBL計畫的課程軟體，同時還用來做為資訊與電腦科學之學習的入門教學語言。

曾經有人提議說，在電腦科技的發展上，應該把下面的狀況作為一個目標：使用者不必經過訓練也可以與電腦系統進行交談。要達到這種狀況，還有一條很長的路要走，不過，我們却應該規劃一個中間階段，那就是：讓教師們對電腦的專門背景知識有足夠的認識，使他們在利用電腦進行教學活動時能夠自行解決各種特殊的小問題，同時也讓他們參與課程資料的設計工作。有些負責教師訓練的人對前面所提的“對電腦有足夠的認識”誤以為是要教師具有電腦科學的理論知識；例如，在法國，教師的訓練乃是學習正式的資訊科學的在職進修課程，這種情況就像訓練駕駛人的課程乃是要學習汽車的機械原理一樣；學好汽車機械原理的人並不見得就會開車，因為機械原理的課程目標中不一定會包含“學會開車開得很好”這一項。其他的國家雖然沒有像法國一樣做這種規劃，可是却有另一種誤解，他們以為要接近電腦就需要有很強的數學背景知識。事實上，我們的真正需要是認識電腦，意思是指電腦的各種功能，以及對實際使用電腦方面具備有目前所需的足夠技巧。學校裏已經有許多學生具備這種必須的基礎知識；許多負責教師訓練的人倒反而沒有。

在電腦輔助學習計畫的推廣方面，一項非常嚴重的限制是設計有關教學資料所需的經費太高。目前，在簡化那些控制電腦與學生間之對話所需的指令這件工作上，已有相當成果，可是，還有一個問題是：確定課程目標，然後編寫成一套完整的課程，使得對這部分內容缺乏了解的學生能夠由此課程學到必要的知識。換句話說，課程設計者必須先洞察學生可能發生的困難所在，並使得學生在要求協助之前就有適當的解說提供個別輔導的機會。為達到這樣的目標，就必須先對該課程有長時期的教學經驗，同時還要由一個敏銳的設計小組經過多次的試測與修正。這兩項要求可能都只能在少數地方進行，但設計出來的課程如果不是有大批學生使用，則就無法獲得完全的經濟效益。習慣上都是把設計出來的課程在不同的學校使用，所用的電腦系統可能也不相同。很不幸的是，CBL課程的普及却受到下面幾個因素的限制：不同的電腦系統無法相容、將有經驗之教師的構想都付諸實施非常不易、而最為嚴重的是，許多人都覺得採用別處設計出來的課程會貶低採用者的人格與潛力。這些年來，英國成立了一些課程交換小組來克服這些困難，做得相當成功，不過，在歐洲大陸的其他國家，却還沒見到類似的做法。

對電腦輔助學習來說，技術上最基本的要求是要有一套完全可信賴的電腦系統，使它可以隨時很妥善地安排在教室中使用。在教學上有一種傳統的看法是，當學生對問題的答案作成決定之後，立即針對他的反應給以回饋這種作法對於有效的教學是非常重要的。這種傳統的看法使得目前特別強調要使每位學生都有電腦終端機可以使用，而不是像過去一樣地把各類要求登錄在打孔卡片或是紙帶上，

過一段時間再收取結果。不過，後面我們會再談到，這個問題頗為複雜。使用終端機固然比較有吸引力，可是我們却不能忘記，老式的這種“整批作業”系統却更能有效地運用電腦這項工具，而且使用者要把那些不可信賴的作業結果予以分離也容易得多。此外，也沒有任何跡象顯示在整個班級中每位學生都有一個終端機這種作法會比較經濟。許多與電腦輔助學習有關的工作都只能要求學生個別地排定時間去使用電腦，可是 CBL 計畫却是要把整個課程中的大部分都使用電腦來輔助學習，這麼一來，目前的作法顯然與這項目標不合。關於這個問題，有兩種構想或許有所幫助。第一種是準備一間像語言實驗室這類專用教室，裏頭裝設有數量足夠一個班級使用的終端機以供學生學習之用。這間教室應該靠近其他教學活動的場地。像這種類型的專用教室已有一種是專供視聽器材之使用的，再增加電腦的設備是一種很自然的擴充。這種專供 CBL 之用的終端機教室，在歐洲大陸比在英國要來得普遍。另一種構想則需要仰賴大量製造終端機之方法的發明，以使終端機的價格下降才能做到，這種情形使我們應該對電腦提供協助的方法再作徹底的考慮。目前，荷蘭、德國以及蘇俄所使用的方法通常都包含大型電腦的分時系統，而法國則是使用較小的迷你型電腦。終端機的單價看樣子不太可能作戲劇性的下降，而電腦硬體價格的下降却又被硬體與軟體之繁複系統的維護經費與使用經費的不斷上揚所抵銷。目前荷蘭正在討論一種網路系統的作法，這種作法被認為能更有效地發揮大型電腦系統的用途，可是却也沒有任何跡象顯示這種由通信技術與電腦系統的配合應用所表現的可信度確實能夠達到定期教學所要求的標準。現在有一種比較有前途的作法是開發大量的獨立系統，個別化的微處理機系統（microprocessor system）現在已經可以大規模的生產而其價格也急速地下降。因此，當每個學校與學院都能以設備一間科學實驗室所需的經費來裝設一間微處理機教室時，CBL 計畫應該朝那個方向發展，電腦化學習的熱心人士已經對這種情況開始加以規劃。這種很小的電腦所能提供的用途自然有些限制，不過，利用這種集中在一起的小而便宜的設備來提供一個獨立的學習或訓練單元所需的資料，這種方法在技術上看起來是比較適當的。

需要加以強調的一件事是，對電腦支援教育的技術方面，政府與電腦製造商的興趣都已經表現出來。政府的想法好像比較偏向於支持其國內一些特殊的製造商，其方式或是採直接提供補助，或是特惠保護政策。於是，在英國，被看重的是 ICL；在德國，被看重的是 Siemens 與 Telefunken。儘管這種特惠保護政策的實施是否確實能為政府或製造商帶來利益還值得懷疑，可是這種政策還是被堅持著。因此，CBL 的使用者可能因為行政上的理由被迫使用一種對教育用途並不理想的電腦系統。

電腦製造商本身也有著經濟上的壓力，不得不生產多目的的系統，其設計乃講究大量生產及銷路廣大，而不願侷限在特殊用途的設計，這包含了目的固定的 CBL 系統在內。我們已經談過，電腦系統的設計一般都是只期望那些“專業人才”來使用，這些專業人才都已有能力處理這種因用途的一般化所帶來的錯綜複雜狀況。換句話說，電腦製造商所提供的是非常粗糙的介面，而還自我辯護說是為了讓使用者有更大的彈性。只為做一些非常簡單的事情就需要具備有高深的知識，而這些知識又是一般的 CBL 教師與學習者所沒有的，這是一件很不幸的事。目前，為 CBL 而特殊設計的系統少之又少，大部分使用者都只能心滿意足地去分享那些為一般目的設計的系統。微處理機的問世可能會為這個問題帶來一些福音，因為它的設計已提供了特殊用途的可能性、能配合 CBL 的應用、而且目前也已使使用者與機器之間減少了隔閡。我們希望價格低廉的微電子科技，可以發展到讓使用者不必再

為包括微電腦及大型的一般用途機器在內的那些不必要的細部去操心。不過，就目前的歐洲大陸來說，還沒有可見的跡象顯示出這種趨勢。

教育方面的壓力或是教育受到壓力？

當我們對精密的電腦科技在教育上所可能扮演的角色作過一番評估之後，對於評估結果所引出的教育問題加以討論，就很自然地變成我們的三個角度中的最後一個。本文的結構安排反應出作者所得的一個無法避免的結論，那是：當 CBL 計畫被認為應該發展的理由是來自於教育方面時，將這個計畫付諸實驗、發展、與實行的決定就必定在困難的行政與經費情況下進行。將電腦科技的功能應用到教學過程的作法之所以被認為值得發展，首先是由於量方面的收穫，其次則是質方面的改進以及在教與學的過程中相互作用所顯現的優點。更進一步地，這項教育革新之所以可能發生，乃是因為在與教育無關的科技方面有特殊的進展所致；這項科技的進展，當初並不是想對教育方面某種特殊困難的需要來尋求解決之道，也不是因為此種特殊需要才促使其發生。事實上，我們覺得，在大多數科技領域中所引發的大多數技術性教育革新，其情況大都是如此，同時，根據我們的經驗，這項通則對歐洲大陸來說，比起英國在全國電腦輔助學習發展計畫（NDPCAL）之後的情況要來得更正確。當然，就像其他的各種通則一樣地，這其中也有一些顯著的例外，來說明其整體狀況並不是完全地一成不變，也不是完全為科技而發展科技。

就教育環境來比較，歐洲大陸與英國的不同之處非常尖銳而且很容易說明。例如，在歐洲大陸，我們發現，凡是隸屬於以工業技術為主的經濟機構內而且對該機構也確實能提供具體協助的教育系統，都得到很高的評價；而在此種系統中，其高等教育部門在培植熟練的工程師與技術人員方面的能力，也都特別受到重視。所以，像荷蘭的 Eindhoven Technische Hogeschool 與法國的 Ecoles Superieures 這類技術性的大學，都能配合它們在經濟界所扮演的角色吸引大量資金、傑出人才、以及足夠技術來源。這種對技術訓練如此高程度的看重與供應的做法，使它們在大學課程的教育工學方面也附帶地得出一些副產品；這些副產品跟著進入學校之中，因為大學教育的教學目標很明顯可見地對中等學校及小學的教學目標有所影響。很重要的是，對於前述這種過度明顯的現象，我們應該指出兩個抑制性的說法。與英國的教育狀況不相同地，歐洲大陸的教育策略可能只是表面上看起來很健全。更進一步地，這項了解乃是根據對歐洲大陸的電腦輔助學習做過特別研究所得到的；教育上的技術進步情形，只要積極地蒐集，都是可見到的。但是，整個現象對於教育上觀念論與教育論所包含的意義，並不是一種海市蜃樓，它們還是可以接觸得到的。

歐洲大陸全國性的教育價值標準對 CBL 計畫所造成的影響是不容忽視的。許多需應用電腦的計畫目前都還朝向電腦科技的發展方面，這種現象以電腦輔助學習的計畫最為顯著，而最主要的例外則是電腦管理學習。許多 CBL 發展計畫目前都非常牢固地附設在電腦科學系或電腦中心之內，有的則只是正在慢慢地從電腦科學系或電腦中心分出來。這種由電腦科學系或電腦中心支援的做法，最重要的特色是像終端機等電腦設備在量方面可以較充分地供應。在某種情形中，例如，阿姆斯特丹的 Vrije Universiteit 電腦科學系，供 CBL 學習的大量終端機隨時準備妥當讓學生踴躍地使用，這種

做法差不多變成是一種副業——電腦科學在學習方面的一項有趣而愉快的實際應用。教學資料的組套乃是做為電腦科學中的學科主題來編寫，卻沒有跡象顯示學生在 CBL 方面的經驗是來自於其同性質的教學或其他相關性的經驗；同時，也沒有跡象顯示這種設計完成的 CBL 組套或設計的專門技術將推廣或移轉到大學中其他各學系。在 Nijmegen，CBL 計畫正由電腦中心的控制移轉到一個半獨立的單位；透過這個單位，開始邀請及鼓勵其他學系的教師參加，邀約的對象乃是那些具有明確的需要，更重要的是，那些有能力確定其教育需要並能自行加以分析，以及那些能從參與 CBL 在這類需要之反應的設計工作而能有所獲得的人（參看 Leiblum，1977）。這種行政方面之移轉的教育性需要乃是為加強教育理論家的參與監督所不可或缺的，可是，卻還沒有普遍地被有關的決策人員所認定。我們已經發現，把法國的電腦輔助學習引進中等學校，主要是靠電腦專家，而且其發展方式與電腦、資訊的學習是不可分的。在荷蘭，CBL 與電腦科學也同樣地糾結在一起。

在課程設計方面，教師所應扮演的核心角色、以學校為主而設計的課程在職業訓練方面的意義、以及教師的支持等幾個問題，都已作過詳細的規劃。在英國，乃是由 Schools Council，CET 以及其他機構等利用課程設計的各種模式來處理。在法國，課程設計是由教師所領導的，不過這些教師都需要學習過電腦科學的在職課程以具備電腦技術方面的能力後才能參與。德國的情況也類似，大部分中等學校程度的 CBL 計畫都是在聯邦政府或州政府撥款補助之下由學校本身來進行，例如，在 Augsburg 地方，有一個 CBL 計畫是由附屬於一個稱為 Ste Anna Gymnasium 的大學預科裏的編序學習中心（Programmed Learning Center）來推動。

英國與歐洲大陸的許多發展計畫都是以大學為中心，來分享大學本身的學科專門技術與電腦科技這兩項資源；因此，許多計畫就很容易地變成完全由這些發展中心來控制。前面我們已經談過荷蘭 Eindhoven CBL 系統由教師來構思、建立、與推動所顯現的成果，這是“往下紮根”之發展策略的一個有趣而成功的例子；一般人通常有一種說法：對那些不是很熟悉電腦的教育理論家來說，電腦管理學習這種較低層面的技術比起有些強迫人接受的電腦輔助學習這個較高層面的革新要來得比較可以接受，如果注意到這種說法，那麼，Eindhoven CBL 系統這個成功的例子就值得再注意了。不過，英國却有另一種狀況，在朝著優先考慮以學校為主的課程設計模式之時，在技術上却是從全國電腦輔助學習發展計畫（NDPCAL）所採用革新策略之普遍影響中得到前所未有的援助。

在荷蘭一個規劃來發展及評鑑高級職業學校之交談式 CAL 的計畫中，計畫的控制差不多完全保留在 Leiden 地方的 Rijksuniversiteit 的一個單位 Pedagogisch Instituut 手中。課程目標、課程內容、以及教學方法都是由該大學中相關各學系的教職員所完成，而作成許多試驗教學用的組套。這些涵蓋大批科目的教學資料的草稿，都與教師們討論過，以確定這些教學組套能適應考試的需要，一群由政府提供經費支援的學校教師參與這個計畫的評鑑工作；不過，是否已經研擬妥當一個偏向技術方面的訓練計畫，以提供給那些在未來數年內要參與這個計畫之實驗工作的教師，這一點却不清楚。

英國的全國電腦輔助學習發展計畫中的許多小計畫所採用的課程教授方法，其特色可由幾個已接受但未修飾的比喻來說明（McDonald 以及其他，1977），它們是“啓發式的”（revelatory）、“推測式的”（conjectural）、以及“傳授式的”（instructional）。透過這些方式的教學方法，教師對課程中主要概念之控制以及處方等的相關範圍乃能形成一個連續體，這個連續體的一端集中在

課程的內容；而另一端則特別強調學生的反應及其進行更多學習的決定能力。另一方面，這個連續體的一端是由教師來裁定教學方法、課程內容進行的速度與順序、以及評量的方法；另一端則是學生對其學習可以自行控制。過去，由於受到美國 CAI 對當前各個 CBL 計畫之獨家影響，其結果是電腦的功能被認為只適合於傳授式的教學模式；現在，英國的 CBL 計畫所採用的方法顯示出，CBL 課程設計的焦點可以有相當程度地由課程內容的有效傳授轉移到探討式、發現式、洞察式學習技巧的培養。不過，由於歐洲教育對於技能訓練所賦予的社會及經濟價值，可以想像得到的是，傳授式教學法還是佔優勢。在我們所評鑑的幾個計畫中，情形確實如此。

如果我們想定義，至少想說明，電腦輔助學習與電腦管理學習兩者之間的差別，就可以把 CBL 計畫在資料連續體上排出各種不同的類型（參看 Rushby 以及其他，1977）。在資料連續體上，就學習資料的細分及變化速度來看，乃是從 CAL 的高度細分及急速變化、經過 CML 的較少細分及緩慢變化、一直到很少改變的統計結果。特殊的 CBL 應用可以在這種資料連續體上標示出來；因此這種模式可以用來說明那些既具備有 CAL 之功能同時又具備有 CML 之作用的混合式系統。事實上，大多數 CBL 系統都是混合式的，它們既可以提供某些教學資料，而又可以實施某些管理，例如，指導學生如何將學習資料加以連接。當指導教師希望根據已知的特性及實施狀況來改變一個 CML 系統所獲得的反應，他可以更恰當地對個別的反應來作回饋，而把這個系統向資料連續體的 CAL 那一端移動。

通常有一個共同的想法是，要使回饋達到效果就必須立刻提出。據我們對回饋之功用的了解，愈來愈多的證據顯示這種觀點過於單純。美國的一些研究（參看 Anderson 以及其他，1971；Sturges，1972）結果顯示，回饋的價值要依它在學生對問題之回答的自信程度方面是否處理得當來評斷；對其中的一種極端情形，當學生的答案不正確可是他却充滿自信時，要給他的回饋應該延緩一些，因為這類犯武斷性錯誤的學生都需要給他一點時間才能承認自己的錯誤觀念。CML 系統可以斟酌學生對自己提出之每個答案的自信程度，而依此來加快或延緩改正性評語的提出。爲了要處理這種高度適應性的回饋，其中所需的路線決定與評語功能所會造成的複雜狀況，是絕不能低估的；在各種 CML 系統中，Eindhoven CML 系統就是考慮到這種複雜的現象，所以設計者轉而採用自行限制決定的方式，而不使用適應性的回饋（參看 Van Hees，1976）。他們進一步地使用評語對照碼來限制該系統的回饋，而不是直接就學生的反應給以文字資料來作評。如果學生決定要看評語，他必須從評語對照碼的書上查閱。這種作法與其他的 CML 系統大不相同，像美國 Miami Dade Community College 的 RSVP，與 CADE（參看 Baath 與 Mansson，1977）。CADE 是由 Hermods Skola 與 Norsk Korrespondanseskole 合作所發展出來的一個電腦輔助長距離教育的系統，它的目的是爲因應那些在遠距離的地方進行學習活動之學生的需要，而提供一種高層次的學習回饋，這種回饋是回答式的而且具有適應性。在 CADE 中，這種雙向的指導式對話乃是利用由系統所產生的書信來提供給學生，而不是用習見的報告方式。這種設計在教育上所具備的潛力，在於它有能力處理社會與人文科學課程中那種複雜而又有思考性的評語，因為這類課程比起自然科學及數學課程，其內容的結構比較沒有系統；而由於這種性質，學生的學習就需要比較直觀也需要比較多的解說。像 CADE 這種系統，在處理這種方式之學習的效果上證明了它的能力，因而提供了與歐洲其他觀念式教學的

CBL 系統不相同的一個例子。在這個方面的另一側，乃是 Leiden CBL 系統的設計，它在一個 CAL 系統中引進自己的概念以及無形中的管理方法，因而把 CAL 與 CML 之間的差異變得比較不明顯；在試著將 CML 與 CAL 的功用結合在一起這件工作上，Leiden 提供了一個很卓越的例子，不僅是對歐洲大陸，包括英國在內的其他 CML 系統來說，Leiden 的作法都是值得借鏡的。

不論當初促使其發生的原由是什麼，將高等電腦科技引進學生與課程內容的交談這種機械作用之中，或是引進學習的管理之中，這項引進被認為正確的理由通常有兩點，其一是學習活動中量方面的獲得，其二是學習經驗中質方面的改進。英國的全國電腦輔助學習發展計畫的教育評鑑中有這樣一個論點，那是：在 CBL 計畫的發展被認為正確的兩個理由中，第二項關於質的方面比第一項關於量的方面更為重要；如果就質的方面把電腦輔助與不用電腦輔助的學習經驗加以比較，就會從其中發現需要比較兩種完全不相像的東西；將電腦輔助或電腦管理引進學習的交互作用之中，可以使許許多多複雜的活動在教學過程中發生，因而提高了學習經驗的品質。在歐洲，我們很少發現有人同意或了解這個方式的教育評鑑；就像一般人對於我們所作的個案研究中大部分共同使用的傳授性課程模式所預期的，大多數 CBL 系統在教育上被認為適當都是根據一種心理測定的評鑑模式，這種評鑑模式乃是就量的方面來測定學生在 CBL 以及其他非 CBL 活動中的學習成就。

在 Eindhoven CML 的網路系統中，參與實際作業的人員以及與該系統未來的安定與發展有關的人員，都就學生的學習成就方面之統計資料很巧妙地運用，以顯示此種系統可以提供無可爭論的教育利益；根據此種資料看來，整個系統中技術上與作業上所需的數目不大的經費被認為是正當合理，何況這些經費都是由許多部門的預算來支付的。這個計畫在就學生的學習成就、考試的次數與結果、以及同性質的考試做過逐項分析之後，將分析結果綜合而有這麼一段結論：

「在 Eindhoven 與 Tilburg 對課程所作的實驗，已經證明可以在小的投資上獲得大的改善。……在第一次試驗的結果中，有 70 % 至 90 % 的學生在正常的學習期間內成績及格，而在此以前，却只有 40 % 至 50 % 的學生在不同的科目上成績及格。將課程資料作過第一次修訂之後，及格的人數已經增加到 85 % 與 90 % 之間。……使用 CML 系統，我們可以改善對學生的服務，而且可以用較少的人力處理更多學生的學習活動」。（參看 Van Hees, 1976）。

另一方面，在 Leiden 所進行的高級職業教育 CAL 革新計畫中，所作的評鑑方法，更是對這種將科技應用到課程發展的全國性重要計畫作了一次實質的研究。這個革新計畫的實施成功，可能對 CAL 計畫能發起並推廣到一般學校，以及荷蘭的教育用電腦未來政策的可能發展方向都會引起很深的反響。由於 Leiden 計畫的設計者乃是使用“控制組對實驗組”的方法從事量方面的評鑑，他們也開始確定其中有那些主題值得繼續加以研究，這項研究他們稱其是由“檢驗這種教學媒體的獨特品質”所衍生出來的。這種作法與英國的全國電腦輔助學習發展計畫有一個獨立的評鑑小組 UNCAL 在技術及方法上頗為相近（UNCAL 是 UNderstanding Computer-Assisted Learning 的簡寫）。他們對 CAL 在傳統課程上的整體效果作了另一種型態的檢驗，等到他們再將 CAL 計畫中教師訓練的工作列入研究範圍之後，那麼，整個計畫就有始有終了。

在應用電腦科技的教學情境中，所含的各種變動因素都是可以嚴加控制或是可以仔細地給以定義

的。對學生的反應加以評鑑，就可以讓我們蒐集到與學生之學習有關的變動因素之研究資料，也讓我們能對學生在學習過程中所遭遇的問題有全盤的了解。在阿姆斯特丹的 Vrije Universiteit 中，這項研究（或稱之為“學生觀察”）的發起是有目共睹的。這種形式的分析只是對學生學習之研究的一個開始，不過，却需要與心理學上的學習理論緊密地結合，就像在德國 Augsburg 的作法一樣；這個計畫的值得注意，在於它強調要實施質的評鑑，以及教育心理學家在計畫小組中的顯著地位。

結 論

我們已經談過電腦輔助學習計畫如何在各種全國性的壓力下付諸實施、也談到這個得到全國性體認的教育需要如何地設法籌措經費或者有時沒有經費、同時談到當計畫開始時它必須如何在電腦科技與教育專門技術的種種限制之中進行；不過，這種計畫在國家這個層面的環境所產生的影響並不大。在地方上，這種計畫也面臨同樣的壓力，只是型式上比較特別；然而，在地方這個層面的環境中，這類計畫有更多的機會對學校政策、電腦設備、以及教育方法發生深遠的影響。如果一個計畫要能持久而且要實施成功，參與工作的人員就必須了解這些外來的壓力與限制，而設法加以解決。

參考資料

1. Anderson, R. C., Kulhavy, R. W. and Andre, T. (1971) Feedback procedures in programmed instruction. *Journal of Educational Psychology*, 62, 148-156.
2. Baath, J. A. and Mansson, N.-O. (1977) *CADE - A System for Computer Assisted Distance Education*. Hermods Skola, Malmö, Sweden.
3. Glushkov, V. M., Dovgyallo, A. M., Mashbitz, E. I. and Yushchenko, E. L. (1975) Key problems in the utilisation of computer technology in the educational processes. In Zender, B. F. (ed.) *Computers and Education in the Soviet Union*. Educational Technology Publications, New Jersey.
4. Hallworth, H. J., Braham, J. W., Hart, J., Hunka, S., Lee, W. and Olivier, W. P. (1974) *Computer Aided Learning in the Federal Republic of Germany*. National Research Council of Canada, NRC 14946.
5. Hartley, J. R. (1978) An appraisal of computer assisted learning in the United Kingdom. *Programmed Learning & Educational Technology*; 15, 2, 136-151.
6. INRDP (1976) *Repertoire des Fiches Pedagogiques*. Institut National de Recherche Pedagogique, Paris.
7. Leiblum, M. D. (1977) A pragmatic approach to initiating a computer assisted instruction service and some of the problems involved. In Hills, P. J. and Gilbert, K. (eds.) *Aspects of Educational Technology XI*, 448-453. Kogan Page,

London.

8. McDonald, B., Atkins, R., Jenkins, D. and Kemmis, S. (1977) The educational evaluation of NDPCAL. *British Journal of Educational Technology*, 8, 3.
9. McMahon, H. F. (1978) Progress and prospects in computer-managed learning in the United Kingdom. *Programmed Learning & Educational Technology*, 15, 2, 104-113.
10. NDPCAL (1977) *Project Summaries and Program Index*. National Development Programme in Computer Assisted Learning, London.
11. Rushby, N. J. (1978) *Computer Based Learning in Europe: A Bibliography*. Mimeograph, Imperial College Computer Centre, London.
12. Rushby, N. J. et al. (1977) *Computer Managed Learning in the 1980s*. National Development Programme in Computer Assisted Learning, London.
13. Savel'ev, A. Y. (1977) *Computer Based Automated Teaching Systems: Part 1*. ZNANIE, Moscow (in Russian).
14. Sturges, P. T. (1972) Information delay and retention: effect of information in feedback and tests. *Journal of Educational Psychology*, 63, 32-43.
15. UCODI (1975) *CAI Project Descriptions*. UCODI, Louvain La Neuve, Belgium.
16. UCODI (1976) File on the computer in education in the Netherlands. *UCODI Bulletin*, 9. Louvain La Neuve, Belgium.
17. UCODI (1977) File on the computer in education in Germany, parts 1 and 2. *UCODI Bulletin*, 11 and 12. Louvain La Neuve, Belgium.
18. Van Hees, E. J. W. M. (1976) Computer managed learning at the university level in the Netherlands. *Educational Technology*, April, 28-31.