

個別化教學：

智慧型電腦輔助教學的展望(上)

楊家興

美國南加州大學博士班

個別化教學長期以來一直被視為民主教育的最高理想。然而當教育工作者體認到，民主教育必須要能配合學習者的興趣、能力與認知架構時，大部分人却將個別教學（Individual Instruction）與個別化教學（Individualized Instruction）混為一談。個別教學是指一個教師對一個學生的學習型態，這種教學雖然比較能實踐個別化教學的理想，但如果教師對不同的學生，仍一成不變的使用同樣的教學方法及教材，那麼即使是這種一對一的教學，仍舊不能算是個別化的教學。一個個別化的教學，必須要深切的了解學生的需要與能力，從而選擇合適的教法與教材，以達成自我實現的目的。因此個別教學可以說是個別化教學的必要條件，但絕不是充分條件。

電腦輔助教學（Computer Assisted Instruction, CAI）不管是在國內還是國外，一向是被視為個別化的教學。然而令人失望的是，市面上大部分的電腦教學軟體，都只能算是個別的教學，而不是個別化的教學。這些電腦教學軟體是透過電腦進行一對一的教學，毫無疑問的，它們是個別的教學；但這些軟體大多沒有精密的管理系統（Management System）來了解學生，並改變或選擇教材的種類和順序，以配合學生的需要。因此這種單調、呆板性的教學，我們絕不能稱之為個別化教學。

基於這點基本認識，本文將進一步地探討未來應該如何發展電腦輔助教學，來提高教學成效，達到個別化教學的理想。

壹、個別化教學的特性：

個別化教學的實施，必須基於學習者的個別差異。任何固定型式、直線進行（Lin-

ear)的教學型態，絕不能符合個別化教學的目的。Bergan 和 Dunn (1976) 因此主張個別化教學必須具有六個特性：

1. 要有廣泛的教學目標及內容。
2. 要有不同的教學程序及教室布置。
3. 要有一個包括目標、教法、教材、學習背景等資料的索引。
4. 要有一個包括學生興趣、能力、學習習慣、學習目標等的資料庫(Data Base)。
5. 要有學生在學習過程中的成績記錄。
6. 一個包括家長期望、學校標準、政府要求及可資利用的教學資源等資料的檔案。

Bergan 和 Dunn 對個別化教學的特性，做了相當周密的描述。然而筆者以為這些特性只刻畫了個別化教學的靜態的特性，未能顯現個別化教學的動態表徵。綜合學者歷來對個別化教學的研究，筆者建議：在教學過程中，必須要控制五種教學變數，才能達到個別化的目的。

1. 教材數量的個別化。教材數量是指在教學過程中，學習者接受了多少學習內容。教材數量的個別化，可以再細分為兩項：

① 主題數量的個別化：學生根據他的興趣及學前經驗，從內容目錄中選擇合適的「主題」(Topics)。一個設計良好的課程，必須具有足夠的廣度，使學生能選擇自己有興趣的主題，而省略一些已經了解的，或沒有興趣的主題。

② 內容數量的個別化：學生在選定主題後，根據個人的能力，而接受不同數量的教學內容(Displays)。這個教學內容的不同，可以是難度上的差異，也可以是數量上的差異。

2. 學習速度的個別化。學習速度的控制，可分為外在控制(External Pacing)與學習者自行控制(Self Pacing)兩種，外在控制的學習速度，是指一頁(幕)教材在一固定時間後，即自行消失，而代以下一頁(幕)教材；如果外在控制的時間因素，對每一個學習者都相同，那麼這是一種不具個別化的外在控制，如果學習時間因人、因時而異，譬如：對某甲而言，電腦每隔 15 秒自動翻頁，但對某乙只要 10 秒即行翻頁，那麼這種學習速度的控制，被稱為個別化的外在控制，在大部分電腦教學軟體中，學習者往往要按下一個鍵，電腦才會繼續進行到下一頁教材，這是一種學習者自我控制的學習速度。

3. 教學順序的個別化。個別化教學必須使學生能夠重新組合教材的順序，來配合自己的學習方式、學習經驗及認知架構。

4. 回饋與增強的個別化。由於認知及動機上的差異，回饋及增強必須要能配合個體的需要，才能達到預期的效果。

5. 內在學習活動的個別化。個別化教學不僅要控制外在的學習材料，同時更要與學習者的內在心理活動交互影響，一個有效的個別化教學，一方面要能配合學習者的心理歷程，另一方面，這種外在的教學活動，更要進一步影響，改變學習者的內在學習活動。

貳、個別化教學的文獻探討：

本文主旨是在探討電腦輔助教學的發展，因此在本節內所列舉有關個別化教學研究的文獻，皆以電腦教學方面為限。

一、教材數量

從經驗中，我們知道：學習者由於能力、經驗及動機上的差異，而須要數量不等的教材，以達到精通的目標；譬如：對課程一無所知的學生，教師便要使用詳盡的教材，才能使學生徹底了解，融會貫通。相反的，如果學生對課程已有相當的認識，那麼過分詳細的教學資料，使學生感到厭煩，不但浪費了時間，而且可能收到反效果，使學生成績降低。因此，為了提高教學成效，調適教學數量來配合學生的需要，是相當重要的一環。

在教材數量的控制上，電腦輔助教學可以從毫無為適應性，到具有完全的適應性，基本上，大部分的電腦教學軟體都呈現相同分量的教材給每一個學習者，因此這是一種沒有適應性的教學軟體；然而少數的電腦教學軟體，在進行教學前，先給學生學前測驗，根據這個測驗的結果，而決定分量不等的教學，這種由學前測驗決定教材數量的教學，稱為半適應型的個別化教學（Partial Adaptive System，或 Pretask Adaptive System）。

由於影響學生學習的因素，除了學前的能力因素外，還有學習過程中的環境因素，在進行教學時，學生可能因為外在因素如氣溫、氣氛、同學的討論等，及內在因素如疲倦、動機等，而改變學習的效果，一個最精密的學前測驗，也只能預估學習者的能力，而無法對進行學習時的環境因素做一評估，因此一個基於學習者在學習過程的表現，而動態調整的適應系統（Dynamically Adjusted Adaptive System，或稱 On-task Adaptive System）將更能有效的使教學個別化，它能就每個細目（而不是整個教材），不斷的評估學生學習的進展，而隨時調整教材的多少，如果教材數量的調適，是基於

學前測驗及學習時的評估二者，那麼這種方式就為完全適應型的調整系統（Full adaptive System）。

動態調整的適應系統可以再區分為兩類：程式控制系統（Program Control System）和學習者控制系統（Learner Control System），Tennyson 是程式控制系統的提倡者，他與明尼蘇達大學的同事，曾對教材數量個別化的效果，進行了一系列的研究，綜括這些研究，他（1984）以為：調適教材數量的電腦輔助教學，要比沒有調適系統的電腦輔助教學要好，基於學習表現而動態調整的適應系統，要比基於學前測驗而靜態調整的適應系統要好，但程式控制系統比沒有提供改進意見的學習者控制系統要好。

Ross（1984）在一系列的研究中，也認為控制教材數量的適應系統，能增加教學效果，而在適應的策略中，程式控制系統遠比學習者控制系統要好，此處值得注意的是，他所指的學習者控制系統，是指在學習中，電腦並不提供任何診斷及建議的學習者控制系統，學習者在此系統中，近似盲目的在控制學習過程，而不知自己的進展和缺點。

在另一方面，Herrill 主張：只要電腦能提議適當地回饋，學生應該可以選擇最適量的教材以達到教學目標，他主持了一連串的實驗，比較①學習所有的（Maximum）教材，②學習基本的（Minimum）教材，及③學生自行決定教材數量，他發現（1980）：由學生控制教材數量與學習所有的教材，在學習成果上不相上下，但要比學習基本教材的團體好上很多，因此他結論以為：使用學習者控制系統來調適教材數量，即使不是更有效力（Effective），也是更有效率（Efficient）。

一般而言，這些研究指出，控制教材數量，能提高電腦輔助教學的成效，而控制教材數量的策略中，又以“動態性調適系統”及“提供改進意見的學習者控制系統”最具潛力，然而 Gay（1985）在實驗中發現：當學生對所學科目具有相當的經驗時，學習者控制系統比程式控制系統省時間、省教材，而且成績不相上下，但當學生對所學科目陌生時，學習者控制系統的成績則遠不如程式控制系統，他的這個實驗，指出了學習背景的差異，將會影響控制教材數量策略的功效。

在實際教學上，教育工作者也曾發現：省略部分教材，對初學者或學習速度較慢的學生，將會產生不利的影響，即使這些學生順利通過了學後測驗，但省略了部分教材，將影響他們日後對更深奧教材的學習，另一方面，對於架構緊密的課程，允許學生控制教材數量，而省略了部分內容，將會降低學習效果。因此，在決定控制教材數量的策略時，我們要進一步考慮學生的個別差異及教材組織的不同會對這些策略有什麼程度的影響。

二、學習速度

每個人的學習速度都不盡相同，即使是同一個人，在不同的課程，不同的環境，甚至不同的時刻裏，他們處理學習內容的速度，也有很大的差異，在教學運用上，一方面如果沒有給予足夠的時間來學習教材，則學生不能了解吸收課程內容。另一方面，如果課程進行的太慢，學生感到不耐煩，失去興趣，終會導致學習的失敗。因此，控制學習速度以配合個別的需要，不但能影響學習的效率，而且也能影響學習的效力。

在控制學習速度上，我們可以區分出三種基本策略：學習者自我控制，沒有個別化的外在控制，及個別化的外在控制。

O'Neal 在 Merrill 的 1984 年的報告中，曾經就控制學習速度的策略上，做一綜合分析，但結果是相當混亂，不過他指出：如果提供適當的指導或訓練，學生自我控制學習速度要比由電腦（外在）控制學習速度省時、有效率，但他同時也發現：對學習遲緩的學生，提供較長學習時間的外在控制（意即翻頁較慢），要比由學生自我控制學習速度要好。

受到過去教育工學理論的影響，大部分的教學設計者，直覺地接受“學習者自我控制速度是最佳的策略”的觀念，然而 Reiser（1984）指出：當學生可以自行決定學習速度時，他們流於拖延時間，而整個學習缺少效率。Belland 等人在 1985 年也發現：如果外在控制的學習速度，能包括合理的閱讀時間及內在處理時間，那麼學習效果將比學習者自我控制要好。相反的，如果外在控制的學習速度，只包括閱讀時間，而沒有內在心智活動的時間，那麼學習效果將大幅下降。

我們可以說：在理想上，學習者自我控制學習速度，可以機動地調整學習速度來配合個人的學習能力，但在實際上，如果學生沒有強烈的學習動機，那麼學習者自我控制絕不是一個有效的教學策略。另一方面，外在控制學習速度，可以強迫學生跟上教學進度，並維持他們對課程的注意力，但它如果沒有加以個別化，以配合學生不同的學習能力，那麼這種策略對兩個極端（過快或過慢）的學生而言，將是一場噩夢。

基於這些認識，在決定如何控制學習速度時，我們應考慮到兩個新的課題：

① 學生所喜歡的（Preferred），與最有效的（Effective）的學習速度之間有什麼差異？

② 將外在控制學習速度加以個別化，將會有什麼效果？

Kollers 等人（1981）在一個電腦化教學的實驗中，先由學生決定自己最喜歡的翻頁速度，然後在隨後的實驗中，學生可以①自行控制翻頁；②電腦以比學生自己喜歡

的速度快 10% 來翻頁；及③電腦以比學生自己喜歡的速度快 20% 來翻頁。他們發現：電腦以比學生喜歡的速度快 20% 來翻頁，並未導致學習成果的降低，反而省下大量的閱讀時間，另一有趣的發現是：學生自行翻頁的速度，約與由電腦以比學生喜歡的速度快 10% 來翻頁的速度相等，這項實驗說明了：學生喜歡的學習速度，未必是最有效率的學習速度。

第二個課題個別化的外在控制是基於實用上的考慮，在我們的學校教學上，無可避免的，會遇到同一班級內學生程度懸殊，而且動機不同，如果採用不具個別化的外在控制策略，勢必犧牲兩個極端的少數人。因此基於個別差異而能機動調整學習速度的個別化外在控制學習速度的策略，或許是最具潛力的明日之星，然而截至目前，有關這方面的研究，還是相當缺乏。

三、教學順序

控制教學順序的理由，是基於一項假設：如果教學順序能配合學生的認知架構，那麼學習的成效將會顯著地提高。

Merrill 把教學順序的控制，分為“主題控制”與“內容控制”。主題控制是指改變一個課程中不同主題的順序；而內容控制是指在一主題內改變教材的順序，在主題控制中，O'Neal 發現：允許學生改變主題的順序並可省略部分主題時，可以省下可觀的學習時間，而且不會降低學習效果，在內容控制上 Merrill 主持了一系列的研究，但結果並不一致，進一步的分析發現，當學生在學習者控制系統中，採用“原則——例子——練習”的學習順序時，學習成效顯著提高。

Jonassen (1985) 以為：如果教學的目的是澄清、印證一些原則或觀念，那麼先原則後例子的演繹順序，將是最有效的教學策略，但如果教學的目的是要學生將所學的原則或觀念轉換到新的環境時，那麼先例子後原則的歸納順序將更能達到教學目的，由於當前的教育制度中（不論美國或我國），大部分的學後測驗，只是衡量學生對法則、觀念的熟悉與了解，而沒有顧及學習的遷移作用，因此在測驗中被評為“有效”的教學策略，必然是採用“原則——例子——練習”順序的教學。對Merrill 在深入分析中的發現，我們並不感到意外，然而我們也不以為演繹性的教學順序一定比歸納性或其它的教學順序有價值，當前測驗未能真正衡量出改變教學順序所產生的影響，也許是Merrill 的實驗結果，始終未能一致的原因吧！

Tennyson 在 1980 年的一篇論文中，痛責傳統電腦輔助教學中的移轉功能 (Bran-

ching)，稱它為“反應呆滯型”(Response-Insensitive)的策略，這種型態的移轉功能，只是基於學生對某一個問題的反應，而沒有真正的了解學生，他主持下的電腦教學系統(稱為MAIS)則採用“反應靈敏型”(Response-Sensitive)的策略，在這種型態下的移轉功能，是基於對學生過去所有的答案，做一整體的評鑑，以決定下一教材的順序。因此對同一問題，學生犯了同樣的錯誤，但他們可能會被移轉到不同的教材畫面，在實驗中，他發現：反應靈敏型系統不但比反應呆滯型系統要省時，使用教材較少，而且學後測驗的成績更好。

在決定採用何種策略來控制教學順序時，我們要慎重的考慮一個問題：學生是否有足夠的能力來重組教材以符合自己的認知架構？假如學生沒有這分能力，或者學生對所學科目完全不了解，那麼在這些情況下，讓學生自行控制教學順序，不僅不能提高教學成效，而且可能造成嚴重不良後果。在另一方面，基於學生的表現而由電腦控制教材的順序，對這些情況似乎更能增進教學效果，在未來的研究上，個別差異如何影響這些策略的效果？如何設計一個更客觀的學後測驗來衡量改變教學順序的後果，都是我們該努力的方向。

四、回饋與增強

Page (1958)曾經主持一個實驗，證實：給予學生適當的關注，能提高教學的效果，由於電腦輔助教學是個與學習者交互作用(Interactive)的教學媒體，因此長期以來，一直被視為是最能提供學生適當的關注。然而當前大部分電腦教學軟體所提供的回饋與增強，對每一個學生而言，幾乎都是千篇一律，在日常生活中，我們早已了解到：一句對某甲意義重大的讚語，對某乙可能毫無意義。因此在提供回饋與增強給學生，以提高學生的信心與學習動機時，我們一定要慎選適當的型式與數目。

Ross (1984)在一個實驗中，將增強作用的讚語分成①五個層次，②三個層次，及③只有一個層次。他發現：配合問題的難度，而對增強物區分為多個層次，最能增進教學效果；同時也使學生更喜歡電腦輔助教學。Gayor (1981)發現：對學業成績較低的學生，在每個問題之後提供立即回饋(Immediate Feedback)要比等到測驗告一段落，再提供回饋(End-of-Session Feedback)要好，但對學業成績較高的學生，效果則相反。Cohen (1985)在綜合多個有關回饋的研究後，指出：決定提供何種、何時及多少回饋時，需要對學習者的特質做進一步的了解、分析。一般而論，他以為過多或過長的回饋，會減低學習速度，而使信心十足的學生感到不耐煩，然而對初學者而言

，這却是必須的策略。

在現有的文獻中，我們對回饋數量的多少、種類及時間，都已有相當的研究，但如何應用這些發現來設計一個動態性調適的電腦輔助教學系統，仍有待進一步努力。

五、內在學習活動

近年來，教學工學（Instructional Technology）的研究，已經從偏重行為科學的研究，轉移到偏重認知理論（Cognitive Theories），（Resnick, 1981）越來越多的教育工作者，由注意教材的設計，移到注意學生內在的心理歷程。McEwing 和 Roth（1985）指出：對自己能了解，學習新觀念的自信心，將使學生更願意，而且更有效的學習。因此，如果教學能配合學生的能力，那麼這種成功的自信心，將能改變學生內在的學習歷程（包括學習動機、及對學習預估要付出多少心力等因素）。

多年前，對行為目標（Behavioral Objectives）的研究，便曾得到一個結論：當學生知道學習的方向時，學習效果將會顯著增加。Tennyson 進一步假定：在學習過程中，不斷地提供診斷與建議，可以影響學生內在的學習活動，而增進教學效果，他的實驗（Tennyson & Buttrey, 1980；Tennyson, 1980；1981，及 Johansen & Tennyson, 1983）證實提供診斷與改進意見，確實顯著地提高了教學成效。

Ross（1984）也曾主持兩個實驗，並證實：當教學內容能配合學生的學習經驗時，其學習效果要增加很多，在他的實驗中，實驗組的教學，採用與學生背景有關的例子，而控制組的教學則採用與學生經驗無關的例證，實驗結果證實：實驗組的學習效果比控制組要高上很多。

Merrill 主張：改變教學以適應學生內在學習活動的理想，可以透過學習者控制系統來完成。他認為：提供適當的訓練，學生將能改變內在學習歷程，而增加學習成效，在他所設計的 TICCIT 系統（美國最著名的電腦輔助教學系統之一）中，他建立了兩個特殊的功能鍵：「HELP」用來協助學生了解教材，可提供更詳盡的說明或更多的例子，「ADVICE」則分析學生的表現，並建議適當的補救措施。

然而他的實驗結果，並未充分支持他的假設，他解釋說：也許在這些實驗中，我採用的策略，並沒有改變學生長期累積下來的學習習慣。

在比較 Tennyson 和 Merrill 的結論時，我們以為在外在資訊與內在心理活動中，必然還有些許中間變數的存在，要深入了解教材與心智活動的交互作用，我們亟須更多的理論與實驗。

【待續】