

電腦輔助教學與個別化教學結合： 電腦輔助教學課堂應用初探

林珊如

Computer-Assisted Instruction Under the Management of Individualized Instruction: A Classroom Management Approach of CAI

Sunny S. J. Lin

Researcher

Center of Educational Research
Tamkang University
Taipei, Taiwan, R.O.C.

Abstract

First reviews the development of Computer-Assisted Instruction (CAI) in Taiwan. This study describes the training of teachers from different levels of schools to design CAI coursewares, and the planning of CAI courseware bank possesses 2,000 supplemental coursewares. Some CAI's classroom application system should be carefully established to prevent the easy abuse of a CAI courseware as an instructional plan. The study also claims to steer CAI in our elementary and secondary education could rely on the "mastery learning" as the instructional plan. In this case, CAI must limit its role as the formative test and remedial material only. In the higher education, the Keller's "Personalized System of Instruction" could be an effective classroom management system. Therefore, CAI will offer study guide and formative test only. Using these 2 instructional system may enhance student's achievement, and speed up the learning rate at the same time. Combining with individualized instruction and CAI will be one of the most workable approach in current classroom. The author sets up an experiment to verify their effectiveness and efficiency in the near future.

前　言

我國推動「電腦輔助教學」(Computer-Assisted Instruction, 以下簡稱 CAI)以來，在教育部電子計算機中心規畫下，預計五年後推出高職、國中及國小等方面之 CAI 課程軟體 2,000 單元，並以電傳視訊系統為傳送媒介，便利學習者隨時在家學習。這些課程乃以補救教學 (remedial education) 為方向。

在從無到有的 CAI 初創階段，儘管課程設計者及程式設計者均已付出心血來創作課程軟體，但因缺乏參考比較點，創作者難以證明其課程的好壞，評審者也積極尋求客觀的評量表，詳細填寫後，以期獲得一些主觀評價，藉以鑑定課程軟體之優劣。

筆者從事 CAI 實作與研究工作多年，認為評量 CAI 課程軟體是否有效，勢必以課堂 (團體) 應用及個人應用效果為依歸。亦即學生是否愛用 CAI 課程軟體？學生成績能否藉 CAI 教學而提高？學生學習動機是否增強？學生學習時間能否節省？以上四個問題若能得到正面答覆 (個人應用效果)，並確定 CAI 在課堂應用的方式後，才能找出真正具有價值之 CAI 課程軟體。

在設計課程軟體的過程中，許多習見的共同疑問，諸如：課程沒有任何圖形 (也不可能有任何圖形)，是否只具有電子翻頁機的效果而已？或者課程非常好玩，是否流於花巧有餘，學生能否學會呢？設計者沒有把握的原因均來自於 CAI 尚欠缺整套的教學體系。參與 CAI 課程軟體設計的人員，不論教育當局負責人、課程設計者、程式員、評審人員等至今尚未指出未來在課堂上如何使用這些 CAI 課程軟體的一套方法，因此目前的 CAI 只能算是一種教材設計程序。任何優良教材，若配上不當的教學方法都會造成極差的教學效果。推展這 2,000 門單元，若仍無法設計出適當的方法以與老師配合，僅在發行時強調為「適合補救教學」，則 CAI 將可能招致「作秀」與「譁眾取寵」之譏。

筆者鑑於目前 CAI 工作者均潛心於開發課程軟體；在軟體開發過程間，專注於 CAI 課程軟體設計，原是無可厚非。但也因著眼點未能及於未來課堂應用之整體配合，以致難以辨明課程軟體設計之優劣。本文旨在探討 CAI 課堂應用，率先引進兩種適合不同年齡學生之個別化教學方法 (精熟學習計畫)

與個人化教學系統）。借助此兩種教學方法來運用「補救式」CAI課程軟體，使二者互取所長、相得益彰。

一、個別化教學

近代在各種因素衝擊下，受教育已非少數人的專利。以台灣地區而言，國民教育所容納學生人數占該階層人口98%以上。如此鉅大學生數量，如何因材施教便成為兼顧學生質與量之重大關鍵。只重學生之量，必然導致教育素質降低；只重於質，則常使實際條件無法配合，所費不貲，或藉青英主義之名而行雙軌教育之實。

「個別化教學」(individualized instruction)是一種教學策略，試圖打破僵化的班級教學，創新教學設計，靈活教學活動，使教育功能得以發揮適應個別差異(individual difference)的效果，而非拘泥於是否表現一對一的教學型態，也非使教師放棄其角色，只讓學生自己學習。個別化教學一方面仍可維持班級型態(並非必然)，一方面要求發揮因材施教之功能，因此必須在教學歷程及設計上下功夫(註一)。

個別化教學的教育信念，在認定人是能自我抉擇、追求、引導與反省的個體；在教育歷程中使人人都有立足點之平等，讓每一受教者充分運用自由去自求發展。因此將教學歷程中的重要因素如：教學目標、教學者、學習者、教材教法、環境、時間、學習進度以及教學評量等重新分析組合。據伍柏格(Herbert J. Walberg, 1975)歸納，個別化教學因材施教的模式有四種(註二)：

第一種階層模式(hierarchical model)：根據學習者過去學習經驗、能力與各種心理特質決定學習起點，課程遵循一定順序，層層漸進，各自調整其學習速度，只要有未臻純熟之處，即須重複學習。

第二種隨機模式(random model)：依據學習者之能力與學習經驗等決定學習起點，不必循序漸進，因知識本身之邏輯順序，教師教學之順序與學生學習順序間，有時並不完全相符，學生可自由探索最適於學習之順序。

第三種多元模式(multimodel model)：按學生能力、學習經驗等決定學習起點，並考慮學生之學習型態(learning style)來安排其最佳學習

途徑，亦即替學習者定出學習目標，容許不同起點以及學習順序、學習方式，但求殊途同歸。

第四種多價模式 (multivalent model)：此種模式較上述多元模式更能適應個別差異，因其已包含第三種模式之種種措施，另外更容許各人有不同的學習目標。因之，不但學習起點可不同，學習速度、學習順序、學習方式、學習目標無一不可適應個別差異。

最好的個別化教學是依各種條件配合而決定的最佳值 (optimal condition)。最大的個別化未必就是最有效的教學方法。目前以理論與實證為基礎，認為有兩種個別化教學系統較受各方肯定。因CAI極易依個別使用者程度傳送不同的教材，若能將這兩種系統引用於CAI課程軟體，勢將成為較富彈性的教學媒體，使二者相得益彰。

(一) 適於國民教育階段之精熟學習計畫

精熟學習 (mastery learning) 的觀念，早在 1920 年代即出現於文納特卡制 (Winnetka Plan) 及莫里生制 (Morrison Plan) 教學方法。但直到 1963 年卡洛 (J. B. Carroll) 提出「學校學習模式」(Model of School Learning) 才進一步架構了精熟學習的概念。在傳統上，性向 (aptitude) 被視為學生學習某一學科所能達到的層次。性向高，能學習複雜的學科及教材；性向低，則只能學習基本要點。因之，學生被劃分為好學習者以及差學習者。卡洛界定的「性向」是學生學習速率的指標，所有學生都具有學得好的潛能，只是所需時間多寡不同而已，性向高的學得快，性向低的學得慢 (註三)。

卡洛依此觀點建立了學校學習的模式，認為學生學習的程度，等於學生在學習上實際所用時間，除以學生學好該科真正所需時間的函數，公式如下：

$$\text{學習程度} = f \left(\frac{\text{實際所用時間}}{\text{真正所需時間}} \right)$$

如果實際所用時間等於真正所需時間，學習就會精熟，方程式值為 1。如果實際所用時間少於真正所需時間，學習就不完全，方程式值即小於 1。

實際所用時間由兩個因素決定：一為允許學生從事學習的時間總數，二為學生願意積極投入學習的時間 (又稱為毅力)。而學生學習真正所需時間又受三個因素決定：一為學生性向，二為學生了解教學的能力，三為教師教

學的品質。所以上述公式又可演化如下：

$$\text{學習程度} = f \left(\frac{1. \text{允許學習的時間} \quad 2. \text{積極投入學習的時間}}{3. \text{性向} \quad 4. \text{了解教學的能力} \quad 5. \text{教學的品質}} \right)$$

卡洛只架構了精熟學習的概念，但並未作真正的應用。而布倫 (B. S. Bloom) 依據卡洛的理念，建立了在普通班級實施的策略。布倫認為學習能否成功當受兩類因素的影響。一是不可變因素，如智力、家庭社會地位等；二是可變因素，如學生學習前必備的知識和技能、親子間在家庭環境中的互動以及提供學習回饋及適當校正等。後者是布倫致力改進的教學條件，以促進每一學生都有成功的學習經驗。布倫以小組或團體為基礎，以教師支配教學流程，並不打破目前課堂教學的方式，在實施上不需大費周章，亦較適合目前我國國民教育階段之要求。

布倫的精熟學習在實際運作時分為兩個階段：一為準備階段，二為教學階段，兩階段所應注意原則如下：

1. 準備階段

(1) 界定「精熟」 (mastery) 標準：教師首先要界定學生應學習什麼教材，訂定學習目標，並依學習目標製作總結性 (summative) 測驗，以便在課程結束時使用。教師要設定學生學習後在此測驗之最低應表現水準。此即精熟標準。

(2) 製訂精熟的教學計畫：在教學前教師應編排學習單元，首先應將所教課程分成連續的較小學習單元，每一單元通常包括可供兩週之用的教材。由於國中、國小教科書已全面建立各單元教案，採用能力本位之教學目標，我國實施精熟教學已有健全基礎。教師須花費時間的應是準備「回饋與校正程序」 (feedback and correction procedures)，亦即教師要為每一單元建構一種簡單的診斷學生進步情形之測驗，稱為「單元形成性測驗」 (formative test)，藉以了解學生學習各單元之狀況，作為教師教學之回饋。學生若能達到教師所訂「單元形成性測驗」的水準，即表示已熟練此單元，通常精熟水準訂在 80 或 90 分以上。其次，教師還要設計校正程序，通常是設計和單元形成性測驗每一題目互相呼應之教學材料 (如，其他教科書、工作手冊、視聽媒體材料) 供補充或補救教學之用。凡在「形成性測驗」未能通過某一題目者，教師即可提供相互呼應之教材來協助其克服學習困難。

2. 教學階段

(1) 精熟學習前觀念引導：由於長久以來學生均依傳統教學法學習，為免學生不習慣或懷疑精熟教學的程序，應有一段引導期 (orientation)，俾師生充分溝通，了解精熟學習之精神、實施方式、精熟水準等，建立共識。

(2) 精熟學習計畫開始：精熟學習計畫仍採班級團體教學，在課堂進行，教學完畢實施單元形成性測驗，教師可區分已精熟者，及未精熟者。已精熟者 (masters) 可參加充任班上較差學生之小老師、學習較深的教材、學習其他科目或從事獨立研究等活動。未精熟者 (non-masters) 則依其所不精熟部分 (形成性測驗之錯誤部分) 進行課內或課外之補救學習 (校正)。在課內進行校正常會拖延上課進度，因此常由教師依情況決定。精熟學習之全部教學流程如下圖：

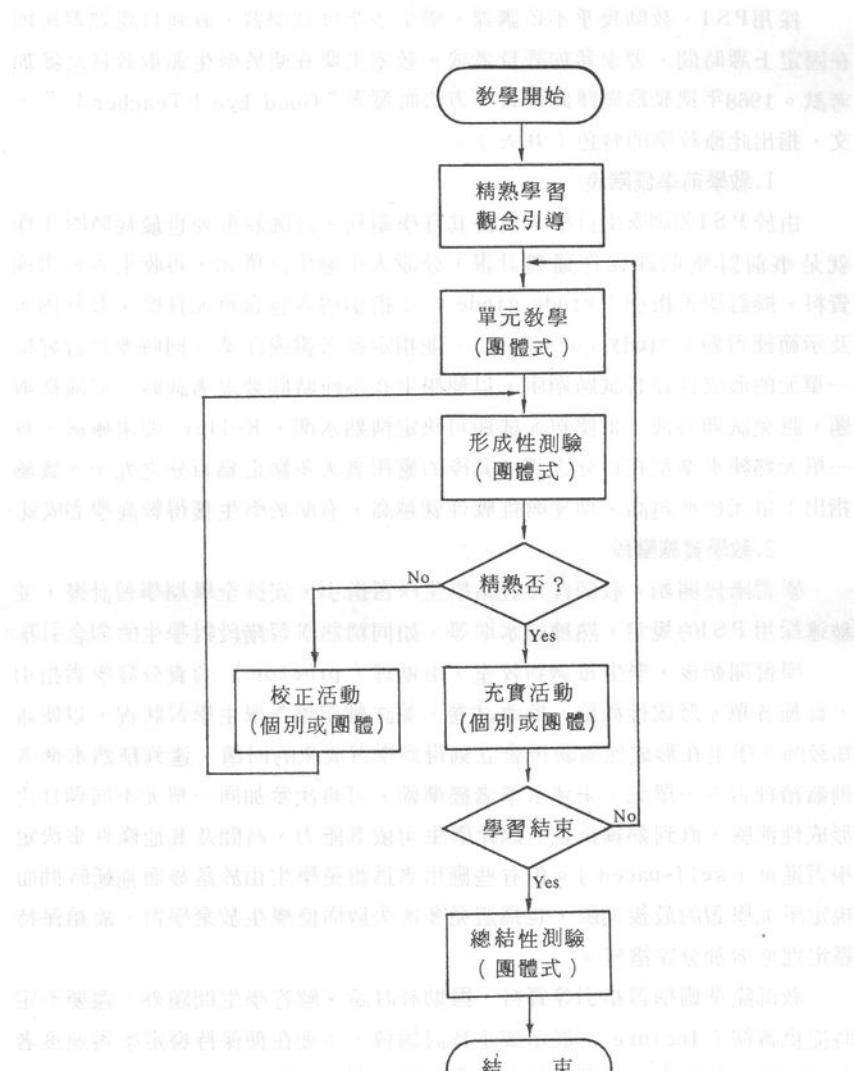
(3) 精熟學習的等第評定：評定學生成績採用總結性測驗，成績在熟練水準以上者，給予甲等。成績未達熟練水準者，其處理方式有二，一為傳統方式，以其分數高低分別給乙、丙、丁等等。二為設計「開放式成績單」(open transcript)，稱之為未完成者 (incompleter)，允許學生在限定時間內隨時改進其表現水準，以達精熟。

(4) 精熟學習的學習效果：據波恩斯 (R. B. Burns) 1976 年探討四十項精熟學習發現，無論在學習效果 (學生成績、記憶保留量)、學習效率 (速度) 或情意效果 (喜歡學習、積極學習態度及自我概念) 方面，採用精熟學習的學生成果都較豐碩。精熟學習能有此成效，據研究顯示主要是因「回饋與校正」活動的功效；且精熟水準要訂在 85—95 分之間才能引發學習動機，不失於苛刻。

精熟學習常因學生類型而有不同效果。一般而言，學生能力越低，越能獲得精熟學習的益處；在 10 歲 (國小五年級) 到 14、15 歲間 (國中二年級) 實施者，學生最能得益 (註四)。

(二) 適於高等教育階段之個人化教學系統

凱勒的個人化教學系統 (Keller's Personalized System of Instruction, 以下簡稱 PSI) 或稱凱勒計畫 (Keller's Plan)，與精熟學習系統同屬個別化教學計畫。但精熟學習適用年齡在國小高年級及國中階段，而 PSI 則對美國大學教學有很大的影響 (註五)。



圖一 精熟學習計畫教學程序流程

圖一為精熟學習計畫教學程序流程，詳載於〈林珊如：電腦輔助教學與個別化教學結合〉。

採用PSI，教師幾乎不必講課，學生多半自我學習，直到自認熟習後即在固定上課時間，要求參加評量考試。教室主要在便於學生領取教材及參加考試。1968年凱勒為闡釋此種教學方法而發表“Good bye ! Teacher !”一文，指出此種教學的特色（註六）。

1. 教學前準備階段

由於PSI強調學生自學，為使其自學順利，教師最重要也最耗時的工作就是事前對整個課程作通盤計畫，分設大小適中之單元，再收集各種書面資料，擬訂學習指引(study guide)；指引內容包含單元目標、教材內容及示範練習題(study question)，並指定參考書或作業。同時要設計好每一單元的形成性評量試題題庫，以便學生在不同時間要求考試時，可隨機取題，避免試題外洩。根據單元試題可決定精熟水準，Keller要求極嚴，每一單元熟練水準都在百分之百，其後的應用者大多修正為百分之九十。實驗指出：單元標準越高，期望與挑戰性就越高，有助於學生獲得較高學習成就。

2. 教學實施階段

學習階段開始，教師首先發給學生學習指引，安排全學期學習計畫，並敘述採用PSI的規定，熟練的水準等，如同精熟學習階段對學生的觀念引導。

學習開始後，學生每週到教室，由助理(proctor)負責分發學習指引，實施各單元形成性測驗，批改試卷，並詳細記錄各學生學習狀況，以便通知教師。學生在形成性測驗後會立刻得到學習成果的回饋，達到精熟水準者則繼續練習下一單元，未達水準者經準備，可再次參加同一單元不同題目之形成性測驗，直到熟練為止。因此學生可依其能力、時間及其他條件來決定學習進度(self-paced)。但有些應用者為避免學生由於落後而拖延時間而規定單元學習的最後期限，也為避免多次失敗而使學生放棄學習，故給保持穩定進度者加分等措施。

教師除準備學習指引等資料，與助教討論、解答學生問題外，還要不定時提供講演(lecture)、展示或主持討論會，主要在使保持穩定學習速度者有深入研討的機會，以期激發其學習動機。期末則要實施總結性測驗，通常此項分數占總成績25%，以前單元測驗及作業分數占75%。

凱勒PSI乃依據行為學派的增強原則以及編序教學法(programmed instruction)的理念，應用於大學教育情境，與精熟學習可謂「原則相同」。

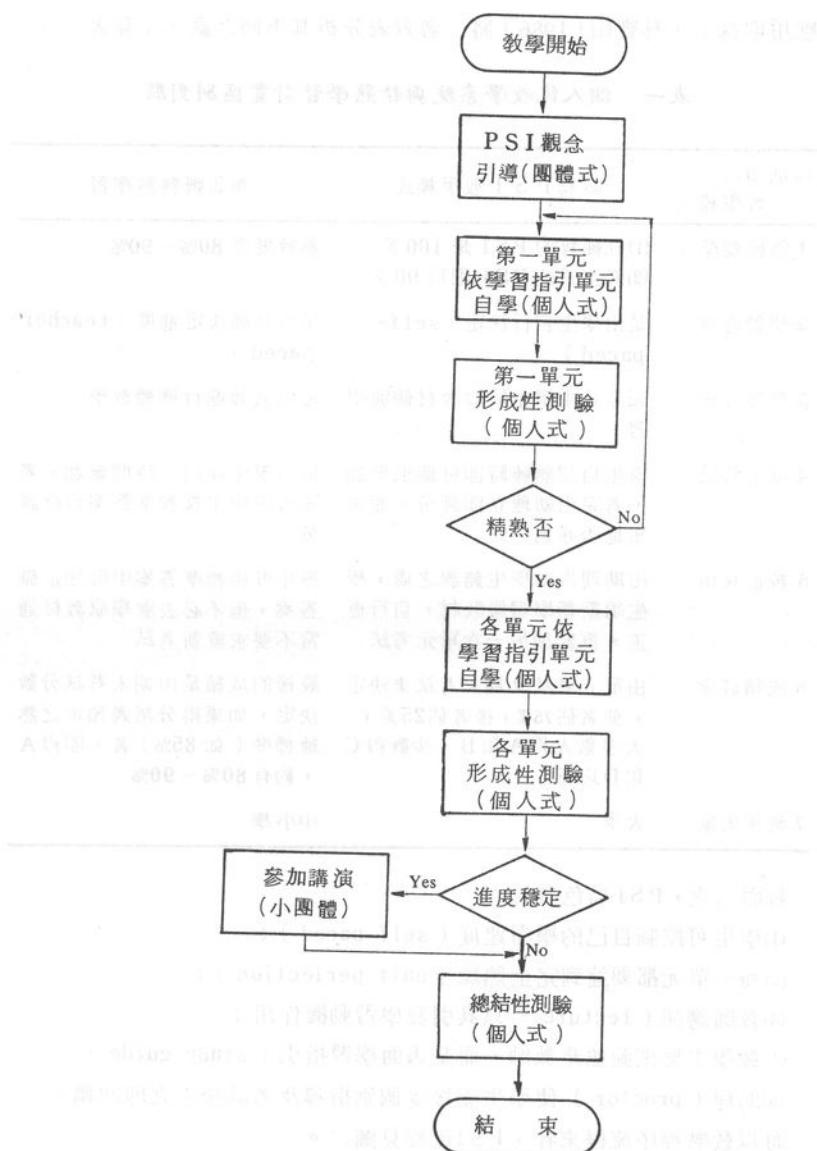
，應用則殊」，林寶山（1986）將二者列表分析其不同之處。（見表一）

表一 個人化教學系統與精熟學習計畫區別對照

區別項目 教學模式	凱勒 P S I 教學模式	布魯姆精熟學習
1.熟練標準	(1)在純粹的 P S I 是 100% (2)修正式的 P S I 則為 90%	熟練度為 80%—90%
2.學習進度	是由學生自行決定 (self-paced)	是由教師決定進度 (teacher-paced)
3.教學方式	完全是由學生依據教材個別學習	是由教師進行團體教學
4.單元考試	學生自認熟練時即可個別參加，考完由助理立即評分，並告知是否通過	所有學生在同一時間參加，考完可由學生按標準答案自行評分
5.校正技術	由助理告知學生錯誤之處，學生須重新學習原教材，自行更正，再參加另一次單元考試	學生可由標準答案中得知正確答案，但不必去重學原教材通常不要求重新考試
6.成績評定	由單元考試及期末考試來決定，前者佔 75%，後者佔 25%，大多數人得 A 和 B，少數得 C 和 D 以下	最後的成績是由期末考試分數決定，如果得分超過預定之熟練標準（如 85%）者，即得 A，約有 80%—90%
7.應用對象	大學	中小學

綜而言之，P S I 特色有五：

- (1)學生可控制自己的學習速度 (self-paced)；
 - (2)每一單元都要達到完全熟練 (unit perfection)；
 - (3)教師講演 (lecture) 只具引發學習動機作用；
 - (4)教學主要來源並非教師，而是書面學習指引 (study guide)。
 - (5)助理 (proctor) 使學生能接受個別指導及考試後之立即回饋。
- 而以教學程序流程來看，P S I 流程見圖二。



圖二 個人化教學系統教學程序流程

二、CAI與個別化教學結合之可行性

推動CAI之前應規畫好完整之教學方案，倘若只是將設計好的具有個別化精神之CAI課程軟體放入傳統式教學，則CAI效果必然大打折扣。由於CAI教學理念具有濃厚個別化精神，實施CAI教學時應可以某一種個別化教學系統為骨（教學結構），而以CAI為肉（課程軟體），互相結合。上述精熟學習及個人化教學系統互有長短。茲先討論近年來CAI與二種教學體系結合之實證結果，再就本節展現之CAI整體性課堂應用遠景來討論課程軟體（教材）設計與課堂應用（教法）之原則。

(一) CAI與精熟學習計畫之結合

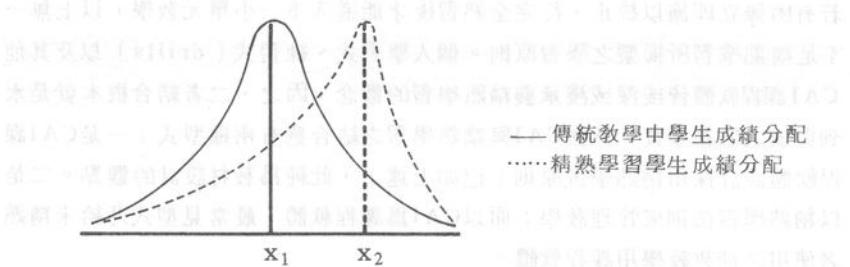
目前CAI課程軟體的設計觀念受精神學習影響極深，尤其個人學習式(tutorials)設計講求利用「行為目標」(behavior objects)來帶頭教學，在小步驟教學後，即給予形成性測驗作為了解學生進度之依據。此時學生若有困難立即施以校正，待完全熟習後才能進入下一單元教學，以上無一不是精熟學習所擄槩之學習原則。個人學習式、練習式(drills)以及其他CAI課程軟體皆或深或淺承襲精熟學習的觀念，因之，二者結合根本就是水到渠成之既存事實。然而CAI與精熟學習之結合應有兩種型式；一是CAI課程軟體設計採用精熟學習原則(已如上述)，此純為教材設計的觀點。二是以精熟學習法則來管理教學；而以CAI為課程軟體，最常見型式乃給未精熟者使用之補救教學用課程軟體。

首先回顧一項以精熟學習原則來編製CAI課程軟體之研究。Lawler, Dick & Riser (1974)(註七)以167名修習「健康教育」之大學生分成四組。第一組是傳統教學組，其他三組則是採用精熟學習原則的電腦管理教學(Computer-Managed Instruction, 以下簡稱CMI)組。這三組的CMI課程軟體規畫為32個行為教學目標，分成14個單元，所有教學歷程全由CMI提供，採用80%為精熟水準。其中一組是「補救教學／強迫精熟」組，學生在第一次形成性測驗未精熟者，要進行補救教學，直到通過另一組隨機取題的形成性測驗，才可進入下一單元教學。第二個CMI組是「補救教學／強迫進度」組，學生未達精熟者，進行補救教學，但不再施以形成性測驗來確定其程度。第三個CMI組稱為「強迫進度」組，未達精熟者不提供補救教

學，也沒有再次測驗，結果發現總結測驗中，三個 C M I 組成績均較傳統組為高；同時，「補救教學／強迫精熟」組與「補救教學／強迫進度」組成績沒有差別，但「補救教學／強迫精熟」組成績較「強迫進度」組為高。本研究內三個 C M I 組學生從頭到尾均從電腦學習，電腦配備勢必裝置極多才能符合需求，恐非我國中小學所能負擔。其他如 Holz (1978)、Magidson (1974)、Riley (1984) (註八) 等研究也都是本文所謂CAI與精熟學習第一種結合方式之典型。

上述第二種CAI與精熟學習結合，如何才能相互得益。茲先討論二者之優缺點，再提出二者結合之益處與實證。

以學生成績提升之效果而言，精熟學習已證實極能提升 10 歲到 14-15 歲國小、國中學生的成績。同時 Burns 的研究也指出，在傳統教學中，學生成績大都呈常態分配，而精熟學習之學生成績都趨向平均數以上，而呈負偏態，如圖三所示 (註九)：



圖三 傳統教學與精熟學習學生成績分配狀況

CAI在中小學階段提升學生成績之效果極為顯著，Bangert-Drowns, Kulik & Kulik (1985) (註十) 綜合中小學階段CAI研究所作之後設分析 (meta analysis) 得到結果：CAI組中小學生成績比傳統教學組高 0.5 個標準差 (standard deviation) (註十一)，亦即使學生成績在百分等級 (percentile) 從 50 提升到 70。在提升學生成績方面二者並無軒輊。

在節省學生學習時間上，則以CAI效果較顯著。精熟學習中教師往往要花費極多時間來校正未精熟之學生，而成績高者有時也不得不停下來等待，甚至常剝奪其他課程的學習時間。但CAI教學組普遍所獲重大成果則在學生

可節省 36 %學習時間（註十二）。

以教學成本而言，CAI一向最遭詬病之處即在中小學經費不多，購買電腦軟硬體、裝置配備與未來維修、消耗品支出，均非現階段我國各校所能負擔。以國中而言，本（76）學年度起教育部為全國各大型國民中學裝置十部個人電腦（personal computer）；十部須供全校教學行政使用談何容易。而國民小學各校在近一、二年內尚無建立電腦教室之可能。在成本考慮下，中小學無法負擔全面一人一機之 CAI 教學。但 Bloom 強調的精熟學習用意則在不打破現行之團體教學，除行政管理簡易外，亦無須額外負擔龐大經費。

綜合以上各項考慮，以精熟學習法來實施教學，而以 CAI 為課程軟體，應能突破二者目前實施之困窘局面。二者結合使用使個別化教學之理想更易行之於現行教學、行政體系（團體教學制度）。同時經費上亦可大為節省，CAI 只供未精熟者作課外補救教學校正，不須全校學生一體使用，故可縮減電腦配置數量，且教師不必到處分身為未精熟者作校正／回饋教學，則教學進度亦能維持平穩。此外，教師面對大量未精熟學生一再實施形成性測驗，必然造成閱卷的重大負擔，而電腦化的形成性測驗加上校正／回饋程序正是 CAI 最擅長之功用。

Dunkleberger & Knight (1979) (註十三) 在馬里蘭州 Elkton 高中，以「理化概論」成績較差的 127 名學生為受試。作者在 1974 年的研究已發現精熟學習使學生之記憶保留量 (retention) 大為提升，但該方法由於使用影印機複製各種形成性測驗，教師面對大量測驗待改，待實施校正程序，都感到負擔太重而致評定精熟學習雖佳，但實際上無法全面實施。作者乃於 1979 年的研究中引進 CMI 體系以協助教師處理複雜的施測、閱卷、記分、整理等工作。所有學生都參與精熟學習規畫下的大班上課、小班討論，只有在實驗階段分為 CMI 組（實驗室操作後利用 CMI 整理觀念）及傳統教學組（實驗室操作後寫報告），結果指出 CMI 組成績顯著高於傳統教學組。CMI 教學為教師節省例行枯燥的閱卷工作，將節省時間自由地輔導學生或改良教材。本研究以 CAI (測驗式) 作為精熟學習計畫之一環，以助長其實施於學生眾多課程之可行性。

Whiting (1985) (註十四) 以北愛爾蘭一所工技學院的大一生生物課程 70 人為受試，採用精熟學習原則來規畫教學，實驗組與控制組首先都進行

實驗室操作，操作後由教師上課討論重點，並發給講義，二組都不再寫傳統式實驗報告，而改以形成性測驗性質之填充題來總結實驗結果，同時由於有一種實驗設備過於昂貴、費時，且難以控制，二組學生都採用電腦模擬實驗來學習，學生隨時可向助教 (tutors) 求助。CAI組與控制組之別在於，實驗後發給學生形成性測驗，要求一星期內完成交出。此時，CAI組 (computer tutorial) 學生改由電腦為助教，任何時地均協助其完成形成性測驗，而控制組 (human tuition) 學生仍由助教協助，只在學生完全無助時才提供倡導。學習成果以布倫的六項學習目標（知識、理解、應用、綜合、分析、評價）來評斷，發現六項目標中二組之全體學生均達精熟水準，使用電腦來課外輔導確實可行。本研究則利用CAI（家教式）作為精熟學習計畫輔助，使學生可在任何時刻尋求學習指導。

綜合以上研究結果，無論以CAI施教（教法），採用精熟學習原則編製課程軟體，或採精熟教學計畫並輔以CAI教材（測驗式或家教式），都可使教學效果大為提升。但我國中、小學階段教育，為顧及經濟考慮，以第二種型式之結合較能節省成本，易於推行。

(二)CAI與個人化教學系統之結合

以CAI為教材，個人化教學系統為教法的結合，彼此均可相互得益。

CAI可為PSI產生的最大優點是：替教師及助教處理繁雜而瑣碎的例行工作，甚至可取代助教工作。PSI教學中，教師要花費很大精神準備學習指引以及各單元形成性測驗，教師可將學習指引製作成CAI課程軟體並予印出(hard copy)。初次製作時確須花點時間，但以後每學期修訂時則輕鬆愉快得多。此外，各單元形成性測驗及各題之回饋也可製成「電腦輔助測驗」(Computer-Assisted Test)，建立題庫隨機取題。上課的學生可自行在電腦上測驗，測驗通過後並可取得學習指引。助教工作完全可由電腦取代，因為將電腦輔助測驗作閱卷處理，登記成績都非難事。如果有一套健全的網路系統(local area network - LAN)，將學生成績通知教師，教師檢查學生成績及進度也是簡易可行。

鑑於助教難覓且訓練費時，Chamberlin(1985)(註十五)利用電腦擔任助教，並實驗比較兩者之效能。對象是32名社區學院生物課學生，依年齡、成績、PSI經驗、CAI經驗分成兩等組，二組依次接受受過訓練者為助

教、不嫻熟者為助教與電腦助教，最後依其選擇自行挑選助教。結果發現兩組學生成績與學習保留量都無差別，學生無論接受普通助教或電腦助教，對成績都沒有影響，且對二者印象很好，但命其自行挑選助教時，則寧願要前者。

在以PSI結合CAI的環境下，所謂好的CAI課程軟體顯然應是一個完備的學習指引、電腦輔助測驗以及成績管理系統。

PSI為CAI帶來的優點是：增加CAI在大學教育的可行性。

一般研究均肯定CAI教學組學生成績稍高於傳統教學組，但也有很多研究發現二者並無差別；最受肯定而一致的是使用CAI的學生學習時間大為節省。Bangert & Drowns, Kulik & Kulik在1985年ADCIS年會提出報告（註十六），綜合以往CAI研究結果作了後設分析，發現CAI對提升大學生成績遠不如中小學生之效果，但平均而言，大學生CAI組仍比傳統教學組學生成績高0.25個標準差（小型效果），亦即使學生成績從百分等級50提升為60；學習時間方面，CAI組平均節省36%。其他研究如Orlansky（1979）（註十七）的發現也差不多。總括言之，CAI對提升大學生成績效果並未盡如所期。

而PSI的教學效果，經Kulick, et al.（1979）（註十八）所作後設分析來看，PSI組學生較傳統教學組學生成績提高0.5個標準差，亦即使學生成績從百分等級50提升為70。學習時間方面，PSI與傳統教學一樣，學生所花時間差不多。

PSI為CAI作整體課堂應用之規畫，已有一篇博士論文探究二者結合之效果。McDonald（1983）（註十九）利用個人電腦製作充實性（supplemental）的CAI課程軟體，以增強PSI之效果。學生是49名數學補救班大學生；該班又分為二組。實驗組每星期至少使用25分鐘CAI課程軟體，完成學習指引的示範練習題及作業；控制組則完全採用Keller's plan，不包含CAI教學。實驗結果發現兩組學生成績沒有差別。本研究以CAI與PSI結合，使CAI組學生成績奇好。

綜合以上研究結果，理論上如能把CAI課程軟體當作個人化教學系統教材，必會使二者相互得益。McDonald研究顯示，二者結合使用能大幅提高大學生成績，無疑是CAI重新成為大學教學方法的有力證據。但也指出一項

無法抗辯之事實：目前的CAI課程軟體在大學不適合獨立教學，應該成為一套教學計畫的一個環結（教材），否則對學習助益極為有限。

三、結論

本文對CAI與精熟學習及個人化教學系統之結合各作理論與實證之回顧探討，指出我國推展CAI計畫，在訓練教師從事編撰課程軟體、規畫2,000門課程的今天，應該就長遠眼光，參考實際環境條件與CAI發展潛能，訂定實施CAI課程軟體的全盤教學體系，從而界定CAI課程軟體在教學體系中的地位。惟有確定CAI的角色後，才可能製作符合教學體系需求之良好課程軟體，亦即CAI課程軟體之價值全繫於能否達成教學體系付予之使命。以未來課堂應用為課程軟體製作導向，是本文提出之深切呼籲，零星編製的CAI課程軟體常浪費成本，效果不彰，宜深以為戒。

附註

註一 林生傳，〈個別化教學的認識與展望〉，中國教育學會主編，有效教學研究（臺北：臺灣書店，民75年），頁297～310。

註二 H. J. Walberg, "Psychological Theories of Educational Individualization," In Talmage, H. (ed.), *Systems of Individualized Education* (Berkeley, CA: McCutchan, 1975), p. 15-18.

註三 黃光雄，〈精熟學習法的理念與運作〉，中國教育學會主編，有效教學研究（臺北：臺灣書店，民75年），頁205～224。毛連塙，陳麗華編譯，精熟學習法（臺北：心理出版社，民76年）。

註四 R. B. Burns, "Mastery Learning: Does it work?" *Educational Leadership*, 1979, 37 (2).

註五 林寶山，〈凱勒氏個人化系統的教學理論〉，中國教育學會主編，有效教學研究（臺北：臺灣書局，民75年），頁263～296。

註六 F. S. Keller, "Good-bye, Teacher!", *Journal of Applied Behavior Analysis*, 1968 (1), pp. 79-89.

註七 R. M. Lawer, W. Dick, and M. Riser, "Mastery Learning and Remedial Prescriptions in Computer-Managed Instruction," *Journal of Experimental Education*, 1974, 43 (2), pp. 45-52.

註八 J. M. Holz, "An Investigation of the Effects of Time on Task, Prior Performance, and Sequencing on the Attainment of Mastery in a Computer-Controlled Mastery Learning

Model in Basic Mathematics," *Dissertation Abstract International*, 1979, 39 (10-A), p. 6005-6006; E. Magidson, "Mastery Learning and PLATO," Practicum presented to Nova University in Partial Fulfillment of the Requirement for the Ed. D. Degree. ED 100435; R. L. Riley, "The Effect of Mastery Learning Instruction on the Academic Achievement, Self-Concept and Attendance of Potential Dropouts and Dropouts in an Arizona High School," *DAI*, 1985, 46 (1-A), p. 24.

註九 同註四。

註十 R. L. Bangert-Drowns, J. A. Kulik, and C. C. Kulik, "The Coming of Age of Educational Technology: Meta-Analyses of Outcome Studies of Computer-Based Instruction," 1985 Conference Proceedings of Association for the Development of Computer-Based Instruction Systems.

註十一 就 Cohen 的 Size Effect 而言，0.2 個標準差是小型 (small) 變化，0.5 個標準差左右是中型 (Medium) 變化，0.8 個標準差左右是大型 (large) 變化，中型變化已是肉眼可辨。

註十二 同註十。

註十三 G. E. Dunkleberger, C. W. II Knight, "Cognitive Consequences of Mastery Learning Via Computer-Generated Repeatable Tests," *The Journal of Educational Research*, 1979, 72 (5), p. 270-272.

註十四 J. Whiting, "The Use of a Computer Tutorial as a Replacement for Human Tuition in a Mastery Learning Strategy," *Computer and Education*, 1985, 9 (2), pp. 101-109.

註十五 P. Chamberlin, "A Comparison of Human and Computerized Proctoring within Keller's Personalized System of Instruction," *DAI*, 1986, 47 (1-A), p. 66.

註十六 同註十。

註十七 J. Orlansky, and J. String, "Cost-Effectiveness of Computer-Based Instruction for Military Training," 1979 Summary Report of Institute for Defense Analyses.

註十八 J.A..Kulik et al., "A Meta-Analyses of Outcome Studies of Keller's Personalized System of Instruction," *American Psychologist*, 1979, 34 (4), pp. 307-318.

註十九 A. D. L. McDonald, "The Effect of Supplemental Microcomputer Instruction on the Achievement of University Level Developmental Mathematics Students Using the Keller-Plan," *DAI*, 1984, 45 (6-A), p. 1623.

論證基準一

爭取一個理想的教育的資訊技術應用，不能只以看來沒有幾次才看難免為一本論資點頭的充份動搖而已。但凡學制為文讀寫主導的大學生管理上課，爭取的是最有效的知識、知識的發揚、知識的傳授不外乎主導的知識中英（「中國城」）頭腦內充份的擴大頭腦學舌，「主導」的未被抑制，長流於表面，內容經過未見前面的內身組織與擴張。