

國立臺灣師範大學教育心理學系
教育心理學報，民 76，20 期，55—68 頁

國中數學 CAI 教材軟體之實驗評估*

吳 鐵 雄

本研究的主要目的在探討 CAI 在國中數學科之補救教學效果。研究對象取樣自三所國中的二年級，共 150 人，其中實驗組 90 人，控制組 60 人。實驗組在平常教學後，給予 CAI 教學，控制組則無，兩組均給成就測驗的前後測，實驗組並接受問卷調查。研究所用教材包括數學的座標、二元一次方程式、整數的四則運算、和比例等四個單元。

以前測為共變量的共變數分析結果顯示：在座標單元、實驗組平均數高於控制組，而控制組則在整數的四則運算單元高於實驗組，其他兩個單元則兩組沒有差別。相依樣本 t 考驗的結果發現實驗組接受 CAI 教學後，其平均數顯著的高於未接受 CAI 之前。學生表示本研究使用之四個單元的設計尚佳，大多數學生都喜歡使用 CAI，並願意介紹給其他同學。他們並表示如果有老師輔導，則 CAI 的效果更佳。

電腦輔助教學隨着資訊普及教育的發展，在國內已漸受重視，並在行政單位之推動及學術界之配合下，已漸邁向全面使用階段。民國七十二年暑期，政府召開科技國建會，會中海內外學者建議開始實驗研究 CAI 在國內之可行性。翌年，教育部與國科會成立全國 CAI 實驗研究推動小組，自民國七十四年開始在國小、國中、高中及高工，選擇五個學科進行電腦輔助教學之實驗研究。本文所採用，乃在該計畫中國中數學教材軟體之評估資料。主要目的是在了解其中四個數學單元的補救教學效果，並了解學生對 CAI 的態度。

教材軟體評估 (courseware evaluation) 如由學者、教師和學生三者針對同一教材軟體進行，是比較理想的方式。以學生為主的評估可分形成性評估 (formative evaluation) 和總結性評估 (summative evaluation)。前者主要目的在於改進教材軟體之設計內容和方法，強調歷程，讓一羣具有代表性的學生樣本使用設計出來的雛型系統 (prototype)，從觀察記錄和分析學生的反應中，獲得修改教材軟體設計的訊息。總結性評估的主要目的在驗證教材軟體的成效，強調效果，以查證教材軟體是否達到預期的教學目標 (Bork, 1985)。Walker 和 Hess (1984) 曾論及實地測試 (field trails) 和正式評估 (formal evaluation) 在教材軟體發展中的重要性。實地測試的主要目的在於了解學生的反應，並據此酌情修改教材軟體的設計，這與形成性評估的意思相同。正式評估主要目的則在了解教材軟體在教學上的效果，則和總結性評估的意思相同。

自 1960 年代電腦輔助教學開始在美國引起廣泛研究以來，CAI 的教學效果便一直是教育學者們所關心的主要課題之一。Suppes 等人 (1968) 在其研究報告中，便說明 CAI 在小學算術教學上有令人滿意的結果。1975 年，美國的教育測驗服務社 (Education Testing Service) 曾對伊利諾大學 (University of Illinois) 所發展的 PLATO 系統 (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations) 和楊百翰大學 (Brigham Young University) 的

* 本文資料係教育部及國科會電腦輔助教學實驗研究計劃中，由本人負責之部分資料，特向教育部及國科會致謝。

TICCIT 系統 (Time-shared, Interactive, Computer-Controlled Information Television) 進行系列評估, 發現 CAI 與傳統教學雖在教學成就和學習率上互有些微差異, 但大致上兩者的教學效果差不多 (Aldermam, Apple & Murphy, 1978)。

Jamison 等人 (1974) 分析 1970 年代有關 CAI 效果的研究, 認為對 CAI 的效果尚沒有一致的結論。只能說, 對小學階段的學生, 在某些情境下 CAI 可以提高學習成績, 尤其是對那些處於不利條件下的學生較具效果; 至於對中學和大學生, 則 CAI 和經由老師教學的效果兩者則相近, 唯在某些個案中可以發現學生經由 CAI 會學得比較快, 比較節省時間。

Edwards 等人 (1975) 從幾個方面檢討電腦輔助教學的效果。他們認為: (1) 如果用 CAI 輔助一般的教學, 則有 CAI 輔助的教學效果比一般教學效果為佳; (2) 如果以 CAI 取代一般的教學, 有些研究指出 CAI 組和非 CAI 組在成績方面並無顯著的差異, 有些研究則指出 CAI 組較佳; (3) 比較練習式 (drill and practice)、教導式 (tutorial)、問題解決式 (problem solving)、模擬式 (simulation)、和混合式 (mixed) 等 CAI 設計方式; 並無法確定那一個方式的效果較佳; (4) 在學習時間的長短方面, 學生經由 CAI 進行學習所需的學習時間較短; (5) 傳統教學方式所獲得的學習保留量多於 CAI 方式所獲得的學習保留量; (6) 對能力不同學生而言, CAI 對較低能力學生的效果比對中上能力學生的效果顯著。

Taylor 和他的同僚曾對 1966 至 1973 年間的 33 篇 CAI 實驗研究報告加以詳述, 他們得到幾個結論: (1) 就學生的成就而言, CAI 能成為一種有效的教學工具, 在 CAI 的幾種模式中, 教導式和練習式最具效果, 特別對低能力的學生更有效; (2) 如果學生能照他們的進度進行學習活動, 在使用 CAI 時, 學生能比傳統教學時學得更快; (3) 就學習保留量而言, CAI 比傳統教學方法來得低; (4) 做為平常課堂教學的輔助工具, CAI 比其他工具來得有效 (Splittgerber, 1979)。Thomas (1979) 從下列幾方面檢討 1979 年以前有關 CAI 效果的研究, 發現: (1) 在成績方面, CAI 的效果受到肯定, 亦即 CAI 能提高學生的成績; (2) 態度方面, 學生對 CAI 的態度比較積極; (3) 學習時間方面, 經由 CAI 進行學習所需的時間較短; (4) 學習保留方面, CAI 組和非 CAI 組間的差異並不明顯。

Kulik 等人 (1983) 以後設分析 (meta-analysis) 探討 51 篇有關中等學校 CAI 教學效果的研究。結果為: (1) 成績方面, CAI 教學大約使學生的分數提高 .32 個標準差; (2) 學習保留方面, CAI 和非 CAI 組之間沒有明顯的差別; (3) 對學科的態度方面, CAI 組較積極, 但差別不是非常明顯; (4) 學習態度方面, CAI 組雖然較積極些, 但並不顯著; (5) 學習時間方面, 學生經由 CAI 進行學習可以節省時間。

Morgan 和 Richardson (1974) 以 100 名七年級學生實驗 CAI 在算術教學上的效果, 其中 50 名學生施以 CAI 教學, 另 50 名則用傳統方式教學, 結果顯示 CAI 的學習效果較佳。但, 經過一個暑假後, 其保留量則兩組並無明顯差別。Tsai 和 Pohl (1980) 利用大學生進行一系列實驗研究, 以了解 CAI 在統計學教學上的成效。他們發現利用 CAI 單獨教學時, 其教學成效並不比傳統教學為佳。但如果利用 CAI 再加上師生的有計畫接觸, 則無論在學生成就和保留量上, CAI 教學都顯著地優於其他教學法。

Gadzella (1982) 進一步探討 CAI 教學對學習的影響。他將學生分成兩組, 一組為實驗組, 參與 CAI 課程之學習, 共有 88 位學生; 另一組為控制組, 不參與 CAI 課程學習, 共有 67 位學生。在一學期中, 兩組學生均接受三次測驗, 用以了解其學習習慣與態度。由趨向分析顯示: 在該學期之中, 實驗組分數有顯著的增加, 而控制組的分數却反而有顯著的下降。這個發現顯示出 CAI 課程學習能有有效的呈現訊息, 並能增進閱讀技巧和如何發展此類技巧。

加拿大 Ontario 省曾推行 CARE 計畫 (Computer-Assisted Remediation and

Evaluation Project)。並於 1978 年在其學區內，以 7～10 年級學生約一萬人為對象，進行 CAI 的補救教學實驗。前後進行兩年。其教材軟體大部分為教導式 (tutorial)，並輔以遊戲式 (gaming)。Gershman 和 Sakamoto (1981) 歸納其研究發現為：(1) CAI 組的學習成就優於傳統教學組，從前後測比較看，CAI 組的學習增加 18%，而傳統教學組則只增加 12%。(2) CAI 組中完成 19 個課程以上的學生，在學習成就方面表現最優。Smith (1982) 研究 CAI 在閱讀與教學上的效果，發現 CAI 與傳統教學組學生在閱讀上沒有顯著差異，但在數學方面，則 CAI 組優於傳統教學組。

Burns 和 Bozeman (1981) 以後設分析方法，自 40 個研究結果中，探討 CAI 在教學上的效果。他歸納出下列幾點：

1. 在數學教學計畫中，如果輔以練習式或教導式 CAI，則學習結果顯著地優於只用傳統教學的結果。
2. 練習式 CAI 教學，對小學和中學成就優越或成就不佳的學生，能增強其學習結果，但對於中等成就的學生則無甚助益。
3. 對於中年級男學生而言，在教學中如伴隨着練習式 CAI，將比只用傳統式教學更能刺激學生獲得較高成就。
4. 教導式 CAI 對中小學高成就或低成就學生，均能提升其教學的成就。
5. 分析結果並未能證實實驗設計與研究結果之間有任何關係存在。

Dunkleberger 和 Knight (1979) 以學業成就較差的高一學生為研究對象，探討 CAI 在物理和化學兩科上的教學效果，他使用 Solomon 四組設計方式進行研究，發現 CAI 的教學效果優於傳統教學。CAI 教學效果也在其他研究中獲得證實 (Karon, 1975; Jackson, 1976; Chambers & Sprecher, 1980; Kulik & Bangert-Drowns, 1983)。

在小學方面的電腦輔助教學研究，一般均在數學和閱讀兩科。Stanford 大學曾於 1966 至 1968 年間在小學實驗其數學 CAI 軟體。Suppes 和 Morningstar (1969) 在加州、密西西比州、肯塔基州以小學一至六年級學生為對象進行研究，他們發現在加州 1966～1967 年受試者中，四和五年級學生傳統組學習成就優於 CAI 組，三年級學生則 CAI 組優於傳統組，在其他年級則兩者沒有差別。至於加州 1967～1968 年受試者，則在四年級和六年級發現 CAI 組優於傳統組，至於其他年級則沒有差異。而密西西比州的研究結果，則是在全部年級中 CAI 組均優於傳統組。

在國內，研究者曾以各種學科之 CAI 軟體探討其教學效果。黃建聰 (民 70) 以大學生為對象，研究工業數位電子學的 CAI，發現 CAI 比傳統教學效果為佳。陳惠美和趙榮耀 (民 72) 以大學生為對象，研究 CAI 在英文教學的效果，他發現利用 CAI 學習，學生的英文成績並不比一般學生的成績高，但當利用 CAI 輔助教學時，則比傳統教學為佳，似乎印證了 CAI 不能代替老師教學的看法 (吳鐵雄，民 71)。在研究 CAI 在國中英語科之補救教學效果，吳鐵雄 (民 72) 曾以 40 名國中二年級中低成績之女生為對象，隨機分派其中 20 名為控制組，另 20 名為實驗組，在傳統教學之後，接受一個半小時的 CAI。結果發現兩組並沒有顯著差異，但當就兩組低成就學生進一步分析時，則實驗組顯著的高於控制組。

曾錦達 (民 73) 以物理及數學兩科實驗 CAI 在高中階段做為課後輔導之效果。對象為高二學生 45 人，高三 51 人，隨機分派為實驗組和控制組。在平常教學之後，實驗組以 CAI 在課後輔導學生，而控制組則仍由老師輔導。在高二數學科方面，實驗組和控制組學生之成就並沒有顯著差異。高三物理科，則使用 CAI 之學生平均優於傳統教學學生。不論數學科或物理科，學生使用 CAI 之學習速率均比傳統教學為快。周仿敏 (民 75) 以遊戲式 CAI 軟體為材料，發現參加 CAI 的實驗組之學習成效顯著地優於控制組，甚至對高程度學生，CAI 也能產生學習成效。

黃堅厚和吳鐵雄(民75)以數學、物理、化學和生物四科,研究 CAI 的效果。在平常教學後,實驗組以 CAI 做為增強教學,控制組則閱讀書面資料,結果發現無論是學習成就或學習保留量,兩組都沒有差別。國內其他研究却大部分發現 CAI 有良好的效果(楊運博,民72;西松國中,民73;黃萬居,民73)。

至於在學生對電腦輔助教學的態度方面。研究結果的發現仍有點紛歧。美國教育測驗服務社對 PLATO 和 TICCIT 兩系統評鑑的結果顯示:一般學生對 CAI 的學習態度良好,有70至90%的學生認為在學習過程中如果發生錯誤,不會覺得難堪,且 CAI 也富挑戰性,又易問問題(Alderman, Appel, & Murphy, 1978)。但他們也認為學生對 CAI 之興趣到底是由於一時好奇,或真正的興趣,則有待進一步探討。Magidson (1978) 以大學生為對象評鑑 PLATO 系統,結果發現學生對 CAI 有正向的態度,其中 93 %的人願意向別人推荐使用 CAI, 95 %學生認為使用 CAI 是個快樂的經驗。

Hama 和 Lee (1982) 調查中等學校教師與學生對 CAI 之態度,他們發現學生一般很喜歡使用 CAI,也贊成在中學普遍採用此種教學方法。但他們却認為此種教學只能做為輔助工具,因為它太缺乏人性,因此教師在中學教育之地位不應被取代。Gershman 和 Sakamoto (1981), Rushinek 等人(1981)和 Schroeder 和 Kent (1983)的研究,都有類似的結果。

Offir (1983) 研究以色列大學教授和學生對 CAI 的看法,他提出有50%的教授認為採用 CAI 能改進教學方法,且對 CAI 採正面態度。但,在五種教學方法中,CAI 是最不受學生歡迎的教學方法。在 Saracho (1982) 的研究中,雖然採用 CAI 的學生有較佳的學習成就,但他們對 CAI 的喜愛程度卻遜於採用傳統教學的學生對 CAI 喜愛的程度。

Pagliaro (1983) 的研究發現大學生在使用 CAI 前後的態度並沒有差異。Bell (1982) 在比較性別差異時,也發現男女生對 CAI 的態度沒有差別。而 Tsai 和 Pohl (1978) 的研究發現:若 CAI 教材內容與傳統教學內容完全一樣時,使用CAI學生會有不好的學習態度。

國內的研究,從國中到大學生都對 CAI 表現出正向的態度(吳鐵雄,民72;陳惠美和趙榮耀,民72;曾錦達,民73;黃萬居,民73;周仿敏,民75)。

由上所引述文獻可知,大部分的研究結果似乎均顯示電腦輔助教學的效果,唯這種結果似也不甚一致,有待累積更多資料加以印證。尤其是目前所用之 CAI 軟體設計方式,是否合乎個別化教學,滿足學生的需求,以及 CAI 是否能達成其設計時所期待的效果,仍有待解答。本研究之主要目的以國中數學中之比例單元,以了解其是否有助於矯正學生以加法原則解答比例問題的錯誤。並同時探討國中教學對四個以遊戲方式為導向的 CAI 軟體的態度。

方 法

一、研究對象:本研究對象取樣自臺灣省屏東中正國中、臺北市西松國中、和高雄市光華國中三個學校二年級數學程度中下的學生,各校取樣60人,然後隨分配到實驗組和控制組,其中光華國中沒控制組。男女生人數差不多各半。另外,並利用林福來(民74)所編測驗,選取比例加法策略學生30人為實驗組。實驗組學生在正常教學之後,再使用 CAI 教材做為補救教學,控制組則無。表一呈現受試者人數。

表一 受試者人數

				實 驗 組	控 制 組	加 法 原 則
中	正	國	中	30	—	30
西	松	國	中	30	30	30
光	華	國	中	30	30	30

二、程 度：本研究的主要目的在了解 CAI 的補救教學功能，而不在比較 CAI 是否比傳統教學為優。因而實驗組在接受 CAI 做補救教學時，控制組並未接受任何處理。

研究於七十五年十一月初開始，首先自國中二年級學生中，就其前學期數學成績中下的學生中，各校取樣 60 人，再隨機分派為實驗組和控制組。另外並對二年級學生實施比例有關之測驗，依據測驗結果，選出採用加法原則解決比例問題的學生。

實驗之前，由本研究所採用之三個 CAI 教材單元之負責發展教授針對每個單元編製成就測驗，於十一月中對實驗組和控制組實施前測。然後實驗組接受 CAI 教學，每個單元五十分鐘，且在每單元教學完後二天，兩組再同時接受後測，為瞭解學生對 CAI 的態度，實驗組並同時填答一個包含21個問題的問卷。

三、工 具：

(一) 教材軟體：本研究所用之 CAI 教材軟體，為教育部和國科共同主持之電腦輔助教學實驗研究計畫中，國中教學的四個單元：迅雷小組、雷射槍、尋找規則、和圖形放大縮小。均屬國中一、二年級教材範圍。分別說明其內容如下：

1. 迅雷小組：本單元為平面坐標的概念。單元設計是以迅雷小組機動處理突發事件的模式，用活潑有趣、畫面生動的遊戲方式來發展平面坐標的概念。單元為遊戲式，共分四個層次，每個層次含有三個遊戲。第一層次主要對第一象限作認知學習，包含由點位置讀出坐標，和由坐標認識其實際位置。第二層次學習模式與第一層次同，只是將第象限擴充到四個象限。第三層次遊戲有二個狀況，狀況呈現的模式同第一、二層次。在遊戲中任意象限都可能出現狀況，警車由中間原點出發。第四層次也只有一個遊戲，有三個狀況，當任一狀況出現時，就三部在巡邏的警車中，選擇一部趕付出事地點。

2. 雷射槍：這個單元是利用雷射槍射擊幽浮的遊戲，讓學生了解數學二元一次直線方程式的概念。本教材分三個階段。第一階段為 $y = ax$ 的問題，讓學生感覺 a 值與發射角度的關係，或者 a 值的正負與發射方向有什麼不同等問題。第二階段為 $Y = X + b$ 問題，讓學生輸入 b 值後，由塔上 b 的位置發射出雷射光，讓他們能瞭解 b 值（限整數）是 y 軸上點的位置，它直線的角度與方向無關。第三階段為 $y = ax + b$ 的問題，以讓學生能綜合瞭解前兩階段問題的概念。

3. 找尋規則：這是屬於熟悉整數四則運算的單元。包含雲霄飛車和火柴棒的世界兩部分。學生可以借着雲霄飛車的乘客人數，和火柴棒排列圖案時所需的數目，以瞭解如何找出兩類數量之間的關連。

4. 圖形的放大縮小：本單元為教導式和練習式合用的。教材開始時說明圖形的改變有加減法和乘除法，然後舉各種實例說明，圖形的形狀如要不改變，則必需用乘或除法，而不可用加或減法，最後並提出各種問題，讓學生反覆練習，以期獲得利用乘除法解決圖形變大縮小的觀念。

(二) 成就測驗：本研究所用之成就測驗，前三單元之前後測測驗由負責教材軟體發展組的指導教授所命題，為求能做前後測之比較，前後測以複本方式命題。至於圖形放大縮小，則採該負責教授所編製的成就測驗。

(三) 意見調查表：調查表分兩個部分，第一部分是與軟體設計有關的問題，內容包括軟體的操作

、畫面的設計、教材內容、回饋訊息等，共 11 題。第二部分則在了解對電腦輔助教學的一般反應，包括喜不喜歡用 CAI、是否需要教師輔導、是否要與同學一起使用、願不願再使用 CAI 與介紹給同學等問題，共十題。在整個教育部與國科會的 CAI 實驗研究計畫中，本問券是用在國小與國中學生，為顧慮受試者作答之方便，只要求學生對每一敘述做「同意」與「不同意」的反應。

結 果

一、學習成就

雖然在實驗設計上採用隨機分派方式決定實驗組與控制組，為了解隨機誤差是否造成兩組基本能力的差異，乃先以單因子獨立樣本考驗四個單元的前測分數，兩組的平均數、標準差及考驗結果呈現在表二。從表中可見，在迅雷小組單元，實驗組平均數顯著的高於控制組，而在找尋規則單元前測上，則是控制組高於實驗組，在其他兩個單元，兩組並無顯著差異。

表二 四個單元前測平均數、標準差及變異數分析結果

	實 驗 組 (N=90)		控 制 組 (N=60)		F
	X	S	X	S	
迅 雷 小 組	72.71	30.57	54.57	37.27	10.622**
雷 射 槍	47.89	39.28	37.28	32.20	3.019
找 尋 規 則	57.08	36.14	70.13	33.70	4.957*
圖 形 放 大 縮 小	56.56	32.37	48.17	32.43	2.415

* P < .05 ** P < .01

由於前測分數分析的結果顯示兩組的基本能力有差別，因而需要以前測做共變量，進行共變數分析，以比較實驗組和控制組的後測結果。四個單元後測分數的共變數分析結果呈現在表三。從表三可見在迅雷小組單元，實驗組的平均數顯著的高於控制組平均數。而在找尋規則單元，則是控制組顯著的高於實驗組。致於其他兩個單元，則兩組平均數的差異則未達到顯著水準。

表三 四個單元後測分數平均數、標準差與共變數分析結果

	實 驗 組 (N=90)		控 制 組 (N=60)		F
	X	S	X	S	
迅 雷 小 組	84.10	21.34	65.02	33.27	7.173**
雷 射 槍	58.56	40.69	51.15	34.94	.003
找 尋 規 則	64.12	32.69	86.40	22.06	16.104**
圖 形 放 大 縮 小	70.22	34.95	62.95	31.69	.343

** P < .01

前面的分析顯示出，實驗組和控制組在四個單元中的差異情形，前後測都具相同傾向，亦即除找尋規則的單元，控制組在前後測都平均高於實驗組外，其他三個單的前後測結果，都是實驗組平均數高於控制組。為了更進一步瞭解 CAI 的效果，本研究以相依樣本 t 考驗，比較實驗組前測與後測分數的差異，其結果如表四所示。由表四可發現在所有四個單元中，後測的平均數均顯著的高於前測的平均數，可見經過 CAI 的補救教學，確實可以提高學生的成績。

在本研究中，除一般的學生之外，特別另外在三個實驗學校中取樣88位利用加法原則解決比例問題的學生，給予 CAI 的補救教學，其前測分數與後測分數的相依樣本 t 考驗結果呈現在表五。考驗結果顯示經過 CAI 教學之後，平均數有顯著的增加，後測的平均比前測提高了20分。可見圖形放大縮小的單元確實能幫助利用加法原則解決比例問題的學生。

表四 實驗組前後測分數的 t 考驗結果 (N=90)

	前 測		後 測		t
	X	S	X	S	
迅 雷 小 組	72.71	30.57	84.10	21.34	-5.53**
雷 射 槍	47.89	39.28	58.56	40.69	-3.98**
找 尋 規 則	57.08	36.14	64.12	32.69	-2.37*
圖 形 放 大 縮 小	56.56	32.37	70.22	34.95	-4.16**

* P < .05 ** P < .01

表五 加法原則學生前後測 t 考驗結果 (N=88)

		平 均 數	標 準 差	t
前	測	45.58	33.39	-6.98
後	測	65.64	36.57	

二、意見調查

有關研究對象對本電腦輔助教學研究的意見，分為兩部分：一是對教材軟體本身的意見，二是對 CAI 教學方式的態度。本意見調查表只對接受 CAI 教學的實驗組學生實施，其結果呈現在表六。

表六 實驗組學生對 CAI 的意見調查結

	贊 成		不 贊 成	
	人 數	%	人 數	%
一、教材軟體				
1. 我很容易就學會怎樣操作機器	68	75.6	22	24.4
2. 在學習教材時，我照著電腦的命令去做，常常碰到困難。	24	26.7	66	73.3
3. 我對螢幕上所出現寫的意思都了解	45	50.0	45	50.0
4. 當我回答電腦所出現的問題後，它都很快的告訴我對錯	74	82.2	16	17.8
5. 當我覺得疲倦的時候，軟體的容許我隨時結束學習	41	45.6	49	54.4
6. 當我回答電腦所出的問題後，電腦的回答方式很有趣	79	87.8	11	12.7
7. 當我答錯時，電腦給我所需要的補充資料	78	86.7	12	13.3
8. 電腦上特殊的表現方式（譬如：字體放大、閃爍、有聲音等）會加深我對教材的印象	86	95.6	4	4.4
9. 我認為電腦裏出現的例題很充足	66	73.3	24	26.7
10. 我發現每次要學習新內容前，都會出現以前學過且相關的材料	180	88.9	10	11.1
11. 我認為內容的設計十分吸引人，讓我一直想做下去	77	85.6	13	14.4

二、電腦輔助教學

12. 由電腦來學習，我覺得時間過得很快	83	92.2	7	7.8
13. 當我想到下節課要去電腦室時，我覺得很高興	86	95.6	4	4.4
14. 當電腦告訴我答案錯誤時，我很想再做一次	84	93.3	6	6.7
15. 在上電腦課時，我可以不必依靠老師，就能學會	26	28.9	64	71.1
16. 如果在學習時，偶而能得到老師的幫助，會使我學得更多	88	97.8	2	2.2
17. 我覺得如果 2 個或 3 個同學一起來學習時，可以使我學得更好	70	77.8	20	22.2
18. 如果下次再有機會進行這個活動時，我一定爭取參加	81	90.0	9	10.0
19. 我希望告訴別的同學習活動	85	94.4	5	5.6
20. 如果電腦能配合電視畫面和收錄音機的設備我想更有幫助	83	92.2	7	7.8
21. 如果說明指示能更清楚些，我會做得更好	89	98.9	1	1.1

對於教材軟體的設計，有約四分之三的人認為很容易使用軟體（第 1 題）。在使用這些軟體時，學生認為沒有遭遇到困難（第 2 題），且能很快提供回饋訊息（第 4 題）。但是，有一半的學生不能了解文字上的意思（第 3 題），有 45.6 % 的使用者認為無法隨時中途暫止學習的進行（第 5 題）。有約 8.7% 的學生對教材軟體提供的回饋感到滿意（第 6、7 題）。絕大多數的受試者對教材軟體的表現方式（第 8 題）和設計及內容（第 9、10、11 題）都感滿意。可見本研究所使用的教材軟體的設計，大部分的學生都能接受。

至於對電腦輔助教學的意見方面，有 83% 到 86% 的學生（第 12 至 13 題）表示對 CAI 很有興趣。有三分之二（第 15 題）和約全部（第 16 題）的學生肯定教師對他們使用 CAI 時的能有幫助，並且有 70% 的學生表示如果能與同學學習，效果會更好（17 題）。絕大多數的同學都願意再使用 CAI，並介紹其他學生使用。但是，使用過的學生也表示如果能與其他媒體配合，則學習效果會更好。

討 論 與 結 論

學習成就的分析主要在了解 CAI 的教學效果，在這方面的研究，一般結果認為 CAI 至少與傳統教學法有相同的效果，部分研究則發現 CAI 優於傳統教學法（Alderman, 1978; Burns & Bozeman, 1981; Gershman & Sakamoto, 1981; Kulik, et. al., 1980; Spillittgerber, 1979）。也有一些研究顯示 CAI 具有補救教學的功能（吳鐵雄，民 72; Edwards, et. al., 1975; Thomas, 1979）。本研究以 CAI 對實驗組學生進行補救教學，結果顯現不一致現象，在四個單元中，有兩個單元實驗組與控制組的成績並無顯著差異。其他二單元中，有一個單元實驗組平均分數高於控制組的平均，另有一單元却是控制組高於實驗組。造成這樣的結果有幾個可能。第一，由找尋規則單元的前測分數可知，控制組在本單元之基本能力就高於實驗組（表二），因而其後測也就可能高於實驗組。第二，從單元之教材內容看，本單元所包含的概念較為單純，因而前測較高者，很容易在後測時也能維持這種學習上的優勢。第三，雷射槍和圖形放大縮小兩單元，從平均數可看出，實驗組仍有高於控制組的趨勢，唯因樣本之標準差太大，而無法達到顯著差異。

當比較實驗組的前後測結果時，在四個單元中，後測的平均分數都顯著高於前測的平均數，可見 CAI 具有補救教學的功能獲得證實。這與前面引述幾個研究的結果相同。

從理論上言，利用電腦輔助教學時，學生必須手眼並用，集中注意力，因而較能充分學習，學習效果自然應該較佳，目前研究結果會產生紛歧的現象，主要關鍵仍在教材軟體的設計（Chambers

& Sprocher, 1983; Steinberg, 1984)。爲求 CAI 教材軟體的教學效果達到一定的水準，在設計 CAI 教材軟體時，除應考慮教學目標所要完成的學習結果 (Gagné, 1981)，更應注意個別差異的適應，方能達到個別化教學的效果 (Tennyson & Park, 1984)。本研究所使用之四個單元，其設計方式均採遊找式，較易引起學習者的興趣，自然能產生相當的教學效果。

談及學生對 CAI 的興趣，很多研究都報告學生具有正面態度 (Crandall, 1976; Rushinek et. al., 1981)，本研究結果也顯示學生喜歡使用 CAI，並且願意介紹給其他同學。這結果與國內其他研究結果 (周仿敏，民75；陳美惠、趙榮耀，民72；曾錦達，民73) 相同。Alderman 等人 (1978) 認爲 CAI 是一種個別學習的活動，學生一旦發生學習困難，不必擔心其他同學的反應，同儕的壓力消除了，自然產生愉快的學習。但，本研究的大部分受試者表示如果能與其他同學一起使用 CAI，則學習結果會更佳，則值得我們注意。他們也同時認爲使用 CAI 時，如果有老師在旁邊協助，而且 CAI 軟體如果能配合其他媒體，則效果會更好，這些意見符合學者們的意見。

本研究利用教育部與國科會電腦輔助教學實驗研究計畫所發展的教材軟體，探討 CAI 在國中教學之教學效果，所使用的教材包括座標 (迅雷小組)，二元一次方程式 (雷射槍)，整數四則運算 (找尋規則) 和比例 (圖形放大縮小) 等內容。研究對象如國中二年級學生，其中之實驗組採用 CAI 作補救教學，而控制組則無。兩組學生均於實驗前及實驗後接受成就測驗。實驗組並在實驗後接受意見調查。

研究結果顯示 CAI 具有補救教學的功能，能提高學生的測驗分數。但，當比較實驗組與控制組時，結果有點紛歧，在座標的單元裏，實驗組平均高於控制組；在整數四則運算單元，則結查相反。其他兩個單元則兩組沒有差別。儘管如此，實驗組學生大部分表示喜歡 CAI 教學，並表示如果有機會的話，他們仍願意使用。同時他們更進一步表示教師的輔導，對使用 CAI 的重要性，這些結果應能給教師及教育研究者一些啓示。

參 考 文 獻

- 西松國中 (民73) 臺北市西松國中英文電腦輔助教學概述。刊於中國教育學會主編：資訊教育研究，臺北市：華欣文化事業中心。
- 吳鐵雄 (民71) 電腦輔助教學。刊於李進室等著：電腦輔助教學選集。臺北市：國立臺灣師範大學電子計算機中心。
- 吳鐵雄 (民72) 電腦輔助教學之補救教學效果初探。教育心理學報，16，61~70頁。
- 吳鐵雄 (民75) 教育統計電腦輔助教學教材軟體之發展研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫 NSC-74-0111-S003-07 成果報告。
- 林福來 (民74) 國中學生比例概念的發展。中日科學教育研討會。
- 周仿敏 (民75) 國中化學科遊戲式電腦輔助教學之研究。國立臺灣師範大學碩士論文。
- 陳美惠、趙榮耀 (民72) CAI 之英語實驗。刊於淡江大學編：中美電腦輔助教學研討會論文集。
- 黃建聰 (民70) 微電腦輔助教學系統在工業教育數位電子課程個別學習上的應用研究。國立臺灣師範大學碩士論文。
- 黃堅厚、吳鐵雄、邱貴發 (民75) 國中數理科 CAI 教學實驗評鑑。行政院國家科學委員會專題研究計畫 NSC-73-0111-S101 成果報告。
- 黃萬居 (民73) 中學化學科電腦輔助教學之研究。國立臺灣師範大學碩士論文。
- 曾錦達 (民73) 電腦輔助教學在高中數學、物理實施課後輔導之研究。國立臺灣師範大學碩士論文。
- 楊運博 (民72) 國中生物遺傳單元 CAI 教學與輔助功效。國立臺灣師範大學碩士論文。

- Alderman, D. I. (1978) *Evaluation of the TICCIT computer-assisted instruction system in the community college*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Alderman, D. L., Apple, L. R. & Murphy, R. T. (1978) PLATO and TICCIT: evaluation of CAI in the community college. *Educational Technology*, 18(4), 40-44.
- Bell, F. (1982) CAI and computer literacy: A ten year school/university project. *AEDS Journal*, April.
- Bork, A. (1985) *Personal computer for education*. NY: Harper & Row.
- Burns, P. K. & Bozeman, W. C. (1981) Computer-assisted instruction and mathematics achievement: Is there a relationship? *Educational Technology*, 21(10), 32-39.
- Chambers, J. A. & Sprecher, J. W. (1980) Computer-assisted instruction: Current trend and critical issues. *Communications of the ACM*, 23(6), 332-342.
- Chamber, J. A. & Sprecher, J. W. (1983) *Computer-assisted instruction: Its use in the classroom*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Crandall, N. (1976) CAI: Its role in the education of ethnic minorities. *T. H. E. Journal*, 3, 24-27.
- Dunkleberger, G. E. & Knight, C. W. (1979) Cognitive consequences of mastery learning via computer-generated repentable tests. *Journal of Educational Research*, 72(5), 270-272.
- Edwards, J., Norton, S., Taylor, S., Weiss, M. & Van Dusseldorp, R. (1975) How effective is CAI? A review of the research. *Educational Leadership*, 33, 147-153.
- Gadzella, B. M. (1982) Computer-assisted instruction on study skills. *Journal of Experimental Education*, 22, 122-126.
- Gange, R. M., Wager, W. & Rojas, A. (1981) Planning and authoring computer-assisted instruction. *Educational Technology*, September, 17-26.
- Gershman, J. & Sakemoto, E. (1981) Computer-assisted remediation and evaluation: A CAI project for Ontario secondary schools. *Educational Technology*, 21(3), 40-43.
- Hama, M. & Lee, R. (1982) The impact of computers in secondary education: Teachers' and students' attitudes surveyed, II. *Interface*, 4(4), 46-51.
- Jackson, J. (1976) A comparative study of the effectiveness of programmed instruction and computer-based instruction. *Dissertation Abstracts International*, 37, 6355-A.
- Jamison, D., Suppes, P. & Wells, S. (1974) The effectiveness of alternative instructional media: A survey. *Review of Educational Research*, Winter, 1-67.
- Karon, L. (1975) An experimental study comparing computer-assisted instruction with the traditional lecture method in an introductory learning disabilities course given to medical student. *Dissertation Abstracts International*

- national*, 36, 4226-A.
- Kulik, J. A. & Bangert-Drowns, R. L. (1983) Effectiveness of technology in precollege mathematics and science teaching. *Journal of Educational Technology System*, 12(2), 137-158.
- Kulik, J. A., Bangert, R. L. & Williams, G. W. (1983) Effects of computer-based teaching on secondary students. *Journal of Educational Psychology*, 75(1), 19-26.
- Kulik, J. A., Kulik, C. C. & Cohen, P. A. (1980) Effectiveness of computer based college teaching: A meta-analysis of findings. *Review of Educational Research*, 50 (4), 525-544.
- Magidson, E. M. (1978) Student assessment of PLATO: What students like and dislike about CAI. *Educational Technology*, 18(8), 15-19.
- Offir, B. (1983) Attitudes of university instructors and students toward using computer for learning: Discrepancies between thought and action. *Educational Technology*, 23 (5), 26-28.
- Pagliaro, L. A. (1983) CAI in pharmacology: Student academic performance and instructional interactions. *Journal of Computer-Based Instruction*, 9(4), 131-144.
- Rushinek, A., Rushinek, S. F. & Stutz, J. (1981) The effects of computer-assisted instruction upon computer facility and instructor ratings. *Journal of Computer-Based Instruction*, 8(2), 43-46.
- Saracho, O. N. (1982) The effect of computer-assisted instruction program on basic skills achievement and attitudes toward-instruction of Spanish-speaking migrant children. *American Educational Research Journal*, 19 (2), 201-219.
- Schroeder, L. & Kent, P. (1983) Computer-based instruction in Dietetics education. *Journal of Computer-Based Instruction*, 8(4), 85-90.
- Smith, E. S. (1980) the effect of computer-assisted instruction on academic school daily attendance and school library usage at Margaret Washington Career center. *Dissertation Abstracts International*, 4, 2431-A.
- Splittgerber, F. L. (1979) Computer-based instruction: A revolution in the marking? *Educational Technology*, 19(1), 20-26.
- Steinberg, E. R. (1984) *Teaching computer to teach*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Suppes, P., Jerman M. & Brian, D. (1968) *Computer-assisted instruction: Stanford's 1965-66 arithmetic program*. NY: Academic Press.
- Suppes, P. & Morningstar, M. Computer-assisted instruction. *Science*, 16(10), 343-350.
- Tennyson, R. D. & Park, S. I. (1984) The Minnesota Adaptive Instruction System: An intelligent CAI system. *Journal of Computer-Based Instruction*, 11(1), 2-13.

- Thomas, D. B. (1979) The effectiveness of computer-assisted instruction in secondary schools, *AEDS Journal*, 103-116.
- Tsai, S. Y. W. & Pohl, N. F. (1980) Computer-assisted instruction argumented with planned teacher student contact. *Journal of Experiment Education*, 49(2), 120-126.
- Walker, D. F. & Hess, R. D. (1984) *International software: Principles and perspectives for design and use*. Wadsworth Publishing Company.



Bulletin of Educational Psychology, 1987, 20, 55—68
Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, China.

AN EXPERIMENTAL STUDY OF CAI EFFECTS ON JUNIOR HIGH MATHEMATICS

TIEH-HSIUNG WU

ABSTRACT

The main purpose of this research is to investigate CAI effects as remedial teaching on junior high school students. The sample of the study was 150 second year students of three junior high schools. There were 90 students in experiment group, 60 in control group. After the regular teaching, the experiment group was given CAI instruction, while the control group was not. Both groups were given achievement pretest and posttest. The students of experiment group also answer a questionnaire. The courses used in the study are coordinates, equation with two unknown, the operation of integer numbers, and proportion.

The results of ANCOVA with pretest as covariate indicate that average score of experiment group is significantly higher than that of control group in coordination units. However, in operation of integer number, control group is significantly higher than the experiment group. The results of dependent sample t-test show that experiment group's average score of posttest is significantly higher than that of pretest. Students of experiment group indicate that they like CAI, and would like to introduce it to their peer. They also indicate that if teachers could assist them in their study, the effect of CAI would be better.

