

課室內的微算機

傑姆斯、愛理原著

國立台灣教育學院 科學教育學系物理組 趙銘譯

教育工作者都知道，課程內容及教育方式正是反映當代人類的哲學思潮、學習觀、遵守的紀律及社會規範的情況。今日的文化呈現出對於計算機技術所承諾的事情賦予堅強的信心，認為學習是屬於個人性及獨自性的、各類學科廣泛的與科技結合及社會學上種種且分歧的問題都與計算機技術有了正面的接觸。學校應體認當前的形勢並使它們的教育與計算機結合成一體。本文之中心即提出幾個在今天的每一個課室中能夠應用計算機，主要是微算機的方式。

在過去由於電子計算機昂貴的價格，造成了在課室中使用它的嚴重障礙。雖然有很多很多很好的理由要求我們在課室中使用計算機輔助教學，但價格一直是強硬的困擾。然而現在衆所周知事實就是精密且功能複雜而又強大的計算機系統（微算機）的價格已下跌至不但為一般學校甚至家庭的預算在所能接受的範圍內。對於一個教育工作者而言，在他的主要工作範圍內，計算機已成為一個活生生而且誘人的教育工具。所以在教育上的一個新紀元已在眼前展現出來。

因為低價格高功能的微算機的出現使得計算機已成為十分普及的設備而且已為許多學校中的學生及教師所接受。許多學生已在學校中、家中、工作的場所、同好者俱樂部、鄰居的電氣行或父母那兒獲得親身操作微算機的經驗。教師則在

大學教育時或從事研究工作時接觸到微算機（或大型計算機）。我們可在每天的報章雜誌及電視中見到計算機的廣告。微算機已找到侵入我們日常生活中的路徑，而且我們也正快速的學習如何妥善的使用此一工具。

在課室內微算機的使用方式是無法估量的。本文中將討論微算機系統之少許但著名的應用。其中一些應用正代表計算機輔助教學上的新形態，包括教導所有的學生、用計算機做為啟發性解題工具及在課室中作為具有挑戰性或娛樂性的競賽。其他的應用將討論採用現有的計算機作為教學工具，傳授微算機的新技術及應用，例如：訓練、實習、模擬及測驗和測驗的架構。

對所有學生教導計算的方式

由於廉價的微算機的普遍性，使得所有的學生能夠傳授計算機使用方法後，有足夠的機會去練習計算的技巧。經由適當配備著價廉的微處理機，傳授學生基本的計算方式，包括計算系統所使用的技巧，現存的軟體應用程式集的使用及自行規劃應用程式。上述的目標在今天都可以藉由大約美元伍百元左右微算機系統來達成。

當然，對所有的學生教導某些學識並不全等於希望對所有的學生教導任何學識。然而由於計算機及自動化的裝置是如此的普及至我們的日常

生活之中，假如我們不實際去熟練它的使用方式時，我們將會發現想要跟上時代的潮流就不太可能。由於廣泛且深入的使用計算機，使得我們如想要完全的領會到許多主要的應用時至少須先瞭解什麼是計算機。實際使用計算機已成為工作時或休閒活動的一部份而且所佔的比重與日俱增。在不久的將來某種程度有關於計算機的專業知識將成為每個人日常生活中所必備的知識。基於以上的原因，教導學生關於計算機的知識已成為高度的需求而且是件必須達成的目標，特別是當價廉的微算機普及的今天，更易於達成上述的教學目標。

在許多的中學及學院中早已展開此一教學的序幕。許多數學及科學教師已鼓勵有興趣的學生使用微算機。有時學生還開發了些硬體電路的設計。

簡而言之，在傳授學生學習計算方法使之成為一種技術時至少須包括(1)操作微算機及基本保養常識，獲取及建立程式庫及書寫程式；(2)瞭解各種行業所使用的微算機；(3)認識個人用的微算機；(4)體認計算機在社會中所佔的地位。

利用計算機為解題工具

由於有能力使用計算機的人有傾向且期望以更多的方式來使用它，導致以啟發的方式來解決各類問題。當然此一現象，早已在熟練使用計算機系統的學生身上發現到。當現在能夠將系統完備的微算機裝置在每一間課堂中，並隨時可供學生利用此一設備來解決問題。

有許多類型的問題是用微算機來處理的良好對象。學生喜歡的問題很多，例如：通信、節約能源、消費政策、產品製造及服務、社會上之人際關係；在數學及科學上問題的解答、解釋或翻譯文章、監視實驗過程、藝術創作及使用學術性的資源學識。除此之外他們更喜歡用智慧型及挑

戰性的遊戲來解決休閒時間的問題，並自行設計遊戲。

在課室中由於微算機的使用及學生有能力操作它，將會使學生體會出啟發式的解題方法。除此之外教師亦有機會利用微算機來做領導統御學生的工作，將微算機當做處理課室內的管理問題，教學問題及處理課業上問題的工具。

遊戲與娛樂

在輕鬆的一面，計算機也有優秀的一面，我們可以利用微算機使我們休閒時間變得更有價值。在這方面早已應用在家庭遊樂器上。毫無疑問的也將擴展至課室內。這也將是最令人著迷的發展。數百萬的青少年應用他們創造性的智慧來對付使用微算機上的問題而成年人則畏縮不前。

在課室中教師所扮演的角色將是教導學習者如何找尋娛樂，此一行為將開展並充實他們的生活，並且在娛樂之餘協助發展並提高他們解題的能力。經由直接教學的指引，學生將會找到數種方式將學習活動、解答問題及例行之雜事成為娛樂性的遊戲。

其他常規性的使用

雖然計算機為基礎的教育或教學是不能被認為是傳統性或常規性的，但已有不少計算機輔助教學的應用早在前述的觀念被論及時已被人接受。比較著名的常規性的應用是訓練、實習、模擬及測驗和測驗的架構。

在尚未討論正題之前，有二個關於一般適當的微算機的評註。第一就是支援這些常規性應用的計算機資源將不能超過能取得而價格適中的微算機。首先得仔細的評估支援這些應用的必需能力，例如：剛才提及的情況及在許多一般的微算機系統的能力範圍，特別是對大型計算機的聯繫能力，也就是利用大型計算機儲存程式的能力，

當微算機需要時可藉由電話綫將程式傳遞過來。第二就是許多製造廠商已生產了一些產品供應一些應用而且在市場上以很低的價格在玩具店或百貨店中出售。雖然這些產品並不是一完整的計算機系統但它們確實有足夠的潛力用以支援常規性的計算機輔助教學。

訓練及實習

早期的計算機在教學上的應用大概是給予一個重複練習數學的地方。其他早期的訓練及實習的應用是拼音練習、認字練習及記憶確知的資訊知識的訓練及實習，通常這是一種問答的形式並具有重複答問的能力而且能立刻回饋至計算機予以檢查並更正錯誤。許多此一類的課程已用計算機程式語言—基本（BASIC）寫成了程式了，而且幾乎可以用在任何一廠牌的微算機上。創造新課程的工作，對於大部份教師而言均能勝任，而且他們也希望作出新的材料，適合於他們的課程。

模 擬

一個有趣的計算機應用是模擬真實世界的狀況，如此學習者能夠下定決策而且模擬可能的反應。計算機模擬訓練已是衆人所熟知的事，例如：訓練醫事人員對病患的照顧、教導經濟學、生態學、遺傳學及歷史學的面面觀及訓練駕駛員等。模擬就是將學習者面對一個狀況並且對此狀況做一決定並反應給計算機，此時計算機將對此一判定所導致的後果顯示出來。大部份現有的模擬均可馬上被一般的微算機所接受，而且原始的程式設計可由大部份的教師來執行。

測驗及測驗的架構

在計算機內有許多記憶位置用以儲存測驗的資料以供日後取用及顯示給學生，測驗結果亦存

在記憶體內供學生或教師再檢討使用。一種重複取用測驗項目的方式是由一組檔案中取用一個項目並顯示出來以交談式透過端末機的鍵盤立即進行測驗並依指示將成績算出。第二種方式是由一大堆測驗項目中選出一套並將之印出來進行紙與筆方式的測驗。此一印出之測驗可以隨時進行。測驗結果可藉由端末機或機械式及電子式掃描方式及其他各種不同的方式來處理結果。此二種方式在微算機上均可進行，雖然極大的測驗題庫可能很困難的存入微算機中，並且在處理過程也受到很大的限制。教師之間共用題庫是一個理想的方式來累積題庫之內容，各地的題庫間的交換不是件困難的工作。

摘要及結論

我們已試著敘明今日能以低廉的價格而功能強大的微算機系統在課室內的應用並且不客氣的認定用微算機在教學上是教學計劃的資源。前述的應用已成為微算機的一大特色也是與大型計算機主要的不同，而且在大型計算機的應用已經可以經由適當的修正進而用在微算機上。很明顯的一個計算機教學的老手必能加入更多的用法。然而前述的應用包括一些合理的替代教學上的應用，而且經過試驗證明這是可行的。

若沒有一些明確的指導方針將會使教育工作者在進行某些工作時將不會完美的達成目標。為能確實執行本文中的應用，在此將整理出一些結論。也就是我們須：

- (1) 確實認識、知曉微算機的能力及潛力以及它主要的操作原則。
- (2) 確認我們在教育功能上所需的助力及此一助力須在微算機功能範圍內。
- (3) 敘明微算機系統的各個組件的功能。
- (4) 調查各個廠商所製造的微算機的規格。
- (5) 籲請教師在可能的範圍內盡量利用微算機。

- (6)要求微算機成爲一個標準的教學設備。
- (7)鼓勵教師利用微算機來創造新的教學教材。
- (8)啓始設立交換各地使用微算機的心得並散佈於各地的系統。 □

譯者識：計算機的功能是有限的，但它已造成今

日文明的重大衝擊，未來的教育形態無論在商業教育、工業教育及科學教育上促成巨大的變化與革新。原文在“Educational Technology Oct. 1979年”標題爲“Microcomputer In Classroom”

搬移銀圈的故事

勇清

本刊第三十七期曾經刊登了賴東昇教授的一篇文章「高中基礎數學實驗教材之檢討」，其中談到有關印度和尚搬移銀圈的一個故事，現在讓我們假定另一種情況：

甲、乙、丙三個金棒排成一列，甲棒上有六十四銀圈以大在下面小在上疊放著，和尚們要把銀圈從甲棒移到丙棒，但是，他們之間有這些約定：每次只能搬動一個；每次搬動時，只能把銀圈由原來的金棒搬到相鄰的某根金棒上；在搬動過程中，大的銀圈不能放在小的銀圈上。那麼，總共需要搬動多少次？

我們所作的規定，與賴教授的文章中的規定作比較，只多出一點：銀圈只能搬移到相鄰的金棒上。

假設當甲棒上有 n 個銀圈時，所需的搬動次數是 a_n ，則很明顯地， $a_1 = 2$ ，因為我們需要把 1 號銀圈由甲棒移到乙棒，再由乙棒移到丙棒。

其次，假設甲棒上的銀圈有 $n+1$ 個，這些銀圈由小到大依序編以 1 至 $n+1$ 號。現在，我們要把這些銀圈搬到丙棒上。首先，我們先了解一件事：在我們搬動最大的第 $n+1$ 號銀圈之前

，較小的 n 個必須要先搬離甲棒；其次，因爲第 $n+1$ 號只能先由甲棒搬到相鄰的乙棒，因此，在搬動第 $n+1$ 號銀圈之前，較小的 n 個必須先搬到丙棒。根據這些了解，我們可以把搬動 $n+1$ 個銀圈的工作分成下面五個步驟：

- (1)將 1 至 n 等 n 個銀圈由甲棒移到丙棒；
- (2)將 $n+1$ 號銀圈由甲棒移到乙棒；
- (3)將 1 至 n 等 n 個銀圈由丙棒移到甲棒；
- (4)將 $n+1$ 號銀圈由乙棒移到丙棒；
- (5)將 1 至 n 等 n 個銀圈由甲棒移到丙棒；

依假設，上述(1)，(3)，(5)三個步驟都需要 a_n 次，而(2)，(4)兩個步驟各需要一次。因此可得

$$a_{n+1} = 3a_n + 2, a_1 = 2.$$

對每個正整數 n ，令 $b_n = a_{n+1} - a_n$ ，則

$$b_{n+1} = 3b_n, b_1 = 6. \text{ 於是，對每個正整數 } n, b_n = 2 \cdot 3^n, \text{ 而}$$

$$\begin{aligned} a_n &= a_1 + b_1 + b_2 + \cdots + b_{n-1} \\ &= 2 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 3^2 + \cdots + 2 \cdot 3^{n-1} \\ &= 3^n - 1. \end{aligned}$$

因此，搬動六十四個銀圈共需 $3^{64} - 1$ 次。 □