

美國中學資訊教育課程的現況與問題

羅綸新

引 言

在 1980 年早期，美國一羣電腦專家預測，在 1985 年將會有數百萬部個人電腦出現在美國的各級學校。雖然這些專家高估了這個數字（實際上在 1985 年只有一百二十五萬部），但是電腦的數量在學校當中不斷的繼續增長，卻是不容忽視的事實。^{註 1}

1980 年代美國大量將電腦引進教室當中，有幾個主要推進的原因：

一、人們對電腦重要性的覺識 (Computer awareness)

由於電腦在各行各業的重要性受到重視，電腦愈來愈充塞美國社會各角落，電話賬單、顧客訂單、電腦書信等不斷在人們眼前出現。加上電視新聞、報章專欄不斷的報導新的電腦功能，以致人們意識到一種電腦基本知識的需要。這便直接刺激學校教育發展出所謂電腦素養 (computer literacy) 的課程來。電腦素養這名詞漸漸普及且被定義為對電腦運作、專有名詞、電腦在社會上之應用、及電腦的限制等的基本瞭解與認識^{註 2}。當然在學校推出電腦素養課程的另一理由，是因為教育學界普遍相信電腦將在人們的未來生活當中扮演一個

重要的角色。如果人們瞭解如何使用電腦，他們可以更容易適應各種技術改革的轉變，也更容易在未來的資訊時代裡獲得成功的生活。

二、電腦使用的普遍化成爲可能

電腦在從巨型電腦(mainframes)到迷你電腦(minicomputers)發展到微電腦(micro computer)即所謂個人電腦(personal computers)，不只是在體積上，從大如廠房般到現在口袋型的電腦；在速度、準確性、及記憶體上的成就真可謂一日千里，無遠弗屆。更重要的是電腦的價格從大約美金兩萬元至二十萬元之間，降至現在美金千把元，即可購得一部精美實用的個人電腦。

除各種硬體(hardware)不斷進步外，千變萬化的軟體(software)也直追硬體不捨，各行各業所需的電腦軟體不斷的翻新，功能不斷增加。軟、硬體互相配合的成就，便引發了學校教育在教學、行政、管理、及教育內容上有了相當大的變動。

三、學生接受電腦教育的可行性增加

電腦就如數學、生物等科目一般，可以教授給學生，幾乎任何年齡的人都可接受電腦教育。電腦可以被視爲一種工具(tool)，用它來文書處理(word processing)、繪圖(graphing)；也可被視爲一種助理教師(tutor)，它會協助教師或家長教導學生；也可以視它爲一種聽命的使者，藉著程式或簡單的從鍵盤(keyboard)輸入指令(commands)來指揮它，完成某項任務。它的多才多藝，吸引了美國的教師們不只自己樂意學習，也願意將它介紹給學生。

四、電腦之使用，擴大了教育的功能

現在美國正嘗試運用各種可能的途徑，使用這項新的科技產物達成下列的教育目標：

1. 運用模擬、實驗來進行高層次知識技能的教學。
2. 透過人工智慧來進行教練 (coaching) 與教導 (tutoring) 學生。
3. 建立與應用計量化資料庫來處理各種教育資訊。
4. 透過程式撰寫的訓練來增強學生解決問題 (problem-solving) 的能力與技巧。
5. 運用電腦強化個別化教學、偏遠地區教學，以落實教育機會均等原則。
6. 運用電腦加速完成班級、學校及各教育行政機構資料的登錄與保存。
7. 透過電腦進行各種新教學策略的實驗研究。^{註3}

各種新型的電腦、視聽媒體、衛星網路、電傳技術互相結合，已成目前美國各級學校爭相發展的趨勢了。從表一、二我們可以看出他們對這種新教育科技熱衷的情形^{註4}。

1981年美國公立學校初、高中擁有微電腦的學校比率分別是25.6%及42.7%，而到了1987年分別是98.6%與99%，可以預測到九十年代它們都會達到100%，也就是說美國的公立中學幾乎是全部擁有微電腦了，至於私立學校則比率稍為低些。

雖然有些批評的人認為這股潮流終將步電視、編序教學、電影等教育科技之後塵，漸漸冷淡下來，可是有更多的學者從電腦的功能，以及其推廣的條件來看這問題，而認為這股潮流要冷卻下來似乎沒有那麼容易，其影響面可能比一般人想像的還要更深、更廣。

表一 美國公立中小學使用微電腦比率統計表(1981-1987)

年份	學校總數 (1,000所)	微電腦擁有率(%)				微電腦數 (1,000部)	分配率 (學生數/1部)
		小學	初中	高中	總合		
1981	84.2	11.1	25.6	42.7	18.2	—	—
1982	82.4	20.2	39.8	57.8	30.0	—	—
1983	81.5	62.4	80.5	86.1	68.4	324.4	92.3
1984	81.1	82.2	93.1	94.6	85.1	569.8	63.5
1985	80.8	91.0	97.3	97.4	92.2	842.6	45.5
1986	80.5	94.9	98.5	98.7	95.6	1081.9	36.5
1987	80.6	96.0	98.6	99.0	96.4	1354.0	30.8

表二 美國私立中小學使用微電腦比率統計表(1983-1987)

年份	學校總數 (1,000所)	微電腦擁有率 (%)	微電腦數 (1,000部)	分配率 (學生數/1部)
1983	22.8	23.8	—	—
1984	24.4	53.0	62.2	56.2
1985	23.4	70.3	101.2	41.6
1986	22.7	77.1	129.2	33.7
1987	22.7	78.7	151.1	28.8

美國中學資訊教育課程現況分析

一、概況

1987年彼弗(Pipho, Chris)在其著“國家公論”(National Forum)的一篇“中學課程改革”(Curricular Reform in the High School)當中，報告全美有六個州要求中學的畢業學分必須包含電腦科學；有兩州將電腦科學列為可選為畢業學分；兩州將電腦科學列為進入該州大學之必修課程；三州規定中學生可以將電腦科學抵免一年的數學課程。^{註5}

綜觀美國現今中學資訊課程的現況，可以歸納為三大類，第一類，學校沒有提供完整的電腦課程，僅在數學、或物理等科學課程中介紹一些電腦知識。第二類，學校除在科學課程中的某些部份教授電腦知識外，更提供一門電腦素養的課程讓學生必修或選修。第三類，學校提供不只是一門電腦素養的課程，更加上電腦應用及電腦語言等多門課程，其中某些課列為必修，某些課列為選修。

美國各級學校課程之設計與實施是根據地方分權的原則來進行的。各州，甚至一州之內的各學區、各學校均保有相當的自主權與決定權。他們的課程大多由州及校董會來規定實施原則，然後再由授課老師根據已定的原則編製教材，安排上課時間，進行教學、評鑑、與研究改進。由於美國各級的課程相當紛雜，若欲將其資訊教育有系統又詳盡敘述，並非易事。吾人僅能就其大要梗概分析之。

我們可以將美國資訊教育粗略的分成兩個部分，亦即電腦應用之

學習與電腦處理程序之學習，其中應用性的學習，包括文書處理、電算表、資料庫、繪圖等。這部分是希望培養國民電腦之知識與素養。另一方面是屬於電腦科學之課程，目的是培養有潛力的電腦工程師或科學家，其中尤以電腦語言之學習最為重要。培基(BASIC)與LOGO為基本課程，但大多數高中則較傾向於教授Pascal。^{註6}

接下來，將美國初級與高級中學資訊與其相關課程的內容介紹之。

二、初級中學

美國的初級中學，即七級到九級的學生，大多在其小學的課程中或多或少都已接觸過電腦，許多教育學者相信資訊教育可以從幼稚園開始實施。因此大多數的小學生便已學會最基本的電腦操作以及瞭解“甚麼是電腦”，“怎樣使用鍵盤”等問題，甚至有些小學也已教授培基(BASIC)語言的基本指令了。因此初中的學生便可以學較為實際與深入的電腦知識了，我們可以分電腦覺識(Computer awareness)和程式撰寫(programming)兩個部份來分析之。^{註7}

1. 電腦覺識

這方面的訓練主要是培養中學生具有基本的電腦知識及應用，進而瞭解電腦與人類的相互關係。具體在校內實施的內容則有下列四項：

a. 電腦模式化(modeling)思維訓練——目標是讓學生能自己發展各種電腦模式化的解決問題方式。例如從正方形與長方形的邊長，來求其周邊與面積；從紅綠燈之不斷重複、轉換來瞭解迴圈(Loop)的意義；並提出類似問題以及可以省時省力的方案。這個訓練主要是在電腦素養或融入數學、自然科學、社會研究等科目中實施。

b. 機器人(robot)的認識——這部份的目標是讓學生認識機器人

的應用與其限制。例如介紹機器人之由來，要求學生搜集各種機器人的圖片，小說，或電視、電影等資料。讓學生分組討論有關機器人的智慧、能力、限制及可能對人類影響的問題。這方面的介紹大多是在科學概論、社會研究或電腦素養當中進行。

c. 電腦的社會問題(social issues)探討——目的是使學生體認電腦對我們日常生活之影響及可能發生的問題。例如電腦革命、自動化、電腦犯罪、軟硬體版權等。這些問題主要是在電腦素養或社會研究當中討論。

d. 電腦相關職業(computer-related careers)的輔導——這方面的目的在於提供學生正確的就業資訊。使有志從事與電腦相關職業的學生有正確的職業認識，獲得充份的職前訓練。這可在職業教育與輔導當中實施，也可在電腦素養的科目當中專章介紹。

2. 程式撰寫

電腦程式撰寫是對電腦過程(computer process)之學習的主要途徑。學生可經由學習電腦語言、程式撰寫，配合學習各種資料結構(data structure)及演算法(Algorithm)，進而認識電腦的架構與組織。初級中學的學生主要是學習培基語言(BASIC)。有些學校也實施 LOGO 的教學。通常程式撰寫課程分成五項：

a. BASIC：輸入與輸出——目的是使學生熟悉(INPUT, READ, PRINT, DATA)等有關資料輸出入的指令，並會寫出一個完整的 BASIC 程式。從行號、指令到完成編輯、執行程式以致於存檔、取檔等基本技能，皆在這門課中實施。

b. BASIC：迴圈——是使學生學會 FOR-NEXT 的指令，並建立其重複，迴圈的觀念。例如使學生寫出一個程式可將全班同學之身高讀入，並計算出平均身高的程式。邏輯與算術運算均包括在內。

c. BASIC：陣列——在使學生瞭解陣列之意義，熟悉陣列使用的語法。其中包括一維、二維陣列的學習與應用。例如練習寫出一個可以將全班期中考成績存於陣列中，並計算出個人及全班之平均分數的程式。除了學習陣列語法之外，更要讓學生對資料攝取(access)的兩種方式：循序(sequential)和隨機(random)有所認識。

d. BASIC：繪圖與聲音——讓學生學習幾個使前象與背景顏色變換，使用不同聲調、節拍的指令，進而寫出一個具有聲音影象程式。這部份也可以配合音樂、美術課來進行。這些指令要配合好較為不易，必須經過不斷的練習才會熟悉。因此鼓勵學生不斷求精進是相當重要的。

e. LOGO ——利用小海龜(turtle)來繪出各種幾何圖形，繪製各種不同的圖案，使學生同時學到基本幾何概念，問題解決方法，及設計繪圖等技巧。

這些資訊教育的課程內容，分別以不同程度的方式在初級中學當中實施。在第一類(未設獨立的電腦課)之學校，則將某些片斷交由相關科目來實教，其中尤以數學、科學老師扮演最為重要的角色。這種學校培養了學生最基本的電腦概念，但卻較為零散、不完整。第二類(設有電腦素養課程)之學校，提供一門完整介紹電腦的課程，學生可以有組織、有條理的從這一門課學到電腦基本知識與素養。第三類(設有多門電腦課程)之學校，學生可以學到基本電腦概念，電腦的應用或電腦語言。這類的學校所提供的資訊課程較為完整，學生有較多的學習機會。

三、高級中學

到了高中，即十到十二級，學生因其初中背景的不同，學校也必

須根據大多數學生的實際學習狀況來設計各種課程。大多數曾在初中接受電腦課程的學生，會再選擇電腦課為其選修。至於零碎的在其他科目中聽到、或學到一些電腦知識的學生也會考慮進一步學習電腦。因此電腦科學、程式撰寫、資料處理、及電腦素養等課程便成為許多高中學生熱衷學習的科目了。由於其他科目如英文、外語、社會研究、商業等領域均或多或少涉及電腦，或有實用的套裝軟體可資利用，因此這些科目的任教老師也不放棄在電腦室施教的機會。雖然資訊教育的內容有分散在各科科目當中，或集中在電腦素養一科當中，但我們仍可以電腦覺識與程式撰寫兩大部份來分析之。

1. 電腦覺識

這方面的知識較廣泛，除了基本知識、素養的培養外，還包括電腦之應用與電腦的基本組織等項目。依下列四項分別討論之：

a. 資料處理與應用——使學生學會電算表(spread sheet) 及資料庫(database) 的概念與應用技巧。電算表的學習包括輸入、輸出、資料運算、會計設計、統計圖形等指令的學習。資料庫則包括建檔、輸入、蒐尋、更改、列印等技巧。

b. 文書處理與應用——使學生學習電腦文書處理的套裝軟體，如 WordPerfect, WordStar, MacWord 或 MacWrite 等社會上廣泛應用之軟體。這方面課程也有和打字課互相配合來實施的。

c. 電腦系統概論——從電腦之軟、硬體的組件介紹起，使學生對電腦的系統組織有一個完整的概念，進而使學生對現今各種電腦廠牌及各種型式的電腦系統有所認識。

d. 人工智慧概論——使學生認識人工智慧的意義及其應用，並介紹自動化系統、機器人等產品，進而討論人工智慧可能對人類社會帶來的影響與衝擊，或討論“機器可以思想嗎？”“機器可以學習嗎？”等

較爲深入的問題。

2. 程式撰寫

高中的學生學習電腦語言主要是以 Pascal 爲主。雖然有些學校也實施 BASIC 教學，近來也有學校開始實驗以 LISP 來教學生的。但是，高中的電腦程式仍以 Pascal 爲主流。我們僅介紹這兩門最普遍的課程：

a. Pascal：導論(introduction)——主要是讓學生學會輸出、輸入、算術邏輯運算、資料型式等語法，使其能寫出一些基本的小程式。在學生學會寫一個完整程式之後，最重要的就是教導副程式(procedure)及 function 的定義及呼叫(calls)，進而瞭解結構化語言之涵意。

b. Pascal：進階(Advance)——目標是使學生學會撰寫各種可以解決問題之程式。例如學會陣列、遞迴、資料庫、檔案、排列(sorting)、搜尋(searching)等較爲複雜實用的程式技巧。這階段還特別強調演算法(Algorithm)及流程圖(flowchart)或語解(Pseudocode)等電腦解決問題的方法。

四、中學資訊課程目標

美國的中等學校實施資訊教育的基本目的，仍以培養國民之基本電腦素養爲首要標的。在這首要目的之下分三項具體目標：

1. 瞭解電腦組成部門的基本功能與應用。
2. 在發展解決問題的過程中，會使用系統化的技巧解決問題。
3. 分析電腦在往昔、現今與未來的社會中所扮演之角色與影響。^{註 8}

美國中學資訊教育課程之問題探討

隨著時間的推進與環境不斷的改變，新的問題也漸漸浮現。美國的資訊教育所面對的不只是理論上的爭論，同時也加入了實際教育環境施行上所遇到的新問題，其中可以歸納為下列六項：

一、課程統合的問題

這問題是最為基本，也最關緊要的。美國資訊教育融合課程可以經由兩個途徑：(1)軟體公司必須明白的說明其軟體是如何與學校教學的目標相配合。(2)學校老師必須修改或加入軟體的教學目標以期產生一個可以被學區接受之新的教學目標。但是課程融合軟體的特殊困難是：各個學區都有其不同的教學目標。不只是學區有其自己的教學目標，而且標準化測驗或州的能力測驗也都各有其自己的目標。^{註 9}

基本上，不支持購買電腦的教育工作者，最常提出類似的幾個問題：教師們使用微電腦能達到預訂的目標嗎？學生的成績進步了嗎？有做過投資報酬評估了嗎？以及學習 LOGO 的目的是什麼？有什麼價值？這些問題仍在爭論不休，支持與反對雙方均可找到某些有利的論據，但皆有其不利的反證出現。^{註 10}

二、使用管理的問題

一個相關的問題便是：學校應裝設幾部電腦？應裝在那個建築上？這是一個從小學到大學所有學校均面臨的問題。這也同時涉及使用平等權、教師訓練、技術能力等相關問題。

在實際運作上，這方面所關心的便是：誰來安排那些學生使用電

腦？誰需在故障發生時與廠商連絡維修？誰該懂那些軟體或硬體的功能？誰該負責保管支配軟體？電腦可能隨時讓一位或兩位學生因學習不足而去使用嗎？通常電腦房都是由一位老師來控制的，這老師必須具有基礎的技術和瞭解教學系統。然而，教育上的投資是否允許增聘一位所謂的電腦助理呢？其他的任課老師又應具備那種程度的技術層面呢？這都是實際上要面對的問題，短時間內不易獲得滿意的解決。

三、學習撰寫程式與否的問題

這問題涉及是否教導所有學生基本程式撰寫的能力，亦或只教導電腦軟體之應用與電腦的基本常識即可。至少目前的情況看來，美國的中小學教育均較傾向於後者。

在實施過程中，教導電腦程式的撰寫能力與熟悉文字處理或資料庫應用問題常引起爭議。在有限的時間、金錢，及教師的程式能力等限制下，我們發現美國的中學雖然大多提供了電腦程式撰寫的課程，但大多止於選修。^{註 11}

四、教師訓練的問題

由誰來訓練教師及訓練程度為何也是目前面臨的問題。但有一件事是確定的：對不同需要程度的教師給予不同程度的訓練。被選為電腦房管理的老師，應比只借用電腦房來教學的老師，具有更多的知識技術。至於學校的校長，也需某些相關的電腦知識。^{註 12}

誰來提供訓練課程呢？可能的途徑有二：由公立機構與私人團體來進行。公立機構的短期訓練與討論會是常有的，至於私人的軟體公司，也應負起訓練應用其生產之軟體的教師。職前與在職訓練的實施均應雙管齊下，其所重的知識層面為何？私人團體與公立機構的職責

分際將如何界定？這些問題皆在現實的環境中面臨了。

五、機會均等的問題

貧窮與富有學區間，學生可以涉及電腦的機會不同，因而成爲政治界翻炒的話題。這個問題可以靠州政府或聯邦補足貧窮學區的不足來解決。然而除了硬體可以輕易解決外，其他如軟體與人事的需要，便是多層面的問題了。

六、結果評量的問題

學校是利用“軟”的資料，或是“硬”的結果，來決定他們在電腦上的投資結果呢？學校應該用什麼樣的標準來判斷他們資訊教育的成效？大多數的學區相信閱讀與數學的標準化測驗，例如 SAT 的分數，便是各學區據以評量其學生學習成果的有效工具，但對於其他瞭解不深，或是沒有很大信心的評量工具便不太容易被接受。有些學區教育成效的評量工作就交由校董會來決定了。在應用軟體時，最受教育工作者批評的便是教育軟體的品質問題。每年大量出產的教育軟體，大多數的品質低劣。但在購買各種新軟體時又不易獲得足夠的正確評選資料，以致誤買、誤用不良軟體的情形時常發生。另一方面，對於資訊教育是否能真正促進學生對問題解決的能力，也一直受到爭議，^{註 13} 各種科學教育的研究便圍著這個問題提出實驗報告，而大多數皆傾向於不具明顯（Not Significant）效果的一面。看來電腦科學教育在美國教育環境中要走上坦途，仍需一段時日。

結 語

在許多人熱心推動，與許多人懷疑、爭論、檢討美國資訊教育的過程中，儘管有些因素，包括教育軟體的品質，及教師態度等不利因素仍然存在，但是社會各階層對電腦自動化的需求仍不斷的增長。在面對來自社會及家長、學生們的期待與壓力，教育界在這一方面已經沒有抽腳的餘地，現在也只有面對問題，透過實際行動與各種研究發展來完成這項任務了。^{註 14}

綜合美國的中學資訊教育過程，有不少值得吾人借鏡之處，茲列於后：

1. 學校課程隨社會需求不斷調整，具彈性且易滿足學生要求。
2. 除電腦科學的專業教師外，其他各科教師甚至行政人員均或多或少參與其中。
3. 教學實施、評量考核與研究實驗齊頭並進，不斷求適應與改進。
4. 各種專業雜誌、研究報告、評鑑報表等出版，提供有利的資訊，供教育人員參考。

反觀我國的資訊教育，在起步較晚及教育制度較不彈性的雙重缺陷下，推動起來必定較歐美先進國家困難得多。然而也有不少有利的條件存在，例如：1. 我國的教育制度較趨向中央集權，因此容易推動全國一致的課程，其品質與水準較易掌握。2. 資訊教育在我國剛起步，學校容易設立較為齊全、新穎的設備。3. 國人重視教育，只要推廣得宜，來自家長及社會各階層的支持力量必定不小。發揮這些有利的發展因素，加上參考歐美先進國家的經驗，必能為我國的資訊教育奠下堅固穩定的基礎。

附 註

- 註1. Robert Grierson, "Mission: Define Computer Literacy", *Journal of the Computing Teacher*, Nov. 1985
- 註2. Gary G. Bitter & Ruth A. Camuse, "Computer Literacy: A First Look", *Using a Microcomputer in the classroom*. 1988
- 註3. Michael L. Waugh and Dawn Carrier, "Computer-Based Education: What We Know and Need to Know", *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, Spring, 1986
- 註4. "Education", *National Data Book, Statistical Abstract of the United States*, 1989, 109th Edition.
- 註5. Chris. Pipho, "Curricular Reform in the High School", *National Forum*, Summer, 1987.
- 註6. Robert D. Sweetland, "Arguments for a Logo-Pascal Computer Curriculum", *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, Summer, 1987
- 註7. Colleen J. Mandell & Steven L. Mandell, "The Future of Computers in Education: Social and Ethical Issues", *Computers in Education Today*, 1989.
- 註8. James E. Eisele, "A Case for Universal Computer Literacy", *RUN: Computer Education*, 1983
- 註9. Nancy Roberts, Richard C. Carter, Susan N. Friel & Margery S. Miller, "Evolution or Revolution?", *Integrating Computers into the Elementary and Middle School*,

1988

- 註10. Richard Lehrer, "Logo as a Strategy for Developing Thinking?", *Journal of Educational Psychologist*, 1986
- 註11. Watt, Daniel, "Should Children Be Computer Programmers?", *Popular Computing*, Sep. 1982
- 註12. James E. Beamer, "Computer Literate Teachers-A possible Dream", *Topics :Computer Education for Colleges of Education*, Jan. 1983
- 註13. Leah P. McCoy & Norman R. Dodl, "Computer Programming Experience and Mathematical Problem Solving", *Journal of Research on Computing in Education*, Fall 1989.
- 註14. Kenneth E. German, "Attitudes toward Computer Instruction", *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, Winter 1987-1988

**The Computer Science Education
In American Secondary Schools**

(*Abstract*)

Lwun-Syin Lwo

The essay was about the current status of computer science education in American secondary schools, from the forces prompting the usage of computers to the issues retarding the new technology.

The author stated the computer science curriculum very detailedly and six issues were included, such as: a. curriculum integration; b. distribution of management; c. learning to programming vs. nonprogramming skills; d. teacher training; e. equal opportunity; f. evaluating the results. The goals of computer science education in American were also included.