

電腦素養

D. L. Klassen & R. E. Anderson 作

王振德 譯

國立臺灣師範大學特殊教育中心

一、導 論

近十年來，電腦工學已在美國的科學、工商業及政府機構扮演極重要的角色。在增進生產力、效率及改進服務方面的努力及應付「知識的爆發」，電腦已應用到成千的用途上。美國目前已經由工業社會進入到資訊社會（information society），因而更倚重電腦及相關的資訊系統。根據最近政府的報告，有一類為數甚多的被雇者，其工作是資訊處理及溝通，電腦在這方面不斷的擴大其影響，亦是衆所週知的。此外，電腦尚有許多新的用途，正待發現。最近Time雜誌上的一篇文章提到：「這神妙的技術（電腦）可能存在於每一個地方：從汽車引擎到大學、醫院；從農場到銀行、辦公室；從外太空到育嬰房」。電腦將如電力的應用一樣普遍，無可置疑的，由於電腦工學的發展，在美國、其他工業國家，甚至全世界，人們的生活將會產生很大的改變。

二、電腦素養的需要

在一個資訊的社會裏，廣泛的瞭解電腦工學及其應用、誤用的可能後果是需要的，甚至為公共決策上所必要。缺乏對電腦的認識及接納，將妨礙電腦工學用於解決人類的重大問題。許多這方面的專家確信如果當前的科技效能與一般民衆對科技的了解之間的差距不斷的加大，則社會、政治及科學方面的分歧將可能更為嚴重。對於電腦及資訊系統的特殊關切，主要是因為電腦的獨特功能及其與政府科層組織、科技投資的密切關係。

對個人而言，了解電腦科技及其使用也很重要，因為可以減少對電腦產生的困惑與恐懼，而能對電腦在社會所扮演的角色有個持平的看法。這種體認亦有助於個人使用或影響關於社會服務的電腦輔助設計，及發展電腦在政治、經濟、社會等方面應用之周全

的意見。

社會大眾對於電腦及其應用方面的認識，往往不能與電腦工業的開發利用與日並進，AFIPS/TIME 在一九七一年所做的調查，顯示社會大眾的態度常是消極而不切實際的，對於電腦的認識有時也不正確，在電腦時代成長的年輕人，對於電腦的了解也不夠。最近我們所做有關「電腦素養」方面的研究發現，大部分的中學生對於電腦及其在社會上的應用，所知甚少。大部分的學生也不了解電腦的一般限制，例如在接受測驗的1500個學生中，有半數以上認為「電腦可以對任何問題提供正確的答案，以幫助人們做決定」。沒有接觸過電腦的學生，答錯的比率甚高，至於有寫過電腦程式的學生中，也有43%答錯。對於其他題目的反應，也一樣顯示缺乏了解與意識。從本研究及其他的研究可以明白的看出，學生對於電腦缺乏實際的看法及基本的知識，而且接觸電腦的經驗，也無法自動地根除對電腦的一些誤解。

在一個資訊電腦的社會中，民衆對電腦的認識，日益受到重視，因而促使一些有心的教育人士，想透過教育的努力以消除或減少「電腦盲」。美國總統科學諮詢委員會及聯合國經濟合作與發展組織（OECD），在1960年代末期，最早注意到教育民衆的需要。其後許多教育、科學方面的學術社團也重視這個問題。例如國際聯邦資訊處理學會（International Federation of Information Processing Societies）的中學教育工作小組即建議：因為在現代社會中，了解電腦的本質及使用，對每一個學生日益重要，任何學科的教師都必需具備電腦的知識。電腦機械學會（Association of Computing Machinery）小學委員會所屬的教師電腦能力工作小組也有相同的呼籲，數學科學研討委員會強調為大學前的學生發展電腦素養的課程。全國數學科督學委員會亦把電腦素養列為現代公民的十大基本技能之一。全國社會科委員會，從其對課程立場，亦建議應教導學生資料處理的技能，對於電腦素養分析得最透徹的莫過於摩納（A. Molnar），他的論點是：

一個國家必需發展電腦素養，而且如果我們要達成這個需要，必須保證所有的高中畢業生都知道如何使用電腦，瞭解電腦在社會的應用及其對生活的影響。……一個關切其社會需要及經濟成長的國家必不能忽視電腦素養這個問題。如果我們要享受科技的成果，則必需發展一個具有電腦素養的社會。

三、電腦素養的定義

十年前，「電腦素養」(computer literacy)還是一個新奇的名詞，然而在今日它已廣為教育人員、電腦科學家、專欄作家所使用。電腦素養的定義有兩個主要的根源：(1)各種特殊化的素養如科學素養(scientific literacy)；(2)普通的語文素養，包括讀寫及理解的能力。「電腦」與「素養」(literacy 本意為讀寫能力)的結合極為自然，因為「電腦語言」之於「與電腦溝通」和「普通語言」之於「人際間的溝通」是可相類比的。

語文素養有兩個普遍被接受的字典上的意義，其一是指溝通的能力(如讀、寫的能力)，其二是指見識廣博，具有文化、文學方面的涵養。雖然這兩個意義不盡相同，但兩種說法皆廣為大眾所使用。因此我們可以說一個具有語文素養的社會，其每個成員幾乎都能讀能寫；我們也可以說一個有知識，閱讀廣博的人是個有語文素養的人。它是個連續體由最基本的讀寫能力至較精深的文學修養。

過去所謂的科學素養及其相關的語彙如工學素養、經濟學素養、地理學素養中的「素養」大部分指的是有見識的(informed)而不是溝通的技能。科學素養及工學素養一般被界定為科技的知識及其相關的社會應用。因此科學的素養不僅僅指生物學的知識，尚包括對生物學之應用的了解，甚至科學與社會的交互關係，無可置疑的電腦素養亦涵蘊著「電腦與社會」。

我們對於電腦素養的界定主要包括電腦的知識及其在社會上的應用，以及與電腦溝通所必需的技能。電腦素養是指「個人在直接或間接涉及電腦的社會角色中，發揮其功效所需的知識、技能與態度」。這兒必需進一步說明的是我們所指的「在一特定的社會角色中有效的發揮其功能」不僅是合理的目標達成，而是個人的良好的適應。我們運用電腦素養一詞於兩個最普遍的角色——公民及學生。

學校是培養公民社會化的一個主要機構，未來的公民在初中階段就有電腦素養的教育是恰當的。學習公民應具備的知能是必需的，學習有效的做學校功課的能力也是必需的，因此電腦教學應涵蓋較廣泛的範圍，以結合學生與公民的需要。學生應知道如何使用電腦，以為學業上的有利工具；他們也應知道電腦的限制、一般能力及社會的應用，以應付電腦化的日常生活。

我們的定義與大部分文獻上有關電腦素養的概念甚為符合。莫桑德(Moursund)界定電腦素養為：「有關電腦能力及限制方面非技術性的或低技術性的知能，以及電腦

在社會、職業及教育方面的應用」。這種哲學明顯的表現在波爾（Ball）與查普（Charp）所著的小學電腦素養教科書，比林司（Billings）與莫桑德（Moursund）所著的中學教科書中。有些學者對於電腦素養的界定如羅維奇（Rawitsch）、湯瑪斯（Thomas）則引申至各領域中較專精的特殊要求。我們的研究是採取較廣泛的觀點，有些學者強調電腦素養等於電腦程式設計的教學，也有人認為是有關電腦在社會中角色的一般知識。我們確信在1980年代（以後），作為一個有效能的公民，就必須認識關於電腦在社會中的角色；在中學以上，做為一個有效能的學生就必須懂得電腦程式設計的基本概念和技術。因此，電腦素養的課程必須包括社會的因素，及其他方面的了解，並能使用電腦於一些起碼的、有意義的途徑。

四、電腦素養的目標類目

我們所列的電腦素養的目標，共分為八大領域：

1. 應用（applications）：這個領域包括電腦在社會及機構上多層面的應用，也包括電腦應用在新情境的一般考慮。
2. 硬體（hardware）：這個領域涉及電腦系統中各要件的基本詞彙，至於這方面的知識如何延伸，則需視學習者的社會角色而定。
3. 影響（impact）：這方面涵蓋電腦化對社會的影響，包括電腦對社會積極的及消極的影響。
4. 限制（limitations）：此一領域和「應用」領域所不同的是其焦點在發展對於電腦之能力與限制的一般意識。在限制方面，如電腦沒有情感及良心，也無法做價值判斷。
5. 程式設計／演算法則（programming/algorithms）：這個領域是涉及閱讀、修改、及設計演算法則和程式的能力。
6. 軟體與資料處理（software and data processing）：此一領域包括有關軟體及資訊處理的詞彙及概念。
7. 使用（usage）：上述各領域大都屬於認知方面的，此一領域則屬於動作技能方面，涉及在電腦或終端機上安排或執行某些工作的能力。
8. 價值與情感（values and feelings）：情感的領域強調發展個人對電腦使用的積極態度、以及對電腦之為社會力量的持平看法。

以下是這八個領域之目標分類的詳細類目，在認知領域（第 1～6 項）中，每一類目前有兩個數字，第一個數字代表認知的層次，「1」指較低層次的技能或事實的知識，「2」指較高的理解、分析或綜合的能力。第二個數字代表其順序。

• 應 用

- 1-1 認識電腦及其輔助性的應用，可透過許多不同的方式來協助個人、團體及機構。
- 1-2 認識電腦及其輔助性的應用，可用於下列許多領域中：
 - a. 醫學及保健 b. 法律及犯罪的審判 c. 教育與訓練
 - d. 工程及設計 e. 商業及銀行 f. 辦公室
 - g. 交通及交通管制 h. 國防 i. 氣象預測
 - j. 娛樂 k. 政府及政治 l. 家庭
 - m. 圖書館 n. 工廠 o. 藝術創造
 - p. 出版 q. 公共設施——電話、水電。
- 1-3 認識下列常見的應用電腦的方式，並能舉出實例：
 - a. 資料儲存及檢索 b. 模擬 c. 過程／機械控制——機器人學
 - d. 計算統計 e. 資料處理 f. 文字處理
 - g. 作圖 h. 語言組合 i. 人工智慧。
- 1-4 能認識電腦模擬的定義及其好處。
- 1-5 認識電腦對於資料處理工作的幫助，電腦具備下列的特徵：
 - a. 處理大量的資料 b. 快速的處理資料 c. 正確性
 - d. 可重複性 e. 儲存資料，便於查詢。
- 1-6 認識限制電腦使用的一些重要因素諸如：
 - a. 經費（硬體、軟體、維護、換新）
 - b. 人們的態度（恐懼、焦慮）
 - c. 缺少適當的軟體
 - d. 硬體的限制——儲存的限制、周邊設備的缺乏
 - e. 某些電腦輔助性的運用之複雜性。
- 1-7 認識在電腦硬體與軟體的改進，將不斷地擴大電腦使用的潛力。
- 1-8 指認電腦輔助性應用的特徵及其便利。
- 1-9 認識利用電腦儲存資訊及檢索的一些優點。

- 1-10 認識並比較個人用微電腦與大的資料處理系統的特徵及能力。
- 2-1 決定電腦及電腦輔助性的應用，如何幫助個人扮演各種的角色，如消費者、工作者、公民；及如何幫助團體與組織以完成其工作與責任。
- 2-2 評估電腦輔助性之應用的可行性、好處及危險。
- 2-3 設計及發展一有利於個人的電腦輔助性應用。
- 2-4 認識一些使用電腦於某一特定工作的一般標準。（如目的、時間與資源的限制、倫理與道德的考慮、適切性）

• 硬 體

- 1-1 認識電腦的硬體是指其機器要件部分。
- 1-2 認識矽晶片（chip）是具有電子網路的小薄片，電腦可由這些矽晶片組合在一電路板而成。
- 1-3 能指認電腦系統的五個主要的功能，即輸入、輸出、儲存或記憶、控制、計算及計時。
- 1-4 認識CPU代表中央處理單元（central processing unit），它是電腦的一部分，執行基本的與控制的工作，通常包括計算、控制及記憶。
- 1-5 認識「mainframe」是指中央處理單元或指大型的電腦。
- 1-6 認識微處理器（microprocessor）是一個單一的矽晶片，包括中央處理單元的所有電子網路。
- 1-7 認識微電腦（microcomputer）是以微處理器為其中央處理單位的極小型電腦。
- 1-8 認識迷你電腦（minicomputer）比微電腦還大，而小於一般所謂的大型電腦。
- 1-9 指認唯讀記憶體（ROM）、隨意記憶體（RAM）、可程式唯讀記憶體（PROM）、消除式可程式唯讀記憶體（EPROM）等不同種類的記憶體。
- 1-10 認識次級儲存系統的特徵，包括錄音帶、磁碟等。
- 1-11 認識電腦的打字鍵、打孔卡、錄音帶是輸入的設計。
- 1-12 認識螢光幕、印表機、打孔卡及錄音帶是輸出的設備。
- 1-13 認識一些基本通訊科技的功能，如通訊網路、分配網路、調變解調器（modem）。
- 1-14 區分平行的與序列的通訊。
- 1-15 認識自1940年代以來電腦硬體的快速發展。
- 1-16 認識下列名詞的不同：位元（bit）、位元組（byte）、記錄器（register）

、字元 (word)。

1-17 認識「K」的定義。

1-18 區分及指認特殊目的與一般目的的電腦。

1-19 指認電腦與計算器之異同。

1-20 區分類比的 (analog) 與數位的 (digital) 的電腦運作。

• 影 響

1-1 能描述一些與電腦較有關係的職業如電腦程式設計人員、系統分析師、電腦科學家、電腦操作人員。

1-2 認識電腦及其輔助性的應用，對一般人民生活、工作及休閒的重要影響。

1-3 認識在不久的未來，電腦的體積將更小，而其儲存資料的能量將更大。

1-4 認識電腦可用來作為犯罪的工具，特別是偷錢及偷資訊。

1-5 認識識別號碼 (identification codes) 與暗碼 (passwords) 是主要的方法，以限制電腦系統、程式設計及資料檔案的使用。

1-6 認識偵查電腦犯罪的方法及程序尚很有限。

1-7 指認包含大量個人資料之資料庫的一些優點及缺點 (如研究上的價值、侵害個人隱私的可能)。

1-8 認識一些保障個人檔案資料完整性的法規程序 (如個人查閱自己檔案的權利及使用統一個人號碼的限制)。

1-9 認識「個人隱私問題」是大量資訊檔案的特徵，不論是否電腦化。

1-10 認識電腦化的結果會增加就業、也會減少就業。

1-11 認識電腦化的結果，在某些領域如教育方面，可能造成個人化及非個人化 (impersonalize) 的程序。

1-12 認識電腦化可導致個人對其使用工具的獨立及依賴。

1-13 認識「電腦的錯誤」通常是人為的因素所造成。

2-1 設計一尋找與電腦相關的錯誤並更正之策略，如帳單的錯誤。

2-2 解釋電腦如何使人際間的連繫更方便。

2-3 認識人們雖然沒有接觸電腦，由於社會的電腦化，也將受到間接的影響。

2-4 解釋電腦如何被用於影響經濟、社會及政治權力之分配和使用。

2-5 指認及評鑑電腦應用於某一特殊情況的積極和消極結果。

• 限制

- 1-1 認識電腦係由人類設計、製造及操作使用的機器，以協助執行許多工作。
- 1-2 認識電腦不能做價值判斷。
- 1-3 認識電腦不能解決所有問題。
- 1-4 認識雖然有所謂的「人工智慧」，電腦不能像人一樣的思考。
- 1-5 認識有一些事情電腦不能做，或不能有效的執行。
- 2-1 區分人的能力與電腦的能力之間的主要差別。

• 程式設計

- 1-1 認識演算法則的定義。程式（programs）及流程圖（flowcharts）都是演算法則的表達方式。
- 1-2 對於以文字、流程圖或結構的圖表所表達之簡單的演算法則能給予正確的輸出結果（output），這些程式包括：替代、計算、選擇決定點、重複（簡單的迴路）及輸入輸出運作。
- 1-3 寫出一簡單的演算法則，解釋其所能完成的是什麼，演算法則包括1-2項中所列的項目。
- 1-4 對於以BASIC或PASCAL語言而寫的簡單程式，給予正確的輸出結果。這些程式應包括：輸入／輸出、替代、計算、選擇及重複。
- 2-1 修正一簡單的程式，以完成一新的或相關的工作。這包括改變一兩個敘述以解決同一個問題，及增加一些敘述，以完成附帶的要求。
- 2-2 在一不當的程式中，偵查語法及邏輯的錯誤。
- 2-3 在一不當的程式中，校正語法及邏輯的錯誤。
- 2-4 發展一個演算法則或程式，以解決特定的問題。
- 2-5 跟據效率、優美、適當性等標準，從一些可採取的方法中，選擇一恰當的演算法則。

• 軟體及資料處理

- 1-1 指認軟體乃電腦的程式，包括作業系統、翻譯程式（compilers）及使用者設計的程式。
- 1-2 認識數位電腦（digital computers）所操作的資料是轉譯成二進位的系統。
- 1-3 認識電腦需要指令才能運作。

- 1-4 認識電腦的指令是得自以程式語言寫成的程式。
- 1-5 認識電腦程式係一組序列的指令，以執行許多的工作如：印表、排序、計算。
- 1-6 指認一個資訊處理系統的基本要素是輸入、處理、輸出。
- 1-7 指認資料是代表事物的符號。
- 1-8 指認資訊 (information) 是具有意義的資料 (data)。
- 1-9 指認通訊係資訊、譯碼之傳遞。
- 1-10 指認組織資料以利應用的需要。
- 1-11 指認資料處理是透過事先界定的一些規則以改變資料的一種過程。
- 1-12 認識電腦透過搜尋、排序、刪除、補充新資料、摘要、轉移的方式來處理資料。
- 1-13 認識軟體係一組非永久性的程式，而韌體 (firmware) 係在機器上設計的永久性程式。
- 1-14 認識操作系統是執行檔案管理，如錄入程式 (loading programs) 或拷貝檔案等工作的軟體或韌體。
- 2-1 選擇一適當的屬性以爲某一特定工作排列資料。
- 2-2 爲某一用途設計基本的資料結構。
- 2-3 爲某一用途設計基本的編碼系統。

• 使 用

1. 連接微電腦或終端機、電源及儲存單位 (磁碟、錄音帶)。
2. 在一線上教學系統中，與電腦交互作用，包括練習、對話。
3. 在一可用的電腦系統中使用指令 (如錄入、條列、執行、存檔、除檔)。
4. 使用程式文獻，自程式庫中選擇並執行適當的程式。
5. 在既存的簡單高階語言程式中，能轉譯及除錯 (debug)。能將一高階語言程式錄入記憶體加以轉換成機械語言及除錯。

• 價 值

1. 在接觸電腦的經驗中，不產生害怕、焦慮的感覺。
2. 對於使用及控制電腦的能力有信心。
3. 有玩電腦 (特別是電腦輔助學習) 的欲望及樂趣。
4. 以積極的字眼如有趣、興奮、有挑戰性來描述與電腦接觸的經驗。

5. 提供一自由使用電腦的機會。
6. 重視電腦在滿足社會及機構需要的角色（如提供充分的資料以便能適當的做決策、解決問題或利於個人的研究調查，有效的執行日常例行的資料蒐集、處理及檢核的工作）。
7. 重視有效的資訊處理並未忽略正確性、個人權利的保護及社會需要。
8. 重視例行工作的電腦化，可使人們有較多的自由去做其他的工作，而電腦化本身並非最終的目的。
9. 重視透過電腦所提供日益增多而可用的資訊及通訊，只要它不妨碍個人的隱私權及個人資料的正確性。

以上這些目標係過去我們在設計評量工具以測量中學生對電腦的意識、知識及態度的一個參考架構，此外也可以作為學校發展設計教材，以增進學生電腦素養的基礎。關於我們所做的專案研究，可向明尼蘇達電腦教育協會索購。（Minnesota Educational Computing Consortium, 2520 Broadway Drive, st. Paul, MN 55113）

五、結 論

我們的社會對借助於電腦系統的程度不斷的增加，因此社會大眾對於這個現象的理解便日益需要。學校是發展電腦素養教學計畫的主要機構，電腦素養一般指在一個資訊的社會，個人有效的發揮其功能所需的知識與技能。雖然目前大家對於電腦素養的內涵應包括那些知識尚無定論，然電腦素養的範圍及重要，是可以加以界定的。本文企圖提供一個架構，以為教育人員在準備及設計增進電腦意識及理解之教學的參考。

譯 註

- (1) 本文譯自 D. L. Klassen & R. E. Anderson, "Computer Literacy". in A. S. Kepner (ed), *Computer in the Classroom*. Washington D. C.: National Education Association, 1982, pp. 26~42.
- (2) 本文附錄 54 篇有關電腦素養的參考文獻，因限於篇幅從略。