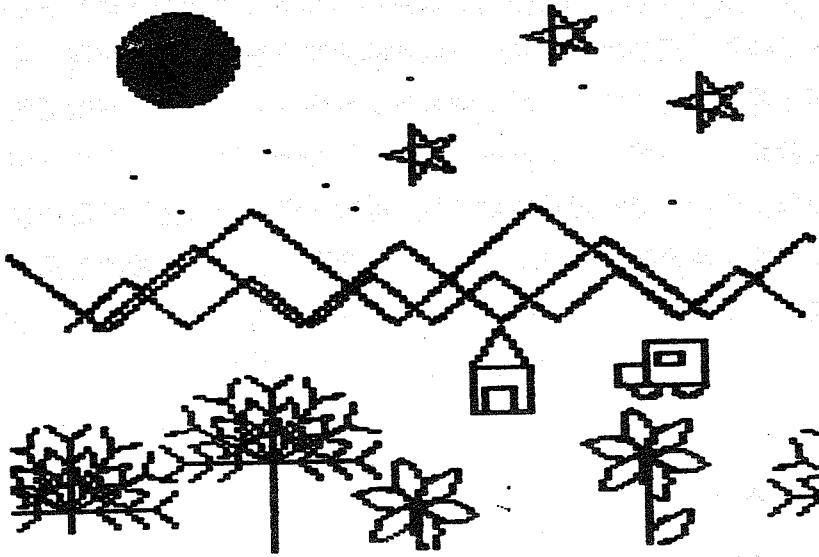


Microworld—小小世界趣味多



陳惠美

教育部電算中心

前言

由於科技的進步，在先進國家電腦已普遍地被應用於教學，且其功效也獲得肯定，對於教學方法的改進有著深遠影響。但值得重視的是若能充分發揮電腦之潛能，則電腦在教育領域中所扮演的角色，應不僅僅是便於教師教學（teaching）的工具，而也可成為利於學生學習（learning）的良好媒體。電腦在教育上的應用早已成為教育研究的重要主題，早期的研究基本上多著重以電腦作為輔助“教學”的工具，而近幾年來則偏向於探討電腦在輔助“學習”上的功效。microworld 的設計便是基於電腦可以被運用來提供一學習的環境，使學習者於極自然的情境中探索與學習，藉以提昇學習的層次。縱然microworld 的發展目前正處於方興未艾的階段，但教育家們已深信 microworlds 在未來的教育界將扮演著極重要的角色。本文將簡介microworld 的意義並舉一實例加以說明，期盼對促進學生有效學習及提昇學習成果能有所助益。

一、Microworld 的理論基礎

主動學習 (active learning) 早為教學史上許多理論家所認可，如蘇格拉底、洛克、羅素等，更為裴斯泰洛其及福祿貝爾應用於教育上。杜威的「做中學」、「由行求知」也是認為學習是經驗的改造；求知就是由問題解決中增加了經驗或改造了經驗。皮亞傑可說是支持杜威的觀念。皮亞傑倡導學習是由於個體與環境的交互作用，學習者必須是一個積極的參與者。他強調真正的學習除非經由適當的活動去重建或重新發現，否則不能真正的同化或學習；真正的智力活動必須在個體自由合作、自然探求與實驗活動的情境下方能實行。當代教育家巴柏特 (Seymour Papert , Logo 語言之父) 博士深受其師皮亞傑之影響，他認為兒童智能的發展必須根源於經驗；最好的學習形式便是學習者能掌握、控制其學習情境。他也深信經過精心設計，電腦可以成為一有效的工具，幫助學生學習。應用電腦的特性可以提供一學習環境，悠遊其中學習者可以從估量、體驗、判斷與修正中探索新知。microworld 的構想便是這些理論的發揮。

二、什麼是Microworld ？

巴柏特稱microworld 是知識的孵育器 (incubator)，是重要概念 (powerful idea) 孕育與成長的地方。他認為在此環境中，學習者能以最自然的方式由經驗與探索中求取新知，建立自己的思想觀念。這說明了microworld 的具有教育性。對此“重要的概念”，巴柏特提出四項評量之標準，即是 1.簡單的 (simple)，2.普遍的 (general)，3.有用的 (useful) 及 4.共鳴的 (syntonie)。同時，巴柏特及其他教育家也主張microworld 必須具備精巧的現象 (neat phenomena)，有此精巧現象才能啟發學習動機，滿足好奇心，使得microworld 顯得扣人心弦，引人入勝，引起學習者情感共鳴而樂於參與。這指出了microworld 的具趣味性。學習者透過對精巧現象的觀察、試探而領悟其中所隱含之道理原則，因此重要概念與精巧現象之間有著密切關係，此與一般僅具刺激與娛樂性的電動玩具是截然不同的。此外，microworld 是一瀟灑著尋求與探查氣氛的學習情境，從親自嘗試、聯想與觀察有趣事物中引發學生自我指導的學習。如此之學習方式不同於傳統式一味知識填塞，也非注重記憶與背誦，而且也非僅是技巧之熟練，故與循序漸進式的電腦輔助教學如反覆練習式 (drill & practice)、個別指導式 (tutorial) 也不相同。microworld 強調由學習者 (非由電腦) 掌握、

控制學習環境，並不講究特定的進度，學習者有較自由的思考空間，這說明了其兼具操作性與啓發性。

1982年，Goldenberg更直接了當指出microworld 是一精心設計具有特定範圍的學習環境，在其中生動有趣的事情將發生，並且重要概念將被學習。Piemonte (1983) 則定義microworld 爲一電腦化的環境，徜徉其中學習者可以改善其思考的技巧。至於microworld 的組成要素，David(1985)則列出1.電腦，2.可供探索且具擴充效能的基本事物，及3.特定的主題。

下面將舉一實例說明，使microworld 的意義更具體化。

三、Microworld 的實例

microworld 的設計可以運用任何的程式語言或編者語言。以下的例子則是以 Logo 語言設計完成的。由於Logo 本身是一交談式 (interactive) 的語言，且其最吸引人的地方是以簡單的指令便可繪出複雜漂亮的圖案，除此之外其具有 LISP 複雜處理串列 (List) 的能力，因此用來設計microworld 則顯得格外簡易且活潑有趣。

此一microworld 是運用移動 Logo 海龜的方式來讓學生學習數學上坐標平面的基本觀念。爲便於了解，在此先介紹 Logo 的螢幕及海龜的移動方法。

1. Logo 螢幕及移動海龜

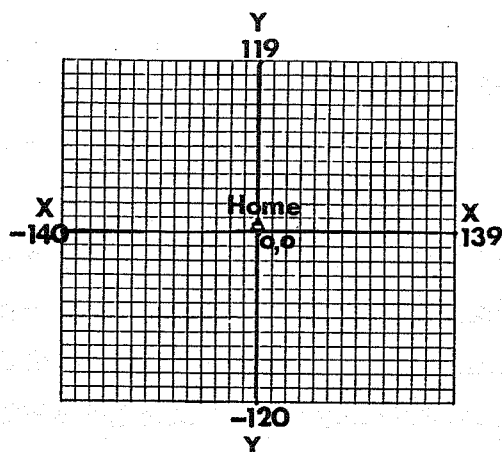
當 Logo 進入繪圖模式時，在螢幕中央會出現狀似三角形的圖標，此即所謂的海龜 (turtle)。使用者可用指令來讓海龜於螢幕上活動，達到繪圖效果。螢幕的正中央是海龜的家，而整個螢幕可爲其活動的疆域。以APPLE Logo 而言，圖標螢幕寬爲 280 步，高爲 240 步 (亦即橫 280 點，縱 240 點)。在 Logo 海龜的活動區域也可以用直角坐標系來表示，海龜的家坐標爲 (0 , 0)。以此海龜的家爲原點，想像中通過原點的橫軸與縱軸便將整個螢幕劃分成四個象限 (如圖 1 所示)。如此的特性無疑提供了學習坐標平面與象限觀念的最佳環境。

此一microworld 的構想便讓學習者有充分自由來移動海龜 (應用輸入數對的方式)，讓其由觀察海龜的移動中領悟出坐標基本觀念。下列程序便是用來移動海龜的 MOVE 指令。此程序由設計者所界定。

```
TO MOVE :XCOORD :YCOORD
  PU SETPOS LIST :XCOORD :YCOORD
  SETHEADING 0 PD
END
```

學習者若要移動海龜位置則須輸入MOVE 指令及一數對 (ordered pair)。第一個數目為代表海龜位置的橫坐標；第二個數目則為縱坐標。如要到螢幕的左下角則二個數目都必須是負值，若要到右上角則輸入之二個數均須為正值。MOVE -50 100，則可帶領海龜至螢幕左上方；若是MOVE 50 -100 指令則海龜行至螢幕右下方了。海龜移動的位置可以涵蓋在四個象限內，如此海龜便可在螢幕上海濶天空作逍遙遊。

LOGO SCREEN DIMENSIONS

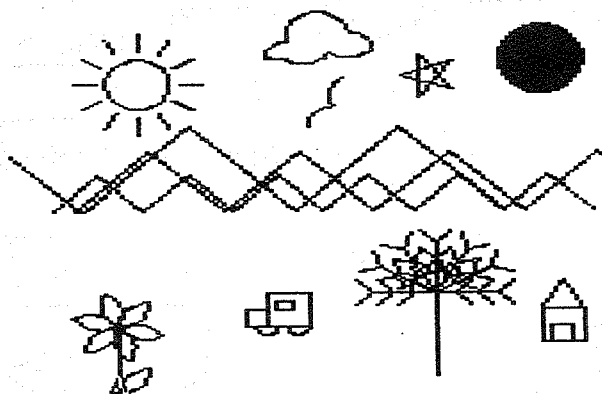


圖一

2. 繪圖 microworld 的內容敘述

若一個 microworld 僅是讓學習者移動海龜，觀察其位移則便顯得呆板單調而索然無趣了。這裡要介紹的 microworld 則賦予了生動的精巧現象。充分運用電腦與 Logo 繪圖的靈活性與趣味性，以繪圖組合圖案的模式來學習數學重要觀念。學習者指揮海龜的移動，仔細選擇位移地點以作為繪圖的定點，使得學習與圖畫創作皆容易而有趣且印象深刻。

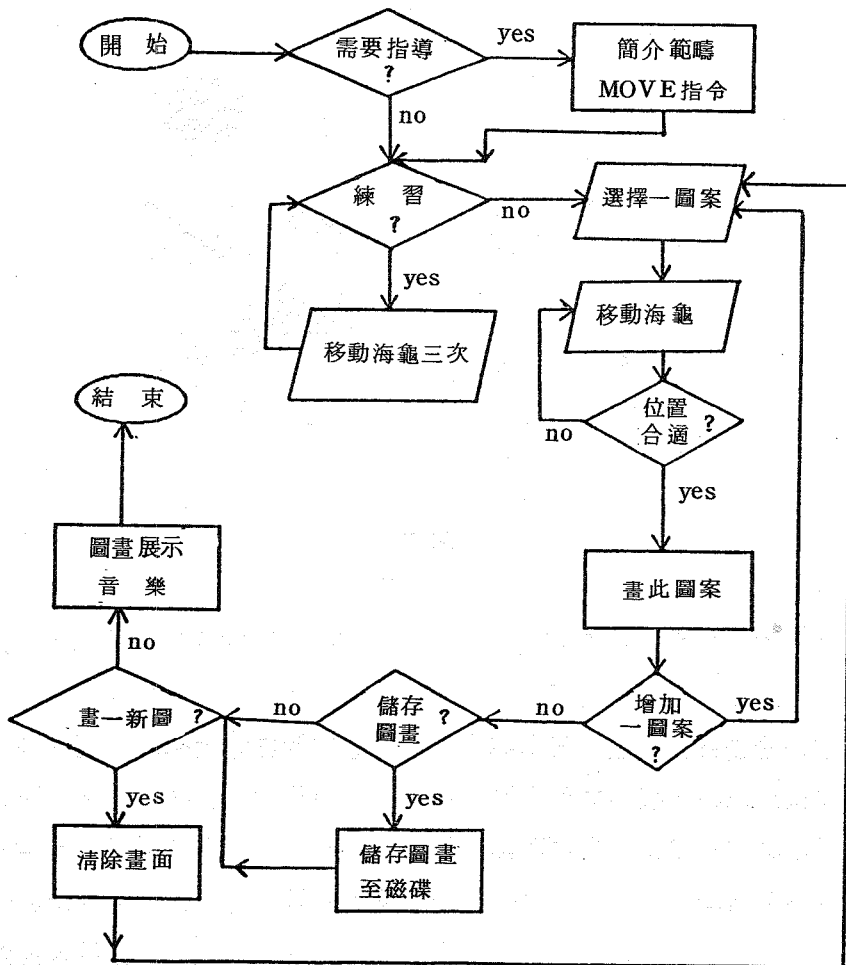
經過設計的 microworld 首先呈現一幅畫與音樂配合，以誘導學習動機。接著學習者若需要指導便可閱讀說明，以瞭解移動海龜的指令及其範疇。若願意，學習者也將獲得重覆練習 MOVE 指令的機會，使其於實驗與試探中熟習基本原則，以減低在嘗試錯誤中所可能產生的挫折感。接著呈現的清單 (menu) 列了十個已設計好可供繪圖的圖案名稱，如太陽、花、山等。圖 2 繪出了此十個圖案。



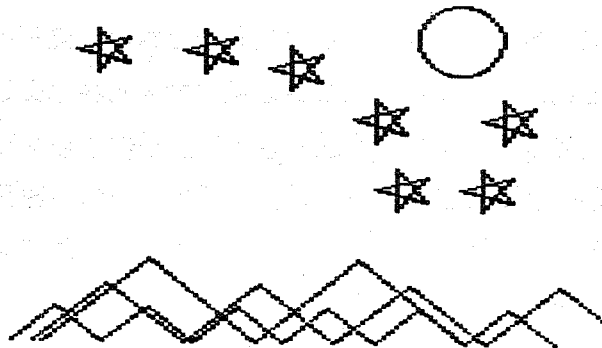
圖二

學習者首先選擇其所要的圖案之一，然後以MOVE 指令安排繪此圖案之定點。當指令下達後，海龜即立刻遷移至所設定之點，若學習者不滿意此位置，則有無限制之機會連續再下達指令去修正位置，直到滿意為止。當其對位置選擇表示滿意後，原先所選之圖案便自動繪於該點。接下去可再選擇同一或不同圖案以相同方式進行構圖，圖案多寡的選擇以組合其作品將隨其意願而無所限制。圖畫也可被儲存至磁碟片中，將來可再重新載入而用列表機印出。完成一幅作品後，興趣濃厚則仍可再繼續創作多幅作品，直到作罷為止。最後，microworld 將以音樂及圖畫展示作為結束，提供欣賞與觀摩的機會。圖3簡明地表達出此一microworld 的流程圖。

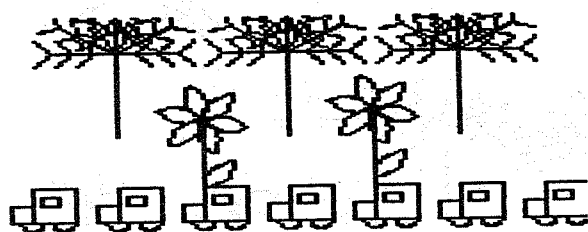
在此microworld 中學習者為求設計精美圖畫，必須仔細構思、精心思考所輸入的數對以移動海龜的位置，能自由創作、自由聯想與親自嘗試，無形中建立並強化其對坐標、象限與正負數概念的瞭解，也訓練其敏銳之觀察力。且在學習過程中無所謂的對錯，只有滿意與否，因此無答錯的畏懼感和威脅感，建立學習自信。圖4～圖11是一些學生們的作品，欣賞這些作品不禁令人驚訝於學童們豐富的想像力與獨特的構思。此microworld 不僅有助於數學之學習，啟發了創作、思考能力，同時也滿足了求知慾與表現慾，增進學習情趣，充分達到寓教於樂的目的。



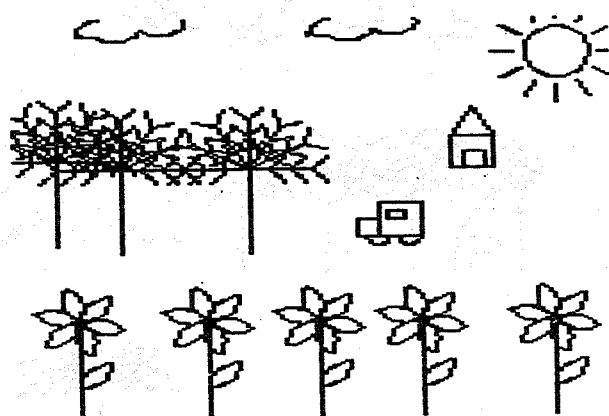
圖三



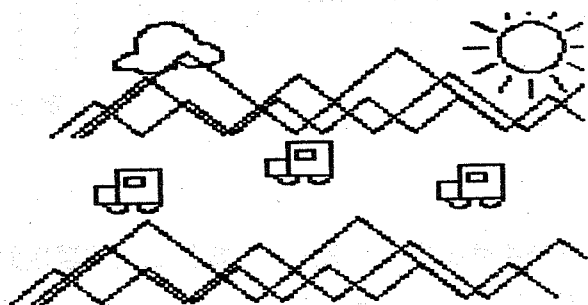
圖四



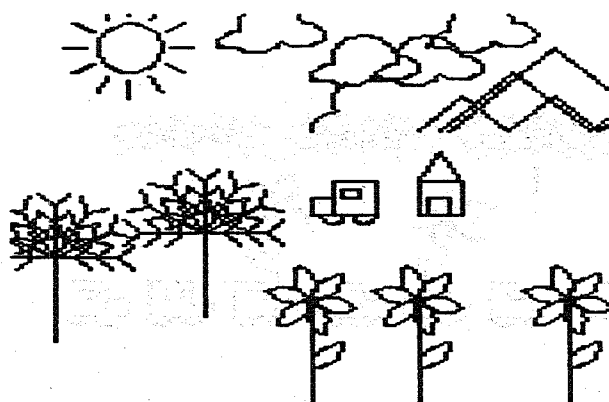
圖五



圖六



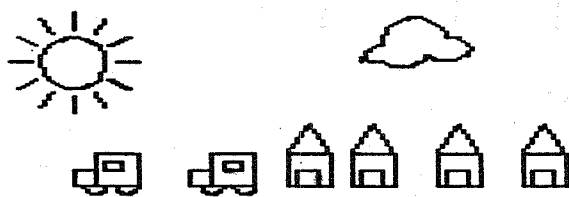
圖七



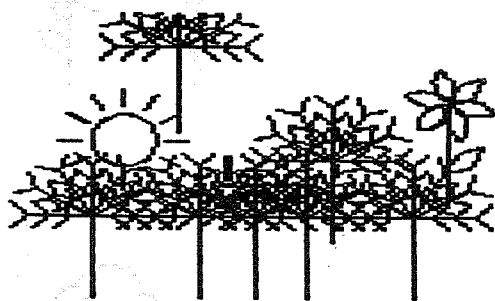
圖八



圖九



圖十



圖十一

四、結 語

microworld 提供一個具有教育性、趣味性、操作性與啟發性的環境，豐富了學習的情境。如此的學習環境足以激勵學生真正學習，引發學生自我指導的學習。經由此種自由探查及主動努力所獲得的知識和訊息不僅較可常久保持，也滿足了好奇心。microworld 的倡導者皆認為此種學習經驗足以提昇一般思考技巧，增進解決問題能力，並有

助於學習的轉移，不失為提高學習成果的有效教育方式。

本文中所述microworld 例子，經由筆者分別以 IBM Logo 及APPLE Logo 發展設計完成，並曾以美國愛荷華州Ames 小學五年級學生為測試對象。不僅學生們興致盎然，樂此不疲，且評量結果驗證了無論在成就測驗、學習轉移測驗及態度調查上均顯著增進學習的效果。在此提出，尚祈國內先進不吝批評指教。

目前國內正積極計劃推展電腦教學，如何充分適切地運用電腦潛能來幫助學生學習與思考，以提昇教育水準，達成教育目標，使我國教育有更好的發展，將應是教育界所面臨的挑戰，也企盼有更多熱心教育人士同來關注，共同努力。

五、參考文獻

1. Charischak, I. (1986). *Revitalizing mathematics instruction with Logo Mathworlds. Paper presentes in National Educational Computer Conference, San Diego, CA (Available from Logo Computer Systems Inc., New York, NY.)*
2. David, A. (1985). *Four instructors roles in an extended Logo environment. ADES Monitor, 3, 8 - 12.*
3. Dewitt, S. (1984). *Apple Logo activities. Reston, Virginia: Rerston Publishing Company.*
4. Feuerzeig, W. (1986). *Towards intelligent microworlds. In M. Frydenberg (Ed.), Logo 86 Proceeding (pp. 44-45). Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.*
5. Goldenberg, E. P. (1982). *Logo—a cultural glossary. Byte, 7(8), 210 - 228.*
6. Lawler, R. W. (1982). *Designing computer based microworlds. Byte, 7(8), 138 - 160.*
7. Lieberman, L. (1985). *Logo: an integrable tool. In M. Palmgren (Ed.), Logo 85 Pre-proceedings (pp. 142 - 143). Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.*
8. Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful*

ideas. New York, New York: Basic Books.

9. *Piemonte, C. (1983). Computer currents: Logo power grows. Curriculum Review, 12, 36.*
10. *Thomas, R. A., & Boysen, J. P. (1984). A taxonomy for the instructional use of computers. Monitor, 22, 15 - 27.*
11. *Watt, D. (1985). Teacher-made microworlds: training teachers to use Logo vs. training them to teach it. In M. Palmgren (Ed.), Logo 85 Pre-proceedings (pp. 253 - 254). Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.*