

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 87-2511-S-003 -048-

執行期限：86年8月1日至87年7月31日

主持人：張俊彥

執行機構及單位名稱：國立臺灣師範大學地球科學系

一、中文摘要

本研究之主要目的在設計一套適用於中等學校之地球科學電腦輔助教學教材。本計劃根據「呈現問題、計劃解決途徑、資訊及資料的搜集整理儲存、執行計畫、以及評估結果」的「五步驟問題解決」教學理論與策略，並參考目前中等學校地球科學課程大綱所建議的授課主題，同時應用電腦之多媒體的軟硬體設備，設計發展了一個單元的地球科學電腦輔助教學教材，其主題為「賀伯颱風與土石流」。

關鍵詞：問題解決、電腦輔助教材、地球科學、中等學校教育

Abstract

The main purpose of this study is to develop one Earth science computer-assisted tutorial based on “presenting problem, planning solutions, collecting necessary information, carrying out plans, and evaluating results” five-staged “Problem-Solving” instructional model. According to Secondary Earth Science Curriculum Content Standards, we utilized multimedia-oriented computer hardware and software to design this Earth science computer-assisted tutorial, which introduces the topic “Typhoon Herb and Density Flow”.

Keywords: Problem Solving, CAI, Earth Science, Secondary Education

二、緣由與目的

現今電腦科技的發展一日千里，同時也改變了社會上的許多基本結構。根據 diSessa (1987)，我們現在正進入電腦在教育上革命的第三階段：把電腦當作一種了解有關「重要教學策略」及「問題解決」知識的工具。個人電腦的盛行也使這個科技新寵兒，成為在科學教育中的一個很重要的設備 (Zietsman & Hewson, 1986)。個人電腦不僅可當作教學上的管理工具，如編寫教案、儲存學生基本資料、及計算成績等功能；更可以用來作為輔助教學的教材及教學本身。而電腦輔助教學 (Computer-Assisted Instruction) 的最大的好處之一，便是學生可以調整自己的學習速度，形成個別化的教學 (individulized instruction)。許多研究結果發現電腦輔助教學確實比傳統式教學，顯著地增進學生的學習成就 (Boblick, 1972; Hughes, 1974; Cavin & Lagowski, 1987; Geban, Asker, & Ozkan, 1992)。而且採取「問題解決」策略為基礎的電腦輔助教學，對學生的學習成就及問題解決能力也具成效 (Rayner-Canham, & Rayner-Canham, 1990; Geban, Asker, & Ozkan, 1992)。

綜觀國內外的電腦輔助教材之發展研究，大多以數學、物理、化學等單元為設計內容。事實上，地球科學的內容常包括許多大尺度的自然界現象(如板塊構造、宇宙及太陽系的生成、天氣的變化、及水圈等)，這些大規模的自然現象，很難像其他科學領域如物理、化學、或生物科可在實驗室內展現或實驗，電腦的模擬及輔助教材 (computer simulation and tutorials) 自然成為另一個絕佳的途徑，來輔助地球科學內

容的教授。Krajcik, Simmons, & Lunetta (1986)認為科學教育者應著重於設計發展合適的軟體，使學生有機會訓練他們的「問題解決能力」；而 Rayner-Canham, & Rayner-Canham (1990)亦強調簡短的電腦輔助教材及教學，可幫助增強學生的「問題解決」能力。綜觀我國中等學校的科學教育，雖都將「問題解決」列為一個主要目標（高級中學課程標準：基礎地球科學《p.214》、基礎生物，《p.204》、基礎化學《p.187》、以及基礎物理《p.175》，民84），但可惜的是，以「問題解決」策略為基礎的電腦輔助教材的發展研究，在國內仍屬少見。鑑於此，本研究計劃期望朝此方向前進，以落實地球科學教育的課程目標。

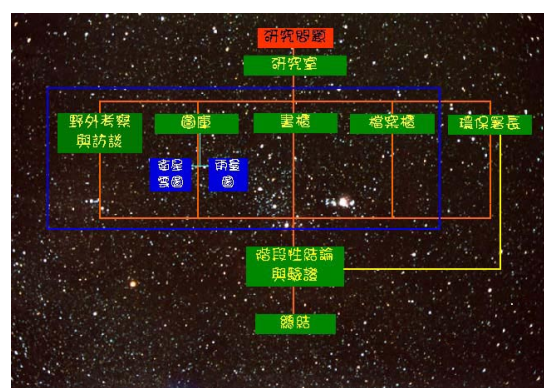
Hayes (1980)分析「問題解決」的過程模型，提出「找到問題、呈現問題、計畫解答、執行計畫、評估解答、及學習所得」等六階段；Rayner-Canham & Rayner-Canham (1990)亦設計了「確認問題、計畫解決策略、搜集資訊、及執行計畫」四階段的電腦輔助教學教材，而本人近年來的研究結果顯示，在地球科學課堂上實驗教學，所採用改良式「搜尋、解決、創造、及分享」(Search, Solve, Create, and Share) (Pizzini, Abell, and Shepardson, 1988)的「問題解決」教學模式，對增進地球科學學生的學習成就具有成效(Chang & Barufaldi, in press)。因此，本計劃的研究者認為上述三個「問題解決」教學模型可進一步整合為：「呈現問題、計畫解決途徑、資訊及資料的搜集整理儲存、執行計畫、以及評估結果」等五步驟。因為這簡化的五步驟，不但較適合中等學校學生；同時也利於電腦輔助教材的設計。因此，教材的研究開發為本計劃的研究方法。

本計劃之目的在根據「呈現問題、計畫解決途徑、資訊及資料的搜集整理儲存、執行計畫、以及評估結果」的「五步驟問題解決」教學理論與策略，設計一套適用於中等學校之地球科學電腦輔助教學教

材。期能利用此教材來幫助學生學習地球科學，以及增進他們的問題解決能力或學習成就。

三、結果與討論

根據上述的「問題解決」教學策略，本計劃發展出此份電腦輔助教材的流程圖(Figure 1)；整個教材的內容便是以此流程圖作為中心架構去設計編寫。如同該流程圖所示，首先一位假想的環保署長會賦予學生一個任務使命(Task)，即一個主要的「研究問題」，此研究問題以土石流的影片(Figure 2)來引起學生動機，並請學生想一想影片中，巨量的水挾帶著許多土石流動，這些水及土石從何而來，接著此輔助教材為學生安排一間他自己的研究室(Figure 3)，讓他能夠在此研究室內搜集與此「研究問題」相關的資訊或資料。學生在此「研究室」內可以「計畫他的解決途徑」，同時試著了解並解決這個複雜的問題。他可以選擇去「書櫃」內閱讀與此問題有關的書籍，共有複雜多變的天氣、柔腸寸斷的地質、起伏不定的坡地、地球科學圖表解讀、與地球科學名詞等五本書(Figure 4)，或是到「圖庫」裡面去尋找與此研究問題有關的圖表資料，如賀伯颱風之衛星雲圖與雨量圖等。學生亦可藉由在檔案櫃中的野外地質考察資料及照片(陳有蘭溪考察路線圖, Figure 5)來更深入了解該事件背後的地質條件與背景。學生在經過上述「資訊及資料的搜集、整理、與儲存」此過程後，他必須整合所學在課堂上以分組討論及報告的方式提出解決問題



的方法與結論；最後並在老師的輔助下「評估結果」並完成此單元的學習。

Figure 1. 本計劃電腦輔助教材流程圖



Figure 2. 待解決之研究問題



Figure 3. 學生之研究室



Figure 4. 書櫃

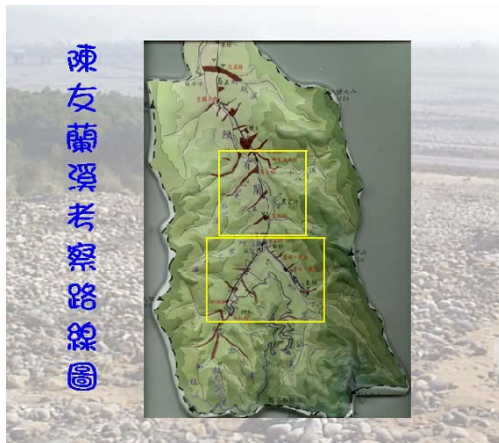


Figure 5. 陳有蘭溪考察路線圖

四、計畫成果自評

到目前為止，今年度的研究計劃根據「呈現問題、計劃解決途徑、資訊及資料的搜集整理儲存、執行計畫、以及評估結果」的「五步驟問題解決」教學策略，設計開發了一個單元的地球科學電腦輔助教學教材（內容為「賀伯颱風與土石流」）；此電腦輔助教材內容包括賀伯颱風之衛星雲圖的動畫模擬、相關的地質考察照片與影片，影音多媒體的設計、及各種圖表與書籍內容的呈現，期望藉由這些設計來幫助學生學習這個輔助單元。在此教材單元中，學生可經由解決「土石流的成因」這個研究問題，來學習與此事件有關的地質與氣象的內容和一些環境的議題等等；如颱風的路徑與其帶來的豪雨，天氣圖、雨量圖、地質圖的判讀，地質構造的了解，與人為的開發破壞等等相關內容。

五、參考文獻

邱貴發(民80). 電腦輔助教學軟體的應用層面問題, *視聽教育*, 32, 1-7

邱貴發(民81). 電腦輔助教學成效探討, *視聽教育*, 33, 11-18

邱貴發(民83). 電腦輔助學習的理念與發展方向, *教學科技與媒體*, 13, 15-22

邱貴發, 鍾邦友(民82). 情境學習理論與電腦輔助學習軟體設計, *臺灣教育*, 510, 23-29

教育部編印(民84). 高級中學基礎地球科學課程標準 In 高級中學課程標準, pp. 213-226.

國立台灣師範大學科學教育中心編印：民85, 高級中學科學課程教材改進計劃研究資料：地球科學科, pp. 31-70.

Bagley, C. A. & Klassen, D. L. (1979). Instructional computing in correctional institutions. *Educational Technology*, 19, 37-40.

Baldwin, B. (1970). Problem-approach guidelines applied to Dolores Peak quadrangle. *Journal of Geological Education*, 18, 155-160.

Boblick, J. M. (1972). Writing chemical formulas: A comparison of computer assisted instruction with traditional teaching techniques. *Science Education*, 56, 221-225.

Bowen, C. W., & Bodner, G. M. (1991). Problem-solving processes used by students in organic synthesis. *International Journal of Science Education*, 13, 143-158.

Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1984). *The IDEAL problem solver: A guide to improving thinking*. New York, NY: W. H. Freeman & Co.

Cavin, C. S., & Lagowski, J. J. (1987). Effects of computer simulated or laboratory experiments and student aptitude on achievement and time in a college general chemistry laboratory course. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 145-160.

Champagne, A. B., & Klopfer, L. E. (1977). A sixty-year perspective on three issues in science education: I whose ideas are dominant? II representation of women III reflective thinking and problem solving.

Science Education, 61, 431-452.

Chang, C.-Y., and Barufaldi, J. P. (in press). The use of a problem solving based instructional model in initiating change in students' achievement and alternative frameworks. *International Journal of Science Education*.

Chiappetta, E. L., & Russell, J. M. (1982). The relationship among logical thinking, problem solving instruction, and knowledge and application of earth science subject matter. *Science Education*, 66, 85-93.

Chisholm, M. A. (1996). Development and evaluation of a computer-assisted instructional program in an advanced pharmacotherapeutics course. *American Journal of Pharmaceutical Education*; 60, 365-369.

diSessa, A. A. (1987). The third revolution in computers and education. *Journal of Research in Science Teaching*, 24, 343-367.

Geban, O., Askar, P., & Ozkan, I. (1992). Effects of computer simulations and problem-solving approaches on high school students. *Journal of Educational Research*, 86, 5-10.

Gardner, C. (1992). The effects of CAI and hands-on activities on elementary students' attitudes and weather knowledge. *School Science and Mathematics*; 92, 334-336.

Hayes, J. R. (1980). *The complete problem solver*. Philadelphia: Franklin Institute Press.

Henkel, E. T. (1968). Undergraduate physics instruction and critical thinking ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 5, 89-95.

Hauben, M. H., & Lehman, J. D. (1988). Computer assisted instruction for problem solving by dimensional analysis.

Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 7, 50-54.

Hughes, W. R. (1974). A study of the use of computer simulated experiments in the physics classroom. *Journal of Computer-Based Instruction*, 1, 1-6.

Johnson, D. (1944). A modern account of problem solving. *Psychological Bulletin*. 41, 201-229.

Krajcik, J. S., Simmons, P. E., & Lunetta, V. N. (1986). Improving research on computers in science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 465-470.

McKenzie, G. D., & Fuller, J. O. (1987). Group approach to solving problems (GRASP) as an option for introductory geology. *Journal of Geological Education*, 35, 130-133.

Meyer, R. E. (1974). Problem-solving in two ninth grade minicourses: earth - environmental science, and oceanography. *Journal of Geological Education*, 22, 127-128.

Morrell, P. D. (1992). The effects of computer assisted instruction on student achievement in high school biology. *School Science and Mathematics*, 92, 177-181.

Oburn, E. (1956). Analysis and checklist on the problem solving objectives. *Science Education*, 40, 383-392.

Omasta, E., & Lunetta, V. N. (1988). Exploring functions: a strategy for teaching physics concepts and problem-solving. *Science Education*, 72, 625-636.

Osborn, A. (1963). *Applied imagination; principles and procedures of creative problem-solving*. New York: Charles Scribner's Sons.

Pek, P. K. (1996). Promoting active student learning in strength of materials with the aid of CAI. *Journal of Science*

Education and Technology, 5, 225-233.

Pizzini, E. L., Abell, S. K., & Shepardson, D. P. (1988). Rethinking thinking in the Science classroom. *The Science Teacher*, 55, 22-25.

Polya, G. (1945). *How to solve it: A new aspect of mathematical method*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Rayner-Canham, G. W., & Rayner-Canham, M. F. (1990). Teaching chemistry problem solving techniques by microcomputer. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 9, 17-23.

Rubinstein, M. F. (1975). *Patterns of Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Russell, J. M., & Chiappetta, E. L. (1981). The effects of a problem solving strategy on the achievement of earth science students. *Journal of Research in Science Teaching*, 18, 295-301.

Shepardson, D. P. (1991). *Relationships among problem solving, student Interactions, and thinking Skills*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching, Lake Geneva, WI.

Zietsman, A. I., & Hewson, P. W. (1986). Effect of instruction using microcomputer simulations and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 23, 27-39.