



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

虛擬中學數學學習館—子計畫二：

網路多元教學模式之發展：

高中職階段充實學習內容

**Developing Multiple Teaching Models in the Web :**

**- Enrichment Content at the High School Level**

計畫編號：NSC 90-2521-S-009-002

執行期限：90年8月1日至91年10月31日

主持人：黃大原教授 國立交通大學應用數學系

共同主持人：劉松田副教授 國立交通大學應用數學系

## 一、中文摘要

本整合型計畫是以發展適合國中及高中(職)學生學習的教材內容為主，在這個發展需求下，我們規畫了兩個研發數學學習內容與活動的子計畫。新的數學教育趨勢強調數學力的發展，即包括數學的推理能力、數學的解題能力、數學的溝通能力及數學的聯結能力等的發展均有賴學生能在了解下學習數學，且建構學習理論對科技學習活動設計的意涵指出教師需鼓勵學生用多元的方式來探索及解決問題，因此這兩個數學內容子計畫將以建構多元教學模型為數學教學與學習活動的研究重點，以使重要數學概念能以多元詮釋方式在網路上完整的呈現。雖然各子計畫所研發之數學學習內容的適用對象不同，但在網路上的呈現將打破學級方式，以重要數學概念為主題聯貫中學階段的數學學習內容，使數學學習活動呈現完整一致且適合學生的學習心理與發展基礎。

**關鍵詞：**虛擬學校，問題求解，建構主義，合作學習

## Abstract

The purpose of this project is to develop appropriate learning materials in the Web for those high school students who will select science related fields as they enter the university. Rather than memorize facts and rules, recently reforms of mathematics education has emphasized on conceptual understanding. Based on the theory of constructivism, students must actively participate in their learning not passively accept knowledge. To help students actively construct their own learning, teachers need to use alternative approaches to present contents, so that students have the opportunity to understand mathematics concepts. Developing multiple representations of important mathematics concepts will be a possible approach to arrive this goal. In the next three years, we will have experienced high school teachers help us design multiple teaching models in the Web. Our final goal is to present mathematic concepts alternatively, and this is possible one model to satisfy different individual students. We also hope the effort will motivate more mathematics teachers to

join us in the future.

**Keywords:** multiple representation, high school, virtual classroom, mathematics power

## 二、緣由與目的

本計畫為「虛擬中學數學學習館」整合型計畫數學科學科內容二個子計畫之一：網路多元數學模式的發展：高中職階段之充實內容。其目的在於探討在個人建構式學習等教育原理的導引下，配合中學數學教材，如何在網路上呈現。

本計畫進行期間適逢教育部六大學習網站規劃。六大網之主要精神強調透過知識之探索學習。因此，本計畫之內容架構將依據六大學習網之科學教育網之數學架構的學科內容為整體數學之架構，內容可以分成靜態之學習內容及動態之學習內容。

本計畫期望透過與教學模式之結合，透過情境的鋪陳，教學活動的安排，及教學媒體工具之活用，探討其網路化呈現的可能途徑。

## 三、結果與討論

本計畫之成果說明可以分成下列幾方面加以討論。

### 1. 數學學習館學科內容之建置

本計畫之虛擬中學數學學習館，請見下圖：

#### ➤ 科學學習館入口



幾大部分：包含教材資源、生活中的數學、遊戲數學、大自然的數學、數學的奧秘、數學史、數學欣賞、數學劇場等部分。



#### ➤ 生活中之數學



#### ➤ 遊戲數學



#### ➤ 大自然的數學

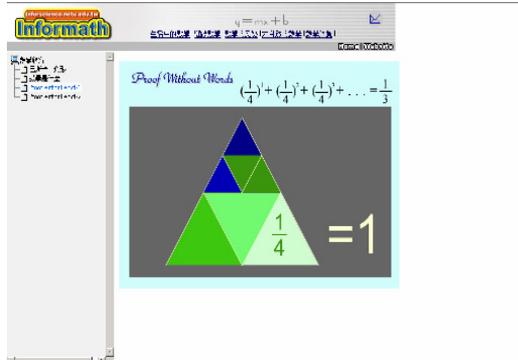


#### ➤ 數學奧秘

關於數學館之內容可以分成下列



➤ 數學欣賞



➤ 數學劇場



➤ 教材資源



關於數學教材部分之綱要，乃依據之前教育部六大綱之科學教育網數學部分專家之建議，可以分成七大領域，包含：數與式的運算及證明、幾何、代數、座標幾何、排列組合、機率與統計、微積分、數學論證。各大部分可再根據

學科領域再行細分，其主要之內容架構，請見附錄，數學綱要架構圖。

教材資源之各單元，又可細分成內容說明、線上測驗、測驗題庫、數學劇場、挑戰數學、小實驗等部分。

➤ 內容說明



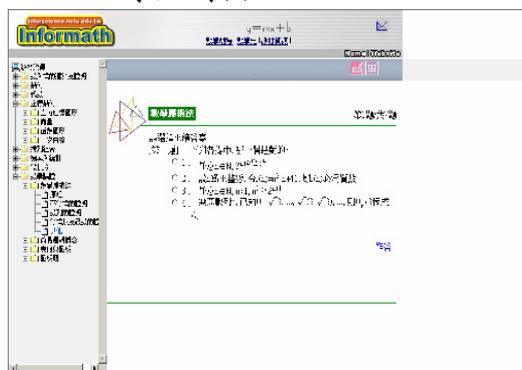
➤ 測驗題庫



➤ 小實驗



➤ 線上測驗



本計劃目前已完成之部分在靜態內容部分，大約有 150 個學習網頁內容、動態內容部分，亦有將近 40 個。

- 網頁 30 個
- PowerPoint 教材約 50 主題
- Excel 教材 約 20 個
- GSP 教材約 50 個
- Word 教材 20 個

## 2. 教學媒體工具之應用之研究

本計劃之教學模式，主要是希望透過數位工具或其他媒體工具之結合運用，使教師能在最為方便經濟的情形下，編製教學內容。在經過過去之探索與實施，對於如何活用生活中隨時可以接觸之簡易媒體，本計劃之團隊已有小的心得：

- 常用之媒體工具包含：
  - ◆ Web-based (HTML, Flash, Javascript, XML, DHTML)
  - ◆ Office 系列(Word, Excel, PowerPoint, 小畫家, Visio)
  - ◆ 數學軟體(GSP, Cabri Geometry, Maple, Mathcad)
  - ◆ 語言(VB, JAVA,...)
- 常用之媒體技巧包含：
  - ◆ Excel 數學教學工具
  - ◆ 如何有效運用 Power Point
  - ◆ 用 PowerPoint 開發劇本

## 3. 協助總計畫培訓推廣及人才培訓訓練

人員之訓練及活動，對於推廣網路學習有絕對之關係，特別是關於網路學習內容的建置，更是重要。本計劃在實行階段，便希望能有效結合有意願且高度熱忱之國高中之數學教師一起配合學習並開發新的內容。在計劃推展期間之另一個重要里程碑，便是成立國內第一個網路學習碩士在職專班。期望透過碩士專班機制之建立，在本計劃完成階段任

務時，成果能繼續生生不息永續發展下去。對於本計劃之內容相關之配合及訓練計劃，敘述如下：

### ● 中學教師網路教師數學研習會

1. 研習目標：培訓網路數學教學種子教師，使其在不同的計劃階段能嘗試多元的學習。
2. 研習時間：本階段活動期間為九十學年度上學期與九十學年度下學期，於每週三下午二點至五點在交通大學科學一館二樓應用數學系舉行。
4. 研習對象：新竹縣市國中網路數學種子教師、高中教師以及應數系教授。

### ● 網路學習碩士在職專班課程

- 網路學習內容設計專題
- 媒體製作
- 專班暑期研習營

### ● 通識課程

- 生活資訊與數學
- 數學發現與猜想

### ● 個別提供之學習內容

- 李政豐老師提供適合網路學習的單元( 42 單元)
- 網路資源的評析
- NCTM principle and Standards 翻譯

## 4. 論文及期刊

本計劃進行期間，參與計劃之相關教授及老師，皆有豐富之研究成果，關於成果目錄將列於後。

- (1) 專書: 萬腦奔騰數學網-數學科學與資訊科技共舞(To appear)
- (2) 李政豐，連續整數冪次和攻勢得另類思考，數學傳播，102，91/6，第二十六卷第二期。
- (3) 李政豐，當大衍求餘數結合 Excel 與 Maple，數學傳播(已接受)。

- (4) 李政豐，多邊形的面積比是否為常數，數學傳播(已接受)。
- (5) 李政豐，兩組直線族交點軌跡的探討，科學教育月刊(修訂中)
- (6) 李政豐，由解題路徑分析的觀點看 Morley's 定理的證明，科學教育月刊(修訂中)
- (7) 顏貽隆，兩直角三角形族的各心軌跡—GSP 數學實驗舉隅，數學傳播(審稿中)
- (8) Ming-Jang Chen, A Visualization of Permutation Groups (in preparation)
- (9) Yuan, Y. & Chen, M. J. (2001). Integrating technology in mathematics teaching and learning: developing teacher models in the Web. Paper presented in the Netherlands and Taiwan Conference on Common Sense in Mathematics, Taipei, Taiwan: November, 2001.
- (10) 袁媛、劉怡吟、顏貽隆、陳明璋(民90)：網路虛擬教室的實施與相關問題探討。2001年資訊與教育雜誌特刊，192-200。
- (11) S. K. Chang, M. J. Chen, L. Y. Deng and Y. J. Liu, "MAWC Operations for the Growing Book", Proc. of Seventh Int'l Conf. on Distributed Multimedia Systems, Sept 26-28, 2001, Taipei, Taiwan, 1-10.

## 5. 其他

### (1) 專利

- 陳明璋，教具一組(專利申請中)

### (2) 參與學生

- 專班：李政豐，顏貽隆，高惠娟，陳國唐，黃振順，林榮生(數學教師)

- 應數所：陳麗玲、徐雍智、林俊良

### (3) 服務

- 新竹市數學教師研習營-科技融入數學教學，
- 教育部六大學習網規劃案
- 中等學校教師研習營-科技融入數學教學

## 四、計畫成果自評

本計畫『網路多元數學教學模式的發展：高中職階段充實內容』的建立，延續過去虛擬高中數學習館之概念，除了網頁系統建構要求有完整功能與容易使用介面外，另外亦建構了相當的網路學習內容。在過去之摸索及相關計劃的支持，基本上已掌握網路學習內容設計及製作之基本原則，關於本計劃之成果之自評，可以分述下列幾點。

### ● 內容部分

依據專家之知識架構，我們已將數學學習之架構極大方向掌握，雖然一時之間我們無法提供更多元的內容，但已呈現出數學學習內容之基本雛形，以供國內相關學者參考。

### ● 教學模式之建立

本計劃最大的目標便是希望透過簡易的工具及方法，讓教師們能實際參與網路內容之製作。在這一點上，本計劃之成效卓著。

### ● 永續經營機制之建立

本計劃之最大之成果，便是建立一套永續經營之機制，亦即成立碩士在職專班。成功將計劃短期目標轉換成一套永續經營機制。透過專班學生之專題及課程，這些內容將生生不息製作下去，不會因計劃的消失而終止。

### ● 實務人才的培訓

目前國內在內容部份，本計劃一

開始之出發點便是從實務角度出發，培養實務之人才。可見之未來，透過這項的訓練，這些兼具實務及理論的教師將成為國內推動網路學習教學之一股力量。

總和上述之成果，本計劃已成功連結正進行之相關計劃並完成階段性之目標。配合未來數位學習國家型計劃及國科會網路學習標準計劃之推動，將能協助國內推動網路學習內容之建構。

## 五、參考文獻

- [1] 黃武雄 老師，我們去哪裡？ 人本教育基金會發行
- [2] 舒湘芹等譯 高觀點下的初等數學 F. Klein 原著第一、二、三卷 九章出版社
- [3] 丘成桐(1980)，數學與數學教育，崇基學院。
- [4] 余宜芳，念不好數學，不是他們的錯，遠見，77，1992，134-137。
- [5] 郭重吉（民 81），從建構主義的觀點探討中小學數理教學的改進，科學發展月刊，第 20 卷，第 5 期，548-570。
- [6] 甯自強（民 82），「建構式教學法的教學觀」～由根本建構主義的觀點來看，國教學報，5 期，頁 33-41。
- [7] 陳德懷(民 84)，智慧型電腦輔助學習系統的研究與發展，科學發展月刊，第 23 卷，第 5 期，P456-468。
- [8] 葉偉文/譯，幹嘛學數學？ S. K. Stein, Strength in numbers, 離銘圖書有限公司。
- [9] “數學教育”學門資源整合規畫資料 國科會科教處 民 85 年
- [10] 行政院國科會數學教育學門資源整合規畫資料，民 85。
- [11] 郭重吉（民 85），科學哲學的省思，教育研究雙月刊，49 期，頁 16-24。
- [12] 曾志朗、林福來、邱貴發、陳德懷、陳瓊森、陳一平、郭允文(民 85)，美日「電腦輔助學習」訪問重點報告，科學發展月刊，第 24 卷，第 7 期，563-578。
- [13] 曾志朗（民 86），網路上的科學教育，建構與教學-中部地區科學教育簡訊，第 10 期，（見 <http://sewww.ncue.edu.tw/c&t/issue9-10/v10-2.htm>）。
- [14] 丘成桐(1998)，數學的內容，方法和意義，北京大學百年校慶
- [15] 高級中學數學課程標準，教育部編印，民 87。
- [16] 李虎雄、陳冒海、朱亮儒（民 87）高級中學科學課程研究計畫 - 數學科研究報告，台師大科教中心。
- [17] 林松山(民 87)，軟體工業與數學教育研討會論文集，交通大學應數系
- [18] 吳美滿（民 87），波利亞的解題步驟對國中比例單元教學效果之研究，台師大科教所碩士論文。
- [19] 鄭毓信(1998)，數學教育哲學，九章出版社（台灣的數學教育 396-404）
- [20] 陳明璋，中小學資訊教育成果交流：虛擬學習館之架構，第五屆全球華人學習科技研討會暨第十屆國際電腦輔助教學研討會，中央大學，June 8-10, 2001
- [21] M. J. Chen, E. Sheu, S. S. Tseng, and C. J. Tsai, “E.NCTU, An E-Campus,” Proc. of GCCCE/ICCAI’01, pp. 1117-1122, Taiwan, R.O.C., 2001.
- [22] Black, J.B., & McClintock, R.O. (1996). *An interpretation construction approach to constructivist design*. In B. Wilson.(ed.) *Constructivist learning environments*, Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- [23] Charles, R. & Silver, E. (1989). *The Teaching and Assessing of Mathematical Problem*

- Solving*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [24] Duffy, T.M., & Jonassen, D.H., (1992) *Constructivism and the technology of instruction*. Hillsdale, NJ: LEA.
- [25] Macgregor, M., & Stacey, K., (1997) *Students' understanding of algebraic notation: 11-15*. Educational Studies in Mathematics, 33, 1-19.
- [26] McAllister, H.C.(1995) *Problem Solving and Learning, Common Sense problem solving and Cognition Research*, available from the website  
<http://www2.hawaii.edu/suremath/cognitive.html>
- [27] Owston, R.D., (1997) *The world wide web: A technology to enhance teaching and learning?* Educational Researcher, 26, 2, 27-33.
- [28] Polya, G. (1945) *How to Solve it - A new aspect of mathematical method*, Princeton University press.
- [29] Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press.
- [30] Schoenfeld, A. (1987). *Cognitive Science and Mathematics Education*. Hillsdale, NJ: Erlbaum Assoc.
- [31] Sternberg, R. J. (1984) *Beyond IQ*, Cambridge University Press.
- [32] Sun, C. T. & Chou, C. (1996). *Experiencing CORAL: design and implementation of distant cooperative learning*. IEEE Transactions on Education, 39(3), 357-366.
- [33] Treagust, D.F., Duit, R., & Fraser, B.J. (1996). *Improving teaching and learning in science and mathematics*. New York: Teachers College columbia University.
- [34] Taylor, P.C., & Fraser, B.J. (1991, April). *CLES: An instrument for assessing constructivist learning environments*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Geneva, WI.
- [35] Tsai, C.-C. (1998). Science learning and constructivism. *Curriculum and Teaching*, 13, 31-52.
- [36] Tsai, C.-C. (2000). *Relationships between student scientific epistemological beliefs and perceptions of constructivist learning environments*. Educational Research, 42(2).
- [37] Whimbey, A. (1987) Think Aloud Pair Solving - TAPS. The key to higher Order Thinking in Precise Processing, Educational Leadership, 42(1), 66-70.
- [38] Yung-Chih Hsu, Chin-Chung-Tsa, Ming-Jang Chen, A Pilot Study on Mathematical Creative Analogy Activities with Networked Peer Assessment, Journal of Taiwan Normal University: Mathematics & Science Education, Vol.47, No. 1. NSC88-2511-S-009-006, NSC-89-2520-S-009-004, NSC89-2520 -S -009 -013.
- [39] Yuan, Y. & Chen, M. C. (2001). Learning Trigonometry through a Virtual Mathematics Learning System-Informath. Abstracts of papers presented to the American Mathematical Society, volume 22(1).
- [40] 21st Century of problem solving ' The Next generation of problem solving (<http://www2.hawaii.edu/suremath/>) Illinois Mathematics and Science Academy (<http://www.imsa.edu/>)