

資訊科技應用於數學科教學之探討

鐘樹椽

教授

嘉義大學教育科技研究所

E-mail : tschung@mail.ncyu.edu.tw

程璟滋

研究生

嘉義大學教育科技研究所

E-mail : e8401083@ms3.csps.ylc.edu.tw

摘要

本文主要針對資訊科技融入數學教學的各面向做探究，分別從：一、數學教學的困境與相關的對策；二、資訊科技融入數學教學的功能；三、資訊科技融入數學教學的教學策略；四、資訊科技融入數學教學的限制；五、人員、教材、教法和設備的配合；最後，希望提出「多看、多聽、多學習」的方式，期許資訊融入數學教學能夠達成師生「教、學」雙贏的目標。

關鍵詞：資訊科技，應用，資訊科技融入數學，數學教學

前 言

數學乃科學之母，既是科學教育的基礎，且與生活緊密相關，重要性已無庸置疑，然國內外的研究顯示，國中小學生竟有嚴重的數學學習障礙(孟瑛如、吳東光，1999；孟瑛如、周育廉、袁媛、吳東光，2001；Jenni & Beardon, 2001)。國內外學者專家發現許多事實面的問題，例如：學生認為最難學習的學科是數學、數學學習易生焦慮及恐懼感(許楨哲，2003；張盈盈，2002)、學生感覺數學無趣且低成就的學生參與度低(蔡寶桂，2000)、教學時甚少使用視聽媒體方法，導致抽象的數學觀念難以讓學生理解(鄭瑞春，1991)、數學學習與生活脫節(楊錦潭，1996；蔡寶桂，2000)、經常採用講述法(江豐光，2003；張盈盈，2002)等，均為問題發生的關鍵，欲解決學生數學學習的困難，教育改革的呼聲此起彼落地出現(洪雪芬，2002；譚寧君，2003；Usiskin, 1993)，舉凡問題解決能力的重視(馬秀蘭、吳德邦，1998)、討論及建構活動取代背誦或反覆練習的學習模式(黃武元、陳年興、葛建

志、蔡俊彥、王錦裕，2002)、九年一貫中學科之整合及電腦融入各科教學(李家珍、陳冠伶、任信絹、劉雅玲，2002；林威昇，1999；陳建安、詹勳國，2003)、終身學習課程的理念推展(洪雪芬，2002)、課程的研發帶動媒體教學發展(楊錦潭，1996)，諸如此類教改措施的推行代表著教育界試圖解決這些弊病以求數學教育的完善發展。

二、資訊科技融入數學教學的功能

「師者，所以傳道、授業、解惑也」乃耳熟能詳的一句教育箴言。昔日的「老師說，學生聽」的教學模式已不適用當今的課程，因應教學革新的需求，繼以資訊科技的快速演進，因此對教育型態與教學方式帶來了根本性的衝擊。處於轉型之波濤中，資訊科技正扮演著推波助瀾的角色，善用科技的功能於教學，將有助於教學成效的提昇。茲條列八大資訊科技於數學應用上的功能如下。

(一) 輔助教學的工具

資訊科技產品眾多，從視聽器材、電腦到網路科技，均是用以輔助教學的工具。

1. 視聽器材方面：數學教學錄影帶之播放能使學生明瞭操作方式或複習難懂的概念。另外，Usiskin(1993)指出計算器可教導數值的運算，電腦則可用於教授圖表方面的課程，亦能作為做作業的工具，或展示教材用。

2. 教學光碟方面：播放法櫃奇兵影片中沙子裝袋的情節來教導學生密度、體積、容量的觀念。

3. 電腦軟體方面：

(1)幾何教學軟體：運用幾何軟體能監視學生證明定理的過程，若有尚未了解的部分，提供相關的課程以便重新學習(張盈盈，2002)。

(2)Excel軟體：試算表軟體可以發展數學單元直角座標與線性函數的圖形及統計圖表方面的輔助教材(林威昇，1999)；另外，Healy(1999)認為亦可發揮促進數學理解的功能，例如：呈現該軟體所拼排之組合棒圖像化資料，鼓勵學生從中發現規則，並搭配其計算功能而迅速獲得答案。

(3)PowerPoint軟體：簡報具備投影片放映功能，故能取代數學掛圖(周麗萍，2001)。

(4)圖形軟體：Converge是繪製方程式圖形的軟體，藉由圖形和方程式的對照使學生了解概念的原理。WinGeometry則是利用動態畫面來呈現幾何，效果佳於書面紙張或圖卡的呈現。另外，The Geometer's Sketchpad亦是探討幾何學原理及概念的軟體，上述三者均是廣泛用於幾何學上圖形運用的工具(Lipp, 1997)。

4. 網路通訊方面：學生間存有個別差異，教師無法兼顧每個學生，若能善用

E-mail、BBS、討論區、留言板等工具特性，當能提供教學有效的支援。

(二)提供豐富的教與學之資源庫

網路無遠弗屆、資源豐富，眾多的資源塑造學生學習和老師充電的寶庫。

1. 學生學習

線上教材之使用有助於學生的數學學習(周麗萍，2001)。K12數位學校內便有國小六年級數學圖形與空間課程教材建置其中，供師生互動之用(蔡秉恆、詹勳國、黃天佑，2002)。

2. 教師充電

對於老師來說，網路提供教師在數學教學上無數的資源。例如：

(1)國外：Haury與Milbourne(1997)所整理出數學領域有七大類網站資源，這七大類網站說明如下：

- a. 綜合性網站：數學教學的論壇、檔案、軟體及課程等網站。
- b. 機構或數學教學中心的網站：知名的機構或中心所建置的網站，例如：聞名的NCTM便是此類。
- c. 親子性網站：提供家長和小孩服務者屬此類。
- d. 課程或教學活動及教學資源網站：網站上建置眾多的數學課程計畫、教學活動及資源，供教學之用。
- e. 互動性網站或合作性網站：具備搜尋功能之資料庫，供師生及家長使用。
- f. 有趣及獨特的網站：呈現與生活連結之數學知識，比方如：數學家的故事、傳記或數學史等。
- g. 分類性網站：提供快速搜尋數學資料的搜尋引擎，或專門的數學教學網站。

(2)國內：數學領域網路教學資源中心，例如：學習加油站、思摩特網，及九年一貫等網站(廖苑茜，2003)。各網站說明如下：

- a. 學習加油站：建置七大領域的學習資源，數學領域方面，不僅囊括相關之數學課程網站，甚且連結數學重點發展學校—台北縣埔墘國小、彰化縣大竹國小、苗栗縣竹興國小、金門縣金湖國小，提供豐富的數學教學資源。
- b. 思摩特：於資源分享區設置豐富的數學資源列表，種類包含學習單、教學輔助軟體(如：GSP)、教學設計、研究論述、以及經驗心得分享等五大類，尚有不少專業工作坊可供運用。
- c. 九年一貫網站：網站上之教師專業發展部分，分為課程討論區、K12數位學校、創新工作坊等，教師教學遇有疑惑，可至此處尋覓解答。

上述網站均能發揮傳播數學課程內容的功能(楊錦潭，1996)。另外，由於e-learning融入數學領域的推展，因此提升教師們課程設計及網路教學的能力便不屬困難之事(洪雪芬，2002)，甚且網路教學資源中心仍提供教師線上編輯數學教學活

動及資源檢索之功能(廖苑茜, 2003)。有鑑於此, 網路資源之掌握, 能豐富教師的數學教學活動。筆者曾針對三年級快慢和圖表的單元, 進行網路資源搜尋的動作, 於網路上發現不少的網站, 因為篇幅關係列於附錄中供大家參考。

(三) 提升問題解決的能力

複雜的社會, 解題能力是必備的, 解題能力高者, 象徵此人之挫折容忍度高, 也代表其適應力強。教師負有職責教導學生使之具備問題解決的能力, 因此多方面設計相關的活動以助於解題能力的發展; 提升數學方面的解題能力可行的方式茲列舉如下:

1. 開放性的討論空間

(1)BBS: 藉由BBS學生可以開放性地討論及溝通學習中所遇到的問題, 達到學業輔導功能, 例如: 蔡寶桂(2000)指出國小學童透過電子佈告欄, 可以自我反省、分享及產生新的看法, 從觀摩中逐漸具備數學解題能力。另外, 尚可採取擬題之方式讓學生結合生活上之經驗, 以自己的認知去學習數學, 從學生的擬題中, 更可發現其學習困難之處, 進而協助他們解決問題。

(2)討論區或聊天室: Jenni與Beardon(2001)在The NRICH project中提出網路在數學教育上的效用, Chat-rooms內askNRICH web-board的部分便是一個供世界各地的教師和學生溝通、討論任何數學問題的空間, 因為具備高互動性, 所以積極影響教與學之層面。

2. 問題導向的任務

(1)實際教學活動: 國外數學教學活動進行時, 教師分派任務給學生, 冀其使用5至9之阿拉伯數字組合計算後, 產生一個最大的答案, 結果各組學生懂得善用學習的利器, 紛紛採用計算機或電腦協助其解決問題(Wentworth, Nancy, Monroe, & Eula, 1996)。

(2)電腦軟體: 多媒體電腦輔助教學系統因可提供具體的問題, 於是學生得以進行數學解題活動(馬秀蘭、吳德邦, 1998)。其次, 由於教學軟體設計是以問題導向為機制, 學生可針對軟體中之問題, 對事實的真相進行有意義、相關及連貫性之學習(江豐光, 2003), 可收觸類旁通之效。

(3)網路: 藉著網路資源蒐尋活動完成專題能訓練學生的解題能力, 例如: 在Dollar Project中, 設計每位學生均擁有一百萬美金彩券之方案, 學生可利用網路資源編列預算, 進而實現計畫。數學廣場網站曾推展每週一題的活動, 於網站上公佈一個問題, 讓學生參與解答, 並將學生的解題記錄較佳者公佈於網站上以供觀摩(吳輝遠、吳正己, 2002)。

(四) 提供合作學習的機會

每種學習方法均有優勢, 當然分組合作學習法也不例外。現僅就筆者的看法和

見過的實例(實體合作、虛擬合作)加以說明：

1. 實體合作

(1)實物操作：筆者的數學教學經驗中，曾試著讓學生以異質性分組的方式搭配從做中學的理念，讓各組學生針對任務，利用實物來進行學習活動，進而訓練每位學生能夠上台說明原因及做法，雖然過程中挫折無數，但堅持之下，最後終於發現小朋友不但可以利用小組來刺激數學主題的學習(Healy, Pozzi, & Hoyles, 1995)，而且更可學得許多做學問的技巧。

(2)電腦運用：在數學分組學習的過程中，除了實物操作外，Healy et al. (1995)更提出若能有效運用電腦於教學中亦可提升學習效果，因為電腦除了扮演輔助教師教學的媒介外，更是學生學習的工具，只要善用電腦於教學或學習中，對師生們均有所裨益！傳統式電腦輔助教學所提供的個別化學習(Hazzan, 2003)，學生能依照自己之進度進行學習，但藉由電腦呈現學習內容而讓小組共同研究學習，組內若有人遇有困難，則可彼此請教解惑，如此便可發揮小組合作有效促進學習的功能。

2. 虛擬合作

(1)學生學習面：網路合作式之學習環境能提高學生之學習成效。資訊科技與網路平台，將學校轉變為動態和創新的學習場所，可培養學生成為探究性強、具有創意、既可獨立又可合作的學習者。哲學大師卡繆也曾說過：「請不要走在我的前面，因為我不喜歡去跟隨；請不要走在我的後面，因為我不愛充領導；我只期望與你同行。」此話透露出合作的真諦，為了讓學生有更佳的學習效果，網路上出現了許多數位學校，如亞卓市、k12等，目標均希望藉由網路跨時空的特性以達到合作學習的目標(蔡秉恆等，2002)。學生經由彼此觀摩學習，定能創造更優秀的成績。

(2)教師教學面：網路科技不只改變傳統的教學生態，亦提供合作團隊中教師溝通、資訊交換與分享之機會(孟瑛如、吳東光，1999)。透過網路，教師可以蒐集數學教學資料、遇到學生難懂的觀念亦可以向專家請益、與同僚分享彼此教學成果，經由相互的回饋與交流，重新調整自己的教學策略，進而獲得專業成長，達到自我實現、與專業合作之目的。

(五) 提供評量的機制

評量乃是瞭解學生學習狀況之工具，常見的是紙筆測驗，但它並無法測得學生所有能力，於是變通性評量便因應而生，變通性評量形式眾多，教師可依據教學實際需求與學生程度，取決實施。常見之形式有作品集、過關遊戲、學習步道、教師檢核、學習日記、自評單、家長評量單、同儕互評等，倘若完全一味使用變通性評量，學生某些能力可能因此受到阻礙，所以評量的實施必須因時因地因需要實施才行。在數學評量方面，通常多以考卷、習作等書面練習或測驗為多，上述之變通性評量也不乏人用，此外尚可實施的方式為：

1. 線上測驗：某些網站的線上測驗，具有立即的聲音回饋，且又能重複練習(李家珍等，1998；顏貽隆，2000)，對小朋友來說，不但效果佳而且趣味濃；另外，在Mathwise：Complex Number複數學習系統不僅可自動出題，又能自由選擇題數，練習後更可檢核答案，正確或錯誤的訊息隨即呈現於螢幕，讓學生清楚自己的答題狀況(Pitcher, 1998)。

2. 電腦軟體：電腦軟體用於評量的有：

(1)PowerPoint軟體：考試時，利用PowerPoint軟體來呈現試題(周麗萍，2001)，既容易吸引學生注意，又能有效達到環保目的。

(2)電腦題庫系統：電腦化評量的題庫系統因為有隨機選題的功能(崔夢萍、朱慧娟，2002)，無形中減輕教師出題、審題和評閱之負擔，學生又能獲得自我測驗的機會。

(3)檔案評量：科技可以達到檔案評量的目的(Charischak, 2000)。國內學者也曾經實驗過電子歷程檔案評量方式於數學教學上，由於它可以發揮評量的個別性、發展性、選擇性、真實性、反省性、互動性等特性，自然也容易引起大家的注意(譚寧君，2003)。

(六)可以用來實施補救教學

大班教學師生比例不均，數學學習出現學生落差很大之困境，為了彌補師生「一對多」分配比例的不均，常見的對策不外乎個別輔導、請家長協助指導、補救教學……等方式。

1. 個別輔導：教師採用小老師制，讓高能力之學生認養低能力之學生，在低能力學生數學學習出現問題時，請小老師教導他，不但能使低能力者有所進步，又能讓高能力之學生獲致成就感，教師亦能減輕負擔，不愧是一舉數得之好法子。

2. 家長協助指導：教師聯繫學生家長，希望藉由共同指導小朋友的過程來達成親師合作、交流的目標。

3. 教師補救教學：教師除利用課餘時間指導外，另外，尚可利用電腦軟體來進行補救教學，例如：利用Flash軟體自製補救教學的動畫(周麗萍，2001)，或直接採用電腦輔助教學的軟體(陳建安、詹勳國，2003)讓學生針對不熟悉之處自行操作電腦做練習。如此一來，在教師努力教導及軟體補救教學之雙重搭配下，「把每位學生都帶上來」應是指日可待的目標。

(七)提供具體化學習經驗

具體化之學習經驗對學生的數學學習甚為重要，在數學學習的過程中，若能提供實物供其操弄定能幫助數學學習，因為從實物操作中，學生可以學得更透徹；可惜的是，生活中的東西散佈四處，並非隨手可得，而且教師基於時間及人力因素，可能無法立即找到需要的東西，因此就必須仰賴電腦的模擬的功能。

1. 相關軟體的運用：處於資訊融入教學之趨勢下，審慎地思考在教學活動中有哪些科技工具能有效地輔助教學，可避免落入「為資訊融入而融入」的窘境。楊錦潭（1996）指出若能藉由電腦工具讓學生探討數學概念，可收事半功倍之效。例如：在數與計算的單元中，過大的數量可運用 photoimpact 中印章工具所產生的圖像來教導低年級學生數數的觀念。小畫家因為容易取得且方便繪製幾何圖形，時常用以幫助數學之教學活動：抽象的分數概念及幾何圖形的認識（周麗萍，2001），學生的數學學習頓時顯得容易許多。另外，更有許多以動畫呈現且有語音說明之教學軟體，因為符合情境學習，讓學生獲得不少具體經驗（陳建安、詹動國，2003）。軟體的使用讓教師們的數學教學可以得心應手，多媒體教材完整的設計更能透過虛擬實境呈現情境式的問題，讓學生從日常生活中探討數學相關知識，進而運用數學方法解決實際問題（孟瑛如、吳東光，1999；張盈盈，2002）。

2. 線上軟體的輔助：網路上有許多相關的輔助資源可加以利用。例如：數學線上輔助軟體或模擬系統能幫助學生具像化地學習抽象難懂的概念。動態幾何系統可以在視窗環境中進行幾何構圖，除了節省繪圖時間外，複雜圖形的建構亦相當容易，甚至網上互動幾何也可呈現抽象的圓錐曲線（顏貽隆，2000）。另外必須耗時實驗之機率問題，更可經由線上模擬投擲銅板機率而得到實證（吳輝遠、吳正己，2002）。可見，課堂上實施有困難或操作不易的數學學習活動，若能找到適當軟體之輔助，便可有優良的教學成效。

（八）具備分享交流的功能

現今處於高科技時代，數學教育上興起三大改變：互動性、設計者對學習環境的控制及連結性等（Kaput & Thompson, 1994）。連結性代表著科技將師生緊密連結在一起，咫尺天涯之師生，因為網路的連結，亦可恣意地分享自己的想法及意見。

1. 教師方面：教師可藉由網路進行經驗交流、進修、教學資源的分享或佈題供學生練習等活動，例如：數學領域網路教學資源中心因為可以讓教師們上傳及下載教學資源，因此提供教學經驗交流的功能（廖菴茜，2003）。網路進修模式可以讓老師們不受時空限制，增廣見聞及豐富自己的教學技能（洪雪芬，2002）。

2. 學生方面：由於學生愛好新奇，適時加入科技以幫助學習，不但能變化學習方式，而且可提升學生之學習動機。BBS的運用方式，讓學生可自由地發表、討論及分享（蔡寶桂，2000），經由此管道，他們可清楚判斷自己方法之可行性，進而從中截長補短。亦能利用 e-mail 或論壇方式，讓學生進行數學學習，不管是教師或學生提出問題都是相當可行的方式（吳輝遠、吳正己，2002）。

三、資訊科技融入數學的教學策略

教學是一門藝術，每位教師均有屬於自己絕佳的一套方法。在資訊融入數學教

學的路上，個人有以下經驗分享，在此提出以供參考：

(一)數學繪本、童話與自製軟體應用於教學

資訊利器的好處之一在補傳統工具的不足，例如：一本數學書籍，在教學現場中難以讓學生同時閱讀，此時輔入科技的話，效果必定如魚得水一般。自己曾經利用數位相機拍攝數學繪本和數學童話等書籍內與上課內容相關的知識並輔以簡報軟體來引起動機，請各組學生以六W的方式來述說故事內容，情節內有誰(who)，在何時(when)、何地(when)、發生什麼事(what)，如何解決問題(how)以及為何成功(why)。過程中學生不但認真專注而且興致盎然，在學習動機高昂的情況下進行主要的數學學習活動，實施成效佳於口述教學。

另一種方式是將書籍內的故事內容和數學知識融合，並用電腦軟體製作教學內容，親身的經驗是利用自製軟體：失落的一角，來啟發學生三年級數學單元角度的學習，學生個個躍躍欲試，主動參與的態度讓學習效果提高不少。

(二)師生共同建立與應用教和學之資源庫

網路上充斥許多數學教學資源，但美中不足之處在於它們散佈四處，倘若能將其分類整理，肯定對數學教學助益良多。級任教師鼓勵班上學生上網搜尋該年級數學各單元之輔助教材，將其置於班網上，經由老師區分為教師用和學生用兩者。教師用部分方便教師授課參考之用，學生用部分則是提供為課前預習或課後練習。整理的方式則是利用數學單元名稱、數學概念或依數與計算、量與實測、圖形與空間、統計與機率及代數等五大主題來分類，因為資源繁多，若能擴及校際或縣市，共同參與，如此便可建構豐富地數學教學資源庫。

數學教學資源的應用方面，可分為學習前、學習中和學習後來進行；學習前，教師可以預先針對網站設計合適的學習單，讓學生上網預習上課教材。在其明瞭該網站上的概念後，上課中便可向師生說明解釋自己從網站上所獲得的數學知識或以實物具體操弄的方式來演示數學概念。最後，教師可以採用趣味性或團體競賽方式，讓學生於課後或於家中，主動進行精熟的學習。

(三)解題箱、班級討論區設置提升解題能力

數學課程旨在協助學生善用思考探討數學概念、想法，進而培養學生發展解決數學問題的策略。目前多數學生視數學為畏途，無趣、挫折和缺乏成就感可謂是問題之導火線，幫助學生不再畏懼數學之方法，積極營造趣味且可成功的學習園地是個人淺見：一是在實際數學教學活動中，或於數學角落設置解題箱，配合不同的問題類型設計難、中、易之題目，學生可自行選擇答題之難度，讓每位學生都有機會挑戰自我，從中獲得解題的喜悅，信心增強後，數學解題能力也跟著提升。一是利用班級網站上的討論區，定期公佈數學題目，搭配班級經營之獎賞制度實施，讓

學生上網發表自己之意見或想法，獎賞標準可為方法簡明易懂、小組成員意見的質與量或參與度最高，學生藉由觀看別人答題的技巧，吸取他人經驗，協助解決往後所遇之數學難題。不管是採用解題箱或討論區的方式，均可搭配班級經營的策略實施，教師可自行設計題目，亦可參考書籍或網站資料等來源，筆者就曾引用國語日報網站所舉辦的活動 (<http://www.mdnkids.com/classboard/science/wintertop.htm>) 的題目，例如：數學燈謎、數學難題等，學生反應相當熱烈。

(四) 動態評量搭配小組學習頗具成效

Superkids網的數學學習單出題機 (math worksheet creator) 是不錯的評量工具，用法簡單易操作，學習單類別眾多，分別有加、減、乘、除、分數、時間等，只要選擇適當的出題項目，輸入完成後，按下產生學習單，即可自動產生一張學習單，等候學生作答完成後，便可一起核對答案，某些類別還可讓學生自行線上核對答案，對於檢核學生學習成果貢獻良多。另外，更可使用它來進行小組答題競賽，請小組利用同儕教導的方式熟練學習單上的各題，由教師隨機抽取組別和號碼，來自不同組別的兩位學生互相對抗，答案正確又說明清楚即是挑戰成功，挑戰成功者可以獲得加分的機會，持續進行直到題目練習完畢。最後，統計各組獲得的分數，以頒發獎勵。

(五) 教學素材利用與同儕指導以進行補救教學

利用資訊科技來補救教學的方式，個人最常用的方式便是下載臺北市多媒體教學資源中心內數學領域的教學素材來使用。這些素材是經由比賽方式所篩選出的，在數學課堂上都是最佳輔助的資源。此外，它們更是學生自學和補救教學的管道之一。校內曾有教師於上課中操作量角器的素材來教導三年級學生學習如何使用量角器，以及測量角度的方法。軟體中清晰地說明量角器的使用方法，教師根據此特性，安排高能力的學生於課餘時間對低能力者進行補救教學，過程中是由高能力者先示範說明一次，再由低能力學生操作練習，不懂的地方必須馬上請教高能力學生，透過資訊工具和同儕雙方面的配合方式，學生的能力漸漸補強起來。

四、資訊科技融入數學的限制

近年來科技已經逐漸成為教學之新利器，有效運用它，教師們可減輕無數負擔，有人認為它能取代教師之地位，然而科技確實如此全能嗎？經過驗證以後，它的確是一股不容忽視的力量，但仍有其不足之處；人是生命的個體，在學習過程中，問題之發生是複雜且多樣化，科技無法立即解決難題，因此發揮的作用不大。況且因為電腦價格昂貴並不普及於每戶人家，而且無法針對實際教學情境做出適當的回饋而達到真正的人機互動 (陳建安、詹勳國，2003)。另外，科技在數學領域

方面仍有一些待解決之侷限處，舉凡如：利用網路教數學，雖可即時同步且師生有互動，但受限於頻寬，影音效果延遲而影響教學(洪雪芬，2002；崔夢萍、朱慧娟，2002；蔡秉恆等人，2003)。同時因為一對多影音呈現之方式，教師容易因打字速度不及回應而產生教學上的問題(洪雪芬，2002)。其次，網路資料因為複製方便，容易侵犯智慧財產權，因而產生法律問題(譚寧君，2003)。討論區運用於學生數學學習，但因分數表示上有困難、內容常偏離數學學習範圍、匿名討論以及網站管理有困難(吳輝遠、吳正己，2002)等等狀況而成效不彰；再者，網路競賽雖能激勵學生主動參與學習，但由於試題偏重選擇題(許楨哲，2003)，難以達到學習的完整性。最後，數學符號也是科技較難克服的難題，例如：數學算式和等式因為必須以GIF圖像表示，難以修改；雖然曾有人利用滑鼠在電子白板上書寫數學算式符號，但控制上無法平順又成為缺點；儘管MathML軟體可表達數學算式及等式，但其技術尚未成熟及普遍(黃武元等人，2002)。由此看來，科技在數學算式及符號表達上仍有很大的發展空間，若將來能夠解決這些問題，那麼科技便可以充分發揮其輔助教學的功能。

五、資訊科技融入數學教學的推動方法

資訊時代，科技融入教育中，如何運用這些資源於教學便成為重要的課題。總括來說，資訊科技融入數學教學有許多優點，例如：發揮多媒體的特性以傳達數學教學內容、促使學生學習動機提高、能達到最佳教學與學習效果……等；相對的也有其阻礙，例如：軟硬體設備不足、教師缺少時間製作教材和缺乏軟體操作或製作能力、教師心態問題、過份依賴電腦導致學生計算或作圖能力喪失……等；對於資訊科技融入數學科教學，如果能有深入之了解，優點加以發揚光大，缺點則盡力解決，於推廣資訊融入數學之路上定可暢然無阻。為了清楚起見，筆者分別以人員面、教材面、教法面及設備面來說明。

(一) 人員面

從最近教育部推廣之教師資訊能力檢定及資訊融入教學的措施，而引發之怨聲載道或退休潮，能端詳出科技對教育產生諾大的衝擊，究竟教育上出現哪些危機？很明顯地，政策躁進，教育現場的教師跟不上，因此產生了理論與實際的落差，並非科技無法達到輔助教育之目的，而是準備及規劃未完善，為了消弭此問題，必須從人員訓練改善作起。

1. 職前教師：資訊融入數學科教學措施要有成效，並非上級長官一聲令下即可，必須通盤考量和規劃，以確定教育目標及方向。在確定教育方向後，緊接著便是聯合師資培育機關培養未來所需要的數學教師。Halpin(2000)指出職前教師若接受電腦能力培訓，例如：Word、Spreadsheet、Web的訓練，確實能提升電腦素養及

培養自信心，協助其將所學運用於教學上。如此訓練，數學教師應可勝任資訊融入數學教學。

2. 數學輔導團：數學輔導團的設置在於積極推動該縣的數學教育，其推動之策略為：

(1) 團員定期培訓：定期培訓之目的乃在於讓數學輔導團內的團員能掌握當前數學教學之趨勢，隨時隨地吸收新知，增強本身的專業知能，以利推廣於各校。

(2) 到校輔導：第一線教師在數學教學上難免會遭遇困難，容易的問題可藉由教師間彼此請益便可迎刃而解；但有些甚為難解的問題則可以利用數學輔導員到校輔導的時機尋求解決策略。

(3) 研習推廣：利用推廣的研習會，邀請學者專家講授各種教學方法、策略或輔導員現身說法等方式，推廣成功的經驗給數學教師們，以便解決數學教學上的問題，進而促進數學教育的完善。

3. 在職教師：處於過去、現在、未來的時間巨輪中，我們必須隨時隨地調整自己的步伐以適應時間，以免落入「過去的教師」或「現在的教師」教「未來的學生」。有鑑於此，教師們應該積極主動地參加相關的研習會，或利用進修方式讓自己跟得上時代。數學教師主要的進修方式有：

(1) 校內進修：學校單位可利用週三下午安排數學領域進修活動，採用的方式不拘，由各學年召開數學教學研究會議，教師們輪流分享彼此在數學方面的教學心得，或提供數學相關刊物，共同研討以進行專業對話。在經費許可的範圍下，也可聘請校外在數學領域學有專精的學者專家到校指導，讓數學教師們藉此精益求精。

(2) 大專院校進修：數學教師可採帶職帶薪或課餘進修方式申請報考大專院校內數學教育的相關系所，針對數學領域做深入研究。

(3) 網路進修：常見的網路進修模式，即是利用網路平台來傳播知識。數學教師可利用線上進修方式選修數學課程或數學工作坊，藉此強化自己數學教學方面的專業知識。

(二) 教材面

欲使學生數學學習成功，首先便是讓學生對學習內容喜愛，因此如何編製或尋找適當的教材便是成敗的關鍵。除了視聽教材外，尚可利用電腦教材和網路教材，電腦教材如：由教師獨立設計問題導向之教學軟體作品(江豐光，2003)、電腦輔助教學軟體、教學光碟或多媒體教材都扮演著教學上輔助工具的角色(張盈盈，2002)。網路教材則是利用由領域專家和資訊專家所共同研發成功之同步或非同步的教學網站內容(蔡秉恆等人，2002)。其次，在K12數位學校亦提供數學教師進修或學生主動學習的教材(洪雪芬，2002)。另外，多媒體學習系統一有愛無礙的設置便是用來幫助數學學習有困難的特殊學生(孟瑛如等，2001)。

(三) 教法面

教學法是影響教學成功的一環，倘若有好的教材，但教師缺乏適合之教學法來實施，猶如平穩的桌子缺腳一般，難以有輝煌的績效，因此教師們唯有認真地研究及隨時吸取別人長處，在教學方面才能勝任愉快。除了錄製經驗豐富之數學教師上課畫面供新手教師觀看，以收經驗傳承之效外，適當地辦理數學領域網路教學資源比賽(廖苑茜，2003；譚寧君，2003)，不但可激發教師積極主動研究教學藝術，又能提升教學成效，是為良方之一。另外，有效地運用合作學習、協同教學法於數學教學亦可提高學生之學習成效(林威昇，1999；周麗萍，2001)。

(四) 設備面

設備是教師教學上有利的資源，若有充分資源可加以運用，則更易落實教師資訊融入數學教學的目標。如何將現有的設備資源做妥善的利用？例如：雖然學生家中電腦之有無時常造成學習上的代溝，但能藉由分組方式，把家中有電腦者和無電腦者分配成一組，以期解決問題並收到互相教導之效用(Hazzan, 2003)。電腦教室可以在早自習、午休時間開放(譚寧君，2003；Hazzan, 2003)。學校可以利用虛擬光碟軟體中光碟櫃儲存老師上課用之教材，以達資訊隨手得(陳建安、詹勳國，2003)；另外，Charischak(2000)指出創造以科技為導向的學習環境，便是設置群組電腦或數位教室，電腦數量不必過多，放置於教室內或電腦教室供合作學習之用，不但充分利用資源，又能讓學生彼此觀摩學習。另外，由於教師並非資訊人員，其重心仍須專注於教學上，倘若硬體配備之使用無法順心如意，便須仰賴電腦專業人員協助幫忙以支援教學(吳輝遠、吳正己，2002)。例如：電腦的專業人員若能協助教師發展網路化之評量題庫系統，將有利於一般教師評量活動之進行(崔夢萍、朱慧娟，2002)。設備面的妥善安排、利用和支援，教師必可順利進行資訊融入數學教學。

六、結 論

資訊科技融入數學教學風潮至今已有幾年，無可諱言的，對於它，每個人心中均有不同解讀。本文首先探討數學學習的問題面，說明資訊科技教學興起之緣由。其次，剖析資訊科技在數學領域方面的功能，接著，融入自身實施的教學經驗，以提供資訊科技融入數學教學方法的參考。另外，歸納資訊科技融入數學教學待解決的侷限之處，期盼未來研究能有所突破。最後，則分別由人員面、教材面、教法面及設備面，提出個人認為推動資訊科技融入數學教學的良方。目前，身為E世代中的教育工作者，與科技為伍已是必然趨勢，如何巧妙地運用自己的睿智，將科技適當地融入課程中是當前重要的課題。在資訊融入數學教學的過程中，「人」是甚為重要的因素，由於新興科技會不斷出現，教師若懂得尋找適用的教學資源，將其應用

於數學教學上，傳統教室必將轉型為多功能之學習環境，讓學生從趣味中學習，必可獲致令人滿意之成果。簡而言之，順應並活用科技的優勢，再輔以教學策略之實施，如此，必能顯現資訊融入數學教學的成效，但若落入了「為資訊融入而融入」的窠臼中，儘管勞心勞力，結果終將徒勞無功。因此，為了讓大家能勝任資訊科技融入數學教學，在此提出個人的淺見：多看、多聽、多學習；藉由仔細地觀察別人如何實施資訊融入的做法，細心聆聽他人的經驗分享，用心汲取大家的意見，如此地去蕪存菁，定能成為適應時代的「E」教師，進而更能激發學生學習的動機而創造出優秀佳績，達成「教學雙贏」的目標！

附 錄

三年級數學單元(快慢和圖表)教學網站蒐集

(一) 國內

1. 速度學習：內容有關於速度的體驗、多元觀、生活應用、自我評量及其他類別等方面。

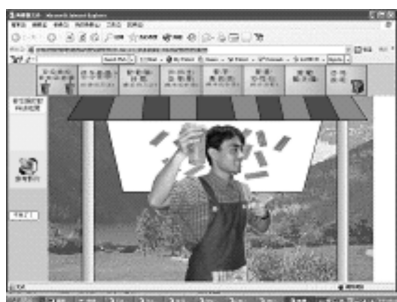
網址：<http://tmrc.tiec.tp.edu.tw/Upload/Content/2/代數/速度知多少/View/index1.htm>



2. 統計圖表：台北市多媒體教材資源中心(<http://tmrc.tiec.tp.edu.tw/>)的教材哈燒網內，數學領域中有不少可利用的教學素材，分為代數、圖形與空間、數與量、統計與機率及連結等方面，素材形式繁多，例如：網頁檔、ppt檔、flash檔、exe檔等。

(1) 多多少少真好玩：網站上從分類、畫記、統計圖、統計表的步驟，逐步教導學生形成統計圖表的概念。

作者：戴秀玲、薛偉正。



(2) 樞男的統計圖表：利用名偵探柯南的情節來引發學生學習資料分類、整理及畫記的方法，並以擬人化的角色帶領學生逐步進入統計圖表的世界，讓學生學繪統計圖表的畫法。

作者：戴珮如、林永淇、林禾屏。



(3) 統計圖：介紹統計圖表的種類、生活中常見的統計圖表、教導學生認識長條圖的構成要素及繪製方法，並提供題目給學生練習。

作者：李淑芬。



(4) 統計圖表：分為三節教導學生統計圖表相關的概念，第一節為分類方法，第二節為畫記及統計圖表的畫法，第三節為判讀統計圖的意義。

作者：陳奇泰、鄭琮金。



(5)長條圖真好玩(更新版)：內容有關於長條圖的完整學習，首先是資料的整理，接著為畫記的方法，統計表和統計圖的畫法。

作者：黃麗玲。



(二)國外

1. Apple Pickin'：藉由拖曳大、中、小蘋果到適當的盒子裡，讓學生學會分類的方法。
網址：<http://www.little-g.com/shockwave/apple.html>



2. Jungle Counting：由小熊唸出題目，學生則操作滑鼠按下正確的數字。
網址：<http://www.little-g.com/shockwave/apple.html>



3. grapher：學生可以了解長條圖的構成要素：標題、縱座標、橫座標，而且能動態地製作長條圖。

網址：<http://ambleweb.digitalbrain.com/ambleweb/ambleweb/ambleweb/mentalmaths/grapher.html>

4. BasketMath Interactive Learning：在 Bar Graph 選項中有可練習統計表的題目。

網址：<http://www.scienceacademy.com/BI/>

5. Bar Graphs：可以動態地形成長條圖供學生判讀或者讓學生依據老師的設計的長條圖需求完成學習的任務。

網址：http://matti.usu.edu/nlvm/nav/frames_asid_190_g_1_t_1.html?open=activities

參考文獻

一、中文部分

- 江豐光(2003)。教學軟體設計製作—國小數學科形狀單元為例。視聽教育雙月刊，44(4)，39-41。
- 李家珍、陳冠伶、任信絹、劉雅玲(1998)。Web Title—國小數學第七冊。第十三屆全國技術與職業教育研討會，23-26。
- 吳輝遠、吳正己(2002)。網際網路的教學應用：以國小數學科為例。資訊與教育，88，21-27。
- 孟瑛如、吳東光(1999)。數學學習障礙與多媒體教材之發展應用。特殊教育，72，13-18。
- 孟瑛如、周育廉、袁媛、吳東光(2001)。數學學習障礙學生多媒體學習系統的開發與建構：一步驟乘除法文字題。國小特殊教育，32，81-92。
- 林威昇(1999)。利用Excel圖表功能實施國中數學科電腦輔助教學。資訊與教育，74，50-56。
- 林穎雪、黃佑民(2001)。國小數學CAI軟體使用報告。資訊與教育，特刊，65-76。
- 許楨哲(2003)。實際建置線上網路競賽系統：以數學競賽網站為例。視聽教育雙月刊，44(4)，42-45。
- 周麗萍(2001)。資訊融入數學領域教學。教師天地，112，52-58。
- 洪雪芬(2002)。e-Learning融入數學領域教師進修之實施與探討。教育研究月刊，99，100-109。
- 馬秀蘭、吳德邦(1998)。幫助國小學生加強數學解題能力的多媒體電腦輔助教學之開發研究。教育學術研討會論文集：數理教育組，87，1465-1500。
- 張盈盈(2002)。多媒體在國小數學教學上之應用。國教天地，150，47-50。
- 陳建安、詹勳國(2003)。小三「分數和小數」CAI光碟教學之研究。資訊與教育，93，87-97。
- 崔夢萍、朱慧娟(2002)。國小數學課程本位測量電腦題庫系統之發展及其信效度研究—用以評量學習障礙兒童。台北市立師範學院學報，33，281-308。
- 黃武元、陳年興、葛建志、蔡俊彥、王錦裕(2002)。多媒體討論互動系統在數學教育應用之研究。教學科技與媒體，61，15-32。
- 楊錦潭(1996)。媒體教學與數學教育。教學科技與媒體，27，3-9。
- 廖菀茜(2003)。網路教學資源中心之規劃—以數學學習領域為例。國民教育，43(5)，17-22。

- 鄭瑞春(1991)。視聽教學媒體在小學數學科教學上的應用。國教月刊, 37(9, 10), 31-35。
- 蔡寶桂(2000)。透過 Web-BBS 進行「數學步道」之溝通、解題。竹縣文教, 22, 6-11。
- 蔡秉恆、詹勳國、黃天佑(2002)。K12 數位學校網路教學環境之國小幾何課程教學成就探討。資訊與教育, 91, 74-83。
- 顏貽隆(2000)。動手做數學實驗(網上互動幾何)簡介。視聽教育雙月刊, 42(1), 41-43。
- 譚寧君(2003)。一個有生命的評量機制—電子歷程檔案在國小數學教材教法課程的應用。國立台北師範學院學報, 16(1), 39-66。

二、英文部分

- Charischak, I. (2000). A look at technology's role in professional development of mathematics teacher at the middle school level. *School Science & Mathematics, 100*(7), 349-354.
- Halpin, R. (1999). A model of constructivist learning in practice: Computer literacy intergrated into elementary mathematics and science teacher education. *Journal of Research on Computing in Education, 32*(1), 128-138.
- Haury, D. L., & Milbourne. L. A.(1997). *Mathematics education resoures on the world wide web*. ERIC Digest. (ERIC NO. ED402157).
- Hazzan, O. (2003). Prospective high school mathematics teachers' attitudes toward integrating computers in their future teaching. *Journal of Research on Technology in Education, 35*(2), 213-225.
- Healy, L., & Hoyles, C. (1999). Visual and symbolic reasoning in mathematics: Making connections with computers. *Mathematical Thinking & Learning, 1*(1), 59-84.
- Healy, L., Pozzi, S., & Hoyles, C. (1995). Making sense of group, computers, and mathematics. *Cognition & Instruction, 13*(4), 505-523.
- Jenni, W., & Beardon, T. (2001). The power of the Internet to challenge and inspire: The NRICH project. *Australian Mathematics Teacher, 57*(3), 22-29.
- Kaput, J. J., & Thompson, P. W. (1994). Technology in mathematics education research: The first 25 years in the JRME. *Journal for Research In Mathematics Education, 25*(6), 676-684.
- Lipp, A. (1997). Teaching high school mathematics with technology. *Multimedia Schools, 4*(2), 40-46.
- Pitcher, N. (1998). Educational software in mathematics: Developing and using a mathwise module. *International Journal of Mathematical Education In Science & Technology, 29*(5), 709-720.
- Shibata, M. K. (2001). What is computer mathematics? what should be taught and who should teach it. *Community College Journal of Research & Practice, 25*(5/6), 445-451.
- Usiskin, Z. (1993). Lessons from the chicago mathematics project. *Educational Leadership, 50*(8), 14-18.
- Wentworth, N. M., & Monroe, E. E. (1996). Parent beliefs about technology and innovative mathematics instruction. *School Science & Mathematics, 96*(3), 128-132.

Exploration on Integrating Information Technology into Mathematics Instruction

Shu-Chuan Chung

Professor
Graduate Institute of Educational Technology, National Chiayi University
Chiayi, Taiwan, R.O.C.
E-mail: tschung@mail.ncyu.edu.tw

Jing-Tz Cheng

Graduate Student
Graduate Institute of Educational Technology, National Chiayi University
Chiayi, Taiwan, R.O.C.
E-mail: e8401083@ms3.csps.ylc.edu.tw

Abstract

The main purpose of this article is to explore five aspects of integrating information technology into mathematics instruction. The following five aspects are: 1. problems and solutions of mathematics instruction; 2. functions of integrating information technology into mathematics instruction; 3. strategy of integrating information technology into mathematics instruction; 4. restrictions of integrating information technology into mathematics instruction; 5. the preparation of aspects such as people, materials, methods and facilities. Focusing on above theses, integrating information technology into mathematics instruction can fulfill the goal of "best teaching and best learning".

Keywords: *Information technology; Application; Integrating information technology into mathematics instruction; Mathematics instruction*