

結合問題解決與合作學習策略改進離散數學教學行動研究

An Action Research on Integrating Cooperative Learning with Problem Solving Skill in Discrete Mathematics Learning

蔡鴻旭

國立虎尾科技大學資管系

thh@nfu.edu.tw

賴膺守

國立虎尾科技大學資管系

laiys@gmail.com

【摘要】本研究以結合問題解決與合作學習策略來探究多媒體混合錄影與教材展示在傳統教室裡改進離散數學教學之效能分析。研究藉由課堂觀察、訪談、問卷調查等方式來收集相關研究數據，以支持行動方案的可行性，並驗證實施效果。在調查中顯示學生對教材錄影與教材展示有相當高的滿意度，由效能分析評估中得知使用混合錄影與教材展示比原先黑板展示介面的成效更佳，研究發現問題解決策略，能幫助學生迅速掌握學習重點，藉由適時地進行合作學習策略中的分組與輔導活動，對學生的學習成效是有幫助的。

【關鍵詞】合作學習、多媒體教學、行動學習、問題解決

Abstract: *The paper explores an instructional design, which combines the problem-solving skill with the cooperative learning strategy for Discrete Mathematics learning in the traditional classroom. The survey method use observations, interview and questionnaires to collect data. To that end, satisfaction questionnaires were given to students. The results shows that the problem-solving skill can help students gain the learning points. In the cooperative learning activities, grouping and counseling activities can help students to promote their learning performances.*

Keywords: cooperative learning, multimedia learning, action learning, problem solving

1. 教學背景與研究目的

離散數學內容包含基本計數、邏輯、集合、函數、關係等數學觀念及演算技巧等，課程目標為使學生了解計數技巧、集合論、基礎數論、關係與函數、遞迴關係與生成函數、基礎圖論、圖的最佳化問題與樹、布林代數與邏輯等離散數學課程主題，並使學生能應用離散數學，培養具符合邏輯性與數學性思考能力。因此，此課程除了注重觀念之理解外，亦強調學生具有解決離散數學問題之能力。

隨著資訊設備不斷的更新，利用媒體展示教學已漸漸地取代傳統黑板，成為現代化教學必備的教學工具(Lai, Tsai, & Yu, 2011; Szabo and Hastings, 2000)。老師根據教育理

論，運用多元的科技化教學活動，得以有效傳遞知識，協助學生建構知識，提昇學習成效(Lowry,1999; Mantel, 2000)。本研究應用多媒體展示教學及錄製系統來呈現多媒體教材，課堂中介紹離散數學課程，結合問題解決與合作學習策略，培養同學實作之能力外，更希望能夠培養同學思考、分組合作學習，以師徒制等方式共同解決問題，能夠把程式實作後更進一步應用解決問題上。

與傳統黑板相較，簡報等多媒體教材具有減輕教學負擔、多樣性、與健康環保等優點(Gabriel, 2008; Tufte, 2003)。因此利用各種多媒體教學工具以改善教學方式，進一步來提升學生的學習成效。目前在課堂上使用 PowerPoint 作為教學投影片已經相當的普遍。教師利用電腦螢幕或外接單槍投影機播放簡報內容，教師可以有效的共用及共同製作簡報，簡潔地顯示教學內容，使學生印象深刻，輕易完成重點式摘要複習工作。但是這種簡潔的表示方式，會因為資訊太多而造成內容過度複雜而不易閱讀的缺失(Susskind, 2008)。比較傳統教學與應用簡報在提供學習註解功能上，Mantel (2000) 發現簡報對學生的學習成效有助益。然而，Szabo 和 Hastings (2000) 認為 PowerPoint 對學生的學習成效沒有影響，對於課程參與的動機也沒有差異。由上述可知，呈現多媒體教材進行教學活動，已成為一種別於傳統利用黑板的課堂教學形式，更深一層的意涵，通常流於表示教師事前準備教材或投影片，能使教學流程更加順暢。

混合式多媒體教學環境是由傳統教學及網路學習共同組成的學習環境。所謂傳統教學，指的是傳統在班級教學的形式，網路學習指的是透過電子與網路進行學習的形式。在混合式多媒體教學環境裡，教師提供文字、影像、影片與動畫等各式不同的多媒體教材來符合各種教學需求，所製作的錄影教材可以提供學生更多學習時間來了解問題與校正錯誤，達到補救教學的目的。整合式學習環境具有傳統教學與網路學習的優點。學習者於課後可以依據自己的能力、興趣與便利選擇學習環境。在本計畫中所指之混合式多媒體教學環境是以傳統教室為主，網路教學環境為輔之學習環境。教師將教材上傳到網路上，學生於課後可透過網路繼續進行學習或討論活動。

提供適當的學習環境，大多數學生的學習能力、速度及動機是可以提升的。有組織的教學及對學生學習狀況的妥善管理則是有效教學的要素。如果學習者對所學習的單元抱持高度的興趣和熱情，其成就通常比較缺乏學習興趣的學生較高。所以，有效地提升師生間互動的品質，可以提升學生的情意。因此，如果能提供適宜的學習環境，有詳盡的提示、學生有高度的參與、增強其學習動機、瞭解學生的學習情況和學習困難所在及提供補救教學，則能每一個學生都能有很大的進步。例如，當學生回答問題後，利用錄影機紀錄下學生的反應，教師可以透過錄影的影片指導學生，藉由此種回饋方式，能方便學生理解問題所在，也能提升師生間進行互動。

雖然教育單位利用新穎的教學工具建構現代化的教學環境，然而教學策略與學習方法卻是不容忽視的。本研究以多媒體錄影整合展示方式呈現教材，方便學生進行分組學習活動。本研究提出多媒體展示教材系統，結合 Bloom 的學習理論(Bloom, 1976)，進行教學活動。教師可以依照教室硬體設備的不同，自由的選擇使用單螢幕或是雙螢幕來呈現教材內容，且系統可以充分整合各種不同的多媒體教材例如影片、網頁、數位攝影機影像，搭配平板電腦或電子白板進行流暢的手寫教學(Lai, Tsai, & Yu, 2011)。學生在

課後也可以在個人電腦上使用此系統模擬出和教師上課時相同的環境，來複習學習過的教材內容。

為精進個人自我專業成長，本計畫以進行教學行動研究，自製多媒體教材，並探討融入教學方法於教學後所產生的影響，進一步從實際授課過程中自我省思，以達精進教學，並分享研究成果。本計畫探討離散數學之課程內容中陣列、函數、圖上最佳化等單元，並進行試探性研究，於教學中使用多媒體展示整合系統，結合問題解決與合作學習策略改進離散數學教學，基於此教學模式，對學生之學習動機與學習理解有何影響？學生的學習態度有何改變？對師生之間的互動有何影響？是值得探討與深入研究的。

2. 文獻探討

2.1. 行動研究

行動研究是社會情境的研究，研究者根據自己在實際工作情境當中所遭遇到的問題，基於需要，與學者或團體成員共同進行有系統的合作，進一步地研擬出解決問題的途徑與策略，將研究與行動結合，並且不斷循環的驗證，以獲得立即性與及時性的研究結果。即持續性地以修正計畫、行動、觀察、反省檢討等步驟來改進或解決實際所遭遇到的問題(蔡清田，2000)。

行動研究計畫是彈性的，其過程是不斷循環的，過程中研究者個人或團體直接參與，因此重視協同合作，其目的不在對理論作一般性的推論，而以解決工作情境當中特定的實際問題為主，通常只適用於特定實務工作情境(Swann, 2002)。

對教師而言，行動研究是一種自我的觀察、反省和批判，並藉以探究自己教學實務的一種過程，以改進自我教學品質與提升學生之學習成效為目的(Nixon, 1989)。因此，以工作情境的對象作為樣本，而非隨機取樣，故未必具有代表性。研究方法和實驗具有彈性，在研究過程中可隨時修改或改變研究方法和實驗處理。研究變項的控制是不夠嚴密的，因此內外效度較差，只能將研究結果用來改進工作情境中的問題，而無法做廣泛的推論或建立教育的理論(郭生玉，1984)。雖然行動研究沒有像一般正式的教育研究精確，但是，它彌補了基本研究和應用研究之間的鴻溝，具有相當的實用性。

2.2. 問題解決策略

問題解決可說是學習者運用舊有的知識和經驗（先備知識），去思考和推理未解決的問題，以滿足新情境的需要並獲致結果的過程(Qin, Johnson, & Johnson, 1995)。在教育部所公佈的九年一貫課程綱要中，提及問題解決的過程包含瞭解與思考、探究與計畫、選擇策略、尋找答案與省思與擴展問題等五個步驟。

- * 瞭解問題：任何問題都應弄清題目的文字敘述。瞭解未知數是什麼？已知的數據是什麼？條件是什麼？必要時可以畫個圖或引進適當的符號。
- * 擬定計畫：構想一個解題過程的思路，找出已知數和未知數之間的聯繫。如果找不出直接的聯繫，可以重新敘述這個問題，或者找一個與現在的問題有關，但早已解決的問題做為輔助。
- * 執行計畫：耐心地實現解題計畫。不僅要能清楚地相信每一個步驟的正確性，更要

能證明這些步驟的正確性。

- * 回顧：重新檢驗所得到的結果和得到這個結果的方法。考慮是否可以用別的方法來導出這個結果？或者這個方法是否可以適用於其它的問題？

在教學過程中，藉由訓練學生在遇到問題時，能夠運用舊有的知識和經驗對「問題本身」進行分析和思考，並且對於各種可能的解決方法進行批判(Qin, Johnson, & Johnson, 1995)，以選擇出最可行的方法。

2.3. 合作學習策略

合作學習是一種有組織的分組學習方式，其策略係將學習者分成小組，讓學習者在異質的團體中，一起合作、分享資源及互相幫助，並且透過與同儕的互動來獲得知識以及完成學習。在數位化的教學環境中，可以運用網路分組合作學習的方式來提升教學成效，運用網路聊天室、電子郵件、即時通、留言板等具有同步、非同步互動功能的網路通訊工具，讓學習者透過與同儕之間的互動與合作，來提升學習成效(Chan, 2004)。

合作學習建立在積極互賴、互助成長、責任績效、合作技巧、目標達成的基礎上。其中，共同學習法(Johnson & Johnson, 1999)是最簡單，也是應用上相當普遍的合作學習方法。該方法以學生 4~5 人為一組，組員以異質性進行分組。各組根據教師所分派的任務一同學習，而後每一小組繳交一份代表組員努力成果的資料，依此作為小組獎勵的依據。合作學習法指導學生合作能力，以提高學生的學習成就。但在實施上也有些狀況值得注意。例如小組成員的行為表現不佳、團員彼此間合作不良、小組練習未能善用時間、組內成員能力差距過大，都會影響到小組的學習成果。

2.4. 多媒體教學環境

本研究所指之多媒體混合教學環境是由傳統教學及多媒體網路學習共同組成的學習環境。所謂傳統教學，指的是傳統在班級教學的形式，網路學習指的是透過電子與網路進行學習的形式。在混合式多媒體教學環境裡，教師提供文字、影像、影片與動畫等各式不同的多媒體教材來符合各種教學需求，所製作的錄影教材可以提供學生更多學習時間來了解問題與校正錯誤，達到補救教學的目的。整合式學習環境具有傳統教學與網路學習的優點。學習者於課後可以依據自己的能力、興趣與便利選擇學習環境。在本計畫中所指之混合式多媒體教學環境是以傳統教室為主，網路教學環境為輔之學習環境。教師將教材上傳到網路上，學生於課後可透過網路繼續進行學習或討論活動(Frey and Birnbaum, 2002)。

提供適當的學習環境，大多數學生的學習能力、速度及動機是可以提升的。有組織的教學及對學生學習狀況的妥善管理則是有效教學的要素。如果學習者對所學習的單元抱持高度的興趣和熱情，其成就通常比較缺乏學習興趣的學生較高。所以，有效地提升師生間互動的品質，可以提升學生的情意(Bloom, 1976)。因此，如果能提供適宜的學習環境，有詳盡的提示、學生有高度的參與、增強其學習動機、瞭解學生的學習情況和學習困難所在及提供補救教學，則能每一個學生都能有很大的進步。例如，當學生回答問題後，利用錄影機紀錄下學生的反應，教師可以透過錄影的影片指導學生，藉由此種回

饋方式，能方便學生理解問題所在，也能提升師生間進行互動(Lai, Tsai, & Yu, 2011; Lowry, 1999)。

3. 研究方法

3.1. 參與人數

本計畫透過教學行動研究方式，以修讀離散數學課程學生 33 人(女生 30 人、男生 25 人)為研究對象，比較已完成數位教材之預定教學效果與學生實際學習之差異，作為數位教材檢驗與修訂依據；研究時程六週教學實施，進行三大單元以上之教學。

3.2. 課程活動設計

各階段工作程序簡述如下：

- (1) 規劃：決定目的、步驟、對象、以及文獻探討，並設計教學內容、教材、自編問卷、測驗及檢核表。
- (2) 行動：教學的實施，利用分組學習活動及錄影教學展示系統等軟硬體教學資源。
- (3) 觀察：於教學實施時收集資料，包含學生的反應、遭遇的困難、不同以往的特殊反應等等，並將心得記錄下來。
- (4) 省思：教師自我省思教學時引導的方法、解題的方式等等。
- (5) 修正：在任何階段，只要有可以改進的地方，如教材、教法、平台、問卷、測驗，可以馬上修正。

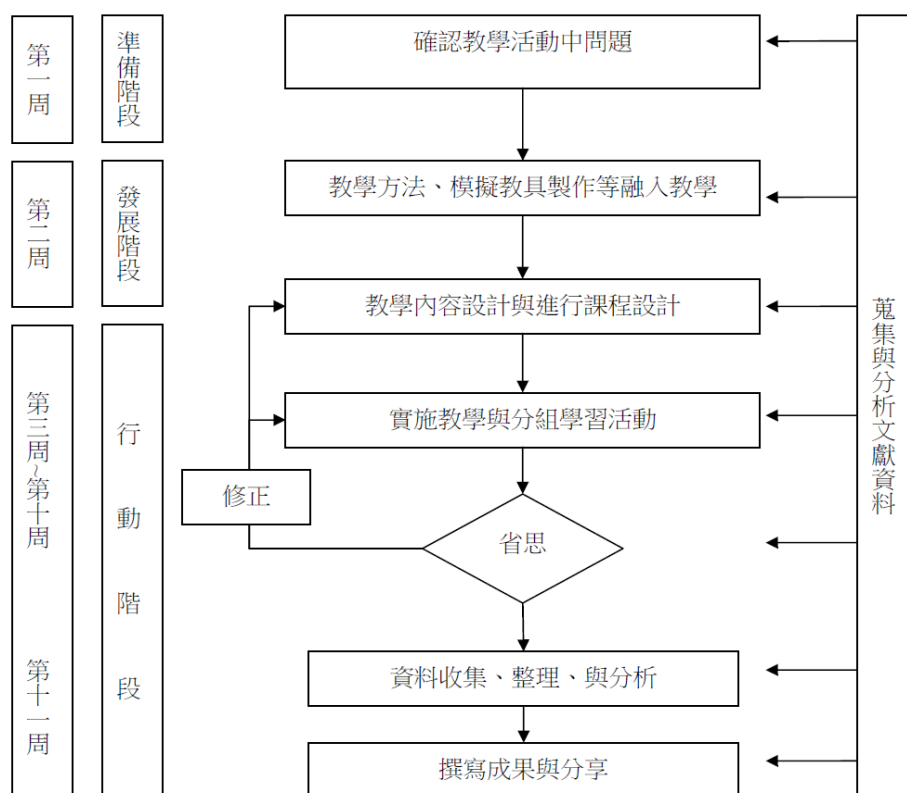


圖 1、教學研究執行過程之進度

3.3. 測量工具

(1)學習態度是指個人對數學一般性看法、喜歡或厭惡的程度，也是個人對離散數學所持有的一種具有持久性而一致的行為傾向。本計畫使用自編之「數學學習態度」問卷來調查學生經過使用多媒體展示教學平台進行教學之後，學生數學學習態度是否有顯著差異。

(2)一般學習成效之研究通常有實驗組與對照組。藉由實驗法之變因操弄可看出變因對實驗對象之影響。本研究在學習成效上以實驗組與另一班 50 人為對照組，以兩組之學生之離散數學之關係、函數與圖論的單元成績為樣本，進行差異分析，看學生在參與學習後，單元測驗之成績是否有顯著差異來評析數學學習成效。

(3)學習問卷

- * 是否喜歡分組學習活動教學融入離散數學之上課方式？喜歡或不喜歡的原因為何？
- * 分組學習活動教學融入離散數學之上課方式，對於離散數學的學習是否有所幫助？有幫助或沒有幫助的原因為何？
- * 若對離散數學學習有所幫助，那最大的幫助為那些項目呢？
- * 分組學習活動教學的上課方式，對於提升學習的能力是否有所幫助？有幫助或沒有幫助的原因為何？
- * 分組學習活動教學融入離散數學之上課方式與傳統的老師講述方式是否相同？相同或不不同的原因為何？
- * 希望繼續接受分組學習活動教學的上課方式嗎？希望或不希望的原因為何？
- * 對於教師實施分組學習活動教學融入離散數學之上課方式有什麼樣的建議呢？

4. 研究結果

4.1. 學習態度

由學習效益評估調查結果發現約 82%學生認為教師使用多媒體錄製教材，可以讓學生較快吸收學習內容，提升學生對於問題的理解能力。81%學生認為分組學習活動可以提升其學習動機，也想繼續使用。78%學生認為問題解決學習模式雖不能提升其解題速度，但是透過討論，可以有更多時間進行思考，88%以上學生認為以問題解決與合作學習策略進行課程學習是有用的。

4.2. 學習成就

本行動研究在學習成效上以學生之離散數學單元成績為主，茲將測驗的得分情況繪製成折線圖以更清楚地呈現學生在三次單元成就測驗的表現情況分析，統計結果如圖二所示。透過折線圖可以看出學生的三次測驗成績呈現逐步上升的現象。值得注意的是，在分數的呈現上以提供教學者進行教學改進參考使用，不宜做過度地推論。

在這次行動研究中，研究者看到離散數學學習的關鍵是學生能多思考，而不只是灌輸數學知識或重複練習題目，在離散數學課程中應用行動錄影多媒體整合系統可以提供

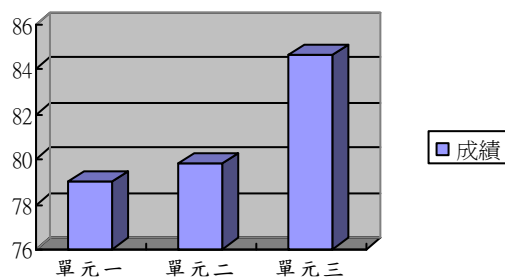


圖 2、單元成就測驗全班平均分數圖

學生更多圖文方面的刺激，充分幫助學生連結邏輯概念與提生學生的問題解決能力。此外，結合問題解決與分組活動的教學方式，有助於學生互動，提升學生表達與質疑的技巧，進一步提升學生的問題解決能力，學生對教學方式與教材內容也給予高度肯定。

4.3. 訪談記錄

教學活動結束後，也對學生進行半開放式問卷調查。經由第一次訪談，可以發現學生對傳統黑板教學方式之意見。例如利用傳統黑板進行教學的好處有：

- 學生可以立即在黑板上做文字、圖像發表(學生 33)；
- 可以立即擦拭、修改或增加(學生 27)。

缺點是：

- 使用粉筆方便，但粉筆灰有害身體(學生 35)；
- 粉筆易折損(學生 21)；
- 教師必須重覆擦拭黑板或替換掛圖，易耗時間(學生 19)；
- 展示時間有限，無法長時間保留(學生 17)。

為改進上述缺點，第二階段實施混合式多媒體教學，然後進行第二次訪談，發現多媒體教學可以：

- 將不懂的地方可以反覆練習，有助於課後加強不懂的地方(學生 19)；
- 可以重複觀看不懂的地方，能將不懂處再聽得更詳細點(學生 32)。

第三階段實施合作學習與問題解決方式，學生的反應有：

遇到解決不了的問題，會與同學進行討論、解題，找出最適合解決這個問題的方法(學生 02)

- 雖然剛開始作業不會寫，但是找書、和同學討論後，可以發現自己一直不斷地在進步。經過分組學習後，我發現自己漸漸地喜歡思考(學生 26)；
- 和同學討論後，發現一些小撇步，也讓我有更好的邏輯思考能力(學生 32)。
- 分組討論歷程成效不佳，因為有組員不想表達意見(學生 43)

調查結果顯示電子書式整合展示離散數學之上課方式與傳統的老師講述方式有些不同，學生認為這種教學展示方式有圖文整合呈現，對於離散數學的學習是有幫助的。對於問題解決與分組學習活動，學生能喜歡討論方式，也注重討論的過程。除此，教師也需要適時地引導學生去做批判和反省。

5. 結論

本研究應用分組學習活動於學習活動中，利用錄影檔案提供學生補救教學多媒體教材，可以充分發揮多媒體教學平台的功能與特質，利用上課之錄影檔案也能提供學生作為補救教學用的多媒體教材，充分發揮多媒體教學平台的功能與特質，學生對教學方式與教材內容給予高度肯定，進一步地對學生的學習態度產生正面的影響。透過問題解決與分組學習活動等方式，學生在學習成效上更能達到好的學習成效。

由於本行動研究是以所任教的修讀離散數學課程的學生為對象，並以錄影、問卷、訪談、教學日誌等方式蒐集相關資料，目的在探討學生學習情形的改變，藉以反思自己

的教學。雖力求客觀，但礙於時間和個人、研究對象、教學流程控制等因素，因此，所蒐集和分析的資料有其限制因素。研究結果僅供研究者本身做為日後教學改進，或提供給想要進行教學改變的教師作為參考，不宜做過度地推論到其他課程或其他相關情境。

參考文獻

- 郭生玉，1984。心理與教育研究法。台北：精華書店。
- 蔡清田，2000。教育行動研究，台北，五南。
- 賴膺守、蔡鴻旭、游寶達（2011）。行動式影音教學系統在情境教學上之實作研究。數位學習科技期刊，3(1)，29-41。
- Bloom, B. S. (1976). *Human characteristics and school learning*. New York: McGraw-Hill.
- Chan, K.W. (2004). Student perceptions of learning together. *International Journal of Learning*, 10, 1231-1242.
- Frey, B. A., & Birnbaum, D. J. (2002). *Learners' perceptions on the value of PowerPoint in lectures*. University of Pittsburg, ERIC Document Reproduction. Service: ED 467192.
- Gabriel, Y. (2008). Against the tyranny of PowerPoint: technology-in-use and technology abuse Gabriel. *Organization Studies*, 29(2), 255-276.
- Lai, Y.-S., Tsai, H.-H. & Yu, P.-T. (2011). Screen-capturing system with two-layer display for PowerPoint presentation to enhance classroom education. *Educational Technology and Society*, 14(3), 69-81.
- Lowry, R. B. (1999). Electronic presentation of lectures effect upon student performance. *University Chemistry Education*, 3(1), 18-21.
- Mantei, E. J. (2000). Using internet class notes and PowerPoint in physical geology lecture: comparing the success of computer technology with traditional teaching techniques,” *Journal of College Science Teaching*, 29, 301-305.
- Nixon, J. (1989). The teacher as researcher: Contractions and continuities. *Peabody Journal of Education*, 64, 116-127.
- Qin, Z., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1995). Cooperative learning versus competitive efforts and problem solving. *Review of Educational Research*, 65, 129-143.
- Susskind, J. E. (2008). Limits of PowerPoint's power: Enhancing students' self-efficacy and attitudes but not their behavior. *Computers & Education*, 50(4), 1228-1239.
- Swann, C. (2002). Action Research and the Practice of Design. *Design Issues*, 18(2), 49-61.
- Szabo, A., & Hastings, N. (2000). Using IT in the undergraduate classroom: Should we replace the blackboard with PowerPoint?. *Computers & Education*, 35(3), 175-187.
- Tufte, E. (2003). *The cognitive style of PowerPoint*. Cheshire, CT: Graphics Press.
- Zhang, S., & Deng, H. (2005). Perception of learning effectiveness in the multimedia classroom vs. the traditional classroom: A case study. *College & University Media*, 11(1), 87-107.