科學教育學刊
2005, 第十三卷第二期, 217-239

Chinese Journal of Science Education
2005, 13(2), 217-239

不同教學、知識創造管理模式對國中生數學學習成效之影響研究

何仕仁[1]　黃台珠[2]
國立高雄師範大學 科學教育研究所

（投稿日期：民國 92 年 9 月 16 日，修訂日期：93 年 3 月 4 日，接受日期：93 年 9 月 7 日）

摘要：本研究旨在探討不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」--「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面在後測、延後測的差異情形，不同測量階段對「數學解題策略」之後設解題的影響情形，「數學解題策略」前測、後測對兩構面後測、延後測的數學學習成效預測情形。為達上述目的，本研究以中部地區三所國民中學、六個國中七年級班級，每班學生人數約 30 人左右，共 180 人，進行實驗教學，每所學校兩個班級，並以班級為單位，採立意取樣，一班為實驗組，另一班則為控制組，並以研究者自編之「數學解題策略」量表為研究工具，將資料蒐集結果以 SPSSWIN 進行二因子共變數分析、重複量數分析及多元逐步迴歸分析。本研究結果發現：

(一)不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」--「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面在後測、延後測，皆表現出顯著性差異。

(二)不同教學、知識創造管理模式在不同測量階段對「數學解題策略」之後設解題產生顯著性差異。

(三)不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」前測、後測對兩構面後測、延後測的數學學習成效，產生顯著性預測效果。

關鍵詞：知識創造管理模式、數學解題策略。

壹、緒論

一、研究動機

跨世紀的「九年一貫」教改工程，其在數學學習領域，主要目的之一即為期望學生達成發展形成數學問題與解決數學問題的能力。數學領域是根據學生的學習方式與思考型態區分為四大階段、五大主題，尤以「連結」此一主題最具解題代表性，強調數學內部的「連結」可貫穿前四個主題，著重解題能力的培養，數學外部的「連結」則強調生活及其他領域中的察覺、轉化、解題、溝通、評析諸能力之培養。所以，針對九年一貫數

學領域而言，數學能力的培養，可透過數學解題的訓練植基，而訓練需靠策略輔助而行，數學解題策略教學，因之蘊然而行，對於數學學習成效有著事半功倍的預測影響力。

學者 Haladyna 和 Thomas（1979）研究提到，學生在學校中的數學學習傾向，會隨著孩童的年紀增長而下降，事實上，在升學主義的壓力下，教學活動設計的安排趨向於保守，追求所謂的「標準答案」，忽略了學生的真實想法和真心思考，如此的教學方式，不僅影響學生的學習興趣，更阻礙了學生的學習成就。

Bloom（1974）的精熟學習理論則指出傳統教學方式的兩大缺點：其一為大單元教學，期中或期末才舉行考試，學生考壞了都不能確切知道失敗之因。其二為大單元包括許多小單元，小單元之間具有階層關係，前面小單元未學妥，導致學生學習愈顯困難。這種問題在數學學習上更加明顯，影響學生學習的重要因素為學生的認知結構與先備知識，必須將兩項因素配合以設計教學，方能產生有效學習（Ausubel, 1968）。

另在數學本身的題意理解上，中、小學生在數學學習上最大的困難為如何轉譯數學問題中相同符號的不同解釋，因為在中學的數學問題中，符號的轉換關係牽涉學生解題策略的使用，此種結果常導致學生是否建立適當的問題表徵，當中自然會涉及學習與教學的策略整合。

目前對於問題解決的研究，研究者將其釐清為學習策略與教學策略，在學習策略上，有很多國內、外學者（向天屏, 2002; 陳嘉成, 1999; 程炳林和林清山, 2001; 程炳林, 2002; Paris, 2001; Rao, Moely & Sachs, 2000）都強調學習者會自我調整認知思維，並為完成學習成效，而採取學習策略，也有實徵研究證實（林清山和程炳林, 1996）學習策略可透過教學方式完成學習與教學上的策略合作，可見在問題解決的特徵上有著學習策略與教學策略的植基與落實。

數學解題策略教學便是在這種教學與學習策略交互作用影響下所產生，有別於傳統教學的制式訓練，根據學習者已具備數的概念為基礎，引導學生進行有效率的策略思考與分析，建構屬於自己的解題計劃。

教學策略與方法的品質及創新，在影響面向上皆受到學生個人的學業成就、教學團體的互助合作、教師個人的教學知能及整體學校組織的學習環境影響，這都可歸屬於學習型態的教學設計模式，根據何仕仁（2000）研究指出組織學習環境與教學之策略設計應符合下列五點:

(一)不斷的突破、反省與超越

突破侷限，以成長為標的，不斷反思自我與學校組織互動，並超越原有裹足之限制。

(二)心智模式架構的轉換

修正傳統的科層概念，轉換為以學生學習為主體的教學信念。

(三)追求成功教學的遠景

以學校組織的目標、理念為共有的希望，強化學校組織成員的創新與向心力。

(四)團隊合作學習

團體中的共同討論、深究探討，能加速問題的解決與觀念的釐清，促進學習成長。

(五)整體教學模式的全方位思考

講求開放式系統的環境連續刺激與策略教學連結，全面性的知覺思索與知識聯結。

此學習型態的學校組織，強調放棄舊有的心理模式(突破習慣領域)，學習開放自己、接納別人（駕馭自己），瞭解組織真正運作的方式（系統思考），分享共有的願景，然後共同努力，完成目標（團體學習）。

學校是知識探索、創造與管理的適性園地。知識管理得宜，學校能架構知識版圖，協助教師教學與環境營造，則教師教學事半功倍，教室文化價值落實、學習氣氛充斥，教學知能得以展現，知覺策略得以應用，學生學習相得益彰，三者關係在於教師的教學策略實施，能在學校知識創造管理的模式輔助下，加強學生知識的探究與能力的提升，成就解決問題的先驗條件。學生的學習源自於知識的探究和粹煉，爾後，方能提升為能力的層次應用，其間的中介因素—教師，為學生學習歷程中，知識創造的參與者、安排者與設計者，學校則為提供知識與環境面向的豐富性資源者，任務在於塑造學校硬體、軟體的學習條件，將知識範疇在學校的管理面向落實，所以由此管理面向來探究教學策略對學習領域的學習成效，自然有其必要性與脈絡可循。

數學教育的學習領域強調真實生活中的問題解決，其應涉及知識面與環境面的相互配合，學生的學習型態與思考模式在國中階段，以達成符號表徵為其標的任務，涉及察覺、轉化、解題、溝通與評析等知覺連結，將環境面的刺激、察覺，轉化原有知識，進行解題運作，過程中蘊含知識的螺旋循環發展，透過與環境、專家，同儕的對話互動，完成後設的監控與評析。數學為科學之母，數學知識更涵蓋解題的過程思維與成效，一個完整的解題完成，賴於數學解題策略教學的功能性擴展及實施，而學校的知識創造管理模式會透過教師的教學中介影響學生的數學學習成效，故學校的模式型態愈趨成熟，則其透過教師呈現的教學成效表現，必然影響學生的學習優劣。

綜合上述，數學解題策略教學的實施，乃為達成九年一貫數學領域中，發展形成數學問題與解決數學問題的能力，致使與一般傳統教學法有所區別，並於不同學校組織環境的知識創造管理模式，實施數學解題策略教學以瞭解其影響差異。最後，探討不同教學、知識創造管理模式之國中生的「數學解題策略」對其數學學習成效之影響，視為本研究的主要探討項目。

二、研究目的

基於以上對動機的認識，本研究主要目的有下列四項：

(一)探討在不同教學暨知識創造管理模式之下，對國中生的後測、延後測之數學學習成效的影響情形。

(二)探討在不同教學暨知識創造管理模式之下的不同測量階段，對國中生的後設解題之影響差異。

(三)探討在不同教學暨知識創造管理模式之下的前測對後測之數學學習成效的預測情形。

(四)探討在不同教學暨知識創造管理模式之下的後測對延後測之數學學習成效的預測情形。

三、重要名詞詮釋

(一)國中九年級生

係指 91 學年度入學，接受九年一貫課程的國民中學學生。

(二)數學解題策略教學

本研究所實施的「數學解題策略教學」，乃研究者在瞭解學生所具備數的概念、計數的概念及簡單推理能力之後，學生能應用認知基模中的語言知識與之結合，形成數學解題的能力。接者，以最有效率和邏輯的方式進行各種策略運用達成解題效果，教師暨研究者完整設計問題情境，引導學生進行問題思考、轉化題意為個體所能充分掌握的型式，並整合學生已具備的基模知識，擬定解

題計劃，最後執行解題計劃，歸納整合成學生自己的策略思考。此種透過教學將解題策略、思維邏輯、學習模式根植學生身上的教學能符合數學問題的察覺、轉化、解題、溝通與評析，並透過數學解題策略量表評鑑學生解題方法與策略應用的數學學習成效。

(三)數學學習成效

數學學習成效係指受試者在不同教學方法下接受三種知識創造管理模式在三個測量階段學習數學之後，運用數學解題方法、策略的執行度之學習成效。

(四)知識創造管理模式

本研究所探討的「知識創造管理模式」在於內隱知識的運用與轉化，透過與外顯知識的互動，成就知識提昇與能力展現。整個模式可詮釋為組織成員能力的開拓與知識的分享和延展，並經由集體思考，分享心智模式，確立共有的願景，透過機動性合作完成跨層次的知識擴展與能力延伸，而本研究乃以知識創造管理模式中的「由中而上而下」、「由下而上」、「由上而下」三種管理模式進行實徵性研究，其中「由中而上而下」代表知識來自於團隊的任務分組創造，強調內隱、外顯知識的交互運作，「由下而上」代表齊頭式的自發性創造，強調內隱知識的共同化、外化，「由上而下」代表層級式的傳輸執行，強調外顯知識的結合、內化。

四、研究問題

(一)在不同教學暨知識創造管理模式之下的「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面的後測、延後測，是否具有數學學習成效上之差異？

(二)在不同教學暨知識創造管理模式之下的「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面的不同測量階段，對國中生後設解題是否具有差異？

(三)在不同教學暨知識創造管理模式之下的「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面的前測對後測上，是否具有數學學習成效之預測作用？

(四)在不同教學暨知識創造管理模式之下的「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面的後測對延後測上，是否具有數學學習成效之預測作用？

貳、文獻探討

一、數學解題策略教學研究

傳統的教學方法都認為學生若學會數學基本的運算法則就可以應用，而忽略了與學生的日常生活經驗相連結，並探求學生自我發展與尋求最適切的解題思考模式，學者Armstrong（1994）設計的多元智慧授課計畫中，強調學生內在思考系統的改變，經由教師設計教學情境，傳遞訊息刺激學生的邏輯思維，尋找問題的根源，進而假設、推理，提出可能的解決方法。此種藉由多元思維刺激，探求問題形成與起源之模式，深刻建立起學習者屬性與特徵，透過生活問題之解決達成解題之目的，解題在數學領域之策略教學強調過程的能力培養，目的為提昇及加強學習者之學習策略，所以本研究根據學者（Mayer, 1987; Wolters, 1998）研究，說明學習者之認知與後設認知策略將在教學的變因下影響學習，即數學解題策略教學的實務進行，會影響學習者之復誦、精緻化、組織等訊息處理模式及計畫、修正、監控、評鑑等後設處理模式之學習進行。

另外，也有學者 She 和 Fisher（2002）

研究顯示，教師若能運用挑戰性問題之教學表現於教室情境，將能獲得學習者的認知支持，進而提高學習者之學習成效。有關學習成效與教學策略之間的相關性研究在學者Nolen（2003）的研究指出，教學若能聚焦於理解與獨立思考，將能明顯預測學生的自我完成學習，探知其學習成效。可見學習者數學解題能力的提昇，除了有賴於教師從題目類型、學生解題策略、數學題目內容及已知、未知條件與解題之間的關係加以考量外，應將學習環境激盪之獨立思考列為重要策略依據。根據學生已具備的數學認知基模，也就是在進行數學解題之前，對該問題情境所應認識並具備數與計算在認知歷程的基本概念知識，這對數學解題策略的運用具有很大的影響，將問題的經驗情境轉變成清楚的、連貫的、妥適的策略性歷程教學。

國內、外學者（張新仁, 1989; Heuvel-Panhuizen, 1996）的研究指出學生對數學概念的理解程度會影響對問題的分析，所擬採用的數學解題策略則會與相關經驗回憶相呼應，學生在解決問題的過程，必須瞭解其先備知識，從經驗出發，以解決和學生日常生活經驗相關的數學問題為基礎，進而建構更深層的數學概念。Gagne（1985）則指出解題是以學習者的先備知識為組合基礎的創造性活動，也就是將學習者先前習得的原理、原則加以組合歸納，培養出解題能力，完成問題解決。

學習者歷經內在思考，形成解題計劃後，採取計劃策略執行，陳李綢（1992）則指出問題解決能力分為一般性解決問題能力及特殊性解決問題能力，一般性解決問題能力通常是指個人思考及推理能力，特殊性解決問題能力是指在特殊領域（專業知識，如科學、醫學等）內所面對的問題，加以解決的能力。學者歐陽鍾仁（1991）則將問題解決的過程分為發現問題、建立假設、產生構想、驗證和再假設、用符號歸納等五階段，透過解題的歷程讓學生學習將自己歸納的原理，成為新的解題策略。

學者魏明通（1997）指出進行解題教學的要點為：

(一)需要有能夠喚起學生學習意願，連接於發現問題的引起動機。

(二)符合於解題方法的教學計畫。

(三)充分準備實驗器具及材料。

(四)觀察、實驗等所謂探究過程的培養。

透過解題歷程的教學，教師可以發現學生知識的缺乏與迷思處，採取補救教學，並整理出解題時所需的知識、計劃步驟或策略，同時加以適當編排，作為學生解題的經驗與技能準則。

另外，學者 Mayer（1987）所提的數學解題策略則針對文字題說明四個重要過程：

(一)問題轉譯---將欲解問題語意化。

(二)問題整合---透過基模知識探討問題類型關係。

(三)解題計劃與監控---判斷、歸納問題性質及內容，決定使用策略。

(四)解題執行---進行運算。

學者 Polya（1945）則將數學解題歷程區分為四個程序：

(一)瞭解問題。由問題所給的提示，瞭解已知條件與未知條件，並根據先前所具備的知識與概念，進行尋找未知數。

(二)擬定計畫。包含判斷解題所須的公式、輔助工具的應用、思考老師上課有無類似例題講解等。

(三)實施計畫。根據先前擬定的計畫，進行策略執行。

(四)回顧解答。

總之，解題的歷程中，策略的擬定與實

施固然重要，但若能在學習環境的文化與氣氛上塑造得宜，將更相得益彰、事半功倍，國內、外學者（楊榮祥和 Fraser, 1998; 張煌熙, 1993; Bull & Solity, 1987）將學習環境中的無形心理、情感知覺與氣氛表現視為影響教學的重要因子，在在呈現解題策略所涉及的環境知覺，而整個知識創造管理模式的確立亦是如此。

綜合上述學者們在數學解題的內、外在影響面及歷程面的研究結果，本研究以下述之數學解題策略教學實施程序具體進行，教學實施過程特別重視數學解題策略中「教室文化與氣氛」構面之強調環境知覺取向，「教學知能與知覺」構面之強調知識知覺取向，以完成教學實施。

(一)設計問題情境。（環境知覺取向）

↓

(二)引導概念衝突，先備知識對預學知識產生認知上的矛盾與協調。（知識知覺取向）

↓

(三)小組討論形成假設，經由小組討論描述對問題的瞭解與分辨出何謂問題的已知條件及未知條件，進而形成假設問題的結構與解法。（知識知覺取向）

↓

(四)擬定解題構想與計畫，經由假設思考出完整瞭解問題的解題步驟與公式。（環境知覺取向與知識知覺取向並行）

↓

(五)執行解題計畫。（環境知覺取向與知識知覺取向並行）

↓

(六)驗證與回饋，由教師及組間發表講解解題過程的注意事項與解題成果，做為解題改進的依據。（環境知覺取向與知識知覺取向並行）

↓

(七)符號歸納與完成解題思考策略模式。（環境知覺取向與知識知覺取向並行）

二、知識創造管理模式研究

知識是將資訊付諸行動的校化結果，近年來，各級學校都積極謀求發展屬於自己的「知識創造管理模式」，也希望透過經營模式的改變、轉型與創新，讓這些傳統型學校組織建立在市場上的競爭優勢，也讓學校環境的文化氣氛營造，創造出知識的多元性與豐富性，成就學習者之學習成效。

哈佛商業評論－突破性思考導讀中，許士軍（2001）說明組織為謀求創新價值，組織應採突破性思考（breakthrough thinking）。此突破性思考擺脫舊有科層範圍界限，且不受學校組織現有資產和能力的限制，企圖發現學生未獲滿足或未曾自覺的需求，設法提供解決，研究者針對突破性思考，透過以下三種論點說明知識創造於學校組織管理中的思維運作，讓源源不斷的創新與創意，為學校組織注入生命力。

(一)現有組織管理模式中，某些被認為是必然的因素，可能需予以放棄。例如傳統對於學生的學習成就高低，都訴諸於學習用功與否，無探究其它影響因素，現今對於此說明則強調環境、教學、知識、設備等因素影響，考量面向漸趨多元，非一元思維所及。

(二)某些對組織要求的因素過高則予以降低，過低則應予以提高。例如對於學習成就的要求應適性、適才，通常對

於教學過程品質應要求甚高，學習結果合乎多元標準即可。

(三)針對時勢轉變，不斷思考新因素造成學生需求之變因，並重視教改新方向的省思。

此論點與國內學者李仁芳（1990）研究雷同，認為組織運用的知識可分為系統性知識與非系統性知識，一則屬於通用知識，另一屬於變動性的知識。學校成員透過心智模式的知識創造於學校組織的管理模式乃藉由兩種知識的互動，促進學習行為的呈現。

而知識創造的兩個構面，則根據 Takeuchi 和 Nonaka（1986）的知識創造核心觀點將其構面分類為外顯知識與內隱知識。外顯知識為可以正式語言表達，包括合乎正規文法的陳述、數學式的表達、規格及手冊等，屬於理性的知識。內隱知識為組織知識創造的基礎，包含認知與技能兩種元素，屬於經驗的知識。

同時，管理大師 Drucker（1991）也提出學習型組織的知識創造管理模式為問題知識的瞭解與提示，創新實驗，回顧經驗與舊有歷史模式，參考他人解法與新解法進而分享、創新知識，可知其在問題與知識層面的共項分析，已見一般。

所以，研究者綜合上述，並根據 Nonaka 和 Takeuchi（1991）所提出之知識創造管理模式，建立「由中而上而下」、「由下而上」、「由上而下」等三種模式依據，以為學校環境經營與教學策略實施之準則，如表 1 所示。「由中而上而下」模式，說明學校中的課程發展委員會及各學習領域課程小組應根據課程綱要，編制及發展出學生學習架構與知識內容，透過學校主管的分層負責與領導，於學期初付諸實行，「由下而上」模式，強調知識的多元創造，在課程綱要的基礎下，教師依任教班級與互動情形，決定課程內容標的，學校主管可由此統整多元教學知識與課程教材，創造新的教學版圖，而「由上而下」模式，屬於傳統制式教學及行政管理，學校主管接受來自上級與家長、社區之訊息回饋，決定學校課程之進行，教師自主性低。同時，也綜合上述，提出完整的模式互動教學之數

表 1：知識創造管理模式分析表

模式內容	由上而下	由下而上	由中而上而下
知識創造與管理結構	• 知識由課程目標創造，強調綱要不若目標明確。 • 學校主管為資訊處理者。 • 教師為執行命令者。	• 知識由教師與學生創造。 • 課程目標為任課教師，課程綱要為贊助者。 • 學校主管為內部創業家。	• 知識由團隊創造。 • 課程綱要為催化劑。 • 學校主管為團隊領導人。
知識轉化類型	以結合、內化為主的外顯知識。	以共同化、外化為主的內隱知識。	綜合內、外化及結合共同化的內隱、外顯知識。
知識庫	儲存知識於電腦資料庫、手冊。	個人為知識儲存區。	學校組織的知識庫為知識儲存區。
學校組織限制	• 知識屬於層級式傳輸執行。 • 不允許渾沌/波動。 • 對課程目標有高度依賴。	• 知識屬於齊頭式的自發性創造。 • 以渾沌/波動為前提。 • 個人成本協調困難。	• 知識來自於團隊的任務分組創造，集結於知識庫。 • 創造更大的渾沌/波動。 • 人力耗費成本大。

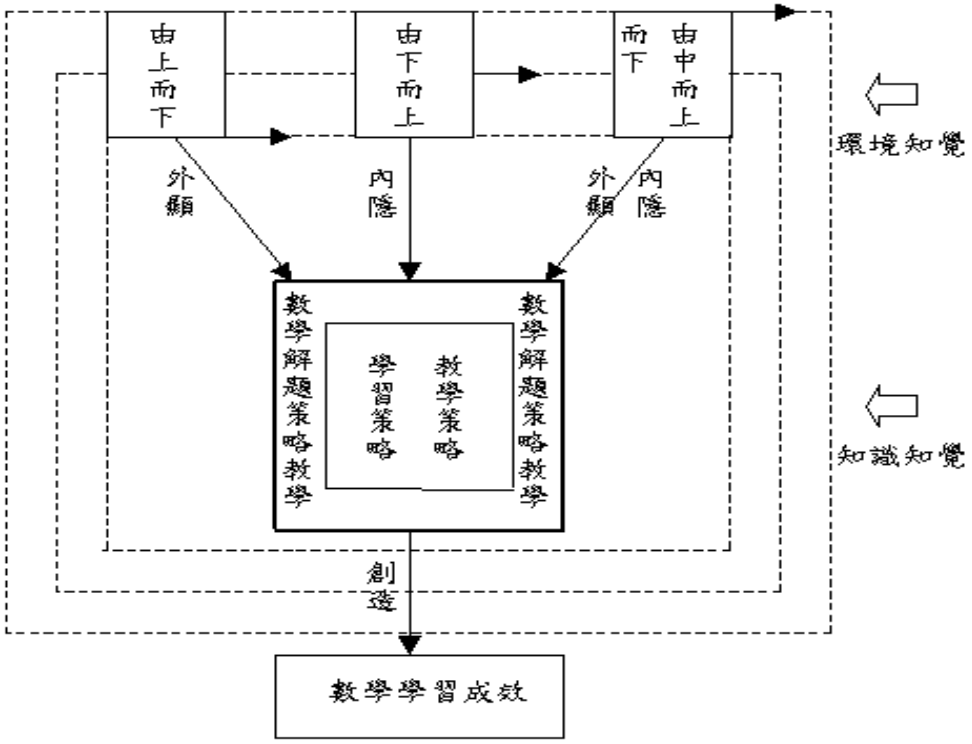

圖 1：模式互動教學之數學學習成效架構圖

學學習成效架構圖，輔助模式分析表之執行，如圖 1 所示。

三、研究假設

(一)不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」--「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面在後測、延後測具有顯著組別差異及交互作用。

(二)不同教學、知識創造管理模式在不同測量階段對「數學解題策略」之後設解題具有顯著組別差異。

(三)不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」前測對兩構面後測的數學學習成效具有顯著預測作用。

(四)不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」後測對兩構面延後測的數學學習成效具有顯著預測作用。

四、研究架構

本研究採準實驗法之不等組前後測設計。在三種不同學校教室環境的知識創造管理模式下實施進行，研究架構如圖 2 所示。

根據此研究架構，茲分別說明本研究之自變項、依變項與共變項：

(一)自變項：指在三個測量階段（前測、後測、延後測）下，兩種不同教學法及三種知識創造管理模式。

(二)依變項：數學解題策略量表之「教室文化與氣氛」及「教學知能與知覺」兩構面後測、延後測得分。

(三)共變項：數學解題策略量表之「教室文化與氣氛」及「教學知能與知覺」兩構面前測得分。並為了減少自變項

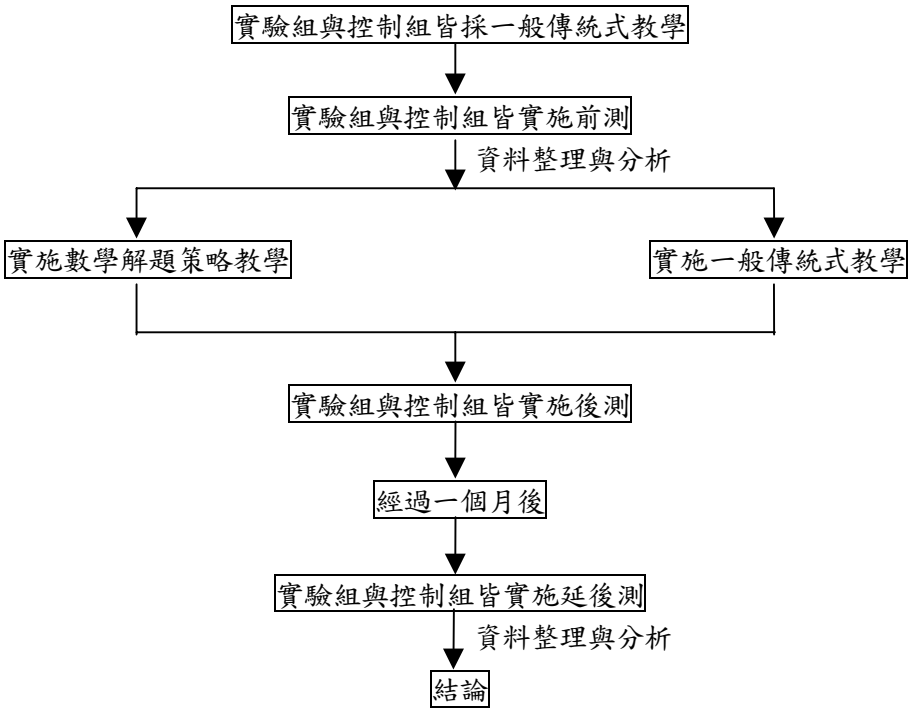

圖 2：數學解題策略教學在三種不同學校教室環境的知識創造管理模式實施架構圖

以外的干擾變項對實驗效度所造成的影響，本研究乃將三種不同知識創造管理模式下的教學者，實驗組與控制組的教學內容、教學進度與教學時數等變項保持一樣。

叁、研究方法

一、研究對象

本研究立意選取中部地區（中、彰、投）15 所中型國民中學，依 Nonaka 和 Takeuchi（1991）提出之知識創造管理模式準則，設計學校模式依屬問卷，問卷計有「學校知識來源」構面，內容為創造者、實作者為何？「學校課程教學」構面，內容為有效催化者、贊助者、處理者為何？「學校知識管理」構面，內容有領導人、執行長（CEO）、知識長（CKO）為何？問答題目與反應選項如表 2 所示，依構面題項選答，括弧內為所得分數與選號，課程教學施測學校人員包含教師、主任及校長，每所學校各 15 人進行作答，作答結果以學校為單位，15 人答題情形大致相同，分數總合較低者歸類於「由上而下」，較高者歸類於「由中而上而下」，另為「由下而上」模式，問卷內部一致性信度係數為 .84，計挑選出合適於「由上而下」、「由下而上」與「由中而上而下」管理模式之三所國民中學、六個國中七年級班級，每班學生人數約 30 人左右，共 180 人，進行實驗教學，每所學校兩個班級，並以班級為單位，採立意取樣，一班為實驗組，另一班則為控制組。

研究教師則從挑選之三模式學校進行二階段施測，選取實驗組與控制組之數學教師，第一階段先進行數學教學問卷調查，項目計有學校知識庫應用、學校環境互動、問題情境設計、小組合作討論、解題計畫流程設計、

表 2：學校模式依屬問卷

問答題目	反應選項
學校知識來源的創造者為___	課程目標（1）、教師與學生（2）、團隊（3）
學校知識來源的實作者為___	教師（1）、教師與學生（2）、團隊（3）
學校課程教學的催化者為___	課程目標（1）、課程綱要與目標（2）、課程綱要（3）
學校課程教學的贊助者為___	課程目標（1）、課程綱要與目標（2）、課程綱要（3）
學校課程教學的處理者為___	學校（1）、教師（2）、團隊（3）
學校知識管理的限制屬於___	層級式傳輸執行（1）、齊頭式自發性創造（2）、團隊的任務分組（3）
學校知識管理的主管屬於___	執行長（1）、知識長（2）、領導人（3）

數學主題套用方法設計、分享溝通與實施監控評析等構面，施測人員為全校之數學教師，反應選項從「沒有需要」、「很少需要」、「可以嘗試」、「經常需要」、「一定需要」依序給 1~5 分，問卷內部一致性信度係數為 .90，再從得分最低者選取三位為控制組教師，得分最高之前 20 %，再進行第二階段之訪談，訪談內容針對問卷項目進行，以提高效度確認，選取最適之三位實驗組教師，以具數學解題策略教學理念及實踐願景。

二、數學解題策略量表

數學解題策略量表為研究者參考國內外學者（向天屏, 2002; 涂金堂, 2002; 陸正威, 1998; 陳竹村, 2001; 陳淑琳, 2001; 張景媛, 1994; 張景媛、呂玉琴、何縕琪、吳青蓉和林奕宏, 2002; 劉湘川、許天雄和林原宏, 1993; Mayer, 1992; Paris & Paris, 2001; Rao, Moely & Sachs, 2000, Schoenfeld, 1985）之相關研究編制而成，將數學解題策略分為「教室文化與氣氛」及「教學知能與知覺」兩構面，「教室文化與氣氛」構面強調環境知覺取向，「教學知能與知覺」構面強調知識知覺取向，兩者取向蘊含組織知識創造管理模式之應用層面，意旨兩構面知覺作用下，學習者學習解題成效將涵蓋學習與教學在內的環境、知識層次的策略教學，非僅傳統數學題上的單純求答，而是影響與效用面的後設擴展。量表採 Likert 五點量表形式，反應選項從「從來沒有」、「很少發生」、「偶而發生」、「經常發生」、「一定如此」依序給 1~5 分。受試者在量表之得分愈高，表示其遇數學問題時之解決策略愈好、愈多元。

本研究以 120 位國中七年級生為樣本進行因素分析，以建立量表之建構效度，為了評估本組資料是否適合因素分析，除了 Cronbach's α係數測試外，並依 Kaiser（1974）提出之判斷準則，進行 KMO（Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy）測試，當 KMO < .5 時，不適合進行因素分析。本研究 KMO 值達 .80，所以表示資料適合進行因素分析。首先將數學解題策略量表中各構面題項以奇數題和偶數題分成兩組，各自加總成兩個總分，將 10×10 的矩陣縮減為 4×4 的矩陣，以減小各變項誤差所佔比率，預先設定萃取兩個因素，因素分析採主軸分析法（Principal Axis Factors）萃取共同因素，並以斜交轉軸（Oblique Rotation）處理之，結果顯示數學解題策略量表可以明顯萃取出教室文化與氣氛及教學知能與知覺兩個因素，因素特徵值總和為 3.25，約佔總變異量的 81.20%，各因素負荷量如表 3 所示。

量表信度部分，本研究使用內部一致性α係數為篩選題目標準，兩因素形成之分量

表 3：數學解題策略之因素分析結果（斜交轉軸）

構面因素		因素負荷量	總累積解釋變異量百分比
教室文化與氣氛	教室一	.75	81.20
	教室二	.72	
教學知能與知覺	教學一	.71	
	教學二	.77	

表信度係數分別為 .69 與 .75，全量表信度係數為 .80，根據 Nunnally（1978）研究指出，Cronbach's α係數至少應在 .5 以上，其量表之信度係數方可接受，所以本量表具有不錯之信度表現。

三、實施程序

（一）教學研究與資料蒐集－>（二）預試問卷施測－>（三）實施前測－>（四）進行數學解題策略教學（實施時間六個星期）－>（五）實施後測－>（六）進行延後測。

四、資料分析方法

本研究針對各研究假設以 SPSSWIN 10.0 版進行統計分析。

(一)針對研究假設一，進行二因子共變數分析。

(二)針對研究假設二，進行重複量數分析。

(三)針對研究假設三、四，進行多元逐步回歸分析。

肆、研究結果

一、不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」--「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面在後測、延後測的差異情形

本研究針對問題一，探討不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」--「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面在後測、延後測的差異情形。

首先，列出表 4，瞭解不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面上之平均數、標準差及調整平均數。由表 4 得知，實施數學解題策略教學的受試學生，平均得分在相同模式或階段普遍高於一般傳統式教學的受試學生；此外，由中而上而下之知識創造管理模式的受試平均數在相同教學與階段也普遍高於由下而上及由上而下之知識創造管理模式的受試平均數。至於不同教學、知識創造管理模式之國中七年級生「數學解題策略」--教室文化與氣氛構面及教學知能與知覺構面在後測、延後測是否具有顯著差異，則進一步以二因子共變數分析考驗之。

表 5 呈現不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面後測之二因子共變數分析結果。

由表 5 得知，教學與模式交互作用項在「教室氣氛與文化」（$F_{(2,173)} = .16$，$p > .05$）及「教學知能與知覺」（$F_{(2,173)} = .20$，$p > .05$）兩構面後測皆未達 .05 之顯著水準，顯示不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面後測上，沒有交互作用存在。

以主要效果而言，教學在「教室氣氛與文化」（$F_{(1,173)} = 300.23$，$p < .01$）及「教學知能與知覺」（$F_{(1,173)} = 279.75$，$p < .01$）兩構面後測之主要效果皆達.01 之顯著水準，顯示實施不同教學之國中七年級生在「數學解題策略」兩構面後測上，具有顯著差異。而且，由表 4 可知，實施數學解題策略教學的受試學生在「數學解題策略」兩構面後測之調整平均得分皆高於一般傳統式教學的受試學生，顯示在後測中，實施數學解題策略教學對學習者之數學學習成效較佳。

由表 5 顯示，模式在「教室氣氛與文化」

表 4：不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面之平均數、標準差及調整平均數分析摘要表

變異來源			前測		後測			延後測		
			M	SD	M	SD	Adj.M	M	SD	Adj.M
A	數學解題策略教學	由中而上而下	12.70	2.73	16.97	1.07	16.29	17.40	1.30	16.82
		由下而上	11.80	2.12	15.73	1.84	15.87	17.02	1.63	17.32
		由上而下	10.93	2.68	14.10	2.17	14.66	12.97	2.04	13.45
	一般傳統式教學	由中而上而下	12.57	2.22	13.47	1.76	12.32	13.53	2.05	12.55
		由下而上	10.90	2.37	11.47	2.32	11.65	11.57	2.19	11.72
		由上而下	9.97	2.65	9.80	2.81	10.74	9.27	2.24	10.07
B	數學解題策略教學	由中而上而下	16.60	3.56	23.63	1.77	22.55	25.33	2.40	24.29
		由下而上	14.50	2.93	20.50	1.41	20.72	19.40	1.57	19.61
		由上而下	13.80	2.76	18.20	2.50	19.10	17.17	2.45	18.04
	一般傳統式教學	由中而上而下	18.47	3.09	19.60	3.18	17.77	19.80	3.48	18.02
		由下而上	15.23	3.54	15.90	3.64	16.19	14.93	3.30	15.22
		由上而下	13.37	3.67	15.72	3.97	14.74	12.20	3.12	13.66

註：A 代表「教室文化與氣氛」，B 代表「教學知能與知覺」，各模式組別均為 n = 30 人

表 5：不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面之二因子共變數分析摘要表（後測）

SV		SS	df	MS	F
共變量	教室氣氛與文化	318.63	1	318.63	130.42**
	教學知能與知覺	808.57	1	808.57	242.03**
教學	教室氣氛與文化	733.47	1	733.47	300.23**
	教學知能與知覺	934.60	1	934.60	279.75**
模式	教室氣氛與文化	64.64	2	32.32	13.23**
	教學知能與知覺	250.69	2	125.34	37.52**
教學 × 模式	教室氣氛與文化	.78	2	.39	.16
	教學知能與知覺	1.33	2	.67	.20
誤差	教室氣氛與文化	422.64	173	2.44	
	教學知能與知覺	577.97	173	3.34	
全體	教室氣氛與文化	35034.00	180		
	教學知能與知覺	65050.00	180		

*p < .05; **p < .01

（$F_{(2, 173)}$ = 13.23，p < .01）及「教學知能與知覺」（$F_{(2, 173)}$ = 37.52，p < .01）兩構面後測之主要效果皆達 .01 之顯著水準，顯示實施不同模式之國中七年級生在「數學解題策略」兩構面後測上，具有顯著差異。

進一步以 LSD 法進行事後比較，依表 6 得知，國中七年級生在「數學解題策略」之「教室氣氛與文化」構面上之數學成效表現，由中而上而下及由下而上之知識創造管理模式皆優於由上而下之知識創造管理模式。「教

表 6：不同知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面之事後比較結果摘要表（後測）

構面	模式	平均數	標準差	事後比較（$p < .05$）
教室氣氛與文化	由中而上而下（1）	15.22	2.28	（1）>（3）
	由下而上（2）	13.60	2.99	（2）>（3）
	由上而下（3）	11.95	3.30	
教學知能與知覺	由中而上而下（1）	21.62	3.26	（1）>（2）
	由下而上（2）	18.20	3.59	（2）>（3）
	由上而下（3）	15.72	3.97	

表 7：不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面之二因子共變數分析摘要表（延後測）

SV		SS	df	MS	F
共變量	教室氣氛與文化	232.37	1	232.37	95.42**
	教學知能與知覺	761.96	1	761.96	219.87**
教學	教室氣氛與文化	876.28	1	876.28	359.83**
	教學知能與知覺	1130.47	1	1130.47	326.20**
模式	教室氣氛與文化	280.01	2	140.01	57.49**
	教學知能與知覺	704.32	2	352.16	101.62**
教學 × 模式	教室氣氛與文化	37.36	2	18.68	7.67**
	教學知能與知覺	34.60	2	17.30	4.99**
誤差	教室氣氛與文化	421.30	173	2.44	
	教學知能與知覺	599.54	173	3.47	
全體	教室氣氛與文化	35740.00	180		
	教學知能與知覺	63663.00	180		

*$p < .05$; **$p < .01$

學知能與知覺」構面上之數學成效表現，由中而上而下之知識創造管理模式優於由下而上之知識創造管理模式，由下而上之知識創造管理模式則優於由上而下之知識創造管理模式。兩構面皆顯示由中而上而下之知識創造管理模式對學習者數學學習成效較佳。

表 7 呈現不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面延後測之二因子共變數分析結果。

由表 7 得知，教學與模式交互作用項在「教室氣氛與文化」（$F_{(2, 173)} = 7.67$，$p < .01$）及「教學知能與知覺」（$F_{(2, 173)} = 4.99$，$p < .01$）兩構面延後測，皆達 .01 之顯著水準，顯示不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面延後測上，有交互作用存在。

因為教學與模式交互作用在延後測達顯著水準，本研究進一步考驗單純主要效果，並根據考驗結果以 LSD 法進行事後比較。

表 8 為不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面之單純主要效果變異數分析結果摘要表。

分析結果顯示，教學、知識創造管理模式對於「數學解題策略」兩構面延後測之數學學習成效的交互影響，在不同的限定條件

表 8：不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面之單純主要效果變異數分析摘要表（延後測）

單純主要效果內容			SS	df	MS	F
教學因子	由中而上而下	教室氣氛與文化	247.66	1	247.66	101.16**
		教學知能與知覺	558.16	1	558.16	99.83**
	由下而上	教室氣氛與文化	469.34	1	169.34	191.39**
		教學知能與知覺	289.57	1	289.57	135.10**
	由上而下	教室氣氛與文化	158.67	1	158.67	71.40**
		教學知能與知覺	279.34	1	279.34	101.78**
模式因子	數學解題策略教學	教室氣氛與文化	277.21	2	138.60	59.39**
		教學知能與知覺	675.14	2	337.57	104.21**
	一般傳統式教學	教室氣氛與文化	48.69	2	24.34	10.55**
		教學知能與知覺	124.47	2	62.23	23.29**

*p < .05; **p < .01

表 9：不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面之事後比較結果摘要表（延後測）

因子	條件	構面	平均數	標準差	事後比較（p < .05）
模式	數學解題策略教學	教室氣氛與文化	15.86	2.65	(1) > (3) ; (2) > (3)
		教學知能與知覺	20.63	4.08	(1) > (2) > (3)
	一般傳統式教學	教室氣氛與文化	11.46	2.77	(1) > (3) ; (2) > (3)
		教學知能與知覺	15.64	4.55	(1) > (2) > (3)

註：(1) 由中而上而下；(2) 由下而上；(3) 由上而下

下有所不同。教學因子在由下而上知識創造管理模式下，非常明顯發揮其對「教室氣氛與文化」($F_{(1, 173)} = 191.39$，$p < .01$）及「教學知能與知覺」($F_{(1, 173)} = 135.10$，$p < .01$）兩構面延後測之數學學習成效影響，至於由中而上而下知識創造管理模式亦相當程度對「教室氣氛與文化」($F_{(1, 173)} = 101.16$，$p < .01$）及「教學知識與知覺」($F_{(1, 173)} = 99.83$，$p < .01$）兩構面延後測之數學學習成效產生影響，而由上而下知識創造管理模式也對「教室氣氛與文化」($F_{(1, 173)} = 71.40$，$p < .01$）及「教學知能與知覺」($F_{(1, 173)} = 101.78$，$p < .01$）兩構面延後測之數學學習成效產生影響，顯示在延後測上，實施數學解題策略教學雖然對於三種知識創造管理模式各構面都具有顯著性影響，但對於由下而上知識創造管理模式確是最為有效。

模式因子在數學解題策略教學下，相當程度影響「教室氣氛與文化」($F_{(2, 173)} = 59.39$，$p < .01$）及「教學知能與知覺」($F_{(2, 173)} = 104.21$，$p < .01$）兩構面延後測之數學學習成效，事後比較考驗的結果，根據表 9，發現由中而上而下及由下而上知識創造管理模式之「教室氣氛與文化」構面延後測得分，顯著高於由上而下知識創造管理模式，由中而上而下知識創造管理模式之「教學知能與知覺」構面延後測得分，顯著高於由下而上知識創造管理模式，也高於由上而下知識創造管理模式，兩兩比較皆達顯著。然而，當條件限定在一般傳統式教學下，模式因子對「教室氣氛與文化」($F_{(2, 173)} = 10.55$，$p < .01$）及「教學知能與知覺」($F_{(2, 173)} = 23.29$，p

< .01）兩構面延後測之數學學習成效的影響雖仍顯著，但已降低，事後比較考驗的結果，根據表 9，發現由中而上而下及由下而上知識創造管理模式之「教室氣氛與文化」構面延後測得分，顯著高於由上而下知識創造管理模式，由中而上而下知識創造管理模式之「教學知能與知覺」構面延後測得分，顯著高於由下而上知識創造管理模式，也高於由上而下知識創造管理模式，兩兩比較皆達顯著。顯示在延後測上，由中而上而下及由下而上知識創造管理模式能對兩種教學實施在兩構面產生顯著性影響，尤其以實施數學解題策略教學影響最鉅。

二、不同教學、知識創造管理模式在不同測量階段對「數學解題策略」之後設解題的影響情形

本研究針對問題二，探討不同教學、知識創造管理模式在不同測量階段對「數學解題策略」後設解題的影響。

由表 10 可知，實施數學解題策略教學之由中而上而下及由下而上知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，皆產生顯著性差異。由事後比較得知，兩模式延後測的兩構面得分皆優於前測與後測，顯示此種組合可確使學習者後設解題策略持續發酵。

實施數學解題策略教學之由上而下知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，產生顯著性差異。由事後比較得知，模式後測的兩構面得分優於前測與延後測，顯示此種組合對於學習者後設解題策略無法產生後續影響。

實施一般傳統式教學之由上而下知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，產生顯著性差異。由事後比較得知，模式延後測的兩構面得分優於前測與後測，顯示此種組合，可使學習者後設解題策略持續進行，唯獨各階段之差異性並不如實施數學解題策略教學之顯著性明顯。

實施一般傳統式教學之由下而上知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，產生顯著性差異。由事後比較得知，模式延後測的「教室氣氛與文化」構面

表 10：不同教學、知識創造管理模式在不同測量階段對國中七年級生「數學解題策略」兩構面後設解題策略之重複量數變化表

教學	模式	變異來源	構面	SS	df	MS	F	事後比較
數學解題策略教學	由中而上而下	階段	教室氣氛與文化	404.82	2	202.41	86.00**	延後測 > 後測 > 前測
			教學知能與知覺	1286.29	2	643.14	164.30**	延後測 > 後測 > 前測
	由下而上	階段	教室氣氛與文化	467.82	2	233.91	156.22**	延後測 > 後測 > 前測
			教學知能與知覺	612.20	2	306.10	172.14**	後測 > 延後測 > 前測
	由上而下	階段	教室氣氛與文化	154.47	2	77.23	64.42**	後測 > 延後測 > 前測
			教學知能與知覺	317.62	2	158.81	85.52**	後測 > 延後測 > 前測
一般傳統式教學	由中而上而下	階段	教室氣氛與文化	17.49	2	8.74	11.93**	延後測 > 後測 > 前測
			教學知能與知覺	31.02	2	15.51	17.20**	延後測 > 後測 > 前測
	由下而上	階段	教室氣氛與文化	7.76	2	3.88	8.36**	延後測 > 後測 > 前測
			教學知能與知覺	14.69	2	7.34	12.54**	後測 > 前測；後測 > 延後測
	由上而下	階段	教室氣氛與文化	8.02	2	4.01	13.98**	前測 > 後測 > 延後測
			教學知能與知覺	24.47	2	12.23	25.16**	前測 > 後測 > 延後測

*p < .05; **p < .01

得分優於前測與後測，顯示模式之此一構面，雖不若實施數學解題策略教學之顯著性，但依舊可讓學習者後設解題策略持續進行；模式後測的「教學知能與知覺」構面得分優於前測與延後測，顯示此種組合在「教學知能與知覺」構面對於學習者後設解題策略無法產生後續影響。

實施一般傳統式教學之由上而下知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，產生顯著性差異。由事後比較得知，模式前測的兩構面得分優於後測與延後測，顯示此種組合對於學習者後設解題策略完全無法影響與助益。

三、不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」前測對兩構面後測的數學學習成效預測

本研究針對問題三，探討不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」前測對兩構面後測的數學學習成效預測。

由表 11 得知，實施數學解題策略教學之前測預測變項在不同知識創造管理模式皆為「教室氣氛與文化」及「教學知能與知覺」兩構面之前測得分，在由中而上而下知識創造管理模式中，只有「教學知能與知覺」預測變項對數學解題策略量表後測產生顯著性影響，能有效解釋數學解題策略量表後測的 27.3% 變異量。在由下而上知識創造管理模式中，「教室氣氛與文化」預測變項對數學解題策略量表後測的解釋力最佳，解釋量為 43.7%，「教學知能與知覺」預測變項的解釋量為 13.2%。在由上而下知識創造管理模式中，「教室氣氛與文化」預測變項對數學解題策略量表後測的解釋力最佳，解釋量為 57.7%，「教學知能與知覺」預測變項的解釋量為 6.5%。

由表 12 得知，實施一般傳統式教學之前測預測變項在不同知識創造管理模式皆為「教室氣氛與文化」及「教學知能與知覺」兩構面之前測得分，在由中而上而下知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」預測變項對數學解題策略量表後測的解釋力最佳，解釋量為 67.2%，「教室氣氛與文化」預測變項的解釋量為 12.0%。在由下而上知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」預測變項對數學解題策略量表後測的解釋力最佳，解釋量為 72.8%，「教室氣氛與文化」預測變項的解釋量為 12.1%。在由上而下知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」預測變項對數學解題策略量表後測的解釋力最佳，解釋量為 77.4%，「教室氣氛與文化」預測變項的解釋量為 20.6%。

表 11：實施數學解題策略教學於不同知識創造管理模式之構面前測對數學解題策略量表後測之多元逐步迴歸分析摘要表

模式	前測預測變項	R^2	β	t
由中而上而下	教室氣氛與文化	.012	.112	.595
	教學知能與知覺	.273	.542	3.111**
由下而上	教室氣氛與文化	.437	.661	11.11**
	教學知能與知覺	.132	.418	2.880**
由上而下	教室氣氛與文化	.577	.760	6.185**
	教學知能與知覺	.065	.289	2.206**

*p < .05; **p < .01

表 12：實施一般傳統式教學於不同知識創造管理模式之構面前測對數學解題策略量表後測之多元逐步迴歸分析摘要表

模式	前測預測變項	R^2	β	t
由中而上而下	教室氣氛與文化	.120	.372	3.959**
	教學知能與知覺	.672	.820	7.572**
由下而上	教室氣氛與文化	.121	.466	4.655**
	教學知能與知覺	.728	.853	8.663**
由上而下	教室氣氛與文化	.206	.536	9.720**
	教學知能與知覺	.774	.880	9.785**

*p < .05; **p < .01

四、不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」後測對兩構面延後測的數學學習成效預測

本研究針對問題四探討不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」後測對兩構面延後測的數學學習成效預測。

由表 13 得知，實施數學解題策略教學之後測預測變項在不同知識創造管理模式皆為「教室氣氛與文化」及「教學知能與知覺」兩構面之後測得分，在由中而上而下知識創造管理模式中，「教室氣氛與文化」預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋力最佳，解釋量為 44.6%，「教學知能與知覺」預測變項的解釋量為 11.5%。在由下而上知識創造管理模式中，「教室氣氛與文化」預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋力最佳，解釋量為 73.7%，「教學知能與知覺」預測變項的解釋量為 6.0%。在由上而下知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋力最佳，解釋量為 74.5%，「教室氣氛與文化」預測變項的解釋量為 18.8%。

由表 14 得知，實施一般傳統式教學之後測預測變項在不同知識創造管理模式皆為「教室氣氛與文化」及「教學知能與知覺」兩構面之後測得分，在由中而上而下知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋力最佳，解釋量為 82.4%，「教室氣氛與文化」預測變項的解釋量為 14.9%。在由下而上知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋力最佳，解釋量為 87.2%，「教室氣氛與文化」預測變項的解釋量為 10.9%。在由上而下知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋力最佳，解釋量為 86.5%，「教室氣氛與文化」預測變項的解釋量為 11.8%。

表 13：實施數學解題策略教學於不同知識創造管理模式之構面後測對數學解題策略量表延後測之多元逐步迴歸分析摘要表

模式	後測預測變項	R^2	β	t
由中而上而下	教室氣氛與文化	.446	.668	4.75**
	教學知能與知覺	.115	.469	4.14**
由下而上	教室氣氛與文化	.737	.858	8.85**
	教學知能與知覺	.060	.299	2.87**
由上而下	教室氣氛與文化	.188	.499	9.05**
	教學知能與知覺	.745	.863	8.35**

*p < .05; **p < .01

表 14：實施一般傳統式教學於不同知識創造管理模式之構面後測對數學解題策略量表延後測之多元逐步迴歸分析摘要表

模式	後測預測變項	R^2	β	t
由中而上而下	教室氣氛與文化	.149	.438	12.213**
	教學知能與知覺	.824	.908	11.459**
由下而上	教室氣氛與文化	.109	.424	12.565**
	教學知能與知覺	.872	.934	13.831**
由上而下	教室氣氛與文化	.118	.442	13.918**
	教學知能與知覺	.865	.930	13.385**

*p < .05; **p < .01

伍、結論與建議

一、結論

(一)不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」--「教室文化與氣氛」構面及「教學知能與知覺」構面在後測、延後測具有顯著組別差異及其在延後測具有交互作用

1. 不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面後測上，沒有交互作用存在。
2. 實施不同教學之國中七年級生在「數學解題策略」兩構面後測上，具有差異存在。

實施數學解題策略教學的受試學生在「數學解題策略」兩構面後測之平均得分皆高於一般傳統式教學的受試學生，顯示在後測中，實施數學解題策略教學對學習者之數學學習成效較佳。

3. 實施不同模式之國中七年級生在「數學解題策略」兩構面後測上，具有差異存在。國中七年級生在「數學解題策略」之「教室氣氛與文化」構面上之數學成效表現，由中而上而下及由下而上之知識創造管理模式皆優於由上而下之知識創造管理模式。教學知能與知覺構面上之數學成效表現，由中而上而下之知識創造管理模式優於由下而上之知識創造管理模式，由下而上之知識創造管理模式則優於由上而下之知識創造管理模式。兩構面皆顯示由中而上而下之知識創造管理模式對學習者數學學習成效較佳。
4. 不同教學、知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面延後測上，有交互作用存在。在教學因子與不同知識創造管理模式條件下，顯示在延後測，實施數學解題策略教學雖然對於三種知識創造管理模式各構面都具有顯著性影響，但對於由下而上知識創造管理模式確是最為有效。在模式因子與不同教學條件下，顯示在延後測，由中而上而下及由下而上知識創造管理模式能對兩種教學實施在兩構面產生顯著性影響，尤其以實施數學解題策略教學影響最鉅。

(二)不同教學、知識創造管理模式在不同測量階段對「數學解題策略」之後設解題具有顯著組別差異

1. 實施數學解題策略教學之由中而上而下及由下而上知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，皆產生差異性影響。兩模式延後測的兩構面得分皆優於前測與後測，顯示此種組合可確使學習者後設解題策略持續發酵，「教室氣氛與文化」之環境知覺及「教學知能與知識」之知識知覺充分展現計畫、修正、監控、評鑑等後設處理模式。
2. 實施數學解題策略教學之由上而下知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，也產生差異性影響。唯獨相異於前者為模式後測的兩構面得分優於前測與延後測，顯示此種組合對於學習者後設解題策略無法產生後續影響，只能針對學習者數學認知部分產生復誦、精緻化、組織等訊息處理模式。
3. 實施一般傳統式教學之由上而下知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，產生差異性影響。模式延後測的兩構面得分優於前測與後測，顯示此種組合，仍可使學習者後設解題策略持續進行，唯獨各階段之得分表現並不如實施數學解題策略教學之優越，教學實施之不同可見一般。
4. 實施一般傳統式教學之由下而上知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，產生差異性影響。模式延後測的「教室氣氛與文化」構面得分優於前測與後測，顯示模式之此一構面，雖不若實施數學解題策略教學之顯著影響，但依舊可讓學習者後設解題策略持續進行；模式後測的「教學知能與知覺」構面得分優於前測與延後測，顯示此種組合在「教學知能與知覺」之知識知覺取向對於學習者後設解題策略無法產生後續影響。
5. 實施一般傳統式教學之由上而下知識創造管理模式在「數學解題策略」兩構面的各階段比對，產生差異性影響。模式前測的兩構面得分優於後測與延後測，顯

示此種組合對於學習者數學認知與後設解題策略完全無法影響與助益。

(三)不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」前測對兩構面後測的數學學習成效具有顯著預測作用

1. 實施數學解題策略教學，在由中而上而下知識創造管理模式中，只有「教學知能與知覺」構面之前測預測變項對數學解題策略量表後測產生顯著性預測，表示在此教學與模式組合中，此構面得分愈高，愈能在數學解題策略量表後測有優越表現。在由下而上及由上而下知識創造管理模式中，「教室氣氛與文化」構面之前測預測變項對數學解題策略量表後測的解釋力最佳，顯示在此二者之教學與模式組合中，此構面得分愈高，愈能在數學解題策略量表後測有優越表現，「教學知能與知覺」構面之前測預測變項對數學解題策略量表後測的解釋量次之，預測結果雖不若前項構面顯著，但仍具預測力表現。
2. 實施一般傳統式教學，在由中而上而下、由下而上及由上而下知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」構面之前測預測變項對數學解題策略量表後測的解釋力最佳，顯示在這三者之教學與模式組合中，此構面得分愈高，愈能在數學解題策略量表後測有優越表現，「教室氣氛與文化」構面之前測預測變項對數學解題策略量表後測的解釋量次之，預測結果雖不若前項構面顯著，但仍具預測力表現。

(四)不同教學、知識創造管理模式之「數學解題策略」後測對兩構面延後測的數學學習成效具有顯著預測作用

1. 實施數學解題策略教學，在由中而上而下及由下而上知識創造管理模式中，「教室氣氛與文化」構面之後測預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋力最佳，顯示在這二者之教學與模式組合中，此構面得分愈高，愈能在數學解題策略量表後測有優越表現，「教學知能與知覺」構面之後測預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋量次之，預測結果雖不若前項構面顯著，但仍具預測力表現。在由上而下知識創造管理模式中，則以「教學知能與知覺」構面之後測預測變項對數學解題策略量表後測的解釋力最佳，顯示此教學與模式組合，構面得分愈高，愈能在數學解題策略量表延後測有優越表現，「教室氣氛與文化」構面之後測預測變項的解釋量次之，預測結果仍具顯著表現。
2. 實施一般傳統式教學，在由中而上而下、由下而上及由上而下知識創造管理模式中，「教學知能與知覺」構面之後測預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋力最佳，顯示在這三者之教學與模式組合中，此構面得分愈高，愈能在數學解題策略量表延後測有優越表現，「教室氣氛與文化」構面之後測預測變項對數學解題策略量表延後測的解釋量次之，預測結果仍具顯著表現。

二、建議

(一)研究主題方面

學校環境、教師教學應執著於知識經濟所帶來的衝擊，知識是透過交換活動、環境賦與、策略實施等進行知識的應用，多元發展的九年一貫課程面臨此一挑戰，自是不能置身於外，需將知識以最具效率與品質的功能性運作於學習者的學習。在數學領域中，數學解題策略教學強調學習環境與教學知能的並行，正視教室氣氛與文化、重視教學知

能與知覺，能掌握住教學與學習之策略性定義，以之放諸實施，見其功效，而知識創造管理模式則強調管理的屬性植基，講求人力資源（學生、教師、行政）的發展，將知識的內隱、外顯適時展現，同時強調管理、創造的知識應用，實為數學解題策略教學的一大助益。數學解題策略教學在由中而上而下知識創造管理模式，充分表現分工（團隊意識）－整合（管理統整）－分工（各司其能）的活化教學，這活化教學意旨數學解題策略教學的管理賦與，展現精緻化與監控性的回饋處理模式；在由下而上知識創造管理模式中則將分工（專業自主）充分表露於自主教學，學生與教師為教學主體，學生扮演著主導的角色，影響教學的進行，教師根據其角色之扮演營造學習環境與策略，協助學習者充分學習。本研究提出此研究觀點是希望教師教學可依其環境屬性與教學知能，在策略教學與管理模式的相呼應下，創造出教師教學及學生學習的另一片天空。

(二)研究對象方面

本研究的研究對象為九十一學年度入學之國中七年級生，是九年一貫課程於國中實施的第一批學生，若為建立此教學與模式之組合研究，爾後方向可朝相同年級入學之學生，陸續進行相同研究，因九年一貫課程在國小實施階段不一，可探討這些學生在不同教育背景下，面臨問題解決之應對方式與策略。另外，九年一貫課程之實施在此教學與模式之組合中，對男、女學生之數學認知與後設認知之策略採用，亦為爾後之研究方向。

(三)研究工具方面

本研究之數學解題策略量表著重「教室文化與氣氛」及「教學知能與知覺」兩構面，「教室文化與氣氛」構面強調環境知覺取向，「教學知能與知覺」構面強調知識知覺取向，兩者取向蘊含組織知識創造管理模式之應用層面。爾後之研究可針對研究主題之屬性，對此兩構面，依其屬意之權重增刪題項，以增加其研究主題之問卷信、效度。

(四)研究領域方面

本研究之結論可作為九年一貫課程之領域教學的研究借鏡。以自然與生活科技領域為例，其課程非常強調日常生活之問題探究，若以研究者提出之教學與模式組合，運用於此，必是有另一番見解與發現。

參考文獻

1. 向天屏（2002）：國中小學生成就目標導向、學習策略使用與學業成就關係之研究。彰化師大教育學報, **2**, 123-170。
2. 何仕仁（2000）：淺談科學化的教學歷程。科學教育研究與發展季刊, **17**, 25-30。
3. 李仁芳（1990）：管理心靈。台北市：商略印書館。
4. 林清山和程炳林（1996）：國中生自我調整學習因素與學習表現之關係暨自我調整之閱讀理解教學策略效果之研究。教育心理學報, **28**, 15-57。
5. 許士軍導讀/巫宗融譯（2001）：哈佛商業評論—突破性思考。台北市：天下文化。
6. 涂金堂（2002）：國小學生數學文字題知識結構之評量。教育與心理研究, **25**, 369-399。
7. 陸正威（1998）：同儕交互指導數學解題方案對於國小學童數學解題表現、數學焦慮及後設認知影響之實驗研究。新竹市：國立新竹師範學院碩士論文（未出版）。
8. 陳竹村（2001）：國小數學解題工具發展模型的探討。花蓮師院學報, **13**, 149-167。
9. 陳李綢（1992）：認知發展與輔導。台北市：心理出版社。

10. 陳淑琳（2001）：國小二年級學童乘法文字題解題歷程之研究—以屏東市一所國小為例。屏東市：國立屏東師範學院碩士論文（未出版）。
11. 陳嘉成（1999）：成就目標、動機氣候、自我歷程與自我調整策略、持續學習動機和數學成就之關係。台北市：國立政治大學博士論文（未出版）。
12. 程炳林和林清山（2001）：中學生自我調整學習量表之建構及其信效度研究。中國測驗學會測驗年刊, **48**(1), 1-41。
13. 程炳林（2002）：多重目標導向、動機問題與調整策略之交互作用。師大學報, **47**(1), 39-58。
14. 楊榮祥和 Fraser, B.（1998）。台灣和西澳科學教室環境的合作研究－研究架構、方法及對台灣科學教育的省思。科學教育學刊, **6**(4), 325-342。
15. 張新仁（1989）：學習策略訓練之初探。教育文粹, **18**, 86-94。
16. 張煌熙（1993）。班級環境品質的改善。載於黃政傑等主編：班級經營—理念與策略（pp. 75-111）。台北市：師大書苑。
17. 張景媛（1994）：國中生數學學習歷程統整模式的驗證及應用：學生建構數學概念的分析及數學文字題教學策略的研究。台北市：國立台灣師範大學博士論文（未出版）。
18. 張景媛、呂玉琴、何縕琪、吳青蓉和林奕宏（2002）：多元思考教學策略對國小教師數學教學之影響暨教師專業成長模式之建構。教育心理學報, **33**(2), 1-22。
19. 劉湘川、許天雄和林原宏（1993）：問題解決的研究與教學。國教輔導, **33**(2), 13-18。
20. 歐陽鍾仁（1991）：科學教育概論。台北市：五南。
21. 魏明通（1997）：科學教育。台北市：五南。
22. 謝廣全（2002）：國民中學數學科教學與學習問題之分析研究。彰化師大教育學報, **2**, 1-36。
23. Armstrong, T. (1994). *Multiple intelligence in the classroom*. Copyright by Association for Supervision and Curriculum Development.
24. Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
25. Bloom, B. S. (1974). An introduction to mastery learning theory. In J. H. Block (Ed.). *School, society and mastery learing* (pp. 333-352). New York: Holt, Rinehart & Winston.
26. Bull, S., & Solity, J. (1987). *Classroom management*. New York: Croom Helm.
27. Drucker, P. F. (1991). The new productivity challenge. *Harvard Business Review, 69*(6), 69-79.
28. Gagne, R. M. (1985). *The conditions of learning (4th ed.)*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
29. Haladyna, T. & Thomas, G. (1979). The attitudes of elementary school children taward school and subject matters. *Journal of Experimental education, 48*(1), 18-23.
30. Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, *39*, 31-36.
31. Mayer, R. E. (1987). *Educational Psychology: A cognitive approach*. Boston: Little, Brown and Company.
32. Mayer, R. E. (1992). Thinking, problem solving, cognition (2nd ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
33. Nolen, S. B. (2003). Learning environment, motivation, and achievement in high school science. *Journal of Research in Science Teaching, 40*(4), 347-368.
34. Nonaka, I. & Takeuchi, H. (1991). The knowledge-

creating company. *Harvard Business Review, 69*(6), 96-104.

35. Paris, S. G., & Paris, A. H. (2001). Classroom applications of research on self-regulated learning. *Educational Psychologist, 36*(2), 89-101.
36. Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
37. Rao, N., Moely, B. E., & Sachs, J. (2000). Motivational beliefs, study strategies, and mathematics attainment in high- and low-achieving Chinese secondary school students. *Contemporary Educational Psychology, 25*, 287-316.
38. Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press.
39. She, H. C., & Fisher, D. (2002). Teacher communication behavior and it's association with students' cognitive and attitudinal outcomes in science in Taiwan. *Journal of Research in Science Teaching, 39*(1), 63-78.
40. Takeuchi, H. & I. Nonaka. (1986). The new product development game. *Harvard Business Review, 64*(1), 137-146.
41. Heuvel-Panhuizen, M. (1996). *Assessment and realistic mathematics education*. Utrecht: CD-b Press.
42. Wolters, C. (1998). Self-regulated learning and college students' regulation of motivation. *Journal of Educational Psychology, 90*(2), 224-235.

How Different Teaching and Knowledge-Creating Management Models Affect Students' Math Learning in Junior High

Shih-Jen Ho[1] and Tai-Chu Huang[2]

Graduate Institute of Science Education, National Kaohsiung Normal University

Abstract

The purpose of this research is to examine the interaction of the Mathematical problem solving strategy with different teaching and knowledge-creating management models. The researcher examined the differences between post and retention tests in terms of the classroom culture and atmosphere and in terms of teaching intellectual capacity. Also examined were the effects on the tests at different times and on the prediction in mathematical learning efficiency after using the Mathematical problem solving strategy. There were 180 seventh grade students from six classes in three junior high schools in middle Taiwan participating the teaching experiment. Each school provided 2 classes with about 30 students each. The researcher used a class as a unit and assigned them to treatments randomly with one being the experimental group and the other the control group. The researcher implemented the Mathematical problem solving strategy scale model himself, collected the information and conducted a two-way ANCOVA, repeated measures analysis and multiple stepwise regression with SPSSWIN.

The results of combining the Mathematical problem solving strategy with different teaching and knowledge-creating management models shows:

1. Significant differences in posts and retention tests in terms of classroom culture and atmosphere and in terms of teaching intellectual capacity.

2. Significant differences in tests at different times after using the Mathematical problem solving strategy.

3. Significant prediction after using the Mathematical problem solving strategy.

Key words: Knowledge-creating Management Model, Mathematical Problem Solving Strategy.