

# 以心智圖做爲筆記工具對國小五年級學生在數學科的學習成效之研究

\*黃一泓、\*\*王貞雯

\*國立臺中教育大學數學教育學系副教授

\*\*臺中市文心國民小學教師

## 摘要

本研究採準實驗研究設計，旨在探討教導學生採用心智圖(mind map)作爲筆記工具時，對國小五年級學生在數學科的學習成效及學習態度上之改變情形。實驗組採利用心智圖法教學策略，控制組採傳統教學策略，並進行總結性評量、心智圖評分、學習意見調查。針對所得資料進行獨立樣本 $t$ 檢定、單因子變異數分析、積差相關與百分比統計分析。研究發現：一、第一次總結性評量兩組分數未達顯著差異，第二次(延宕後測)分數達顯著差異，顯示使用心智圖法教學策略在學習效果保留上優於使用傳統教學的班級。二、延宕後測成績與心智圖總得分、邏輯架構能力、關鍵字能力呈顯著正相關；與圖像色彩能力亦呈正相關，但未達顯著水準。三、多數學生喜歡以分組合作學習方式完成心智圖，認爲心智圖法能幫助概念理解及數學學習。



關鍵詞：心智圖法、心智圖數學筆記、學習成效保留、合作學習

收件日期：2011年10月11日

修正日期：2011年12月22日

## 壹、緒論

### 一、研究動機

九年一貫課程綱要中指出數學能力是國民素質的一個重要指標，也是基礎科學的工具。數學是依循嚴謹的邏輯程序而發展成的一個知識體系，它的特點在於能從問題的本質來探究其內在深層的結構。數學的敘述是一種抽象形式的語言，這種抽象性的本質是一般人學習數學的最大障礙（教育部，2008）。因此，儘管數學的學習是非常的重要，但是在教學的實務上，數學常是學生最不喜歡的學科。

教育部於1997年對中小學學童課程喜好程度做調查，結果顯示有三分之一的國小學童最害怕的課程是數學，而隨著年齡增加，不喜歡數學的比例也逐漸增加，國中生則高達四成六對數學產生恐懼害怕（陳淑美，1998）。2007年國際教育成就調查委員會（IEA）進行「國際數學與科學教育成就趨勢調查」（TIMSS）發現：台灣八年級學生的數學表現全球第一，但喜歡數學的程度是全球倒數第十；國小四年級學生數學表現全球第二，喜歡數學的程度，在全球受測國家中敬陪末座（親子天下，2009）。為何學校的數學教育會讓孩子討厭數學？實在值得教學者深思。

Bruner的發現學習理論(discovery learning)強調學習動機與概念結構的重要性。學童的學習動機是很多元複雜的，其中內在動機產生的驅力是最強的，當孩子對某個主題越有興趣，就越願意排除萬難，加倍努力去探索；當努力有代價，成就感又回頭影響興趣，於是興趣更高，形成一個良性循環，學習本身就是一種美好的體驗(Lehmann, 2008；賓靜蓀譯，2008)。

而教師在引導學生主動學習所應扮演的角色為何？真正的學習是以學習者為中心，讓學習者主動去處理接收到的資訊，自行建構數學概念。教師應依照學生已有的數學概念去選擇教材，以符合學生思考模式的方式呈現教材，鼓勵學生自己去思考、比較、對照、歸納，運用學生喜愛的學習策略，主動發現教材中所含的概念，數學公式背後的原理，達到真正的理解，甚至產生學習遷移的效果。

研究者在教學現場中發現：學生在數學學習上相當依賴老師，往往被動的照單全收；習慣記憶公式，利用公式解題，卻無法運用在具有相同概念的非例行性題目；在學習一個新的數學單元時，未能發現和之前學過的概念是有關聯性的，而把它當成是一個「全新」的單元重新學習，浪費了許多時間。因此，學習如何整理分析資訊，將數學不同單元間相關概念清楚的傳授給學生，增進學生建構數學概念結構的能力，降低學生對老師的依賴，是研究者經常思考的課題。此外，在每一次總結性評量之後，學生常常很快就忘記所學過的數學知識，研究者希望提供給學生一個有效的學習工具，延長學習保留效果，遇到類似題型能迅速提取、運用記憶，獲得良好的學習成效。

心智圖(mind map)，又稱腦圖、心智地圖、腦力激盪圖、思維導圖、靈感觸發圖、概念地圖、樹狀圖、樹枝圖或思維地圖，是由英國的 Buzan 於1970年代提出的一種圖像式思維的工具，透過在平面上的一個主題出發，畫出相關聯的對

象，像一個心臟及其周邊的血管圖，故稱為「心智圖」（維基百科，2011）。而心智圖法則是一種利用圖文並陳的方式，將思考或記憶的內容呈現在一張紙上的摘要式筆記術。

根據Piaget的認知發展階段，國小學童屬於具體運思期(concrete operations)，能將具體事物轉化成心像，發展一種內化的結構，可以在腦海裡進行內在的操弄、轉換、計算。因此，以圖像表徵作為此一階段學童數學概念學習的運思材料、溝通工具最為適合。國內已有許多學者先進運用圖形組體策略進行數學教學的相關研究，也獲致良好的成效，其中概念圖是被公認最符合學習心理學，也最常被使用在數學學習上的圖形組體策略(Skemp, 1971, 陳澤民譯，2007)。

心智圖與概念圖皆有概念層次分層的優點，而心智圖運用豐富的視覺顏色、符號與圖像，較概念圖更能吸引學生注意，對國小教師進行教學也比較簡單易行。此外，心智圖的開放特性可以隨時將任何想法加入，對螺旋式設計的課程結構比概念構圖更具有彈性。國內外已有多位學者提出將心智圖法運用在學習上的廣泛用途，包括：閱讀、記憶、創意、教學、評量等(Peter & Synder, 1998; Steyn & Boer, 1998; Mueller, Johnston & Bligh, 2002; Budd, 2004; Eriksson & Hauer, 2004; Trevino, 2005; 林嘉玲, 2003; 魏靜雯, 2004; 汪慶雲, 2005; 林燕琪, 2006; 劉冠姣, 2007; 楊純雅, 2008; 李虹秋, 2009; 王美宜, 2010)，但應用在國小學童數學學習的相關研究則闕如。因此，本研究試著將這種學習方法應用在數學課堂上，希望透過心智圖法教學，瞭解心智圖數學筆記對數學學習的成效，及學生對心智圖課程的接受程度，希望能對學生數學學習有所助益，也能提升自己的教學專業知能。

## 二、研究目的

基於上述研究動機，本研究之目的在於透過此次研究結果，瞭解心智圖數學筆記對數學學習的成效，是否能幫助學習保留的情形，以及學生對心智圖融入數學教學的接受程度，希望能提供學生更有效的學習策略，達到更好的教學成效。其具體目的的分述如下：

- (一) 學生能學會心智圖法並運用在數學科，作為有效的學習工具。
- (二) 探討接受「心智圖法教學」並使用心智圖筆記作為考試復習工具，與接受傳統教學的學生在紙筆成就測驗的表現上有無差異；在學習成效保留有無差異。
- (三) 為心智圖訂定一個在教學實務上簡單易行的評分規準，並探討心智圖的得分高低與學習成就的關聯性。
- (四) 探討接受「分組學習心智圖法」學生的意見與反應。

## 三、研究問題

基於上述研究目的，研究者擬利用四週時間進行心智圖教學，教導學生繪製心智圖筆記，並用以當作準備其中評量之複習工具探討學習成效，主要問題如下：

- (一) 學生能否學會心智圖法，作為數學科總結性評量有效的學習工具？
- (二) 接受「心智圖法教學」與接受傳統教學的學生在紙筆成就測驗的表現上差

異為何？在學習成效保留的表現差異為何？

(三) 是否能為心智圖訂定一個在教學實務上簡單易行的評分規準？心智圖的得分高低與學習成就的關聯性為何？

(四) 接受「分組學習心智圖法」的學生意見與反應為何？

## 貳、文獻探討

### 一、心智圖運用於數學教學的相關研究

心智圖自 Buzan 提出後，被廣泛運用於各領域，其相關研究也日益增多。心智圖法運用在學校教學的研究相關論文以語文領域佔多數，其次是啓發創意的研究，再其次是各學科領域學習成效的研究。Davis & Hersh (1981)建議在數學方面讓大腦的兩半合作是最好的方式，互相補其不足，並且提昇彼此能力。例如，左半球很適合分析和算術，右半球則適合空間任務、幾何學等。

Brinkmann (2003, 2005)認為心智圖法運用在數學教育具有下列用途：1.心智圖幫助組織訊息，開放的架構能讓想法延伸，並和舊概念相互結合。2.心智圖能加速學習、幫助記憶，並保留較久的時間。3.心智圖對避免重複和摘要重點有幫助。4.心智圖可以總結幾個學生的想法。5.心智圖有助於連接新訊息和先備知識。6.新概念可隨時被引入心智圖。7.心智圖讓學生認知的架構變成可見的。8.心智圖培養創造力。9.心智圖能連結數學與其他學習領域與非數學概念。

然而目前心智圖法運用在數學教學的研究很少，且大都是以大學生為研究對象，例如：Steyn 與 Boer(1998)以在數學與科學低成就的大學一年級學生為研究對象，比較應用心智圖法後的效果，結果發現使用心智圖法的學生，在數學與物理的學習成效上，都比未使用的學生高，但此研究並沒有考驗二者差異是否達顯著水準。

Entrekin (1992)的研究指出：在數學課使用心智圖介紹新概念，新概念在課堂中後半段逐步形成時，教師可以運用增加分支延長心智圖，幫助學生把未知的概念和已知的概念聯結起來。他以大學生為研究對象，發現在大學的代數與三角函數教學中使用心智圖，是一種有效的且有趣的工具，但研究中也發現：將心智圖法運用在大學的數學課程中，不保證學生對於公式推演能完全精熟，也不保證學生的計算過程有效，且因受限於學生的先備知識，學生的心智圖必須再經過修正才會正確。Higgins(1994)認為教導成人心智圖法後，有一半的人覺得心智圖法非常好用，有一半的人則因為缺乏架構，而無法在閱讀過程中自發性的使用。因此，若要使用在國小學童數學科教學上，一直被視為一項挑戰。

國內目前將心智圖法用於國小數學科教學的研究僅有廖惠認(2010)「心智圖在小學二年級數學教學的改善應用」。此研究以國小二年級學生為對象進行準實驗研究，結果發現將心智圖法運用於數學科九九乘法課程教學學習改善應用上，實驗組和對照組進步成效並不顯著；但進步的平均分數，實驗組是比對照組多，可見心智圖法運用在數學科九九乘法教學學習上的成效雖不顯著，但實質上仍有功效。

綜合以上研究結果分析發現，目前運用在數學科目的研究少之又少，因此，心智圖數學筆記對於數學學習成效之影響為何，應是相當值得加以探究的。研究者嘗試統整數學、藝術與人文、綜合活動三個領域設計教學活動，以國小學童最喜歡的繪畫為起點，發展出心智圖四步驟教學，並結合合作學習法，以學生為主體進行有意義的學習，將抽象的數學符號轉化成圖像表徵，並建構概念網絡，來協助學童最感困難的數學學習，期望能改善學童討厭數學的現象。

## 二、心智圖評分

心智圖的評量，因研究對象、研究目的、研究領域或學科特性的不同，會有不同的評量項目與計分標準。魏靜雯(2004)分析心智圖的評量方式大致有兩類，第一類以內容、想法與技巧為主，計分方式除了重視內容，也重視技巧以及獨創性的符號或想法，亦為本研究採用之評分方式。第二類計分方式與概念構圖評分方式相近，比較重視內容，對於字彙、概念和組織性加以計分。研究者將符合此簡單分類之心智圖評量方法，整理如下表1所示：

表1

心智圖評分標準(依魏靜雯之分類)

	研究者	評分標準	細項	分數
第一類	汪慶雲 (2005)	廣度	5分：主要分類之涵蓋所有重點	五分
			4分：比一般佳但仍可更好	
	林嘉玲 (2003)	深度	3分：分類一般	五分
			2分：試著分類但不理想	
(前五項標準二者相同，林嘉玲另增創一項標準)	顏色	1分：分類不清楚	二分	
		5分：細節有層次性、組織性		
符號	符號	4分：關鍵字做適度連結	二分	
		3分：確實寫出關鍵字		
		2分：有主要關鍵字出現		
		1分：關鍵字太長		
		2分：主幹與分支同一顏色		
		1分：有顏色但區分不確實		
		0分：只有單色		
		2分：使用符號且有說明		
		1分：使用符號但效果不佳		
		0分：未使用符號		

National Chung Hsing University (續下頁)

	研究者	評分標準	細項	分數
第一類	林嘉玲(2003)	箭頭	2分：在不同分支間用箭頭表示關連性 1分：僅在同一分支內使用箭頭 0分：未使用箭頭	二分
		創意 (林嘉玲)	4分：每個聯想接龍確實有層次表達關連性 3分：寫出自己想法且焦點在主題 2分：有想法但焦點不在主題上 1分：焦點不在主題上的聯想	四分
	莊景益 (2007)	廣度	2分：主幹涵蓋了所有的重點 1分：只涵蓋部分重點 0分：分類不清楚	二分
		深度	2分：關鍵字有層次性、組織性的呈現 1分：適度連結但不完整 0分：沒有支幹	二分
色彩		2分：主幹和支幹的線條同一顏色 1分：分枝的顏色重複 0分：同一顏色，或是沒有顏色	二分	
		箭頭和符號	2分：運用箭頭或符號表示關連性或方向性 1分：運用效果不佳 0分：均無運用	二分
第二類	Goodnough 與Long (2002)	字彙	4分：出現的科學專有名詞或概念達100% 3分：包含90-99% 2分：包含80-89% 1分：少於80%	四分
		科學專有名詞與概念的正確性	4分：對於概念或專有名詞有深層的瞭解 3分：在可接受的範圍 2分：只有粗淺的瞭解 1分：瞭解有限	四分
		顯示概念關係的組織性	4分：分支、概念、符號、文字、顏色的連結與呈現都很清楚 3分：大部分清楚 2分：連結十分有限 1分：很少或沒有連結	四分

資料來源：研究者自行整理

## 參、實驗設計與步驟

### 一、研究樣本

本研究以台中市某國小五年級學生進行研究，實驗教學之前，安排五年級十二班共 347 名學生進行數學能力起點行為測驗，以測驗結果分數差距最小的二個班級進行獨立樣本 t 檢定，確定其原始數學能力未達顯著差異，選定其中一個班級 34 人為實驗組，另一個班級 29 人為控制組。

### 二、研究設計

本研究採隨機取樣方式進行實驗，因此本實驗採用準實驗研究設計之不等組前後測設計，實驗組在傳統教學方法以外，另加入心智圖法教學(繪製心智圖筆記)，控制組採傳統教學方法，研究設計如表2 所示。

表2

研究設計

	組別	前測	實驗處理	後測	延宕後測 (postponed post-test)
實驗組	心智圖教學	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>3</sub>	O <sub>5</sub>
控制組	一般教學	O <sub>2</sub>		O <sub>4</sub>	O <sub>6</sub>

註：O<sub>1</sub>、O<sub>2</sub>：實驗組與控制組接受紙筆成就測驗一(即前測)。

X<sub>1</sub>：實驗組接受心智圖法教學，並繪製心智圖數學筆記。

O<sub>3</sub>、O<sub>4</sub>：實驗組與控制組接受紙筆成就測驗二(即後測)。

O<sub>5</sub>、O<sub>6</sub>：實驗組與控制組接受紙筆成就測驗三(即延宕後測)。

### 三、研究架構

本研究將教學方法作為自變項，學習教材、學習時間、受試者、測驗內容、測驗時距作為控制變項，而期中總結性評量紙筆成就測驗分數及延宕後測分數做為依變項，比較實驗組與控制組的紙筆成就測驗分數有否差異；四週後進行延宕後測，進一步比較實驗組與對照組學習效果保留之差異性。

### 四、研究工具

根據研究目的，研究者發展心智圖教學活動設計，並自編康軒版數學第九冊第一至第四單元紙筆成就測驗、心智圖評分表、心智圖學習經驗意見問卷，茲分述如下。

#### (一) 心智圖法教學活動設計

主要根據心智圖法原創者Buzan 的心智圖法，並參考心智圖法進階篇—多元

知識管理系統2(孫易新, 2002)、兒童版心智圖學習法一~五。(孫易新、陳資璧, 2005)、.心智圖聖經—心智圖法理論與實務篇(Tony Buzan、 Barry Buzan著, 孫易新譯, 2007)等書, 設計實驗組心智圖法教學活動共五節課, 教學內容摘要說明如下表3 所示:

表3

心智圖法教學內容摘要

節次	主 題	教學步驟摘要	作業與評量
第一節	心智圖法原理、規則	◎介紹心智圖法原理、規則 ◎圖像式心智圖 ◎教導自我介紹技巧 ◎如何以圖像式心智圖作自我介紹	繪製一張圖像式心智圖
第二節	心智圖架構與關鍵字擷取	◎如何繪製文字心智圖： 閱讀短文找出中心主題、 從句子中找出關鍵詞、 將關鍵詞分類找出主要支幹、關鍵字詞依序放入枝幹中、加入顏色、圖像、符號	重新快速繪製一張迷你文字心智圖
第三節	數學讀書筆記整理	◎選出前二節課優秀作業, 並說明好的心智圖之標準 ◎如何整理數學讀書筆記： 以單元名稱做中心主題、 以每小節作為主要枝幹、 將定理、概念、例題做為關鍵字填入分支	重新快速繪製一個數學單元之迷你心智圖
第四、五節	團體創作心智總圖	◎小組透過討論與分享提出心智總圖初步架構 ◎全班一同討論各組發表之想法, 互相回饋 ◎完成四個單元之心智總圖 ◎如何利用心智圖筆記做考前複習	重新快速繪製一張四個數學單元之心智總圖

本教學活動設計設計根據文獻探討為依據, 第一節教學內容主要以一則小故事引起學生動機, 並介紹心智圖法的原理及其規則; 透過觀賞 You Tube 網站上「以全圖像心智圖做自我介紹」之範例影片, 讓學生對心智圖架構有初步概念。後請學生口頭發表, 作自我介紹演練, 由研究者在黑板上代為呈現全圖像式心智圖。教學結束後規定回家作業: 完成一張全圖像之自我介紹心智圖, 如圖 1 所示。



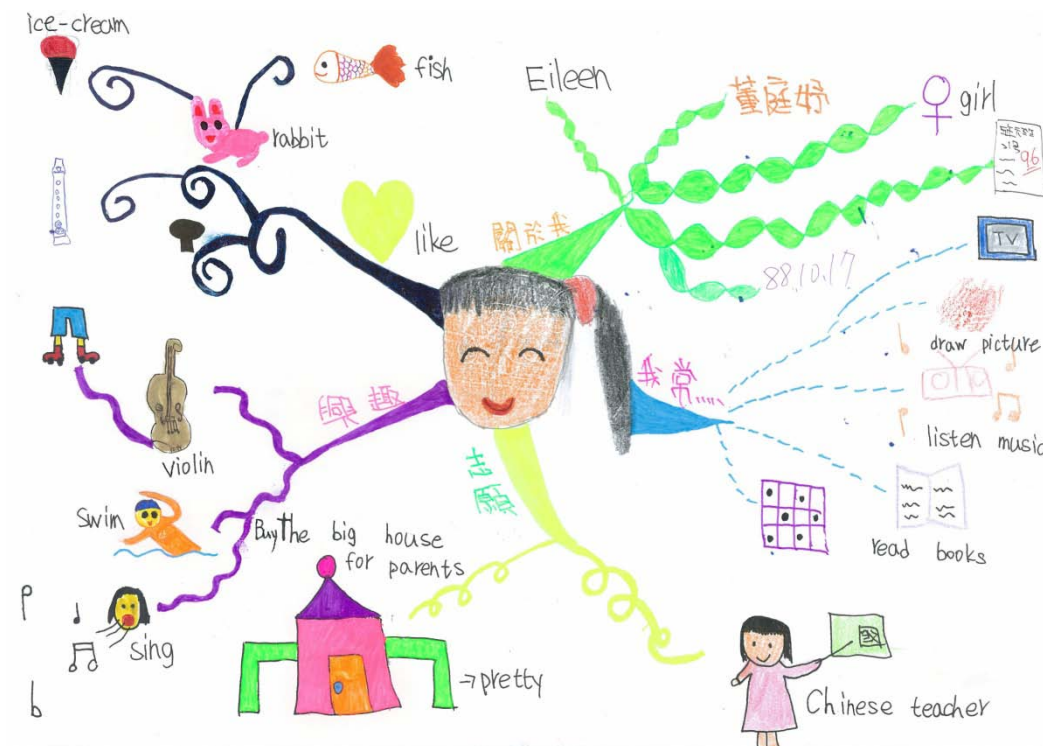


圖1 學生自我介紹之全圖像心智圖

第二節教學內容為文字迷你心智圖：經由閱讀與尋找關鍵字，將腦中產生的邏輯順序排列，或按照其屬性予以分類並繪成心智圖，教學結束後規定回家作業：完成一張文字迷你心智圖，如 2 所示；至此學生已具備基本之繪製心智圖之能力。

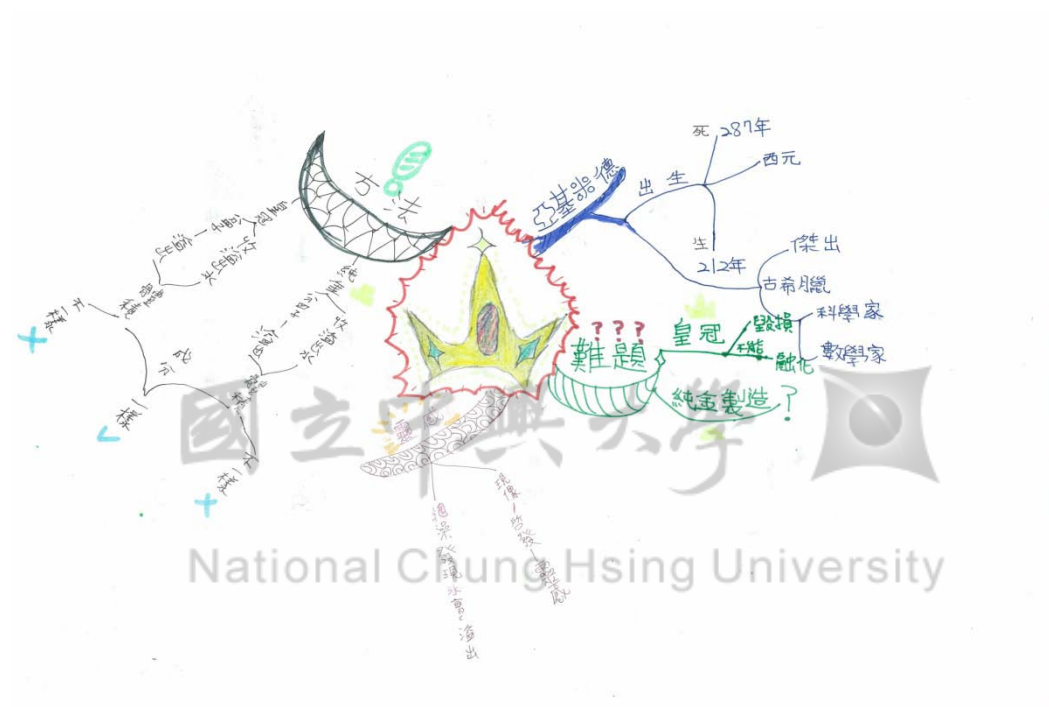


圖2 文字迷你心智圖

第三節課一開始先選出前二次作業之優異作品，並說明評分標準係符合心智圖繪圖規則，並將作業上傳至班級網頁供學生觀摩。再以康軒版數學第九冊第四單元因數與倍數為例，引導學生繪製圖文並茂之數學迷你心智圖；並將學生依數學起始能力測驗分數作異質分組，分配任務與回家作業—各單元之數學迷你心智圖，如圖 3 所示。

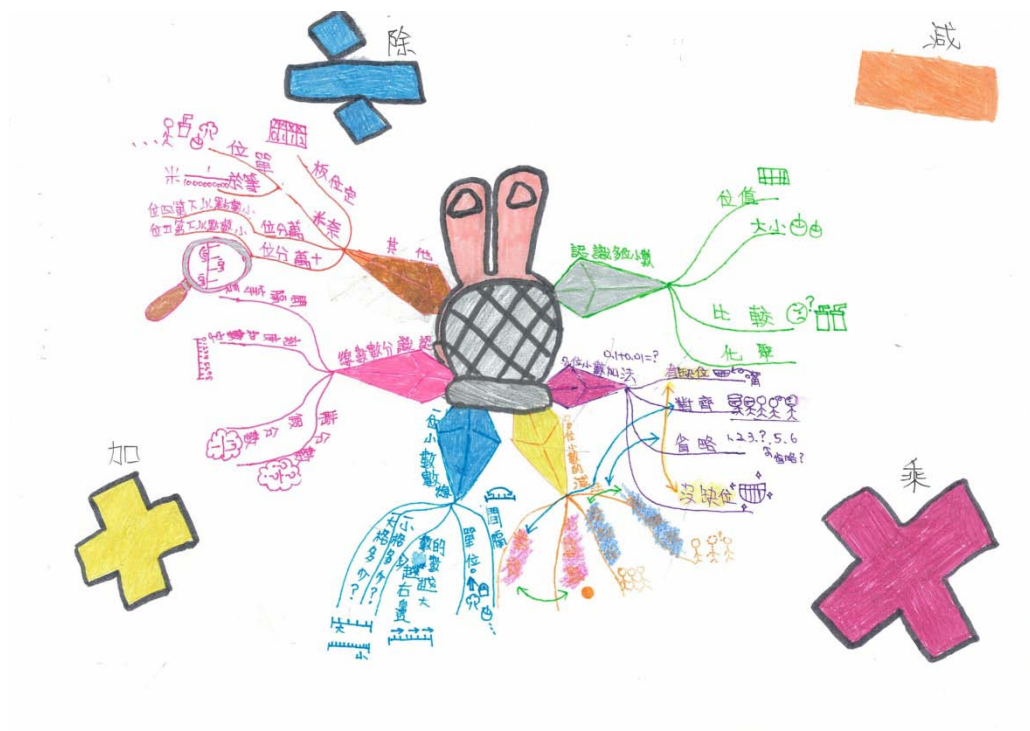


圖 3 數學迷你心智圖(第二單元 小數、分數的四則運算)

第四節、第五節採分組合作學習，繪製數學期中考範圍(一至四單元)之心智總圖。本研究採用的是由Johnson 等人於1987 年所發展出來的共同學習法 (learning together)，其方式是將學生在異質的分組團體中，以問答討論、分享觀念與互相解答問題，小組無法解決再請教老師，最後透過發表由全班同學互相給予口頭回饋，完成心智總圖，如圖4 所示。

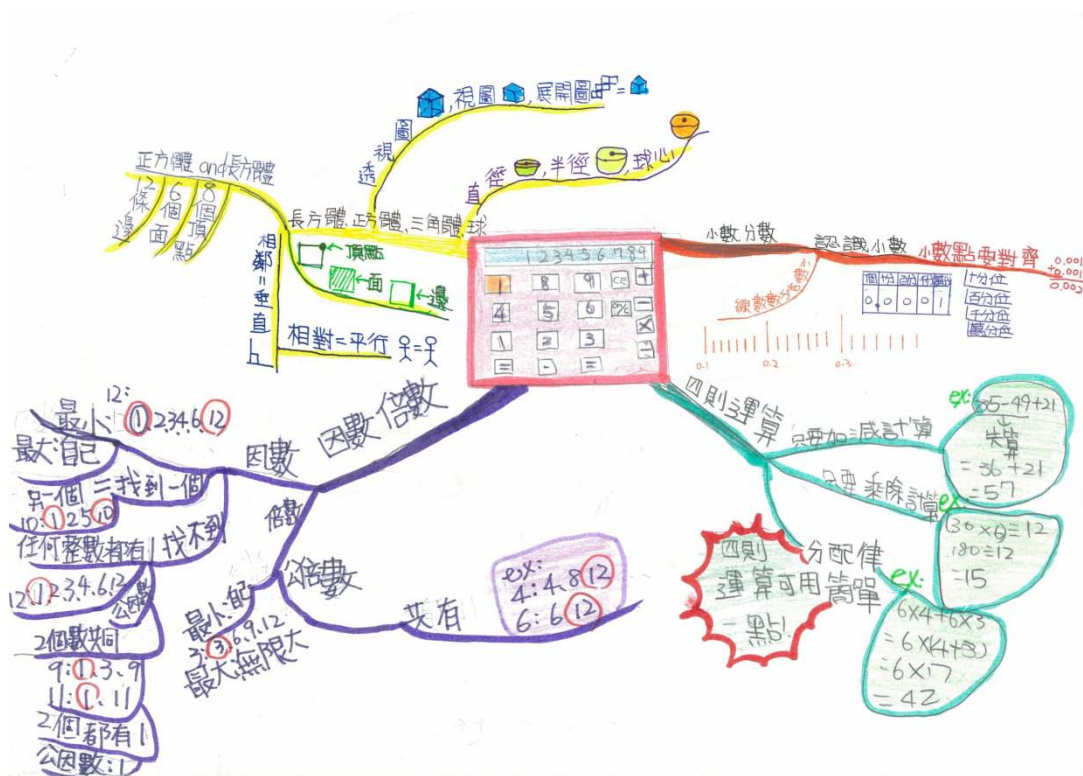


圖4 數學心智總圖

教學結束後，距離期中評量(後測)尚有一星期，研究者規定回家作業：重新快速繪製一張四個數學單元之心智總圖，並指導學生如何應用，做為考前複習之工具。

(二) 數學紙筆成就測驗(一、二、三)

本測驗以期中評量試題作為後測，再依據康軒版數學課本、習作及教師手冊，並與研究所指導教授及五年級老師共同討論後，編製而成紙筆成就測驗一(即前測)；期中評量為紙筆成就測驗二(即後測)；再將期中評量試題數字、題目順序稍作調整製作測驗三(即延宕後測)。前測信度為.873，後測信度為.939，延宕後測信度為.884，顯示皆具有良好信度。此三份試題皆經研究所指導教授及同校五年級十二位擔任數學科教學老師審閱，具專家效度與內容效度。

(三) 心智圖繪圖能力評分

為瞭解心智圖能力高低與學習成效之關係，需設計評分標準。研究者參考莊景益(2008)之理念而設計出「邏輯架構」(廣度)、「關鍵字」(深度)與「圖像色彩」三項度、十二細項評分規準之評分表，將學生心智圖能力予以量化以便於分析。此評分表之Spearman等級相關係數為.885( $p < .001$ )，研究者並整理出康軒版五年級上學期數學第一至第四單元之相關概念，並與研究所指導教授及五年級老師共同討論做成評分參考效標，具有良好之信度與內容效度。評分規準如下表4 所示：

表4  
心智圖評分規準

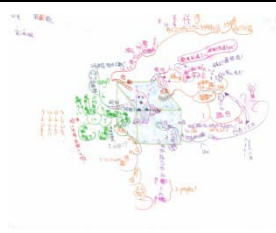

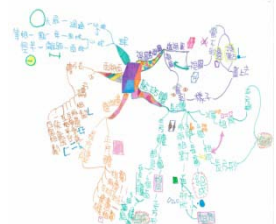
項度	繪圖類型	代號	給分
邏	主幹分類邏輯正確且具三個層次以上	A	2
輯	主幹分類邏輯不正確但具三個層次以上	B	1
架	主幹分類邏輯正確但層次少於三個	C	1
構	主幹分類邏輯不正確且層次少於三個	D	0
關	關鍵字擷取正確且顯示80%以上之重點	E	2
鍵	關鍵字過長或不正確但能顯示80%以上重點	F	1
字	關鍵字正確但內容重點少於80%	G	1
	關鍵字過長或不正確且內容重點有嚴重疏漏	H	0
圖	文圖並茂且使用三種以上顏色	I	2
像	文圖並茂但色彩貧乏	J	1
色	每一主幹使用不同顏色但無插圖	K	1
彩	只有文字無圖像且無彩色	L	0

依據上表之評分規準，將學生作品逐一評分予以量化分析，茲舉例如表5所示：

表5  
數學心智圖得分類型說明

學生作品	得分	類型代號	給分說明
	1分	DHK	D：主幹分類邏輯不正確且層次少於三個 H：關鍵字過長或不正確且內容重點有嚴重疏漏 K：每一主幹使用不同顏色但無插圖
	2分	DFK	D：主幹分類邏輯不正確且層次少於三個 F：關鍵字過長或不正確但能顯示80%以上重點 K：每一主幹使用不同顏色但無插圖
	3分	CGK	C：主幹分類邏輯正確但層次少於三個 G：關鍵字正確但內容重點少於80% K：每一主幹使用不同顏色但無插圖

(續下頁)

學生作品	得分	類型代號	給分說明
	4分	CGI	C：主幹分類邏輯正確但層次少於三個 G：關鍵字正確但內容重點少於80% I：文圖並茂且使用三種以上顏色
	5分	AGI	A：主幹分類邏輯正確且具三個層次以上 G：關鍵字正確但內容重點少於80% I：文圖並茂且使用三種以上顏色
	6分	AEI	A：主幹分類邏輯正確且具三個層次以上 E：關鍵字擷取正確且顯示80%以上之重點 I：文圖並茂且使用三種以上顏色

#### (四) 心智圖法學習意見問卷

為瞭解實驗組學生對利用心智圖法教學之意見，研究者依據學習態度、學習成效、功能應用三個面向，設計利用心智圖法學習意見問卷。問卷採李克特5等量表計分，根據學生對問題贊同的程度勾選非常贊成、贊成、普通、不贊成、非常不贊成，分別給予5分、4分、3分、2分、1分。經SPSS軟體統計，其 $\alpha$ 值為.947，顯示此份問卷具有良好信度。

#### 五、研究流程

本研究的流程分為教學前的準備階段、教學實驗的執行階段、教學實驗後的資料整理階段，研究流程圖如圖5 所示：

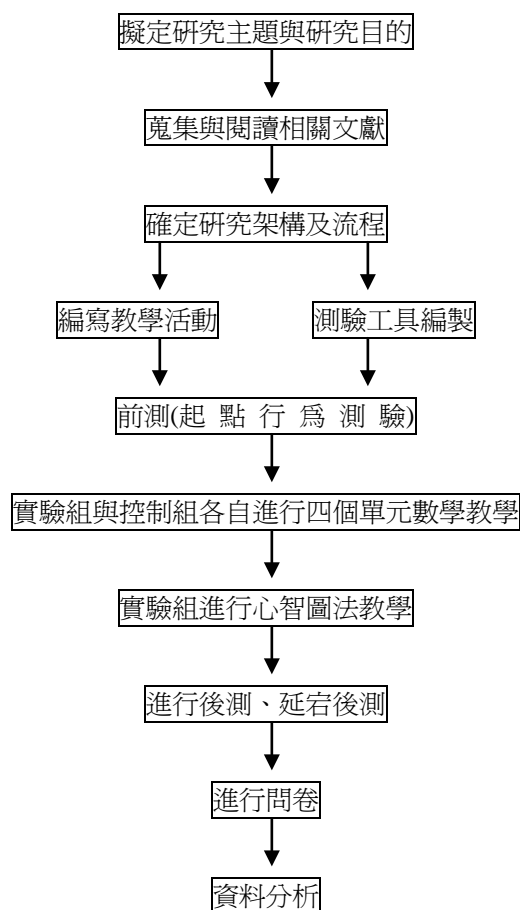


圖5 研究流程圖

## 六、資料分析

本研究資料分成學習成就測驗(前測、後測、延宕後測)、心智圖評量及學生對心智圖法學習經驗之意見分析三部分：(一)學習成就測驗針對前測、後測、延宕後測等筆試資料以簡單的描述統計做分析整理後，進行獨立樣本t檢定、共變數分析。(二)心智圖評量：將學生完成之心智圖加以評分，針對評分標準分為邏輯架構、關鍵字、圖像色彩三個項度及總得分，與延宕後測成績作Pearson相關係數分析，分析此四項分數與數學學習成就成績高低之相關性為何。(三)心智圖法學習經驗之意見分析：將實驗組學生對心智圖法學習意見調查表的作答反應，進行人數及百分比的統計，藉此瞭解學生對心智圖的接受度、實驗課程能否增進學習成效，以及日後是否繼續利用心智圖數學筆記策略共三面向的意見。

## 肆、實驗結果與討論

### 一、學習成效分析

由於研究對象剛經過重新編班，且由不同任課老師擔任數學科教學，因此實驗組與控制組由該班的老師分別以傳統方式進行數學四個單元的授課，之後利用研究者自行編製之試題進行總結性評量作為前測，以檢驗實驗組與控制組數學基本能力之差異情形。

表6

## 前測得分的描述性統計

總分	班級	個數	平均數	標準差
100	實驗組	34	77.03	16.80
	控制組	29	77.34	18.68

由表6得知：實驗組在前測筆試得分的平均分數為77.03、標準差為16.80；控制組在前測筆試得分的平均分數為77.34、標準差為18.68。由此可知，在前測部分的解題表現，實驗組的答對率(得分)略低於控制組，分數的分佈情形較控制組集中。由獨立樣本 $t$ 檢定知，同質性檢定未達顯著，表示變異數具有同質性， $t$ 值為-.071， $p=.944$ ，並未小於.05，也就是兩班在前測得分的平均數並未達顯著差異，說明了兩班原本的數學程度相當，差異不大。

前測結束後，實驗組於「藝術與人文」及「綜合活動」課另進行心智圖法教學四週共5節課，控制組依正常「藝術與人文」及「綜合活動」課程教學進度授課，實驗教學結束一週後進行後測，再經過四週後進行延宕後測，其得分情形如表7所示。

表7

## 後測、延宕後測得分的描述性統計

組別	人 數	後測		延宕後測	
		平均數	標準差	平均數	標準差
實驗組	34	85.91	13.90	81.26	18.95
控制組	29	84.41	15.25	68.79	25.43

為瞭解引入心智圖教學對學生數學學習成效的差異性，並排除不同教師授課之前測分數的影響，以前測分數為共變量，後測、延宕後測為依變量，教學法為自變項，進行獨立樣本單因子共變數分析，分析前先進行組內迴歸係數同質性考驗，以瞭解實驗組和控制組在實驗處理前的差異情形。

在後測部分：組內迴歸係數同質性考驗之 $F=.077$ ， $p=.782>.05$ ，未達顯著水準，符合組內迴歸係數同質性假定，接著進行共變數分析。

表8

學習成效後測分數之共變數分析摘要

變異來源	SS	df	MS	F	p
組間(教學法)	.801	1	.801	.018	.895
誤差	2714.230	60	45.237		

由表8 可知後測分數之共變數分析之 $F = .018$ ， $p = .895 > .05$ ，未達顯著水準，顯示實驗組與控制組在經過實驗處理後，在後測所得分數未達顯著差異。

在延宕後測部分：組內迴歸係數同質性考驗之 $F = 1.093$ ， $p = .300 > .05$ ，未達顯著水準，符合組內迴歸係數同質性假定，接著進行共變數分析如表9 所示。

表9

學習成效延宕後測分數之共變數分析摘要

變異來源	SS	df	MS	F	p
組間(教學法)	2434.338	1	2434.338	18.111	.000**
誤差	8064.898	60	134.415		

註： $p < .05$

由表9 可知延宕後測分數之共變數分析之 $F = 18.111$ ， $p = .000 < .05$ ，達顯著水準，顯示實驗組與控制組在經過實驗處理後，在延宕後測所得分數達顯著差異。

綜合上述數據資料，比較兩組學生的學習成效在排除前測分數影響後，調整後之平均分數如表10 所示：

表10

共變數分析調整後平均數

	前測	後測調整後 平均數	延宕後測調整後 平均數
實驗組	77.03	86.015 <sup>a</sup>	81.420 <sup>a</sup>
控制組	77.34	86.016 <sup>a</sup>	68.611 <sup>a</sup>
p值	-	.895	.000**

由表10得知：在立即效果方面(前測－後測差異)，實驗組進步8.985分，較控制組進步之8.676分還多，但未達顯著差異，顯示引入心智圖教學策略與否對學生一週後之測驗影響不顯著，但實驗組進步分數確實略高於控制組。

在學習保留成效方面(前測－延宕後測差異)：實驗組進步4.39分，控制組退步8.729分，且達顯著差異，顯示引入心智圖教學策略對學生四週後進行測驗時，學習記憶保留具有顯著影響，學習保留成效優於控制組。分析其可能原因如下：  
(一) 比起數學用語與符號，學生自行發展的圖形表徵有助於數學抽象概念轉化



成對學生有意義的訊息，進行有意義的學習。

(二) 心智圖的層次架構符合放射性思考的模式，與人類認知基模類似，數學的眾多概念可以透過心智圖組織成清楚簡明、圖文並茂的知識網絡，用連結的方式和強大的視覺效果可保留較久的時間。

(三) 心智圖運用多元智能的創意思維刺激活絡我們的大腦，集中注意力於真正的重點所在，此外再輔以重新繪製心智圖的複習策略，能幫助學生快速存取記憶。

## 二、心智圖能力與延宕後測的相關性分析

實驗組學生在心智圖能力總分得到6分有3人、5分有5人、4分有11人、3分有5人、2分有1人、1分有8人、0分有1人；其中以得4分的最多、其次為得1分。針對學生心智圖得分與延宕後測成績作Pearson相關係數分析，結果如表11 所示：

表11

實驗組心智圖得分與延宕後測成績之相關性

	<i>r</i>	<i>p</i> (雙尾)
心智圖總分	.557**	.001
邏輯架構	.579**	.000
關鍵字	.473**	.000
圖像色彩	.297	.088

由表11 可知，心智圖得分與延宕後測得分之Pearson 相關係數為.557 ( $p=.001$ )，顯示學生心智圖得分與延宕後測成績之相關顯著，即實驗組學生在心智圖得分較高者，其延宕後測分數也較理想。若進一步分析邏輯架構、關鍵字、圖像色彩三個向度與延宕後測成績之相關性，可以發現：後測得分與邏輯架構之Pearson 相關係數為.579，與關鍵字為.473，與圖像色彩為.297，皆為正相關。其中與邏輯架構及關鍵字呈顯著正相關，顯示數學能力與邏輯思考、擷取重點的能力關係密切，邏輯能力好的學生與能分類歸納資訊的學生，其數學成績較高。

而圖像色彩能力與數學成就測驗得分高低，相關性雖不如前二項度顯著，但圖像運用大量的大腦皮質技巧(如：色彩、樣式、線條、視覺律動與想像力等)，在學生認知過程的「成心像」階段更容易被大腦接受。根據Bull 與 Whittrock (1973)等人的研究，證明圖片比文字更易於記憶，大腦辨識記憶圖形的能力是無限的，如果是自己畫的圖像，又比圖片對記憶更有幫助。因此，圖像色彩乃是心智圖中結合左右腦之重要因素，而其連結方式與成效，則有待更進一步的研究。

## 三、學生接受心智圖教學之意見分析

為瞭解實驗組學生對心智圖圖教學的意見與想法，在實驗課程結束後，安排學生填答心智圖數學筆記學習經驗意見調查表。勾選非常贊成與贊成者為正向態度，勾選普通者為中立態度，勾選不贊成與非常不贊成者為負向態度。其統計結果如表 12 所示。

表 12  
心智圖學習態度人數百分比統計表

向 度	題 目	正向態度 人數 百分比	中立態度 人數 百分比	負向態度 人數 百分比
	1.我知道心智圖怎麼畫	26 (76.5%)	6 (17.6%)	2 (5.9%)
學 習 態 度	2.我覺得心智圖教學很有趣	13 (38.2%)	9 (26.5%)	8 (23.5%)
	3.我覺得畫心智圖很容易	17 (50%)	8 (23.5%)	9 (26.5%)
	4.我覺得畫心智圖是一種不錯的學習方法	19 (55.9%)	12 (35.3%)	3 (8.8%)
	5.我喜歡和同學一起完成心智總圖	21 (61.8%)	9 (26.5%)	4 (11.8%)
學 習 成 效	6.我覺得畫心智圖可以幫助我瞭解每個單元的內容	22 (64.7%)	8 (23.5%)	4 (11.8%)
	7.我覺得畫心智圖可以幫助我瞭解概念之間的關係	19 (55.9%)	10 (29.4%)	5 (14.7%)
	8.我覺得畫心智圖可以幫助我更清楚知道我在學什麼	24 (70.6%)	3 (8.8%)	7 (20.6%)
	9.我會用畫好的心智圖做考前的複習	15 (44.1%)	8 (23.5%)	11 (32.4%)
功 能 應 用	10.我覺得畫心智圖可以幫助我數學成績考得更好	13 (38.2%)	12 (35.3%)	9 (26.5%)
	11.我會繼續在數學科使用心智圖	13 (38.2%)	8 (23.5%)	13 (38.2%)
	12.我會想把心智圖這種學習方法用在其他科目上	14 (41.2%)	11 (32.4%)	9 (26.5%)

由表12 可知：在學習態度、學習成效、功能應用三個部份皆以持正向態度者居多，其中以學習態度持正向態度的人數比例最高、學習成效次之、功能應用居後。

(一) 在學習態度部份：有76.5%的學生知道如何畫心智圖；有38.2%的學生覺得心智圖教學很有趣、有50%的學生覺得畫心智圖很容易；有55.9%的學生覺得畫心智圖是一種不錯的學習方法；有61.8%的學生喜歡和同學一起畫心智圖。可見國小五年級學童對心智圖的接受度與理解力頗高，不會感到困難，也喜愛與同學

透過合作學習的方式共同完成。

(二) 在學習成效部份：有64.7%的學生覺得畫心智圖可以幫助瞭解單元內容；有55.9%的學生覺得心智圖可以幫助瞭解概念之間的關係；有70.6%的學生覺得心智圖可以幫助釐清自己在學些什麼。可見國小五年級學童理解心智圖的效用，也從中獲得對單元內容、數學概念的理解。

(三) 在功能應用部分：有 38.2%的學生覺得心智圖可以幫助數學考得更好、35.3%的學生持保留態度、26.5%的學生不贊成；有 38.2%的學生會繼續在數學科使用心智圖幫助學習、23.5%的學生持保留態度、38.2%的學生不贊成；有 41.2%的學生會運用在其他科目的學習上、32.4%的學生持保留態度、26.5%的學生不贊成。

綜合以上結果顯示：大多數學生覺得畫心智圖是容易、有趣的，如與別人共同合作更會有加分效果，但用在數學科比用在其他科目困難度較高。多數學生認為心智圖能幫助瞭解單元內容、概念連結，獲得有意義的學習，雖然少數信心不足，但透過老師的協助，仍會持續使用心智圖來幫助學習數學及其他科目。

## 伍、結論與建議

### 一、研究結果

本研究旨在瞭解利用心智圖對學生在數學概念學習，在數學學習成效、學習保留的影響及學生接受程度。茲將研究所得結果摘述如下：

#### (一) 學習成效分析

1. 實驗組與控制組在後測筆試得分的平均分數差異未達顯著水準，但實驗組得分略高於控制組，且分數的分佈情形較控制組集中。
2. 實驗組在延宕後測筆試得分的平均分數高於控制組，且達顯著差異水準。

#### (二) 心智圖能力與紙筆成就測驗相關性分析

1. 心智圖得分與延宕後測成績相關顯著，即實驗組學生在心智圖得分較高者，其延宕後測分數也較理想。
2. 邏輯架構能力及關鍵字能力與延宕後測成績呈顯著正相關，圖像色彩能力與數學成就測驗得分高低呈正相關，但相關性未達顯著。

#### (三) 學生對心智圖教學之意見分析

1. 在學習態度部份：大多數學生學會如何畫心智圖，覺得畫心智圖很容易、有趣，是一種不錯的學習方法，而且喜歡和同學一起畫心智圖。
2. 在學習成效部份：多數學生覺得畫心智圖可以幫助瞭解單元內容、瞭解概念之間的關係、幫助釐清自己在學些什麼。
3. 在功能應用部分：約有四成的學生覺得心智圖可以幫助數學考得更好，會繼續在數學科使用心智圖幫助學習，也會運用在其他科目的學習上。

### 二、結論

根據上述結果，本研究歸納出以下結論。

(一) 利用心智圖作為筆記工具，未能使兩組學生在數學總結性評量(後測)分數差異達顯著差異，可能是因為要將數學抽象概念轉化為圖形，對學生有其困難度存在；而分組合作學習需較長的時間進行討論、發表、回饋、反省，實驗教學的時間不夠。此外，學生對心智圖繪圖技巧上不熟稔，需花費太多時間，反而排擠了數學學習的時間，故學習成效未如預期。

(二) 而實驗組與對照組二班學生在延宕後測成績達顯著差異，顯示心智圖作為筆記工具能幫助學生快速存取記憶，用心智圖筆記記憶、複習、尋找重點，可以省下許多的時間。而數學的眾多概念可以透過心智圖組織成清楚簡明的知識網絡，具有強大的視覺效果，因此記憶的資訊能被保留較久的時間。

(三) 延宕後測成績與學生心智圖能力呈顯著正相關，即實驗組學生在心智圖得分較高者，其延宕後測分數也較理想。若進一步分析邏輯架構、關鍵字、圖像色彩三個向度與延宕後測成績之相關性，可以發現：延宕後測得分與邏輯架構能力、關鍵字能力呈顯著正相關，顯示數學能力與邏輯思考、擷取重點的能力關係密切，邏輯能力好的學生與能分類歸納資訊的學生，數學成績較高。而圖像色彩能力與數學成就測驗得分高低亦呈正相關，相關性雖不如前二項度顯著，但對於心智圖所主張的連結左右腦能力，有待更進一步的研究。

(四) 國小五年級學童對心智圖的接受度與理解力頗高，能從中獲得對單元內容、數學概念的理解，也喜愛與同學透過合作學習的方式共同完成心智圖。但用在數學科比用在其他科目困難度較高，部分學生信心不足，但透過老師的協助，仍會持續使用心智圖來幫助學習數學及其他科目。

### 三、未來研究的建議

根據研究結果和研究歷程，研究者就教學及未來研究提出以下建議作為參考。

#### (一) 將數學中程序性知識的技能融入心智圖的繪製

以數學這個學科而言，基本上它的知識組成可分為概念性知識及程序性知識，我們認為心智圖在提升學生對於數學概念性知識的關聯、理解、比較及分類應該是有成效的，但是對於程序性知識的練習及精熟，他的助益則較有限。因此，如何將數學中程序演練的技能進一步的融入到心智圖的繪製過程中，則是另一個提升心智圖做為數學科筆記工具的有趣主題。

#### (二) 引導學生主動建構心智圖

本研究的對象非研究者任教的班級，加上學生從未接觸過心智圖相關的學習方式，因此教學主要是以教師為主導，學生被動接受的模式進行。而研究者進行本研究之動機，乃是希望教師應以適合學生發展模式的方式呈現教材，引起學生與生俱來的興趣，鼓勵學生自己去思考、比較、對照，歸納，運用各種策略發現教材中所含的概念，數學公式背後的原理，自行建構知識。因此，若要讓學生達到真正的理解，甚至產生較大的學習遷移的效果，教師主導的模式就需轉變為以學生為中心，成效就可能更為顯著。

#### (三) 加入電腦心智圖軟體的應用

目前市面上有許多和心智圖相關的電腦軟體，例如：Mind Manager, Freemind, Imindmap 或 Novamind 等，使用相當方便，與手繪心智圖各具特色。如果學生的資訊能力及學校軟硬體設備許可的話，就可建議發展資訊融入的方式，以比較教學成效。

#### (四) 測驗工具的改良

本研究為適合教育現場第一線之教師使用考量，以研究者任教之台中市某國小五年級期中評量作為測驗工具，並以研究者自行設計之心智圖評分表作為評量心智圖能力之標準，雖然信、效度頗高，但仍有失之主觀之虞。未來如能採用更具有公信力的測驗工具，或設計更完善之心智圖評分標準及加入自評、互評的部份，研究結果或將更為客觀。

## 參考文獻

### 一、中文部分

- 李佩芬(2009年12月)。五招擺脫數學恐懼症。*親子天下*，9，101。
- 汪慶雲(2005)。「心智圖教學方案」對國小學生自然領域學習態度與成就影響之研究(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 林嘉玲(2003)。七年級學生健康與體育相關概念之行動研究(未出版之碩士論文)。國立體育學院，臺中市。
- 莊景益(2007)。心智繪圖結合摘要教學法與寫作教學法對國小四年級學生閱讀理解與寫作能力之行動研究(未出版之碩士論文)。國立屏東教育大學，屏東市。
- 孫易新(2002)。心智圖進階篇—多元知識管理系統2。臺北市：耶魯。
- 孫易新、陳資璧(2005)。兒童版心智圖法學習法。臺北市：浩域企管。
- 孫易新(2007)。心智圖法創造思考訓練方案對激發企業人士創造力成效之研究(未出版之碩士論文)。實踐大學，臺北市。
- 孫易新(譯)(2007)。心智圖聖經：心智圖理論與實務篇(原作者：Tony Buzan & Barry Buzan)。新北市：耶魯國際文化。
- 孫春在、林珊如(2007)。網路合作學習。臺北市：心理出版社。
- 教育部國民教育司(2008)。國民中小學九年一貫「新課程綱要」。取自 [http://www.edu.tw/eje/content.aspx?site\\_content\\_sn=15326](http://www.edu.tw/eje/content.aspx?site_content_sn=15326)
- 許素甘(2004)。展出你的創意：曼陀羅與心智繪圖的運用與教學。臺北市：心理出版社。
- 陳素宜、孫易新(譯)(2003)。心智魔法師：大腦使用手冊第29版。(原作者：Tony Buzan)。新北市：耶魯國際文化。
- 陳淑美(1998)。數學焦慮症新解。臺北市：光華出版社，23(7)，84-92。
- 陳澤民(譯)(2007)：數學學習心理學(原作者：Skemp R.R)。臺北市：九章出版社。
- 黎珈伶(2009)。全腦學習萬試通。臺北市：新自然主義公司。
- 黎珈伶(2010)。全腦學習策略課程發展及相關因素之研究(未出版之博士論文)。國立臺北教育大學，臺北市。
- 維基百科—心智圖。2011年2月4日。取自<http://zh.wikipedia.org>
- 賓靜蓀(譯)(2008)。學習動機—決定孩子學習成敗的關鍵(原作者：Ischta Lehmann)。臺北市：天下雜誌。
- 廖惠認(2010)。心智圖在小學二年級數學教學的改善應用(未出版之碩士論文)。大葉大學，彰化市。
- 魏靜雯(2004)。心智繪圖與摘要教學對國小五年級學生閱讀理解與摘要能力之影響(未出版之碩士論文)。國立臺灣師範大學，臺北市。
- 羅玲妃(譯)(2000)。全腦式速讀(原作者：Tony Buzan)。臺北市：一智出版社。
- 羅玲妃(譯)(2003)。心智繪圖思想整合利器(原作者：Tony Buzan & Barry Buzan)。臺北市：一智出版社。

## 二、英文部分

- Brinkmann, A. (2003). Graphical Knowledge Display – Mind Mapping and Concept Mapping as Efficient Tools in Mathematics Education. *Mathematics Education Review*, 16, 35-48.
- Brinkmann, A. (2005): Knowledge Maps – Tools for Building Structure in Mathematics, *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, [online journal], <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/brinkmann.pdf>
- Bull, B. & Wittrock, M. (1973). British Journal of Educational Psychology. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 43, 282-293.
- Buzan, Tony & Buzan, Barry. (2004). Original published in English by BBC Worldwide lane , under the title (The mind map book).
- Buzan, T., & Buzan, B. (1996). *How to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potential*. Retrieved from <http://www.peterussell.com/Mindmaps/HowTo.html>
- Davis, Philip J. & Hersh, Reuben. (1981). *The Mathematical Experience*. Boston: Birkhäuser.
- Entrekin, Virginia. (1992). Mathematical Mind Mapping. *The Mathematics Teacher* 85(6), 444-445.
- Gardner, H. (2006). A multiple intelligence approach to human gifts and talents. *Meeting Unique Needs of the Gifted Proceeding of the 9th Asia-Pacific Conference on Giftedness* (pp.25-34). Taipei: National Taiwan Normal University.
- Goodnough, K., Long, R (2002). Mind mapping: A graphic organizer for the pedagogical toolbox. *Science Scope*, 25(8), 20-24.
- Goodnough, K. and Woods, R. (2002), *Student and Teacher Perceptions of Mind Mapping: A Middle School Case Study*. Paper presented at the Annual Meeting of American Educational Research Association, New Orleans, 1st to 5th April 2002.
- Higgins, J. M., (1994) *101 Creative Problem Solving Techniques: The Handbook of New Ideas for Business*. Winter Park, FL: New Management Publishing
- Pehkonen, E. (1997). *The State-of-Art in Mathematical Creativity*. ZDM Vol. 29, 63-67.
- Peterson, A. R., & Snyder, P. J. (1998). Using mind maps to teach social problem analysis. (ERIC Document Reproduction Server No. ED424882)
- Steyn, T. & Boer, A. L. (1998). Mind mapping as a study tool for underprepared students in mathematics and science. *South African Journal of Ethnology*, 21(3), 125-132.

# **A Study of Learning Effectiveness by Using Mind Map as a Notes Tool in Mathematics for the Fifth Grade Elementary School Students**

**Yi-Hung Huang**

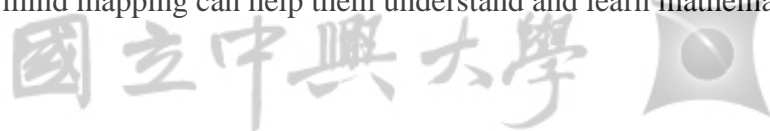
**Department of Mathematics Education  
National Taichung University of Education  
Associate Professor**

**Chen-Wen Wang**

**Taichung Municipal Wun-Sin elementary school  
Teacher**

## **Abstract**

The current study, a quasi-experiment, aims to explore how using mind map as a notes tool in learning mathematics affects elementary school fifth graders' learning effectiveness and their learning attitudes. The experimental group was taught to use the mind mapping strategy whereas the control group to use the traditional learning strategy. The students' summative evaluation, mind map scoring and learning opinions survey have been performed. The data were examined by applied independent sample *t*-test, ANCOVA (analysis of covariance), Pearson's product moment correlation and descriptive statistics. No significant difference was found between two groups' scores in the first summative evaluation. A significant difference, however, was found between the two groups' scores in the second summative evaluation (postponed post-test). This implies that using mind map strategy can help students retain learning effectiveness. The postponed post-test scores were significantly positively correlated with the total scores of mind map, logical structure ability, and keyword ability yet positively but not significantly with image color. Finally, most of the students responded that they preferred cooperative learning to complete mind maps and thought that mind mapping can help them understand and learn mathematics.



National Chung Hsing University

**Keywords:** Mind Map, Mind Mapping Mathematic Notes, Retention of Learning Effectiveness, Cooperative Learning.