

南 華 大 學

資訊管理學系

碩士論文

互動式電子白板運用於國中數學教學之行動研究
-以嘉義縣某國中為例

An Action Research on Junior High School Mathematics
Teaching with Interactive Electronic Whiteboard – A
Case Study on One Junior High School in Chiayi County

研 究 生：劉 信 宏

指 導 教 授：張 介 耀 博 士

中華民國一百零二年五月二十七日

誌 謝

在闊別大學校園十二年後，要再由老師的身份轉換成學生，內心感到既新鮮又害怕。兩年前隻身來到南華大學資管研究就讀碩專班，面對陌生的領域、不熟識的同學再加上工作壓力，壓得我喘不過氣，進而萌生休學念頭，所幸在系主任陸海文教授的開導之下，打消退意，而轉眼之間，我已經要畢業了，首先我要感謝他。

在職進修本就不輕鬆，兩年來自己在工作、家庭及學業上奔波，勞心勞力，身體健康一度亮紅燈，全賴老婆細心地打理與照料，才得以完成學業，讓我無後顧之憂，感謝老婆全力的支持與付出。

在南華大學就讀期間，感謝班上全體同學給我的關懷與協助，很高興能認識建忠、俊捷及仁豪這三位共患難的弟兄，在學業上互相扶持，順利完成老師交付的功課，感謝他們。

在論文研究期間，感謝梅山國中全體數學老師給予的協助及大林國中林茂誠主任的經驗分享，有了他們的幫忙，這篇論文才得以順利完成，非常謝謝他們。

最感謝的是恩師張介耀博士，張老師的思路清晰，對論文有獨到見解，不設限學生的研究方向，也不給學生太大壓力，但卻能用引導啟發的方式，解決我有關論文的疑惑，更逐字逐句地為我校正論文缺失，讓我如期完成論文，萬分感激；還要感謝陸海文教授及洪紹鑫教授，對本篇論文的指導與建議，讓論文更加完備。

最後，謹以此論文獻給我自己，為我兩年不曾請假的求學過程，做一最好的見證，感謝南華！

互動式電子白板運用於國中數學教學之行動研究 -以嘉義縣某國中為例

學生：劉信宏

指導教授：張介耀

南 華 大 學 資 訊 管 理 學 系 碩 士 班

摘 要

本研究在探討利用電子白板為教學媒介，比較「電子白板融入教學」與「傳統講述教學」對國二學生學習「數列與等差級數」單元後之學習成就、學習時效，並探討學生對於電子白板融入教學的態度及反應，期望可以提供國中教師未來在運用電子白板於數學教學上之參考。

本研究採準實驗研究法，研究對象為嘉義縣某國中之二年級兩班共34名學生，實驗組實施「電子白板融入教學」，控制組實施「傳統講述教學」，教學實驗期間，利用前後測得到量化資料；並採行動研究方式，進行拍照、攝影及教學觀察，並對實驗組學生進行訪談及施以回饋問卷，得到質性資料，彙整之後得到以下結論：

- 一、接受「電子白板融入教學」與「傳統講述教學」的兩組全體學生在學習成就及學習時效上均達到，而高、中、低分群學生雖未達到顯著差異，但仍具有正面效果。
- 二、接受「電子白板融入教學」與「傳統講述教學」的兩組低分群學生在數學學習態度上達到顯著差異；而在各層面分析上，兩組中分群

學生在「學習過程」層面達到顯著差異、兩組的全體學生及低分群學生則在「學習信念」層面達到顯著差異，由此可知，電子白板對學生的學習態度有正面的影響。

三、由回饋問卷及訪談記錄得知，實驗組學生大多數認為「電子白板融入教學」有助於數學學習，並且能提升學習興趣。

關鍵字：互動式電子白板、資訊融入教學、行動研究、數學學習成就、數學學習時效、數學學習態度。

An Action Research on Junior High School Mathematics Teaching
with Interactive Electronic Whiteboard

— A Case Study on One Junior High School in Chiayi County

Student : Liu, Hsin-hung

Advisor : Dr. Chang, Chieh-yao

Department of Information Management
The Graduated Program
Nan-Hua University

ABSTRACT

This study aims to explore the use of interactive electronic whiteboard for teaching media, and compares the effect on the eighth grade students of learning the topic of series with arithmetic progression in two methods: integration of interactive electronic whiteboard into teaching and traditional lecture method. This study also explores students' attitudes and reactions to both methods, which I hope can serve as a reference for junior high school teachers who use interactive electronic whiteboard in teaching.

I use quasi-experimental research in this study. A sample of thirty-four students from two different classes selected from the eighth grade in a junior high school in Chiayi were divided into the experimental group, which implemented the method of integration of interactive electronic whiteboard into teaching, and the control group, which implemented the traditional lecture method. During the experimental period, I got quantitative data by using pretests and post tests. As for the qualitative data, I used the method of action research-taking pictures, taping, and observing the learning process. Besides, I interviewed students in experimental group and got their feedback with questionnaires. The results are as follows.

First, all students in both groups achieved in math learning and lasting

learning performance. Although high-scoring , intermediate-level, and low-scoring students did not make significant progress in their learning achievement, the teaching methods still had positive influences.

Second, low-scoring students in both groups made a great progress in their learning attitude. Intermediate-level students in both groups made a big progress in their learning procedure. All students and low-scoring students made significant progress in their leaning faith. Therefore, interactive electronic whiteboard has a positive impact on students' learning attitude.

Third, in the feedback questionnaires and interviews, most of the students in the experimental group thought it was beneficial to integrate interactive electronic whiteboard into teaching and it can also enhance their interests in learning.

Key words : Interactive Electronic Whiteboard 、 Information Technology into Teaching 、 Action Research 、 Learning Performance of Mathematics 、 Lasting Learning Performance of Mathematics 、 Attitude towards Learning of Mathematics.

目 錄

誌謝	i
中文摘要	ii
英文摘要	iv
目 錄	vi
表目錄	vii
圖目錄	x
第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的與待答問題	4
第三節 研究範圍與限制	5
第四節 研究流程	6
第五節 名詞解釋	8
第二章 文獻探討	11
第一節 資訊融入教學的意義	11
第二節 電子白板	18
第三節 教學單元教材探討與教學策略	34
第四節 行動研究	38
第三章 研究方法	48
第一節 實驗設計	48
第二節 研究假設	51
第三節 研究期間及對象	52
第四節 研究方法與工具	57
第五節 資料分析與處理	65
第四章 資料分析與結果	68
第一節 學生數學學習成就的影響之探討	68
第二節 學生數學學習時效的影響之探討	73
第三節 學生數學學習態度的影響之探討	78
第四節 學生對電子白板融入教學之回饋	91
第五節 學生訪談資料之分析	97
第六節 教師觀察記錄的意見彙整	100
第五章 結論與建議	103
第一節 結 論	103
第二節 建 議	104
參考文獻	108
附錄一：教學活動設計教案	114
附錄二：成就測驗預試試卷	120
附錄三：數學態度學習量表	124
附錄四：電子白板融入數學教學之回饋問卷	126
附錄五：教師觀察記錄表	127
附錄六：學生訪談逐字稿	128

表 目 錄

表 2-1	電子白板在數學領域之相關研究.....	32
表 2-2	電子白板在其他領域之相關研究.....	34
表 3-1	電子白板融入數學教學之準實驗設計模式	48
表 3-2	研究實驗變項表	49
表 3-3	實驗組與控制組前三學期數學學期成績	53
表 3-4	實驗組與控制組數學學習態度量表前測成績	54
表 3-5	實驗組與控制組學生之起點行為比較	54
表 3-6	前三學期數學學期成績獨立樣本 t 檢定	55
表 3-7	數學學習態度量表前測獨立樣本 t 檢定.....	55
表 3-8	研究對象人數、性別及高、中、低群分配表	56
表 3-9	兩組的高、中、低群學生前三學期數學學期成績分配表.....	56
表 3-10	「數列與等差級數成就測驗」預試各試題難度與鑑別度.....	60
表 3-11	數學學習態度之學習因素分類及雙向題號表	61
表 3-12	數學學習態度量表各題項之分類及信度統計表.....	62
表 4-1	實驗組與控制組成就測驗後測之結果分析	68
表 4-2	實驗組與控制組的高分群成就測驗後測之結果分析.....	70
表 4-3	實驗組與控制組的中分群成就測驗後測之結果分析.....	71
表 4-4	實驗組與控制組的低分群成就測驗後測之結果分析.....	72
表 4-5	實驗組與控制組成就測驗延後測之結果分析.....	74
表 4-6	實驗組與控制組的高分群成就測驗延後測之結果分析.....	75
表 4-7	實驗組與控制組的中分群成就測驗延後測之結果分析.....	76
表 4-8	實驗組與控制組的低分群成就測驗延後測之結果分析.....	77
表 4-9	學生數學學習態度量表成績之共變數分析摘要表	78

表 4-10	學生數學學習態度量表成績之調整後平均數.....	80
表 4-11	高分群學生數學學習態度量表成績之摘要表.....	81
表 4-12	高分群學生數學學習態度量表成績之調整後平均數.....	82
表 4-13	中分群學生數學學習態度量表成績之摘要表.....	83
表 4-14	中分群學生數學學習態度量表成績之調整後平均數.....	84
表 4-15	低分群學生數學學習態度量表成績之摘要表.....	85
表 4-16	低分群學生數學學習態度量表成績之調整後平均數.....	86
表 4-17	學習慾望層面共變數分析.....	87
表 4-18	學習過程層面共變數分析共變數分析.....	88
表 4-19	學習方法層面共變數分析.....	89
表 4-20	學習過程信念共變數分析.....	91
表 4-21	電子白板融入教學之回饋問卷：第 1 題	92
表 4-22	電子白板融入教學之回饋問卷：第 2 題	92
表 4-23	電子白板融入教學之回饋問卷：第 3 題	92
表 4-24	電子白板融入教學之回饋問卷：第 4 題	93
表 4-25	電子白板融入教學之回饋問卷：第 5 題	93
表 4-26	電子白板融入教學之回饋問卷：第 6 題	93
表 4-27	電子白板融入教學之回饋問卷：第 7 題	94
表 4-28	電子白板融入教學之回饋問卷：第 8 題	94
表 4-29	實驗組學生第 8 題答案彙整	95
表 4-30	電子白板融入教學之回饋問卷：第 9 題	95
表 4-31	實驗組學生第 9 題答案彙整	96
表 4-32	電子白板融入教學之回饋問卷：第 10 題	96
表 4-33	實驗組學生第 10 題答案彙整	97

表 4-34	訪談內容代號代表對象.....	97
--------	-----------------	----

圖 目 錄

圖 1-1	研究流程.....	7
圖 2-1	實體式互動電子白板架構及其運作原理圖	20
圖 2-2	以研究者服務的學校之e化教室內電子白板配置為例 ...	21
圖 2-3	虛擬式互動電子白板架構及其運作原理圖	21
圖 2-4	教育行動研究循環歷程.....	42

第一章、緒論

知名數學家高斯稱「數學為科學之母」，其重要性不言而喻。今日，大至應用於其他領域的應用數學、純粹做為研究理論的純粹數學，小至日常生活中的購物、測量、繳費...等，都與數學息息相關，也因其必須具備良好理解能力及計算能力，才能學好數學，往往變成學生最害怕也是最討厭的科目。

然而，資訊時代的來臨，全世界科技產品推陳出新，除了傳統的桌上型電腦、筆電外，最夯的莫過於平板電腦及智慧型手機，科技的發展，使得人們更依賴資訊科技，影響的層面當然包括學校的教學現場，因此，用資訊科技融入教學，讓學生對原本害怕的數學，因感到興趣而導致願意主動學習，正是本文研究的課題。

第一節 研究背景與動機

資訊科技的浪潮不斷湧向全世界，帶來了衝擊和全球化競爭，加速了社會和環境的變化，也使未來增加許多變數。為了協助孩子面對未來的挑戰，我們應該積極運用科技資源，跳脫傳統教學方式，提供多元的學習，培養適應環境的能力。

我國對中小學階段學生資訊科技能力的培養極為重視。2003 年開始正式實施的九年一貫課程，將資訊教育列為六大重大議題之一，資訊教育自此正式由國中延伸至國小；資訊教育議題的課程綱要建議將電腦課程安排在三至七年級，建議三到六年級每學年上課節數為 16 節，第七年級 40 節，2008 年公布之「國民中小學課程綱要」，更建議增加資訊教育議題的授課時數，將三至七年級的教學時數調整為 32 至 36 節，八至

九年級視實際需要安排節數。然而，根據 2006 年行政院研考會的「95 年國中小學生數位能力與數位學習機會調查報告」指出：都會區學生有 70% 利用電腦完成作業，偏遠鄉鎮只有 60%；都會地區學生瞭解網頁製作的比例為 60%，偏遠鄉鎮為 50%，由此可知，城鄉差距對學生資訊科技能力的養成有相當的影響（教育部，2008）。雖然政府已將資訊教育列為九年一貫六大議題之一，各校課程計畫也融入資訊教育並安排授課節數，但誠如研究者所處的鄉下學校，使用資訊融入教學的比例仍不高，所以培養學生資訊科技應用的能力，乃當務之急。

自 1990 年起，電子白板問世，英國政府開始大力推廣並在教學現場建置互動式電子白板作為教學設備，廣泛鼓勵教師在教學上進行運用，並且得到良好的成效後，就引起各國教育部門的關注，紛紛開始編列相關經費，採購相關設備於教學現場中，也因此讓更多廠商投入互動式電子白板的研發與設計，使得可以運用在教學現場的功能更加豐富與完整。我國教育部自 96 年度開始，投入大量的經費，提供各縣市的學校購置電子白板，以達成教學 e 化與提升教師、學生及教材間互動性的目標（林儀惠、張正杰、郭伯臣、楊智為，2008）。而各家電子白板的廠商及教科書書商也陸續投入大量人力及資源，發展各種與教學相關的軟體，如 SMART Board 的 SMART Notebook、VOSA iBoard 的 TrekV5 及各家書商研發電子書中數學工具的擴增等，也因功能的改良，大大的降低教師與學生應具備的資訊能力的門檻，更容易入門（李曉萍，2010）。

數學的學習一直是中學課程裡一門令學生極為頭痛的科目，根據調查研究發現我國的學生對數學普遍有畏懼感，興趣不高，甚至討厭、排斥（戴寶蓮，1991）。探究其原因，數學屬於較抽象的知識，在傳統的教學裡，老師具有一定的威嚴，採用單向式的講述法，學生被動地接受，不

易有師生互動，當他面對著越來越抽象的內容及複雜的計算時，很容易就聽不懂、不會算，在累積了相當程度的挫折感後，學生就選擇放棄，這現象普遍地存在各級學校。

這幾年來，因互動式電子白板具有高度互動性、能結合多媒體教材及提升教學效率等特性，在政府不斷的推廣之下，逐漸在國中小教學課程中使用。在國中部分，陸續有一些互動式電子白板融入數學教學的研究出現，如「使用互動式電子白板教學學生學習動機與成效之研究—以前峰國中數學領域教學為例」(林惠洲，2011)、「互動式電子白板運用於國中數學教學成效之研究—以線型函數單元為例」(李阿芬，2011)、「運用互動式電子白板於國三學生數學教學成效之研究—以相似形單元為例」(王源豐，2011) ...等，均採教學實驗方式，搭配書商電子書及自編教材，進行行動研究，都獲得不錯的研究成果。而教育部九年一貫課程將國中數學分成數學內容分為數與量、幾何、代數、統計與機率、連結等五大主題(國民教育社群網，2008)，尤其是幾何部分，在傳統教學上大多作圖形繪製、手持教具說明或掛上圖表解釋，常有繪製不易、縮短上課時間、學生不易理解...等困擾，而且無法清楚解釋抽象概念，若能使用互動式電子白板，則事半功倍。

教育部在「2008年中小學資訊教育白皮書」中的行動方案提及，逐年設立多功能e化專科教室，建置無線網路、投影機、電腦、電子白板、攝影機...等，研究者認為既然學校已有部分這方面的資源，未來更會逐步到位，應善加利用資源，以互動式電子白板，搭配書商提供的電子教材，進行教學上的行動研究，相較於傳統式教學法，相信未來將有助於資訊融入數學教學之推動。針對幾何圖形部份，若能利用互動式電子白板，搭配電子書及其他媒體資源，將複雜的圖形清楚地呈現出來，甚至以2D、3D或

動畫方式呈現，並利用觸控螢幕進行師生互動，相信對引起學生興趣、減少教師教學前準備，會有很大的助益。

第二節 研究目的與待答問題

壹、研究目的

本研究旨在比較國中二年級學生在「運用互動式電子白板融入數學教學」與「使用傳統式講述法進行數學教學」兩種情況下，進行「數列及等差級數」單元教學後，對學生學習成效與數學學習態度所產生的改變，並運用行動研究的方式，找出電子白板融入數學教學的問題，並提出解決的教學策略，因此本研究之研究目的包含：

- 一、探討教師運用互動式電子白板進行教學，對學生數學學習成就與學習時效的影響。
- 二、探討教師運用互動式電子白板進行教學，對學生數學學習態度的影響。
- 三、探討學生對於運用互動式電子白板進行數學學習的看法。
- 四、瞭解使用互動式電子白板於教學時所遭遇的問題及因應策略。
- 五、藉由行動研究的實施，促進教師自我在教學上的專業成長。

貳、待答問題

基於上述研究目的，本研究之問題如下：

- 一、教師運用互動式電子白板進行教學，是否能提升學生數學學習成效？這裡的學習成效是指在教學過後，所做「數列與等差級數」後測的分數，研究者比較兩組學生在教學後的學習分數誰比較高，即表示學習成效較高。
- 二、對於學生學習「數列及等差級數」的學習態度，「運用互動式電子白板融入數學教學」是否優於「使用傳統式講述法進行數學教

學」。這裡的學習態度是指在教學前後所做的「數學學習態度調查問卷」的成績，比較兩班的學習態度，誰的學習態度進步比較多，即表示學習態度較優。

三、學生對於運用互動式電子白板進行數學學習抱持何種看法？

第三節 研究範圍與限制

壹、研究範圍

本研究實施之時間為102年2月至3月，以嘉義縣梅山國中二年級的兩個班級，共計34名學生為研究對象，分為「運用互動式電子白板融入數學教學」的實驗組與「使用傳統式講述法進行數學教學」的控制組，由研究者與另一位協同教學者，擔任授課教師，分別於兩班教室內進行「數列及等差級數」數學單元教學活動，探討運用兩種不同的教學設備及教具進行教學，對學生學習成效與學習態度的影響，並探討不同學習成效、不同性別學生之間的差異，同時了解學生對使用互動式電子白板進行數學領域課程教學的看法，並提出數學領域教學問題與相對應的教學策略。

貳、研究限制

本研究實施之學校共計有16個班級，在嘉義縣中屬於中小型學校，而研究年級共有五個班級，依101學年度上學期段考數學成績進行分組，兩組平均分數相近，因此可視為兩個班級學生起始狀態並無差異。但因研究對象所處之區域為嘉義縣偏遠地區，且研究時僅針對101學年度二年級南一版「數列及等差級數」單元進行觀察、測驗與研究，本研究是採用SMART Board的電子白板，搭配南一版電子書為主要研究工具，其他媒體資源為輔，因此本研究之研究結果僅能代表這段研究期間，針對相關單元，運用SMART

Board電子白板及南一版電子書，所得到的結果，因此樣本具有其限制性，所以不宜過度推論至其他類別的互動式電子白板、版本、單元、概念、領域、年級或地區。

第四節 研究流程

本研究的研究流程如圖1-1 所示，並敘述如下：

- 一、經由在梅山國中實際教學中，找尋研究主題。
- 二、與指導教授討論研究主題。
- 三、蒐集相關文獻進行探討。
- 四、建立研究架構與形成研究假說。
- 五、擬定行動研究教學策略。
- 六、分析學生起點行為。
- 七、進行數學學習態度量表前測。
- 八、進行運用互動式電子白板與傳統講述法的教學實驗。
- 九、協同教師進行教學觀察。
- 十、實施成就評量、學習態度量表後測。
- 十一、實施成就評量延後測。
- 十二、回收試題與量表，進行資料分析及學生訪談。
- 十三、根據分析結果，提出結論與建議，完成本研究。

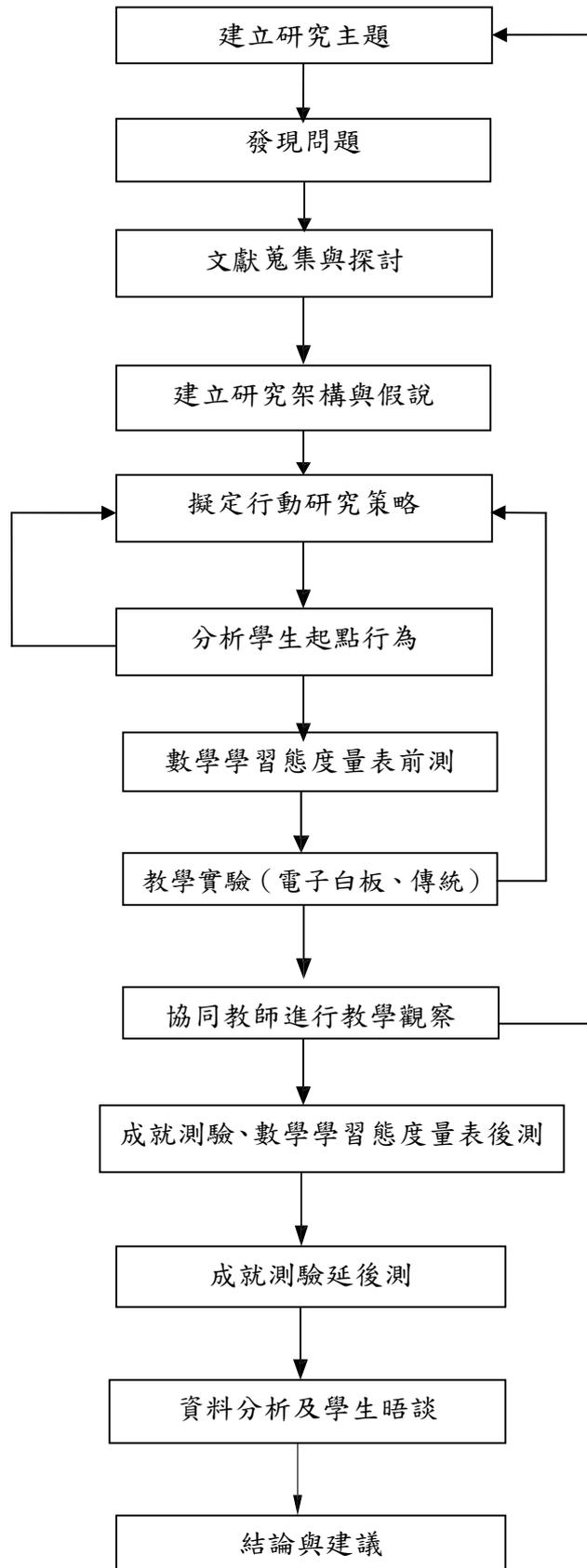


圖 1-1 研究流程

第五節 名詞解釋

本節依「互動式電子白板」、「資訊融入數學教學」、「電子書」、「ICT」、「行動研究」及「低、中、高學習成就學生」等六項主要名詞進行名詞釋義，內容分述如下：

壹、互動式電子白板(Interactive electronic WhiteBoard, IWB)

互動式電子白板又稱為電子白板，簡稱IWB，依據賴阿福（2008）在「互動式電子白板的教學模式剖析及學習者感知分析」一文中指出互動電子白板是一種透過電腦週邊界面來連接投影機和電腦的輸入輸出裝置。而本研究中所使用的是在SMART Board互動式電子白板，可以運用單槍投影機將電腦上的內容投射到白板上，也可搭配應用軟體或書寫筆，進行書寫、操控等動作，所以說互動式電子白板是一個顯示器也是一個輸入設備，透過這些動作，進而產生師生互動的雙向教學環境。在本研究中，統一以電子白板來表示。

貳、資訊融入數學教學(Integrating information technology into mathematics teaching)

本研究運用互動式電子白板作為資訊融入數學教學設備，以互動式電子白板SMART Board為操作工具，並搭配南一與康軒兩家書商之電子書的教材及編輯軟體，進行教學實驗，是以學生為學習中心，並配合課程的內容與相關工具的特性，所實施的一種教學方式，內容包含教學前的教材設計、教學中所進行的教學活動及教學後的複習課程，並運用學生相互學習的過程進行澄清或加強概念的相關教學活動。

參、電子書 (Electronic book)

電子書又稱為 digital book、e-book，從事電子書研究者很多，

Hawkins (2000) 認為電子書是將書籍的內容以電子形式，供讀者使用；而那福忠 (2001) 對電子書的解釋是把書的內容數位化，以電子形態呈現在電腦的顯示器上。之後由於出現專為閱讀用的電子書，為透過網路連線，把數位內容下載至電子書閱讀器上，不但攜帶方便，儲存內容多，且相當環保，所以電子書幾乎就是指硬體的閱讀器；Hansen & Teirney (2000) 視電子書是任何電腦系統，非受限於特定的硬體，可閱讀電子型的文字，或者是一個便於閱讀電子文件、書籍、週刊或網頁之特定的硬體裝置或是上述的組合。所以廣義的電子書應是指：將傳統書本、報章雜誌等或書面資料，轉變為包括有文字、聲音及影像等數位資訊。

肆、ICT (Information and Communication Technology)

ICT就是資訊與通訊科技的簡稱，ICT能力已逐漸變成現代人的基本素養，對全世界的經濟體系、社會、企業及個人影響甚大，而ICT能力的培養也是現今教育改革的重點。

伍、行動研究 (Action Research)

「行動研究」透過「行動」與「研究」結合為一，企圖縮短理論與實務的差距。「行動研究」強調實務工作者的實際行動與研究的結合 (王文科，1995)。這是一般行動研究最普遍的定義，所以行動研究強調的是實務問題的解決，同時也重視批判反省能力的培養，減少理論與實務之間的差異。

教育行動研究的目的是為了透過教育實際行動，改善教育實務問題，在教學現場上，教師是當然的行動研究者，如何對教學現場所遭遇的問題深入了解，並採取行動，改善目前的實務環境。所以教育行動研究的理想旨在導入教育工作的革新，企圖解決教育實際問題，最

後並增進教育實務工作者本身的理解 (McKernan, 1991)。

陸、低、中、高學習成就學生(Low、Middle、High achievement student)

本研究中之研究對象為國二學生，以前三個學期數學成績平均作為依據，並將平均成績由高到低在各班級內進行排序，數學平均在各研究班級內前33%者為數學學習的高成就學生，後33者%為數學學習的低成就學生，介於兩者之間則是數學學習的中成就學生。



第二章、文獻探討

本研究的目的是在於了解國二學生在「數列及等差級數」的教學活動中，「電子白板融入教學」與「傳統式講述教學」兩種不同方式對於學生數學學習成效與數學學習態度的影響，並分析對不同學習成效學生改變的差異性，本章旨在針對整理、分析資訊融入教學、電子白板、數學教學單元與行動研究相關文獻內容，以作為本研究之學理依據，第一節為資訊融入教學，探討資訊融入教學的發展、意義、層級、使用方式及相關研究，作為本研究中資訊科技融入教學的基礎，第二節為電子白板，探討互動的形態、電子白板的種類、相關的功能、使用的層級與相關研究，作為本研究中進行研究實施的準備，第三節為數學教學單元概念分析與教學策略探討，探討數學「數列及等差級數」的單元中，學生需要學習的概念與學習上所面臨的困難，並分析適合使用的教學方法，作為提出適用教學策略的基礎，第四節為行動研究，探討行動研究的意義、歷程、功能與資料蒐集方式作為研究方式的準則。

第一節 資訊融入教學的意義

壹、資訊融入教學的發展

過去十數年，世界各國均有感資訊科技對未來國家之影響，莫不全力推展資訊教育，希望經由教育推動全面資訊化，以面對知識經濟的挑戰。如：美國的「國家資訊基礎建設」(NII)、日本的「資訊新政」、香港的「五年策略」、新加坡的「IT2000」以及我國的「資訊教育基礎建設」等，都是類似的資訊基礎建設計畫。然而在硬體建設達到一定程度後，資訊發展重點轉而強調應用層面，如：

香港在1998年提出「應用資訊科技發展優質教育」計畫，明訂教師在教學時數上必須有25%時間應用資訊科技，以達成優質教育目標；新加坡在1997年提出「資訊教育總藍圖」，將資訊科技在教學上的應用列為重點發展項目，計劃在2002年達到兩人一機的設備配置率，教師的筆記型電腦擁有率也達到二比一，同時規定教師在教學時數中，必須有30%時間應用資訊科技(陳芳哲、簡志成，2009)。

由此可知，世界各國對於資訊設備充足後，不約而同的提升教師資訊融入教學時數，為的就是讓大眾具備一定資訊能力，對於未來國家發展才會更有助益。

回顧我國的資訊教育發展歷程，1994年行政院成立跨部會的「國家資訊基礎建設計畫專案推動小組」(National Information Infrastructure, 簡稱NII)，推動「國家資訊基礎建設計畫」，其中教育部為配合國家資訊基礎建設計畫的進行，也積極規劃資訊融入教育及提升學校資訊硬體設備等相關計畫，如「資訊教育基礎建設計畫」、「改善各級學校教學計畫」、「電腦輔助教學軟體發展與推廣計畫」、「TaNet至中小學」、「E-mail至中小學」等。1998年時，教育部以新台幣六十四億七千萬推動「擴大內需方案」，全面補助全國中小學設置電腦，讓學校與學術網路連線，更將資訊課程(電腦)列入中學課程內，小學部分在九年一貫課程綱要中列為六大議題之一(陳芳哲、簡志成，2009)。

此外，台北市於1998年提出「教育資訊白皮書」，以「校校有網路，教室有電腦，資源同共享」為願景，計畫將每一間教室都配備連接Internet的教學電腦，讓教師應用在日常教學活動中；教育部在全國中小學都擁有電腦教室後，於民國九十年發表「中小學資訊

教育總藍圖」，其中四大願景為「資訊隨手得」、「主動學習樂」、「合作創新意」、「知識伴終身」，教育部長曾志朗宣佈「中小學資訊教育總藍圖總綱」，預計四年內編列100億預算，達到國中小學「師師用電腦，班班上網路」，同時透過培訓，讓教師都具有資訊科技融入教學的專業能力，而各學科教師應用資訊科技的教學活動時間，至少要達到教學總時數20%。總藍圖的推動是以老師為起始點，然後藉由老師帶動學生，學生影響家長，進而提升全民運用資訊的能力與學習素養（教育部，2008）。

貳、資訊融入教學的定義

所謂資訊科技的定義涵蓋很廣，舉凡錄放影機、錄放音機、攝影機、數位相機、VCD、DVD，乃至於電腦科技、網路等等，皆屬於資訊科技的範疇，但因為電腦科技的創造性、方便性、普及性、影音聲光效果的突破及網路科技的整合，使得資訊科技融入教學也會以「電腦相關科技的融入」為主要教學模式（孫承偉，2003）；專家學者對資訊科技融入教學的定義各有不同，如張國恩（1999）認為是教師將電腦科技運用在課堂教學與課後活動上，以培養學生主動探索與研究的精神與運用科技與資訊的能力，進而讓學生獨立思考與解決問題；而顏龍源（2000）則認為是將資訊科技中可以作為教與學所使用的各項優勢資源與媒體，平順而適切的融入各科教與學的各個環節中；王全世（2000）指出，資訊科技融入教學，是將資訊科技融入於課程目標、教材設計與教學活動中，讓資訊科技成為教師一項不可或缺的教學與學習的工具，使得資訊科技的使用成為在教室中教學活動的一部份，並且能延伸地視資訊科技為一個方法或一種程式，在任何時間、任何地點來尋找問題的解答；徐新逸（2003）則將資

訊融入教學的定義分為兩種，狹義的解釋是應用資訊科技的技術、廣義的解釋是應用科學方式進行系統化教學設計，以達成學習目標，同時可以提供學習者更具意義的學習歷程，以提升教師教學與學生學習的成效；此外，Dias（1999）認為資訊科技融入教學是指以資訊科技為教育活動的輔助工具，在教學活動中應用資訊科技，以融入、整合的方式使用科技來支援與延伸課程目標，使學生能從事有意義的學習活動；溫嘉榮（2003）指出資訊科技融入教學就是將資訊科技融入於課程、教材與教學中，讓資訊科技成為師生一項不可或缺的教學與學習工具，並使得資訊科技的使用成為教室中日常生活的一部分，且能延伸視資訊科技為一個方法(method)或一種程序(process)，在任何時間、地點來尋找問題的解答。

綜合以上的論點，資訊科技融入教學應是善用資訊科技，適切地融入各領域教學中，而老師的角色，從傳統的知識傳授者，轉變為知識的引導者，不管如何，最後目的皆在於完成學習目標，所以資訊科技融入教學的焦點，在於「教學」層面上，而不是資訊科技本身，資訊科技只是一種協助老師統整教材及教學活動的工具，學生才是學習的中心，培養他們資訊運用的能力，提高學生學習動機、學習成效，進而培養學生主動求知的能力，達到終身學習的目的，才是資訊科技融入教學的精神所在。

叁、資訊融入教學的現況與形式

黃志強（2007）指出現今中小學運用資訊科技於教育現場的方式，大約有下列幾種：

- 一、教師備課的工具：教師呈現教學素材，不論為現成的、改編或自行製作的，以網路或多媒體呈現的內容融入教學。

二、學生學習工具：學生查詢資料、寫作業的工具，提供學生呈現自己的學習成果，或為小組合作學習溝通的平台。

三、親師合作的工具：透過架設班級網站或電子郵件，提供家長與教師、學校、學生的互動。

四、資訊教學方面：教導學生資訊使用能力或是將課程內容融入教學。

李曉萍（2010）整合專家學者的看法，發現在教室內教師使用資訊科技融入教學的應用，可以分為下面八種主要的方式：

一、應用多媒體光碟或電腦輔助教學軟體進行教學或學生自行應用加以練習。

二、使用瀏覽器搜尋多元豐富的網路資源，作為教學的教材。

三、使用簡報或網頁進行教學大綱、教學內容或學習成果的呈現。

四、建置網頁，做為教師公布教材與學生討論的園地，或成立線上測驗資料庫做為學生自我學習的天地。

五、使用文書編輯編製學習單、試算表進行資料的統計分析、與運用繪圖軟體進行圖形或特徵繪製等。

六、運用攝影機、實物投影機、顯微鏡攝影機連結到投影機進行教學活動。

七、學生運用區域網路進行隨選視訊與視聽教學網路。

八、學生運用瀏覽器搜尋問題的解答或相關的資料，運用適合的應用軟體完成專題報告與作業。

肆、資訊融入教學的層級

國內外學者依據實際的需求與狀態，分別提出了自己的看法，如：劉世雄（2000）在「國小教師運用資訊科技融入教學策略探討」一文中提出資訊科技融入教學六個等級：

等級1：單向的資訊提供傳遞。

等級2：結合教學引導的訊息傳遞。

等級3：具教學活動設計理論的應用。

等級4：學生與教師互動的學習。

等級5：善用媒體特性，建立教學網頁。

等級6：善用學習理論，建立學習網站。

曾春榮（2004）在「資訊融入教學與實務運用」一文中提出教學中融入資訊科技的應用可以分為五個層次：

一、知覺～層次1：與資訊科技無關。

二、探索(支援或補充)～層次2：如應用網站、數位器材等方式蒐集教學資料。

三、教學傳遞或分享～層次3：如利用簡報檔、視聽媒體、電子郵件、遠距教學等方式進行教學，或讓學生進行專題式主題探究活動的學習成果展示。

四、學習整合～層次4：如討論平台、電子書包等學習網站的建置與應用。

五、科技創造～層次5：如建立全新的學習與網站，或電腦輔助教學系統設計、與其他網路軟硬體的結合。

而依據Wang和Li(2000)所提出的看法，資訊科技在教學中的角色可以分為五個等級，分別從等級0到等級4：

一、無～等級0：教學中沒更使用任何的資訊科技；資訊科技在教學中未扮演任何角色。

二、分離～等級1：資訊科技只是被使用來教學生如何使用資訊科技；與其他課程沒更關聯或連結性很低。

- 三、補充～等級2：師生偶而使用資訊科技來教學與學習；在教學活動中成為補充資訊的角色。
- 四、支援～等級3：在大多數的學習活動中需要用到資訊科技；資訊科技在教學中扮演著支援的角色。
- 五、整合～等級4：在日常的教學活動中，師生很自然的使用資訊科技來教學與學習；資訊科技被延伸的是為一項工具、方法或程序，在任何地點與時間尋找問題的答案。

而依據 Moersch (1995) 所發展的「資訊科技使用層級 (LoTi)」量表，則是目前美國最常使用於評鑑教師在教室內使用層級的一種方式，其內容涵蓋七個不同層級：

- 一、Nouse (未用)：教師的教學仍以傳統教室為主，未使用到任何資訊科技。
- 二、Awareness (覺察)：教師及學生僅在電腦教室中使用及操作電腦軟、硬體。
- 三、Exploration (探索)：教師以資訊科技為工具來補充傳統的領域教學，提供學生額外的資訊或練習機會。例如讓學生瀏覽網際網路上的相關資訊，或使用課程內容相關的指導式、練習式或遊戲式等 CAI 電腦輔助軟體。
- 四、Infusion (注入)：針對學習領域內容的性質，教師安排讓學生利用資料庫、試算表、繪圖、文書處理等軟體工具來分析、處理資料，或利用同步、非同步網路通訊機制和其他學校、單位、同儕分享資料。
- 五、Integration (整合)：教師讓學生針對課程主題或概念衍生出真實問題，使綜合利用各項資訊科技輔助分析及解決問題。

六、Expansion (擴展): 學生能主動利用資訊科技去解決課堂外的問題, 學習活動能延伸到教室以外。

七、Refinement (精進): 學生能於日常生活中充分且彈性運用各種資訊科技, 進行資訊查詢、資料蒐集、資料分析、問題解決、作品發展、知識傳遞等, 來完成各種型態學習及任務。

綜合以上學者的看法可知, 資訊科技的融入層面, 是與教師或學生的資訊能力、教材內容及教學環境有關。當教師的教學從一個等級進入到下一個等級時, 教學活動也將從「以教師為中心」逐漸改變成「以學生為中心」, 最後學生將能隨時隨地且主動地去學習 (邱瓊慧, 2002)。

使用的層級越高, 表示教室內由老師主導的教學活動, 逐步改變為學生為重心的學習活動, 讓學生最後都能隨時隨地主動的學習, 由此可知教師使用層級, 將是影響學習風格與學習重心的重要因素。

第二節 電子白板

在資訊科技融入教學過程中, 老師需花費較多時間做教學前的準備, 同時也因缺乏師生互動、書寫不易等, 產生許多困境, 而近幾年來, 互動式電子白板的出現, 使得相關問題有了解決的契機, 本節將從四個部份來介紹電子白板, 分別是: 壹、電子白板的介紹與應用; 貳、電子白板的機能; 參、電子白板的優點與缺點; 肆、電子白板融入教學的相關研究。

壹、電子白板的介紹與應用

互動式電子白板簡稱電子白板, 全名為Interactive Electronic WhiteBoard (IWB), 它的種類相當多, 可以分為複印式電子白板、

週邊式電子白板及互動式電子白板三大類（周清文，2006），而目前在各級學校所使用的電子白板中，則是以互動式電子白板為主流，其主體是由電子感應板、感應器等硬體與互動式操作軟體組合而成，電子感應板相當於觸控式螢幕，外觀與傳統白板相似，同時為輸入輸出設備，連結電腦、投影機來使用。感應器則是相當於滑鼠功能的感應筆，透過感應筆可以換顏色或線條書寫，也可擷取圖形、翻頁、移動照片畫面、提供教學圖示和儲存等功能（蔡文瓊，2009）。

電子白板依照感應方式的不同，可以分成三類：

一、電磁感應（Electromagnetic）：感應筆在電子白板上書寫時發出電子訊號，再與底層電磁板通導後，經定位辨識傳回電腦。

二、類比電阻壓感（Analog resistive）：電導板因感應筆或手指觸壓在壓感是電子白板上接觸導電而產生電子訊號，其相對座標位置就會被傳回電腦。

三、超音波、雷射、紅外線感應（Ultrasonic, laser and infrared）：

電子白板在兩側裝有接收器以超音波、雷射光波或紅外線進行掃描，當感應筆在白板上書寫時，其座標會被感應定位。（林伊嬋，2012）

國內使用的電子白板以類比電阻壓感式為主，其中SMARTBoard與TEAMBoard為代表。我國在2008年為了建立電子化的教學環境，因此實施「建置E化學習環境」計畫，補助各國中小建立具有互動式電子白板的教室，用來輔助教學之用；另外，大陸在2004年與香港合作互動式電子白板教學計畫；英國也在2004年大量進行以互動式電子白板融入教學，

同時在國中小每個班級都有電子白板佔98%（王緒溢，2008）。

由此可知，在世界各國推行教育改革中，電子白板已成為重要的教學工具。但若依外觀與作業方式的不同，又可以分為標準式電子白板與虛擬式(軟體式)電子白板兩種，前者是運用USB 與電腦連線，並使用單槍投影機將資料畫面投影於實體電子白板上，並且配合電子白板內建的相關應用軟體，同步顯示電子白板書寫的內容，可以運用手寫筆或手的操控方式模擬滑鼠的方式，進行線上的修改與同步的顯示的功能，同時將教學資料同步進行儲存與匯出，其設備架構如圖2-1，而研究者以服務學校的電子白板為教學實驗工具，便是屬於標準式的實體電子白板，如圖2-2：

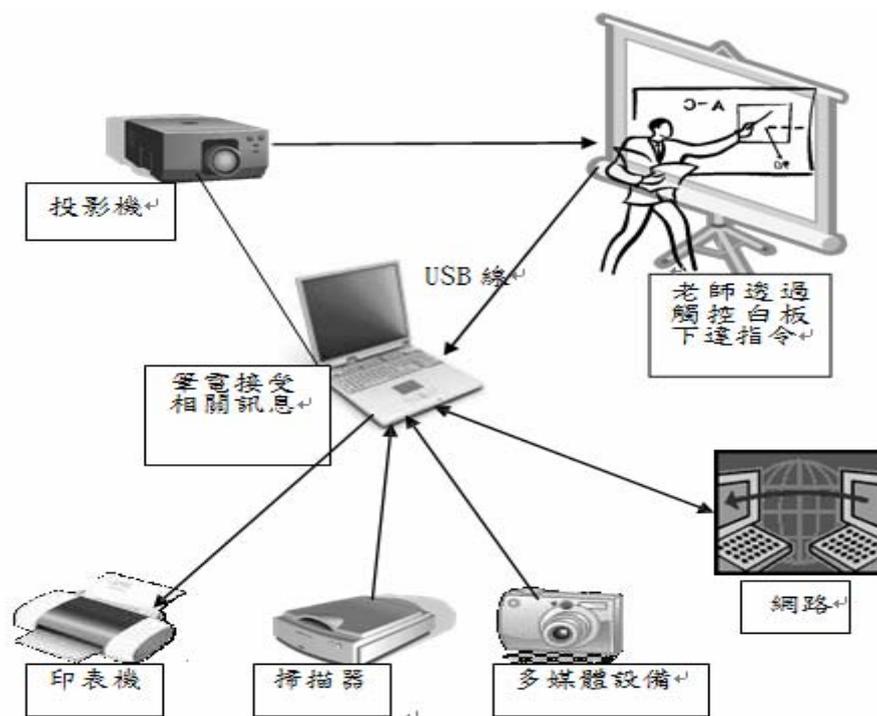


圖2-1 實體式互動電子白板架構及其運作原理圖(修改自陳惠邦，2006)



投影機

圖 2-2 以研究者服務的學校之 e 化教室內電子白板配置為例
至於虛擬式(軟體式)的電子白板則是可以用現有的資訊融入教學的
設備，搭配信號接收器、VGA 視頻線、USB 轉碼器、電腦內建的模擬
電子白板，以及光筆或手寫筆達到雙向互動的效果，如果可以加置一個普通
白板，就可以讓書寫的功能更加完善(如圖 2-3)。

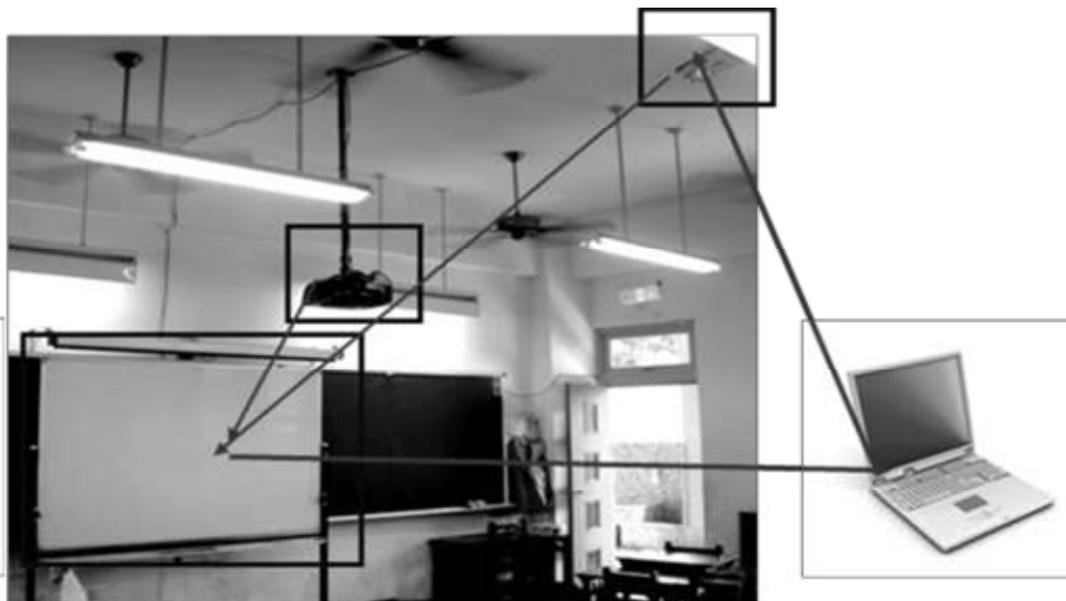


圖 2-3 虛擬式互動電子白板架構及其運作原理圖(修改自李曉萍, 2010)

貳、電子白板的功能

在運用電子白板融入教學時，若教師在教學前先組織統整教材，即能展現教學的流暢性，使教材呈現的方式更多元，因此，電子白板被稱為教學工具（Thomas, 2003）。教師在進行傳統式教學方法時，使用一般教具，常因張貼或轉換教具而浪費許多時間，且不易清楚表達教學內容，若能使用電子白板，不但能節省時間，更能透過特殊的功能讓學生清楚地了解，所以互動式電子白板所提供的操作功能，直接影響教學使用的方便性與教師、學生及教材間互動的模式，雖然各家廠商生產出的互動式電子白板不盡相同，但這些互動式電子白板提供的功能是大同小異，大部份都具有以下的基本功能(SMART Board, 2006)：

一、互動功能：電子白板就是個大型的觸控螢幕，它是一個顯示器也是一個輸入設備，你只需用手指觸摸電子白板就能操控各種應用程式或檔案，也可以透過操作，讓電腦與電子白板同步地顯示。

二、書寫功能

(一)、利用感應筆或手指可以隨意調整筆的粗細，並可選擇多種顏色，不但方便註記，也使畫面更加豐富。

(二)、提供板擦功能，可以在電子白板上任意的擦拭，與真的使用一般白板上課一樣。

(三)、書寫過後的資料皆可以數位化，能夠儲存、列印及重複播放。

(四)、可使用並累積內建素材庫：應用軟體本身已提供了一些涵蓋各領域的教學素材，如內建有數學的基本幾何圖

形，像是三角形、圓形、正方形及多邊形等等，也可以經由使用者操作後，新增或修改素材庫的內容，使得素材庫的資料越來越充實。

三、記錄教學歷程功能

使用電子白板的操作過程、書寫的筆跡及註記，都可以被擷取或錄製成圖片或影片，方便師生複習使用，可以作為補救教學的數位內容。

四、其他功能

(一)、電子白板支援多媒體，除了可以連結網路，利用龐大的網路資源外，也可以插入或連結外部資源，如：圖片、影音與Flash等等；儲存下來的檔案，可以匯出成PPT、PDF、HTML等格式，也可以e-mail。

(二)、在電子白板操作上，可以快速新增、刪除及切換頁面。

(三)、其他尚有放大鏡、聚光燈、螢幕遮罩及選號機等功能，不但能加強教學效果，更能吸引學生的注意力。

由此可知，電子白板促進了白板與電腦之間雙向互動，也增強了教學現場教師與學生的互動，加上在白板上所書寫的內容都可以轉存為數位化的檔案，所以學生可以運用這些檔案進行複習或重新學習，增強了學生主動學習的資源(蕭英勵，2007)。

參、電子白板的優缺點

一、電子白板的優點

(一)、提升學習動機

電子白板除可實現所有黑板上的功能外，更增加了多

媒體等影音功能，並可經由網路整合利用各項教學資源，使電子白板能豐富教學的呈現形式與內容，有利於保持學生注意力及提高學習動機，增進學習興趣（Glover et al., 2005）；而當教師運用電子白板融入教學時，透過師生的互動，能激發學生參與互動的意願及深入探究問題的興趣（鄭惠敏，2008）；Levy（2002）也指出，教室中的教學會因電子白板的幫助而更有系統性，且讓學生更有興趣學習。

綜合上述所言，教師運用電子白板融入教學，的確能提升學生學習動機。

（二）、增進學習成效

在比較兩組不同的教學媒介之下，兩組在教學之前數學成績沒有顯著差異，在經由相同的教學策略教學下，進行國中七年級數學科一元一次方程式的教學，發現以互動式電子白板為教學媒介這組，在成績上有顯著的進步（李昆霖，2011）；而在小數學科教學上，針對幾何圖形教學難處，以電子白板為教學工具，進行行動研究，有助於學生瞭解幾何單元的概念，並能提升學生學習興趣及學習氣氛（陳彥至，2007）；此外，電子白板融入國小六年級健康課程時，電子白板組的國小學童學習效益顯著高於傳統資訊融入組（高瑩真，2008）；應用電子白板於音樂教學，能提高學生音樂學習成效（江心怡，2012）。

由此可知，運用電子白板融入教學，除了在數學領域有不錯的成效外，運用在其他領域方面，亦能收到提升學

習的效果。

(三)、提高教師教學效能

教師在課前先組織與編排好教學內容與教材，在傳輸至與電子白板連接的電腦中儲存，使得教學流程更為順暢，因此，也促使教學更有效率 (Johnson, 2002)；教師可避免課堂上由於教師往返黑板與電腦間，而使學生分散注意力，促進學習過程連貫性，且僅需些微改變教學方式，即可運用大量多媒體及網路資源，有助於提升教學效能 (Cogill, 2002)；而電子白板的多元功能，能使教師的教學步調變快，提升教學效能 (Ball, 2003)；陳彥至 (2007) 指出教師將電子白板融入教學，教師能以更多元的方式進行教學，有助於提升教師應用資訊於教學的能力。由此可知，教師將電子白板融入教學，一開始需妥善規劃教學流程並先備好教材，準備時間較長，但只要做好前置工作，教學就可以流暢快速地進行，減少不必要的等待時間，教學效率因而提高，教師的資訊應用能力也有所提升。

(四)、增加師生互動

雖然電子白板在各領域上有不同的應用方式，但整體而言，電子白板在教學上的應用，除了可以做為替代黑板的展示工具，達到聚焦、環保、與增進教師與學生面對面教學而產生互動的功能 (李曉萍, 2010)；蔡文榮 (2004) 指出電子白板的優勢之一是可以增加教學活動中的師生互動。

(五)、增進師生的ICT能力

電子白板呈現出影像，學生能自然的看到教師操作系統或軟體的歷程與方式，對於提升學生的ICT素養有正向的影響(Bell, 2002)；教室中安裝電子白板之後，因學生對生活中應用ICT已愈來愈熟悉，教師無需刻意教導，學生即能以自然的方式學習ICT技能(Goodson, 2003)，Levy (2002)指出，教師使用電子白板相較於其他資訊設備，使得軟體程式的整合使教學突破時空限制，更容易運用多媒體及各種類的教學資源，使得教學更具多樣性與豐富性。綜合上述所言，電子白板結合了許多多媒體的素材，教師在準備的教學過程中，因需要大量使用到ICT設備，迫使老師去接觸、去熟習這些資訊科技，就算老師的年紀較大，只要稍加嘗試，相信都不難上手，而學生在觀看到教師操作的同時，無需刻意教導，學生便能潛移默化，自然地習得ICT能力，也可藉由電子白板具有師生高互動性的特點，提升師生彼此的ICT能力，可說是教學相長。

二、互動式電子白板的缺點

(一)、硬體設備及光線問題

電子白板搭配著電腦及單槍投影機，都倚賴電力，停電時教學活動勢必中斷，當然這是每位教師必須面對的問題，使用傳統式教法亦同。但若在操作過程中，單槍投影機、電腦或電子白板之一出現機械問題，電子白板便失去功能；或者教學過程太久，電腦和電子白板容易當機或短路，進而運作不順，會因在教學過程中產生不便，而讓學生等待太久（李欣霓，2011）。其次尚有

光線問題，教室燈光或戶外射入的光線，容易在電子白板的白色面板造成反光問題（Levy, 2002）。所以當教師運用電子白板融入教學時，設備的不確定性及光線因素，都會是個困擾。

（二）、高成本及場所限制

電子白板的價格目前每片從 5、6 萬元至 10 幾萬元皆有，成本很高，且需搭配單槍投影機及電腦，才能算是一套電子白板系統，台灣的學校在資金有限之下，無法達到班班都有電子白板，最普遍的作法便是設置在專科教室，或成立一間 e 化教室，裝設一套完整電子白板系統，提供有需要的師生，前往該教室上課，研究者服務的學校便是屬於這種。

（三）、影響師生健康

投影機本身的光度強，光線刺眼，當教師在操作電子白板時，常常需要面對強光照射過來，造成對眼睛的危害（楊淑蘭，2008）；學生可能會因此而看不清楚白板上的內容，對使用電子白板的老師和學生其視力造成負擔（蕭英勵，2007）；所以當師生長期觀看白板上的強光或反光時，可能會造成眼睛的不適或暈眩，此外，投影機長時間使用，溫度提高，加上附近有電子白板及電腦，容易讓老師覺得炙熱難耐。

（四）、感應問題

使用觸控筆或手指直接在電子白板的螢幕上書寫，電子白板感應速度不夠快，常與書寫者手動的速度沒有

同步，或定位點與實際觸碰點有誤差，需重新設定（蕭英勵，2007）；而目前電子白板感應技術上停留在一點觸碰的階段，所以無法同時多人操作（楊淑蘭，2008），由此可知，電子白板雖有很多優點，但在書寫方面，便不如在傳統黑板上書寫來得方便，且為了避免定位點跑掉，常需在開機後，必須先進行定位的動作，才能精準的使用，所以感應問題也是一項困擾。

（五）、教師使用態度

許多教師陷入為使用而使用的迷思，忽略電子白板真正意涵，除了使用電子白板的技術問題外，教師的態度、使用意願、課前準備充足與否及教學方法，才是重要的關鍵，電子白板引入學校教室應從課程與教學的改變著手，值得教師深思（陳惠邦，2006）；Newhouse（2002）亦指出，教師在起初接觸電子白板時，會以之前使用黑板的經驗，而將電子白板視為傳統黑板的替代品，如果沒有持續的專業成長，電子白板的應用將只淪為大型展示式螢幕。由上述可知，電子白板只是一個輔助工具，學習的重心仍是學生，教師需先做好教學前的準備，否則一旦學生對電子白板的新鮮感消失，便喪失了電子白板融入教學的美意，老師千萬不可有為用而用的迷思。

肆、運用電子白板融入教學的相關研究

近幾年來世界各國的教學現場引入大量電子白板，其中以英、美、加、澳等國為先（陳惠邦，2006）；隨著使用的普及，國內外對電子白板融入教學的研究也越來越多，其中英國可算是先驅，根據英

國教育通訊與技術署 (BECTA) 在 2007 年委託英國曼徹斯特城市大學 (Manchester Metropolitan University) 研究人員從事的一項長期研究報告中指出，教師在堅持使用電子白板一段時間後，很多學生都能取得長遠的進步 (李欣霓，2011)；在國外學者研究中發現，利用電子白板進行教學時，教材的呈現方式不再是固定書寫在黑板上，而是能隨時進行操作、移動、儲存等功能，也能夠根據學生的程度調整教學進度，使教學更具彈性 (Levy, 2002)；而學生對於電子白板抱持著積極參與的態度，教師用來營造活潑有趣的學習氣氛，影響學生被動之學習態度，讓整個學習活動變得更為有趣與刺激性 (Gatlin, 2004)。Hall & Higgins (2005) 亦指出學生喜歡電子白板有三個主要原因，分別是多功能用途、結合多媒體及充滿遊戲般樂趣。

在台灣的研究中，目前大多集中在對電子白板教學上應用上的評估，相較於國外的研究較多，但欠缺本土性的研究 (陳惠邦，2006)；在國內有關電子白板的研究導向，多以問卷調查的方式，關注在教師使用電子白板的狀況，或是學生的學習態度動機、學習、成效或氣氛等，研究對象多以國小學生或教師為主，可能國中部分有升學、進度壓力或單元不適合等因素，導致極少數老師願意使用電子白板於教學中 (林明龍，2011)。因此研究者希望以國二學生為研究對象，運用電子白板於「數列及等差級數」單元教學中，以課程為導向，希望能增加電子白板運用於國中教學之研究，研究者將近年來有關電子白板融入教學之相關研究，按數學領域及其他領域，分別整理成表 2-1 及 2-2，以了解更多電子白板融入國中教學之內涵，作為本研究之參考。

研究者及年代	論文名稱	研究結論摘要
陳彥至 (2007)	電子白板於國小數學科教學之行動研究	使用電子白板有助於學習氣氛的提升，而電子白板內建的工具，能讓學生更專注於學習、瞭解幾何單元的概念。
林儀惠 (2008)	互動式電子白板在國小數學教學之探討—以國小數學領域五年級面積單元為例	國小五年級數學五年級面積單元教學方面，教師使用 IWB 融入教學方式進行教學之學生，其數學成就測驗結果優於教師以傳統模式進行教學之學生。
李宏基 (2010)	互動式電子白板應用於國小五年級面積補救教學之研究	電子白板除了能改善學生學習氣氛和引起學生上台作答的動機外，尚能協助教師設計課程、擴充教學和提升學生的學習成效。
李曉萍 (2011)	互動式電子白板運用於三年級數學教學之行動研究—以「數與量」及「幾何」概念為例	運用電子白板的實驗組，學習成就表現優於控制組，且能提升學生數學學習態度、增進師生互動和提升教學效率。
李昆霖 (2011)	應用電子白板教學在七年級學生數學學習之研究—以一元一次方程式為例	使用電子白板為教學媒介對學生在學習過後的分析能力

		有所助益，且對於數學學習自我認知態度上具有正向的幫助。
林惠洲 (2011)	使用互動式電子白板教學學生學習動機與成效之研究-以前峰國中數學領域教學為例	使用電子白板學習的實驗組學生學習成效表現優於對照組學生；學生對使用電子白板融入教學給予正面的肯定；電子白板可提升學生學習動機與學習成效。
李阿芬 (2012)	互動式電子白板運用於國中數學教學成效之研究—以線型函數單元為例	實驗組的學生在學習態度、學習成就及段考數學測驗上，表現優於對照組的學生；學生大多肯定電子白板融入教學對學習是有幫助的，並能提升學習興趣。
王源豐 (2012)	運用互動式電子白板於國三學生數學教學成效之研究—以相似形單元為例	接受「資訊融入教學」的學生，在學習成就中，優於接受「傳統講述教學」的學生，實驗組學生大多數認為「資訊融入教學」有助於數學學習，並且能提升學習興趣。

李欣霓 (2012)	運用互動式電子白板對國三學生數學學習成效之研究—以圓單元為例	接受「資訊融入教學」的學生，在數學學習態度及學習數學的信心上，明顯優於接受「傳統講述教學」的學生；實驗組學生大多肯定「資訊融入教學」對數學學習成就、數學學習態度是有幫助的，並認為能產生學習興趣。
------------	--------------------------------	---

表 2-1 電子白板在數學領域之相關研究

研究者及年代	論文名稱	研究結論摘要
劉桂君(2006)	未來教室的建置與應用-以英語教學結合電子白板為例	將互動白板應用創新教學，提供教師樂於教學和學生能成功學習的環境，以彌補環境支援的不足，讓學習者除了在課堂上能與老師作互動以激發學習興趣。
周孝俊(2008)	互動式電子白板教學活動和實驗	以電子白板設計的自然科大富翁闖關遊戲，能吸引學生並引起動機；接受電子白板教學的學生，其自然科學習成就、學習態度優於接受傳統教學的學生。

高瑩真(2008)	互動式電子白板應用於國小高年級健康課程教學對不同學習風格學習者學習情形影響之研究	應用互動式電子白板的實驗組學生，在學習效益方面高於傳統資訊融入組學生，且在學習環境感受量表十個向度中，相較於傳統資訊融入組，實驗組的學生在「學習態度」、「教師支持」、「平等對待」、「教學表徵」、「學習引導」與「實作取向」六個向度上有顯著差異。
鄭仁燦 (2009)	互動式電子白板融入國小英語教學之研究	使用互動式電子白板的實驗組，在學習成就、英語學習動機以及英語學習焦慮上，均有顯著差異。但控制組並未有顯著差異。實驗組學生大多喜歡使用電子白板上英語課。
江心怡 (2012)	應用電子白板在國小三年級音樂教學之行動研究	應用互動式電子白板於音樂教學，教材與策略能適當地調整、更貼近學生的學習狀況以及提升學生的學習態度。
林伊蟬 (2012)	教師運用電子白板融入教學與創新教學關係之研究—以雲林縣國小教師為例	電子白板的優點為引發學生學習動機、提升學生學習成效與教學效能，缺點則為教師需要受過相關訓

練、缺乏適合教材；在教學創新方面，要多辦理教學創新教案甄選及相關研習、減低導師授課節數等，教師才會更有意願利用電子白板進行教學創新。

表 2-2 電子白板在其他領域之相關研究

第三節 教學單元概念分析與教學策略探討

在九年一貫97年課程綱要架構下，本研究所進行的教學實驗單元為「數列與等差級數」，在南一版第四冊教科書中屬於第一章，九年一貫課程將數學領域課程區分為數與量、幾何、代數、統計與機率與連結五大概念，而本單元是屬於代數方面，著重於數列的規律性，然而在測驗的題目設計上，又有不少圖形加入，學生常被複雜的符號及圖形所困擾，所以要學好這單元，需具備有良好的邏輯及歸納能力，才能找出它們的規則，不為數形關係所惑，本節將針對教材的內容、常犯錯誤類型及教學策略，進行論述。

壹、教材的內容

數學學習領域將九年國民教育區分為四個階段：第一階段為國小一至二年級，第二階段為國小三至四年級，第三階段為國小五至六年級，第四階段為國中一至三年級。另將數學內容分為「數與量」、「幾何」、「代數」、「統計與機率」、「連結」等五大主題。前四項主題的能力指標以三碼編排，其中第一碼表示主題，分別以字母N、S、A、D表示「數與量」、「幾何」、「代數」和「統計與機率」四個主題；第二碼表示階段，分別以1、2、3、4表示第一、二、三、四

階段；第三碼則是能力指標的流水號，表示該細項下指標的序號。第五個主題「連結」亦以三碼編排，第一碼以字母C 表示主題，第二碼分別以字母R、T、S、C、E表示察覺、轉化、解題、溝通、評析；第三碼流水號，表示該細項下指標的序號（國民教育社群網，2008）。而在「數列與等差級數」單元中，教學的重點及相關的能力指標，分述如下：

一、數列

按南一版教科書定義，依序排成一系列的數稱為數列，例如：2，4，6，8，10，12，14；如果一數列從第2項起，每一項減去前一項的差都相同，那麼這個數列稱為等差數列，第1項就稱為首項，相減之後的差我們稱為公差。而此小節重點為講述數列的意義、介紹等差數列及等差中項，在能力指標的分年細目中，為8-n-04（能在日常生活中，觀察有次序的數列，並理解其規則性）、8-n-05（能觀察出等差數列的規則性，並能利用首項、公差計算出等差數列的一般項）。

二、等差級數

按南一版教科書定義，等差級數就是將等差數列中的每一項依序相加。而此小節重點為理解級數的意義、求出等差級數的和及等差級數的運用，在能力指標的分年細目中為8-n-06（能理解等差級數求和的公式，並能解決生活中相關的問題）。

綜合以上可知，本單元在於培養學生觀察數列規律性的能力，在認識數列之後，接著介紹等差數列及首項、公差等名詞，進而推導出公式；差級數則是等差數列的延伸，在了解級數是求和的意思之後，顧名思義，等差級數便是求等差數列的和，透過日常生活中例子的加總，最後推導

出等差級數的公式。由研究者的經驗可知，縱使學生程度不佳，無法熟記公式，但憑藉著已具備的基礎計算能力或找出其規律性，在花較多時間下，仍可答對部分題目，若老師能適當地引導，學生應有相當的學習成效。

貳、常犯錯誤類型及原因

在我國國小數學課程中，就接受過簡單的數形規律察覺的訓練。而陳勝楠(2003)研究指出，學生在樣式分類上較弱，比較不能抽離計算，去探討圖形或數字的本質。吳勇賜(2005)的研究也發現多數學生在處理數形規律等問題時，未能將圖形、物件的排列規律抽象成數字的型態，或是能找出規律，但無法使用公式計算。研究者認為在學習完簡單的數形關係規定後，國中課程中引進等差數列及等差級數的公式，進而去推算較複雜、較龐大的數字時，新舊觀念產生混淆，在不熟悉公式運用方式之下，寧願選擇舊有的方式，也就是硬算、慢慢數，這階段的學習等於是空白的。余庭璋(2007)指出國中生在「數形關係與等差數列」單元錯誤類型及原因可分成下列幾種：

一、關於數列規律的錯誤類型：

- (一)、無法有效觀察出正確的規律。
- (二)、能找出數列規律，但無法使用公式計算。
- (三)、依數列特性進行反覆運算失敗。
- (四)、臆測出錯誤的規律。
- (五)、粗心大意或是計算錯誤。
- (六)、誤解題意。

二、關於圖型規律的錯誤類型：

- (一)、未能將圖形、物件的排列規律抽象化成數字的型態。

- (二)、依圖形、物件的特性進行反覆運算失敗。
- (三)、能找出規律，但無法使用公式計算。
- (四)、能看出規律，找到公式，但無法正確套用公式或計算粗心大意。

三、關於等差數列的錯誤類型：

- (一)、基本公式的熟練度不足。
- (二)、項數的錯誤觀念或推算到錯誤的項數。
- (三)、計算能力不足；粗心大意。
- (四)、公差的錯誤觀念。
- (五)、等差數列公式與等差級數公式的誤用或混用。
- (六)、無法利用等差中項的性質解題或是缺乏等差中項的觀念。
- (七)、無法有效利用正確的公式解等差數列的應用問題。
- (八)、誤解題意。

二、國二學生在數形關係與等差數列的錯誤原因：

- (一)、數列、圖形的分類及觀察能力不足。
- (二)、無法將觀察出的數列、圖形規律轉化成數學語言。
- (三)、受本單元所學習的新經驗影響，做出錯誤推論。
- (四)、公式的不熟練。
- (五)、錯誤的使用公式或公式的混合誤用。
- (六)、缺乏將待解的問題轉換成數學問題的能力。
- (七)、計算能力不足或計算上的粗心大意。
- (八)、解題的細心度與耐心度不夠。
- (九)、不清楚題目設計或文字敘述而產生錯誤。

(十)、新習得的知識、概念不純熟。

參、教學策略

在了解學生常犯錯誤的原因後，研究者認為在教學時，應注意以下幾點：

- 一、加強學生的計算能力，當然教師平常應多給予學生練習，唯有扎實計算能力，面對代數的問題，才能迎刃而解。
- 二、可蒐集數與形的題目，讓學生嘗試找出規律性，加強學生察覺的能力。
- 三、等差數列與等差級數的公式教學及運用，仍不可忽略，惟平時多給予學生練習的機會，加深學生對於公式的熟練度。
- 四、教師多引導學生使用各種不同的解題策略，如分析、歸納、分類及類比等，強調答案雖是唯一，但卻不限解法，前提是過程合理。
- 五、清楚地闡述等差中項的概念，對此主題多加講解及增加練習。
- 六、加強題意的解讀訓練，避免等差數列與等差級數面的誤用和混淆。

第四節 行動研究

壹、行動研究的意義

「沒有行動的研究，是空的理想；沒有研究的行動，是盲的活動（蔡清田，2000）；行動研究顧名思義就是將「行動」與「研究」結合起來（黃政傑，1999），企圖縮短理論與實務的差距。而行動研究的定義經國內外專家學者的研究，有著許多不同的看法，可以從實務觀點、實務反思觀點、專業觀點以及專業團體觀點來加以說明：

一、實務觀點

從實務觀點而言，由於行動研究，係由實務工作者針對實際工作情境，採取具體行動並且進行研究，以改進其實務工作與工

作情境，因此行動研究又稱為「實務工作者所進行的行動研究」(practitioner action-research) (蔡清田，2000)。

二、實務反思觀點

行動研究強調實務工作者的實際行動與研究產生結合，鼓勵實務工作者採取質疑、探究和批判的態度，在行動過程中進行反思，以改進實務工作現狀，增進對實務工作的理解，並進而改善實務工作所面臨的情境 (蔡清田，2000)。然而，行動研究不只是實務工作者在實際工作情境進行的自我反省與自我探究的歷程，行動研究更是實務工作者的行動思考和系統性的研究態度，探討實務工作情境所發生的實際問題，執行經過規劃的行動方案，並且持續改進實務行動，監控並評鑑行動的實施歷程與結果，以改進實際工作情境或實務行動 (Marsh, 1992)。

三、專業觀點

從專業觀點而言，行動研究不只是一種將系統的探究，加以公開化的歷程，更是一種具有充分的適當知識資訊為依據的行動，也是一種有意圖的研究與付諸實際行動的行動，並且是一種具有專業價值目的的研究 (Bassegy, 1995)。

四、專業團體觀點

從專業團體觀點而言，行動研究支持實務工作者及其所屬的專業團體，李祖壽 (1974) 指出，行動研究是現代教育研究的方法，也是一種團體法，注重團體歷程、團體活動；行動研究是行動和研究結合的一種研究方法，教師基於實際解決問題的需要，與專家學者或組織中的成員共同合作，將問題發展成研究主題，進行更系統的探究，是講求實際問題之解決的一種研究方法 (陳

伯璋，1988)。

綜合上述專家學者的見解，行動研究強調在實際工作環境中找尋問題，並透過行動解決問題，但同時也重視自身的反省能力，要能自我成長，增添實務的經驗，以期能縮短理論與實務之間差距，不同於一般應用科學的研究，由於行動研究屬於質性探討，且貼近實務，深受各行各業實務工作者喜愛。歐用生（1996）提出：「教師即研究者」的概念。研究者本身為教育工作者，實際工作環境就是學校，若能從平常教學中，發掘問題，透過行動研究來解決問題，定能增加自身在教學上的經驗與智慧，進而嘉惠學生。

貳、教育行動研究的歷程

行動研究屬於超越典範藩籬途徑的一種研究方式，強調的是研究不只是一種方法，也是一種行動，更是一種學習與成長的歷程（甄曉蘭，1995）；所以行動研究並沒有一種特定的程序與方法，使用的研究策略與方式，可能因研究者關心的實務問題、環境的因素...等，而有所調整，因此有許多學者對於行動研究的歷程均有自己的看法。例如：行動研究提供解決問題的行動方案，行動歷程是一個系統化的探究歷程，張世平與胡夢鯨（1988）將行動研究分為八個步驟：「發現問題→界定並分析問題→草擬計畫→閱覽文獻→修正問題→修正計畫→實施計畫→提出結論報告」；陳伯璋(1988)提出行動研究的歷程為「發現問題→初步的文獻探討與討論→確定研究問題→深入的文獻探討→擬定研究計劃→執行研究計劃→擬定行動方案→實施行動方案→評鑑方案的設計與實施→修正行動方案再實施」；Altrichter，Posch和Somekh (1993)則提出從「尋得起始點」開始，再進入「釐清情境→發展行動策略並付諸行動」的循環階段，直到問題解決，並且

「公開知識」才算完成行動研究的歷程。

教育行動研究是一種經驗求知的過程，教育行動研究更是一種從教育專業經驗中獲得教育專業學習的過程（Shumsky, 1959）；而教育行動研究的探究問題，是實際的教育實務工作問題（陳伯璋，1988）。學校教師本身就是一位教育實務工作者，工作環境就是學校，由教師針對工作上進行的「行動研究」，可以稱為「教育行動研究」。

蔡清田（2000）則認為教育行動的主要歷程為「陳述所關注的問題→研擬可能解決問題的行動方案→尋求可能的合作夥伴→採取行動實施方案→評鑑與回饋」。並將行動研究不同階段的歷程，說明如圖2-4：

第一循環的行動研究

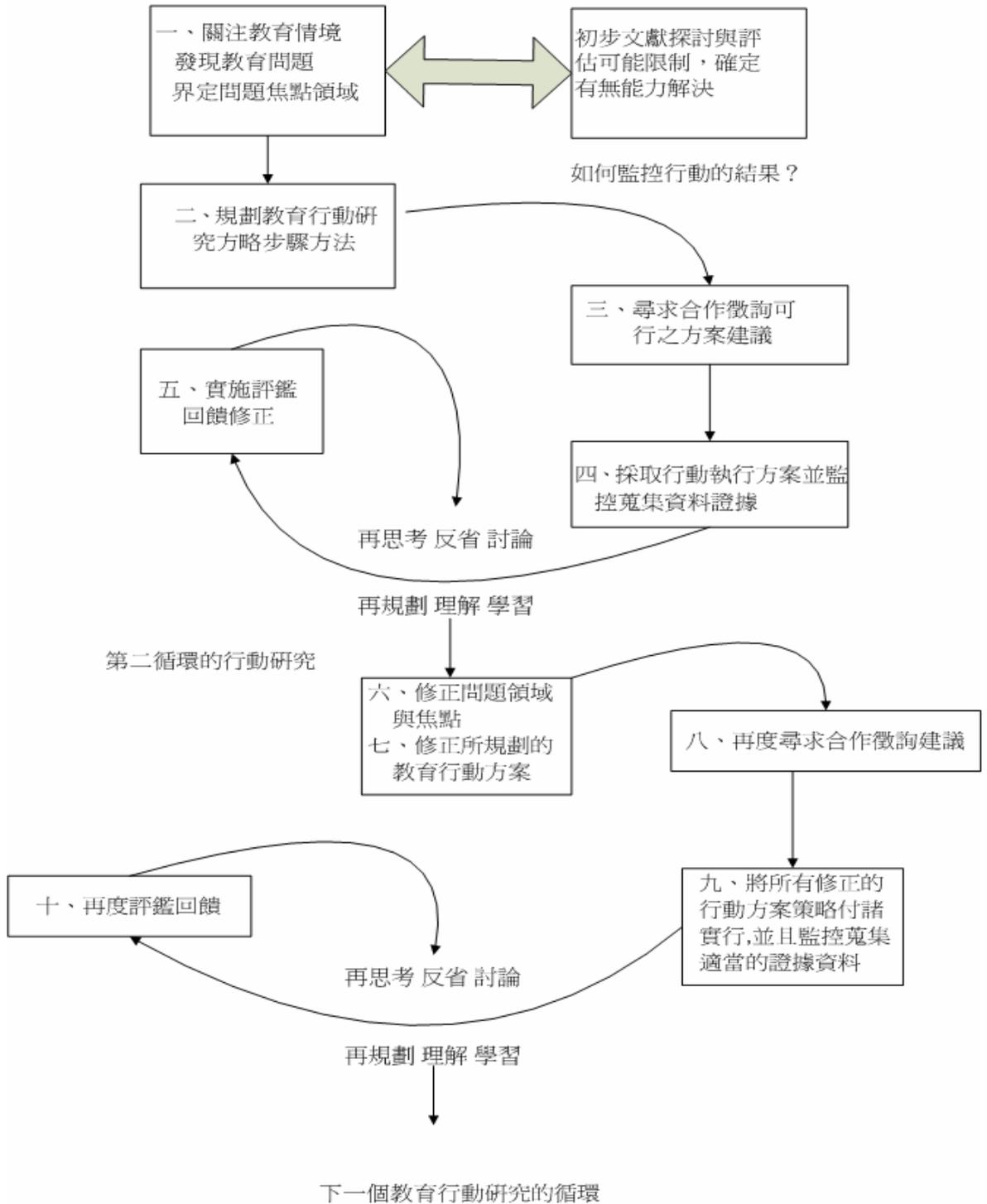


圖2-4 教育行動研究循環歷程（引自蔡清田，2000）

綜合上述專家學者的意見，可以得知，若研究者欲進行教育行動研究，其歷程不外乎以下幾個步驟，茲分別說明如下：

- 一、發現並分析問題：從教育現場中發掘問題，確認研究的主題，且能具體指出問題的焦點，進而陳述困難所在與產生的問題。
- 二、參閱相關文獻：參考相關文獻，評估有無解決能力，進而擬定初步的行動方案。
- 三、規劃行動研究方法與策略：針對研究問題，將行動方案化為更具體的策略與步驟。
- 四、實施行動方案：採取具體行動，實施上述的行動方案，並蒐集各種資料證據。
- 五、評鑑與反省：針對行動方案實施後，進行成果評鑑，看有無解決問題，並從中批判省思，若問題無法解決，修正實施方案，重複上述步驟，直至問題解決為止，也可印證此行動方案是否有效。
- 六、提出報告：根據研究的結果，做成研究報告，其內容應包括了問題的解決、使用的策略或是衍生出的新問題，但應該注意的是研究範圍與限制，不可過度推論至其他領域、地區、性別、等構面。

參、教育行動研究的功能與限制

行動研究的功能可以分為增進教師專業知識、提升教師專業信心、教師專業能力的成長及提升學校教育品質四大面向（張鳳如，2008）；黃政傑（1999）則指出，教育行動研究的功能包括：

- 一、解決教育實際問題：協助解決特定之教育實務問題，例如教室、學校或學區的實務問題。
- 二、促進教師專業成長：促進教師的在職進修教育，提升其教育與研究有關的知識、技能、方法、態度，並可增進其對自我之認識。

三、促進教育改革：促成教學的革新，由教學策略的試驗，並形成真正的教育變革。

四、結合理論與實務：改進學校教育實務工作人員和教育學術研究人員彼此之溝通，亦即破除實際與理論間的界限。

五、累積教育智慧：由教室及學校教育問題的研究，進而累積教育理論與實務的知識。

綜合言之，行動研究的精神在於縮小理論與實務之間的差距，運用在教育現場，不但可以解決教育現場實際問題，教師本身也藉此進行教學創新與改革，累積實務經驗，也提高學校在行政與管理上的效能，一舉數得。

肆、行動研究的證據資料蒐集方式

證據蒐集對行動研究是非常重要的，研究者必須在實施行動研究方案的歷程中，蒐集足夠且有效證據，藉此佐證研究者的觀點。蔡清田（2000）指出蒐集資料證據，可以告訴教育實務工作者事前未知的資訊。由此可知，資料的蒐集不但可以強化自己的觀點，也可能發掘出原先未想到的新知，所以如何有效地進行資料蒐集，其技術和方法就值得我們探討。由蔡清田（2000）及張鳳如（2008）的研究中可知，行動研究中資料的蒐集的方法，不外乎觀察、訪談、問卷、實驗研究法、文件分析、照片、錄音及攝影等等，茲摘要說明如下：

一、觀察

研究者或觀察夥伴在教學活動進行時，要仔細的進行觀察，對於研活動參與者所產生的行為活動、事件或行為的改變，可以運用情境脈絡運用圖表、錄音、備忘錄等方式進行紀錄，

也可以作為進行資料的比對來源，提高觀察資料的可信度（張鳳如，2008）。

二、訪談

訪談是由其他觀點來看待實際工作情境的好方法，其對象可以是同事學生或家長，主要是了解參與者內心深度的感受與看法。訪談是一種好的方式，比問卷更有益，因為訪談可以獲得更豐富、更進一步探索的回饋，但訪談的結果成功與否跟訪談的技巧與方式更很大的關係，例如在進行教室的行動研過程中，因老師具有權威地位，要做出真實訪談並不容易，老師要放開心胸，學生才願意跟老師對話溝通；另一種變通方式是在徵得學生同意下，請第三者代為進行訪談，再將錄音內容轉教老師聆聽與討論。訪談的範圍，從完全結構化、半結構化甚至沒有結構化，各種形式都有，各有優缺點，研究者可依據研究的主題，探究研究的方向，進而擬定訪談的範圍與方式。在進行訪問的過程中，記住不要做出立即的判斷，盡可能澄清問題，審慎使用同理心，引導受訪者對問題仔細的描述經驗的細節，才能獲取豐富的資訊。

三、問卷

教育行動研究者可以針對教師或同學的態度、期望、經驗，進行問卷調查，此種方法是使用一個事前設計好的問專注於所要蒐集的特定領域問題，獲得簡短的答案或數量化的問卷。一般而言，問卷調查可以檢核如下領域：課程材料、教學品質、教學媒體、行政措施、教育事件等，而問卷的設計沒有絕對正確的問題，只有適當的問題，所以在進行問卷設計時，

要清楚簡要，並意禮貌、隱私、施測時間等細節，並且按照決定問題、草擬問卷、進行預試等程序進行，最後再運用描述性的統計方式，進行問卷施測結果的分析，得到研究所需要的資訊。

四、實驗研究法

實驗研究法是指研究者在妥善控制一切無關變項的情況下，操弄實驗變項，而觀察此變項的變化對依變項所產生的影響效果。真正的實驗設計是在分組時，隨機抽樣與隨機分配到實驗組與控制組；而本研究採用的則是「準實驗研究法」，所謂的「準實驗研究法」是指研究者在研究中，無法隨心所欲的在實驗情境中採用隨機取樣方法分派受試者、控制實驗情境，此時所使用的實驗設計即稱為準實驗研究設計。它將受試者以非隨機方式分派為實驗組及控制組，兩組皆接受前後測，實驗組接受實驗處理，而控制組則否，是一種在控制外在變項的情況下，設計自變項，觀察依變項變化狀況的方式，也是在教育行動研究中最常使用的方式之一，但是在運用時要特別得注意，千萬不可以為研究而進行實驗，而應該是因為更其必要性，所以才展開行動進行研究（吳明隆，2001），避免因進行研究而損害到學生的受教權。

五、文件分析

文件分析因提供有關研究中的相關議題與問題的訊息情報，所以常被拿來當作輔助資料，主要是用來檢驗或增強研究證據的可信度，內容包含更課程綱要、教學內容、使用過的考卷或學習單、會議紀錄，其他書面類的作業以及最重要的教師省

思札記等，研究者可以依據當天教學活動發生事件的紀錄，進行自我的檢討與改進。同時經由呈現連續性、多元性與完整性的文件資料內容，可以明確的指出研究者與活動參與者的改變（Elliott, 1991）。

六、照片、錄音及攝影

身處科技的時代，善用照相及攝影，能獲得實務工作情境視覺層面的概念，照片及攝影不只是圖示而已，除了可以證明事件確實發生外，也可以作為事後對當時的行動過程的回憶，並能提供客觀詳盡的紀錄；錄音與攝影的方式則可以捕捉語言方面的動態資訊，透過反覆聆聽轉譯為書面文件，一些遺漏的小節都可以被找出來，加以分析與討論。

綜合言之，行動研究可視為一種專業、自發性的行為，它強調研究者需在實際情境中，發現問題、蒐集資料、擬定策略、實施行動方案及解決問題，當然在過程中透過反思及不斷地修正，找出解決問題的最佳策略，研究者也在因此有所成長，而不同於問卷調查有著豐富的數據，它屬於一種質性探討，靠著多種證據資料輔佐，更能貼近實際情境。研究者認為，身為教育工作者，若能配合實際教學狀況，進行教育行動研究，相信能對本身數學科教學以及學生的數學學習，產生助益，但很多老師往往滿足於原有的教學技能及穩定生活中，而未能從別的角度，對自己一成不變的教學方式進行省思、精進，十分可惜。希望藉由這電子白板融入數學科教學之研究，能讓數學科教學更加趣味、更具圖像化，同時鞭策研究者與協同合作的教師同仁，多進行教材教法上的創新教學與經驗交流。

第三章、研究方法

本研究主要的目的，在比較使用「電子白板融入教學」與「傳統式講述法教學」兩種情況下，對國二學生進行「數列及等差級數」單元教學後，探討實驗組學生的學習成就和學習態度有無差異，本章內容共分為五節，分別為實驗設計、研究假設、研究期間與對象、研究方法與工具及資料處理，以下依次闡述。

第一節 實驗設計

本研究之實驗設計考量學校之編班無法隨意更動，無法隨機分派受試者至實驗組或控制組，因此採用「準實驗設計」(quasi-experimental design) 中的前後測設計，本實驗設計模式如表3-1所示。

組別	前測	實驗處理	後測	延後測
實驗組	O ₁	X ₁	O ₃	O ₅
控制組	O ₂	X ₂	O ₄	O ₆

表3-1 電子白板融入數學教學之準實驗設計模式

表3-1各代號所代表的涵義如下：

O₁：實驗組之前測。以學生國一上至國二上共三學期數學學期成績，做為學習成就的前測，另外，在進行教學實驗前進行「數學學習態度量表」的施測，以做為學習態度的前測。

O₂：控制組之前測。以學生國一上至國二上共三學期數學學期成績，做為學習成就的前測，另外，在進行教學實驗前進行「數學學習態度量表」的施測，以做為學習態度的前測。

- X₁：實驗組之實驗處理。實驗組學生接受每週4節，共16節的IWB融入數學教學的教學策略。
- X₂：控制組之實驗處理。控制組學生接受每週4節，共16節的傳統式講述法進行數學教學的教學策略。
- O₃：實驗組之後測。電子白板融入數學教學後，實驗組接受「數列及等差級數單元成就測驗後測」、「數學學習態度量表後測」及「電子白板融入教學之回饋問卷」的施測。
- O₄：控制組之後測。傳統式講述法進行數學教學後，控制組接受「數列及等差級數單元成就測驗後測」、「數學學習態度量表後測」的施測。
- O₅：實驗組之延後測。實驗組在完成「數列及等差級數單元成就測驗後測」之後約兩週的時間，再施以「數列及等差級數單元成就測驗延後測」。
- O₆：控制組之延後測。實驗組之延後測。實驗組在完成「數列及等差級數單元成就測驗後測」之後約兩週的時間，再施以「數列及等差級數單元成就測驗延後測」。

根據研究目的及文獻探討的結果，將本研究有關之各變項之關係，提出研究實驗變項表，如表3-2所示：

控制變項	自變項（教學法）	應變項（學習成就）
教學者	實驗組	數學學習成就
起點行為		數學學習態度
授課時數	控制組	數學學習時效
教學進度		

表3-2 研究實驗變項表

表3-1所代表的涵義如下：

一、控制變項：

- 1.教師者：實驗組由原班任課老師即研究者，擔任教學者；控制組由控制組原班任課老師擔任教學者，為避免教師特質影響教學實驗進行，於每週二定期進行教學討論，以期將此變數縮短至最少。
- 2.起點行為：本研究是指以這兩班「前三學期數學學期成績」及「數學學習態度量表前測」為參考依據。
- 3.授課時數：每週4節，總共16節課。
- 4.教材內容：教材皆採用南一版第四冊數學課本；教學進度皆相同。

二、自變項：

- 1.實驗組：電子白板融入教學係指在每週4節，共16節的數學課中，教師使用電子白板進行教學。
- 2.控制組：傳統式講述法進行數學教學係指在每週4節，共16節的數學課中，教師使用電子白板進行教學。

三、應變項：

- 1.數學學習成就：係指受試者在研究者自編之「數列及等差級數單元成就測驗」的後測得分。
- 2.數學學習態度：係指受試者接受研究者改編自王源豐（2012）的「運用互動式電子白板於國三學生數學教學成效之研究—以相似形單元為例」之數學學習態度量表的後測得分。
- 3.數學學習時效：係指受試者在研究者自編之「數列及等差級數單元成就測驗」的延後測得分。

第二節 研究假設

本研究針對嘉義縣某國中國二學生，欲比較使用電子白板教學的實驗組和傳統講述教學的控制組，在學習數列及等差級數單元之學習成就及數學學習態度的改變情形。依據研究目的及待答問題，考驗以下對立假設：

- 一、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的學生，在數學學習成就上有顯著的差異。
- 二、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的高分群學生，在數學學習成就上有顯著的差異。
- 三、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的中分群學生，在數學學習成就上有顯著的差異。
- 四、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的低分群學生，在數學學習成就上有顯著的差異。
- 五、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的學生，在數學學習時效上有顯著的差異。
- 六、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的高分群學生，在數學學習時效上有顯著的差異。
- 七、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的中分群學生，在數學學習時效上有顯著的差異。
- 八、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的低分群學生，在數學學習時效上有顯著的差異。
- 九、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的學生，在數學學習態度上有顯著的差異。
- 十、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的高分

群學生，在數學學習態度上有顯著的差異。

十一、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的中分群學生，在數學學習態度上有顯著的差異。

十二、針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的低分群學生，在數學學習態度上有顯著的差異。

第三節 研究期間及對象

基於人力、時間及資源等限制下，本研究以研究者服務的嘉義縣梅山國中國二學生為研究對象，研究時間為民國102年2月下旬至3月，本節就學校背景、教學者背景、研究對象背景及預試樣本背景，分述如下：

壹、學校背景

梅山國中位於嘉義縣梅山鄉，創校已超過50年，全校含體育班、特教班共16班，全校約365人，屬於偏遠山區小型學校，校內家長多以務農維生，為梅山鄉內唯一的國中，因人口外流及少子化等因素影響，學生數逐年下降，每班約20多人。各班皆有液晶電視，但單槍投影機數量有限，僅裝設在特定會議室及e化教室，e化教室內尚有桌上型電腦、電子白板、傳統黑板及麥克風，為本研究教學實驗的地方。

貳、教學者背景

實驗組由原班任課老師即研究者本身擔任教學者，研究者為彰化師範大學數學系89級畢業生，具有10年中學數學教學經驗；控制組由控制組原班任課的陳老師擔任教學者，陳老師為花蓮教育大學數學教育研究所畢業，具5年中小學數學教學經驗。考量研究者任教學生中僅一班國二，在任課老師不隨意更

動的前提之下，請同年級陳老師任教班級擔任控制組，為避免教師不同而影響教學實驗的結果，於每週二數學科領域時間，進行教學進度及教材內容的確認，並請其他任教同年級的數學老師，擔任此次教學實驗的觀察者，提供建言並修正行動方案，以期將教師的變數縮短至最小，並讓本研究更加完備。

參、研究對象背景

對象背景為梅山國中二年級學生，擔任實驗組的班級，現有學生17人，該班學生活潑好動，整體學業成就不高，但有少數幾位在同年級中屬於成績優秀；而擔任控制組的班級，學生原有為20人，扣除2名轉學生、1名學生於研究期間請假過多，為減少不確定因素，選定其餘17人參與教學實驗，希望透過兩組人數相同，能減少教學實驗的誤差。

為避免研究上的誤差，研究者未對學生透露教學實驗內容，以避免產生預期心理；研究者針對兩組研究對象的起點行為進行分析，首先觀察這兩班前三學期的數學學期成績，得知兩組的差距逐漸縮小，如表3-3；但為求慎重，於教學實驗前，再對這兩班進行「數學學習態度量表」前測，如表3-4；兩種起點行為整合成表3-5。

學期	一上	一下	二上	平均
實驗組	50.8	44.1	46.1	47
控制組	40.9	39.6	50.5	44.3
差距	9.9	4.5	4.4	2.7

表3-3 實驗組與控制組前三學期數學學期成績（總分100分）

編號	實驗組	編號	控制組
1	116	1	103
2	101	2	101
3	109	3	95
4	120	4	104
5	73	5	115
6	95	6	82
7	98	7	79
8	95	8	72
9	67	9	70
10	101	10	94
11	110	11	89
12	87	12	83
13	100	13	74
14	81	14	87
15	99	15	84
16	94	16	91
17	74	17	117
平均	96.1	平均	89.1

表3-4 實驗組與控制組數學學習態度量表前測成績（總分150分）

	實驗組	控制組
前三學期的數學學期成績	47	44.3
數學學習態度量表前測成績	96.1	89.1

表3-5 實驗組與控制組學生之起點行為比較

而由表3-5的兩種學前行為資料，來檢定研究樣本的起點行為是相同，各項觀察值皆符合常態、獨立、變異數同質性等三項基本假設，且獨立樣本僅分成兩組，因此分別採用獨立樣本t

檢定，如表3-6及3-7所示。

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
前三學期數學成績	Equal variances assumed	1.311	.261	.407	32	.687	2.60588	6.40116	-10.43285	15.64461
	Equal variances not assumed			.407	31.488	.687	2.60588	6.40116	-10.44117	15.65293

表3-6 前三學期數學學期成績獨立樣本t檢定

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
學習態度前測	Equal variances assumed	.758	.391	1.457	32	.155	7.00000	4.80345	-2.78430	16.78430
	Equal variances not assumed			1.457	30.395	.155	7.00000	4.80345	-2.80460	16.80460

表3-7 數學學習態度量表前測獨立樣本t檢定

由表3-6及3-7可知，實驗組和控制組在學生在前三學期數學學期成績（ t 值=0.407， $p=0.687 > 0.05$ ）及數學學習態度量表前測（ t 值=1.457， $p=0.155 > 0.05$ ）的獨立樣本 t 檢定上，均未達到顯著，因此理論上，雖無法隨機將受試者分派至這兩組，但在統計考驗上，則認為兩組在這三個研究變項中，為起點行為相似的團體。

肆、預試樣本背景

研究工具須具有一定的信度及效度，才可以作為研究的依據，因此研究者針對「數列及等差級數單元成就測驗」及「數學學習態度量表」這兩項工具進行預試，黃光雄及簡茂發(1988)

認為預試的對象宜取自將來正式施測擬應用的群體中，因此研究者挑選與研究對象年紀接近的國三學生共28人參與預試，再針對預試結果進行題目的調整。

伍、研究樣本的分群

根據Cureton (1957) 所提出的論點，如果母群體分配較常態平坦，則高低分組所占比率宜高於27%，大約是33%。茲將本研究中兩組的參與人數、性別狀態及高、中、低群學生分配情形，整理成表3-8；各組的前三學期數學學期平均成績，整理成表3-9。

班級 名稱	參與 人數	男生 人數	女生 人數	高分群	中分群	低分群
實驗組	17	10	7	5	7	5
控制組	17	8	9	5	7	5

表 3-8 研究對象人數、性別及高、中、低群分配表

	實驗組	控制組
高分群	69	68.7
中分群	45	41.0
低分群	28	24.9

表 3-9 兩組的高、中、低群學生前三學期數學學期成績分配表

評估此一分群在兩組皆符合常態、獨立及變異數同質性三種基本假設之下，進行單因子變異數分析考驗，得到實驗組之 F 值 = 45.135 ($p=0.00 < 0.05$)，控制組之 F 值 = 25.686 ($p=0.00 < 0.05$)，顯示實驗組與控制組之分組達到統計性的顯著性，所以此

分組可以區別出高分組、中分組及低分組的學生。

第四節 研究方法與工具

壹、研究方法

本研究屬於實驗研究取向，為準實驗研究法，以34位嘉義縣某國中二年級學生為樣本，用「數列及等差級數單元成就測驗」及「數學學習態度量表」為工具，比較研究對象在接受電子白板融入教學和傳統式講述教學後，在成就測驗及學習態度上量化的資料，再針對實驗組做電子白板融入教學回饋問卷及訪談，進行質性研究，最後再將教學觀察者的記錄及研究者使用電子白板的心得，彙整成量化及質性的資料，做出結論與建議。

貳、研究工具

本節針將對本研究使用的研究工具，逐一說明，其中包含研究者自編的「數列及等差級數」單元成就測驗、數學學習態度量表、學生對電子白板融入教學之回饋問卷、電子白板融入教學的環境（e化教室）及研究者使用的南一電子書教材等，分述如下：

一、「數列及等差級數」單元成就測驗

（一）、測驗目的

了解學生在學習「數列及等差級數」單元中，兩組的起點行為與接受實驗後實驗組與控制組學習成就差異性之比較。

（二）、測驗內容

測驗範圍為九年一貫國民中學數學科南一版第四

冊第一章「數列及級數」單元，採紙筆測驗，共25題選擇題，每題4分，答錯不予記分。

(三)、內容效度

研究者根據南一版第四冊數學教師手冊、歷屆基測試題、教育部數學科補救教學教材及余庭璋(2007)之國二學生在數形關係與等差數列之錯誤類型分析研究等參考資料，編制成預試試題，雖然參考資料皆具有一定效度，但仍請指導教授指導並修改，並由剛學習完國二課程的一班國三學生進行預試，最後再請校內資深數學教師審閱並修訂，由於是由專家審定，符合傳統效度檢定中的內容效度。

(四)、預試及試題分析

經預試後，將預試學生成績由高至低排列，各取前後各27%分別為高分群及低分群，並對兩組進行獨立樣本t檢定，共有15題達到顯著 ($p < 0.05$)，10題未達到顯著，如表3-8，考量預試對象為國三學生，正式施測的對象為剛學完「數列與等差級數元」的國二學生，進一步探討本測驗的信度、難度及鑑別度，以決定題目的取捨。首先將高分組及低分組每一題答對的百分比算出來，分別為 P_H 及 P_L ，說明如下：

1、信度

本量表的Cronbach's α 係數為0.885，表示本量本具有良好的信度。

2、難度

簡茂發(1991)指出，若試題本身為二分(對或錯)，則常被使用的試題「難度指數」即是直接的將答對該題的人數以比例表現出來。另一種試題「難度」的求法，如郭生玉(1988)主張，將總分按高低依序排列，從最高分部份向下取總人數27%為高分組，再從最低分部份向上取總人數27%為低分組；分別計算高分組與低分組在每一題的答對人數與百分比，若百分比代號分別為 P_H 與 P_L ，則難度 $P = (P_H + P_L) \div 2$ ，難度平均值以接近0.5為佳。而本研究之難度算法則是採用後者。

3、鑑別度

簡茂發(1991)與郭生玉(1988)認為鑑別度為將每一題所算出的 P_H 與 P_L 相減。鑑別度越大，鑑別能力越大，測驗的可信度就愈高，通常鑑別度在0.25以上，應屬於良好的試題，但仍應視教學目而調整(徐乾崇，2000)。

綜合以上，研究者挑出原本25題中未達顯著的10題，再將鑑別度在0.25以下、難度在0.9以上或0.4以下的題目刪除，形成為一份20題選擇題，每題5分，共100分的正式試題，調整之後，本量表信度為.902，每題的難度均在0.5~0.88，平均難度為0.656，鑑別度為0.538，鑑別度與難度相當，為良好的試題，如表3-10

所示。

題號	答對率%	難度%	鑑別度%	p值	備註
01	89	94	13	.334	刪題
02	64	69	63	.004	
03	50	63	50	.043	
04	46	56	38	.149	
05	89	88	25	.170	
06	54	56	88	.000	
07	75	69	63	.011	
08	61	56	38	.149	
09	25	19	13	.554	刪題
10	50	63	75	.003	
11	71	69	63	.011	
12	86	88	25	.170	
13	54	63	50	.043	
14	54	56	63	.009	
15	86	88	0	1.000	刪題
16	64	69	13	.619	刪題
17	82	75	50	.019	
18	39	50	50	.049	
19	50	56	63	.009	
20	75	63	50	.043	
21	50	56	88	.003	
22	89	81	38	.170	
23	75	69	38	.124	
24	61	69	63	.011	
25	50	38	25	.334	刪題
刪題前 平均	63.57	64.75	45.5		
刪題後 平均	63.75	65.63	53.75		

表3-10 「數列與等差級數成就測驗」預試各試題難度與鑑別度

二、數學學習態度量表

本研究所使用的數學學習態度量表乃參考王源豐(2012)所編之數學學習態度量表，再由研究者加以編製，並請校內數學老師校正，最後敦請指導教授指導並修訂而成，內容共分成學習慾望、學習過程、學習方法及學習信念共四個學習因素，各因素分類與雙向題號對照表，如表3-10所示。

學習因素	正向題題號	負向題題號
學習慾望	4, 5, 7, 20, 22, 30	10, 18, 24, 29
學習過程	23, 25, 26,	3, 11, 13,
學習方法	1, 2, 9, 17, 27	12, 19,
學習信念	8, 14, 21	6, 15, 16, 28

表 3-11 數學學習態度之學習因素分類及雙向題號表

本量表採李克特計分法 (Five-Point Likert scale)，其計分方式為在正向題中，非常同意、同意、無意見、不同意及非常不同意分別為5分、4分、3分、2分及1分；而在反向題中，非常同意、同意、無意見、不同意及非常不同意，則改為1分、2分、3分、4分及5分，最後計算各題的平均，若平均大於3分，則為正向態度；反之，若平均小於3分，則為反向態度，。

經預試後，按成績由高至低排列，各取前後各27%分別為高分群及低分群，並對兩組進行獨立樣本t檢定，最後再以Cronbach's α 係數進行信度分析， α 係數為0.981，信度係數在0.7以上，根據吳明隆(2007)分析學者對於信度係數的要求，認為信度係數若在0.6~0.7之間，還可以接受使用，而信度係數在0.7以上表示具足夠之穩定性。最後再以獨立樣本t檢定，

考驗高分群與低分群在各題項之間的差異，各題項的測試結果及分類，如表3-12所示，由於各題項t值均達到顯著，代表各題項皆具有鑑別度，故不必刪題。

學習因素	題號	t值	p-value	整體信度
學習慾望	4	6.545	.000	0.981
	5	3.742	.002	
	7	4.366	.001	
	10	6.481	.000	
	18	4.520	.000	
	20	3.000	.010	
	22	4.715	.000	
	24	5.392	.000	
	29	6.298	.000	
	30	5.966	.000	
學習過程	3	2.826	.017	
	11	4.848	.000	
	13	4.478	.001	
	23	3.194	.006	
	25	3.529	.003	
	26	4.151	.001	
學習方法	1	2.366	.033	
	2	4.292	.001	
	9	6.141	.000	
	12	4.249	.001	
	17	3.775	.002	
	19	3.389	.004	
	27	3.667	.003	
學習信念	6	6.594	.000	
	8	4.356	.001	
	14	4.036	.001	
	15	6.859	.000	
	16	2.434	.029	
	21	5.856	.000	
	28	8.775	.000	

表3-12 數學學習態度量表各題項之分類及信度統計表

三、電子白板融入教學之回饋問卷

此回饋問卷目的地在於了解學生對電子白板融入數學教學後之感受，乃研究者參考王源豐（2012）所編之「學生對IWB資訊融入教學之回饋問卷」加以改編，內含9題半開放式和1題開放式題目，於教學後實施，並做為接下來訪談內容的參考依據。

四、訪談記錄

在完成回饋問卷後，研究者為了解實驗組同學對電子白板融入數學教學的看法與感受，從實驗組的高、中、低分群中，各抽訪2人，內容以「數列與等差級數成就測驗」、「數學學習態度量表」及「電子白板融入教學之回饋問卷」為主，並錄音做成逐字稿，以便進行質性分析。

五、教師觀察記錄表

為瞭解教師在使用電子白板融入教學時的優缺點，除了研究者本身使用的心得與省思外，請同校數學老師進行教學觀察，填寫由研究者製作的教師觀察記錄表，提供在主觀之外，客觀上的觀察與建議，讓本研究在質性分析上更加完整。

六、電子白板輔助教學的教學環境與設施

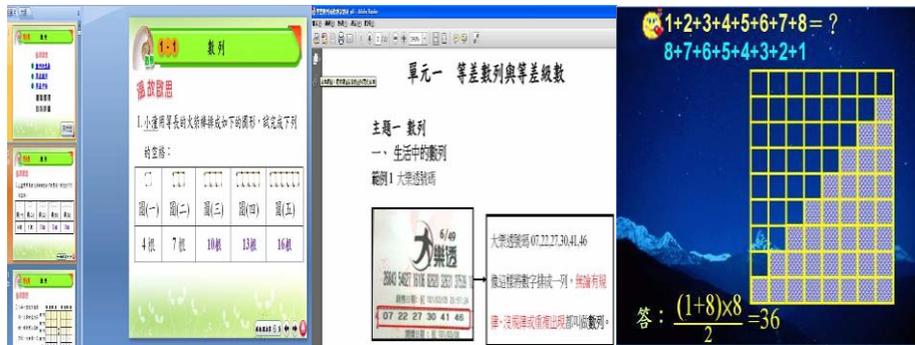
本研究以研究者服務學校的e化教室為教學實驗地點，內有桌上型電腦、單槍投影機、電子白板、傳統黑板及麥克風，電子白板廠牌為SMART Board，其操作原理屬於類比電阻壓感，是標準式的實體電子白板，為本教學實驗主要的操作工具；軟體部分則使用南一版電子書，搭配康軒版電子書、數學網站，最後輔以研究者蒐集之自編教材。

七、研究者自選的上課教材

(一)、南一電子書



(二)、教學用ppt



(三)、網路資源



一、一上至二上前三學期數學學期成績

利用 Microsoft Excel 2007 計算兩組學生前三學期數學學期成績平均，並依此平均分數將學生分為高、中、低分三群，高分群為兩班前 27% 的學生；低分群為兩班後 27% 的學生；扣除高分群及低分群即為中分群，經統計後，實驗組與控制組的高、中、低分群，分別為 5 人、7 人、5 人，並以 spss19.0 進行單因子變異數分析。

二、數列及等差級數單元成就測驗

為降低實驗誤差，主要方法有實驗控制 (experimental control) 與統計控制 (statistical control) 兩種，考量實際的教育情境中，研究者無法用隨機抽樣和隨機分派來控制實驗誤差，只有以班級為單位進行實驗，改用統計控制 (王保進，1999)。而在準實驗研究中，共變數分析 (analysis of covariance) 是運用最為普遍的一種方法。使用共變數分析控制實驗誤差有二種目的：一為減少實驗誤差來源，增加統計考驗力；二為降低非研究操弄之實驗處理差異的偏差 (吳明隆，2003)。

基於上述理由，且研究資料符合常態分配、獨立性及變異數同質性等三項基本假設，本研究在「數列及等差級數單元成就測驗」部分採用共變數分析，並設定顯著水準為 0.05。

三、數學學習態度量表

本量表分為四個分量來進行分析，採用 Likert 五點分量表之計分方式，各分量表以 Microsoft Excel 2007 計算每位學生的總分，再利用 spss19.0，進行單因子單共變量共變數分析，以前測為共變項，不同教學法為自變項，後測為依變項，設定顯著水準為 0.05，

比較不同教學法分別對兩組的高、中、低分群於數學學習態度之影響。

壹、質性的分析

針對實驗組學生進行「電子白板融入教學之回饋問卷」及「訪談記錄」；請校內數學老師擔任教學觀察者，填寫「教師觀察記錄表」。

一、電子白板融入教學之回饋問卷

在實驗組學生進行教學實驗後，進行電子白板融入教學之回饋問卷，此問卷屬於半開放式感受問卷，其編碼方式為：第一位為Q，代表問卷；第二位1、2、3，分別代表高分群、中分群、低分群；第三位數字代表該分群的第幾位學生。例如：Q101代表高分群的第1位學生；Q202代表中分群的第2位學生；Q303代表低分群的第3位學生。

二、訪談記錄

研究者主要是以學生填寫的回饋問卷內容為訪談主題，內容也包括學生個別學習狀況以及學生在成就測驗、學習態度量表中的表現，在訪談記錄（請參閱附錄六）中，以T代表教師，以SH、SM、SL分別代表高分群、中分群、低分群受訪的學生。

三、教師觀察記錄表

研究者請本校其他數學老師擔任本研究的教學觀察者，利用空堂時間至研究者上課班級進行教學觀摩，並填寫由研究者自行編製的教師觀察記錄表，主要的觀察重點為教學活動流程、班級經營及使用電子白板融入教學的優缺點，並提供客觀的建議，讓研究者修正教學行動方案，以彌補研究者主觀認知的不足。

第四章、資料分析與結果

本章分為電子白板融入教學後，對學生數學學習成就的影響之探討、數學學習時效之成效分析、學生數學學習態度的影響之探討、學生對電子白板融入教學之回饋、學生訪談資料之分析及教師觀察記錄的意見彙整等六部份。

第一節 學生數學學習成就的影響之探討

在本研究中，研究樣本的起點行為在統計考驗後，認定實驗組與控制組為無顯著差異的相似團體，控制組採用「傳統講述法教學」，而實驗組則採用「電子白板融入教學」，所以本實驗設計是以教學法為唯一的自變項，兩組的後測成績為依變項，因此研究者將利用成對樣本 t 檢定，針對兩組學生就「數列與等差級數成就測驗後測試題」的測驗結果進行檢定。

【假設一：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的學生，在數學學習成就上有顯著的差異。】

針對假設一，以教學法為自變項，兩組學生的成就測驗後測成績為依變項，做成對樣本 t 檢定。其中實驗組和控制組學生共 34 人，分析這 34 位學生在「數列與等差級數」單元成就測驗後測之結果，並以 spss 統計軟體進行分析，結果整理成表 4-1，再依表 4-1 進行分析與討論。

	平均分數	標準差	顯著性 (p 值)	是否有顯著差異
實驗組	42.94	21.29	.038	.038 < .05
控制組	31.76	14.02		
實驗組平均數－控制組平均數＝11.18				

表 4-1 實驗組與控制組成就測驗後測之結果分析 單位：分

【結果分析】：

由表 4-1 可知，雖然實驗組與控制組在起點行為上沒有差異，但在成就測驗後測上，實驗組的平均分數高於控制組約 11.18 分，且達到統計上的顯著差異，因此針對國中數學「數列與等差級數」這單元，接受「電子白板融入教學」的實驗組學生，其學習成就後測的表現，優於接受「傳統講述法教學」的控制組學生。

【結果討論】：

本教學實驗的結果，實驗組與控制組學生在數學學習成就測驗上，達到顯著差異，推測其原因，可能有以下兩點：

1. 實驗組學生長期接受傳統講述式教學，大部分學生缺乏學習動機、學習興趣，但在此次教學實驗中，學生對電子白板感到新奇有趣，在上課時專注度比以往好很多，學習也比較認真，教學成效反映在本次成就測驗後測成績上。
2. 成就測驗試題乃參考國中基測試題、南一教科書、教育部補救教學教材等編製而成，簡易題型較少，對學習成就皆不高的兩組學生而言，要進行新進度的評量，是有一定的難度。但研究者在進行教學實驗時，利用電子白板可結合多媒體的特性，進行教材的補充，無形中增加了學習的廣度及深度，實驗組學生因此在「數列與等差級數」單元成就測驗後測成績優於控制組。

【假設二：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的高分群學生，在數學學習成就上有顯著的差異。】

針對假設二，以教學法為自變項，兩組高分群學生的成就測驗後測成績為依變項，做成對樣本 t 檢定。其中實驗組與控制組的高分群學生各有 5 人，分析這 10 位學生在「數列與等差級數」單元成就測驗後測之結

果，並以 spss 統計軟體進行分析，結果整理成表 4-2，再依表 4-2 進行分析與討論。

	平均數	標準差	顯著性(p 值)	是否有顯著差異
實驗組	61	14.75	.178	.178 > .05
控制組	45	12.75		
實驗組平均數－控制組平均數＝16				

表 4-2 實驗組與控制組的高分群成就測驗後測之結果分析 單位：分

【結果分析】：

由表 4-2 可知，實驗組高分群比控制組高分群高了 16 分， $p = .178 > .05$ ，未達到統計上的顯著差異，因此針對國中數學「數列與等差級數」這單元，接受「電子白板融入教學」的實驗組高分群學生和「傳統講述法教學」的控制組高分群學生，其學習成就測驗後測的表現，在統計上並無顯著差異。

【結果討論】：

本教學實驗的結果，實驗組與控制組的高分群學生在數學學習成就測驗上，未達到顯著差異，推測其原因，可能有以下兩點：

1. 由表 4-2 可知，實驗組高分群比控制組高分群高了 16 分，在平均分數上已有明顯差異， $p = .178$ 雖大於 .05，但已非常接近，可見得對實驗組的高分群學生而言，「電子白板融入教學」的確有助於提升其學習成就。
2. 本教學實驗只針對一個數學單元進行 16 節課教學，若能持續進行，在擴大教學範圍及研究時間後，相信對於高分群學生的學習興趣及學習成就，均能有明顯提升。

【假設三：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的中分群學生，在數學學習成就上有顯著的差異。】

針對假設三，以教學法為自變項，兩組中分組學生的成就測驗後測成績為依變項，做成對樣本 t 檢定。其中實驗組與控制組的中分群學生各有 7 人，分析這 14 位學生在「數列與等差級數」單元成就測驗後測之結果，並以 spss 統計軟體進行分析，結果整理成表 4-3，再依表 4-3 進行分析與討論。

	平均數	標準差	顯著性(p 值)	是否有顯著差異
實驗組	40.00	21.60	.091	.091 > .05
控制組	25.71	12.72		
實驗組平均數－控制組平均數＝14.29				

表 4-3 實驗組與控制組的中分群成就測驗後測之結果分析 單位：分

【結果分析】：

由表 4-3 可知，實驗組中分群比控制組中分群高 14.29 分， $p=.091 > .05$ ，未達到統計上的顯著差異，因此針對國中數學「數列與等差級數」這單元，接受「電子白板融入教學」的實驗組中分群學生和「傳統講述法教學」的控制組中分群學生，其學習成就測驗後測的表現，在統計上並無顯著差異。

【結果討論】：

本教學實驗的結果，實驗組與控制組的中分群學生在數學學習成就測驗上，未達到顯著差異，推測其原因，可能有以下兩點：

1. 由表 4-2 可知，實驗組中分群比控制組中分群高 14.29 分，在平均分數上已有明顯差異， $p=.091$ 雖大於 .05，但已非常接近，可見得對實驗組的中分群學生而言，「電子白板融入教學」對於提升其學習成

就是有幫助的。

2. 由實驗組中分群學生的「電子白板融入教學之回饋問卷」得知，實驗組中分群學生對於電子白板融入數學教學，大都表示喜歡、感興趣，學習意願均有明顯提升，但因數學觀念仍有盲點，所以無法立即在成就測驗分數達到顯著，需長時間糾正及教導，在補足基本數學能力後，新進度的學習才能看出學習成效。

【假設四：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的低分群學生，在數學學習成就上有顯著的差異。】

針對假設四，以教學法為自變項，兩組低分組學生的成就測驗後測成績為依變項，做成對樣本 t 檢定。其中實驗組與控制組的低分組學生各有 5 人，分析這 10 位學生在「數列與等差級數」單元成就測驗後測之結果，並以 spss 統計軟體進行分析，結果整理成表 4-4，再依表 4-4 進行分析與討論。

	平均數	標準差	顯著性(p 值)	是否有顯著差異
實驗組	29.00	15.17	.838	.838 > .05
控制組	27.00	8.37		
實驗組平均數－控制組平均數＝2				

表 4-4 實驗組與控制組的低分群成就測驗後測之結果分析 單位：分

【結果分析】：

由表 4-4 可知，實驗組與控制組的低分群平均分數相當接近， $p = .838 > .05$ ，在統計上並無顯著差異，因此針對國中數學「數列與等差級數」這單元，接受「電子白板融入教學」的實驗組低分群學生和「傳統講述法教學」的控制組低分群學生，其學習成就測驗後測的表現，在統計上並無顯著差異。

【結果討論】：

本教學實驗的結果，實驗組與控制組的低分群學生在數學學習成就測驗上，並無顯著差異，推測其原因，可能有以下兩點：

1. 在本研究中，兩組的低分群學生長期以來皆對數學感到害怕，雖然實驗組的低分群學生對電子白板感到新鮮有趣，但面對傳統的紙筆測驗仍相當排斥，加上成就測驗的題型為選擇題，遇到不會寫的題目，可能流於猜題，導致兩組低分群學生偏低且接近。
2. 實驗組低分群學生對於運用電子白板進行學習，大都抱持正面的態度，也願意上台操作演練，並會一些簡單的基礎題型，但因基本的數學能力不佳，加上數學學習的習慣無法在短期之間改變，學習成效無法立即表現在成就測驗分數上，需長時間的進行教學實驗，並輔以補救教學，慢慢改變低分群學生的學習觀念，才能凸顯出學習成效。

第二節 學生數學學習時效影響之探討

在本研究中，研究樣本的起點行為在統計考驗後，認定實驗組與控制組為無顯著差異的相似團體，而實驗組採用的是電子白板融入教學，控制組則採用的是傳統式講述教學，所以本實驗設計是以教學法為唯一的自變項，兩組的延後測成績為依變項，因此研究者將利用成對樣本 t 檢定，針對兩組學生就「數列與等差級數成就測驗延後測試題」的測驗結果進行檢定。

【假設五：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的學生，在數學學習時效上有顯著的差異。】

針對假設五，以教學法為自變項，兩組學生的成就測驗延後測成績為依變項，做成對樣本 t 檢定。其中實驗組和控制組學生共 34 人，分析這

34 位學生在「數列與等差級數」單元成就測驗延後測之結果，並以 spss 統計軟體進行分析，結果整理成表 4-5，再依表 4-5 進行分析與討論。

	平均數	標準差	顯著性(p 值)	是否有顯著差異
實驗組	36.18	15.06	.026	.026 < .05
控制組	25.88	11.89		
實驗組平均數－控制組平均數＝10.3				

表 4-5 實驗組與控制組成就測驗延後測之結果分析 單位：分

【結果分析】：

由表 4-5 可知，雖然實驗組與控制組在起點行為上沒有差異，但在成就測驗延後測上，實驗組的平均分數高於控制組約 10.3 分，且達到統計上的顯著差異，因此針對國中數學「數列與等差級數」這單元，接受「電子白板融入教學」的實驗組學生，其學習成就延後測的表現，優於接受「傳統講述法教學」的控制組學生。

【結果討論】：

本教學實驗的結果，實驗組與控制組學生在數學學習時效上，達到顯著差異，推測其原因，可能有以下兩點：

1. 實驗組學生在接受「電子白板融入教學」後，對抽象的公式及圖形的規律，具高程度的保留，學生更在教學實驗中，透過與電子白板、老師及同學的互動，對學習內容有較深的印象，因此在學習時效上優於控制組學生，並達到顯著差異。
2. 兩組的平均數相差 10.3 分，分數差距不少，研究者認為實驗組學生於教學實驗後，仍樂於討論電子白板的功​​能，且本教學單元仍在 4 月份的段考範圍內，實驗組學生回家後有進行複習；反之，控制組學生在持續接受傳統式講述教學後，並沒有改變數學學習及作答的習慣

，導致兩組在數學學習時效上有所差異。

【假設六：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的高分群學生，在數學學習時效上有顯著的差異。】

針對假設六，以教學法為自變項，兩組高分組學生的成就測驗延後測成績為依變項，做成對樣本 t 檢定。其中實驗組與控制組的高分群學生各有 5 人，分析這 10 位學生在「數列與等差級數」單元成就測驗延後測之結果，並以 spss 統計軟體進行分析，結果整理成表 4-6，再依表 4-6 進行分析與討論。

	平均數	標準差	顯著性(p 值)	是否有顯著差異
實驗組	52.00	13.51	.092	.092 > .05
控制組	34.00	7.42		
實驗組平均數－控制組平均數＝18.00				

表 4-6 實驗組與控制組的高分群成就測驗延後測之結果分析 單位：分

【結果分析】：

由表 4-6 可知，實驗組高分群比控制組高分群高了 18 分， $p = .092 > .05$ ，未達到統計上的顯著差異，因此針對國中數學「數列與等差級數」這單元，接受「電子白板融入教學」的實驗組高分群學生和「傳統講述法教學」的控制組高分群學生，其學習成就延後測的表現，在統計上並無顯著差異。

【結果討論】：

本教學實驗的結果，實驗組與控制組的高分群學生在數學學習時效上，未達到顯著差異，推測其原因，可能有以下兩點：

1. 由表 4-6 可知，實驗組高分群比控制組高分群高了 18 分，在平均分數已有明顯差異， $p = .092$ 雖大於 .05，但已非常接近，可見得對實驗

組的高分群學生而言，「IWB 融入教學」的確有助於提升其學習時效。

- 雖然實驗組高分群比控制組高分群高，但山區學校學生人數不多，若能擴大研究對象及拉長研究時間，或許能看出兩組高分群在學習時效上的差異。

【假設七：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的中分群學生，在數學學習時效上有顯著的差異。】

針對假設七，以教學法為自變項，兩組中分組學生的成就測驗延後測成績為依變項，做成對樣本 t 檢定。其中兩組的中分群學生各有 7 人，分析這 14 位學生在「數列與等差級數」單元成就測驗延後測之結果，並以 spss 統計軟體進行分析，結果整理成表 4-7，再依表 4-7 進行分析與討論。

	平均數	標準差	顯著性 (p-value)	是否有顯著差異
實驗組	30.71	10.97	.545	.545 > .05
控制組	26.43	12.49		
實驗組平均數－控制組平均數＝4.28				

表 4-7 實驗組與控制組的中分群成就測驗延後測之結果分析 單位：分

【結果分析】：

由表 4-3 可知，實驗組中分群比控制組中分群高 4.28 分， $p = .091 > .05$ ，未達到統計上的顯著差異，因此針對國中數學「數列與等差級數」這單元，接受「電子白板融入教學」的實驗組中分群學生和「傳統講述法教學」的控制組中分群學生，其學習成就測驗延後測的表現，在統計上並無顯著差異。

【結果討論】：

本教學實驗的結果，實驗組與控制組的中分群學生在數學學習時效上，未達到顯著差異，推測其原因，可能有以下兩點：

1. 由表 4-7 可知，實驗組中分群比控制組中分群高了 4.28 分，在平均分數略優於控制組，可見得對實驗組的中分群學生而言，「IWB 融入教學」對於提升數學學習時效有些許的幫助。
2. 實驗組中分群學生雖然喜歡電子白板融入數學教學，但由表 4-14 可知，實驗組中分群學生的數學學習態度並未有明顯改變，表示在這 2 週內，實驗組中分群學生的學習習慣依舊，雖能記得部分學習內容，但仍無法達到統計上的顯著差異。

【假設八：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的低分群學生，在數學學習時效上有顯著的差異。】

針對假設八，以教學法為自變項，兩組低分群學生的成就測驗延後測成績為依變項，做成對樣本 t 檢定。其中兩組的低分組學生各有 5 人，共 10 人，分析這 10 位學生在「數列與等差級數」單元成就測驗延後測之結果，並以 spss 統計軟體進行分析，結果整理成表 4-8，再依表 4-8 進行分析與討論。

	平均數	標準差	顯著性(p 值)	是否有顯著差異
實驗組	28.00	9.75	.207	.207 > .05
控制組	17.00	9.75		
實驗組平均數－控制組平均數＝11.00				

表 4-8 實驗組與控制組的低分群成就測驗延後測之結果分析 單位：分

【結果分析】：

由表 4-8 可知，實驗組低分群比控制組低分群高了 11 分， $p = .207$

> .05，未達到統計上的顯著差異，因此針對國中數學「數列與等差級數」這單元，接受「電子白板融入教學」的實驗組低分群學生和「傳統講述法教學」的控制組低分群學生，其學習成就測驗延後測的表現，在統計上並無顯著差異。

【結果討論】：

本教學實驗的結果，實驗組與控制組的低分群學生在數學學習時效上，未達到顯著差異，推測其原因，可能有以下兩點：

1. 由表 4-8 可知，實驗組低分群比控制組低分群高了 11 分，在平均分數已明顯優於控制組，但因本教學實驗研究對象不多，實驗組低分群可能要高於控制組低分群相當多分數，才能達到統計上顯著差異，但從平均數來看，研究者認為對實驗組低分群學生而言，「電子白板融入教學」對於提升數學學習時效仍是有幫助的。
2. 實驗組低分群學生在本次教學實驗中，比以往學習時專心，更有意願參與課堂中的討論，對於基本學習內容仍有印象，雖然基本的運算及理解能力仍不佳，但他們願意找出數形、圖形的規律，用土法煉鋼的方式計算，仍得到一些分數，反觀控制組學生學習專注度不夠，學習意願低落，在經過 2 週之後，更將所學忘光，作答時流於猜題，導致兩組低分群學生在成就測驗延後測上，有著 11 分的差距。

第三節 學生數學學習態度的影響之探討

壹、學生數學學習態度整體之分析

本節將探討電子白板融入數學教學後，對學生的數學學習態度之影響。研究者以 spss 統計軟體，對學生數學學習態度量表前後測成績進行單因子單共變量共變數分析，各假設探討如下：

【假設九：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的學生，在數學學習態度上有顯著的差異。】

為減少實驗誤差變異來源，增加統計考驗力，並降低非研究操弄之實驗處理差異的偏差，研究者採用獨立樣本單因子單共變量共變數分析，考量干擾變項的因素後，以教學法為自變項，數學學習態度量表前測成績為共變量，數學學習態度量表後測成績為依變量，考驗排除數學學習態度量表前測（共變項）的干擾後，兩種不同的教學法（自變項）對數學學習態度量表後測（依變項）的影響是否存在顯著差異。

組內迴歸係數同性質考驗結果，其 F 值未達顯著（F 值 = .100， $p = .754 > .05$ ），由此可知，兩組回歸線的斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的假定，可以進行單因子單共變量共變數分析，將統計結果整理成表 4-9。

變異來源 (Source)	離均差 平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 檢定 (F 值)	顯著性 (p 值)
共變量	2799.776	1	2799.776	43.325	.000
教學方法	207.277	1	207.277	3.208	.083
誤差	2003.283	31	64.662		
Levene's Test				.001	.978

表 4-9 學生數學學習態度量表成績之共變數分析摘要表

【結果分析】：

由表 4-9 之共變數分析摘要表得知各組在依變項之誤差變異數相同，具有同性質（Levene's Test 結果：F 值 = .001， $p = .978 > 0.05$ ），

而「電子白板融入教學」與「傳統講述法教學」對學生在數學學習態度量表上的分數，並沒有顯著的差異（ F 值 = 3.208， $p = .083 > .05$ ）。

因為共變數分析所要比較的並非實驗組與控制組的後測成績平均數，而是排除共變數（前測成績）外，兩組的「調整平均數」。由表4-10得知實驗組學生的數學學習態度量表成績之調整後的平均數雖低於控制組，但是實驗組進步分數高於控制組。

組別	前測平均數	後測平均數	調整後平均數	調整後平均數 －前測平均數
實驗組	95.3	97.59	95.838	.538
控制組	90.59	89.06	90.809	.219
在模式中所顯示的共變項評估：前測成績 = 93.3235				

表 4-10 學生數學學習態度量表成績之調整後平均數

【結果討論】：

由統計結果發現，「電子白板融入教學」與「傳統講述法教學」對全部學生未達顯著差異，但實驗組學生在數學學習態度量表上的後測成績及調整後平均數，均優於控制組，且進步分數比控制組進步分數高出.319分，故可知「電子白板融入教學」對學生數學學習態度成績有些微的提升。

【假設十：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的高分群學生，在數學學習態度上有顯著的差異。】

為減少實驗誤差變異來源，增加統計考驗力，並降低非研究操弄之實驗處理差異的偏差，研究者採用獨立樣本單因子單共變量共變數分析，考量干擾變項的因素後，以教學法為自變項，數學學習態

度量表前測成績為共變量，數學學習態度量表後測成績為依變量，考驗排除數學學習態度量表前測（共變項）的干擾後，兩種不同的教學法（自變項）對數學學習態度量表後測（依變項）的影響是否存有顯著差異。

組內迴歸係數同性質考驗結果，其 F 值未達顯著（F 值 = .118， $p = .743 > .05$ ），由此可知，兩組回歸線的斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的假定，可以進行單因子單共變量共變數分析，將統計結果整理成表 4-9

變異來源 (Source)	離均差 平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 檢定 (F 值)	顯著性 (p 值)
共變量	887.991	1	887.991	12.236	.010
教學方法	12.572	1	12.572	.242	.638
誤差	508.009	7	72.573		
Levene's Test				.353	.569

表 4-11 高分群學生數學學習態度量表成績之摘要表

【結果分析】：

由表4-11之共變數分析摘要表得知各組在依變項之誤差變異數相同，具有同性質（Levene's Test結果：F 值 = .353， $p = .569 > 0.05$ ），而「電子白板融入教學」與「傳統講述法教學」對學生在數學學習態度量表上的分數，並沒有達顯著差異（F 值 = .242， $p = .638 > 0.05$ ）。因為共變數分析所要比較的並非實驗組與控制組的後測成績平均數，而是排除共變數（前測成績）外，兩組的「調整平均數」。由表4-12得知實驗組高分群學生的數學學習態度量表成績之調整後

的平均數及進步分數均高於於控制組。

組別	前測平均數	後測平均數	調整後平均數	調整後平均數 －前測平均數
實驗組	103.8	103.6	103.526	-.274
控制組	103.6	100.8	100.874	-2.726
在模式中所顯示的共變項評估：前測成績＝103.7				

表 4-12 高分群學生數學學習態度量表成績之調整後平均數

【結果討論】：

由統計結果發現，「電子白板融入教學」與「傳統講述法教學」對高分群學生並未達到顯著差異，雖然實驗組與控制組高分群學生的數學學習態度量表前測成績相差不多，但實驗組高分群學生的後測成績高於控制組，且實驗組進步分數比控制組進步分數高出2.452分，雖然「電子白板融入教學」對實驗組高分群學生的學習態度並未有太大改變，但接受「傳統講述法教學」的控制組高分群學生，卻因學習疲乏，數學學習態度成績有些許的滑落。

【假設十一：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的中分群學生，在數學學習態度上有顯著的差異。】

為減少實驗誤差變異來源，增加統計考驗力，並降低非研究操弄之實驗處理差異的偏差，研究者採用獨立樣本單因子單共變量共變數分析，考量干擾變項的因素後，以教學法為自變項，數學學習態度量表前測成績為共變量，數學學習態度量表後測成績為依變量，考驗排除數學學習態度量表前測（共變項）的干擾後，兩種不同的教學法（自變項）對數學學習態度量表後測（依變項）的影響是否

存有顯著差異。

組內迴歸係數同性質考驗結果，其 F 值未達顯著（F 值 = .304， $p = .593 > 0.05$ ），由此可知，兩組回歸線的斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的假定，可以進行單因子單共變量共變數分析，將統計結果整理成表 4-13。

變異來源 (Source)	離均差 平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 檢定 (F 值)	顯著性 (p 值)
共變量	439.112	1	439.112	6.581	.026
教學方法	86.797	1	86.797	1.301	.278
誤差	734.021	11	66.729		
Levene's Test				.455	.513

表 4-13 中分群學生數學學習態度量表成績之摘要表

【結果分析】：

由表 4-13 之共變數分析摘要表得知各組在依變項之誤差變異數相同，具有同性質（Levene's Test 結果：F 值 = .455， $p = .513 > 0.05$ ），而「電子白板融入教學」與「傳統講述法教學」對學生在數學學習態度量表上的分數未達顯著差異（F 值 = 1.301， $p = .278 > 0.05$ ）。

因為共變數分析所要比較的並非實驗組與控制組的後測成績平均數，而是排除共變數（前測成績）外，兩組的「調整平均數」。

組別	前測平均數	後測平均數	調整後平均數	調整後平均數 －前測平均數
實驗組	93.2857	97.4286	94.226	.9403
控制組	81.2857	85.2857	88.489	7.203
在模式中所顯示的共變項評估：前測成績＝87.2857				

表 4-14 中分群學生數學學習態度量表成績之調整後平均數

【結果討論】：

由表4-14得知，實驗組中分群學生的數學學習態度量表之後測成績及調整後的平均數皆高於控制組，但是實驗組進步分數低於控制組。由統計結果發現，「電子白板融入教學」與「傳統講述法教學」對中分群學生並沒有達到顯著差異。

【假設十二：針對國中數學科「數列與等差級數」單元，實驗組與控制組的低分群學生，在數學學習態度上有顯著的差異。】

為減少實驗誤差變異來源，增加統計考驗力，並降低非研究操弄之實驗處理差異的偏差，研究者採用獨立樣本單因子單共變量共變數分析，考量干擾變項的因素後，以教學法為自變項，數學學習態度量表前測成績為共變量，數學學習態度量表後測成績為依變量，考驗排除數學學習態度量表前測（共變項）的干擾後，兩種不同的教學法（自變項）對數學學習態度量表後測（依變項）的影響是否存有顯著差異。

組內迴歸係數同性質考驗結果，其 F 值未達顯著（F 值＝3.239， $p=.122 > 0.05$ ），由此可知，兩組迴歸線的斜率相同，符合共變數組內迴歸係數同質性的假定，可以進行單因子單共變量共變數分析

，將統計結果整理成表 4-15

變異來源 (Source)	離均差 平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 檢定 (F 值)	顯著性 (p 值)
共變量	608.606	1	608.606	10.346	.015
教學方法	387.502	1	387.502	6.780	.035
誤差	400.061	7	57.152		
Levene's Test				.512	.495

表 4-15 低分群學生數學學習態度量表成績之摘要表

【結果分析】：

由表4-15之共變數分析摘要表得知各組在依變項之誤差變異數相同，具有同性質（Levene's Test結果：F值=.512，p=.495>0.05），而「運用電子白板融入數學教學」與「使用傳統講述法進行數學教學」對學生在數學學習態度量表上的分數達到顯著差異（F值=6.780，p=.035<0.05）。

因為共變數分析所要比較的並非實驗組與控制組的後測成績平均數，而是排除共變數（前測成績）外，兩組的「調整平均數」。由表4-16得知實驗組學生的數學學習態度量表成績之調整後的平均數雖低於控制組，但是實驗組進步分數高於控制組。

組別	前測平均數	後測平均數	調整後平均數	調整後平均數 －前測平均數
實驗組	89.6	94.4	94.730	5.13
控制組	90.6	82.6	82.270	-8.33
在模式中所顯示的共變項評估：前測成績=90.1				

表 4-16 低分群學生數學學習態度量表成績之調整後平均數

【結果討論】：

由統計結果發現，「電子白板融入教學」與「傳統講述法教學」對低分群學生達到顯著差異，實驗組低分群學生的數學學習態度量表後測成績及調整後平均數均高於控制組，而且實驗組進步分數比控制組進步分數高出13.46分，故可知「電子白板融入教學」對低分群學生數學學習態度成績有明顯的提升。

貳、學生數學學習態度的各層面分析

本研究中的數學學習態度量表，共分成學習慾望、學習過程、學習方法及學習信念四個因素層面，本節將利用單因子單共變量分析了解實驗組與控制組、兩組的高分群、兩組的中分群、兩組的低分群學生，在這四個層面上的表現。

一、學習慾望層面

此部份包含「數學學習態度量表」的第4、5、7、10、18、20、22、24、29、30題。實驗組與控制組學生、實驗組與控制組高分群學生、實驗組與控制組中分群學生、實驗組與控制組低分群學生在學習欲望層面，由組內迴歸係數同質性考驗結果，其F值未達顯著（F值=.1.399， $p=.246 > .05$ ；F值=.333， $p=.585 > .05$ ；F值=.331， $p=.578 > .05$ ；F值=.539， $p=.491$

>.05)，所以組內迴歸的斜率相同，符合組內迴歸係數同質性的假定，可進行共變數分析，最後再進行單因子單共變量共變數分析，將統計結果整理如表4-17

	變異來源 (Source)	離均差 平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 檢定 (F 值)	顯著性 (p 值)
全組	教學方法	12.084	1	12.084	1.412	.244
	Levene's Test				.278	.602
高分群	教學方法	2.184	1	2.184	.159	.702
	Levene's Test				.208	.661
中分群	教學方法	3.387	1	3.387	.487	.500
	Levene's Test				.078	.785
低分群	教學方法	21.646	1	21.646	3.239	.115
	Levene's Test				1.642	.236

表4-17 學習慾望層面共變數分析

【結果分析】：

由表4-17可知，實驗組與控制組學生、實驗組與控制組高分群學生、實驗組與控制組中分群學生、實驗組與控制組低分群學生在學習慾望層面上，均符合組內獨立、常態性、變異數同質性等三項基本假設。而這四組在學習慾望層面上，均沒有顯著的差異。

二、學習過程層面

此部份包含「數學學習態度量表」的第3、11、13、23、25、26題。實驗組與控制組學生、實驗組與控制組高分群學生、實驗組與控制組中分群學生、實驗組與控制組低分群學生在學習

欲望層面，由組內迴歸係數同質性考驗結果，其F值未達顯著(F值=.511, p=.480 > .05; F值=.333, p=.585 > .05; F值=.030, p=.866 > .05; F值=.516, p=.499 > .05;)，所以組內迴歸的斜率相同，符合組內迴歸係數同質性的假定，可進行共變數分析，最後再進行單因子單共變量共變數分析，將統計結果整理如表4-18

	變異來源 (Source)	離均差 平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 檢定 (F 值)	顯著性 (p 值)
全組	教學方法	18.868	1	18.868	2.415	.130
	Levene's Test				.389	.537
高分群	教學方法	4.609	1	4.609	.519	.494
	Levene's Test				.373	.559
中分群	教學方法	36.118	1	36.118	8.844	.013
	Levene's Test				.586	.459
低分群	教學方法	4.439	1	4.439	.718	.425
	Levene's Test				.142	.716

表4-18 學習過程層面共變數分析

【結果分析】：

由表4-18可知，實驗組與控制組學生、實驗組與控制組高分群學生、實驗組與控制組中分群學生、實驗組與控制組低分群學生在學習欲望層面上，均符合組內獨立、常態性、變異數同質性等三項基本假設。

而在這四組中，實驗組中分群與控制組中分群在學習過程層面上達到顯著的差異 (F=8.844, p=.013 < .05)，另三組則

沒有顯著差異。

三、學習方法層面

此部份包含「數學學習態度量表」的第1、2、9、12、17、19、27題。實驗組與控制組學生、實驗組與控制組高分群學生、實驗組與控制組中分群學生、實驗組與控制組低分群學生在學習欲望層面，由組內迴歸係數同質性考驗結果，其F值未達顯著（F值=.158， $p=.693 > .05$ ；F值=.110， $p=.751 > .05$ ；F值=.346， $p=.570 > .05$ ；F值=.016， $p=.903 > .05$ ；），所以組內迴歸的斜率相同，符合組內迴歸係數同質性的假定，可進行共變數分析，最後再進行單因子單共變量共變數分析，將統計結果整理如表4-19

	變異來源 (Source)	離均差 平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 檢定 (F 值)	顯著性 (p 值)
全組	教學方法	4.507	1	4.507	1.015	.321
	Levene's Test				3.121	.087
高分群	教學方法	.355	1	.355	.063	.809
	Levene's Test				1.670	.232
中分群	教學方法	11.477	1	11.477	2.970	.113
	Levene's Test				.134	.721
低分群	教學方法	.607	1	.607	.196	.672
	Levene's Test				1.187	.308

表4-19 學習方法層面共變數分析

【結果分析】：

由表4-19可知，實驗組與控制組學生、實驗組與控制組高分

群學生、實驗組與控制組中分群學生、實驗組與控制組低分群學生在學習欲望層面上，均符合組內獨立、常態性、變異數同質性等三項基本假設。而這四組在學習方法層面上均沒有顯著差異。

四、學習信念層面

此部份包含「數學學習態度量表」的第6、8、14、15、16、21、28題。實驗組與控制組學生、實驗組與控制組高分群學生、實驗組與控制組中分群學生、實驗組與控制組低分群學生在學習欲望層面，由組內迴歸係數同質性考驗結果，其F值未達顯著（F值 = .329， $p = .570 > .05$ ；F值 = .404， $p = .549 > .05$ ；F值 = .281， $p = .608 > .05$ ；F值 = .747， $p = .421 > .05$ ；），所以組內迴歸的斜率相同，符合組內迴歸係數同質性的假定，可進行共變數分析，最後再進行單因子單共變量共變數分析，將統計結果整理如表4-20

	變異來源 (Source)	離均差 平方和 (SS)	自由度 (df)	均方 (MS)	F 檢定 (F 值)	顯著性 (p 值)
全組	教學方法	31.832	1	31.832	4.209	.049
	Levene's Test				.003	.956
高分群	教學方法	4.173	1	4.173	1.485	.262
	Levene's Test				.450	.521
中分群	教學方法	3.998	1	3.998	.489	.499
	Levene's Test				4.384	.058
低分群	教學方法	29.994	1	29.994	6.686	.036
	Levene's Test				2.759	.135

表4-20 學習過程信念共變數分析

【結果分析】：

由表4-20可知，實驗組與控制組學生、實驗組與控制組高分群學生、實驗組與控制組中分群學生、實驗組與控制組低分群學生在學習欲望層面上，均符合組內獨立、常態性、變異數同質性等三項基本假設。

而在這四組中，實驗組低分群與控制組低分群在學習過程層面上達到顯著的差異 ($F=6.686$, $p=.036<.05$)，另三組則沒有顯著差異。

第四節 學生對電子白板融入教學之回饋

本研究除了運用統計軟體進行量化分析外，也利用「電子白板融入數學教學之回饋問卷」，針對實驗組學生進行質性的研究，此份回饋問卷內含9題半開放式和1題開放式題目（請參閱附錄四），總共10題有關學

生對電子白板融入數學教學的感受問題，逐題分析如下。

Q1：對於學習單上設計的內容，我在閱讀上沒有問題。

	同意	沒有意見	不同意	其他
人數	9	8	0	0
%	53	47	0	0

表4-21 電子白板融入教學之回饋問卷：第1題

由表4-21可知，同意的學生占53%，沒有意見的學生占47%，所以全班學生皆認為電子白板融入教學所設計的學習單，內容清楚，方便閱讀。

Q2：電子白板是一種很好輔助數學學習的工具。

	同意	沒有意見	不同意	其他
人數	9	8	0	0
%	53	47	0	0

表4-22 電子白板融入教學之回饋問卷：第2題

由表4-22可知，同意的學生占53%，沒有意見的學生占47%，所以大部分學生都認同電子白板是一種很好的數學學習輔助工具，可以幫助學習。

Q3：電子白板呈現出來的圖形，有助於我找出圖形的規律。

	同意	沒有意見	不同意	其他
人數	9	8	0	0
%	53	47	0	0

表4-23 電子白板融入教學之回饋問卷：第3題

由表4-23可知，同意的學生占53%，沒有意見的學生占47%，所以大部分學生都同意電子白板能清楚地呈現出圖形，有助於找出圖形的規律。

Q4：我希望數學課都能用電子白板來輔助學習。

	同意	沒有意見	不同意	其他
人數	6	10	1	0
%	35	59	6	0

表4-24 電子白板融入教學之回饋問卷：第4題

由表4-24可知，同意和沒有意見的學生共占94%，不同意的學生僅占6%，所以大部分的學生皆贊成使用電子白板來上數學課。

Q5：電子白板搭配著軟體（如：GGB、GSP 和 Flash），能讓我更清楚了解學習的內容。

	同意	沒有意見	不同意	其他
人數	6	11	0	0
%	35	65	0	0

表4-25 電子白板融入教學之回饋問卷：第5題

由表4-25可知，同意的學生占35%，沒有意見的學生占65%，沒有人不同意，所以電子白板所搭配的軟體，的確能讓學生更清楚了解學習的內容。

Q6：用電子白板來學習數學，我反而無法專心上課。

	同意	沒有意見	不同意	其他
人數	1	8	8	0
%	6	46	46	0

表4-26 電子白板融入教學之回饋問卷：第6題

由表4-26可知，不同意和沒有意見的學生共占92%，同意的學生僅占6%，所以大部分的學生並不認為使用電子白板來學習

數學，會讓人分心。

Q7：上這個單元之前，你對數學的看法是什麼？

此為為開放式的題目，並沒有限制答案，主要是了解學生在學習本單元之前對數學既有之看法，茲將學生的答案依正向與負向，整理成表 4-27

正向態度		負向態度	
1	很好玩	1	很難
2	多元學習	2	很複雜
3	很有趣	3	看不懂
		4	聽不懂
		5	很害怕
		6	很無聊

表4-27 電子白板融入教學之回饋問卷：第7題

Q8：在學習「數列與等差級數」這個單元上，你認為使用「電子白板融入教學」的方式對你的學習有幫助嗎？

	很有幫助	有一點幫助	沒有幫助	沒有幫助，反而有阻礙
人數	3	12	2	0
%	18	70	12	0

表4-28 電子白板融入教學之回饋問卷：第8題

由表 4-28 可知，認為很有幫助及有一點幫助的共占 88%，僅 12%認為是沒有幫助，茲將學生開放式的答案，依正向及負向態度，彙整如表 4-29。

正向 態度	很有幫助	1. 老師講解得比較清楚	2. 我會學習的比較專心		
	有一點幫助	1. 可以用不同方式來學習	2. 有新鮮感，讓我更專心一點	3. 電子白板功能較多	4. 比較容易理解
		5. 會多一點興趣	6. 比較不會那麼無聊		
負向 態度	沒有幫助	1. 用什麼方式教數學都一樣	2. 直接上課比較好		

表4-29 實驗組學生第8題答案彙整

Q9：你認為使用「電子白板融入教學」來上數學課，能對你的數學學習產生興趣嗎？請略述你的理由。

	能	不能
人數	13	4
%	76	24

表4-30 電子白板融入教學之回饋問卷：第9題

由表 4-30 可知，有 76% 的學生認為電子白板融入教學能讓令人產生興趣，反之，則有 24% 認為不能，茲將學生的答案整理如表 4-31。

能產生學習興趣的理由		不能產生學習興趣的理由	
1	電子白板的功能很多	1	數學與是兩回事
2	電子白板的功能很好玩	2	常看電子白板令人想睡覺
3	可以看動畫	3	我就是不喜歡數學
4	變得更有趣	4	電子白板無法提升我的興趣
5	能看到多樣的圖案		
6	讓人印象深刻		
7	覺得好玩，所以會比較專心		

表4-31 實驗組學生第9題答案彙整

Q10：你喜歡用「電子白板融入教學」來上數學課嗎？請略述你的理由。

	非常喜歡	喜歡	無意見	不喜歡	非常不喜歡
人數	3	7	7	0	0
%	18	41	41	0	0

表4-32 電子白板融入教學之回饋問卷：第10題

由表 4-32 可知，非常喜歡和喜歡共占 59%，無意見占 41%，沒有人持負面看法，茲將學生的答案整理如表 4-33。

非常喜歡	1.會比較專心	2.有影片可看	3.比黑板好玩多了
喜歡	1.可清楚看到白板上的字	2.比較新鮮	3.比較能理解題目的意思
無意見	1.一樣是上數學	2.本來就很用功，沒有差別	

表4-33 實驗組學生第10題答案彙整

第五節 學生訪談資料之分析

為深入了解實驗組學生對電子白板融入數學教學之感受，研究者利用訪談的方式，進行質性方面的研究，訪談主題主要是以學生填寫的回饋問卷內容為主，當然也包括學生本身的學習狀況以及學生在成就測驗、學習態度量表中的表現，研究者分別從實驗組的高、中、低分群隨機選取2名學生進行訪談，訪談對象代號如表4-34所示。

代號	訪談對象
T	教師（即研究者）
SH1	高分群排名第2位的學生
SH2	高分群排名第4位的學生
SM1	中分群排名第2位的學生
SM2	中分群排名第6位的學生
SL1	低分群排名第2位的學生
SL2	低分群排名第4位的學生

表4-34 訪談內容代號代表對象

以下節錄部分訪談內容，完整的訪談記錄請參閱附錄六。

一、對數學的感覺。

T：「請問你喜歡數學嗎？」

SH1：「很有趣啊！可以一直算一直算...。」

SH2：「有時候喜歡；有時候不喜歡。」

SM1：「算喜歡。」

SM2：「不喜歡！因為數學很難」

SL1：「不喜歡！數學很無聊、很難。」

SL2：「還好耶，不是很喜歡。」

T：「你遇到不會算的題目，你通常都怎麼做？」

SH1：「就一直算算到算不出來為止，不然就問老師。」

SH2：「問老師，不然就是查課本。」

SM1：「問同學或老師。」

SM2：「跳過或不要寫。」

SL1：「放棄。」

SL2：「拿同學的來抄，有時候抄完之後，會看一看同學怎麼算。」

小結：

學生對數學的感受，大部分來自於對數學學習內容的認知，高分群對學習內容可以了解，從中獲取成就感，中、低分群學生則對學習內容感到困惑，進而覺得無趣、排斥，日積月累之下，形成負面的刻板印象。

二、平常花多少時間在準備數學？

T：「你平常一天平均花多少時間在準備的數學功課呢？」

SH1：「45 分鐘，剛好一節課」

SH2：「10 分鐘吧！」

SM1：「15 分鐘吧！」

SM2：「一節課，上晚自習的時候會利用一節課」

SL1：「應該說連 1 分鐘都沒有。」

SL2：「45 分鐘」

小結：

研究對象在放學後，自行溫習數學功課的時間偏低，大部仰賴補習班或家長緊盯，被動式的學習普遍存在現今社會，城鄉的差距更凸顯此現象，研究者所在的嘉義鄉下地區即是如此。

三、對電子白板的看法。

T：「我們有 16 節用電子白板來上數學課，你喜歡老師用黑板還是電子白板來上課？」

SH1：「黑板。」

SH1：「因為電子白板上都是圖，書寫不方便，用黑板寫比較清楚。」

SH1：「電子白板上畫圖比較清楚，在黑板上畫圖比較不清楚。」

SH2：「電子白板。」

SH2：「感覺電子白板比較好玩」

SH2：「讓我比較容易懂」

SM1：「電子白板。」

SM1：「比較注意得到。」

SM1：「像寫字、抽籤的選號器，那些都很有趣。」

SM2：「電子白板。」

SM2：「看得比較清楚。」

SL1：「比較好玩！」

SL2：「因為那個比較好玩，然後比較容易理解。」

小結：

實驗組學生普遍喜歡老師利用電子白板上課，原因不外乎電子白板令學生感到新鮮有趣、電子白板的畫面比較清楚，加上一些特殊功能，能吸引學生，但書寫還是在黑板上比較方便。

四、對老師在「數列與等差級數」這單元使用電子白板教學的看法。

T：「你覺得老師在數列與等差級數這個單元使用電子白板上課，你有覺得比較容易了解嗎？」

SH1：「有。」

SH1：「有一些東西它的圖形解釋得比較清楚，比較知道用哪一個公式。」

SH2：「有。」

SH2：「因為它有動畫。」

SM1：「有。」

SM2：「看得比較清楚」

SL1：「沒有。」

SL2：「有。」

SL2：「因為用黑板上課比較死板，比較不容易理解；電子白板有時候還不錯，比較清楚，比較容易理解。」

小結：

對「數列與等差級數」這單元而言，實驗組學生皆對教師利用電子白板上課，皆抱持肯定態度，原因是有動畫輔助，讓一些生硬的公式推導，不在那麼遙不可及，對於研究者而言是一大鼓舞。

第六節 教師觀察記錄的意見彙整

研究者在進行 16 節運用電子白板融入數學教學的實驗過程中，為了檢視行動方案是否有需修正之處，更避免因研究者本身主觀的看法，而

讓研究有所偏差，特別請 5 位同校的數學老師，輪流於研究者進行教學實驗時，進行教學觀察，教學完畢後，提供教學及電子白板操作上的建議，並填寫由研究者設計的教師觀察記錄表，以供研究者參考改進，希望透過第三者客觀的觀察，能讓本研究更加完備。研究者將教學觀察者的意見歸納成五點，說明如下：

- 一、定位問題：觸控筆於電子白板書寫時，有時定位點會跑掉，狀況不好時一節課曾定位 2-3 次，這是教學觀察者最常反映的問題。
- 二、書寫問題：於電子白板書寫時，雖可利用不同顏色及輔助工具，增添視覺效果，但若需補充說明時，因版面較小而受限，是美中不足的地方。
- 三、圖形呈現清楚：電子白板具有良好聲光效果，在圖形呈現上，比看課本或黑板更加清楚、更有吸引力。
- 四、討論方便：本教學實驗場所採分組而坐，同學之間討論更加方便，同時也需注意班級秩序管理。
- 五、建議事項：可利用分組競賽方式，增添教學效果。

研究者在使用電子白板進行教學實驗期間，將使用電子白板的心得及所遭遇的困難，分述如下：

一、電子白板的優點

- (一)、研究者可以感受到實驗組的同學，在數學學習專注度、學習興趣上，相較於以往用傳統講述教學時，有明顯地提升。
- (二)、電子白板及坊間出版商設計的電子書，已將相關資源與配套做相當完整的整合，教師在備課上較以往輕鬆。
- (三)、教師可以利用多出的備課時間，進行相關教材的蒐集與

補充，充實教材的豐富度。

- (四)、電子白板及電子書的輔助教學工具，令學習低成就的學生感到新奇，進而引起動機，有助於學習。
- (五)、電子白板與電子書搭配使用，功能性強，且能與多媒體結合，教師必須先熟悉相關的軟體及資訊科技，也因此促進教師的專業自我成長。

二、電子白板的缺點

- (一)、硬體問題：在研究期間，電子白板會因部分區域浮起、底部未完全固定、缺乏定期維護，而影響觸控筆定位，有時一節課常需定位 2~3 次，破壞教學流暢性。
- (二)、光線問題：單槍投影機的光線、教室的燈光及陽光，都需適當調整，否則會有反光的問題。
- (三)、SMART Board 的書寫工具與電子書的書寫工具，在切換使用時，會有操作不順的情況發生，教師常因解決突發問題而耽誤教學，或只能單獨使用一套書寫工具，較為可惜。
- (四)、電子白板的版面不如黑板大，觸控筆書寫的字跡不如在黑板書寫來的清楚，書寫軟體雖有放大、選擇顏色、切換圖案...等的功能，但同學在抄寫時仍感吃力，但若欲購買更先進、更大尺寸的電子白板，因價格頗高，普及不易。

第五章、結論與建議

本章分成兩小節，第一節是將研究的結果統整歸納後而做成的結論；第二節為研究者的感想與心得，提供給教育工作者或未來研究者些許建議。

第一節 結論

依據本研究之研究目的與待答問題，獲得以下幾點結論：

- 一、針對國中數學科「數列與等差級數」單元方面，學生接受「電子白板融入教學」與「傳統講述教學」兩種不同教學方法之後，在數學學習成就上，達到統計上的顯著差異。而進一步針對兩組的高、中、低分群學生進行比較，經統計檢定後，均未達到顯著差異，但接受「電子白板融入教學」的實驗組學生，無論是高分群、中分群或低分群，其平均成績均高於接受「傳統講述教學」的控制組學生，由此可知，「電子白板融入教學」能提升學生的學習成就。
- 二、在學習時效方面，學生在接受「電子白板融入教學」與「傳統講教學」兩種不同教學方法之後，達到統計上的顯著差異；而進一步針對兩組的高、中、低分群學生進行比較，經統計檢定後，均未達到顯著差異，但接受「電子白板融入教學」的實驗組學生，無論是高分群、中分群或低分群，其平均成績均高於接受「傳統講述教學」的控制組學生，由此可知，「電子白板融入教學」能讓學生對抽象的觀念具體化並增加師生互動，進而保留較多的學習內容，的確有助於提升學生的學習時效。
- 三、在學習態度方面，兩組低分群學生在接受「電子白板融入教學」與

「傳統講述教學」兩種不同教學方法之後，達到統計上的顯著差異，這表示電子白板的确能引起低成就學生的學習興趣；而在兩組全體學生、高分群及中分群的比較上，經統計檢定後，均未達到顯著差異，但接受「電子白板融入教學」的實驗組學生，其後測成績及調整後平均數均高於接受「傳統講述教學」的控制組學生。而在各層面分析上，兩組中分群學生在「學習過程」層面達到顯著差異，代表實驗組中分群學生，在學習過程中比以往專注；兩組的全體學生及低分群學生則在「學習信念」層面達到顯著差異，代表實驗組學生於「電子白板融入教學」後，對於數學學習的自信及想法有所改善。因此，「電子白板融入教學」對學生的學習態度有正面的影響。

四、在質性研究方面，由學生的回饋問卷及訪談中得知，學生大都討厭及害怕數學，但對於電子白板都感到新奇有趣，樂於用電子白板來進行學習，對於研究者而言是一大鼓舞；而在教學觀察方面，參與觀察的數學教師皆肯定電子白板的功能，惟擔心書寫版面不夠及定位點易跑掉這兩大問題，若能加以改善，「電子白板融入教學」才能更成功。

第二節 建議

在本節中，研究者提出幾點建議，供數學教師或未來研究者參考。

壹、教師教學方面

一、選擇適當單元

電子白板融入數學教學的确對學生的學習所有影響，藉由聲光、動畫及一些輔助工具，刺激學生的感官，進而引起學習動機，但授課教師宜針對教材內容，選擇適當的單元使用，例如：統計圖表、抽象概念、平面及立體圖形...等，可減少製造教具或懸掛掛圖的時間，但若一般簡單的概念或計算，用講述法即可，避免

為用而用，否則學生亦感到疲乏，喪失新鮮感。

二、充實資訊科技能力

坊間教科書出版商所提供的電子書、數學繪圖軟體（例如：GSP、GGB...）、數學遊戲等輔助教材已設計的十分完備，教師若想充分且有效地利用相關資源，需事先針對相關工具進行了解及操作，才能讓教學過程流暢，也希望有關單位能多開設基礎資訊能力訓練、電子白板應用軟體設計的研習課程，讓教師同仁進修，不因現有的能力而自滿，才能妥善發揮電子白板的最大功效。

貳、學生學習方面

一、發展合作學習

十二年國教實施在即，其中一項大力推廣的計畫是合作學習，合作學習強調分組合作，座位並非傳統式坐法，大多是分組並採口字型坐法，研究者服務學校內的e化教室，即是六張大桌子，學生分組而坐，電子白板融入教學的優點是容易引起學生興趣，加上坐位的安排，方便同學之間相互討論，再輔以小組競爭模式，上課氣氛必然熱絡，唯一要注意的是班級秩序的管理。

二、應用於補救教學

在國中基測即將走入歷史的同時，取而代之的是免試入學及國中教育會考，為避免學生基本能力的流失，教育部的配套措施是擴大實施補救教學；而由本研究可知，電子白板融入數學教學，可提升低成就學生的學習興趣、學習成效，而使用電子白板教學，它的空間配置是較適合人數少的班級，恰與教育部推行小班制的補救教學不謀而合，若能善用電子白板進行補救教學，定能嘉惠學生。

參、對未來研究的建議

以下針對研究對象、研究時間、研究地區、研究方法與工具及教材內容等方面，提出幾點建議，供未來研究之參考。

一、研究對象

本研究是以嘉義縣某國中二年級兩班共 34 位學生為研究對象，研究樣本較少，未來可擴大參與教學實驗的人數，深入了解電子白板融入教數學學的效果；而本研究中實驗組的學生為體育班學生，學習成就在同年級中較低，未來可朝補救教學方向研究。

二、研究時間

本研究實驗時間僅 16 節課，研究時間較短，建議長時間使用電子白板教學後，再探討學習成效及學習態度之改變，或許較能看出電子白板融入教學之成效；研究時間較短，學生可能因新鮮感而引發學習動機，至於是否能維持長時間專注力及學習興趣，有待未來研究者研究。

三、研究地區

本取自嘉義縣某國中，為鄉下偏遠地區，家長社經地位不高，若能多取自不同區域的樣本，例如都會地區，研究的結果應能更客觀。

四、研究方法與工具

本研究採量化及質性研究各半的方式，未來可專於一種研究方式即可，建議在量化研究部分，參酌加入性別、資訊能力、校外補習...等研究變項，充實問卷或量表的數據後，再進行各變項的分析；而在質性研究部分，建議專精於行動研究的精神，對學生的學習進行長期的觀察和深入訪談，尤其是對小型的班級，相

信更能貼近實際的學習概況。

五、教材內容

在國小部分，已有許多電子白板融入教學的相關研究，而國中部分則較少，建議未來研究者可針對國中的七大學習領域，進行多元的研究；而在數學部分，研究者在研究期間，配合實驗組學生的學習，進行「數列與等差級數」單元的教學，該單元屬於代數性質，數學老師較熟悉的 GGB 繪圖軟體及其他數學工具，很少使用到，是比較可惜的地方，建議未來研究者可針對幾何與統計的單元，進行相關的研究，增加國中數學領域部分的完整性。

參 考 文 獻

一、中文部分

1. 王文科(1995)。教育研究法 (第四版)。台北：五南。
2. 王保進(1999)。視窗版 SPSS 與行為科學研究。台北市：心裡出版社。
3. 王全世(2000)。資訊科技融入教學之意義與內涵。資訊與教育，80，23-31。
4. 王緒溢(2008)。快踏上IWB 列車吧！互動式電子白板與教學。檢索日期：2013 年2 月15 日。
網址：<http://etfamily.tp.edu.tw/dhlu888/iwb?n=convew&i=765>
5. 王源豐 (2011)。運用互動式電子白板於國三學生數學教學成效之研究—以相似形單元為例。國立高雄師範大學數學教學碩士班碩士論文。
6. 江心怡(2012)。應用電子白板在國小三年級音樂教學之行動研究。國立屏東教育大學資訊科學系教育科技碩士班碩士論文。
7. 李祖壽(1974)。怎樣實施行動研究法。教育與文化月刊，417 期，17-22。
8. 李曉萍(2010)。互動式電子白板運用於三年級數學教學之行動研究-以「數與量」及「幾何」概念為例。台北市立教育大學數學資訊教育教學碩士論文。
9. 李宏基(2010)。互動式電子白板應用於國小五年級面積補救教學之研究。國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文。
10. 李阿芬(2011)。互動式電子白板運用於國中數學教學成效之研究—以線型函數單元為例。國立高雄師範大學數學教學碩士班碩士論文。
11. 李昆霖(2011)。應用電子白板教學在七年級學生數學學習之研究-以一元一次方程式為例。國立嘉義大學數位學習設計與管理學系碩士論文。
12. 李欣霓(2011)。運用互動式電子白板對國三學生數學學習成效之研究—以圓單元為例。國立高雄師範大學數學教學碩士班碩士論文。
13. 那福忠(2001)。電子書的千頭萬緒。台北：天充文化。
14. 余庭璋(2007)。國二學生在數形關係與等差數列之錯誤類型分析研究。國立高雄師範大學數學教學碩士班碩士論文。
15. 吳明隆(2001)。教育行動研究導論。台北：五南。
16. 吳明隆(2003)。SPSS 統計應用實務。台北：松岡。

17. 吳明隆(2007)，SPSS 統計應用實務，台北：松岡。
18. 吳勇賜(2005)。台北地區國一學生數、形規律單元錯誤類型之分析研究。國立高雄師範大學數學研究所碩士。
19. 林儀惠、張正杰、郭伯臣、楊智為(2008)。互動式電子白板在國小數學教學之探討-以五年級面積單元為例。發表於北市立教育大學，主辦：互動科技在教學之應用與趨勢國際研討會。
20. 林儀惠(2008)。互動式電子白板在國小數學教學之探討-以國小數學領域五年級面積單元為例。亞洲大學資訊工程學系碩士論文。
21. 林惠洲(2011)。使用互動式電子白板教學學生學習動機與成效之研究-以前峰國中數學領域教學為例。國立高雄師範大學數學研究所碩士論文。
22. 林明龍(2011)。互動式電子白板運用於國中數學教學成效之探討—以立體圖形單元為例。國立高雄師範大學數學研究所碩士論文。
23. 林伊蟬(2012)。教師運用電子白板融入教學與創新教學關係之研究-以雲林縣國小教師為例。南華大學資訊管理學系碩士論文。
24. 松博學習科技有限公司(2006)。SMART Board互動式電子白板基本培訓使用手冊。台北縣。
25. 邱瓊慧(2002)。中小學資訊科技融入教學之實踐。資訊與教育雜誌，88，3-9。
26. 周清文(2006)。雙燈投影裝置運用於遠距教學之研究。國立中央大學光電科學研究所碩士論文。
27. 周孝俊(2008)。互動式電子白板教學活動和實驗。國立花蓮教育大學學習科技研究所碩士論文。
28. 高瑩真(2008)。互動式電子白板應用於國小高年級健康課程教學對不同學習風格學習者學習情形影響之研究。國立新竹教育大學教育學系碩士班碩士論文。
29. 徐乾崇(2000)。「計算機概論」教學之測驗與評量分析。
30. 徐新逸(2003)。學校推動資訊融入教學的實施策略探究。教學科技與媒體，64，68-84。
31. 陳伯璋(1988)。教育研究方法的新取向：質的研究方法。台北：五南。
32. 陳勝楠(2003)。國一學生關於樣式解題歷程之分析研究。國立高雄師範大學數學研究所碩士論文。
33. 陳惠邦(2006)。互動白板導入教室教學的現況與思考。發表於台北市主辦：全球華人資訊教育創新論壇，2006.12.19.於宜蘭。

34. 陳彥至(2007)。電子白板於國小數學科教學之行動研究。國立臺灣師範大學資訊教育學系碩士論文。
35. 陳芳哲、簡志成整理(2009)。資訊社會研究(17)，53-54。
36. 郭生玉(1988)。心理與教育測驗。台北：精華書局。
37. 孫承偉(2003)。老師！勇敢伸出您的操縱滑鼠的手-讓資訊融入教學中。國教世紀，206，99-104。
38. 教育部編印(2008)。教育部中小學資訊教育白皮書（2008-2011）。
39. 國民教育社群網(2008)。97年國民中小學九年一貫課程綱要，教育部教育部國民及學前教育署委製。網址：http://teach.eje.edu.tw/9CC2/9cc_97.php
40. 張世平、胡夢鯨(1988)。行動研究。載於楊深坑、賈馥茗，教育研究法的探討與應用,103-117。臺北市：師大書苑。
41. 張國恩(1999)。資訊融入各科教學之內涵與實施。資訊與教育，72，2-9。
42. 張鳳如(2008)。行動研究法在視覺藝術碩士論文應用之分析。台北市立教育大學視覺藝術學系教學碩士論文。
43. 曾春榮(2004)。資訊融入教學與實務運用。北縣教育，50(3)，49-54。
44. 黃光雄及簡茂發(1988)。教育研究法。台北市：師大書苑。
45. 黃政傑(1999)。課程改革。台北：漢文。
46. 黃志強(2007)。教師資訊學習方案成效及影響因素之研究。國立正大學成人及繼續教育所碩士論文。
47. 溫嘉榮(2003)。教師如何將資訊融入學科成為教學工具。教育研究月刊，105，75-81。
48. 楊淑蘭(2008)。高雄縣國小教師運用電子白板融入教學實施現況之調查研究。高雄師範大學工業科技教育研究所碩士論文。
49. 甄曉蘭(1995)。合作行動研究：進行教育研究的另一種方式。國立嘉義師範學院學報，297-318。
50. 鄭惠敏(2008)。教師使用互動式電子白板於自然科教學之教學信念與師生互動個案研究。國立新竹教育大學人資處應用科學系教學碩士班碩士論文。
51. 鄭仁燦(2009)。互動式電子白板融入國小英語教學之研究。國立臺中教育大學教育學系碩士論文。
52. 蔡清田(2000)。教育行動研究（初版）。台北：五南。
53. 蔡文榮(2004)。活化教學的錦囊妙計。台北市：學富文化。

54. 蔡文瓊(2009)。電子白板小組系統化複習策略對國小學童英語學習成效之研究。國立嘉義大學科技研究所碩士論文。
55. 歐用生(1996)。教師專業成長。台北：師大書苑。
56. 劉世雄(2000)。國小教師運用資訊科技融入教學策略之探討。資訊與教育，78，60-66。
57. 劉桂君(2006)。未來教室的建置與應用-以英語教學結合電子白板為例。國立中正大學資訊工程所碩士論文。
58. 賴阿福(2008)。互動式電子白板的教學模式剖析及學習者感知分析。2008 互動科技在教學之應用與趨勢國際研討會，台北市。
59. 蕭英勵(2007)。探討中小學將互動式電子白板導入教學之策略。取自全國教師在職進修資訊網-電子報。
網址：<http://inservice.edu.tw/EPaper/ep/indexView.aspx?EID=48>。
60. 戴寶蓮(1991)。讓數學教育的根更扎實-談國小低年級數學科教學。教與學，23，20-24。
61. 顏龍源(2000)。主題化的電腦融入課程概念，資訊與教育，80期，32-40。
62. 簡茂發(1991)。命題方法與試題分析。國教輔導。31(1)，2-13。

二、英文部分

1. Altrichter, H., Posch, P. & Somekh, B. (1993). *Teachers investigate their work*. London: Routledge.
2. Bassey, M. (1995). *Creating education through research*. New York: Kirklington Press.
3. Bell, M. (2002). Why use an interactive whiteboard? From [http:// teachers.net/gazette/JAN02/mabell.html](http://teachers.net/gazette/JAN02/mabell.html)
4. Ball, B. (2003). Teaching and learning mathematics with an interactive whiteboard , *Micromath*, 19(1), 4-7.
5. Cureton, E. E. (1957). The Upper and Lower Twenty-Seven Per Cent Rule. *Psychometrika*, 22, 293-296.
6. Cogill, J. (2002). The use of interactive whiteboards in the primary classroom: What is effective practice and how does this relate to effective practice in teaching with ICT? Becta Research Conference 2003: Proving Effective Practice with ICT, TUC Congress Centre, London.
7. Dias, L. B. (1999). Integrating technology: some things you should know. *Learning & Leading with Technology*, 27(3), 10-13, 21.
8. Elliott, J. (1991). *Action research for educational change*. Milton Keynes :Open University Press.
9. Goodson, T. (2003). Integration ICT in the classroom: a case study of two contra sting lessons. *British Journal of Educational Technology*, 34(5), 549-566.
10. Gatlin, M. (2004). Interactive Whiteboard System Creates. Active Classrooms. for Rural Georgia School System. *T. H .E. Journal*, 31(6), 50-52.
11. Glover, D. , Miller, D. , Averis, D. & Door, V. (2005). The interactive whiteboard: a literature survey. *Technology, Pedagogy and Education*, 14(2), 155-170.
12. Johnson, C. (2002). The writing's on the bord, *Educational Computing & Technology*, September, 58-59.
13. Hawkins D. T. (2000), "A Major Publishing Revolution — Part 1," Online, 24, pp. 14-28.2. Hansen & Teirney.
14. Hansen, N. & Teirney M. (2000). *What's Your Strategy for Managing Knowledge, Managing Knowledge - Perspectives on Cooperation and Competition*, CA: Sage Publications.
15. Hall, I. & Higgins, S. (2005). Orinigal article : Primary school students Perceptions of interactive whiteboards. *Journal of Computer Assisted Learning* 21, no.2.

16. Levy, P. (2002). Interactive Whiteboards in learning and teaching in two Sheffield schools: a developmental study. Unpublished Master dissertation at DIS of University of Sheffield, 2000-2001.
17. McKernan, J. (1991). Principles of procedure for curriculum action research. *Curriculum*. 12(3), 158.
18. Marsh, C. (1992). Key concepts for understanding curriculum. London: Falmer.
19. Moersch, C. (1995). Levels of Technology Implementation (LoTi): A Framework for Measuring Classroom Technology Use. *Learning and Leading with Technology Use*, 23(3), 40-42.
20. Newhouse, C. P. (2002). The Impact of ICT on Learning and Teaching. Retrieved June 29, 2006.
21. Shumsky, A. (1959). Learning about learning from action research. In Association for Supervision and Curriculum development (ed.). *Research for Curriculum Improvement*. (183-192). Washington: ASCD.
22. Thomas, A. (2003). Little touches that spell success. *Times Educational Supplement*, 23 May 2003.
23. Wang, C. S. & Li, C. C. (2000). An Assessment framework for information technology integrated instruction. Paper presented at ICICI 2000, Taipei, Taiwan.

附 錄 一

教學活動設計教案

學科領域	數學 第四冊		授課時數	360 分鐘 (8 節)
章節名稱	第 1 章 數列與等差級數 1-1 數列			
主題	1. 數列的意義 2. 等差數列 3. 等差中項		教學目標	1. 培養學生觀察有次序的數列，並察覺其規律性。 2. 能由代數符號描述數列的項。 3. 能寫出等差數列的一般項。 4. 能利用首項、公差 (或其中某兩項的值) 計算出等差數列的每一項。
學習對象	國二學生			
教學準備	電子白板、單槍投影機、桌上型電腦、南一電子書、康軒電子書、補救教學 ppt、網路資源		分年細目	8-n-04 能在日常生活中，觀察有次序的數列，並理解其規則性。 8-n-05 能觀察出等差數列的規則性，並能利用首項、公差計算出等差數列的每一項。
教 學 活 動				
教學流程	實施時間	教學綱要		教學資源與器材
【第一節】 1. 溫故啟思 2. 課文 3. 隨堂練習 4. 教學補給站— <u>12 生肖規律</u> 5. 例題 1 6. 隨堂練習 7. 類題練習 8. 探索活動	4 分鐘 7 分鐘 5 分鐘 5 分鐘 9 分鐘 5 分鐘 5 分鐘 5 分鐘	◎讓同學們演練溫故啟思，教師再解答。 ◎從生活中引進數列的概念。 ◎同學演練隨堂練習。 ◎ <u>猜出 12 生肖</u> ◎教師示範例題 1，觀察數列的規律性後，找出空格中的數。 ◎同學演練隨堂練習。 ◎給同學演練類似題及基測題。 ◎探索數列規律的可能性。		南一電子書 南一電子書 南一電子書 SMART Board 工具 南一電子書 南一電子書 南一電子書 南一電子書

【第二節】			
1.腦力激盪—有趣的數列	20 分鐘	◎在學習完數列之後，進一步地探索學習單中數列的規律。	學習單、SMART Board 工具
2.例題 2	5 分鐘	◎教師示範例題 2，觀察該數列的規律性後，透過歸納法寫出一般項。	南一電子書
3.隨堂練習	5 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
4.課文	5 分鐘	◎透過例題 2 和隨堂練習歸納出正偶數和正奇數的一般項。	南一電子書
5.例題 3	5 分鐘	◎教師示範例題 3，說明由一般項求數列。	南一電子書
6.隨堂練習	5 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
【第三節】			
1.例題 4 與課文	5 分鐘	◎教師示範例題 4，介紹循環小數的表示法。	南一電子書
2.隨堂練習	5 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
3.類題練習	5 分鐘	◎給同學演練類似題。	南一電子書
4.例題 5	6 分鐘	◎教師示範例題 5。	南一電子書
5.隨堂練習	9 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
6.課文	5 分鐘	◎用生活中的實例引進等差數列，讓學生知道公差 $d = \text{後項} - \text{前項}$ 。	南一電子書
7.例題 6	6 分鐘	◎教師示範例題 6，判斷等差數列。	南一電子書
8.隨堂練習	4 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
【第四節】			
1.例題 7	5 分鐘	◎教師示範例題 7，透過首項及公差求等差數列。	南一電子書
2.隨堂練習	8 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
3.例題 8	6 分鐘	◎教師示範例題 8。	南一電子書
4.隨堂練習	5 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
5.類題練習	5 分鐘	◎給同學演練類似題。	南一電子書
6.重點框	3 分鐘	◎歸納由首項及公差求任一項的公式。	南一電子書
7.例題 9	7 分鐘	◎教師示範例題 9。	南一電子書
8.隨堂練習	6 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
【第五節】			
1.例題 10	5 分鐘	◎教師示範例題 10，利用已知項求等差數列的項數 n 。	南一電子書

2.隨堂練習	4 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
3.例題 11	5 分鐘	◎教師示範例題 11，利用已知兩項求一般項。	南一電子書
4.隨堂練習	4 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
5.例題 12	5 分鐘	◎教師示範例題 12。	南一電子書
6.隨堂練習	5 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
7.例題 13	8 分鐘	◎教師示範例題 13。	南一電子書
8.隨堂練習	4 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
9.類題練習	5 分鐘	◎給同學演練類似題，並請同學上台練習。	南一電子書、SMART Board 工具
【第六節】			
1.課文	4 分鐘	◎介紹等差中項的意義及求法。	南一電子書
2.例題 14	4 分鐘	◎教師示範例題 14。	南一電子書
3.隨堂練習	5 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
4.類題練習	7 分鐘	◎給同學演練類似題，並請同學上台練習。	南一電子書
5.例題 15	7 分鐘	◎教師示範例題 15。	南一電子書
6.隨堂練習	13 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
7.自我評量	5 分鐘	◎同學演練自我評量，並請同學上台練習。	南一電子書、SMART Board 工具
【第七節】			
1.重點複習及加強	25 分鐘	◎數列與等差級數補救教學教材。	補救教學教材 ppt、學習單、康軒電子書
2.隨堂測驗	20 分鐘	◎南一教學配套資源。	
【第八節】			
1.習作講解	45 分鐘	◎事先給給同學回家練習。 ◎請同學上台練習基礎題。 ◎老師講解進階題目。	南一電子書

學科領域	數學 第四冊		授課時數	360 分鐘 (8 節)
章節名稱	第 1 章 數列與等差級數 1-2 等差級數			
主題	1.級數的意義 2.等差級數的和 3.等差級數的應用		教學目標	1.能理解級數的意義，及數列與級數的區別。 2.能推演導出等差級數的公式。 3.能應用等差級數公式，活用於日常生活中。
學習對象	國二學生			
教學準備	電子白板、單槍投影機、桌上型電腦、南一電子書、康軒電子書、補救教學 ppt、網路資源		分年細目	8-n-06 能理解等差級數求和的公式，並能解決生活中相關的問題。
教 學 活 動				
教學流程	實施時間	教學綱要		教學資源與器材
【第一節】 1.溫故啟思 2.課文 3.等差級數動畫 4.數學王子-高斯 5.隨堂練習 6.等差級數和的推導動畫	5 分鐘 10 分鐘 10 分鐘 10 分鐘 5 分鐘 5 分鐘	◎讓同學們演練溫故啟思，教師再解答。 ◎數列與級數的概念釐清，級數的值又稱級數的和。 ◎藉由 <u>高斯</u> 介紹等差級數和的公式。 ◎介紹知名數學家 <u>高斯</u> 的生平及其數學成就。 ◎同學演練隨堂練習。 ◎推導等差級數和的公式。		南一電子書 南一電子書 南一電子書 南一及康軒電子書、昌爸工作坊、學習單 南一電子書 南一電子書
【第二節】 1.等差級數公式 2.重點框 3.例題 1 4.隨堂練習 5.例題 2 6.隨堂練習	5 分鐘 3 分鐘 10 分鐘 8 分鐘 7 分鐘 5 分鐘	◎延續上節課內容，推導等差級數和的公式。 ◎藉此加強學生的概念。 ◎教師示範例題 1。 ◎同學演練隨堂練習。 ◎教師示範例題 2，已知等差級數求 n 及 S_n 。		南一電子書 南一電子書 南一電子書 南一電子書 南一電子書 南一電子書

7.課外補充—圖解 <u>級數的和</u>	7 分鐘	◎同學演練隨堂練習。 ◎藉由動畫圖解簡單級數的和，讓同學逐步認識等差級數公式。	南一電子書、昌爸工作坊
【第三節】	7 分鐘	◎教師示範例題 3。	南一電子書
1.例題 3	5 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
2.隨堂練習	5 分鐘	◎教師示範例題 4，利用已知 S_n 和 S_{n-1} 第 n 項的值。	南一電子書
3.例題 4	3 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
4.隨堂練習	6 分鐘	◎教師示範例題 5。	南一電子書
5.例題 5	8 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
6.隨堂練習	6 分鐘	◎推導另一種型式的等差級數和公式。	南一電子書
7.課文	5 分鐘	◎教師示範例題 6，利用已知首項及公差求級數和。	南一電子書
8.例題 6	8 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
【第四節】	8 分鐘	◎教師示範例題 7。	南一電子書
1.隨堂練習	6 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
2.例題 7	8 分鐘	◎教師示範例題 8。	南一電子書
3.隨堂練習	6 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
4.例題 8	9 分鐘	◎給同學演練類似題，並請同學上台練習。	南一電子書
5.隨堂練習	7 分鐘	◎教師示範例題 9。	南一電子書
6.類題練習	6 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
【第五節】	6 分鐘	◎教師示範例題 10。	南一電子書
1.例題 9	6 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
2.隨堂練習	5 分鐘	◎同學演練隨堂練習。	南一電子書
3.例題 10	6 分鐘	◎教師幫學生做重點整理，並釐清觀念。	南一電子書
4.隨堂練習	5 分鐘	◎同學演練自我評量。	南一電子書
5.重點整理	10 分鐘	◎老師檢討自我評量並請同學上台練習。	南一電子書
6.自我評量練習	25 分鐘	◎介紹費波那契生平	南一電子
7.檢討自我評量	10 分鐘	◎動畫介紹費氏數列。	書、昌爸工
【第六節】	10 分鐘	◎延伸費氏數列，淺談黃金比例。	作坊、學習
1.費式數列	10 分鐘	◎利用面積求等差級數的和。	單、ppt
2.黃金比例			
3.幾何與代數連結			

<p>【第七節】 1. 習作練習 2. 習作講解</p>	<p>10 分鐘 35 分鐘</p>	<p>◎先請同學練習基礎題。 ◎老師講解習題並請同學上台演練。</p>	<p>南一電子書 南一電子書</p>
<p>【第八節】 1. 習作講解 2. 補充教材—<u>基礎精熟本</u></p>	<p>10 分鐘 35 分鐘</p>	<p>◎老師講解習題並請同學上台演練。 ◎利用南一教學配套基礎練習本進行複習與加強。</p>	<p>南一電子書 南一電子書</p>

附 錄 二

「數列與等差級數」單元成就測驗預試試卷

一、選擇題（每題4分，共100分）

- 下列各數列中，何者不是等差數列？
(A) 5, 5, 5, 5 (B) 1, -2, -5, -8
(C) 1, -1, 1, -1 (D) 6, 9, 12, 15
- 已知一等差數列的首項為12，末項為-120，公差為-3，則此等差數列共有幾項？
(A) 43 (B) 44 (C) 45 (D) 46
- 有一個等差數列 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{49}$ 。已知該等差數列的公差為-5，且 $a_{25}=0$ ，則下列敘述何者正確？
(A) $a_{38} - a_{20} > 0$ (B) $a_{12} + a_{38} > 0$ (C) $a_1 + a_{48} > 0$ (D) $a_5 + a_{30} < 0$
- 有一等差數列 $-20, -18\frac{3}{4}, -17\frac{1}{2}, \dots$ ，試問第幾項開始出現正數？ (A) 20 (B) 19 (C) 18 (D) 17
- 有一等差數列的第3項和第7項互為相反數，則此等差數列的第5項為多少？
(A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3
- 若兩數 a, b 的等差中項為9，且 $3a+b, a-b$ 的等差中項為14，則 $a-b=?$
(A) 4 (B) 1 (C) -1 (D) -4
- 若數列 $\langle a_n \rangle$ 的一般項 $a_n=4n-3$ ，試問125是此數列的第幾項？
(A) 30 (B) 31 (C) 32 (D) 33
- 設兩數的等差中項為8，兩數的差為12，則此兩數的乘積為多少？
(A) 28 (B) 26 (C) 14 (D) -20
- 觀察數列1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, \dots 的規律，試判斷下列何者錯誤？
(A) 第12項是 12^2 (B) 前100項有34項是偶數
(C) 前12項有5個質數 (D) 第99項是偶數
- 某八邊形的周長為1172公分，它的邊長由小到大形成一個等差數列。已知最長的邊長為150公分，則此等差數列的公差為多少公分？
(A) 2 (B) 3 (C) 1 (D) 5
- 某表演廳共有14排座位，已知最後一排有46個座位，且每一排都比後一排少2個座位，試問該表演廳總共有多少個座位？
(A) 458 (B) 462 (C) 472 (D) 480

12、已知一等差級數共十項，其總和為 500。若將各項均加 6 後得一新級數，則此新級數的和是多少？

- (A) 506 (B) 560 (C) 1100 (D) 1010

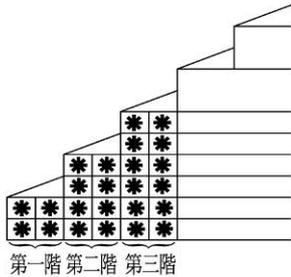
13、在 10 到 200 的整數中，所有 7 的倍數之總和為多少？

- (A) 10500 (B) 7250 (C) 5670 (D) 2835

14、已知一等差數列 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{100}$ 。若 $a_{70} - a_{57} < 0$ ，則下列哪一個選項正確？

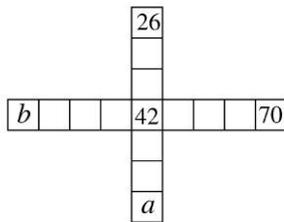
- (A) $a_{43} - a_{69} > 0$ (B) $a_{42} - a_{51} < 0$ (C) $a_{18} + a_{51} > a_{21} + a_{48}$ (D) $a_{12} + a_{31} > a_9 + a_{34}$

15、如下圖，有一樓梯，每一階的長度、寬度與增加的高度都相等。有一工人在此樓梯的一側貼上大小相同的正方形磁磚，第一階貼了 4 塊磁磚，第二階貼了 8 塊磁磚，……，依此規則貼了 112 塊磁磚後，剛好貼完此樓梯的一側。請問此樓梯總共有多少階？



- (A) 5 (B) 6 (C) 7 (D) 8

16、如下圖，橫列有 9 個方格，直列有 7 個方格。若將每個方格內都填入一個數字，使得橫列方格內的數字由左到右成等差數列，直列方格內的數字由上到下也成等差數列。已知共同方格內的數字是 42，求 $a - b = ?$



- (A) 44 (B) 42 (C) 40 (D) 38

17、若數列 a, b, c 為等差數列，公差為 2，則下列敘述何者錯誤？

- (A) 數列 $a+5, b+5, c+5$ 也是等差數列
 (B) 數列 $5a, 5b, 5c$ 也是等差數列
 (C) 數列 $a-1, b-1, c-1$ 也是等差數列
 (D) 數列 a^2, b^2, c^2 也是等差數列

- 18、如下圖(一)的正方形內有9個數字，數字的總和為 y ，求圖(二)中五個正方形內所有數字的總和為何？(以 y 表示)

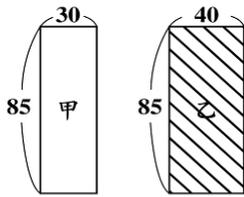
3	7	11
15	19	23
27	31	35

圖(一)

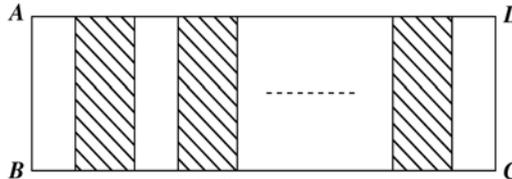
1	5	9	2	6	10	3	7	11	4	8	12	5	9	13
13	17	21	14	18	22	15	19	23	16	20	24	17	21	25
25	29	33	26	30	34	27	31	35	28	32	36	29	33	37

圖(二)

- (A) $5y$ (B) $5y+9$ (C) $5(y+9)$ (D) $5y+18$
- 19、有甲、乙兩種長方形紙板各若干張，其中甲的長為85公分，寬為30公分；乙的長為85公分，寬為40公分，如圖(一)所示。今依同種紙板不相鄰的規則，將所有紙板由左至右緊密排成圖(二)的長方形ABCD，則下列哪一個選項可能是 \overline{AD} 的長度？



圖(一)

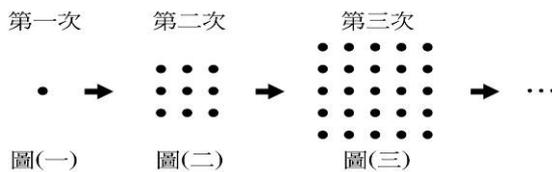


圖(二)

- (A) 770公分 (B) 800公分 (C) 810公分 (D) 980公分
- 20、數列 a, b, c 為等差數列，公差為3。若數列 $a+5, b+10, c+15$ 也為等差數列，則公差為何？(A) 3 (B) 5 (C) 8 (D) 15
- 21、小玉拿了一堆棋子玩排列遊戲。
- 第一次：放1顆棋子，如圖(一)；
- 第二次：放9顆棋子，排出一個正方形，如圖(二)；
- 第三次：放25顆棋子，排出一個正方形，如圖(三)；
-

依此規則，每一次排出的正方形，其每邊的棋子數都要比前一次多2顆。

請問第十次比第九次多放了幾顆棋子？



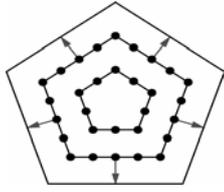
圖(一)

圖(二)

圖(三)

- (A) $10^2 - 9^2$ (B) $11^2 - 9^2$ (C) $19^2 - 17^2$ (D) $21^2 - 19^2$
- 22、觀察下列數列：1、2、2、3、3、3、4、4、4、4、...，請問數列中第43個數字為何？
- (A) 6 (B) 7 (C) 8 (D) 9

- 23、如果將化為 $\frac{3}{7}=0.4285714285714\dots$ ，請問小數點後第50位數字為何？
 (A)4 (B)2 (C)8 (D)5
- 24、求等差級數 $4+7+10+\dots+100$ 的和為何？
 (A)1568 (B)1664 (C)1716 (D)1768
- 25、如下圖，有若干位學生排出正五邊形的隊形，由內而外共排了6圈，且學生人數剛好排完。已知最內圈每邊3人。往外每圈增加2人(即由內向外算起第2圈每邊5人，第3圈每邊7人，……)。請問此隊形的學生共有多少人？



- (A)210 (B)240 (C)285 (D)630

附 錄 三

數學態度學習量表

各位同學好：

本量表的主要目的是希望了解各位同學的學習態度，請依實際的情況勾選，本問卷沒有所謂的標準答案，而是你（妳）寶貴的意見和看法，本資料內容絕對保密，請安心作答，感謝你（妳）參與這項研究！。

私立南華大學資訊管理研究所

【你（妳）的基本資料】填寫日期：_____月 _____日

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

（請依實際情況，在下列符合的選項中打✓）

	非常同意	同意	沒意見	不同意	非常不同意
1、我會用適當的參考資料幫助我學習數學。					
2、我會將當天學校所教的數學複習一遍。					
3、我常在數學課聊天、發呆或做一些與數學無關的事情。					
4、我不需家人催促，就會主動地演算數學。					
5、對於考試中不會做的題目，我會在考完之後問清楚。					
6、我覺得我不是學數學的料，無論怎樣用功也沒用。					
7、對於看不懂的題目，我會反覆多看幾次。					
8、我覺得數學是一門很有用的學科。					
9、要考試之前，我會很認真準備。					
10、就算我數學考很差，我也不在乎。					
11、上數學課時，我會想要睡覺。					

12、我不懂數學，考試時我都是憑印象背出答案。					
13、對於數學老師發的資料及考卷，我丟了也不在乎。					
14、我認為我可以挑戰較難的數學題目。					
15、我覺得要當數學家才需要學數學，其他人不用。					
16、我覺得學數學對我的生活似乎沒什麼幫助。					
17、對於老師規定的作業，我會按時做完。					
18、對於數學難題，我寧可別人直接告訴我答案也不要自己想。					
19、我都是到考試前才臨時抱佛腳，算一下數學。					
20、我會預習老師還沒有教的數學進度。					
21、我覺得學好數學對邏輯有幫助。					
22、與其他學科相比，我喜歡上數學課。					
23、當老師講解的時候我會專心聽。					
24、當我演算數學時，如果無法直接算出答案，我會放棄。					
25、當老師在檢討問題時，我會專心聽講。					
26、當同學在數學課提出問題時，我會注意聽他問的題目。					
27、我時常和同學或老師討論數學。					
28、學數學是件浪費時間的事。					
29、對於看不懂的題目，我會選擇跳過。					
30、我願意多花時間在數學解題上，並從中獲取成就感。					

附 錄 四

電子白板融入數學教學之回饋問卷

各位同學好：

這份問卷主要目的是想要了解你（妳）透過電子白板學習數列與等差級數單元之後，對電子白板融入教學的意見與態度，本問卷沒有所謂的標準答案，而是寶貴的意見和看法，內容將作為教師教學與學習環境設計的重要參考依據，請根據你（妳）的真實狀況用心作答，選擇正確答案，感謝你（妳）！

私立南華大學資訊管理研究所

- 1、對於學習單上設計的內容，我在閱讀上沒有問題。
同意 沒有意見 不同意 其他 _____
- 2、電子白板是一種很好輔助數學學習的工具。
同意 沒有意見 不同意 其他 _____
- 3、電子白板呈現出來的圖形，有助於我找出圖形的規律。
同意 沒有意見 不同意 其他 _____
- 4、我希望數學課都能用電子白板來輔助學習。
同意 沒有意見 不同意 其他 _____
- 5、電子白板搭配著軟體（如：GGB、GSP 和 Flash），能讓我更清楚了解學習的內容。
同意 沒有意見 不同意 其他 _____
- 6、用電子白板來學習數學，我反而無法專心上課。
同意 沒有意見 不同意 其他 _____
- 7、上這個單元之前，你對數學的看法是什麼？

- 8、在學習「數列與等差級數」這個單元上，你認為使用「電子白板融入教學」的方式對你的學習有幫助嗎？
很有幫助 有一點幫助 沒有幫助 沒有幫助，反而有阻礙，原因是 _____
- 9、你認為使用「電子白板融入教學」來上數學課，能對你的數學學習產生興趣嗎？請略述你的理由。
能，因為： _____
不能，因為： _____
- 10、你喜歡用「電子白板融入教學」來上數學課嗎？請略述你的理由。
非常喜歡 喜歡 無意見 不喜歡 非常不喜歡
因為： _____

附 錄 五

教師觀察記錄表

觀察時間：_____ 觀察者：_____ 老師

教學主題：_____

教學活動流程	
班級經營	
電子白板使用概況 (優缺點)	
建議與改進事項	
備註	

附 錄 六

學生訪談逐字稿

【研究者 T 與高分群學生 SH1】

T：「請問你喜歡數學嗎？」

SH1：「蠻喜歡的。」

T：「怎樣說蠻喜歡的呢？」

SH1：「很有趣啊！可以一直算一直算...。」

T：「妳遇到不會算的題目，妳通常都怎麼做？」

SH1：「就一直算算到算不出來為止，不然就問老師。」

T：「妳平常遇到考試，都怎麼準備的？」

SH1：「就平常有準備就好啦！」

T：「妳平常一天平均花多少時間在準備的數學功課呢？」

SH1：「45 分鐘，剛好一節課」

T：「這麼精準？」

SH1：「是啊！呵...」

T：「妳平常會拿同學的作業來抄嗎？」

SH1：「有時候會，有時候不會」

T：「我們有 16 節用電子白板來上數學課，妳喜歡老師用黑板還是電子白板來上課？」

SH1：「黑板。」

T：「怎麼說呢？」

SH1：「因為電子白板上都是圖，書寫不方便，用黑板寫比較清楚。」

T：「那妳覺得電子白板有沒有什麼優點？」

SH1：「有啊！在電子白板上畫圖比較清楚，在黑板上畫圖比較不清楚。」

T：「那妳覺得老師在數列與等差級數這個單元使用電子白板上課，妳有覺得比較容易了解嗎？」

SH1：「有。」

T：「可以解釋得詳細一點嗎？」

SH1：「有一些東西它的圖形解釋得比較清楚，比較知道用哪一個公式。」

T：「好，感謝妳！」

【研究者 T 與高分群學生 SH2】

T：「請問你喜歡數學嗎？」

SH2：「還好。」

T：「可以詳細一點嗎？」

SH2：「有時候喜歡；有時候不喜歡。」

T：「你平常遇到不會算的題目，你通常都怎麼做？」

SH2：「問老師，不然就是查課本。」

T：「你不錯喔！」

T：「你平常遇到月考或小考，你都怎麼準備的？還時平常就有練習？」

SH2：「就有空就會準備。」

T：「老師問你，你平常一天平均花多少時間在準備的數學功課呢？」

SH2：「ㄟ..10 分鐘吧！」

T：「這麼短啊？」

T：「你平常會拿同學的作業來抄嗎？」

SH2：「不會！」

T：「不錯喔！」

T：「老師問你，你希望老師平時用黑板還是電子白板來上課？」

SH2：「電子白板」

T：「可以說明原因嗎？」

SH2：「感覺電子白板比較好玩」

T：「除此之外，還有哪些地方吸引你？」

SH2：「讓我比較容易懂」

T：「那你覺得老師在數列與等差級數這單元使用電子白板上課，你有覺得比較容易了解嗎？」

SH2：「有。」

T：「可以多說一些嗎？」

SH2：「因為它有動畫。」

T：「好，感謝你！」

【研究者 T 與中分群學生 SM1】

T：「請問你喜歡數學嗎？」

SM1：「算喜歡。」

T：「為什麼喜歡數學？」

SM1：「因為老師很搞笑。」

T：「那...老師感謝你。」

T：「你平常遇到不會算的題目，你通常都怎麼辦？」

SM1：「問同學或老師。」

T：「一直問到會算為止嗎？」

SM1：「真的不會就放棄了！」

T：「你真的很誠實。」

T：「老師問你，你平常一天平均花多少時間在準備的數學功課呢？」

SM1：「15 分鐘吧！」

T：「這麼短喔？」

SM1：「沒辦法！其他時間都拿去準備英文。」

T：「你平常會拿同學的作業來抄嗎？」

SM1：「不會的才會抄。」

T：「所以有時候也是會抄。」

T：「那老師問你，你喜歡老師用黑板上課還是用電子白板來上課？」

SM1：「電子白板」

T：「可以說明一下原因嗎？」

SM1：「比較注意得到」

T：「讓你比較專心嗎？除此之外，那還有哪些功能比較吸引你？」

SM1：「很多啊！像寫字、抽籤的選號器，那些都很有趣。」

T：「所以那些輔助工具比較吸引你。」

T：「那你覺得老師在數列與等差級數這單元使用電子白板上課，你有覺得比較容易了解嗎？」

SM1：「有。」

T：「好，那非常感謝你！」

【研究者 T 與中分群學生 SM2】

T：「請問妳喜歡數學嗎？」

SM2：「不喜歡。」

T：「為什麼呢？」

SM2：「因為數學很難。」

T：「妳平常遇到不會算的題目，你通常都怎麼處理？」

SM2：「跳過或不要寫。」

T：「好，老師問你，妳平常都花多少時間在準備的數學功課上面？」

SM2：「一節課，上晚自習的時候會利用一節課」

T：「喔，因為妳是住宿生」

T：「妳平常會拿同學的作業來抄嗎？」

SM2：「有時候。」

T：「不會寫的時候才抄？」

SM2：「對。」

T：「那老師問妳，妳喜歡老師用黑板上課還是用電子白板來上課？」

SM2：「電子白板」

T：「為什麼？」

SM2：「看得比較清楚」

T：「除此之外，還有其他原因嗎？」

SM2：「沒有。」

T：「就是看得比較清楚？用黑板寫的比較不清楚？」

SM2：「嗯。」

T：「那妳覺得老師在數列與等差級數這單元使用電子白板上課，你有覺得比較容易了解嗎？」

SM2：「有。」

T：「可以說明一下嗎？」

SM2：「我不知道。」

T：「妳不太清楚，只是感覺比較好？」

SM2：「嗯。」

T：「好，那非常謝謝妳！」

【研究者 T 與低分群學生 SL1】

T：「請問你喜歡數學嗎？」

SL1：「ㄟ...不喜歡。」

T：「可以說明一下原因？」

SL1：「沒有原因。」

T：「沒有原因就是不會算？還是你覺得很難？」

SL1：「數學很無聊。」

T：「除了很無聊，還有？」

SL1：「很難。」

T：「你平常遇到不會算的題目，你通常都怎麼辦？」

SL1：「放棄。」

T：「那你平常都怎麼準備數學的考試？」

SL1：「沒有準備。」

T：「老師問你，你平常一天平均花多少時間在準備的數學功課呢？」

SL1：「1 分鐘吧！」

T：「你確定有 1 分鐘？」

SL1：「應該說連 1 分鐘都沒有。」

T：「你平常會拿同學的作業來抄嗎？」

SL1：「當然會。」

T：「這麼誠實。」

T：「那老師問你，你喜歡老師用黑板上課還是用電子白板來上課？」

SL1：「嗯...電子白板」

T：「可以說明一下原因嗎？」

SL1：「比較好玩」

T：「除了好玩呢？」

SL1：「沒了。」

T：「那你覺得老師在數列與等差級數這個單元用電子白板來上課，有沒有比之前清楚一點？」

SL1：「沒有。」

T：「為什麼？」

SL1：「就沒有。」

T：「好吧！謝謝你囉！」

【研究者 T 與低分群學生 SM2】

T：「請問妳喜歡數學嗎？」

SL2：「還好耶，不是很喜歡。」

T：「為什麼呢？」

SL2：「不知道。」

T：「妳平常遇到不會算的題目，你通常都怎麼辦？」

SL2：「拿同學的來抄，有時候抄完之後，會看一看同學怎麼算。」

T：「所以是邊抄邊學囉？」

SL2：「就抄一抄，再看一看後面怎麼算。」

T：「那妳平常都怎麼準備數學的考試？」

SL1：「老師說要考的時候，早上來學校時看一看。」

T：「算臨時抱佛腳囉！」

T：「妳平常都花多少時間在準備的數學功課上面？」

SL2：「45分鐘」

T：「有這麼久嗎？」

SL2：「有啊！」

T：「妳平常會拿同學的作業來抄嗎？」

SL2：「會啊！」

T：「那老師問妳，妳喜歡老師用黑板上課還是用電子白板來上課？」

SL2：「電子白板」

T：「為什麼？」

SL2：「因為那個比較好玩，然後比較容易理解。」

T：「比較容易理解。嗯...那妳覺得老師在數列與等差級數這單元使用電子白板上課，有比較容易了解嗎？」

SL2：「有。」

T：「可以說明一下嗎？」

SL2：「因為用黑板上課比較死板，比較不容易理解；電子白板有時候還不錯，比較清楚，比較容易理解。」

T：「比較清楚，比較容易理解？」

SL2：「對...對。」

T：「好，那非常謝謝妳！」