

互動式電子白板融入創新合作學習模式對 國小數學科學習成效與動機之影響

黃思華* 劉遠楨** 顏菟廷***

互動式電子白板挾帶著強大的互動性功能進入了教學現場，改變了教師教和學生的學。本研究結合了合作學習中的學生小組成就區分法及小組遊戲競賽法，設計出一套適用於互動式電子白板教學環境的創新合作學習模式，以探討此創新教學模式對於國小數學科統計量與圓形百分圖及立體圖形兩個單元學生學習成效及學習動機的影響。教學過程中，電子白板不僅能呈現複合式的教材，更是引起師生互動討論的媒介。透過此創新合作學習模式，學生與電子白板、教師與電子白板、教師與學生均產生互動，進而對學生的學習產生影響。本研究實驗組以創新合作學習模式融合互動式電子白板進行教學，控制組以創新合作學習模式融合單槍投影機進行教學，研究結果發現實驗組的學習成效和學習動機均有顯著的進步。

關鍵字：互動式電子白板、創新合作學習模式、學生小組成就區分法、小組遊戲競賽法

* 作者現職：國立臺北教育大學課程與教學研究所博士候選人

** 作者現職：國立臺北教育大學教育傳播與科技研究所教授

*** 作者現職：臺北市大安國民小學教師

壹、研究動機與目的

互動式電子白板 (Interactive White Board, IWB) 是教學工具，也是學習的工具。對教師而言，互動式電子白板的功能和特性可以使教師在教學上更順暢、在教材製作與管理上更便利；對學生學習而言，互動式電子白板的互動方式及多媒體教材的呈現方式對學習動機及成效亦產生影響。英國政府於 2002 年一月宣布投入 990 萬歐元提供每所小學一組及每所中學三組互動式電子白板設備 (包括 IWB、個人電腦及單槍投影機)，開始進行 IWB 前導計畫。並在 2003 年九月宣佈「Schools Interactive Whiteboard Expansion (SWE)」計畫，從 2003 至 2004 年陸續提撥了 2500 萬歐元的經費預算支援中小學採購電子白板設備，成立了「National Whiteboard Network」，該計畫的進行讓 IWB 在教育討論及相關研究上成為眾所矚目的焦點 (Beauchamp, 2004)。我國教育部 (2006) 在 2006 年公佈的「資訊教育基礎建設」方案中，提出資訊設備更新、建置 e 化教學環境。在「建構縣市 e 化學習環境示範推動計劃」中，補助部分縣市在學校建置「e 化教室」，將電子白板、單槍投影機、電腦等相關設備導入教室教學中，並進行互動式電子白板教學實驗，作為後續推廣政策參考之依據。IWB 不僅能呈現彩色圖像，更能支援各式各樣多媒體素材和網路資源，這樣的多媒體教材呈現方式，使得教學內容更為豐富 (Goodison, 2002)。再者，IWB 的科技功能除取代傳統黑板的教學呈現，更具有整合教學資源的功能，成為教學的展示平台，甚至成為師生互動學習的平台。這幾年愈來愈多的研究 (Glover & Miller, 2001; Glover & Miller, 2002; Goodison, 2002; Kennewell & Morgan, 2003; Morgan & Kennewell, 2006) 著重電子白板在課程與教學法的概念，研究在教學上導入互動式電子白板的過程。

數學是科學教育的基礎，更與日常生活緊密相關，其重要性已無庸置疑。但研究發現，學生有著嚴重的數學學習障礙 (陳映雯, 2007)，學童最感到焦慮及恐懼的科目就是數學 (許楨哲, 2003; 張盈盈, 2002)，數學教學時甚少使用視聽媒體方法，導致抽象的數學觀念難以讓學生理解 (鄭瑞春, 1991)。教師若能將資訊科技善用於數學教學上，傳統教室將會轉型成多功能的學習環境，讓學生在趣味中學習，對數學的學習是很有幫助的 (鍾樹椽、程璟滋, 2005)。合作學習能促進學生之間積極有意義的互動，電腦輔助教學所提供的個別化學習則讓學生能依照自己的進度進行學習，且藉由電腦呈現學習內容能讓小組共同研究學習，有效發揮小組合作能促進學習的功能 (Hazzan, 2003)。Ke 和 Grabowski (2007) 使用合作學習中小組合作競賽 (TGT) 在數學教學，研究顯示學生在學習態度和學習成效均有顯著的進步。Kamuran 和 Fikri (2008) 使用

合作學習中的小組成就區間法（STAD）進行教學，學生的數學成就表現和學習數學的態度也出現較好的成效。因此，本研究以互動式電子白板為工具，結合了合作學習中的學生小組成就區分法及小組遊戲競賽法，設計一套創新的合作學習模式進行教學，探討對於國小學童數學科學習的影響。

基於上述，本研究之研究目的為：

- 一、探討互動式電子白板為基礎之創新合作學習模式對國小數學科學習成效的影響。
- 二、探討互動式電子白板為基礎之創新合作學習模式對國小數學科學習動機的影響。

本研究的研究假設為：

- 一、使用創新合作學習模式融入互動式電子白板教學的學生在統計量與圓形百分圖單元的學習成效優於使用創新合作學習模式融入單槍投影機教學的學生。
- 二、使用創新合作學習模式融入互動式電子白板教學的學生在立體圖形單元的學習成效優於使用創新合作學習模式融入單槍投影機教學的學生。
- 三、使用創新合作學習模式融入互動式電子白板教學的學生在學習動機上優於使用創新合作學習模式融入單槍投影機教學的學生。

貳、文獻探討

一、互動式電子白板

（一）互動式電子白板的環境建置

互動式電子白板是大型的觸控板，利用 USB 與電腦連接，透過單槍投影機投射於白板上，配合電子白板的應用軟體，電腦同步顯示電子白板書寫內容，互動式電子白板扮演著白板與電腦螢幕的雙重角色，促進了白板與電腦之間的雙向互動（Becta, 2006）。英國教育傳播與科技協會（The British Educational Communications and Technology Agency）指出，互動式電子白板是一個大型的觸控式螢幕，教師透過滑鼠筆可以直接操作控制，不用移動到電腦前操作滑鼠（Coupal, 2004）。陳惠邦（2006）說到，IWB 是一套將電腦、單槍投影機及感應式白板結合的系統，完全跳脫過去傳統授課時因操作不同介面而須中斷教學的模式。互動式電子白板因硬體規格和感應方式不同可分為三種：電磁感應、類比電阻壓感、紅外線感應等（陳惠邦，2006）；本研究所採用的互動式電子板為電磁感應式的。它必須透過感應筆來代替滑鼠的功能，如圖 1 所示。

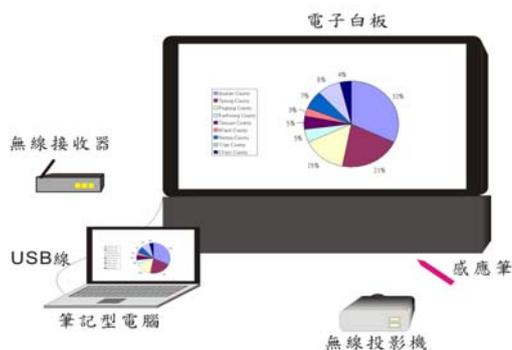


圖 1 互動式電子白板傳輸模式

(二) 互動式電子白板與教學

互動式電子白板可以使教材多元化的呈現，同時也是管理教材的工具（Boyle, 2002）。教師準備教學時，先將上課教學內容教材組織並安排好，在教學時會提高教學的流暢性，使教學變得更有效率。尤其在數學課使用互動式電子白板快速的展示圖形，老師省去佈題的時間而使得課堂上課步調變快（Goldman, 2003）。教師引導學生運用電子白板進行蒐集、分析與整理資料的過程中，呈現具體的脈絡來解決問題（Shenton & Pagett, 2007），讓學生能夠依據問題的性質來思考可行的解決策略，將知識學習與生活經驗結合在一起。Lopez（2010）的研究便指出，在課堂上使用互動式電子白板教學能更有效的幫助三年級和五年級學生數學科和語文科的學習。Smith、Higgins、Wall 和 Miller（2005）也指出，互動式電子白板主要的優勢在於促進「互動性」，教師必須注意到「互動性」才能讓互動式電子白板設備變成促進學習效果的最佳科技輔具。

(三) 互動式電子白板與學習

互動式電子白板能提高老師和學生之間的互動，如在教學的過程中鼓勵學生提供答案、教師揭示答案，或是在教學時呈現視覺化和概念化的圖像教材，引起學生的注意等等，這些教學的方式都可以引起學生的互動（Levy, 2002）。學生便認為互動式電子白板是另一種瀏覽教材、製作專題報告或做為小組合作學習的工具（Glover & Miller, 2001），學生可利用互動式電子白板進行合作學習，完成老師交代的任務，並得到立即的回饋。Morgan 和 Kennewell（2006）的研究發現學生使用互動式電子白板時會主動要求和同儕合作，分享意見並一同使用。再則，學生認為使用互動式電子白板上課速度變快了，也比較刺激有

趣 (Levy, 2002)。學生之所以會有這樣的反應主要是因為互動式電子白板伴隨著大量的視覺化圖像，可以滿足 E 世代學生的需求，讓他們能專心投入在自我的世界中 (Glover & Miller, 2001；Beeland, 2002)。當白板產生變化，會促使學生的學習興趣活絡起來 (Virtual Learning, 2003)。

二、合作學習

(一) 合作學習的定義

合作學習是一種有結構、有系統的教學策略。所謂合作學習就是一種利用小組來學習以增進個人和小組其他成員學習成效的教學方法 (Johnson、Johnson & Holubec, 1990)。Johnson & Johnson (1999) 也指出能夠成功地實施合作學習的五項關鍵要素：

1. 積極的目標互相依賴：每個人都要對自己和小組成員的學習負責，彼此互相依賴。
2. 口頭、面對面的互動：學生有機會互相面對面解釋、討論和解決問題，以完成指定的作業。
3. 個體的績效責任：每位成員都必須幫助小組裡的其他成員在指定的作業達到精熟學習。
4. 良好的社會技巧：學生在團體間必須被教導，彼此之間能以和善、互相尊重的方式來溝通。
5. 小組的歷程：組員在團體活動中，能反省自己的表現，透過觀察、評估並改善，進而增進團體的效能。

(二) 合作學習的種類

自 1970 年代以來，合作學習策略發展至今不下八十種 (簡妙娟, 2000)，各有其適用範圍及特點。較普遍被採用的幾種方法包括學生小組學習法 (Student Team Learning)、拼圖法 (Jigsaw)、合作學習 (Learning Together)、團體探究法 (Group Investigation) 等。以下就學生小組成就區分法及小組遊戲競賽法加以說明—

1. 學生小組成就區分法 (Student Team Achievement Division , 簡稱 STAD)

強調異質分組，教師先進行教學呈現，小組內成員相互幫助以精熟學習目

標，最後以測驗檢定個別學生進步的情形作為小組績效之考量 (Slavin,1995)，教學流程如下：

- (1) 全班授課：每個單元教學時，教師先以講解、討論、展示圖片或播放錄影帶的方式呈現單元內容，介紹教材重點和學習目標。
- (2) 小組學習：教師依學生的性別、學習能力、人格特質、社會背景採異質性分組，學生依據老師發給的學習單，可採兩個人一起研究、互相問答或和整組同學一起討論等方式進行學習。
- (3) 小組報告和師生討論：小組呈現討論的結果，教師、他組學生給予回饋。
- (4) 個別測驗：教師給予學生小考以評估每一組每一位學生的學習表現。
- (5) 表揚獎勵：教師每週將個人進步的成績轉化成小組的表現分數給予表揚，表現優異的個人與小組以獎卡或禮物做為獎勵。

2. 小組遊戲競賽法 (Teams Games Tournaments , 簡稱 TGT)

由 Devries 與 Slavin 發展出來的小組遊戲競賽法，與 STAD 的不同在於以學業遊戲競賽 (academic game tournament) 代替個別小考，以能力系統代替進步分數，其餘過程與 STAD 大致相同。其流程如下 (Slavin, 1995)：

- (1) 全班授課：教師向全班介紹教材重點，並說明競賽規則。
- (2) 分組學習：與 STAD 相同。
- (3) 遊戲競賽：為求公平性，採能力分組來進行競賽
- (4) 個人進步分數：不論哪一級的選手，只要得到第一名的都能為團體贏得同樣的分數，再將每一個人所得分數加總合計為團體分數，來決定小組的優勝順序。
- (5) 小組表揚：各小組將成員所獲得的競賽分數平均，以代表小組分數。若小組分數超過預設標準，則可獲得表揚或鼓勵。

本研究結合作業學習中的學生小組成就區分法及小組遊戲競賽法，設計了一套創新的合作學習模式融入互動式電子白板進行教學。

三、教學單元教材分析

(一) 統計教材概念分析

本研究進行的單元為國小高年級統計主題中的統計量與圓形百分圖。Shaughnessy (1992) 認為學習統計最終目的乃是在於能夠理解它並且正確的使用它，想要達到此成效，教學活動要能提升統計在日生活中所扮演的角色。Konold (1993) 指出利用電腦來進行統計教學可讓教師在教學上將更多的注意力聚焦在學生分析資料的過程中。實作統計的經驗可以提升學生統計的思維層次，利用電腦快速和便利性來計算或畫統計圖，可以幫助兒童注意力集中在較高層次的技術和解讀 (Heaton & Mickelson, 2002)，因此使用電腦融入統計教學有其必要性。本研究實驗組以創新合作學習模式融入互動性電子白板進行教學，讓學生能聚焦於統計概念上，並配合合作學習的進行，讓學生透過彼此的討論合作收集從生活情境中的資料，進而有序的整理資料，並經由互相討論合作激盪的歷程，增進解讀統計圖表所呈現資料意義的能力，有如在真實情境生活中學習。

(二) 立體圖形教材概念分析

本研究進行的單元為立體圖形，立體圖形屬於圖形與空間的範疇，荷蘭數學教育家 Van Hiele 和 Dina Van Hiele-Geldof 夫婦在西元 1957 年根據完形心理學的結構論，以及皮亞傑 (Piaget) 的認知理論 (Moline, 1990; Van Hiele, 1986) 共同提出幾何思考模式之理論。為了幫助學生易於學習幾何，主張學生之幾何思考可以分為五個層次，依序為：視覺的、分析的、理論的、形式邏輯的、邏輯法則本質的層次。本研究預估六年級學生已經進入分析層次，實驗組以創新合作學習模式融入互動性電子白板進行教學，安排許多圖形的製作活動、組合分割活動以及檢驗活動，幫助學童觀察製作後的圖形構成要素與原圖形構成要素之間的關係。本單元正立方體和長方體進而引到所有四角柱體的討論，是以平行和垂直概念，引導學生觀察面與面之間的關連。而關於複合圖形的計算則是使用切割、填補等方法，引導學生觀察與計算複合式圖形。計算體積與表面積的時，學生要對展開圖有一定認識與理解，而在立體展開圖方面的概念發展，則透過製作的活動，幫助學生觀察產生對圖形相對位置的了解。

參、研究方法

一、研究對象

本研究旨在探討創新合作學習模式融入互動性電子白板對國小高年級學童

數學科學習成效和學習動機的影響。研究對象為臺北市一所中型的資訊重點學校，該校六年級有兩班裝設互動式電子白板，其餘班級皆裝設單槍投影設備。因限於教學環境設備，本研究的研究對象採用立意取樣的方式：(一)教室內有裝設互動式電子白板的班級；(二)教室內裝設有單槍投影機的班級；(三)願意配合本實驗研究的教師；(四)數學節次互相調配高的班級。由裝設有互動式電子白板中的班級取一班做為實驗組，再從其他班級取一班做為控制組。

二、實驗設計

本研究以準實驗研究法進行，探討創新合作學習模式融入互動性電子白板對國小高年級數學科學習成效及學習動機的影響。首先利用國小數學統計概念能力測驗、國小數學立體圖形能力測驗及數學學習動機量表問卷調查進行前測，接著進行一個月的實驗教學，實驗組和對照組均以創新合作學習模式進行教學，但在教學工具方面，實驗組採用互動式電子白板進行，控制組採單槍投影機進行，實驗變項如表 1 所示。

表 1 實驗變項表

研究變項	內容說明
自變項	實驗組：創新合作學習模式融入互動式電子白板教學。 控制組：創新合作學習模式融入單槍投影機教學。
依變項	學習成效：學生接受國小數學統計能力成就測驗及國小數學立體圖形能力成就測驗，在前後測所得之分數。 學習動機：學生接受數學學習動機量表所得之前後測分數。
控制變項	教學內容：國小高年級統計量與圓形百分圖及立體圖形單元。 教學時間：兩組學生均進行一個月的教學實驗。每週五節課，一節課 40 分鐘，共 800 分鐘。 學生年級：兩組皆為同校國小六年級學生。 教師專業：兩班學生由同一位教師授課。 教學方式：兩班學生皆以創新合作學習模式進行教學。

三、研究環境與設備

在本研究有兩個班級，圖 2 是教室內的教學環境圖。A 是實驗組的教室圖，教室前面有內嵌式互動式電子白板，學生桌椅以小組形式安排；B 是控制組的教室圖，教室前面為傳統黑板加投影布幕，學生桌椅以小組形式安排。

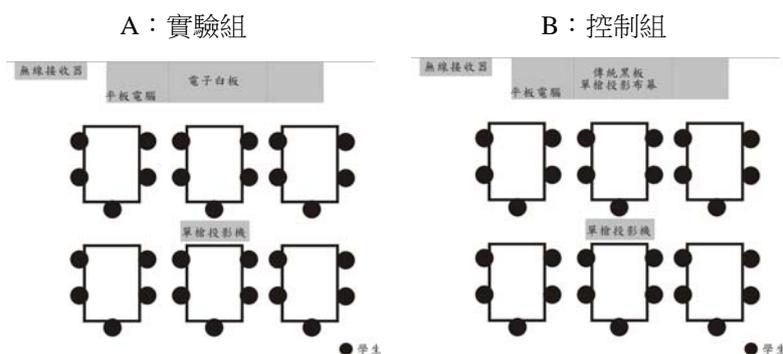


圖 2 實驗組教室圖(A)及控制組教室圖(B)

四、研究工具

(一) 國小數學統計能力成就測驗試卷

本研究根據國小數學第一至十一冊數學教學內容，由專家建置的系統題庫中隨機抽題，自行編製試題內容，做為本研究國小數學統計能力成就測驗之前測施測工具。後測由國小數學第十二冊內容，由專家建置的系統題庫中隨機抽題，作為本研究國小數學統計能力成就測驗之後測施測工具。前、後測的試題均為 20 題。請三位數學科專家教師針對本成就測驗試題進行審查，以確認前後測題目之敘述及內涵是否恰當。專家審查完後請 80 位國中學生進行前後測預試，將成績進行複本信度分析。學生受測數據統計分析後，結果得出皮爾森相關係數為 0.708，顯示前後測試卷具有高度相關。

(二) 國小數學立體圖形能力成就測驗試卷

本研究根據國小數學第一至十一冊數學教學內容，由專家建置的系統題庫中隨機抽題，自行編製試題內容，做為本研究國小數學立體圖形成就測驗之前測施測工具。後測由國小數學第十二冊內容，由專家建置的系統題庫中隨機抽題，作為本研究國小數學立體圖形成就測驗之後測施測工具。前、後測的試題均為 20 題。請三位數學科專家教師針對本成就測驗試題進行審查，以確認前後測題目之敘述及內涵是否恰當。專家審查完後請 80 位國中生進行前後測預試，將成績進行複本信度分析。學生受測數據統計分析後，結果得出皮爾森相關係數為 0.888，顯示前後測試卷具有高度相關。

(三) 數學學習動機量表

本研究以吳靜吉、程炳林（1992）所修訂的「激勵的學習策略量表」為依據，再根據余月甄、劉子健（2005）修訂的數學科學習動機的「國小學生數學科學習動機量表」改編成實驗的前測、後測工具，將學習動機分成五個向度，分別為「內在目標導向」、「外在目標導向」、「工作價值」、「學習的控制信念」及「測試焦慮」。其中「內在目標導向」、「外在目標導向」、「工作價值」屬於工作價值成分，「學習的控制信念」屬於期望成分，「測試焦慮」則屬於情感成分。量表共有 32 題。本研究所界定的數學學習動機指學習者在「數學科學習動機量表」上的得分，整體得分越高者表示學生的整體數學學習動機越強，在分量表的得分越高，則代表學生在該層面的動機成分越高。

(四) 教學日誌與訪談記錄

為了解創新合作學習模式融入互動式電子白板教材進行教學時的學生反應，研究者於每次教學活動結束後均整理教學日誌，將課堂上學生的反應及師生對話忠實記載，並於實驗結束後訪談實驗組學生。其中實驗組學生以英文大寫 E 加上座號表示，控制組學生以英文大寫 C 加上座號表示，教師以英文大寫 T 表示，全體學生以英文大寫 S 表示。

五、創新合作學習模式與教學活動設計

(一) 創新合作學習模式

本研究結合作學習中的學生小組成就區分法及小組遊戲競賽法，設計一套創新的合作學習模式融入互動式電子白板進行教學，其流程如下：

1. 異質分組：教學前實施前測，依照能力作異質分組。小組以共同討論的方式研究作業單或其他教材，當成員發生錯誤時互相訂正錯誤，以建立正確的觀念。小組成員必須一起學習並精熟單元教材，共同完成學習目標。
2. 全班授課：全班一起授課，並說明小組合作及遊戲競賽的方式。以互動、討論的方式共同建構知識。
3. 分組測驗練習、小組討論分享或遊戲競賽：教師依據教學的內容進行小考或競賽。如果是評量計算能力的問題，採用分組測驗練習的方式，以了解學生計算能力的差異；如果是評量解題策略的問題，則採小組討論或遊戲競賽方式進行。
4. 小組表揚：各小組將成員所獲得的競賽分數平均，即代表小組分數。為鼓勵個人分數進步最多者，將對該小組整體進行加分。若小組總分

超過其它組標準，則可獲得表揚或鼓勵。創新合作學習模式的教學流程如圖 3 所示。

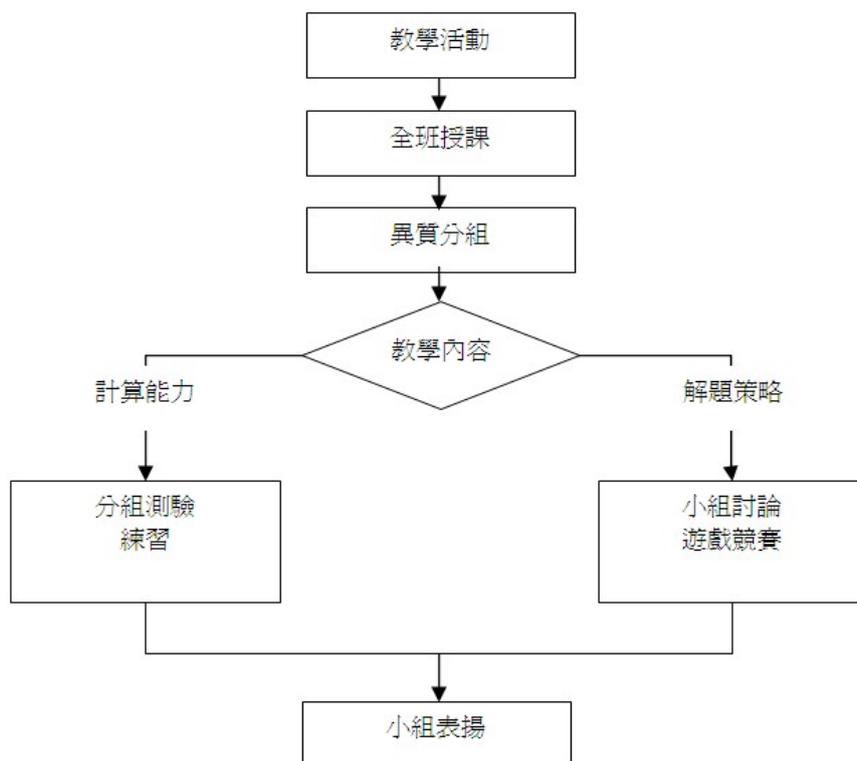


圖 3 創新合作學習模式流程

(二) 實驗組教學活動設計

本研究以國小高年級數學科統計量與圓形百分圖和立體圖形進行實驗教學。先依據教材概念進行分析，配合創新合作學習模式融入互動式電子白板教材進行課程活動設計，充分運用互動式電子白板的功能與特性，以註解、操控、合作討論作為標記，並以拖曳、跳躍、隱藏和呈現等的特色設計教材。表 2 以統計量與圓形百分圖單元為例，說明教學活動設計與創新合作學習模式融入互動式電子白板的運用，及實驗組與控制組之比教對照表。

表 2 統計量與圓形百分圖教學活動設計表

教學單元	教學活動設計	創新合作學習模式 融入互動式電子白 板的運用	比較
活動一：介 紹中位數和 眾數	中位數：使用「擷取」，快速複製統計圖表中的數據，並使用「拖曳」快速重新由小到大排列，取其中間的位置。	1. 全班授課、小組討論、遊戲競賽。 2. 遊戲競賽時學生操作互動式電子白板。	實驗組：佈題時間較少，演算較多題目，學生練習題型較多。 控制組：佈題時間較多，演算較少題目，學生練習題型較少。
	眾數：使用書寫功能，圈點數出現最多的數。	1. 全班授課、小考、小組表揚。 2. 受課時使用電子白板佈題，學生可練習較多的題型。	
活動二：從生活情境中理解「平均數」的意義和平均數的計算	使用數位計算機，計算出平均數，強調平均數的意義。	1. 全班授課、小考、小組表揚。 2. 全班授課使用互動式電子白板將所有畫面整合，老師可以隨課堂佈題；並靈活使用資料庫，將小計算機加以使用。	實驗組：可將題目所有畫面整合，老師不用移動位子就可以隨課堂佈題，靈活使用資料庫將題目所需的小計算機和結果快速與題目配合討論結果。 控制組：雖可將題目所有畫面整合但老師必須在電腦前整合，老師跟學生討論有書寫在黑板，難以整合上課步調，學生目光亦無法集中。
活動三：從生活中理解「加權平均數」的意義和加權平均數的計算與定義	使用數位計算機，計算出加權平均數，強調加權平均數的意義。	全班授課、小組討論分享。	實驗組：學生使用電子白板可以很清楚表達心中的想法，其他學生也容易了解。 控制組：學生在黑板上操作，一邊又要操作電腦、一邊
	利用擷取將圖表和計算過程並列，讓學生清楚解題的過程。	1. 小組討論分享、小組表揚。 2. 學生使用互動式電子白板分	

		享討論，能清楚表達自己的想法，其他同學也比較易懂。	又要在黑板上寫出結果，容易緊張，表達也較不完整。
活動四：認識並繪製長條百分圖與圓形百分圖和從圓形百分圖求部分量	使用資源庫的圓形百分圖和長條圖，快速揭示、佈題和示範繪製過程。	全班授課、遊戲競賽。	實驗組：使用互動式電子白板中資源庫的圖表，能輕鬆傳遞、解釋圖表。 控制組：使用傳統單槍教學雖有圖表可以快速揭示，但無法在布幕上直接書寫，須寫在黑板上輔助或是坐在電腦前解釋，較無法讓學生聚焦。
	使用資源庫中的二維表格和圓形、長條百分圖，互相對照，解釋其圖表中的意義。	1. 小組討論分享、小組表揚。 2. 教師和學生使用互動式電子白板中資源庫的圖表，能輕鬆傳遞、解釋圖表。	
活動五：小組主題收集相關資料	使用數位計算機。	全班授課、遊戲競賽、小組表揚。	可以使用互動式電子白板的資源庫，操作上也因教師平時的步驟，學生不用特別的教導就可以使用。經由討論引導後，學生可以快速轉換圖表的形式，從中比較選擇最適合資料呈現的圖表。 使用電腦呈現圖表，會發生操作電腦軟體的問題。學生會選擇學習，但會延長課堂時間。或是選擇直接說出自己的成果，但沒有圖表輔助，較不容易表達清楚。
	資源庫圖表。	小組討論分享、小組表揚。	
	紀錄小組分享。	1. 小組討論分享、小組表揚。 2. 小組在分享時，使用互動式電子白板的資源庫。 3. 經由討論引導後，學生可以快速轉換圖表的形式，從中比較選擇最適合資料呈現的圖表。	

肆、研究結果與討論

一、學習成效之探討

(一) 統計量與圓形百分圖單元學習成效分析

統計量與圓形百分圖單元的前測中實驗組平均分數為 80.97 分，標準差為 12.754；控制組平均分數為 82.17 分，標準差 16.282，獨立樣本 t 檢定的 p 值為 .752，顯示兩組在統計單元 and 圖形單元概念沒有顯著差異。經教學實驗，實驗組後測平均分數為 92.58 分，標準差為 6.307；控制組平均分數為 84.53 分，標準差 12.646，獨立樣本 t 檢定結果 p 值為 .003。顯示經教學實驗後，兩組在統計量與圓形百分圖單元成就測驗結果有顯著的差異，使用創新合作學習模式融入互動式電子白板來教學有顯著的進步，結果如表 3 所示。

表 3 實驗組及控制組在統計量與圓形百分圖學習成效前後測比較表

組別	前測					後測				
	平均數	標準差	自由度	t 值	顯著性	平均數	標準差	自由度	t 值	顯著性
實驗組 (N=30)	80.97	12.754	58	-.318	.752	92.58	6.307	58	3.094	.003**
控制組 (N=30)	82.17	16.282				84.53	12.646			

** $p < .01$

由表 3 可知，使用創新合作學習模式融入互動式電子白板來教學，其學習成效有顯著的進步。根據研究者觀察，在描繪統計圖表時，使用互動式電子白板讓學生能更方便地依照其需求去選取呈現的統計資料圖表，如：圓形百分圖、長條圖或折線圖。在小組分享時，控制組雖然亦提供學生使用電腦的機會，不過由於滑鼠的操作性他們較不喜愛，學生會因為圖表本身的繪製複雜性而放棄分享。控制組僅有少部分學生願意操作滑鼠分享他們的結論，但在分享時，常發生小組成員在報告，其餘學生注意力失焦的情況。

實驗組學生較願意分享小組的成果，當一位學生操作互動式電子白板時，其他學生會注視大螢幕，也會跟著他的動作來思考和自己解題策略的差異。這

樣的歷程可以更深入討論學生解題的過程，同時讓學生增進對學習數學的專心度。分享的同儕也會獲得同儕的肯定，增加信心。

T：為何你要選擇先畫 30%、10%、再畫 24%、36%？

E13：這樣才會一塊塊的，比較完整？（實際操作電子白板分享的學生）

T：你們想想看為什麼他要這樣畫？

E15：因為 30%、10% 是整數，也就是完整的格數，不用花很多時間數，24% 先數小的，剩下就不用數啦！這樣比較快，不用數很多。（在座位聆聽的學生回應）

（教學日誌：9704014）

互動式電子白板操作便利的性能幫助學生學習數學的解題策略。例如：中位數的定義是一組數據從小排到大，奇數位是最中間那位；偶數位是最中間兩位的平均數。學生常常犯的錯誤是沒有將數值從小排到大，尤其是數值相近時，學生往往會忘記。使用互動式電子白板教學時，教師任意將數值移動並由小排到大，學生亦在不知不覺中學習使用互動式電子白板的技巧。研究者發現兩組學生在解題中位數時的策略有所差異，實驗組學生在解題時通常會記得將數值由小排到大，再找出中位數。而控制組學生通常直接在題目圈選，而發生漏數的情況。

實驗組分享。

T：現在要請一位學生出來說明這組數值的中位數？

E2：先點選一數值，並流暢的將它由小排到大，並換成書寫筆的模式，將中位數圈選出來。

控制組分享。

C8：老師，我可以直接寫在黑板？

C8 說他想要寫在黑板，他將題目的數值重寫，然後用刪去法，再由小數到大，然後圈選出中位數。

（教學日誌：970409）

（二）立體圖形單元學習成效分析

兩組在立體圖形單元前測中，實驗組平均分數為 65.77 分，標準差為 18.691；控制組平均分數為 65.67 分，標準差 18.753。兩組獨立樣本 t 檢定的 p 值為.984，顯示兩組在立體圖形概念沒有顯著差異。經教學實驗後，實驗組後

測平均分數為 89.60 分，標準差為 8.398；控制組平均分數為 80.83 分，標準差 13.275，兩組獨立樣本 t 檢定結果 p 值為 .003。顯示經教學實驗後，兩組在立體圖形單元成就測驗結果有顯著的差異，使用創新合作學習模式融入互動式電子白板來教學有顯著的進步，結果如表 4 所示。

表 4 實驗組及控制組在立體圖形單元學習成效前後測比較表

組別	前測					後測				
	平均數	標準差	自由度	t 值	顯著性	平均數	標準差	自由度	t 值	顯著性
實驗組 (N=30)	65.77	18.691	58	.021	.984	89.60	8.398	58	3.057	.003**
控制組 (N=30)	65.67	18.753				80.83	13.275			

** $p < .01$

使用創新合作學習模式融入互動式電子白板來教學，教師可使用豐富的資源庫，如：尺、量角器，且學生操作紀錄歷程可以被保留：上一位學生的紀錄可以和下一位學生操作情形對比及討論。再者，學生較能看清楚立體圖形的面向，使圖形的概念更清晰。控制組的學生則無法立即與電腦中的物體互動。實驗組的學生與白板的互動是立即且直接的，對透視圖也能有精準的描繪，使學生對立體圖形和透視圖之間產生連結。

T：請問這是什麼樣的圖形？

S：正立方體。

T：請問他有幾個面？

S：六個。

T：我們一起來數。(老師翻轉著互動式電子白板上的正立方體)，我們可以很明確的知道他有六個面。

T：請問相鄰兩個面是互相垂直還是平行？

S：互相垂直。

T：請問相對的兩個面是互相垂直還是平行？。(老師將兩個對應邊塗上藍色)

S：互相平行。

T：現在我請學生出來塗色，小組說說看是平行還是垂直？

老師使用電子骰子決定是哪一組哪一位學生出來操作。當學生出來操作時，全部的學生都專心的注視著。

(教學日誌：970422)

互動式電子白板具有無限複製物件的功能，學生不用花精神在畫正方形上，而可專心思考如何排列，當一位學生在操作時，其他的學生可以一起討論他所排列的圖形是否可以拼成一個正立方體。體積概念沒有成熟前，學生對物體保留概念不是很成熟，不容易對空間知覺產生概念，教師可利用電子白板切割或合成的功能來幫助學生建立概念。

T：這是一個不規則的體積，我們要如何計算？誰願意出來試試看？

E5：因為它的高都一樣，我們可以先算右邊這個三角形加上中間的梯形，然後加上左邊的長方形，最後同乘上高。

E27：哪裡有梯形阿？

T：你可以再說清楚一點嗎，請你示範你如何做切割的？

E5：使用互動式電子白板的切割器，分別將這不規則圖形切割成三角柱、梯形柱和長方柱。

E27：原來如此！

(教學日誌：970424)

二、學習動機之探討

(一) 學習動機量表之分析

學習動機量表實驗組前、後測總分平均分數進步 16 分；控制組前、後測總分平均分數進步 4.2 分。價值成分實驗組前、後測平均分數進步 12.2 分，控制組前、後測平均分數進步 2.9 分；期望成分實驗組前、後測的平均分數進步 3.6 分，控制組前、後測平均分數進步 1.6 分；情感成分實驗組總分組前、後測的平均分數進步 0.3 分，控制組前、後測平均分數進步 0.4 分。經獨立樣本 t 檢定，價值成分前測 ($p=.321$)，後測有顯著差異 ($p=.010$)；期望成分前測 ($p=.523$)，後測有顯著差異 ($p=.000$)；而情感成分為 ($p=.426$)，後測沒有顯著差異 ($p=.318$)，如表 5 所示。

表 5 實驗組及控制組在學習動機量表前後測比較表

項目		前測				後測					
		平均數	標準差	自由度	t 值	顯著性	平均數	標準差	自由度	t 值	顯著性
價值成分 (N=30)	實驗組	46.1	6.9								
	控制組	48.0	7.9		-1.001	.321	58.3	6.3		2.652	.010**
期望成分 (N=30)	實驗組	16.2	3.6								
	控制組	15.5	3.9		.643	.523	19.8	3.5		1.008	.000***
情感成分 (N=30)	實驗組			58					58		
	控制組	15.3	3.9		.802	.426	15.6	3.4		3.756	.318
學習動機量總分 (N=30)	實驗組	77.8	10.6								
	控制組	78.3	12.5		-1.78	.860	93.8	9.8		4.101	.000***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

期望成分屬於自我效能的向度，學生相信自己能夠學好老師所教的內容，有信心可以幫助同學解答數學上的問題，也確定自己可以在全班面前清楚的表達想法。經過創新合作學習模式融入互動式電子白板來教學後有顯著差異，有實驗組的學生表示—

E21：老師會用不同的方式幫我們上課，而且都非常容易了解，使我們比較不會害怕數學，對數學也增加一點興趣。

E5：我很喜歡用電子白板上課，因為可以多利用電腦資源在課堂上，在和

電腦互動的時候，我能夠更了解老師所說的事情，開始對數學有點信心。
(訪談：970427)

情感成分指認知的焦慮程度，如上數學課時覺得壓力很大，對於考試會產生焦慮害怕。然經過教學實驗後，實驗組沒有顯著差異。

(二) 價值成分分析

價值成分又分為三個向度，分別是內在目標、外在目標和工作價值。實驗組內在目標前後測平均數分數進步 4 分；外在目標前後測平均數分數進步 0.7 分；工作價值前後測平均數分數進步 7.7 分。而控制組內在目標前後測平均數的分數進步 0.1 分；外在目標前後測平均數分數進步 0.5 分；工作價值前後測平均數分數進步 2.4 分。經獨立樣本 t 檢定，內在目標前測 t 檢定 ($p=.78$)，沒有顯著差異，後測 t 檢定有顯著差 ($p=.038$)；外在目標前測 t 檢定 ($p=.902$)，後測 t 檢定沒有顯著差異 ($p=.876$)；工作價值前測 t 檢定 ($p=.523$) 沒有顯著差異，後測 t 檢定有顯著差異 ($p=.000$)，如表 6 所示。

表 6 實驗組及控制組在學習動機量表之工作價值向度前後測比較表

項目		前測					後測				
		平均數	標準差	自由度	t 值	顯著性	平均數	標準差	自由度	t 值	顯著性
內在目標 (N=30)	實驗組	15.07	2.78	58	-1.8	0.78	19.07	3.16	58	2.12	.04*
	控制組	16.80	4.50				16.90	4.62			
外在目標 (N=30)	實驗組	8.87	1.94		-.12	.90	9.50	2.42		.16	.88
	控制組	8.93	2.24				9.40	2.51			
工作價值 (N=30)	實驗組	22.13	4.34		-.12	.52	29.80	3.88		4.88	.00**
	控制組	22.27	4.55				24.63	4.31			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

內在目標指喜歡挑戰新的知識、能引起好奇心的內容，會努力並盡力學習。使用創新合作學習模式融入互動式電子白板教學後有顯著差異，顯示使用電子白板教學能引起學生內在目標的動機增加，學生願意嘗試有挑戰性的內容。工作價值成分指學生對上數學課覺得很有趣，學習數學是快樂的事情。為了解內容，能和同學互相討論、能在全班面前發表想法對學生來說是重要的。使用創新合作學習模式融入互動式電子白板教學後有顯著差異，顯示使用電子白板

教學能引起學生工作價值的動機向度增加，學生喜歡跟同學一起討論和發表。

外在目標指認真學習是為了獲得老師或同學的肯定，及避免犯錯時受到老師或同學的批評與指責。使用創新合作學習模式融入互動式電子白板教學後並沒有顯著差異，顯示學生不會因為想避免受老師或同學指責而有好的表現，或是為獲得老師或同學的肯定而認真學習。

整體來說，互動式電子白板的便利性、複合性、多媒體等功能的呈現，讓教師和學生節省了揭示教材或書寫的時間，而有更多的時間關注在問題的討論上。互動上能有具體的圖形或文字可以輔助說明，無論是學生或教師都能說得更清楚，學生相信自己能在大家面前清楚表達想法，也更相信自己能夠學好老師所呈現的教材，這樣的便利性和彈性促使學生對學習期望提升了。

E11：我從沒看過這種觸碰式的白板，很想操作看看也可以跟大家分享我的算法。

E15：我很喜歡，因為答錯同學和老師可以糾正我。

E21：我很喜歡，因為老師會讓我們輪流上台說明，也讓我們輪流上台發表，讓我知道別的同學的算法跟我有什麼不同。

E11：我覺得很有趣，若每個單元都使用互動式電子白板這樣會比較有趣。

E22：使用電子白板比用平淡無奇的黑板來的好玩！

（訪談：970427）

伍、結論

互動式電子白板是教學工具，也是學習的工具。對教師而言，它擁有的許多功能和特性，可以促使教師在教學上更順暢；對學生學習而言，互動式電子白板的互動方式，以及多媒體教材的呈現方式，對他們的學習有正向的影響。本研究結合互動式電子白板及創新合作學習模式，探討其對國小高年級學生數學科學習成效及學習動機的影響。研究結果發現，在統計量和圓形百分圖及立體圖形單元，學生的學習成效都有顯著進步。創新教學模式加上電子白板的搭配讓教師講述時能更清楚地建構過程，讓學生對數學知識有正確的處理策略，師生間的對話和學生間的互相示範討論過程，讓學生的概念可以澄清，並獲得較好的解題技巧，進而得到較高的學習成效。又因為互動式電子白板能引起學生的好奇、興趣，因此，利用這個能引起學生學習興趣的媒體，可以營造出愉快的學習環境。學生喜歡與互動式電子白板互動，但學生都不喜歡考試，若在教學活動中或是活動結束後，利用互動式電子白板進行遊戲式的評量，則可降低學生對評量的壓力。

在學習動機方面，價值和期望成分都有顯著的進步，學生覺得上數學課是

有趣的，學習數學是快樂的，也願意嘗試有挑戰性的數學課程內容；學生在學習數學時相信自己可以學得好，有信心可以幫助同學解答問題，也願意在全班面前表達自己的想法。學生特別喜歡遊戲競賽的方式進行評量，當使用各式各樣的軟體讓學生進行競賽，會刺激學生的學習興趣，讓她們發現原來上課也可以這麼樂趣。互動式電子白板的便利性、複合性、多媒體等功能，節省了揭示教材與書寫的時間，使課堂上有更多的時間關注在問題討論上，亦讓學生產生對學習數學的動機增強，願意接受數學內容的挑戰。

參考文獻

- 余月甄、劉子鍵（2005，12月）。「教學決策參照架構」對教師應用無線科技進行數學教學之成效的影響。2005年教育資訊傳播與科技國際學術研討會論文集。基隆：國立臺灣海洋大學。
- 吳靜吉、程炳林（1993）。激勵的學習策略量表之修訂。**測驗年刊**，39（1），59-78。
- 張盈盈（2002）。多媒體在國小數學教學上之應用。**國教天地**，150，47-50。
- 教育部（2006）。「建構縣市e化學習環境示範推動計劃」。
http://www.edu.tw/files/site_content/b0089/e-environment.pdf，2009年10月10日。
- 許楨哲（2003）。實際建置線上網路競賽系統：以數學競賽網站為例。**視聽教育雙月刊**，44（4），42-45。
- 陳映雯（2007）。數學學習障礙學生時間化聚解題與教學策略。**屏師特殊教育**，14，1-9。
- 陳惠邦（2006，12月）。互動白板導入教室教學的現況與思考。2006年臺北市國際華人資訊教育創新論壇論文集。臺北：淡江大學。
- 鄭瑞春（1991）。視聽教學媒體在小學數學科教學上的應用。**國教月刊**，37（9，10），31-35。
- 鍾樹椽、程環滋（2005）。資訊科技應用於數學科教學之探討。**教育資料與圖書館學**，43（2），249-266。
- 簡妙娟（2003）。合作學習理論與教學應用。載於張新仁主編學習與教學新趨勢（403-463）。臺北：心理出版社。

- Beauchamp, G. (2004). Teacher Use of the Interactive Whiteboard in Primary Schools: towards an effective transition framework. *Technology, Pedagogy and Education*, 13 (3), 327-348.
- Becta (2006). *Planning to purchase an interactive whiteboard*. An Accessed 21 July 2008, from the World Wide Web: <http://www.becta.org.uk/leaders/leaders.cfm?section=31&id=3173>.
- Beeland, W. D. (2002). Student engagement, visual learning and technology: can interactive white-boards help? *Action Research Exchange*, 1 (1). Available on-line at: http://chiron.valdosta.edu/~are/Artmancript/vol1no1/beeland_am.pdf (accessed 16 May 2007).
- Boyle, J. (2002). *Virtual magic*. Times Educational Supplement, 26 April 2002.
- Coupal, L. V. (2004). Constructivist learning theory and human capital theory: shifting political and educational frameworks for teachers' ICT professional development, *British Journal of Educational Technology*, 35 (5), 587-596.
- Glover, D. & Miller, D. (2001). Missioners, tentative and luddites: leadership challenges for school and classroom posed by the introduction of IAWs into schools in the UK. *Paper for BEMAS Conference Newport Page ll*. 10-11.
- Glover, D. & Miller, D. (2002). Running with technology: the impact of the large-scale introduction of IAWs in one secondary school, *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 10 (3), 257-276.
- Goldman, S.R. (2003). Learning in complex domains: when and why do multiple representations help? *Learning and Instruction*, 13, 239-244.
- Goodison, T. (2002). Learning with ICT at primary level. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18, 282-29.
- Hazzan, O. (2003). Prospective high school mathematics teachers' attitudes toward integrating computers in their future teaching. *Journal of Research on Technology in Education*, 35 (2), 213-225.
- Heaton, R. M. & Mickelson, W. T. (2002). The Learning and Teaching of Statistical Investigation in Teaching and Teacher Education. *Journal of*

Mathematics Teacher Education, 5 (1) , 35-59.

Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (1999) . Make cooperative learning. *Theory Into Practice*, 38 (2) , 67-74.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1999) . *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (5nd ed.) . Boston: Allyn & Bacon.

Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1990) . *Circles of learning*. (3rd edition) . Edina, MN: Interaction Book Company.

Kamuran, T. & Fikri, A. (2008) . The effects of cooperative learning on Turkish elementary students' mathematics achievement and attitude towards mathematics using TAI and STAD methods, *Educ Stud Math*, 67, 77-91.

Ke, F., & Grabowski, B. (2007) . Gameplaying for math learning: co-operative or not? *British Journal of Educational Technology*, 38 (2) , 249-259.

Kennewell, S., & Morgan, A. (2003) . Proceedings from IFIP Working Groups 3.5 Conference: *Young Children and Learning Technologies*. Sydney: Australian Computer Society, 71-76.

Konold, C. (1993) . Inconsistencies in students' reasoning about Probability. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24 (5) , 392-414.

Levy, P. (2002) *Interactive whiteboards in learning and teaching in two Sheffield schools: a developmental study*. An Accessed 21 July 2008, from the World Wide Web: <http://dis.shef.ac.uk/eirg/projects/wboards.htm>.

López, O. S. (2005) . The Digital Learning Classroom: Improving English Language Learners' academic success in mathematics and reading using interactive whiteboard technology. *Computers & Education*, 54 (4) , 901-915.

Molina, D. D. (1990) . *The applicability of the van Hiele theory to transformational geometry*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Texas at Austin.

Morgan, A. E. & Kennewell, S. E. (2006) . Initial teacher education students' views on play as a medium for learning—a divergence of personal philosophy and practice. *Technology, Pedagogy and Education*, 15 (3) , 307-320.

- Shaughnessy, J. M. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp.465-494). New York: Macmillan.
- Shenton, A., & Pagett, L. (2007). From 'bored' to screen: the use of the interactive whiteboard for literacy in six primary classrooms in England. *Literacy*, 41 (3), 129-136.
- Slavin, R. (1995). *Cooperative learning :Theory, research, and practice* (2nd ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Smith, H., Higgins, S., Wall, K. & Miller, J. (2005). Interactive Whiteboards: Boon or Bandwagon? A Critical Review of the Literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, 91-101.
- Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Orlando, FL: Academic Press.
- Virtual Learning (2003). *Interactive whiteboards case studies: new tools, new pedagogies, new learning?* Available at: http://www.virtuallearning.org.uk/whiteboards/Case_Studies.pdf. (Accessed 16 May 2007)

The Effects on 6th Grade Students' Mathematical Achievement and Learning Motivation Using Innovative Cooperative Learning Model with the aid of Interactive Whiteboard

Tzu-Hua Huang* **Yuan-Chen Liu ****
Wan-Ting Yan ***

This study is to design an innovative cooperative learning model with the aid of interactive whiteboard (IWB) in conjunction with Student Teams Achievement Divisions (STAD) and Team Game Tournament (TGT) and to investigate the effect on 6th Grade students' Mathematical achievement and their learning motivation, specifically on the 6th grade Mathematics statistics with pie chart and solid diagram lessons. With IWB applied, teachers can present complex Mathematics contents to the students and interact more with their students. Through innovative cooperative learning model, students, teacher and the IWB interact more often, and the model improved students' learning effectiveness. Students were divided into two groups, the experimental group students learned through the innovative cooperative learning model with IWB while the control group students learned through the innovative cooperative learning model with an overhead projector. The result reveals a significant difference, statistically, in learning effectiveness and motivation in learning Mathematics. The study proves that using the innovative cooperative learning model with the aid of IWBs creates more interactions between teacher and students during the classes and produces students' learning achievements.

Keywords: Interactive Whiteboard, Cooperative Learning, Student Teams Achievement Divisions, Team Game Tournament

*Tzu-Hua Huang, Doctor Candidate, Graduate School of Curriculum and Instruction, National Taipei University of Education

** Yuan-Chen Liu, Professor, Graduate School of Educational Communications and Technology, National Taipei University of Education

*** Wan-Ting Yan, Teacher, Taipei Municipal Da-An Elementary School

