

互動式虛擬電子白板運用於國小二年級數學教學之研究

洪士程
朝陽科技大學資訊工程系副教授
schong@cyut.edu.tw

洪翊平
朝陽科技大學資訊工程系
s10067606@cyut.edu.tw

摘要

本篇論文旨在探討互動式虛擬電子白板運用於國小二年級數學教學之成效，以彰化縣某國小 101 學年度，二年級兩個班級學生為研究對象。採用準實驗研究法進行比較，有效樣本共 48 人，實驗組運用互動式虛擬電子白板進行數學教學，對照組為一般傳統教學。教學部份搭配南一出版社的教材，挑選二年級上學期的第七單元「幾點幾分」和第九單元「重量」兩個單元，為期六週、每週四節課、每節課 40 分鐘，共計 960 分鐘的實驗教學。量表部份採用國小二年級數學領域學生學習動機量表，評估在實驗前與實驗後兩組學生的前測與後測的得分，將所得之量表統計資料作獨立 t 檢定分析，發現以下二項結果，(一)實驗組和對照組在學習動機量表前測上無顯著差異，(二)經實驗教學後，實驗組和對照組的學習動機量表後測，在學習動機上具有顯著差異。亦即表示接受「互動式虛擬電子白板」教學的學生，在學習動機上的表現優於接受「傳統黑板」教學的學生。

關鍵詞：互動式虛擬電子白板、國小二年級、學習動機、數學領域。

Abstract

The purpose of this paper is to investigate the virtual manipulative and interactive white board applied on teaching mathematics on second graders in an elementary school. This work used quasi-experimental study of 48 second grade students, two intact classes, from one of elementary school in Changhua County. One class was assigned as interactive whiteboard mathematics instruction experimental group, and the other as controlled group teaching mathematics with traditional blackboard. The treatment lasted for a total of six weeks with 4 hours a week. In the experimental teaching

process, the instructor chooses two units, the 7th unit "What Time is it?" and the 9th unit "The Weight" from the Nan-I third textbooks. The learning motivation scale in math studies for primary second grade was used to measure the pre-test and post-test scores of the two groups. After independent t-test analysis of quantitative data, the researcher summed up two conclusions. (i) There is no significant difference between the experimental and the controlled group in pre-test of the learning motivation scale. (ii) After the experimental teaching, there is significant difference between the experimental and the controlled group in post-test of the learning motivation scale. We found that the learning motivation and learning interests have been enhanced after applying the virtual manipulative and interactive white board.

Keywords : Virtual manipulative and interactive white board, second graders of elementary school, learning motivation, mathematics category.

1. 前言

現今社會是一個資訊科技蓬勃發展，高度 e 化的知識經濟時代，日常生活中，電腦已成為人們生活中不可或缺的一部份；然而，面對這個不斷變遷、快速變化的時代，在教學的現場中，師生的「教」與「學」之間的互動關係亦隨之發生改變，教師的教學方式，還有學生的學習方式，都產生的改變，這就是資訊科技發展帶來的新氣象。

從國內外近幾年來在教育 e 化上的投入來說，就足以看出資訊與教學已是密不可分的關係了。國外方面英國倫敦地區已有高達 97% 的中學教室，小學則達到 86%，有電子白板之設備[1]；新加坡也有五所「未來學校」，全面廣泛利用電子白板和無線網號等資訊通訊科技於機學創新活動上[2]。國內教育部也在 2006 年補助部分縣市學校建置「e 化教室」，將電子白板、電腦、單槍投影機等相關設備導入教

室教學中。2009年也編列71億要建置e化專科教室及e化數位教室，配有電子白板、電子顯微鏡、電腦模擬鋼琴等設備。彰化縣98年度已補助各國中小共建置「E化專科教室」420間、「E化數位教室」計2374間，各校均配置高互動「電子白板」，透過中央與地方共同攜手合作，豐富地方學習資源，縮短城鄉差距。

由以上描述可知，這些不斷演進的資訊教育，已成為時事所趨了，所謂的資訊融入教學就是運用新的科技技術及產品融入於教學當中。因此本篇論文就是想利用「電子白板」此項科技產品、及相關的教學方法導入於教學活動中，以探討學生的學習成效，但由於電子白板的價格昂貴，在學校教室中，除非校方有這些硬體設備、否則一般教師是沒有能力去付擔這高額的設備，所以研究者乃運用Wii mote電子白板做為虛擬電子白板進行教學活動，它是由韓裔的美國博士生Johnny Chung Lee創新發明的點子，經由Wii的右手把，我們可以利用紅外線LED筆搭配定位軟體，便能在投影幕上操作電腦[3]。

研究者便希望利用這種成本較低的教學設備，融入國小二年級的數學領域教學，以探討實驗組與對照組學生在進行互動式虛擬電子白板教學與一般的傳統教學後，學生的「學習動機」是否有差異？以及兩組在學習動機上各向度表現的變化情形為何？

本篇論文共分為五節，在第一節說明互動式電子白板與本篇論文的目的，在第二節進行文獻探討，第三節提出研究設計與方法，第四節為研究結果與分析。最後，在第五節做出結論與建議。

2. 文獻探討

本節主要是針對電子白板的演進與發展加以說明與整理，首先就「互動式電子白板」而言，可將它劃分為實體式和虛擬式電子白板兩種。實體電子白板指的是廠商出廠的產品是一個超過40英寸的大型書寫板或顯示幕；虛擬式電子白板是指出廠的產品本身並沒有附帶書寫板或顯示幕，而是由使用者將現有的普通白板或其他的書寫板或顯示幕上（包括幕布、硬幕或牆壁上）安裝應用軟體便能達到攜帶方便及便於拆裝的目的了[4]。

2.1 互動式電子白板的起源和優缺點

2.1.1 就實體式電子白板而言

他是利用絕對座標的電腦輸入裝置的一塊大型數位繪圖板，它需要連接到另一台電腦，並透過電腦連接到的投影機，把電腦畫面利用投影機投射到白板時，此時這塊已經事先校準定位過的白板，所以當將使用者在電子白板上進行書寫時，他的筆跡便能和電子白板的書寫點作準確地重合，電子白板就能把使用者在白板上進行的書寫動作，所產生的書寫筆跡的座標值及點選狀態立即傳送到電腦。所以說，互動電子白板由於只是座標輸入裝置，還是需要連接到一台電腦，並透過電腦所連接的投影機，把電腦螢幕的畫面再投射回到白板上，當投影機投射畫面。電腦及白板間的連線，當今市面上分為有線的（如：USB插線或串流埠）和無線的（如：藍牙）兩種電子白板。（維基百科）。這些電子白板依不同的感觸技術去追蹤去追蹤面板動向，有分為以下六種類別：壓感式、電磁式、紅外線光學式、雷射式、超聲波式及視像鏡頭（光學）式。在目前市占率最高的是壓感式的電子白板，因為比起其他的技術，壓感式的電子白板是上市最早，擁有產品成熟度最高，且無需專用筆，用手指即可直接書寫在白板上，抗干擾能力也強的優點，所以占全球52%以上的互動式電子白板(Interactive White Board, IWB)市占率。

綜合實體式電子白板的使用情形，它的優缺點大概有以下幾項：優點部分是它相對於傳統投影機的單向式，使用互動電子白板令課堂更為互動、提供一些flash互動模組或背景軟體給教師使用，內容非常豐富，涵蓋領域非常廣，節省了製作互動教材之時間，且內容可自行新增或刪除；也可隨時利用軟體的紀錄功能，使課堂上臨時或即興的教學亦得以紀錄。同時搭配互動式投票系統能夠增強一對一互動性，在學習的過程中可讓教師考察學生的學習情況，蒐集學生的學習狀況，提高學生的參與性，搜集學生的投票表決資訊，從而創造個性化的學習環境。增加課堂的趣味[5]。但亦有幾項缺點也值得改進的有：售價十分昂貴，一套動輒十萬元；與電腦間的連線，會發生軟體、硬體、軟體的問題，如中文化不完全、老電腦跑不動、觸控感應度不佳；、電流不穩定時容易當機...；使用空間受限，電子白板體積龐大，或有些和教鞭的黑板固定在一起，所以只能在該空間使用，無法移動；還有投影機投影光線太刺

眼，老師也會受不了，素材資源缺乏，無法支援老師教材開發[6]，...等缺點的存在。

2.1.2 就虛擬式電子白板而言

之所以名為虛擬式電子白板，就是有別於前面所提到的實體式電子白板，它有一個大型的觸碰螢幕，可以直接在上面書寫；但虛擬式的電子白板，不需要搭配大型的螢幕，它用的只是一般投影機所使用的布幕、白板或一個空白的牆面，再配合電腦連線的軟體，透過投影機投影到布幕上，運用書寫的工具，如無線手寫板、感應筆或紅外線筆，最後也可以達到觸碰螢幕或遠距書寫的即時互動效果。

本篇論文所使用的研究工具就是利用任天堂 2007 年底上市的電視遊戲主機 wii，當中的標準控制器--Wii Remote(簡稱 Wiimote)，所設計而出的 Wiimote 電子白板[7]，因為 Wiimote 控制器前方有一個加了濾鏡的 CMOS 攝影鏡頭，用來追蹤四個紅外線光源，再透過藍芽無線傳輸的方式把資料同步回傳給電腦，所以我們只需要利用座標軟體的設定後，用無線傳輸方式，把 Wiimote 的追蹤到的紅外線光源與電腦主機連線，所以當 Wiimote 與電腦連線並取在布幕上利用紅外線筆進行定位後，紅外線筆 LED 的發光位置，就能取代電腦滑鼠直接控制與點選了[8]。

針對 Wiimote 電子白板的優點部分是 Wiimote 電子白板，該系統降低了製造成本，是一個非常方便、有效益的互動白板系統，可應用於教育[9]。因為一個 Wiimote 電子白板價格低廉(搖桿+紅外線筆)不到 1500 元，比起實體式電子白板(投影機+電子白板+軟體)約 10 萬元的價格，成本更是低廉且效益更高，確實發揮了電腦最大的教學功效，國民小學的經費短絀的層面下負擔壓力也減輕不少。再者，它的建置簡單，容易推廣，不用受限於只有電子螢幕的地方，只要有白板、布幕、空白的牆面均有同等效用，相對於實體式電子白板需固定於一個地方，機動性更高更有彈性；軟體部分雖然沒有實體式電子白板內建在裡面的繪圖、互動的軟體，但只要利用自由軟體的功能，一樣可以有齊全教學互動模式。缺點方面，Wiimote 電子白板的感應區須不受阻礙且 Wiimote 與紅外線筆的感應距離約只有 2 公尺，有效範圍受限，第一次使用時需花時間尋找出最佳位置、所定位後不可再移動，否則座標會移位，除非把 Wiimote 控制器

固定在天花板上，才不會碰觸到，要搭配的自由軟體須自行整合運用、且每次使用前都要重新定位；這些都是需要時間一一去建置，所以也是另人垢病之處。

綜觀上述，當教學有了互動式電子白板，課堂的教學就可以替代一般傳統黑板或白板教學，就可以進行書寫和教學活動了。也節省了不少抄寫黑板及擦黑板的時間及粉筆灰，效率上更是大大的提昇了。然而，虛擬式電子白板雖然有其限制，但瑕不掩瑜，它可讓經費短絀的縣市或學校，有機會全面使用「電子白板」，這在積極的推動「資訊融入教學」的教學單位都能選用價廉卻能達到最高效益的 Wiimote 電子白板為研究的教學工具，達到「E化教學」的教學成效。

2.2 互動式電子白板應用於教學與學習興趣探討

Boyle [10]研究指出，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。陳惠邦 [1]的研究也指出，IWB 以大面板呈現清楚影像，學生能自然的觀察教師操作各種程式的歷程與方式，因此可減少師生在教室內移動的干擾，以及重複說明、書寫的浪費，IWB 作為教學媒介當然可以加速教學內容的傳遞、增進多元教學資源應用，並使班級教學更具互動性。林儀惠 [11]和陳彥君[12]在有關於互動式電子白板融入國小數學教學都指出：在國小五年級數學分別是面積單元教學方面和時間的計算、體積、容積與容量的教學上，教師使用 IWB 融入數學教學，其數學成就測驗結果優於教師以傳統模式進行教學，且大部分的學生皆能予以正面的肯定使用 IWB 融入教學，並對學生的數學學習興趣有所提昇。

2.3 數學教學方法與數學教材之分析

數學課程的規劃、教科書呈現的方式及教學法均同等重要。九年一貫課程強調以學習者為主體，以知識的完整面為教育的主軸，以終身學習為教育的目標。在進入二十一世紀且處於高度文明化的世界中，數學知識及數學能力，已逐漸成為日常生活及職場裡應具備的基本能力[13]。本篇論文選用南一版數學第四冊的第七單元幾點幾分、和第九單元重量，這兩個單元都是在日常生活中不可或缺的重要條

件;所以研究者利用幾點幾分單元裡時鐘和重量單元裡天平,進行實驗教學,下面就這兩單元的教材進行分析:

2.3.1 時間

有意義的學習是課程設計的主要核心,與生活連結又是產生有意義的必要件[14]。但它是一個非常抽象的概念,我們在日常生活當中可以感覺到它的存在與變化,但卻無法看到或摸到它的實體,Leushina 在[15]中也指出,時間具有流動性、不可逆性、和缺乏觀測的方式,這三個特徵, Piaget [16]認為「時間」概念是個體在發展中的認知結構不斷重組而漸形成;所以對兒童而言,必需透過時鐘、沙漏...等工具讓兒童在學習時間概念時,幫助兒童理解和產生對時間的感知[17],因此本單元乃透過報讀、兒童親自動手撥針來瞭解以下幾個觀念:1.能報讀以5分鐘為單位的幾點幾分,並能理解分走1大格是5分鐘及不同的報時方法。2.以每小格1分鐘、每大格5分鐘為單位,報讀鐘面上的時刻是幾點幾分。3.判別較易混淆的時刻,如10點58分,時針接近11,但沒有超過11,所以應該是快要11點,再看分針來確定正確的時刻。4.藉由觀察鐘面來點數兩個時刻之間經過的時間。

2.3.2 重量

「量」可區分為兩種,即離散量(discrete quantity)與連續量(continuous quantity)。離散量是不連通(disconnected)的量,例如一堆蘋果的量,蘋果與蘋果間的不連通的量位量;連續量則是一種連通的量,其單位量

來自人類在複雜有計畫的程序下的約定,例如長度的單位、重量的單位等,都是人類在非常嚴謹下的產物[18]。

本單元的重量就是一種連續量,可以透過觸覺或是藉肌肉來感覺的量或直接以視量觀察,但若不透過實際的操作,不易感覺出物體的輕或重[14],所以我們常見的秤重工具使用的物理原理有槓桿原理和虎克定律,由於這兩個原理對二年級學童來講太難,因此本單元直接以天平所呈現的現象,指導學生判斷,是最簡單、最易掌握方法。所以在這單元,我們先從感官量出發,再導入天平教具,作為輕重比較的重量工具,進而察覺天平較重的物體會往下墜落;除此之外,還可透過天平讓兒童瞭解重量的保留概念(如:透過黏土可塑形的特質,讓

兒童瞭解物體不會因形狀改變、分割、擠壓而改變重量)、間接比較(如:一個布丁和4個砝碼一樣重,一瓶養樂多和3個砝碼一樣重,請問哪一樣比較重?)、及遞移律的關係。(甲的重量 $>$ 乙的重量,乙的重量 $>$ 丙的重量,所以甲 $>$ 乙 $>$ 丙)。

3.研究方法

3.1 研究設計

本篇論文旨在探討互動式虛擬電子白板融入國小二年級數學領域的學習動機;研究設計採「準實驗設計」,分為實驗組和對照組,實驗組是採用虛擬電子白板融入教學法,而對照組是採用傳統教學法,不同的教學方法進行為期六週,每星期四節課,每節40分鐘,共960分鐘的實驗教學。

3.2 研究對象

研究對象為研究者服務之以彰化縣某中型的國小二年級兩班學生,且已在國小一年級新生入學時已經過亂數常態編班,並對於常態分班後,極端表現的學生予以排除,最後實驗組人數有23人,對照組人數有25人。

實驗組和對照組分別由不同的授課教師實施教學,可避免因同一位授課教師,在進行實驗教學時,對於實驗組與對照組會有不同的處理水準,以控制除了教學方法外,再減少其他控制因素的干擾。

3.3 研究工具

本篇論文的工具有實驗過程中的電子白板及前測和後測的學習動機量表兩部分。

3.3.1 互動式虛擬電子白板

本篇論文所使用之虛擬電子白板乃由在韓裔的美國博士班學生 Johnny Chung Lee 在2007年發表了利用 Wiimote 監看紅外線筆的動作,進而控制電腦滑鼠的方法。然而,Johnny 的 Wiimote Whiteboard 在游標定位的功能上較陽春,所以 Boon Jin 進而研發了提供更多資料、更方便校正的 Smoothboard 的程式。接著,在2009年國內的台北市力行國小顏國雄老師,他和他的團隊,並將這一套軟體的使用說明,全

都翻釋成中文，讓國內的老師得以在使用上更上手、更方便[8]。

3.3.2 國小二年級數學領域學生學習動機量表

本量表乃使用李克特氏(Likert)五點評定量表的方式編製而成，每一題依據學習者的回答分為五種不同的答案；從「非常贊成」五分、「贊成」四分、「普通」三分、「不贊成」兩分、「非常不贊成」一分；問卷中的反向題其計分採反向計分，即「非常贊成」一分、「贊成」二分、「普通」三分、「不贊成」四分、「非常不贊成」五分。本量表本量表之得分越高者代表其學習動機愈強烈、反之則愈消極。

研究所使用的學習動機量表內容方面，乃採用邱惠芬 [19]參考孫琇瑩依據 Keller 未出版的 Instructional Materials Motivational Scale (IMMS, 教材動機量表) [20]，針對 ARCS 動機模式所編制的學習動機量表，包含「A-注意(Attention)」、「R-相關(Relevance)」、「C-信心 Confidence」與「S-滿足(Satisfaction)」四個向度。原量表在每個向度都有個 9 個題目，總計共有 36 題(包括反向題 12 題)。研究者會同數位學習相關研究領域之學者，及同樣是教學低年的教師討論後，將原量表 36 題的題目，刪除不適用在國小二年級數學領域上的問題以及低年級學生可能較無法理解的題目之題意，並考慮到低年級學生對於反向題的思考能力，可能產生混淆、模糊的現象，再把一些問題改為肯定句，最後經增刪更改後的量表題目，共計為 28 題(包括反向題 7 題)，並採用 Cronbach's α 係數來檢定各主要構面變數之衡量問項間的內部一致性以及可靠程度，吳明隆[21]也曾歸納多位學者的看法，說明測量問卷的 Cronbach's α 值需大於.07，才稱為有良好的信度；本問卷的 Cronbach's α 值檢定結果分別為：「注意」共 7 題信度為 0.71、「相關」共 7 題信度為 0.76、「信心」共 7 題信度為 0.84，「滿足」共 7 題信度為 0.84，總量表為 0.94。分數很接近 1，表示量表之信度高且可靠。

且在效度方面，本篇論文乃請數位學習相關研究領域之學者提供其建議，予以適度修正與修飾，整合出題目文句與內容之適切性，以建立本問卷量表之效度。

3.3.3 數位教材設計

本篇論文採用南一版數學第四冊第七單元時間、第九單元重量，實驗組教學搭配南一出版社之教學電子書使用，以下圖 1 和圖 2 分別是教師運用虛擬電擬白板上課情形，及學生上臺使用虛擬電子白板互機的情形。



圖 1 教師利用虛擬電擬白板上課情形



圖 2 學生與虛擬電子白板互動

3.3.4 量化資料處理

本篇論文旨在探討虛擬電子白板融入數學領域之學習成效，故採用量化之「國小二年級數學領域學生學習動機量表」前、後測分數，並用 SPSS for windows 17.0 電腦統計套裝軟體進行資料分析，以探討虛擬電子白板融入數學領域教學的實驗結果能否提昇學生的學習動機。所以將實驗組與控制組所實施「國小二年級數學領域學生學習動機量表」前測和後測部分的調查結果，進行 t 考驗，以檢視兩組學生在學習動機表現各在實驗前及實驗後是否有差異。

4. 研究結果與討論

為瞭解實驗組和控制組在「互動式虛擬電子白板教學法」和「傳統教學法」兩者之間，

對於數學領域學生學習動機是否有顯著差異，本篇論文是採獨立樣本 t 檢定；而在平均數差異檢定的基本假設之一就是變異數同質性假設，因此當二個母群體離散狀況相似時，則稱為這兩個母體具有變異數同質性 (homogeneity of variance) [21]，以下就針對變異數同質性 Levene 檢定及 t 檢定分別說明之。

4.1 學習動機變異數同質性 Levene 檢定

本量表分為四個向度，分為以 Levene 檢定，結果均未達顯著 (注意向度 $F=8.04$, $p=.370>.05$; 相關向度 $F=1.917$, $p=.167>.05$; 信心向度 $F=1.409$, $p=.236>.05$; 滿足向度 $F=1.712$, $p=.192>.05$; 總量表 $F=1.302$, $p=.260>.05$)，表示這兩班的離散情形無明顯差異。

4.2 學習動機前測獨立樣本 t 考驗

獨立樣本 t 考驗，藉以比較實驗組和對照組，這兩組學生在學習興趣前測是否達顯著性差異，以了解學生動機起點是否相同；經由統計處理，將平均數、標準差、t 值與顯著性整理如表 1 所示。由表 1 發現兩組學生在進行教學實驗前，四個分量表的結果是「注意」向度方面 $t=.100$ 、「相關」向度方面 $t=0.000$ 、「信心」向度方面 $t=.509$ 、「滿足」向度方面 $t=-.926$ ，總量表 $t=.259$ ，且在顯著性上皆未達顯著差異 ($p>.05$)，由此可知，兩組在進行實驗教學前，兩組的學習動機是相似的，亦即實驗組與對照組學生的學習動機起始行為是相似的。

表 1 兩組學生學習動機前測獨立樣本 t 考驗摘要表

組別	實驗組		控制組		t 值	顯著性
	平均數	標準差	平均數	標準差		
A (注意)	3.61	1.157	3.60	1.075	.100	.921
R (相關)	3.64	1.138	3.64	1.228	0.000	1.000
C (信心)	3.78	1.139	3.70	1.220	.661	.509
S (滿足)	3.67	1.144	3.68	1.257	-.093	.926
總量表	3.68	.716	3.65	.575	.259	.797

註: $p^* <.05$

4.3 學習動機後測獨立樣本 t 考驗

經過實驗教學後，本篇論文再施以同一份

的動機量表，將兩組的學習動機量表後測得分，再次進行獨立樣本 t 考驗，以瞭解經過「虛擬式互動式電子白板教學」和「傳統教學」，兩種不同的教學方法後，實驗組和控制組的差異考驗結果，所得如表 2 所示。

表 2 兩組學生學習動機後測獨立樣本 t 考驗摘要表

組別	實驗組		控制組		t 值	顯著性
	平均數	標準差	平均數	標準差		
A (注意)	4.26	1.186	3.60	.996	5.445	.000***
R (相關)	4.37	.857	3.83	.856	5.664	.000***
C (信心)	4.47	.799	3.75	.917	7.581	.000***
S (滿足)	4.56	.688	3.84	.928	7.914	.000***
總量表	4.41	.424	3.75	.527	4.806	.000***

註: $p^{***} <.001$

由表 2 發現兩組學生在經過實驗教學後，實驗組四個向度的平均分數提高了 0.65~0.89 分不等，對照組平均分數則提高了 0~0.05 不等，實驗組的平均分數進步明顯高於對照組；在 t 值與顯著性方面發現兩組經過實驗教學後，四個分量表的結果是「注意」向度方面 $t=5.445$ 、「相關」向度方面 $t=5.664$ 、「信心」向度方面 $t=7.58$ 、「滿足」向度方面 $t=7.914$ ，且四個分量表上的前測得分， $p=.000<.001$ ，表示在學習動機上具有非常顯著的差異，亦即表示接受「互動式虛擬電子白板」教學的學生，在學習動機上的表現優於接受「傳統黑板」教學的學生。整體而言，運用 Wiimote 電子白板融入數學領域教學能提昇學生的學習動機。

5. 結論與建議

互動式虛擬電子白板融入教學相較於傳統教學法能提升學生在學習數學之學習動機。可發現四個向度均達顯著 ($p=.000<.001$)，表示實驗組接受「互動式虛擬電子白板教學法」教學後，各分量表上均有明顯的提升，由其在「滿足」向度提升最大，其次為「信心」、「注意」、「相關」；因為學生認為上數學課不再只是死板板的重複演算，透過數位教材的上課方式，讓學習變得更有興趣，從中獲得滿足感和成就就，再加上數位學習過程的多媒體交互運用過程，能引起學生的新鮮感和專注力，讓新知識連結舊經驗，前後呼應，以提高學生對課

程的熟悉度，達到教學的目標。依上述的結論與結論部分，提出以下幾點建議，以供後續的研究與發展：

- (一) 互動式虛擬電子白板融入國小二年級數學領域教學的學習動機有明顯成效，未來可針對其學習成效，用學科的成績來比較；亦可探討其他學科對二年級的學習動機和學習成效，作相關研究。
- (二) 本篇論文主要在強調「互動」的教與學，所以研究範圍也是針對「時間」、「重量」屬於操作性的單元，來做實驗教學，未來可進一步研究其他概念的單元，如演算能力、應用問題解題的單元來分析學習成效與學習動機。
- (三) 互動式虛擬電子白板帶來給教師一個創新的教學方式，但面對日新月異的教學工具，教師不能一味地只依賴科技來教學，傳統的教學法仍占有重要性，不能全被取代；所謂一位好的教師應該是懂得如何去善用科技，而不是被科技牽著鼻子走。

致謝

本論文承蒙行政院國家科學委員會補助研究經費，計畫編號 NSC 101-2221-E-324-015，特此致謝。

參考文獻

- [1] 陳惠邦(2006)，*互動白板導入教室教學的現況與思考*，全球華人資訊教育創新論壇，2006.12.19 於宜蘭縣。
- [2] 李忠屏、羅希哲 2009，*人文社會科學研究* 第三卷第四期 第 153 頁-第 173 頁)。
- [3] 張哲剛 (2010)，*DIY 低價 Wiimote 電子白板及其教學應用介紹*
- [4] 高手網(2012)，<http://www.highand.net/>
- [5] 楊易霖(2010)，*互動式電子白板應用於國小六年級社會領域學生學習動機與成效之研究*，台南教育大學教育學系課程與教學碩士班碩士論文。
- [6] 衣學勇、李文杰(2007)，*電子白板-教育信息化新工具*，中國現代教育裝備。
- [7] 陳燕珠 (2008)，實作 Wiimote 互動電子白板。
- [8] 顏國雄 (2009)，雄的家·Wiimote 電子白板，2011 年 8 月 24 日取自 <http://mail.lsp.tsinghua.edu.tw/~gsyan/Wiimote-whiteboard/index.html>

- [9] Koray, Y., Nevzat, O., Gizem, M., Gozde, B. & Yasar, G.S. (2010), *An Improved Interactive Whiteboard System: A New Design and an Ergonomic Stylus*. 2010 and international Conference on Education Technology and Computer; vol. 3, pp. 148-152.
- [10] Boyle, J. 2002. *Virtual magic*. *Times Educational Supplement*.
- [11] 林儀惠 (2008)，*互動式電子白板在貫小數學教學之探討-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班，碩士論文。
- [12] 陳彥君(2010)，*互動式電子白板融入數學領域對國小高年級學生學習動機與成效之研究*，國立台南教育大學教育學系課程與教學碩士班，碩士論文。
- [13] 教育部(2009)，*國民中小學九年一貫課程綱要數學學習領域*，臺北：教育部國民教育司。
- [14] 南一書局，*國小數學教科書編撰委員會 (2012)，南一數學第四冊教師專用課本*，臺南：南一書局企業股份有限公司。
- [15] Leushina, A. M. (1991). *Survey of Applied Soviet Research in School Mathematics: The development of elementary mathematics concepts in preschool children* (Vol. 4), The University of Chicago.
- [16] Piaget, J.(1969). *The child's conception of Time*. A.J.Pomerans, trans. London: Routledge & Kegan Paul
- [17] 鍾靜(1998)，*時間教材和速度教材的設計*。臺灣省國民學校教師研習會，臺北市。Burton, G., Edge, D.(1985). *Helping children develop concept of time*. *School Science and Mathematic*, 85(2), pp. 109-120.
- [18] 許天維、鍾靜(1996)，*新課程中年級重量教材的設計*。載於甯自強主編：八十四學年度數學教育研究會論文暨會議實錄彙編，38-44。嘉義：國立嘉義師院。
- [19] 邱惠芬 (2003)，*多媒體判面對國小學習動機、學習成就及學習保留的影響*。國立屏東師範學介教育科技研究所碩士論文。
- [20] Keller, J. M. (1999), *Motivation by design*. Unpublished manuscript, Florida State University.
- [21] 吳明隆、涂金堂(2008)，*SPSS 與統計應用分析*，五南文化事業。