

互動式電子書應用於國小六年級立體形體教學之研究

林孟蓉
中華大學資訊工程學系
碩士班
e10302006@chu.edu.tw

張欽智
中華大學資訊工程學系
助理教授
changc@chu.edu.tw

摘要

「資訊教育」是目前教學上的一項重要議題，而「資訊科技融入教學」則是教師運用各種資訊媒材於教學中的創新教學模式，目的為在教學現場中提升學生的學習成效。

本研究以國小六年級的「柱體與錐體」為教材內容，結合資訊媒材的特性，善用系統性的規劃以及結合動畫、圖像、影音等多媒體元素製作了一套互動式電子書，讓學生從互動式的動手操作中，學習柱體與錐體的構成要素並加強其空間概念，以釐清柱體與錐體之幾何概念展開圖與表面積的計算，進而利用有趣的遊戲加強學生的學習效果。

研究結果顯示：透過互動式電子書的教學設計可讓學生產生學習興趣，對於學生幾何上的學習能產生有效的助益，不但能增進學習興趣亦可克服其學習上的困難。

關鍵詞：數位學習、互動學習、幾何概念學習、柱體與錐體

Abstract

“Information Technology Education” is the most important issue in education nowadays. “Information Technology integrated into Instruction” means that teachers utilize a variety of information technology materials in classes to enhance students’ learning experiences and improve their learning outcomes.

In this research, an interactive e-book incorporating animations, pictures and videos was designed for sixth-grade students on the mathematical subject of “cubes and pyramids” using digital technology and systematic planning. The e-book will allow students to learn the structure components and space concepts of cubes and pyramids, and furthermore improve their learning outcomes through interesting built-in games.

The research results show that the interactive e-book enables students to discover

more learning joy and overcome learning difficulties.

Keywords: e-learning, interactive learning, geometric concepts, cube and pyramid.

1. 緒論

由於資訊科技日新月異的發展為教育帶來豐富多樣的教學資源，新的教育科技不只掀起一股風起雲湧的變化，更改變了學生學習與教師教學的固有模式，「翻轉教育」的理念促使教師由傳統教學者轉變成學生學習過程中的輔導者與學習夥伴。

1.1 研究背景

因通訊網路與數位科技的蓬勃發展激發了許多創新的教學設計，尤其對幾何領域影響甚鉅，因此融入電腦媒體的輔助教學為不可或缺的一項利器。電子書可說是傳統書本的電子呈現，隨著資訊科技不斷的創新應用，內容不再只有純文字，更包含了多媒體元素，如圖片、聲音、動畫等。且電子書具有攜帶方便、搜尋容易、環保等優勢，因此電子書的應用與需求，在未來發展勢必更加蔚為風潮。

1.2 研究動機

在我們生活的空間裡處處充滿了許多的幾何，而幾何是發展推理能力和視覺表徵，並且協助學生學習不同學習內涵和過程之間的內部連結。幾何提供了詮釋和反應外在物理環境的方法，而幾何也是學習其他數學和科學的一項重要工具，最重要的是能夠加強其空間思考，且有助於高層次數學的創造思考(Clements & Battista,1992)。

國小部分的幾何學屬於實驗幾何，目的在於培養學生對於演繹推理的基礎，並輔助學生進入國中時的論證幾何，因此我們必須加以了解學生幾何概念的發展順序，找出其學習之困難的所在，再設計適合的學習課程，奠定其邏輯思考的理解核心(劉秋木，民85)。

由研究發現到當學生學習幾何時可能遭遇困難的一些原因是因小學部分的幾何學習只在紙張上解決幾何的問題，而要把這些平面

圖形看為真正的立體物件 (Berthelot & Salin, 1998)；則學生容易在讀取圖形的時候會混淆使用二維圖來繪製三維圖，並將這二個圖形看成為具有相同的表徵 (Parzysz, 1988)。因此，在面對學生學習幾何有困難的情形之下，設計一個符合現況的幾何認識及表面積教學設計就顯得有其必要性。要如何將大量且不同的幾何情境活動融入於立體幾何教學中是值得嘗試的。因此，對國小學童以互動式電子書應用於國小數學教學及對此教學活動之相關情意認知與滿意度，也為本研究之研究動機。

1.3 研究目的

本研究的主要目的，在於以下二項：

1. 透過自行設計的互動式電子書讓學生進行互動學習並了解柱體與錐體的意義及其差異。
2. 比較利用「互動式電子書」教學與「電子書」及「傳統課室」教學在國小六年級學生在學習數學幾何單元「柱體與錐體」的學習成效。

有鑑於一般傳統課室及電子書教學只能由教師在台上講授課程，因而為了讓學生也可以一邊學習一邊動手操作幾何立體圖形，並且達到遇問題能即時對學習相關資料的搜尋、加深學習印象的連結與增強學習動機，於是本研究使用哈瑪星互動式電子書軟體為建置的系統，搭配影音多媒體自行設計完成互動式電子書教材並與學生互動來完成學習。

除了探討分析互動式電子書學習在國小六年級學生學習數學幾何單元「柱體與錐體」的學習成就是否有所助益。另外設計了學習活動情意感知問卷讓受測學生於教學實驗完成以後進行填答，以便了解並分析探討本教學實驗活動對三組受測學生在其數學幾何單元「柱體與錐體」的學習動機、學習模式滿意度、感知負荷、個人學習效能與科技接受度之影響。

最後歸納研究的結果，提供未來教師進行互動式電子書教學的參考，希望應用資訊工具融入於各領域的教學上、樂趣互動學習的願景能在國小教學的場域上紮根，真正讓學生具備了符合數位化的科技世代，並能以資訊工具解決學習上所遇到的問題而且更能具備帶著走的能力。

1.4 研究範圍及限制

本實驗為國小六年級三個班的小樣本實驗，不適合推至所有國小學童的母群體。教材內容為實驗者根據國小六年級南一版幾何「柱體與錐體」單元，配合課程內容進行分析設

計，因此不能夠涵蓋所有幾何「柱體與錐體」項目或其他的科目。

1.5 論文架構

本論文規畫了五個章節：第一章針對本研究進行緒論簡介，並在各子章節中詳述研究背景、動機以及目的；第二章則說明幾何學習理論與近幾年來竄起的數位學習及互動式電子書之相關研究進行探討；第三章介紹此研究所建置之互動式電子書學習系統；第四章則說明實驗的設計與系統的評估；第五章對此研究進行結論並且提出未來改進及研究發展的方向。

2. 文獻探討

本研究設計了一套幾何數學學習系統互動式電子書，藉以了解此互動式電子書應用於國小六年級的幾何數學，對學童學習成就之影響以及學童對此項創新學習模式之滿意度。本章共分三個部分，2.1 節先探討幾何學習的相關理論；2.2 節介紹數位學習的定義與其發展概況；最後的 2.3 節則說明互動式電子書與教學探討。

2.1 幾何學習理論

學生的幾何概念發展與學習理論，依據 Clements 和 Battista (1992) 的研究主要可分為三種理論：Piaget 理論、van Hiele 理論和認知心理學。以下就三種學習理論加以探討：

2.1.1 Piaget 理論

Piaget 等人 (Piaget, Inhelder, & Szeminska, 1960; Piaget & Inhelder, 1967) 認為兒童認知的幾何性質有下列漸近的分化：

- (1) 位相性 (topological)
- (2) 射影性 (projective)
- (3) 歐幾里德性 (Euclidean)

Piaget 其理論的重點在於以年齡取向探討兒童幾何概念的建構與運思程序，建立發展過程的階段論，他認為兒童對幾何的了解是根據其周圍環境來辯認的，從而觀察每一件事物。Piaget 認為每個階段兒童的失敗經驗描述，有助於研究者瞭解學童在幾何學習時所遇到的障礙，並藉此設計出適當的網頁教材與學習成就測驗，提高學習成效並真實評量出學童的幾何概念。

2.1.2 van Hiele 幾何思考層次理論

Van Hiele 夫婦認為學童對幾何知識的認知方式各有些許不同，在 1957 年提出幾何思考的模式區分成五個發展的層次-「層次 0~層次四」(Burger & Shaughnessy, 1986; Fuys et al., 1988; Crowley, 1990)，其各層次的發展與教學因素相關，不受兒童年齡是否成熟的影響，每一層次都有其發展的特徵，其概略特徵敘述如

下：

- (1) 視覺期 (Visualization) — 第一層
- (2) 層次一：分析層次 (Analysis)
- (3) 層次二：非形式演繹 (Informal deduction)
- (4) 層次三：形式演繹 (Formal deduction)
- (5) 層次四：嚴密性 (Rigor)

根據 Van Hiele 夫婦研究顯示，上述五個層次都各有其次序性，學習者必須擁有前一個層次的概念與策略，才能夠有效地進行下一個層次的學習活動。

2.1.3 認知學習理論

認知學習理論認為學生主要的學習模式是強調個體如何獲得知識，以及使用知識進行決策和採取有效的行動。

Bruner 認為如果我們能將材料加以轉換使之適合兒童當時認知發展的表徵模式，讓兒童文字與動畫相結合定能影響學習記憶及理解，而使學習更加有效。

Paivo (1986) 則提出「雙碼理論」(dual-coding theory)，用來說明多媒體能使教學更具效益，而網路電子書媒體更能發揮此二者知識傳達的功能，如果學習者兼具處理圖形和聲音與文字的系統資訊能力，相信電子書媒體會提供學習者更加的學習效果。

2.1.4 柱體與錐體之教材分析

國小的幾何教材在圖形與空間之教材綱要中，將圖形與空間區分為「平面圖形」與「立體圖形」兩部分。而在「圖形與空間」中學童判別下列立體圖形時有所困難及混淆。

錐體在日常生活中不像柱體那麼常見，因此若能用影片加以介紹，並輔以動畫說明，如印地安帳篷和金字塔，皆為錐體，道路上使用的橘紅色圓錐形警示器可視作圓錐體等。

於此教學策略應強調由具體至抽象，讓學生由實物轉化至圖像，從觀察規律中發現柱體及錐體之特性，並從比較特性中強化柱體和錐體的異同，而作出判別。

2.2 數位學習的定義與發展概況

2.2.1 數位學習的定義

「數位學習是學習者應用各種數位媒體學習之過程，數位媒體包括了網際網路、企業網路、電腦、互動電視、錄音帶、錄影帶、衛星廣播與光碟等。其應用範圍可分為網路學習、電腦輔助學習、數位化合作學習及虛擬教室線上學習。」(Alden, 1998)。

狹義的定義：是以「網路學習」為主，即指在網際網路上所建構之數位學校，可以讓教師與學生在數位教室中，進行各種的學習活

動。如圖 1 所示

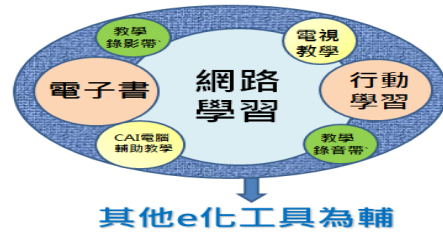


圖 1 網路學習

(資料來源：陳年興、楊錦潭。數位學習理論與實務。)

廣義的定義：指凡是可以利用 e 化之工具來進行學習的一種模式，就可以稱為 e-Learning。如圖 2 所示

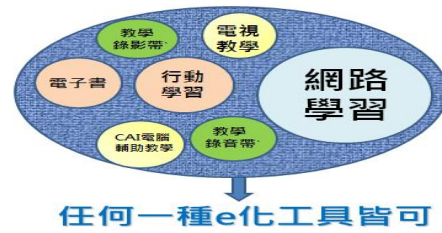


圖 2 e-Learning

(資料來源：陳年興、楊錦潭。數位學習理論與實務。)

數位學習主要為提供老師與學生藉由此資訊平台進行學習。學習者在進行學習時，可以不限於時間及地點，依照自己的學習進度進行學習，更可以彈性的調節自己的學習時間，在任何時間都可以進行線上學習，學習者也可以依據自己的狀況，選擇適合的學習工具與內容 (Rovai et al., 2007; Cuthrell & Lyon, 2007)。

2.2.2 數位學習發展概況

在知識經濟浪潮襲捲之下，各國已將數位學習視為提升國家競爭力的最佳利器，並針對學校、企業及社會推動許多數位學習應用之課程。我國在 2003 年國家型計畫的帶動之下，輔助以日漸完善的硬體環境，數位學習市場逐漸日益壯大，而業者也在政府的補助下積極開拓市場。

以市場發展現況與趨勢看來，全球市場規模不斷持續成長，企業應用數位學習的觀念也不斷轉變，從最單純的購買數位學習課程一直至今的強調將數位學習內化於工作流程中，並藉此以提升企業的生產力。學校教育應用亦持續擴增中，數位學習課程的數目增加將驅動更多學生使用。國內線上學習市場持續發燒，產業型態亦漸漸成形，企業應用方面也走向 ASP 租賃模式，個人市場成長空間仍不斷擴大，未來值得持續開發。從應用典範的經驗分析看來，設計符合學習者需求之學習流程與內容，才能真正達到數位學習的最大效益。

發展數位學習教材並運用於中小學正規教育的場域之中，已是目前各國積極推動的重點工作之一，其主要之模式仍是透過產、官、學、研的整合機制，如韓國、日本、中國大陸等國。

面對數位學習時代的來臨，未來中小學教育之學習模式，將導向以學生學習為中心，紙本教科書不再是學生學習的唯一素材。數位學習之現況與未來發展，不能夠只靠系統開發及新功能為主，而是更應該注重教材內容的開發與教育現場的實務工作結合之研究。

2.3 互動式電子書與教學探討

2.3.1 電子書的定義與發展現況

電子書的起源可溯及 1971 年 Michael Hart 的電子圖書館計畫(Gutenberg Project)，計畫之目的在建立一個純文字內容，而且廣泛可使用的電子圖書館。之後，其他計畫也至那時起便在全世界各地不斷展開(Godwin-Jones, 2003)。一直到九十年代中期，成長快速的網際網路應用及新型態的裝置與技術，使之以電子書為主的數位閱讀市場，至此慢慢成熟壯大。電子書可以說是舊有印刷書本的電子格式出版品，在過去，曾有多種名稱用來稱為電子書這類產品，例如：e-Book、filebook、online-book 及 e-text 等(Sohn, 2002)。相較於紙本的實體書籍，電子書具有傳統書本無法提供的附加價值如：環保、方便註記、提供多媒體的支援、容易搜尋、行動閱讀。

2.3.2 電子書互動功能之研究

隨著電子書廣泛的大量運用，其閱讀方式也不斷推陳出新。電子書的閱讀方式與互動性的設計息息相關，而多媒體互動性設計的重要意義便在於能夠讓使用的學習者，而非設計的指導者，來控制整個瀏覽的順序與速度。其互動性設計牽涉到系統的設計方式(洪文瓊, 1998)，但系統的設計方式，則攸關學童是否能夠完整的接收到教材中所要呈現的資訊，因此在電子書互動性的設計方式，也是較為重要的一個環節。

2.3.3 互動性教學探討

隨著多媒體與資訊技術的發展，傳統書籍缺乏與閱讀者「互動」的缺點，在數位時代中便可以用互動媒體的閱讀型態來補其不足。

由於資訊科技的日漸蓬勃，使得電子童書增加了影像、動畫、聲音、配樂、文字及遊戲等多媒體效果，比起傳統的印刷童書，增加了書中的趣味互動性，更能讓讀者了解書中內容。以教學面來說，亦有諸多研究指出，使用

3D 的教學方式，具有互動性、視點轉換與立體空間等教學特質。

此外，因遊戲深受學生的喜愛，進而發展利用遊戲帶領學習的有效教學型態來促進學習成效。遊戲對於學生學習不僅有教學的作用，其遊戲中所學得的「手到、眼到、心到」等三項互動性元素，還幫助學生強化記憶與思維的提升，培養學生的觀察能力(竇金城 2004)。由此得知，利用遊戲的教學方式，將有幫助學生有效的自我學習。運用遊戲來導引學生的學習，更能發揮學習成效(陳秀英, 1995)。孔子更說到「知之者不如好之者，好之者不如樂之者」，更說明了在樂趣中學習的重要性。

3. 研究設計與實驗

為了解互動式電子書應用於國小學童數學之柱體與錐體單元學習是否有所幫助，透過 SimMAGIC eBook 哈瑪星科技多媒體電子書編輯軟體，自行設計國小六年級「柱體與錐體」之互動式多媒體電子書，並利用此電子書來進行學習成效的實驗分析與評估，以了解互動式電子書對學習成效之影響，研究流程如圖 3。

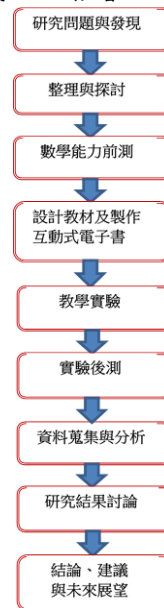


圖 3 研究流程

3.1 互動式電子書編輯環境

研究在實驗設計時即考量到學童對於立體幾何的概念若僅在紙張上教學易造成學童學習困難。科技發展進步已激發了許多創新的教學設計，尤其對幾何領域影響甚為鉅大，故加入電腦媒體的輔助教學不可或缺。而面對幾何認知複雜性高的問題，電腦可以提供大量的不同視覺化表徵使問題得以解決，也可以依據學習者使用的需求彈性操作，亦能從經驗中得到的幾何推理方法，讓每個學生都能進行互動

式的實際操作，有趣的完成學習。

教師是教學流程規劃與教材構思製作的執行者，對絕大多數不具資訊相關科系背景的國小教師而言，設計一套互動式電子書是有些許困難度的。而此套互動式多媒體電子書編輯軟體可利用簡報進行教學設計，再進入此軟體中編寫成互動式電子書。

其步驟為教師先設計教學簡報，再將教學內容匯入軟體中進行編輯、加入互動功能並於電腦排版製作完成後，轉存檔案時可選擇 PC 或 Android 系統和 iOS 系統，將檔案匯入至電腦或平板電腦中，即完成建置一套互動的學習電子書。

運用此套軟體系統依據教師教學需求編製成的互動式電子書，可針對學生的困難處多增設互動遊戲提高學童的學習興趣，此外，更能藉此吸引其專注力。

此互動式電子書編輯完成後選擇將檔案匯入至電腦，再將此電子書掛於學校校內網站上，利用電腦教室實施課程時可方便學生點選使用，以確保教學流程順暢，教學結束後，學生也可自行利用課餘時間進行再一次的複習。

3.2 系統架構與實作

本研究所設計互動式電子書，主要將學生難以抽象理解的幾何-柱體與錐體，利用多媒體系統且增加其互動性製作成為有趣味性的數學互動式電子書，讓學生不只是「聽」課，更能自己操作。

本研究所提出的柱體與錐體互動式電子書學習系統之開發系統架構如圖 4 所示。

3.2 教材設計

在數學學習中，因學生的先備知識不同，起點也不同，所以如果僅用學校選用的版本教學是無法兼顧每位學生的需求，造成學生只靠背誦或記憶來學習，對於幾何單元部分更是如此。而多媒體教材具有聲光互動效果，能引起學生的學習動機及提升學習的專注力。

本研究之互動式電子書，設計了與教材-「錐體與柱體」相關的一連串動畫、遊戲測驗，讓學生用滑鼠點選進入，依個人的程度進行學習。教材架構圖如圖 5 所示，內容如圖 6 至圖 12 所示。

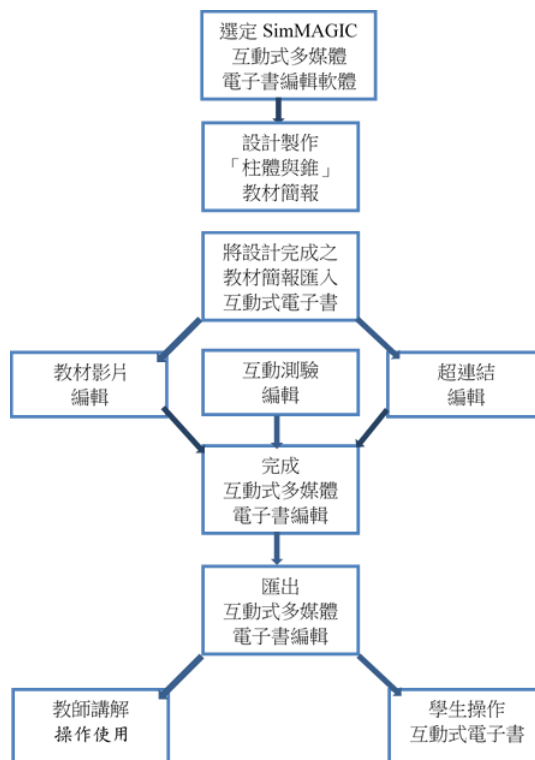


圖 4 互動式電子書系統架構圖

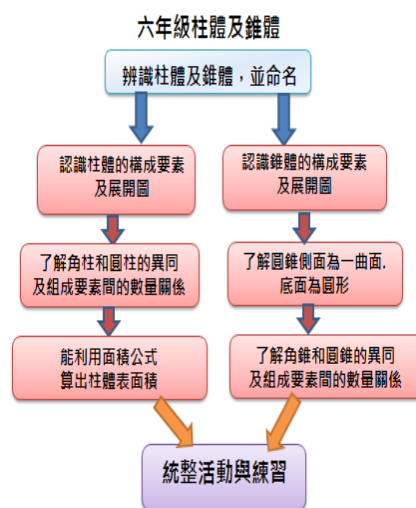


圖 5 教材架構圖

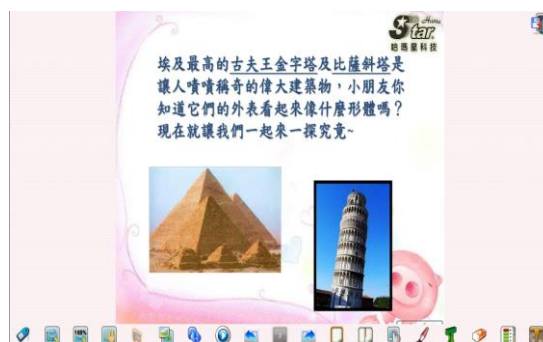


圖 6 引起動機



圖 7 辨識柱體的形狀



圖 8 動畫影片介紹角柱及圓柱



圖 9 辨識錐體的形狀



圖 10 分類遊戲



圖 11 角柱組成要素遊戲



圖 12 三角錐的展開圖

4. 實驗分析與評估

為了驗證本研究所提出之互動式電子書學習系統，對學生進行數學幾何學習的適用性，以「六年級-柱體與椎體」為學習主題，建立一個資訊融入的互動學習環境。並以六年級三個班級的學童做為受測對象，分別以互動式電子書學習、電子書數位學習以及傳統式學習為架構，進行教學實驗，並在實驗完成後進行問卷填答，以便了解受測者對本次實驗教學的成效，在學習動機、個人自我效能、對學習模式的滿意度，並為了能更清楚了解學生學習成就的成效差異，選擇於實驗結束的二週後進行後測，再運用統計分析三組間是否具有差異。

4.1 實驗設計

本研究主要目的在比較運用「互動式電子書」教學、「電子書數位」教學和「傳統式課堂教室」教學，在國小六年級學生學習幾何課程單元「柱體與錐體」之學習成效差異，以及分析三組學生在實驗教學前後之幾何概念的理解情形。再針對實驗組學生進行學習情況及問卷調查，探討實驗組學生在利用互動式電子書教學過程中之學習情況與意見，希望藉由人機互動的實際操作以改善學生立體幾何概念上的學習困難。

在實驗設計中以整個班級為研究對象，因受限於師資、時間、設備及學校行政等多方面的考量，而以自然形成之班級團體為主，在實

驗處理設計中將受試者以非隨機分派的方式，係為準實驗研究之實施特點，其實驗結果也能夠獲得其較佳的結果。整體的實驗設計流程如圖 13 所示：

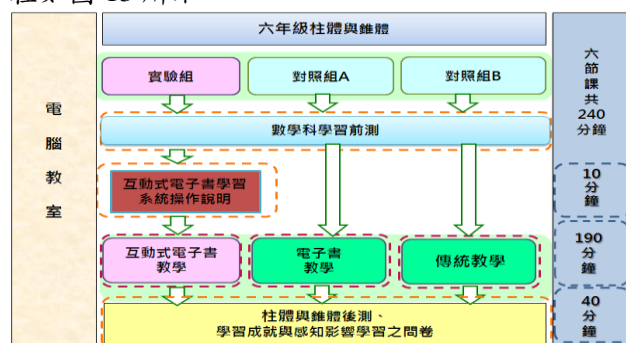


圖 13 實驗設計流程

為使實驗流程進行順利茲對本次實驗的前置作業詳述如下：

1. 實驗場地佈置與設計：本次實驗分為三組進行，其中互動式電子書組以國小之電腦教室作為實驗場地，因此必須先將製作完成互動式電子書掛在學校的網頁上，方便學生操作使用完成適合實驗的環境。
2. 實驗分組設計：本研究依照班級分為三個實驗組別，分別為：「互動式電子書」、「傳統式課堂教室」與「電子書數位」。其中「互動式電子書學習組」為本研究的實驗組，「傳統式課堂教室」為本研究的對照組 A 及「電子書數位」為本研究的對照組 B。
3. 後測試卷與學習活動問卷設計：後測試卷題型與內容在考量受測學生學習後對「柱體與錐體」幾何課程學習成效；而為了達成研究的目的，編製了柱體與錐體學習成就測驗，希望能讓學生對所有學習的重點有其思考複習的機會。此外，為了瞭解此一學習系統是否確能幫助學生，將另設計一份學習活動問卷，其中分別就學習動機、個人自我效能、對學習模式的滿意度，以期能了解學生對本次實驗學習活動的認知與態度。實驗教學之自變項、控制變項及依變項如圖 14 所示。

控制變項因國民小學並未實施能力分班，在常態編班下各班學習能力視為相等，並且前測經 ANOVA 分析後，p 值為.655，驗證三組學生在柱體與錐體學習單元前之能力並無顯著差異。而授課時數係指在校運用排課節數進行教學之時數，實驗組與對照組 A、對照組 B 利用課餘時間的學習時數並未列入。教學進度為國小六年級數學學習單元柱體與錐體，教學時數為六節，共 240 分鐘。

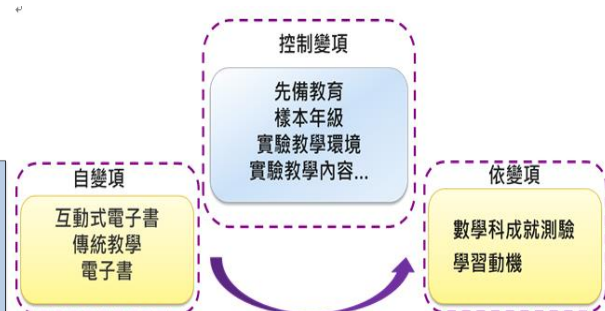


圖 14 研究架構圖

4.2 實驗進行

4.2.1 研究對象

本研究之實驗人數為 88 人，皆為國小六年級學生，以班級為單位，將其分為三組，其中實驗組有 29 人，對照組 A 有 29 人，對照組 B 有 30 人。實驗組在國小電腦教室，利用桌上型電腦進行互動式電子書的數位學習。而對照組 A、對照組 B，則在一般教室中進行學習。詳盡的實驗步驟說明如下：

- 實驗前作業：於正式實驗前，先以三組學生之數學定期考查成績為前測成績，分析三組是否有其顯著差異。並測試電腦教室的電腦及網路是否有無異常，以確保實驗順利的進行。並在實驗前對實驗組的學習者進行系統的使用教學指導，以確保學生不會因為操作問題而影響了學習成效。
- 正式實驗階段：在此階段實驗組進行互動式電子書教學，對照組 A 進行課堂教室教學及對照組 B 在課堂教室進行電子書數位教學，並依教學活動設計進行實驗教學，實驗組由研究者本身進行教學活動，對照組 A、對照組 B 則由該班導師進行教學，實施時間共計二週，六節課。

4.3 量化分析

本研究採用之研究工具為獨立樣本單因子變異數分析、獨立樣本 t 檢定、費雪事後比較法及描述性統計等方法進行分析。

為了驗證本研究所提出的互動式電子書學習模式之成效，以互動式電子書學習架構為實驗組，而傳統式課堂教室學習為對照組 A 及電子書數位學習為本研究的對照組 B，進行不同方式的教學實驗，並在完成學習活動後二週進行自編學習成就測驗之後測。

分別就前測與後測之數據，以比較國小六年級學生經由不同的教學方式學習幾何課程單元-「柱體與錐體」的學習成效差異，再進行學習成就的量化分析之探討。

4.3.1 學習成就前測分析

於進行實驗前，為了確認三組學習者的數學程度相當，因此此實驗以前一次數學定期考查的成績為前測成績，並對此定期考查結果進行分析以確認此三組學生之數學程度是否有顯著的差異。分析的結果如表 1 所示：

表 1 實驗組與對照組之前測成績差異分析摘要

組別	個數	平均數	標準差	F 值
實驗組	29	73.86	19.748	.425
對照 A 組	29	71.86	20.972	
對照 B 組	30	69	20.403	

$P > .05$

由分析結果得知，此三組學生之數學程度並無顯著的差異 ($p = .655 > .05$)。

4.3.2 學習成就後測分析

實驗學習活動結束後二週，透過自編之學習成就測驗，對實驗組與對照組 A、B 實施學習成就後測驗，以比較國小六年級學生經由不同教學方式學習幾何課程單元「柱體與錐體」之學習成效差異。其顯著性分析結果如表 2 所示：

表 2 實驗組與對照組之後測成績差異分析摘要

組別	個數	平均數	標準差	F 值	事後比較
實驗組(1)	29	92.76	8.688	8.007**	(1) > (2), (3)
對照 A 組(2)	29	82.21	15.352		
對照 B 組(3)	30	80.40	13.289		

** $p < .01$

由上表可以得知，實驗組與對照組 A、B 後測的分析結果達到顯著差異 ($p = 0.001 < 0.01$)，表示以互動式電子書教學方式對於提昇學生的學習成效是有所幫助的。因此，可說明實驗組在實驗教學後，學生在柱體與錐體的能力表現上顯著高於對照組 A、B。

4.4 學習成就與感知之影響學習問卷分析

為瞭解學生進行本次實驗學習結束後，其對學習成就與相關感知的感受，因此於活動結束後，進行了相關的學習成就及認知問卷的調查。問卷設計以五點量表的方式來呈現，由低到高依序為「非常不同意」、「不同意」、「普通」、「同意」、「非常同意」。

4.4.1 學習動機問卷分析

此部分問卷，是為瞭解學生對實驗教學內容之學習動機為何。其結果分析如表 3 所示：(學習動機問卷來源: Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013))

表 3 實驗組與對照組之學習動機問卷分析摘要

組別	個數	平均數	標準差	F 值	事後比較
實驗組(1)	29	4.192	.289	55.61**	(1) > (2), (3)
對照 A 組(2)	29	2.892	.375		
對照 B 組(3)	30	3.567	.656		

** $p < .01$

從分析結果得知，透過個人電腦呈現互動式電子書多媒體教材，能有效的增進學生上課的興趣。學生透過電腦螢幕自己操作及動態教材效果的吸引，因此學習興趣的大幅提昇。從學生對上課的期待發現，互動式電子書教學有效的提昇了學生的學習動機，增進了學習成效。

4.4.2 學習模式滿意度問卷分析

此部分問卷，是為瞭解學生對實驗教學的內容，所使用之教學方式是否認同。其結果分析如表 4 所示：(學習模式滿意度問卷來源: Chu, H. C., Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Tseng, Judy C. R. (2010))

表 4 實驗組與對照組之學習模式的滿意度問卷分析摘要表

組別	個數	平均數	標準差	F 值	事後比較
實驗組(1)	29	4.493	.321	190.009***	(1) > (2), (3) (3) > (2)
對照 A 組(2)	29	2.380	.405		
對照 B 組(3)	30	3.133	.506		

*** $p < .001$

從分析結果可看出，實驗組對於教學模式的接受度、喜好度、期待值與認同度等，實驗組的數據明顯優於對照組，顯示出學生對互動式電子書學習模式的滿意度高。

對照 B 組的電子書教學學習模式亦比對照 A 組傳統課室教學學習模式的滿意度高，可推論多媒體的影音學習模式讓學童感到滿意。

4.5 小結

在柱體與錐體的學習成效上，本研究探討互動式電子書學習系統應用於國小六年級數學-柱體與錐體教學學習成效之影響，其分析結果可歸納出幾項結論：

1. 經後測分析結果中可知，實驗組與對照組 A、B 的後測分析結果存在了顯著差異 ($p = 0.001 < 0.01$)，表示學生以互動式電子書學習系統之學習成效較以傳統課堂學習及電子書數位學習模式為優。
2. 透過個人電腦所呈現的互動式影音多媒體教材，能有效引起學生的上課興趣，其受電腦螢幕所呈現教材動態效果的吸引，因

此學習興趣大幅的提昇且減少了學生對數學幾何的焦慮與恐懼感，也從學生對上課的期待發現，互動式電子書的教學提昇了學生的學習動機，亦增進學習之成效。

3. 從問卷質性分析的結果可知，實驗組與對照組 A、B 在學習模式滿意度上，有其顯著差異。尤其對於教學模式的接受度、喜好度、期待值與認同度等，互動式電子書學習模式更明顯比傳統課堂學習及電子書數位學習更受到學生的喜愛。
4. 每位學生一人一機的此種模式，形成了學生與教師課程講授的互動關係為一對一，而非傳統課堂教室中多對一的模式，此種互動式學習使每位學生都能直接在電腦螢幕中操作及接收課程內容的資訊，減少了傳統在教室中因為座位距離而產生教學互動的疏離感，提高其學生的專注力。

5. 結論與未來展望

5.1 結論

隨著資訊科技日益千里的不斷進步，資訊科技與工具已經逐漸為教學的新模式注入新血；未來將是大量運用電子書於教育上的時代。而互動式電子書的出現，其若能與教學策略相結合，即時為學生加強學習的資訊，讓學生可以依其自我學習進度進行學習，亦能利用互動練習增強學生的學習印象，更為互動式電子書的學習成效注入一劑教學強心針。為探討互動式電子書學習系統應用於國小六年級數學-柱體與錐體教學，對學童之學習成就與學習模式滿意度的影響，本研究參照多媒體教材設計原理，建置一套「互動式電子書學習系統」。並透過教學實驗的施測及問卷調查之方式來分析實施後的結果，得到下列幾項結論：

1. 對於國小六年級學生學習柱體與錐體而言，「互動式電子書學習系統」對使用者的學習成就有顯著的提昇。
2. 「互動式電子書」教學的學習模式讓學生感覺上課生動有趣、輕鬆愉快，學生更期待使用互動式電子書進行數學的學習活動。
3. 「互動式電子書」的學習模式並不會因此而降低學生的自我的學習效能。
4. 運用資訊科技輔助的教學模式的確能夠幫助學生提昇學習的成效，且透過互動的電子書多媒體教材，能夠更吸引學生的注意力，刺激學生的思考，得到更好的學習成就。

5.2 未來展望

科技、媒體在日新月異不斷變化的衝擊之下，市面上琳瑯滿目一種比一種更炫、更刺激的各種教材林立，也越來越多高科技產品陸續推陳出新，電子書的發展亦如火如荼地展開。而對國小學童來說，首先面臨的難題是如何建構合適學生使用的電子書系統，才能夠重新思考和定義電子書在教學上的應用。

在未來的教學工作上，有鑑於互動式電子書在教育環境的應用將日趨完善成熟，本研究將「互動式電子書學習系統」應用於數學學科上；在未來亦可嘗試將本教學模式系統應用於不同的學科上，以便瞭解此系統在不同領域課程中的適用性，並且推及增加實驗樣本的數量來加強其分析的可信度。

新的科技所帶來刺激的學習經驗可能無法持續很久，新奇、有趣的學習新體驗，雖然能暫時刺激學生的學習動機，但久而久之學生的好奇心結束，不再對系統感覺新奇，而資訊科技應該如何帶入「豐富」的學習內容，給予學生新的思考體驗，這仍值得深入探究。因此，要讓互動式電子書學習內容豐富教學者就必須深入探究學生的興趣與內在動機及學習困難所在，設計出能激發學習動機的教材內容於互動式電子書中，才能對學生的學習成效有所助益。

參考文獻

- [1] 陳年興、楊錦潭 (2007)，數位學習：理論與實務，博碩文化股份有限公司。
- [2] 劉秋木 (1996)，國小數學科教學研究，五南圖書出版社，台北市。
- [3] 竇金城(2004)。遊戲教學再提升國小英語學習動機之探討，南縣國教，13，16-17。
- [4] Alden, J. (1998). A trainer's guide to web-based instruction: Getting started on Intranet-and Internet-based training. Alexandria, VA: ASTD Press.
- [5] Berthelot, R. & Salin, M.H. (1998) The Role of Pupil's Spatial Knowledge in the Elementary Teaching of Geometry. In C. Mammana & V. Villani (Eds.) Perspectives on the Teaching of Geometry for the 21st Century. Dordrecht, NL: Kluwer Academic Publishers
- [6] Burger, W. F.& Shaughnessy, J. M. (1986), Characterizing the van Hiele levels of development in geometry, *Journal for Research in mathematics Education*, 17(1), 31-48.
- [7] Chu, H.C., Hwang, G.J., Tsai, C.C., Tseng,

- Judy C.R. A two-tier test approach to developing location-aware mobile learning system for natural science course. *Computers & Education*. 2010;55:1618–1627.
- [8] Clements, D., & Battista, M. (1992). *Geometry and Spatial Reasoning*. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 420-464). New York: Macmillan Publishing Company.
- [9] Crowley, M. L. (1987), The van Hiele model of the development of geometric thought, In M. Lindquist & A. P. Shulte (Eds.), *Learning and Teaching geometry, K-12*, 1-16, Reston, VA: NCTM.
- [10] Cuthrell, K. and Lyon, A. (2007). Instructional strategies: What do online students prefer? In *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 4, 357-362.
- [11] Fuys, D. (1985) ◦ Van Hiele Levels of Thinking in Geometry, *Education and Urban Society*, 17(4), 447-462.
- [12] Godwin-Jones, R. (2003), *Language Learning & Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 12 – 16.
- [13] Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013), A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education* 69: 121-130
- [14] Parzysz, B. (1988). "Knowing" vs. "Seeing": Problems of the Plane Representation of Space Geometry Figures. *Educational Studies in Mathematics*, 19, 79-92.
- [15] Piaget, J., & Inhelder, B., 1967, *The Child's Conception of Space*, W. W. Norton, New York.
- [16] Piaget, J., Inhelder, B., & Szeminska, A., 1960, *The Child's Conception of Geometry*, Routledge and Kegan Paul, London.
- [17] Rovai, A., Ponton, M., Wighting, M., & Baker, J., A Comparative Analysis of Student Motivation in Traditional Classroom and E-Learning Courses, *International Journal on E-Learning*, vo. 6, no. 3, July 2007, pp. 413-432
- [18] Sohn, W. S., Ko, S. K., Lee, K. H., Kim, S. H., Lim, S. B., & Choy, Y. C. (2002). Standardization of eBook documents in the korean industry. *Computer Standards & Interfaces*, 24(1), 45-60.
- [19] Wang, S. L., & Hwang, G. J. (2012), The role of collective efficacy, cognitive quality, and task cohesion in computer-supported collaborative learning (CSCL). *Computers & Education* 58(2): 679-687