國立交通大學

理學院科技與數位學習學程

碩士論文

以鷹架引導為基礎的遊戲式學習之學習成效研究-以國小六年級體積課程為例

The Study of Game-Based Learning Efficiency with the Guidance of Scaffolding - Taking Volume Calculation of the Sixth Grade Curriculum as an Example

研究生：唐立安

指導教授：陳登吉　博士

中　華　民　國　一　百　零　一　年　六　月

以鷹架引導為基礎的遊戲式學習之學習成效研究
-以國小六年級體積課程為例

The Study of Game-Based Learning Efficiency
with the Guidance of Scaffolding
- Taking Volume Calculation of the Sixth Grade Curriculum
as an Example

研 究 生：唐立安　　Student：Li-An Tang

指導教授：陳登吉　博士　　Advisor：Dr. Deng-Jyi Chen

國立交通大學

理學院科技與數位學習學程

碩士論文

A Thesis
Submitted to Degree Program of E-Learning
Collage of Science
National Chiao Tung University
in partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master
In
Degree Program of E-Learning
June 2012
Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中 華 民 國 一 百 零 一 年 六 月

以鷹架引導為基礎的遊戲式學習之學習成效研究-以國小六年級體積課程為例

學生：唐立安　　指導教授：陳登吉 博士

理學院科技與數位學習學程

摘要

在學習數學的過程中，常因缺乏正確的引導和過多的認知負荷、挫折，造成學生學習上的困難。而鷹架在學習的過程中，可以提供學習者正確的思考和解決問題的方向，並簡化問題降低學生學習的折挫。再加上遊戲式學習能引發學生的學習興趣與動機，增進學習成效。但現今教學者使用電腦軟體、課程或其他資源等所建構的鷹架來支持兒童的學習，卻忽略了在學童的學習過程中，教師必須不斷的評量學童的學習成果、提供合適的支持。由於一般的遊戲式的學習，對不同程度的學生，都使用相同的數位遊戲情境，這樣相同的學習情境無法適合不同程度學生的學習，因而降低了學生的學習興趣，增加學生學習的挫折，同時減弱了數位學習的優點。而本研究的學習模型主要的精神是導入鷹架和遊戲式學習的特性，引發學生的學習動機，並在同一個學習單元中，能使不同程度的學生能依自己的能力來選擇適合自己程度的鷹架來學習，增加學生的學習興趣，降低學生在學習上的挫折，提高學生的挑戰性，讓學生願意花更多的時間在遊戲中，並專注的學習，最終讓每位學生都能達成學習目標。本研究在體積單元教學後先進行前測，接著進行實驗，實驗課程結束後進行後測，蒐集實驗數據，進行研究分析，並將學生遊戲學習的過程，紀錄在學生的學習檔案，觀察分析學生使用鷹架的情形及作答的歷程，為無法作答的學生進行補救教學；為不熟練的學生進行強化教學，使學生達到熟練的目標。實驗的結果皆顯示鷹架引導的遊戲式學習的學習成效優於傳統式學習的學習成效，在統計上有顯著的差異；鷹架引導的遊戲式學習的學習成效優於無鷹架引導的遊戲式

學習的學習成效，在統計上有顯著的差異；鷹架引導遊戲式的學習在提升學習成效上有顯著的差異。在分析學生的學習檔案，發現鷹架引導遊戲式學習的學生其學習成效和鷹架使用的程度，經統計分析二者有顯著的正相關。表示鷹架使用次數和學習成效之間有顯著的正相關。

關鍵詞：遊戲式學習、鷹架、體積、學習成效

Student: Li-An Tang Advisor: Dr. Deng-Jyi Chen

Degree Program of E-Learning

College of Science

National Chiao Tung University

Abstract

Students are often felt frustrated in learning math due to lack of proper guidance and too many cognitive burdens. In the learning process with the guidance of scaffolding, students are provided with the right direction in logical thinking and problem solving, which can simplify the questions and lower students' anxiety. Furthermore, game-based learning can trigger students' interest and motivation, and enhance their learning efficiency. Instructors nowadays are using computer software, curriculums and other resources in constructing the scaffold for their students; yet, they sometimes forgot that teachers should constantly evaluate students' progress and give them the proper guidance during their learning process. All students were provided with the same didactical games in most game-based learning; however, the same learning situation could not meet the requirements for students with different levels. The benefits of digital learning will be weakened due to students' increasing frustration and decreasing learning interests. The sprit of the learning pattern in this study is to enhance students' motivation by integrating the characteristics of the game-based learning with the guidance of scaffolding. When study the same unit, students with different levels can choose their own scaffolds to reduce their frustration and raise the challenge. Students will spend more time and be more concentrated on learning through playing games and eventually achieve the learning goal.In this research, students took a pre-test after they learned the volume, then the experiment was initiated; students took a post-test after that. Data were collected and analyzed and written into students' math portfolios, including their learning tracks. Students failed to answer the questions would be put into a remedial teaching; students that were not familiar with certain questions would be reinforced till they were improved and fully skilled.The result shows students who took guidance with scaffolding game-based learning performed better than students with the traditional teaching, and it has significant difference in statistics. Students who took guidance with scaffolding game-based learning also performed better than students without

scaffolding game-based learning, and it has significant difference in statistics. The statistics also shows a significant difference in promoting students' learning efficiency when guidance with scaffolding game-based learning was adopted.In analyzing students' learning process, I found the degree in using guidance with scaffolding game-based learning and students' learning efficiency are positive correlated. The more we use scaffolding the better students get in learning efficiency.

Keywords：Game-Based Learning, Scaffolding, Volume, Learning Efficiency

誌　　謝

終於要畢業了，為本認為不可能的任務，終於完成了，心中感到無限的歡喜。在為期兩年的研究所生活裡，其中的甘苦，絕非三言兩語所能訴說，雖然得到了很多寶貴的知識和體驗，但也失去了許多，不過這段令人難忘的艱辛過程，終將成為我畢生最難忘及懷念的一段時光。

本篇論文可以完成，要感謝很多人的幫助，首先要感謝指導教授陳登吉老師和孔崇旭老師引領我進入研究的領域，平日的諄諄教誨和細細指導。尤其是孔崇旭老師二年來每個星期都在台中辛苦的指導我論文的寫作及如何做研究，並在我最徬徨無助和最艱困的時候，能適時修正我的想法並給予方向和鼓勵，讓我能順利完成研究及論文，還有黃世昆教授在論文口試時給予我嚴謹的指導與不同面向的寶貴建議，讓我的論文能更加完善。

再來要感謝在實驗室一起研究和學習的夥伴葉宜昌同學、詹智傑同學。以及在我的研究過程中提供協助楊家蒼同學。大家一起經歷過這一段時間，彼此互相扶持、支援、鼓勵和打氣，在研究的道路上讓我感覺到溫暖，不覺得孤單。

另外要特別感謝蔡宏昇伉儷的鼓勵，讓我有機會重拾學生的生活，順利就讀並完成碩士學位的課程。

感謝媽媽在這一段時間的協助和支持。最後要謝謝我的老婆—嘉霧，有妳的支持與鼓勵，在這一段最忙碌的生活中，分擔許多家中事務；也謝謝妳無怨無悔照顧我們家二位可愛的小寶貝—子康、于康，讓我可以心無旁騖專注在學業及研究上，並完成論文。

最後謹以本論文獻給所有幫助我、支持我、關心我的人，衷心感謝。

唐立安謹誌

中華民國一百零一年七月

目　　錄

摘要.....i
Abstract.....iii
誌　　謝.....v
目　　錄.....vi
表 目 錄.....viii
圖 目 錄.....ix
一、緒論.....1
1.1 研究背景與動機.....1
1.2 研究目的與問題.....4
1.3 名詞解釋.....5
1.3.1 遊戲式學習（Game-Based Learning）.....5
1.3.2 鷹架（Scaffolding）.....5
1.3.3 學習成效（Learning Efficiency）.....5
1.4 研究範圍與限制.....5
二、文獻探討.....7
2.1 遊戲式學習.....7
2.1.1 遊戲式學習的定義.....7
2.1.2 遊戲的特性.....7
2.1.3 遊戲式的數位學習理論.....10
2.1.4 遊戲式學習循環.....11
2.1.5 遊戲式學習在教學上的應用.....13
2.1.6 體積教學結合電腦的優勢.....14
2.2 鷹架理論.....14
2.2.1 鷹架的定義.....14
2.2.2 鷹架的特性.....15
2.2.3 鷹架的學習理論.....16
2.2.4 鷹架在教學上的應用.....17
2.3 鷹架在遊戲式學習上的應用.....19
三、學習理論模型.....21
四、系統設計與實作.....27
4.1 系統設計架構.....27
4.2 遊戲介面及規則介紹.....30
4.2.1 遊戲一倉庫番.....30
4.2.2 遊戲二按寶石遊戲.....33
五、實驗設計與研究結果.....36

5.1 研究流程與架構.....36
5.1.1 研究流程.....36
5.1.2 研究架構.....37
5.2 研究設計.....38
5.2.1 實驗步驟.....38
5.2.2 實驗設計.....39
5.2.3 實驗對象.....42
5.2.4 資料處理.....43
5.3 研究工具.....43
5.4 研究結果.....46
5.4.1 鷹架引導遊戲式與傳統式複習的學習成效分析.....46
5.4.2 鷹架引導遊戲式複習的成效分析.....50
5.4.3 鷹架引導遊戲式複習的學習成效和鷹架依賴成度分析.....52
六、結論與建議.....53
6.1 結論.....53
6.1.1 鷹架引導遊戲式複習在學習成效上明顯優於傳統式複習.....53
6.1.2 鷹架引導遊戲式複習對提升學習成效上有明顯的差異.....53
6.1.3 鷹架引導遊戲式複習在學習成效上明顯優於無鷹架引導遊戲式複習.....54
6.1.4 鷹架引導遊戲式學習在學習成效和鷹架的依賴程度有顯著正相關.....54
6.2 建議.....55
6.2.1 擴展研究地區及人數並將教材作縱向及橫向的擴展.....55
6.2.2 發展更多類型遊戲.....55
6.2.3 發展成遊戲式學習系統.....55
6.2.4 採用 3D 動畫的技術來製作教材.....56
參考文獻.....57
附　　錄.....62
附錄一 學習成就測驗前測試卷.....62
附錄二 學習成就測驗後測試卷.....63

表 目 錄

表 1 皮亞傑的認知發展和遊戲類型.....10
表 2 開發、測試及實驗時的平台、工具和硬體設備.....27
表 3 實驗一分組.....42
表 4 實驗二分組.....43
表 5 專家教學資料表.....45
表 6 前測和後測測驗卷信度分析表.....45
表 7 前測和後測測驗試題難度與鑑別度.....45
表 8 實驗一組別統計量.....47
表 9 實驗一各組變異數同質性檢定.....47
表 10 實驗一各組在體積前測成績的變異數分析（ANOVA）.....47
表 11 實驗一各組在「體積單元」的獨立樣本 t 檢定.....48
表 12 實驗二組別統計量.....48
表 13 實驗二各組變異數同質性檢定.....49
表 14 實驗二各組在體積前測成績的變異數分析（ANOVA）.....49
表 15 實驗二各組在前後測的變異數分析（ANOVA）.....49
表 16 實驗二各組在「體積單元」的多重比較表.....50
表 17 實驗一鷹架引導遊戲式複習組在體積單元前後測成績的相關檢定.....51
表 18 實驗一鷹架引導遊戲式複習組在體積單元前後測成對樣本 t 檢定.....51
表 19 實驗二鷹架引導遊戲式複習組在體積單元前後測成績的相關檢定.....51
表 20 實驗二鷹架引導遊戲式複習組在體積單元前後測成對樣本 t 檢定.....52
表 21 實驗二鷹架引導遊戲式複習組雙變數相關檢定.....52

圖 目 錄

圖 1 數位遊戲式學習模型.....11
圖 2 近側發展區.....16
圖 3 隨時間改變的近側發展區.....17
圖 4 學習理論模型.....21
圖 5 系統模組架構.....28
圖 6 遊戲一主畫面.....31
圖 7 遊戲二主畫面.....33
圖 8 研究流程圖.....36
圖 9 研究架構圖.....37
圖 10 實驗步驟.....38

一、緒論

1.1 研究背景與動機

隨著數位科技的進步發展，教學結合了更多的軟、硬體設備，使得教學變得加活潑而多元。因此電腦不但成為教學者重要的工具，而且也是學習者重要的學習夥伴，也是重要的鷹架（scaffolding）來源(陳定邦, 2004；Davis & Miyake, 2004)。而鷹架是指成人在兒童現有的認知層次下，所提供有一系列正確的引導及關鍵性指示，讓兒童能在此引導和指示下超越原有的認知層次（Wood, Bruner & Ross, 1976）。而正確的引導和指示要在近側發展的區域(zoneof proximal development, ZPD)內，否則鷹架的引導將會是多餘而沒有效用的。然而教學者使用電腦及相關軟體建構鷹架來引導學習者的學習，卻忽略了在學習者的學習過程中，要去瞭解、觀察學習者在學習過程中的學習狀況、並適時提供合適的支持(Puntambekar & Hübscher, 2005)。也就是教學者常忽略了每位學習者在學習過程中動態的發展狀況和表現，因此無法提供適當而正確的引導和支持。

教學者常利用遊戲吸引人的特性，來幫助學習者的學習。所謂的遊戲就是一種訂有規則可循，具有可以達到的目標或成果的系統，而遊戲期間所制訂的規則也可用來控制遊戲，而學習者藉由這樣的系統在遊戲中練習、互動和回饋，得到學習的經驗，達到學習的目的（Salen & Zimmeman, 2004；Groos, 1914）。Barrows＆Tamblyn （1980）將遊戲式學習定義為：遊戲式學習類似於問題式學習（Problem Based Learning, PBL），將特定的問題腳本放入一個遊戲的架構裡。Salen & Zimmermann (2004) 將數位遊戲定義為電腦遊戲與電子遊戲。Prensky（2001）認為數位遊戲式學習即任何教育內容與電腦遊戲的緊密結合，亦可把它定義為在電腦或線上（online）的任何教育性遊戲。洪榮昭與劉明洲 （1982）指出，將學習的內容結合電腦以數位遊戲的方式來進行教學，使學習者在教學遊戲中學習，提升學習動機和專注力，使學習者能夠在遊戲的過程中，順利的

學習所要學習的內容，這使得遊戲具備了娛樂和教學的功能。因此遊戲式學習就是將所要學習的內容融入到遊戲的架構當中，再利用數位遊戲的特性，引起學習者的學習動機，使學習者專注在遊戲中學習，並且樂在其中，最終達到學習的目標。

遊戲式的學習能引發學習者內在的學習動機，主動的參與並專注在遊戲之中，學習者不自覺沈浸在遊戲之中，主動的在遊戲中和系統互動進行學習，進而達到學習的目標(Raybourn & Bos,.2005, Freitas & Griffiths, 2007)。而在過去有關於遊戲式教學的相關研究中，對於學習者的學習動機和學習成效均有正面的影響。Prensky （2004）認為數位遊戲對於提升學習者的視覺注意力有正面影響；Owston et al. （2009）研究發現數位遊戲能增進學習者在閱讀和寫作方面學習動機和學習成效；Papastergiou （2009）研究發現數位遊戲能提升高中計算機概念的學習動機和學習成效；蕭顯勝和伍建學 （2003）認為，網路遊戲即具有好奇性、想像力、冒險性…等特性，這些特性吸引玩家不斷主動的參與網路遊戲，讓使用網路遊戲的學習方式引發玩家的學習動機；Rosas et al. (2003)研究發現遊戲式學習在國小一、二年級數學及閱讀理解方面有助於提升學習動機和學習成效；Kebritchi, Hirumi & Bai (2010)研究發現遊戲式學習在國三數學方面能提升學習成效。由此看來，遊戲式的學習可以達到主動學習、提高學習興趣與學習成效，並能達到個別化的學習目的，因此遊戲式學習要比其他的學習方式佔有更大的優勢和教學效果。

當學習者在面對新的或困難的問題時，以原有的認知層次，無法解決問題時，若能藉由成人或同儕適當的協助和引導下，降低問題的難度，並引導學習者朝正確的方向思考來解決問題，讓學習者能超越原有的認知層次，最終達到解決問題能力。而在解決問題的過程中所給予的協助和引導，就是在「搭鷹架」（Wood, Bruner & Ross, 1976）。學習者藉由與成人或同儕間的互動合作，經過內化達到近側發展區的發展，在近側發展區裡，別人給予兒童的協助，即稱為鷹架作用（張春興, 1996）。鷹架是在近側發展區中，教師對學生所提供暫時性

的動態支持，這樣的支持，讓學習者得以朝向學習者最高的近側發展區發展(Palincsar,Brown, 1984；Huggins,Maiste , 1999）。而鷹架的技巧，是能夠引導學習者正確的學習方向，有效減少學習者學習過程中混淆或錯誤的情況，促進學習者發展的機會 (Berk & Winsler, 1997；Doyle, 1986)。因此當教學者在教學過程中所提供的鷹架是有系統且能正確的來引導學生的學習，若能符合學習者認知層次，降低學習者的挫折，又能引導學習者朝正確的方向發展，降低誤解及錯誤的情況，學習者很容易就能超越原有的認知，並能有效地提升學習成效。

Prensky (2003) 認為成功的學習，在過程中最重要的因素就是動機，而遊戲則正好提供這樣的學習條件。但除了動機之外，當學習者在學習過程中無法達到更高層次的學習時，鷹架是協助學習者達到更高層次學習的引導工具（Hannafin, Land,& Oliver, 1999)。因此 Bruner （1985）指出，成功的學習要有兩個重要的情境：(一）學習者必須有動機願意嘗試；(二）教學者必須提供一個鷹架，引導學習者學習。綜合上述，在學習過程中，遊戲引發了學習者的學習動機之後，能投入較多的心力於學習的內容上，但為了避免因過多的挫折而放棄，必須適時給予協助和引導，讓學習者願意再花時間和精神繼續學習下去。因此引發學習者的學習動機以及提供學習者適時的引導，就成為學習者能否達成學習目標的重要因素。

目前大多數的教學遊戲，無論學習者的程度高低，都使用相同的教學情境，無法針對不同程度的學習者，提供不同程度的教學遊戲，因此造成中、低成就學生學習上的挫折和困難，降低了數位學習的學習成效。且數位遊戲式學習中的娛樂成分很高但教育內容卻過少，所以並不值得花時間去設計或使用這樣的遊戲（Prensky, 2001）。在 Puntambekar & Hübscher （2005）的研究中指出，教學者使用電腦及相關軟體所建構的鷹架來引導學習者的學習，卻忽略了在學習者的學習過程中，要去瞭解、觀察學習者在學習過程中的學習狀況、並適時提供合適的支持。因此雖然遊戲式學習能夠提升學習者的學習動機，但現下的遊戲式學習大都著重在遊戲的娛樂性和學習者的認知程度上，而缺乏在教學過程

中有系統的教學引導和提供合適的支持；也就是只注重學習者現在的認知程度，而忽略了在教學過程中的引導，如此不但增加學習過程中的挫折和困難，也無法有效增進學習成效。

雖說數學是科學之母，但在日常教學中卻常碰到學生提出數學是無趣且困難的科目，甚至在學習過程中經過一連串的挫折後，對於數學的學習感到相當無助，甚至放棄數學的情況相當常見(張靜嚳, 1999)。而在學習者學習的過程中，若學習程序複雜的程度超過學習者的工作記憶容量，而沒有給予學習者任何合適的學習引導、提示或協助，這將對學習者的理解、學習和問題解決能力產生嚴重的負面影響(Sweller, 1998)。連韻文 (2007)的研究亦指出，兒童在電腦輔助情境下進行學習，能提升兒童的演繹推理能力，且透過電腦輔助的鷹架來降低認知負荷量，能協助兒童在學習的過程中發展出更佳的策略。因此學習者在面對新的或困難的問題時，如何提高學生的學習興趣，並在學習的過程中適時給予學習者協助，降低學習者學習的挫折和問題的難度，讓學習者願意嘗試繼續專注在學習中，這對教學者來說是相當重要課題。

1.2 研究目的與問題

基於上述的背景及動機，本研究設計了二個遊戲，每個遊戲再分成有鷹架引導和無鷹架引導，目的在於讓學生在遊戲的學習過程中，若遇到困難無法解題時，可經由鷹架給予適時而正確的引導，來降低問題的難度，增進學生的學習意願，進而學會柱體體積單元的課程，並探討這些遊戲對學生在學習成效上的差異。

根據以上研究目的，提出的研究假設如下：

1.傳統式複習和鷹架引導的遊戲式複習在學習成效上有差異。

2.鷹架引導的遊戲式複習學生在學習前後，學習成效上有差異。

3 傳統式複習、有鷹架引導遊戲式複習和無鷹架引導遊戲式複習在學習成

效上有差異。

4 鷹架引導的遊戲式複習的學習成效和鷹架的依賴程度有無關係

為了驗證上述研究假設，本研究設計二個準實驗，觀察學生在不同複習方式下，在學習成效的表現上的差異。

1.3 名詞解釋

1.3.1 遊戲式學習（Game-Based Learning）

遊戲式學習（Game-Based Learning）是將學習內容以數位化方式呈現的一種學習方式，並將遊戲特性融入教學內容中，運用遊戲的特性引發學生的學習興趣，積極主動參與學習，提升學習動機及學習成效。

1.3.2 鷹架（Scaffolding）

鷹架（Scaffolding）當學習者以現下的認知層次，在其面對新的或困難的問題時，教學者所提供的有系統的正確引導來輔助學習者學習，使學習者能跨越現有的認知層次，並解決問題。

1.3.3 學習成效（Learning Efficiency）

學習成效係指在學科學習前後，認知結果所表現的差異。本研究的學習成效是指學生在研究者自編的「數學學習成就測驗」中，其前測、後測的成績表現上的差異。藉以了解不同的教學方式對學生學習的影響。

1.4 研究範圍與限制

本研究以國小六年級數學「柱體的體積」作為「鷹架引導的遊戲式複習」教材內容，希望將本研究的結果可以成為鷹架引導遊戲式複習教材編輯的參考依據，但因受限於時間、人力及經費等問題，使得本研究結果受到以下幾點的限制：

1.本研究的實驗採方便取樣的準實驗設計方式，以台中市和基隆市某國小六年級學生為實驗對象，故本研究的結果無法對其他群體做過度的延伸及推論。

2.本研究所採用之教材內容為國小六年級數學「柱體的體積」單元課程，所得之結果僅能推論國小六年級數學「柱體的體積」單元課程之教學參考，對於其他的教學單元，無法做過度的推論。

二、文獻探討

2.1 遊戲式學習

2.1.1 遊戲式學習的定義

Groos (1914)認為遊戲的練習就具有學習的含意，並且是有系統的學習，因此學生可經由遊戲中的操作得到學習經驗。Prensky （2001）認為數位遊戲式學習即任何教育內容與電腦遊戲的緊密結合，亦可把它定義為在電腦或網路線上的任何教育性遊戲。隨著時代的進步，遊戲的方式也變得更加多樣化，Salen & Zimmermann (2004)將數位遊戲定義為數位化的遊戲，是以電腦或電視為平台的遊戲。而近年來更結合網路和可携式的電腦設備，如：平板電腦、智慧型手機…等，來做為網路遊戲的平台。洪榮昭與劉明洲 （1982）指出，將學習的內容，以電腦遊戲進行教學，保持學習者的學習動機和專注力，使學習者從學習系統中學習所要傳授的教學內容，那麼網路遊戲就不再只是遊戲而已，也兼具了教育的功能。綜合上述，遊戲可以是資訊平台上的數位化遊戲，也可以是透過網路為媒介的網路遊戲。這些遊戲的方式若能與教學活動的內容相結合，學習者可以從遊戲的互動中親自體驗所學，促進思考並能有系統的學習到所要學習的內容，進而達到學習成效。而資訊科技和網路的迅速發展，使得教學內容結合資訊設備和網路即可達到行動學習、無所不在的學習。

2.1.2 遊戲的特性

利用遊戲吸引人的特性，來提供一個良好的學習情境，讓學習者能沈浸在遊戲式的教學中，並增進學習動機與學習成效。Garris, Ahlers and Driskell (2002)等人彙整相關文獻，歸納出六種教學遊戲的特性，分別是虛幻性(Fantasy)、規則／目標(Rules/Goals)、感官刺激(Sensory stimuli)、挑戰性(Challenge)、神秘性(Mystery)、控制(Control)，茲分別說明如下：

1.虛幻性(Fantasy)：

遊戲是一種虛構的活動，在參與遊戲活動的同時，對於真實的現實世界並沒有影響。虛幻會讓使用者本身沈浸在遊戲的世界中，聚精會神的專注於遊戲之中，讓使用者醉心於這個獨立的世界，並在遊戲的框架中操縱虛構的角色，並樂於和遊戲產生互動。

2.規則／目標(Rules/Goals)：

要讓遊戲能順利的進行，就必須要有明確的遊戲規則和目標。具體而明確的目標，讓使用者能在和遊戲互動中產生回應，這樣的回應如果沒有達到既定的目標時，將引發使用者投入更大的努力、積極地朝目標邁進。也就是在使用者決心要達到目標的情境下，將會增強使用者的動機和成效。

3.感官刺激(Sensory stimuli)：

聲音的效果、靜態的圖形和動畫的效果，對感官的刺激是奇特的。遊戲在虛擬的環境下，聲光效果的刺激可以提供一種快感，這是在現實生活中不容易經歷的體驗。

4.挑戰性(Challenge)：

Malone and Lepper (1987)指出個人想要最佳的「挑戰」，就是既不會太容易也不會太難到無法完成的活動。遊戲的目標是明確的，但是能不能達到目標卻是不確定的。而遊戲採用由容易到困難的方式，讓使用者和遊戲互動的結果產生回饋，如：加分、打敗遊戲中的角色或擊中目標等。讓使用者了解遊戲進展的情況，最後達到預期的目標。

5.神秘性(Mystery)：

而神秘性就是喚起人們的好奇心，而好奇的事情往往是意想不到的、無法預知的。感官的刺激所誘發的興趣就是好奇心，對知識的渴望也是另一種好奇心 Berlyne (1960)。神秘所包含的信息是複雜的、是新穎的、是驚喜的、是和期待的結果相違背的。因此遊戲往往含有訊息的搜尋和探索未知的情境，刺激使用者的好奇心。

6.控制(Control)：

控制是指示、操縱或命令事物的能力。Morrison, Ross, and Baldwin (1992)發現在實際問題的情境下允許學生有更多的不同選擇，也就是學生能夠自主控制，可以增進學生的學習動機，而且能學得更多。因此當遊戲引起個人的控制時，使用者可以選擇自己認為最佳的策略，來和遊戲系統互動產生回饋，操縱遊戲活動的方向，最後直接影響到遊戲的結果。

Prensky （2001)指出數位遊戲式學習的特性包含：

1.娛樂性：遊戲提供樂趣，讓學習者在遊戲過程中享受樂趣和愉快。

2.遊戲性：提供一種遊樂的形式。帶給學習者強烈參與的動機。

3.規則性：遊戲的內容具結構性，使學習者容易組織遊戲內容並在遊戲互動中產生回應。

4.目標性：遊戲中具體的目標任務，可讓學習者沈浸在遊戲的進行中。

5.人機互動性：遊戲設計介面，學習者經由電腦來與遊戲系統互動，進行遊戲式的學習。

6.結果與回饋：和遊戲互動，使學習者在遊戲中學習。

7.適性化：遊戲可設計不同程度的挑戰，學習者依能力不同，而有不同的任務。

8.勝利感：在進行遊戲中，學習者獲致成功經驗，從遊戲中得到成就感。

9.衝突競爭挑戰與對立：使學習者在遊戲過程中感受到興奮或激動。

10.問題解決：遊戲情境中，設置問題，激發學習者思考。

11.社會互動：學習者組成遊戲的社群，彼此產生互動性。

12.圖像與情節性：透過圖畫和故事情節，使學習者從中產生情緒上的表現。

遊戲的特性激發了學習者主動參與的動機並專注在遊戲中，引發學習者自發性學習，幫助學習者在學習的過程中養成較高的認知技能，並且能樂在其中(Raybourn & Bos, 2005；Ellington,H. , Adinall, E. & Percival, F. , 1982)。遊戲本身就是一個問題解決的歷程，讓玩家能對遊戲產生興趣，願意嘗試和學習如何解

決問題，並且樂在其中(Gee, 2003)。而多媒體資訊科技和網路的發達，能夠超越時空限制，學習不限定於某一特定時間或空間，學習者不但可以學得更多、更快，而且他們在學習中能享受遊戲所帶來的樂趣，更能夠使學習者學到如何學習的關鍵技巧，為自己學習負責任（Vogel＆Klassen, 2001；Jonassen, Peck & Wilson, 1999）。因此遊戲所提供的環境不僅能引起學習者的學習動機，並使學習者專注在遊戲的世界裡，主動積極且快樂的學習，最後達到學習的目標。

2.1.3 遊戲式的數位學習理論

Piaget （1962）提出的遊戲理論，他從認知發展的的角度來看，個體對環境刺激的同化，使現實符合自己原有的認知基模。個體在遊戲對於環境中，是處在一個短暫的不平衡的狀態，須做同化和調適。所謂的調適是指個體原有的基模在面對新刺激時，主動將既有的基模做的調整，若無法調整甚至會放棄舊基模、建立新基模，才能夠解釋新刺激。而所謂的同化是指個體面臨新的刺激時，只要略加調整既有的基模，便可以藉由該基模來解釋新的環境刺激與經驗。在同化調適的過程中，遊戲扮演著協助的角色，而個體因為環境限制而不斷改變認知結構，其目的是讓個體內在認知與外在環境持續性保持平衡的歷程。這使個體內在的基模得以適應外在環境。同時在遊戲過程中，使個體的思維與行動得以結合，作為擴大知識與培育技能的途徑。遊戲是個體對環境刺激的同化，使現實符合自己原有的認知基模（蔡淑苓, 2004；楊文貴等, 2003）。Piaget 也認為，在兒童的認知發展過程中，有其適合的遊戲類型與之相配如表 1。遊戲不僅反映了兒童的認知發展水準，且能促進其發展。所以遊戲對兒童的認知發展有重要作用。因此Piaget主張遊戲可以促進兒童的認知發展，兒童可以透過遊戲去習得最新的技巧，進而經過不斷的練習達到熟稔的程度。

表 1 皮亞傑的認知發展和遊戲類型

大致年齡	認知發展階段	主要遊戲類型	主要遊戲特徵
出生～2歲	感覺動作期	機能遊戲	是屬於無目的 無主題的自發性活動
2～7歲	前運思期	象徵性遊戲	是一種虛構性的 想像性的遊戲
7～11歲	具體運思期	有規則遊戲	是具有規則性的 共同合作

2.1.4 遊戲式學習循環

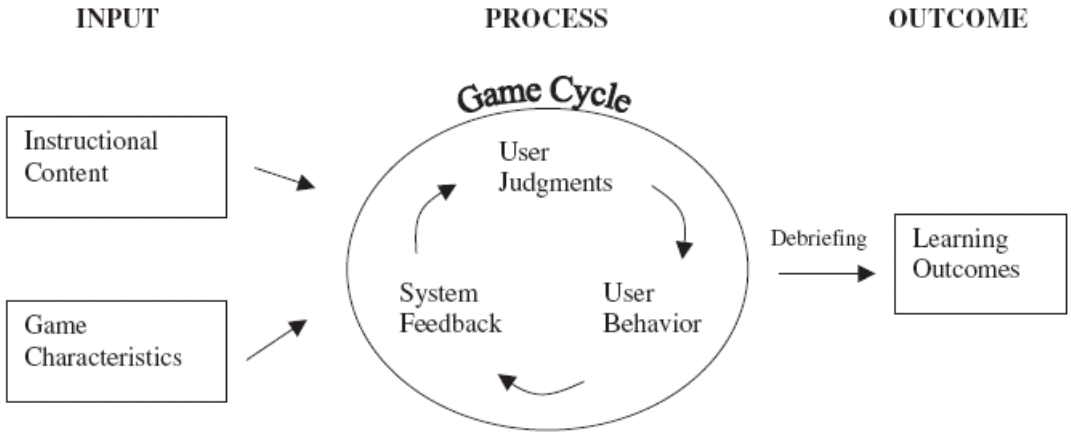


圖 1 數位遊戲式學習模型

資料來源：（Garris et al., 2002）

Garris、Ahlers 和Diskell （2002）學者結合有關教育性遊戲的文獻，所提出的一個輸入(Input)-過程(Process)-成果(Outcome)的遊戲式學習模型，如圖 1所示，此模型分成輸入(Input)-過程(Process)-成果(Outcome)三個部分，加上一個任務報告(Debriefing)做為遊戲和學習成果的連結，茲分別說明如下：

一、輸入(Input)：包含教材內容(Instructional Content)和遊戲特性(Game Characteristics)

1.教材內容：根據不同的科目，製作不同內容的教材。

2.遊戲的特性：Garris、Ahlers 和 Diskell（2002）等學者指出遊戲的特性包括奇幻性(Fantasy)、規則/目標（Rules/Goals）、感官刺激（Sensory Stimuli）、挑戰性（Challenge）、神祕性（Mystery）、控制（Control）等相關遊戲特性。

二、過程(Process)：包含使用者判斷(User Judgments)、使用者行為(User Behavior) 、系統回饋(System Feedback)茲分別說明如下：

1.使用者判斷：

當使用者開始玩遊戲時，他們作出關於遊戲是否好玩，有趣，和參與的主觀判斷。這些判斷是代表自我的興趣參與、樂趣和情感的掌

控。在興趣方面，遊戲教學始終認為比傳統教學更為有趣。而遊戲的另一個特色是好玩和樂趣，樂趣也就從遊戲中得到的成就感，遊戲中因有任務的參與，使用者將更能沈浸在任務之中，全神貫注地專注於遊戲之中，讓使用者在學習的過程中有更大程度的參與。

2.使用者行為：

在遊戲剛開始的時候，從使用者判斷的方向，讓使用者在遊戲中有更進一步行為，而能容易地選擇參與活動的目標，更加積極地從事這些活動。因此使用者有更多的興趣來參與任務，他們也願意對任務投注更多的時間，積極追求更具挑戰性的活動。這些良好的使用者判斷讓使用者自發性的回到遊戲當中，並積極地發揮最大的努力來參與遊戲。

3.系統回饋：

回饋或知識的結果是支持學習成效和動機的重要關鍵，回饋提供一個進展的目標，激勵使用者的表現，而使用者將花費更多的努力，持續把重點放在任務上。

三、任務報告(Debriefing)：是遊戲和學習的連結

任務報告是在遊戲本身發生的事件的審查和分析。我們發展遊戲的目標是具有教育意義的，任務報告可能包括描述在比賽中發生的事件，分析發生的原因，討論錯誤和改正的措施。這是遊戲和學習之間的鏈接。

四、成果(Outcome)：也就是學習成果(Learning Outcomes)

Gagne (1984), Anderson (1982),和 Kraiger, Ford, Salas (1993) 將學習成果提出了幾大類：技能，認知，情意。下面將介紹這些類別的學習成果：

1.技能學習成果：基於技能的學習成果，包括技術或運動技能的發展。

2.認知學習成果：包含陳述性知識、程序性知識和策略性知識。

(1)陳述性知識：陳述性知識是指為執行任務所需的數據和事實的知識。

(2)程序性知識：程序性知識是指關於如何執行任務的知識。這種類型的學習成果，需要知識，一般的規則，或技能的能力，適用於特定情況的示範。

(3)策略性知識：策略性知識需要運用學到的原則，在不同的情況下推導出一般或新情況下的新原則。這意味著認知策略的開發與應用和了解何時以及為什麼適用這些原則。

3.情意學習成果：情意反應包括信心，自我效能，態度，喜好，和感受。情意的反應，可以被當作是一個特定類型學習成果的程度，態度的轉變是一個教學計劃的訓練目標。

遊戲式的學習可以引發週期性的循環，對使用者的判斷、使用者行為及玩家和遊戲互動所產生的回饋引發重複的循環。在某種程度上，遊戲的功能與適當的教學內容結合，可以充分利用遊戲的特性和影響力，來達到預期的學習成果。

2.1.5 遊戲式學習在教學上的應用

研究結果顯示遊戲確實受到了學生的歡迎，也使學習變得更有趣，並可以讓學生從遊戲中學習，進而培養各種高階能力（尚俊傑、莊紹勇、李芳樂、李浩文, 2006）；Bottino、Ferlino、Ott 和 Tavella (2007)實驗發現長時間接觸邏輯遊戲，對兒童推理能力有正向影響；Prensky （2004）認為數位遊戲對於提升學習者的視覺注意力有正面影響；Papastergiou (2009)認為數位遊戲可以提升高中生對於計算機概念的學習動機和學習成效；Rosas et al.(2003)認為數位遊戲在國小一、二年級數學及閱讀理解方面有助於提升學習動機和學習成效；Kebritchi, Hirumi & Bai (2010)認為數位遊戲在國三數學方面有助於提升數學的學習成效。上述的例子說明了遊戲式學習對學生有正面的影響，除了提高學習者的學

習動機和學習成效之外，也使學習者能樂在遊戲的學習之中，且能引發學習者自發性的主動學習，進而學得更多的知識。

2.1.6 體積教學結合電腦的優勢

體積是三維空間的度量，是立體空間的概念，也是幾何學的一部分。Wheately （1990）研究發現空間能力與視覺心像在數學的思考及學習上扮演著極為重要的角色，空間能力與數學學習之間是有關聯的。由此可見空間概念對於數學學習的重要性。而 Bishop （1989）認為電腦產生的圖像對學生的視覺化發展產生一種激勵和強化的作用，是學生視覺化發展上的有利工具。魏春蓮（2005）提出，空間能力的獲得透過實體的操弄、電腦的操作再內化到心像的操作。實物的操作使學生對於空間的概念有了初步的學習和認知，電腦的操作進行空間概念及學習成果的驗證，而心像的操作則是空間能力的獲得。因此電腦可說是學習幾何上重要的輔助工具。所以 Clements 與 Battista （1992）建議在幾何學習上可採用適當的電腦軟體進行輔助教學。綜合上述在體積的教學上，可從較簡單且規則的物體體積開始學習，並透過電腦所產生圖像及電腦的操作，引發學生的學習興趣和動機，增進體積概念和空間概念的學習，使學生對於空間的概念和能力有所提升。

2.2 鷹架理論

2.2.1 鷹架的定義

在 Vygotsky 的近側發展區論點中，強調學習者在現有認知發展下，在成人或同儕的協助和引導下，可以引發近側發展區的發展，超越現有的認知發展層次，往較高的認知層次來發展。而這樣的理念和 Bruner 等人在 1976 年提出鷹架（scaffolding）概念相契合，並將近側發展區視為鷹架理念的基礎 (Berk & Winsler, 1995)。Bruner 等人所謂的鷹架是指兒童在現有的認知層次下，面對較

高層次的認知情境時，兒童以現有的認知無法獨立完成任務，但若在成人或同儕正確方向的引導和指示的協助下，使兒童能超越原本的認知層次，完成事前原本無法完成的任務，而在此過程中，成人和同儕正確的引導和提示，就是「搭鷹架」（Wood, Bruner & Ross, 1976；Judith Ann ,1993；張春興, 1996)。就如同在建築物在興建、修繕或美化時的「搭鷹架」一樣。建築物在興建、修繕或美化時所搭的「鷹架」是暫時性的，在建築物興建、修繕或美化完成就會拆除。這和鷹架理論中的「搭鷹架」的論點相契合。也就在發展過程中，成人或同儕所提供的引導和指示，來學協助兒童的發展，這樣的協助是暫時性的（Wood, Bruner & Ross, 1976；Greenfield, 1984），待兒童超越原有的認知發展，鷹架就能逐漸移除，也就是不需要再仰賴任何的協助。

2.2.2 鷹架的特性

鷹架理論中所謂「鷹架」是一種教學策略或教學工具，係指由成人或同儕所提供的協助或支援，以幫助學習者由現有的能力發展到學習的目標。這種橋樑式的支柱是暫時性的，隨著學習者精熟度的增加逐漸掌握學習要領，鷹架輔助應逐步減少，最終，學習者能夠獨立達到欲求的知識技能水準，而不仰賴任何鷹架輔助（Greenfield, 1984；Larkin, 2001)。因此在學習的過程中經由成人或同儕適當的鷹架輔助學習者學習，隨著學習者能力的提升，鷹架的輔助將隨之降低，學生承擔更多學習的責任，最後學習者能達成獨立解決問題的學習目標，這時鷹架亦即拆除，學習者將變得更加獨立。

Dyson（1990）認為鷹架應該包含垂直與水平兩個層次：

1.垂直鷹架：

將學習內容配合學習者的意圖與需求所做的系統化處理，並在教學互動的過程中引導學習者學習，並培養其應用能力。

2.水平鷹架：

強調教師在學習者的學習過程中，動態的支持與學習內容應配合學習者

的社會背景與經驗。

2.2.3 鷹架的學習理論

近側發展區是 Vygotsky認知發展理論中的重要論點。Vygotsky (1978)所的定義的近側發展區是：分析「學習」與「發展」之間的關係，在學習的過程中，認知發展可以分成二個層次，一個是實際的發展層次 (actual developmental level)，也就是皮亞傑所謂的兒童發展階段，所謂實際發展層次是指學習者有能力獨自完成或解決問題的層次，就是學習者已經成熟、發展完成的能力。另一個是潛在的發展層次 (potential for development)，而所謂的潛在發展層次是指學習者須要成人的正確引導或同儕的合作做為學習的輔助，才能完成或解決問題的層次，也就是學習者尚未成熟、尚在發展階段的能力。而介於實際發展層次和潛在發展層次兩個層次之間的差距，即為「近側發展區 (ZPD)」如圖 2。

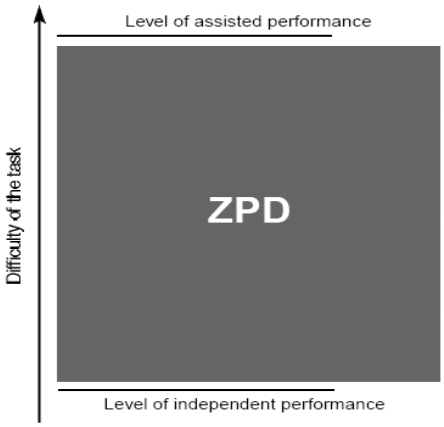


圖 2 近側發展區

資料來源：（Bodrova; Leong., 1998）

每位學習者的實際發展層次和近側發展區間都不同，學習者面對一項新的技能或者概念，只有靠幫助才能完成的，不久就能達到自己能獨立完成的水準，而當學習者面對較困難的情境時，新的協助表現水準就產生，這樣的循環是不斷重複。也就是在學習過程中，同一個兒童的 ZPD大小也會隨著時間改變（如從 ZPD1 到 ZPD2）如圖 3。因此，近側發展區 (ZPD)的動態本質會隨著兒童獲得較高的思考和知識水準而不斷改變，每次的改變，兒童會變得更有能力學

習及學習更多的概念和技巧（吳慧珠、李長燦, 2003）

如果教師在教學上的引導和協助是落在學習者實際發展層次之下，表示學習者即使沒有教師教學上的協助，也能夠獨自地完成學習任務。因此這樣的鷹架就沒有教學上的效用。如果教師在教學上的協助是落在學習者的近側發展區內，以原本學習者的認知層次，是無法獨自完成學習任務的，但經過教師在教學上的引導和協助，使原本的學習任務變得容易，且經協助後學習者能完成學習任務，這樣的鷹架就能發揮在教學上的效用。如果教師在教學上的引導和協助是落在學習者潛在發展區之上，表示學習者即使有教師教學上再多的協助和引導，因為超出學習者潛在發展的層次，學習者無法完成學習任務。因此這樣的鷹架也沒有教學上的效用。因此最好的教學就是超越並引導發展；但不必考慮過於已經成熟的，而是針對正在成熟中的功能（Vygotsky, 1986）。

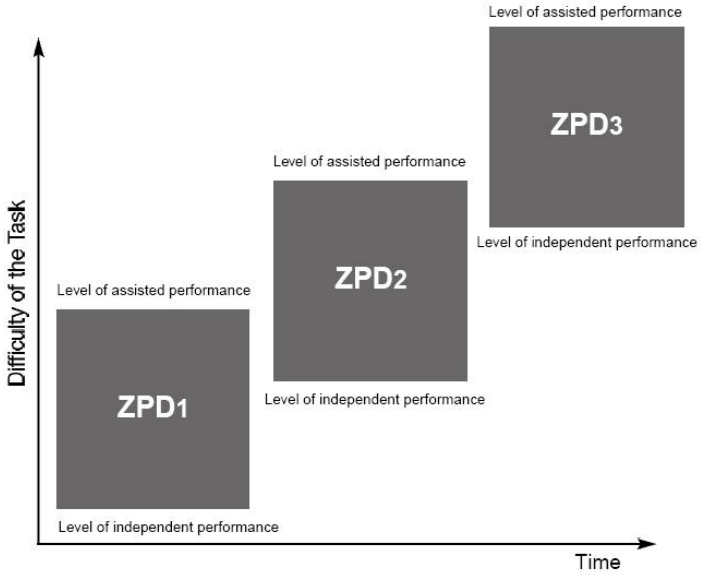


圖 3 隨時間改變的近側發展區

資料來源：（Bodrova; Leong., 1998）

2.2.4 鷹架在教學上的應用

鷹架理論深受 Vygotsky 的近側發展區的影響，是由 Wood, Bruner 和 Rose 等學者所提出，當兒童以現有的認知層次，在面對新的或困難的高層次任務時，

兒童無法在現有的認知層次下，完成此一高層次的任務，但若經由成人或同儕的正確引導或指示的協助下，使得原本無法完成的任務得以完成，這就是鷹架的作用。

但在教學上所給予學習者的協助並非對學習者都是有幫助的。在教師的協助和引導下，雖然可以促進學習者的發展。但不是沒有限制的，我們的協助不能超出 ZPD（Bodrova & Leong, 1996）。單文經 （2001）將鷹架譬喻成教學的模式，透過逐漸增加的協助來促進學習者學習，也因此鷹架教學實施的關鍵在於成人提供協助時，能夠覺察學習者的近側發展區，給予學習者最適當的協助。因此在教學上給予協助是在學習者的那一個發展層次，就顯得相當重要了。

鷹架在學習上所提供的支援方面，Wood、Bruner 以及 Ross (1976)和 Sadhana Puntambekar、Roland Hubscher(2005)均整理出六種成人或教師在學童發展學習能力上所能提供的支援，包括：

1. 引起學童的學習動機（recruiting the child’s interest）；
2. 簡化問題以降低學習難度（reducing the degrees of freedom by simplifying the task）；
3. 保持學習方向（maintaining direction）；
4. 強調學習事物的重點（highlighting the critical task features）；
5. 協助學習者解決在學習過程中所面臨的挫折（controlling frustration）；
6. 示範解決問題的途徑（demonstrating ideal solution paths）

Wood et al.並指出可以使用下列鷹架促進學童反思；

1. 提供模式（modeling）；
2. 強調問題重點（highlighting the critical features of the task）；
3. 提供暗示（providing hints）；
4. 提問（providing questions）。

Beed＆ Hawkin (1991)將鷹架應用於國小學生閱讀的研究發現，鷹架教學有預先超越學生目前程度的功能，且經由各種不同程度的支持後，教師必須慢

慢撤除鷹架；Fournier＆ Graves (2002)在青少年短篇故事閱讀的鷹架之研究發現，獲得鷹架支持的學生，其對故事各層面的看法、想法都持較正面積極的態度，因此鷹架能有效提升學生的閱讀理解能力；學生以多媒體進行複雜的科學的主題的學習時，鷹架可以促進和幫助學生自我調節學習(Azevedo, 2005)；軟體搭建的鷹架幫助國小六年級學生在網路上的查詢(Zhang & Quintana, 2012)；鷹架在線上學習經濟學，幫助學生達到更高層次的認知(Bart Rientiesa,Bas Giesbersb,Dirk Tempelaarc,Simon Lygo-Bakera,Mien Segersb,Wim Gijselaersb, 2012)。Doyle (1986）指出鷹架是一種教學上的工具，可以透過成人或同儕的正確引導，讓學習者可以朝正確的方向來思考，有效減少學習者學習過程中混淆的情況，並能促進個體發展的機會。因此在教學過程中，透過鷹架所提供正確的支持和引導，減少學習過程中錯誤和混淆的情況，並讓學習者在學習的過程中，促進學習者的反思，增進學習者的發展，最後完成原本無法達成的任務。

2.3 鷹架在遊戲式學習上的應用

成功的學習在過程中最重要的因素就是動機，而遊戲則正好提供這樣的學習條件，而教師在教學過程中也必須不斷的依照學童學習成果和表現，來提供合適的支持 (Prensky, 2003；Puntambekar & Hübscher, 2005）。遊戲式的學習將學習的內容加入遊戲中，引發學習者的學習動機，讓學習者主動且積極的參與學習；再加上鷹架的引導，降低學習的難度，減低學習的挫折，將更能增進學習的效果。

數位遊戲內提供互動和適當的鷹架，及具有挑戰性的遊戲內容，能促進玩家思考，增進玩家的學習效果 (Fisch, 2005)；在數獨遊戲中加入鷹架的輔助，可使玩家在碰到困難時得到輔助，避免玩家遭受過多的挫折，藉以提高玩家的興趣與動機(Sun, C., T , Wang, D.,Y., Chan, H.,L., 2011)。上述將鷹架應用於教學遊戲的例子，說明了鷹架的引導讓遊戲式學習對學生能有正面的影響，除提了

學習者的學習成效之外，也增加了學習者的學習興趣，更進一步的降低學習的難度，減少學習者在學習中的挫折，更能增進學習的效果。

三、學習理論模型

本研究根據 Garris 等人於 2002 年所提到的數位遊戲式學習模型（Model of Game-Based Learning）作為本系統的重要參考，並做為學習模型基礎，再結合鷹架的引導理論，發展成本研究的學習模型如圖 4所示。本研究將Garris模型中的Input-Process-Outcome等項目，再加入Scaffolding、Remedial和Objective。由於一般的遊戲式的學習，對不同程度的學生，都使用相同的數位遊戲情境，這樣相同的學習情境無法適合不同程度的學生來學習，因而降低了學生的學習興趣，增加學生學習的挫折，同時減弱了數位學習的優點。而我們的學習模型主要的精神是導入鷹架的特性，在同一個學習單元，能使不同程度的學生能依自己的能力來選擇適合自己程度的鷹架來學習，增加學生的學習興趣，降低學生在學習上的挫折，提高學生的挑戰性，讓學生願意留在遊戲中學習，最終讓每位學生都能達成學習目標。

各步驟分別說明如下：

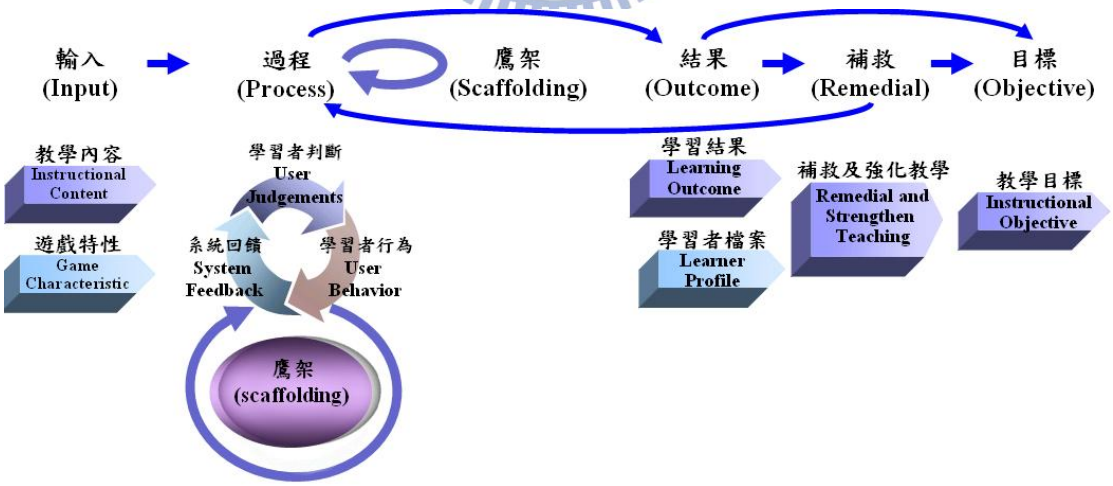


圖 4 學習理論模型

一、輸入部分(Input)：包含教學內容和遊戲的特性，分別說明如下：

1.教學內容：在學習的教材中，加入鷹架的引導，除了降低問題的難度外，

並正確引導學生的思考方向。若學習者無法了解學習的內容，可以依自己能力，來選擇適合的鷹架，引導學習者學習。

2.遊戲的特性：

(1)虛幻性(Fantasy)

學習者沈浸於這個獨立的虛幻世界，並在遊戲的框架中操縱虛構的角色，和系統產生互動，使學習者樂於遊戲式的學習。

(2)規則/目標（Rules/Goals）

具體而明確的目標，讓使用者在和遊戲互動中產生回應，這樣的回應如果沒有達到既定的目標時，將引發使用者投入更大的心力、積極地朝目標邁進。也就是在使用者決心要達到目標情境下，將會增強使用者的動機和成效。

(3)感官刺激（Sensory Stimuli）

利用色彩豐富的圖案、動畫和聲音，引發玩家對遊戲的興趣。

(4)神秘性(Mystery)

對於遊戲的進行所呈現的方式和對知識的渴望，讓學習者會產生好奇心，好奇心是推動學習的主要因素之一。而神秘性就是喚起人們的好奇心，而好奇的事情往往是新穎的、意想不到的、無法預知的。

(5)挑戰性（Challenge）

遊戲有明確的目標，達成目標既不會太容易也不會困難到無法達成，但玩家能不能達到目標確是不確定的。而玩家和遊戲的互動，最好從容易到困難，讓玩家在遊戲中有所進展，最後達到目標。

(6)控制（Control）

遊戲引起起個人的控制時，使用者會選擇策略，操縱活動的方向，並作出決定，直接影響至結果。

二、過程(Process):包含學習者判斷、學習者行為和系統回饋三個部分，分別說明如下：

1.學習者判斷(User Judgements)

當使用者啟動遊戲時，使用者會作出關於遊戲是否好玩，有趣，和參與的主觀判斷。使用者初期會受到動畫、圖形和聲音等刺激的影響，讓使用者樂於參與遊戲式的學習之中，從遊戲中找到樂趣，讓使用者樂於沈浸其中。在遊戲中若涉及到解題的任務時，使用者將更專注於遊戲中的題目，並在解題的過程中，投入更大程度的參與。而遊戲中也提供了鷹架的引導，依使用者的程度設計了不同的鷹架，來輔助學生的學習，建立學習者的信心。若學習者的能力無法解題時，學習者可以判斷是否要利用這些鷹架，來輔助學習者學習。

2.學習者行為(User Behavior)

使用者在遊戲中感到興趣和樂趣，讓學習者在遊戲中有更進一步行為，而能容易地選擇參與遊戲學習的活動，並朝解題的目標邁進，且更加積極地追求解題的活動。若學習者的能力無法解題時，遊戲將無法繼續進行，無法達到學習的目的。這時學習者可以選擇利用鷹架來引導學習，降低學習的難度，指引學習者朝正確的方向來思考，使學習者因此有更多的興趣來參與解題任務，他們也願意對解題投注更多的時間，積極追求更具挑戰性的活動。如此鷹架將使不同程度的學習者都自發性的回到遊戲當中，並盡最大的努力來參與遊戲中的解題任務。

3.系統回饋(System Feedback)

(1)遊戲中鷹架引導的學習：在遊戲的進行當中，若學習者對於題目無法解題，則可選擇鷹架的引導，會引發系統的回饋，簡化題目並引導學習者正確的學習方向，以利學習者的學習。

(2)遊戲中解題的過程及步驟：學習者在結束一題的題目之後，無論學習者是否正確回應，系統都會回饋完整的解答歷程，幫助學習者複習或反思的機會，增進學習者的學習。

三、鷹架(scaffolding)：教學者運用鷹架引導(scaffolding Guided)的觀念，將教學

內容分成若干細項，來簡化學習內容的難度；學習者可以依自己的能力來選擇適合自己程度的鷹架，這樣的方式可以符合不同程度學生的需求，讓他們能獨自解題，而從中得到成就感，因而增強學習者的信心及興趣。當然程度高的學習者也可能不需要鷹架的引導而解題成功，因此各種程度的學習者皆能順利且持續的進行遊戲式的學習。最終目的是讓每一位學習者，不論程度的高低，均能在遊戲中學習。

四、結果(outcome):學習結果包含二個部分，學習結果和學習者檔案，而學習者檔案的功用也就是原本遊戲式學習的任務報告(Debriefing)，也就是學習結果和遊戲的關係

1.學習結果(Learning Outcome)

單元學習後，學習者的學習結果。若沒達到學習目標，則依學習者檔案來分析學習者的學習歷程，來進行補救強化教學。反之則達到學習目標，將可進行下一階段的學習。

2.學習者檔案(Learner Profile)

學習者在玩遊戲的過程中，為了達到解題、求高分和同學競爭的目標，積極的和遊戲系統互動，而學習者的作答歷程，如鷹架的使用程度、題目答對與否和解題過程所花費的時間和分數等，都會透過程式將學習者的相關資料紀錄到對應的資料庫內，做為教師後續對學習者的分析使用。

五、補救及強化教學(Remedial and Strengthen Teaching) ：教師可以依據學習者的學習檔案，了解學生對題目的了解和作答狀況，若學生對教學的內容均已熟悉和了解，表示學習者已達到學習的目標，則可進行下一階段的學習。若有學生對於教學的內容仍感到困惑，針對學生感到困惑的部分進行補救教學，甚至在補救教學完後，可再進行遊戲式的學習，遊戲結束後，再看學習者的記錄檔，對學習者的學習狀況進行了解。而對於學習檔案中若學習者雖然答對，但卻使用了較多的鷹架或解題時間較長者，表示學習者對於解題仍不熟練，教學者亦可對針對這些學習者做「強化」的教學，讓學

習者對於解題能更進一步達到精熟的目的。

六、目標：(Objective):就是教學目標(Instructional Objective)。在經過一連串的遊戲式學習歷程，學習者可以學習到幾何概念的形成和學習興趣的提升。

本研究在遊戲中，所使用鷹架的引導對於學童發展學習能力上所能提供的支援包括：

1.引起學童的學習動機（ recruiting the child’s interest）；

遊戲的特性和鷹架的引導能引起學童的學習動機。

2.簡化問題以降低學習難度（reducing the degrees of freedom by simplifying the task）；

若學生無法依題意完成體積的計算，則可選擇利用鷹架的引導，提示出體積公式，將問題加以簡化，若學生還是無法完成解題，學生可以選擇再利用鷹架引導出底面積的公式，如此學生可依照自已的程度來簡化問題，降低學生學習的難度，讓學習者仍然願意停留在遊戲式的學習上。

3.保持學習方向（maintaining direction）；

學生若無法完成題目，則可利用鷹架的引導，不但可以簡化問題，並可引導學習者保持正確的學習方向。

4.強調學習事物的重點（highlighting the critical task features）；

學生若無法完成題目，則可以選擇利用鷹架的引導，來簡化體積的解題，並以圖示做重點的提示。引導學生完成遊戲中的題目。

5.協助學習者解決在學習過程中所面臨的挫折（controlling frustration）；

若學生在遊戲中對題目感到困難，無法完成題目，可以利用鷹架的引導，來簡化問題並降低學習的難度，降低學習者在學習中所面臨的挫折，使學習者在面對較難題目時，仍願意嘗試學習。若學生已選擇鷹架的引導，但仍無法協助學生完成遊戲中的題目，在每一題的最後都有完整的解題示範，讓學生能從中了解整個解題的過程，如此將有利於學習者在遊戲中解決類似的題目，達到學習的效果。

6.示範解決問題的途徑（demonstrating ideal solution paths）

無論學生是否能正確的完成遊戲中的題目，在每一題的最後，都會有完整的解題過程說明，來示範如何解題，若學生已能正確完成題目，則當作「複習」，加深印象。若學生無法正確完成題目，則當作是「學習」，以利學生的學習和遊戲的進行。

四、系統設計與實作

4.1 系統設計架構

本研究所使用的系統相關硬體、開發測試平台及軟體工具等如表 2所示，遊戲系統的開發主要是利用 Adobe Flash CS3 Professional 來當作遊戲畫面設計的工具，並配合其所提供的 Action Script 3.0 作為開發時所使用的程式語言。而進行實驗時使用的則是桌上型電腦搭配Microsoft Windows XP 作為作業系統的運行平台，並以Appserv中的Apache做為網站伺服器，提供遊戲運作的網站平台，並安裝Adobe Flash Player在瀏覽器內開啟網站上的教學遊戲。

表 2 開發、測試及實驗時的平台、工具和硬體設備

	開發及測試環境	實驗環境
作業系統	Microsoft Windows XP	Microsoft Windows XP
開發/執行工具	Adobe Flash CS3 Professional	Internet Explorer
開發語言/ 執行時所需套件	Action Script 3.0	Adobe Flash Player
網站伺服器	Apache web server	Web Client
網路環境	NAT 100M 區域網路	NAT 100M 區域網路
硬體設備	CPU：AMD ATHLON II X2 250 3Ghz RAM：DDRⅢ 1066MHz 2G	

本研究中的系統架構，依照其在系統中負責的功能不同，而劃分為以下數個部份，如圖 5所示。基本上分為三個區塊，包括「外部資料處理區塊」、「遊戲控制區塊」、「資料庫處理區塊」。外部資料處理區塊主要是在讀取外部資料，來更新遊戲的題目和畫面，而這些資料在題目轉換時，會使用這個區塊來更新畫面。遊戲控制區塊主要是控制遊戲的規則，學習者在遊戲的過程中和遊戲的互動，並控制遊戲的進行。而資料庫區塊是對學習者的相關資料做讀取、紀錄

和更新的動作。以下則就區塊中的各個模組分別詳述之：

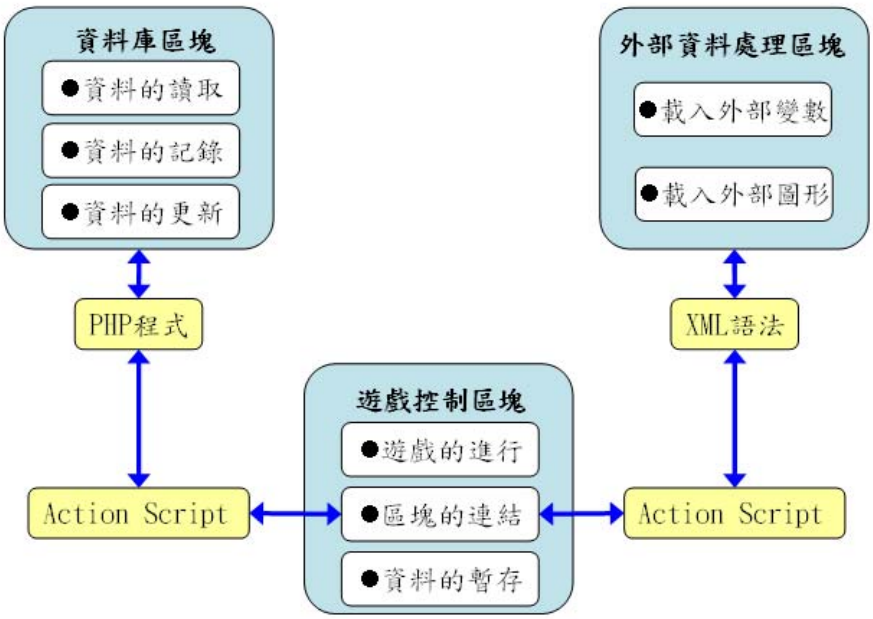


圖 5 系統模組架構

一、外部資料處理區塊：

此區塊中的主要功能為以 Action Script 的語法連結 Xml 讀取外部資料，並透過在系統載入時以此模組剖析並讀取。包含下列所述：

1. 載入外部變數：主要是將一些遊戲中可視需要動態調整的參數獨立放到一以 XML 為資料結構的檔案中，遊戲進行中若有需要載入題目時，便透過系統載入時來讀取。此方法使用 Action Script 的語法來和 XML 做連結相當容易，且有較佳的相容性和普遍性，只要符合一般 XML 的語法即可，故採用之。
2. 載入外部圖形：載入外部變數後，依其參數的位置，將遊戲中相關的圖形載入，例如主角、參考答案的圖檔和磚塊圖檔等，載入至適當的位置，完成後方可進行不同題目的遊戲式學習。

二、遊戲控制區塊：

此區塊主要的功能為控制遊戲的開始、系統對學習者的反饋、換題的時機和遊戲進行的規則等，包含下列所述：

1. 遊戲的進行：此功能負責監控遊戲的進行，學習者必需符合遊戲的規則，在遊戲中和系統互動，達到解題的目標。例如：用鍵盤的上、下、左、右鍵來控制主角的活動、利用滑鼠的左右移動來控制主角左、右移動和答對加分等。
2. 區塊的連結：此功能透過 Action Script 來和 Xml 和 PHP 程式溝通，來和外部資料處理區塊和資料庫區塊連結，載入、讀取相關的訊息和資料，以利遊戲的進行。
3. 資料的暫存：此功能負責暫時儲存學習者在遊戲中的的相關資料，以利在連結其它區塊時，傳遞相關的資料。如：遊戲分數、是否使用鷹架引導及各題解題的時間等紀錄。在還沒連結其它區塊前，將會暫存於遊戲的程式中。

三、資料庫區塊：

此區塊中的主要功能為以 Action Script 的語法連結 PHP 程式讀取 Mysql 資料庫資料，如下所述：

1. 資料的讀取：此功能負責遊戲在進行時，對學習者在資料庫的資料做讀取的動作。例如：學習者登入時的帳號和密碼認證的比對，及遊戲結束時的遊戲分數排行榜等。
2. 資料的紀錄：此功能負責在遊戲的過程中，學習者的學習歷程紀錄。例如遊戲中鷹架的使用，解題的時間和遊戲的分數等。
3. 資料的更新：此功能負責在遊戲的過程中，學習者的紀錄是否需要更新，例如學習者遊戲的分數在和資料庫比對後，若分數較高則更新資料、遊戲結束時的遊戲分數排行榜等。

4.2 遊戲介面及規則介紹

4.2.1 遊戲一倉庫番

利用數位遊戲的方式，加上鷹架的輔助和引導，讓學生學習到各式標準柱體的體積計算。題目的類型有正方體、長方體、梯形柱、三角柱和平行四邊形柱，每種類型的柱體都有二題，來協助學生複習。

主要的遊戲畫面如圖 6所示，主要有五個部分：

1. 題目區：學生依照題目的圖形，來依題意完成遊戲。
2. 提示區：當學生無法依題目完成遊戲時，學生可以按此圖形，利用鷹架的引導，得到進一步的提示。如：體積=底面積×柱高、底面積=邊長×邊長。
3. 時間區：為了防止學生漫無目的的亂玩，影響學習成效，因此設計時間區，時間從一百秒開始倒數。學生必須在時間內完成該題的遊戲，且剩餘的時間可以加入分數中。時間如果用完，該題就結束，將會顯示該題的完整解題過程。
4. 分數區：學生若未使用提示區的鷹架引導，就完成解題，可加四十分，如果學生使用一次鷹架引導，每完成一次可加二十分，使用二次鷹架引導，每完成一次可加十分，操作速度愈快，剩餘的時間就愈多，此剩餘的時間可以加入分數中。
5. 遊戲區：學生利用上、下、左、右鍵，在此範圍中推磚塊，並依題目將正確的答案推至藍色的方塊中。

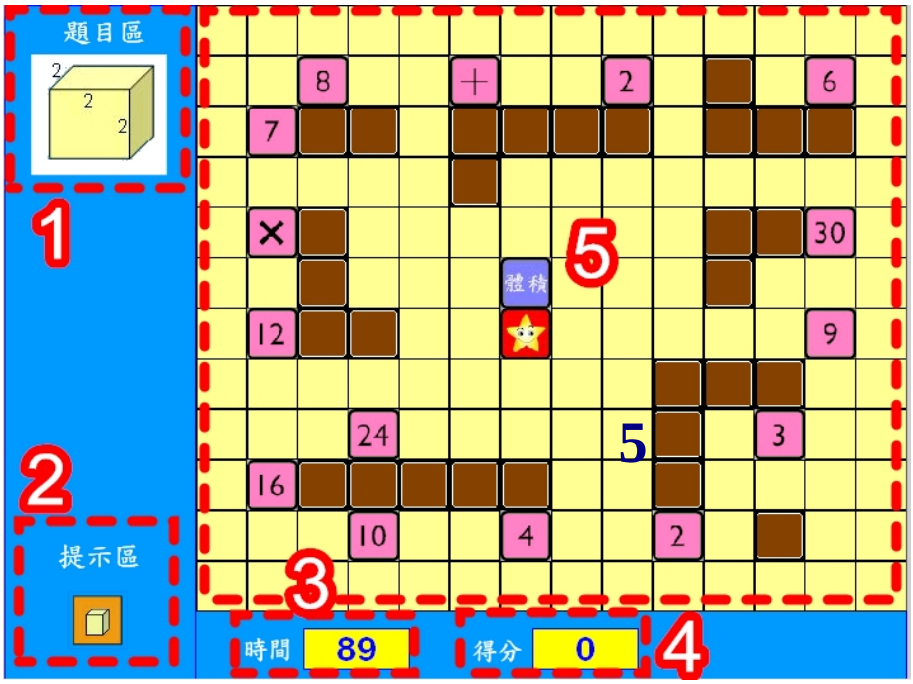
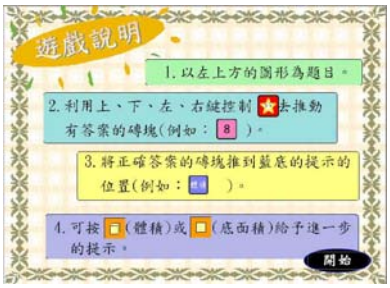
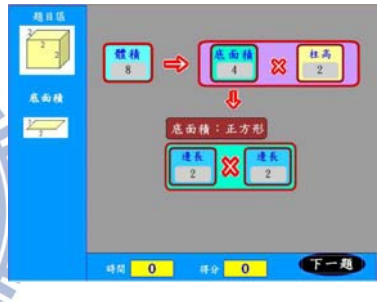


圖 6 遊戲一主畫面

遊戲狀態	遊戲流程說明	遊戲畫面
Step1 登入畫面	一開始會在資料庫建置學生的帳號、密碼、分數…等。遊戲一開始是登入畫面，學生依自己身分登入，並以此身分作為紀錄該名學生的學習歷程的依據。	
Step2 遊戲說明	若學生身分經驗證成功，學生會進入遊戲說明畫面，說明如何來進行遊戲。看完說明後，按右下方的「開始」按鈕，進入遊戲。	

遊戲狀態	遊戲流程說明	遊戲畫面
Step3 遊戲中	學生會進入遊戲的主畫面，進行遊戲式的學習。以上、下、左、右四個鍵來控制，將正確答案的粉紅色磚塊，推到藍色答案區內。若無法解題，可按下左下方提示區的，進一步引導學生解題。學生要在 100 秒之內完成該題題目。	
Step4 解題說明	學生完成遊戲中的一道題目或是時間結束後，就會來到示範畫面，將整個解題過程完整的呈現出來。之後按「下一題」按鈕，繼續下一題遊戲的進行。	
Step5 遊戲結束	當學生完成所有的題目之後，會跳到顯示得分的畫面，顯示學生的帳號以及遊戲結束後學生的得分。之後按下下方的「結束」按鈕，遊戲結束。	
Step6 排行榜	遊戲結束後，按下「看排行」按鈕，會將所有學生當中得分最高的前五名學生的帳號和分數列出，增加學生彼此間的競爭。若想要重玩亦可按下「再玩一次」的按鈕。	

4.2.2 遊戲二按寶石遊戲

利用數位遊戲的方式，加上鷹架的輔助和引導，讓學生學習到圓柱和複合立體圖形的體積計算。題目的類型有圓柱體、柱體的組合，圓柱有二題，複合立體圖形有五題，來協助學生複習。

主要的遊戲的畫面如圖 7所示，主要有六個部分：

1. 題目區：學生依照題目的圖形，來依題意完成遊戲。
2. 提示區：當學生無法依題目完成遊戲時，學生可以按提示區中紅色閃爍的方框，利用鷹架的引導，得到進一步的提示。如：體積=底面積×柱高、底面積=邊長×邊長。
3. 時間區：為了增加遊戲的趣味性，增加了時間區，且剩餘的時間可以加入分數中。時間如果用完後，時間部分則無法加分。
4. 分數區：學生若未使用提示區的鷹架引導，每接到一次正確的寶石可加四十分，如果學生使用一次鷹架引導，每接到一次正確的寶石可加二十分，使用二次鷹架引導，每接到一次正確的寶石可加十分，接寶石的速度愈快，剩餘的時間就愈多，此剩餘的時間可以加入分數中。

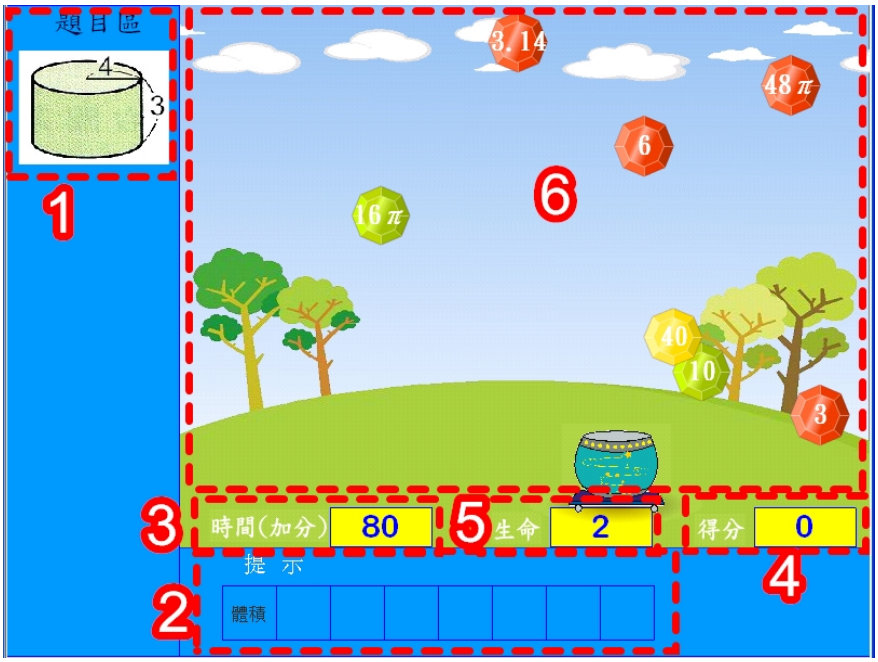
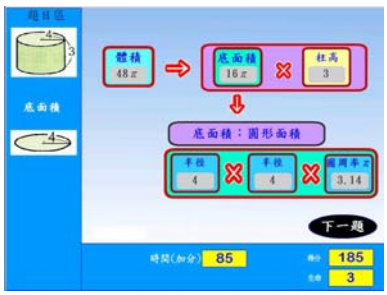
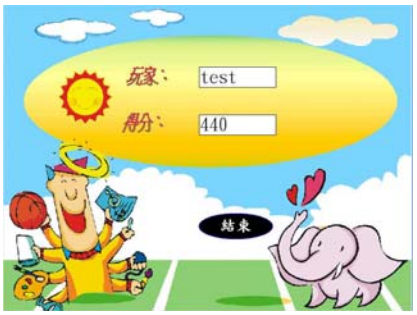


圖 7 遊戲二主畫面

5. 生命區：學生一題有三次接錯的機會，接錯三次寶石，則該題結束。

6. 遊戲區：學生利用滑鼠移動，在此範圍中玩接寶石的遊戲。

遊戲狀態	遊戲說明	遊戲畫面
Step1 登入畫面	一開始會在資料庫建置學生的帳號、密碼、分數…等。遊戲二開始是登入畫面，學生依自己身分登入。並以此身分作為紀錄該名學生的學習歷程的依據。	
Step2 遊戲說明	若學生身分經驗證成功，學生會進入遊戲說明畫面，說明如何來進行遊戲。看完說明後，按右下方的「開始」按鈕，進入遊戲。	
Step3 遊戲中	學生會進入遊戲的主畫面，來進行遊戲式的學習。依題意將下方紅色框框內的提示，將正確落下的寶石接住。	
Step4 解題說明	學生完成遊戲中的一道題目或接錯三次寶石後，會來到此畫面，將整個解題過程完整的呈現出來。之後按「下一題」按鈕，繼續下一題遊戲的進行。	

遊戲狀態	遊戲說明	遊戲畫面
Step5 遊戲結束	當學生完成所有的題目後會跳到這個畫面，顯示學生的帳號以及遊戲結束後學生的得分。之後按下下方的「結束」按鈕，遊戲結束。	
Step6 排行榜	遊戲結束後，會將得分最高的前五名學生的帳號和分數列出，增加學生間的競爭。若想要重玩亦可按下「再玩一次」的按鈕。	

五、實驗設計與研究結果

本研究旨在探討鷹架引導的遊戲式學習教材對於六年級學生在學習體積單元的學習成效，並蒐集遊戲式教學和鷹架的相關理論及文獻做為研究的基礎，訂定出研究的方法及實驗進行的架構，本章主要的內容說明分別是實驗流程與架構、研究設計、研究工具和研究結果。

5.1 研究流程與架構

依據研究目的蒐集相關理論和文獻資料後，將資料予以彙整，依據原理來設計單元教學教材，並根據所要探討的研究問題方向訂定出研究的流程，並確立本研究相關變數間的研究架構。

5.1.1 研究流程

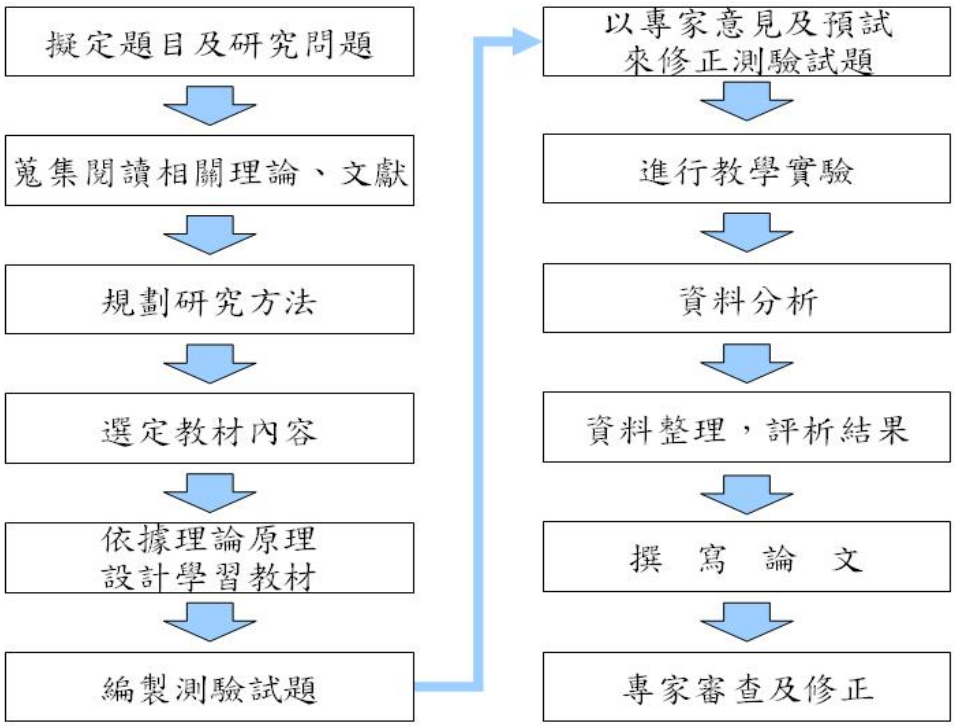


圖 8 研究流程圖

本研究先確認研究的主題，根據研究背景與動機，蒐集相關文獻和理論，規畫研究架構和研究方法，選定教學單元。並根據研究目的，研讀相關的軟體設計書籍，依相關理論原理設計遊戲式教材發展出以鷹架引導的遊戲式教材，並編製學習成效的前測和後測試題，來進行相關的教學實驗，在實驗過後蒐集相關的實驗數據，以SPSS來對實驗的數據進行分析和研究，歸納出研究的結果，最後根據研究的結果提出建議及未來延伸的發展方向，本研究之研究流程如圖8所示。

5.1.2 研究架構

本研究在探討鷹架引導的遊戲式複習對於學習成效的影響以及鷹架引導遊戲式複習的學習成效和鷹架的依賴程度(鷹架的使用次數)是否相關。實驗分成兩個部分進行。實驗一的研究中包含兩個自變項(鷹架引導遊戲式複習、傳統式複習)及一個依變項(學習成效)，將探討兩個自變項與一個依變項之間的影響情形。實驗二的研究中包含三個自變項(鷹架引導遊戲式複習、無鷹架引導遊戲式複習和傳統式複習)及一個依變項(學習成效)，將探討三個自變項與一個依變項之間的影響情形，並研究在鷹架引導式複習組的學習成效和鷹架的依賴程度(鷹架的使用次數)是否相關。

綜上所述，建立出本研究實驗之研究架構圖如圖 9所示。

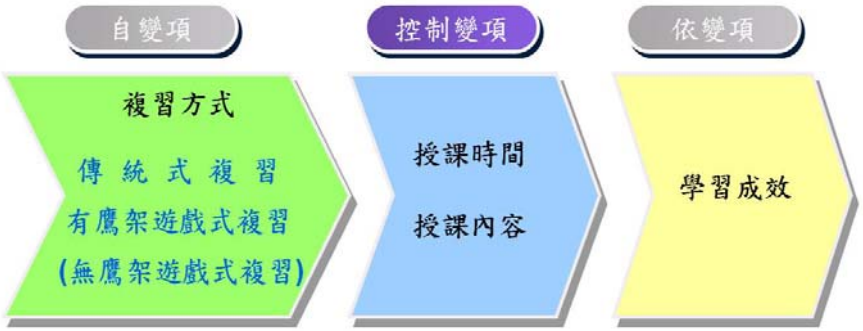


圖 9 研究架構圖

5.2 研究設計

本研究依據研究目的進行實驗，探討自變項和依變項之間的關係。在實驗的過程中，因受現實教學環境的影響，無法完全遵循實驗時選取樣本的原則，因此採用準實驗的方式來進行實驗，以下依實驗步驟、實驗設計、實驗對象、資料處理進行說明。

5.2.1 實驗步驟

本研究實驗一之驗實驗步驟，如圖 10，先選定教學單元，其內容為六年級的體積單元，再依據相關的理論原理來製作鷹架引導的遊戲式學習教材，並編製學習成就測驗試題，經專家意見和預試的結果來進行修正。學生在完成單元教學後，進行前測，依前測成績分成低分組、中分組和高分組，其比例為 27%、46%和 27%，再將每一個分組分成鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組，以前測成績做為鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組同質性檢測的依據，以SPSS統計軟體進行分析，檢視鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組是否符合同質性樣本，再以鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組分別進行二節課 80 分鐘的教學活動，在分組教學後進行後測，前後測的試題均為 10 題計算題，每題十分，測驗時間是前測和後測均為一節課 40 分鐘。在實驗結束後，蒐集鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組前、後測的成績數據進行SPSS統計分析，歸納出實驗的結果。

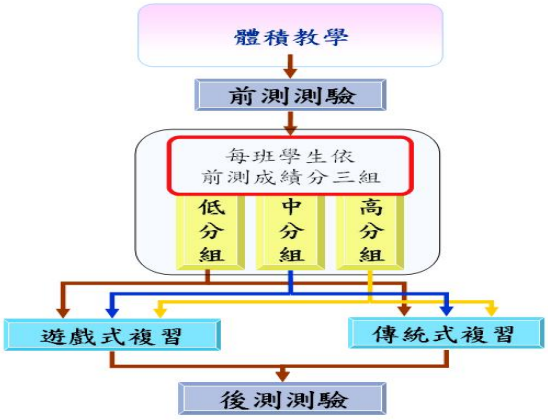


圖 10 實驗步驟

本研究實驗二之驗實驗步驟和實驗一相似，教學單元內容為六年級的體積單元，再依據相關的理論原理來製作鷹架式引導的遊戲式學習教材和無鷹架引導的遊戲式教材，學習成就測驗試題同實驗一。學生在完成單元教學後，進行前測，依前測成績分成低分組、中分組和高分組，其比例為 27%、46%和 27%，再將每一個分組分成鷹架引導遊戲式複習、無鷹架引導遊戲式複習和傳統式複習，以前測成績做為三組同質性檢測的依據，以 SPSS 統計軟體進行分析，檢視各組是否符合同質性樣本，各組分別進行二節課 80 分鐘的教學活動，在分組教學後進行後測，前後測的試題均為 10 題計算題，每題十分，測驗時間是前測和後測均為一節課 40 分鐘。在實驗結束後，蒐集各組前、後測的成績數據進行 SPSS 統計分析，歸納出實驗的結果。並將鷹架引導遊戲式複習學生在資料庫的作答歷程中，鷹架使用的總次數和學習成效為雙變數，二者以 SPSS 分析二者間是否相關。

5.2.2 實驗設計

本研究在實驗一和實驗二的實驗設計上有自變項、控制變項和依變項，分別說明如下：

一、實驗一：

1. 自變項：

(1)鷹架引導遊戲式複習：以國小六年級體積做為教學的內容，依據相關的理論和原理，以 Adobe Flash CS3 軟體以及 Action Script3.0 程式來製作二個鷹架引導的遊戲式教材，利用電腦教室的資訊設備及網路連線，來做為學生輔助學習的工具。

(2)傳統式複習：以國小六年級體積做為教學的內容，以一般傳統的學習方式在教室從事教學活動。

2. 依變項：

學習成效：在實驗的前、後，以編製的前測試卷和後測試卷，對學生做

前測和後測，蒐集前、後測的成績做為實驗數據，並以後測成績減去前測成績的數據，以 SPSS 統計軟體來分析，做為探討學生學習成效的依據。

3. 控制變項

(1)授課內容：

所有的學習者皆學習國小六年級體積單元。

(2)授課時間：

各組教學時間均為二節課，共 80 分鐘。

(3)授課教師：

參與實驗的 7 個班級，雖然任教的教師不同，但每班分別依低分組、中分組和高分組，平均隨機分配至鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組，因此鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組均包含 7 個班的學生，且傳統式複習的內容也以遊戲式教材的內容為主，故可大大降低不同教師複習所造成的差異。

(4)評量工具：

參與實驗的 7 個班級，均使用相同的前測和後測試卷，共二份學習成就測驗試題。

4. 實驗設計

本研究以學生分別用鷹架引導遊戲式複習和傳統式複習，分別來進行二堂課教學實驗，在教學前後實施教學前的前測和教學後的後測，以後測成績減去前測成績來比較鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組學生在學習成效上的差異。

二、實驗二：

本研究在實驗二的實驗設計上有自變項、控制變項和依變項，分別說明如下：

1. 自變項：

(1)鷹架引導遊戲式複習：同實驗一的教材，但多了將學習者的學習歷程紀

錄在資料庫中，做為分析之用。

(2)無鷹架引導遊戲式複習：和鷹架引導遊戲式複習類似，只是遊戲中完全沒有鷹架引導，只是單純的遊戲式複習。

(3)傳統式複習：以國小六年級體積做為教學的內容，以一般傳統的學習方式在教室從事教學活動。

2.依變項：

學習成效：在實驗的前、後，以編製的前測試卷和後測試卷，對學生做前測和後測，蒐集前、後測的成績做為實驗數據，並以後測成績減去前測成績的數據，以 SPSS 統計軟體來分析，做為探討學生學習成效的依據。

3.控制變項：

(1)授課內容：

所有的學習者皆學習國小六年級體積單元。

(2)授課時間：

各組教學時間均為二節課，共 80 分鐘。

(3)授課教師：

參與實驗的 4 個班級，雖然任教的教師不同，但每班分別依低分組、中分組和高分組，平均隨機分配至鷹架引導遊戲式複習組、無鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組，因此三組均包含 4 個班的學生，且傳統式複習的內容也以遊戲式教材的內容為主，故可大大降低不同教師複習所造成的差異。。

(4)評量工具：參與實驗的 4 個班級，均使用相同的前測和後測試卷，共二份學習成就測驗試題。

最後再將鷹架引導的遊戲式複習中學生的學習成效和遊戲中使用鷹架的總次數，將二者以 SPSS 做雙變數分析，分析二者是否相關。

四、實驗設計

本研究以學生分別用鷹架引導的遊戲式複習、無鷹架引導的遊戲式複習

和傳統式的複習，分別來進行二堂課教學實驗，以上三組，在教學前後實施教學前的前測和教學後的後測，以後測成績減去前測成績來比較三組學生在學習成效上的差異。最後再將鷹架引導的遊戲式複習學生的學習成效和遊戲中使用鷹架的總次數，將二者以 SPSS 做雙變數分析，分析二者是否相關。

5.2.3 實驗對象

基於教學實驗現場狀況及人力支援之方便性，依學校原有編制的班級來進行實驗，並依前測成績來做分組教學的活動。

實驗一對象為台中市某國小六年級七個班的學生，共 223 位學生。在每班學生上完體積單元課程之後，先實施前測，再依前測成績採 27%、46%、27%三個比例分成三組，每班均可分成低分組、中分組和高分組三組，每班再將這三組學生再隨機均分成鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組，如此七個班的學生每班均分成鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組，鷹架引導遊戲式複習組的學生帶到電腦教室，做遊戲式的教學活動。傳統式複習組的學生在原班級，做傳統式的教學活動。每組的人數分佈情形如表 3。

表 3 實驗一分組

班級代號 學習方式	1	2	3	4	5	6	7	合計
遊戲學習組	16	17	14	16	16	16	16	111
傳統式教學	16	18	14	16	16	16	16	112

本研究實驗二對象為台中市某國小六年級二個班的學生及基隆市某國小二個班的學生，台中市 61 位學生、基隆市 56 位學生，共 117 位學生。也是在每班學生上完體積單元課程之後，先實施前測，再依前測成績採 27%、46%、27%三個比例分成三組，每班均可分成低分組、中分組和高分組三組，每班再將這三組隨機均分成鷹架引導遊戲式複習組、無鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組，如此每班的學生都均分成三組，鷹架引導遊戲式複習組和無鷹架引導遊

戲式複習組的學生帶到電腦教室，做遊戲式的教學活動。傳統式複習組的學生在原班級，做傳統式的教學活動。每組的人數分佈情形如表 4。

表 4 實驗二分組

學習方式＼班級代號	A1	A2	B1	B2	合計
鷹架引導遊戲式複習組	11	10	9	9	39
無鷹架引導遊戲式複習組	10	10	10	9	39
傳統式複習組	10	10	9	10	39

5.2.4 資料處理

將實驗前後所蒐集到的前、後測成績和資料庫中學生的作答歷程，以 SPSS 統計軟體進行統計分析，進行方式如下：

1. 探討不同的學習方式對學習成效的影響

   先以前測成績對各組做同質性檢定。再以不同的複習方式為自變項，以後測成績減去前測成績為依變項，以單因子共變數分析方法來分析實驗的結果。

2. 探討鷹架引導遊戲式複習對於學習成效的影響

   以鷹架引導遊戲式複習組的後測成績減去前測成績做成對樣本 t 檢定來分析實驗的結果。

3. 探討鷹架引導遊戲式複習組中學習成效和鷹架依賴程度是否相關

   以鷹架引導的遊戲式複習組後測減去前測成績做為學習成效，以遊戲中鷹架使用的總次數做為鷹架依賴程度，以雙變數分析實驗的結果。

5.3 研究工具

本研究依實驗設計步驟安排學生進行國小體積單元的鷹架引導的遊戲式複習教學課程。當實驗一 7 個班和實驗二 4 個班的學生完成體積單元教學後，即進行學習成效測驗，也就是前測，並依前測成績分成低分組、中分組和高分組，

其分配的比例分別為 27%、46%和 27%，而在低分組、中分組和高分組中，實驗一每一個分組再平均隨機分配為傳統式複習教學課程和鷹架引導的遊戲式複習教學課程。實驗二每一個分組再平均隨機分配為傳統式複習教學課程、無鷹架引導的遊戲式複習教學課程和鷹架引導的遊戲式複習教學課程。實驗一有二組，實驗二有三組分別進行體積單元的複習課程。複習課程結束後，立即進行學習成效測驗，也就是後測，並蒐集學習成效測驗前、後測的分數和資料庫中鷹架引導的遊戲式複習組的鷹架使用次數，做為實驗結果分析的重要資料。而本研究主要的研究工具為鷹架引導遊戲式複習教材、無鷹架引導遊戲式複習教材和學習成就測驗三項，茲分別說明如下：

1. 鷹架引導遊戲式複習教材：

   本研究的鷹架引導遊戲式教材是以國小六年級數學體積單元為教學的內容，此教材是以 Abobe 軟體公司所發行的動畫軟體 Flash 來製作，軟體的版本為 CS3，並利用軟體中的 Action Script 3.0 做為實驗教材的設計基礎，依鷹架和遊戲的相關理論來製作學習的教材，並結合 php 程式來連結 MySql 資料庫來進行學生登錄身分認證、相關遊戲歷程的記錄和資料庫相關資料的讀取等，都是透過它們來記錄。而學生可以透過電腦，藉由網路來連結遊戲教材進行學習，為了配合學校課程的安排，將遊戲式教材分成二個遊戲來進行教學，便於學校課程的安排和教學時間的利用。

2. 無鷹架引導遊戲式複習教材：

   和鷹架引導遊戲式複習教材類似，只是將鷹架引導的部分去除。為單純的遊戲式複習教材。

3. 學習成效測驗：

   本研究的學習成效主要是以學生在學習鷹架引導遊戲式單元教材之前的前測成績為評量的成效的基礎，再以學生學習鷹架引導遊戲式單元教材之後的後測成績是否和前測成績有顯著的差異存在。而前、後測的試題

是依據南一版本的國小六年級數學科體積單元的教學內容來編製，前測和後測的試題有 10 題計算題(如附錄)。試題在編製完成之後，請三位有豐富教學經驗的老師如表 5，做細部的修正，故有基本的專家效度。

表 5 專家教學資料表

	學　　歷	教 學 年 資
A 專家	國立屏東教育大學(屏東師專)	20 年
B 專家	國立彰化師範大學工教系	19 年
C 專家	國立台中教育大學(台中師專)	18 年

試卷在編製和專家的修正之後，接著以台中市某國中二年級已學過體積單元的四個班級來做試題的預試，二班做前測試卷的預試，二班做後測試卷的預試，其中前、後測回收試卷數分別為 53 份和 55 份，將前、後測成績以SPSS做內部一致性信度檢測，前、後測內部一致性信度Cronbach’s α 值分別為 0.827 和 0.888，皆大於 0.7，顯示前、後測試卷皆有良好的信度。如表 6

表 6 前測和後測測驗卷信度分析表

單元	Cronbach’s Alpha 值	項目的個數
前測卷	0.827	10
後測卷	0.888	10

表 7 前測和後測測驗試題難度與鑑別度

前測試卷			後測試卷		
題號	難度（P）	鑑別度（D）	題號	難度（P）	鑑別度（D）
1	0.79	0.5	1	0.84	0.4
2	0.75	0.625	2	0.75	0.667
3	0.85	0.5	3	0.82	0.533
4	0.87	0.437	4	0.84	0.4
5	0.87	0.437	5	0.76	0.667

前測試卷			後測試卷		
題號	難度（P）	鑑別度（D）	題號	難度（P）	鑑別度（D）
6	0.81	0.437	6	0.82	0.467
7	0.72	0.437	7	0.8	0.533
8	0.79	0.625	8	0.84	0.533
9	0.79	0.687	9	0.82	0.533
10	0.77	0.437	10	0.87	0.4
平均	0.801	0.4922	平均	0.816	0.5133

將預試蒐集前、後測成績以SPSS分析前測和後測試題的難度和鑑別度，如表7所示。前測和後測題目的平均難易度分別為 0.801 和 0.806，表示前測和後測題目的難度為中偏易。而前測和後測的平均鑑別度分別為 0.492 和 0,513，均大於 0.4。表示前測和後測的試題均有良好的鑑別度。

5.4 研究結果

本節主要是將實驗過程所蒐集到的前、後測數據，以 SPSS 軟體進行統計分析，分析自變項和依變項之間實驗前後的關係，以了解自變項的不同是否會對依變項造成影響，針對研究問題進行實驗的分析和探討，以了解自變項和依變項的變化和影響，並探究其可能的原因。

5.4.1 鷹架引導遊戲式與傳統式複習的學習成效分析

探究鷹架引導的遊戲式教學策略與一般傳統教學策略對於學生在體積求解的影響。

實驗一中鷹架引導遊戲式複習組與傳統式複習組的學生分別是 111 人和 112 人，如表 8 所示，且二組學生都在實驗前已上完積體單元的課程，並在課程結束後，實施數學成就測驗，也就是前測，並在實驗結束後實施數學成就測驗，也就是後測。再以SPSS軟體對蒐集到的數據做統計上的分析。

表 8 實驗一組別統計量

Group Statistics					
	實驗	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
後-前	傳統式	112	.36	13.750	1.299
	有鷹架	111	6.58	13.784	1.308

鷹架引導遊戲式複習組與傳統式複習組的前測成績以 Levene 法進行變異數同質性檢定，由表 9得知，檢定值為 1.988， p = 0.160 > 0.05，未達顯著水準，符合變異數同質性假設。

表 9 實驗一各組變異數同質性檢定

Test of Homogeneity of Variances			
前測			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.988	1	221	.160

再由變異數分析，由表 10得知檢定 F 值為 0.768， p = 0.382> 0.05，未達顯著水準。表示鷹架引導遊戲式複習組與傳統式複習組的學生在體積單元前測成績上並無顯著差異，推估鷹架引導遊戲式複習組與傳統式複習組的學生在體積單元的學習上無顯著差異。

表 10 實驗一各組在體積前測成績的變異數分析（ANOVA）

ANOVA					
前測					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	655.826	1	655.826	.768	.382
Within Groups	188636.551	221	853.559		
Total	189292.377	222			

以鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組為自變項，以後測成績減去前測成績為依變項，對兩組學生做獨立樣本t檢定，檢定結果如表 11，先以 Levene 法進行變異同質性檢定，由表得知，檢定值為.482， p = 0.488 > 0.05，未達

顯著水準，表二組學生的變異數相等，平均數差異考驗的t值應查看「假設變異數相等」列的數據。由表 11 得知t=-3.373，p=0.001<0.01，達顯著水準。且由表 8可知鷹架引導遊戲式複習組後測成績減去前測成績的平均分數為6.58，傳統式複習組後測成績減去前測成績的平均分數為 .36，鷹架引導遊戲式複習組明顯高於傳統式複習組，且因 p 值達顯著水準，表示此實驗中學生在體積單元的學習成效上，鷹架引導遊戲式複習方式優於傳統式複習方式，且有顯著的差異。

表 11 實驗一各組在「體積單元」的獨立樣本 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	Lower
後-前	Equal variances assumed	.482	.488	-3.373	221	.001	-6.219	1.844	-9.853	-2.586
	Equal variances not assumed			-3.373	220.971	.001	-6.219	1.844	-9.853	-2.586

*p<.01

實驗二中鷹架引導遊戲式複習組、無鷹架引導遊戲式複習組與傳統式複習組的學生均為 39 人如表 12，且三組學生都在實驗課程前已上完積體單元的課程，並在課程結束後，實施數學成就測驗，也就是前測，並在實驗課程結束後實施數學成就測驗，也就是後測。再以SPSS軟體對蒐集到的數據做統計上的分析。

表 12 實驗二組別統計量

Descriptives

score

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean Lower Bound	Upper Bound
傳統式	39	4.62	9.692	1.552	1.47	7.76
無鷹架	39	5.64	13.726	2.198	1.19	10.09
有鷹架	39	13.08	13.407	2.147	8.73	17.42
Total	117	7.78	12.873	1.190	5.42	10.13

三組的前測成績以 Levene 法進行變異同質性檢定，由表 13得知，檢定值為 2.027， p = 0.137 > 0.05，未達顯著水準，符合變異數同質性假設。

表 13 實驗二各組變異數同質性檢定

Test of Homogeneity of Variances

before

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2.027	2	114	.137

再由變異數分析結果，由表 14得知檢定 F 值為 0.141， p = 0.869> 0.05，未達顯著水準。表示三組的學生在體積單元前測成績上並無顯著差異，推估三組的學生在體積單元的學習上無顯著差異。

表 14 實驗二各組在體積前測成績的變異數分析（ANOVA）

ANOVA

before

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	211.966	2	105.983	.141	.869
Within Groups	85666.667	114	751.462		
Total	85878.632	116			

以三組為自變項，以後測成績減去前測成績為依變項，對三組學生做單因子變異數分析，檢定結果如表 15，由表 15得知F=5.399，p=0.006<0.01，達顯著水準。進一步分別對其中二組做分析，結果如表 16。

表 15 實驗二各組在前後測的變異數分析（ANOVA）

ANOVA

score

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1663.248	2	831.624	5.399	.006
Within Groups	17558.974	114	154.026		
Total	19222.222	116			

*p<.01

表 16 實驗二各組在「體積單元」的多重比較表

Multiple Comparisons

score
Scheffe

(I) group	(J) group	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
傳統式	無鷹架	-1.026	2.810	.936	-8.00	5.95
	有鷹架	-8.462*	2.810	.013	-15.43	-1.49
無鷹架	傳統式	1.026	2.810	.936	-5.95	8.00
	有鷹架	-7.436*	2.810	.033	-14.41	-.47
有鷹架	傳統式	8.462*	2.810	.013	1.49	15.43
	無鷹架	7.436*	2.810	.033	.47	14.41

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

由表 16得知鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組的p=0.013<0.05，達顯著差異，再由表 12得知二組平均進步分數分別為 13.08 和 4.62。表示此實驗中學生在體積單元的學習成效上，鷹架引導遊戲式複習方式優於傳統式複習方式，且有顯著的差異。

由表 16得知鷹架引導遊戲式複習組和無鷹架引導遊戲式複習組的p=0.033<0.05，達顯著差異，再由表 12得知二組進步分數分別為 13.08 和 5.64。表示此實驗中學生在體積單元的學習成效上，鷹架引導遊戲式複習方式優於無鷹架引導遊戲式複習方式，且有顯著的差異。

由表 16得知無鷹架引導遊戲式複習組和傳統式複習組的p=0.936>0.05，未達顯著差異。表示此實驗中學生在體積單元的學習成效上，無鷹架引導遊戲式複習方式和傳統式複習方式，二者之間無顯著的差異。

由實驗一和實驗二的結果得知，鷹架引導遊戲式複習方式優於傳統式複習方式，且有顯著的差異。

5.4.2 鷹架引導遊戲式複習的成效分析

實驗一中鷹架引導遊戲式複習的學生共 111 人，先以 SPSS進行前測與後測成績的相關檢定。由表 17可知，鷹架引導遊式複習組相關係數為.861，p=0.000<0.01 達到顯著水準，表示前測與後測成績有顯著正相關，可以作為成

對樣本，繼續進行成對樣本t檢定。

表 17 實驗一鷹架引導遊戲式複習組在體積單元前後測成績的相關檢定

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	後測 & 前測	111	.861	.000

*p<.01

鷹架引導遊戲式複習組在成對樣本 t 檢定結果如表 18，p=0.000<0.01 可知鷹架引導遊戲式複習驗組在前、後測成績上有顯著差異。

表 18 實驗一鷹架引導遊戲式複習組在體積單元前後測成對樣本 t 檢定

Paired Samples Test									
		Paired Differences							
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	後測 - 前測	6.577	13.784	1.308	3.984	9.169	5.027	110	.000

*p<.01

且如表 18，可知後測平均比前測平均高 6.577 分。由統計分析可知經由鷹架引導遊戲式複習有助於提升學生在體積單元的學習成效，且有顯著差異。

實驗二中鷹架引導遊戲式複習的學生共 39 人，先以 SPSS進行前測與後測成績的相關檢定。由表 19可知，鷹架引導遊戲式複習組相關係數為.867，p=0.000<0.01 達到顯著水準，表示前測與後測成績有顯著正相關，可以作為成對樣本，繼續進行成對樣本t檢定。

表 19 實驗二鷹架引導遊戲式複習組在體積單元前後測成績的相關檢定

Paired Samples Correlations				
		N	Correlation	Sig.
Pair 1	after & before	39	.867	.000

*p<.01

鷹架引導遊戲式複習組在成對樣本 t 檢定結果如表 20所示，

p=0.000<0.01 可知鷹架引導遊戲式複習組之前、後測成績有顯著差異。

表 20 實驗二鷹架引導遊戲式複習組在體積單元前後測成對樣本 t 檢定

Paired Samples Test

		Paired Differences							
					95% Confidence Interval of the Difference				
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	6.091	t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1	after - before	13.077	13.407	2.147	t	df	6.091	38	.000

*p<.01

且由表 20所示，可知後測平均比前測平均高 13.077 分。由統計分析可知經由鷹架引導遊戲式複習能提升學生在體積單元的學習成效，且有顯著差異。

由實驗一和實驗二的結果得知，鷹架引導遊戲式複習有助於提升學生在體積單元的學習成效，且有顯著的差異。

5.4.3 鷹架引導遊戲式複習的學習成效和鷹架依賴成度分析

實驗二中鷹架引導遊戲式複習的學生共 39 人，以 SPSS進行學習成效(後測成績減去前測成績)和鷹架依賴程度(使用鷹架的總次數)二者做雙變數相關分析如表 21。且Pearson相關係數為 0.534>0 表正相關，p=0.000<0.01 達顯著水準，可知學習成效和鷹架依賴程度二者有顯著正相關。

表 21 實驗二鷹架引導遊戲式複習組雙變數相關檢定

Correlations

		s_t	score
s_t	Pearson Correlation	1	.534**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	39	39
score	Pearson Correlation	.534**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	39	39

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

六、結論與建議

本研究以「鷹架引導的遊戲式學習」為概念，設計出二個以六年級體積課程為教學內容的遊戲式學習教材。藉由鷹架的引導來降低學習者學習教材內容的難度和挫折感，並以遊戲的方式來引起學習者的學習動機。讓學習者能有更多元的學習方式。根據實驗和觀察的結果歸納出結論，在對整個實驗的過程，提出具體的建議，做為日後研究的參考

6.1 結論

6.1.1 鷹架引導遊戲式複習在學習成效上明顯優於傳統式複習

由實驗一和實驗二結果得知，在傳統式複習和鷹架引導的遊戲式複習之後，後測減去前測的成績皆有所提昇，在經 SPSS 的統計分析後，鷹架引導的遊戲式複習與傳統式複習在提昇學習成效上有顯著差異，且鷹架引導的遊戲式複習進步的分數明顯高於傳統式複習。推測是因為遊戲的特性，使學習者願意花較多的時間遊戲上，加上鷹架的引導，提供正確的學習方向，使學習者願意花較多的時間和精神在遊戲式的學習之中。Go 和 Lee （2007）認為在遊戲式學習系統的設計上，學習者可與遊戲式系統進行互動，以形成一個良好的學習情境，也可使學習者感到興趣並持續性的在遊戲世界裡學習，以提升學習成效；Doyle(1986）指出鷹架是一種教學上的工具，經由正確的提示和引導，可以減少學習者學習過程中混淆的情況，進而促進個體的發展。

6.1.2 鷹架引導遊戲式複習對提升學習成效上有明顯的差異

由實驗一和實驗二的結果得知，在鷹架引導的遊戲式複習之後，以後測減去前測的成績做為成對樣本，經 SPSS 的統計分析後，鷹架引導的遊戲式複習

組在提升學習成效上有顯著差異。推測是因為學習者在學習的過程中，可以依照自己的程度，來選擇適合的鷹架來引導學習，降低學生的挫折，增加學習者的信心和學習動機，進而增進學習成效。遊戲式學習環境能激發學習者主動參與學習的動機並提高專注力，是自發性學習的良好環境 (Raybourn & Bos, 2005)；Wood, Bruner & Ross (1976)等三人認為鷹架是在學習上的所能提供學習者有效的支援，並指出這些由成人或專家所提供的學習支援，可以幫助學習者發展學習的能力。

6.1.3 鷹架引導遊戲式複習在學習成效上明顯優於無鷹架引導遊戲式複習

由實驗二結果得知，在鷹架引導的遊戲式複習和無鷹架引導的遊戲式複習之後，後測減去前測的成績皆有所提昇，經 SPSS 的統計分析後，鷹架引導的遊戲式複習與無鷹架引導的遊戲式複習在提昇學習成效上有顯著差異，且鷹架引導的遊戲式複習進步的分數明顯高於無鷹架引導的遊戲式複習。推測因為學習者在無鷹架引導的遊戲式複習時，因無鷹架的引導，全部都要靠自己解題，增加學習者的挫折和學習的困難。而鷹架引導遊戲式複習能在教學過程中給予適當的引導和支持，增進學習動機和學習成效。教學者使用電腦及相關軟體建構鷹架來引導學習者的學習，卻忽略了在學習者的學習過程中，要去瞭解、觀察學習者在學習過程中的學習狀況、並適時提供合適的支持，最後逐漸的拆除鷹架(Puntambekar & Hübscher, 2005)。

6.1.4 鷹架引導遊戲式學習在學習成效和鷹架的依賴程度有顯著正相關

由實驗二得知，在鷹架引導的遊戲式複習之後，以學習成效(後測減去前測的成績)和遊戲中對鷹架的依賴程度(使用鷹架的總次數)，以 SPSS 做雙變數相

關統計分析後，二者成顯著的正相關。推測對不同程度的學生，都使用相同的數位遊戲情境，這樣相同的學習情境無法適合不同程度的學生的學習，因而降低了學生的學習興趣，增加學生學習的挫折。必須在學習過程中，依學生的認知程度，給予合適的引導，降低問題的難度，增加學生學習的意願，進而增進學習的效果。鷹架所提供有一系列正確的引導及關鍵性指示，讓學習者能在此引導和指示下超越原有的認知層次（Wood, Bruner & Ross, 1976）。每一位學習者的認知程度不同，而遊戲中所提供的鷹架能適合不同程度的學生來使用，並依其程度提供每一位學生正確的引導和指示，讓每一位學生均能達到預定的教學目標。

6.2 建議

6.2.1 擴展研究地區及人數並將教材作縱向及橫向的擴展

本研究因只針對台中和基隆地區來做研究，未來可以擴展研究地區，就城鄉差距、年級等問題加以探討，增加結果的可推論性。後續可以針對數學領域作縱向加深和其它概念橫向加廣，也可當作其他領域開發設計遊戲式教材的參考。

6.2.2 發展更多類型遊戲

本研究所發展的遊戲只有二種，若能發展較多類型的遊戲，將更能吸學生的學習興趣，進而增進學習成效。

6.2.3 發展成遊戲式學習系統

本研究所設計之遊戲屬試驗階段，且受限於硬體和網路設備的不足，只能在學校的區域網路中進行實驗，方能順利進行。若是開放網路線上學習，讓所有學生來使用，人數一多，遊戲就會有停滯的現象發生，影響到學生的學習興趣。因此提升硬體的規格，讓學生能利用網路，不受時間和空間的限制，增進

學生的學習成效。

系統目前僅能透過研究者手動整理學生學習記錄。若能將學習遊戲設計成遊戲式學習系統，題目種類繁多且多樣，並有系統的建置資料庫的資料內容，利用相關程式將讀取學習者相關資料，利用表單的方式有條理、有系統的來彙整，能簡單、清楚、明瞭的呈現學生的學習歷程。不但教師可以很方便的從表單中，了解學生的練習情形，以及學習歷程，學生也能利用表單瞭解自己的學習狀況。教師就能針對學生感到困難、不瞭解的部份給予正確的指導或進行補救教學，使所有的學生都能達到預期的教學目標。

6.2.4 採用 3D 動畫的技術來製作教材

透過 3D 動畫高度的逼真模擬，有效真實的呈現立體圖形，對於學習必定更有幫助，且更能引發學習者的學習動機。

參考文獻

一、中文部分

谷瑞勉（譯） Laura E. Berk & Adam Winsler（ 原著 ）(1999), 鷹架兒童的學習:維高斯基與幼兒教育（scaffolding children's learning Vygotsky and early childhood education), 臺北: 心理.

吳慧珠、李長燦（2003)。Vygotsky 社會認知發展理論與教學應用。載於張新仁（主編)，學習與教學新趨勢（105-157 頁)。台北：心理。

李偉旭(1999)。電腦遊戲學習軟體與內在動機因素－以英語幼教光碟的學習為例。國立台灣師範大學資訊教育研究所碩士論文。

尚俊杰，莊紹勇，李芳樂，李浩文（2006)。網絡遊戲玩家參與動機的實証研究。全球華人計算機教育應用學報。4(1&2), 65-84.

洪榮昭、劉明洲(1982)。電腦輔助教學之設計原理與應用，台北：師大書苑。

張春興(1996)。教育心理學：三化取向的理論與實踐。台北市：台灣東華書局。

陳定邦(2004)。鷹架教學概念在成人學習歷程上應用之研究。國立台灣師範大學社會教育研究所博士論文，已出版，台北。

連韻文（2007)。鷹架理論在數位學習環境的應用與調整：探討中小學生歸納推理與幾何的學習--子計畫三:在數位與非數位學習環境中學童歸納推理能力的探討。行政院國家科學委員會專題研究計畫(報告編號:NSC 95-2524-S-002-001)，未出版。

單文經（2001)。由若干亞太國家的教育發展談起。教育資料與研究，43 期，39-44。

楊文貴、吳桂芳、卓良芬、周佳信、姜貞竹、徐淳鈴、陳淑珠、陳靜萍、黃美嬌劉雅鳳、鍾佩君（2003)。強化兒童的心智----以終身學習為導向的遊戲本位課程。台北：洪葉。

張靜嚳（1999)：國中學習低成就班的數學雙環教學。科學教育學刊，七卷三期，頁 199-216。

蔡淑苓（2004)。遊戲理論與應用。台北：五南。

魏春蓮(2005)。資訊科技融入國小四年級學童立體展開圖學習之研究。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文。未出版。

蕭顯勝、伍建學（2003）。創造思考教學策略融入網路遊戲教學模式之建立。生活科技教育月刊，36（2），38-52

二、英文部份

Azevedo, 2005 R. Azevedo Using hypermedia as a metacognitive tool for enhancing student learning? The role of self-regulated learning Educational Psychologist, 40 (4) (2005), pp. 199 – 209

Barrows, H. S. & Tamblyn, R. M. (1980). Problem-based learning: An approach to medical education. New York: Springer.

Bart Rientiesa,Bas Giesbersb,Dirk Tempelaarc,Simon Lygo-Bakera,Mien Segersb,Wim Gijselaersb(2012) The role of scaffolding and motivation in CSCL. Computers & Education,59(3), 893 – 906

Berk, L. E., & Winsler, A. (1995). Scaffolding children’ s learning: Vygotsky and early childhood education. Washington, DC: National Association for The Education of Young Children.

Berk, L. E. & Winsler, A., (1997). Scoffolding Children’s learning: Vygotsky and early childhood education. Washington, DC: National Association for the Education of Young Children.

Bishop, A. J. (1989). Review of research on visualization in mathematics education. Focus on Learning Problems in Mathematics, 11(1), 7-16.

Bodrova, E. & Leong, D. J.(1996).Tools of mind: The Vygotskian approach to early childhood education. Ohio:Merrill

Bodrova, E. & Leong, D. J.(1998). Scaffolding emergent writing in the zone of proximal development. Literacy, Teaching and Learning,3(2),1-18

Bottino, R., Ferlino, L., Ott, M., & Tavella, M. (2007). Developing strategic and reasoning abilities with computer games at primary school level. Computers & Education, 49(4), 1272-1286.

Bruner, J. S. (1985). Vygotsky: a historical and conceptual perspective. In J. V. Wertsch (Ed.). Culture, communication, and cognition: Vygotskian perspectives (pp.21-34). NY: Cambridge University Press.

Chuen-Tsai Suna,Dai-Yi Wangb,Hui-Ling Chana(2011) How digital scaffolds in games direct problem-solving behaviors. Computers & Education,57(3), 2118－2125

Clements, D. H., & Battista, M. T. (1992). Geometry and spatial reasoning. In D. A. Grouws (Ed.), Handbook of research on mathematics teaching and learning, 420-464. New York: MacMillan.

Davis, E., & Miyake, N. (2004). Explorations of Scaffolding in Complex Classroom Systems. The Journal of the Learning Sciences, 13(3), 265-272.

Doyle ,W. (1986).Classroom organization management. In M. C.Wittrock(Ed.).

Dyson, A. (1990). Special educational needs and the concept of change, Oxford Review of Education, 16(1), 55-66.

Ellington, H., Adinall, E., &Percival, F.（1982）. A Handbook of Game Design. London: Kogan.

Fisch, S. M. (2005). Making educational computer games "educational", Paper presented at the Proceedings of the 2005 conference on Interaction design and children, Boulder, Colorado .

Freitas, S. D., & Griffiths, M. (2007). Online gaming as an educational tool in learning and training. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 535-537.

Garris, R., Ahlers, R., & Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. Simulation & Gaming, 33(4), 441-467.

Gee, J. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy.Computers in Entertainment (CIE), 1(1), 1-4

Go, C. A. L. & Lee, W. H. (2007). Digital Game-Based Learning:An Agent Approach.Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and ervices,4556, 588-597.

Groos, K. (1914). The Play of Man. New York: Appleton Century.

Greenfield, P. M. (1984). A theory of the teacher in the learning activities of everyday life. In B. Rogoff & J. Lave (Eds.), Everyday cognition: Its development in social context (pp.117-138).Cambridge, MA: Harvard University Press

Hannafin, M. ;Land, S. ;Oliver, K. (1999), Open learning environments: Foundations, methods, and models., In C. Reigeluth (Ed.), Instructional Design theories and Models, 115-140, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Huggins, B., & Maiste, T. （1999）. Communication in Mathematics. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 439016).

Jonassen, D., Peck, K., & Wilson, B.（1999）.Learning with technology: A constructivist perspective. Prentice Hall. NJ.: Englewood Cliffs.

Judith Ann, W. W. (1993). Weekend Report : A qualitative study of the scaffolding strategies used by a teacher of children with handicaps during a “sharing time” discourse event. Dissertation : University of Cincinnati.

Kebritchi, M. , Hirumi, A. , Bai, H. (2010) The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation . Computers & Education, 55(2), 427-443

Larkin, M. J. (2001). Providing support for student independence through scaffolded instruction. Teaching Exceptional Children, 34,30-36.

Malone, T.W.,&Lepper, M. R. (1987). Making learning fun:Ataxonomy of intrinsic motivations for learning.In R. E. Snow&M. J. Farr (Eds.), Aptitude, learning, and instruction: Vol. 3. Conative and affective

Morrison, G. R., Ross, S. M.,&Baldwin,W. (1992). Learner control of context and instructional support in learning elementary school mathematics. Educational Technology Research andDevelopment, 40, 5-13.

Owston, R., Wideman, H., Ronda, N. S., & Brown, C. (2009). Computer game development as a literacy activity. Computers & Education, 53(3), 977-989.

Palincsar, A. S., & Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. Cognition and Instruction, 1, 117-115.

Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. Computers & Education, 52(1), 1–12.

Piaget, J.(1962). Play, Dreams and Imitation in Childhood. Translated by C. Gattengo and F. M, Hodgson. N.Y.:Norton.

Prensky, M. (2001). Digital game-based learning. New York: McGraw-Hill

Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. ACM Computers in Entertainment, 1(1), 21-24.

Prensky, M. (2004). Digital Game-Based Learning, McGraw-Hill

Puntambekar, S., Hübscher, R. (2005) Tools for scaffolding students in a complex learning environment: What have we gained and what have we missed, In Educational Psychologist ,40 (1),1-12.

Raybourn E. M., & Bos N. (2005, April). Design and evaluation challenges of serious games. Paper presented at the Conference on Human Factors in Computer Systems (pp. 2049-2050) ,Oregon, USA

Rosas, R., Nussbaum, M., Cumsille, P., Marianov, V., Correa, M., Flores, P., et al.(2003). Beyond Nintendo: design and assessment of educational video games for first and second grade students. Computers & Education, 40(1), 71-94.

Salen, K., & Zimmerman, E. (2004). Rules of play: Game design fundamentals. Cambridge MA: MIT Press.

Sun, C., T , Wang, D.,Y., Chan, H.,L.,(2010). How digital scaffolds in games direct problem-solving behaviors. Computers & Education, 57(3), 2118－2125.

Sweller, J., Van Merrienboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. Educational psychology review, 10(3), 251-296.

Vogel, D., & Klassen, J. (2001). Technology-supported learning status, issue and trend. Journal of Computer Assisted Learning. 17, 104-114

Vygotsky, L.S. (1986).Thought and language.(A. Kozulin ed. and trans.). Cambridge, MA: MIT Press.

Wheatley, G. H. (1990). Spatial sense and mathematics learning. ArithmeticTeacher, 37(6), 10-11.

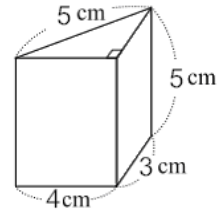
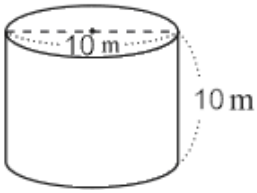
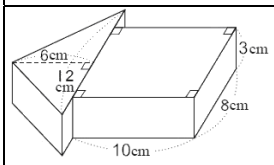
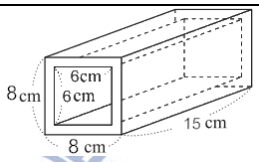
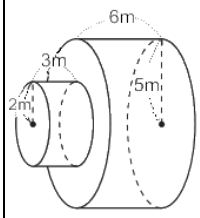
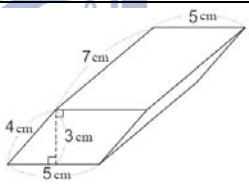
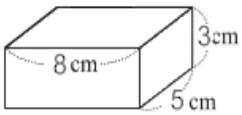
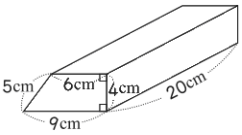
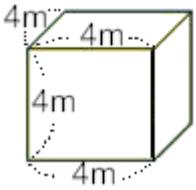
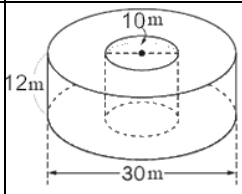
Wood, Bruner, & Ross,(1976). The role of tutoring in problem solving. Journal of Child Psychology and Psychiatry, 7, pp.89-100.

Zhang, M.,Quintana, C.,(2012) Scaffolding strategies for supporting middle school students' onlineinquiry processes. Computers & Education,58(1), 181－196

附　　錄

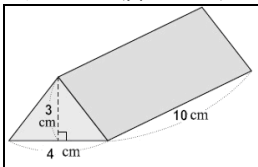
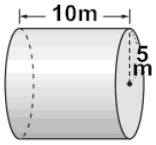
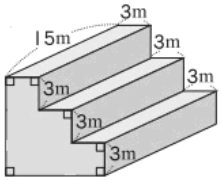
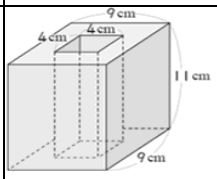
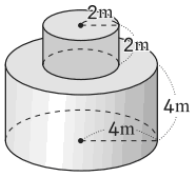
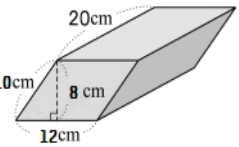
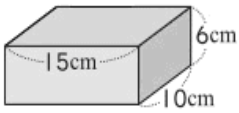
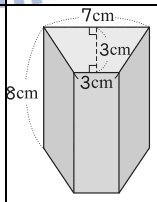
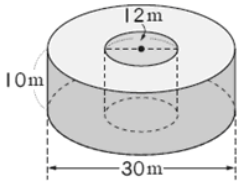
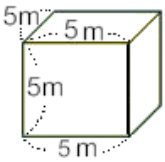
附錄一 學習成就測驗前測試卷

柱體體積　測驗卷　　班級：　　座號：　　姓名：

 求柱體的體積？	 求柱體的體積？
 求柱體的體積？	 求柱體的體積？
 求左圖的體積？	 求柱體的體積？
 求柱體的體積？	 求柱體的體積？
 求柱體的體積？	 求柱體的體積？

附錄二 學習成就測驗後測試卷

柱體體積　測驗卷　　班級：　　座號：　　姓名：

 求柱體的體積？	 求柱體的體積？
 求柱體的體積？	 求柱體的體積？
 求左圖的體積？	 求柱體的體積？
 求柱體的體積？	 求柱體的體積？
 求柱體的體積？	 求柱體的體積？