

國立交通大學

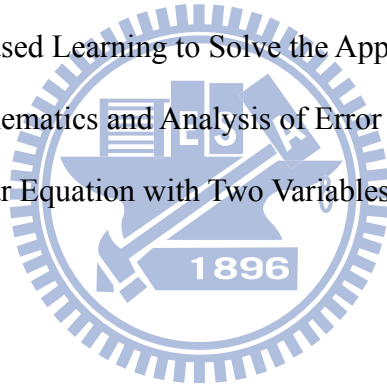
理學院碩士在職專班科技與數位學習組
碩士論文

引導式的遊戲式學習用於數學應用問題解題
與錯誤類型分析-以二元一次方程式為例

The Guided Game-Based Learning to Solve the Application Problems with

Mathematics and Analysis of Error Types

- Taking Linear Equation with Two Variables as an Example



研究生：陳錦儒

指導教授：陳登吉 博士

中華民國九十九年六月

引導式的遊戲式學習用於數學應用問題解題 與錯誤類型分析-以二元一次方程式為例

The Guided Game-Based Learning to Solve the Application Problems with
Mathematics and Analysis of Error Types

- Taking Linear Equation with Two Variables as an Example

研究生：陳錦儒

Student : Chin Ju Chen

指導教授：陳登吉 博士

Advisor : Dr. Deng-Jyi Chen

國立交通大學

理學院碩士在職專班科技與數位學習組



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 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年六月

引導式的遊戲式學習用於數學應用問題解題與錯誤類型分析-以二元一次方程式為例

學生：陳錦儒

指導教授：陳登吉 博士

理學院碩士在職專班科技與數位學習組

摘要

遊戲式的學習在教學上的應用日漸受到重視，也有很多的指出遊戲式的學習能有效提昇學習成效，但是目前的教學遊戲都著重於測驗而不是教學，是否能達到教學目標仍有待探討。

在數學的學習上，問題解決是非常重要的基本能力，在數學教學中，常以文字的應用問題訓練學生問題解決能力，而且學習應用問題的解題也有助於提昇學生的理解力及邏輯思考能力，另外根據眾多的研究指出引導式教學有助於提昇學生問題解決能力。

在本論文中，將引導式的教學理論結合遊戲式學習理論，發展三個引導式的遊戲來幫助學生學習二元一次聯立程式。以桃園縣某國中七年級三個班級的學生，共 92 人為研究對象，二個班級為課堂實驗組，在數學課去電腦教室，上機練習遊戲式的課程複習，一個班級為課堂控制組，採一般傳統式教學複習課程，三個班皆由同一位數學教師授課，且已學習完二元一次聯立方程式的課程。

在實驗前先進行前測，實驗課程結束後進行後測，收集實驗數據，進行研究分析，並在學生學習中紀錄學生的學習歷程，依此找出學生在數學學習中常犯的錯誤類型，最後針對常犯的錯誤，進行補救教學。

實驗結果顯示接受引導式的遊戲式學習的學習成效平均高於傳統式教學，但無統計上的差異，另外將學生依學習成就分成三組，低成就組在二元一次聯立方程式的學習成效，遊戲式學習優於傳統式學習，而中成就組在應用問題的學習成

效，遊戲式學習優於傳統式學習。

觀察使用遊戲式學習的班級發現，在學生用遊戲學習的情況下，前、後測成績有顯著差異，且後測平均高於前測平均，表示學生在使用遊戲進行學習有助於提昇學習成效。

在分析學生的學習歷程檔，發現學生在學習二元一次聯立方程式，容易犯的錯誤類型有，錯誤的運算規則、等量公理的錯誤使用、對二元一次方程式的意義不清楚及未針對答案檢驗其合理性。

關鍵詞：遊戲式學習、引導式學習、錯誤類型、二元一次方程式



Student: Chin Ju Chen

Advisor: Dr. Deng-Jyi Chen

Degree Program of E-Learning

College of Science

National Chiao Tung University

Abstract

The game-based Learning pays high regard day after day in the teaching application, also has many research to point out that can promote the learning efficiency. But didactical game in present put emphasis on examination rather on teaching, whether could achieve the teaching goal still to wait for discussing.

The problem-solving ability in mathematics study is very important basic capability. In math teaching often train student's problem-solving ability with application problem in word expression, and it will promote the student's ability in problem-solving and enhance student's arithmetic comprehension and being logical. Besides according to many researches still point out inducing-mode teaching can help student's problem-solving ability.

In the thesis will integrate inducing-mode teaching theory with gamed-based theory to develop three guided game-based learning that help students study linear equation with two variables. Take the three class of Taoyuan County's seven grade students, total as 92 objects of study, two classes are experimental groups, goes to the computer classroom in the mathematics courses, practice game's-like curriculum review; a class is the baseline group, picks the general traditional type teaching refresher course, three classes all teach by the identical mathematics teacher, and has studied the linear equation with two variables.

Carries on first before the experiment measured, after experiment end of course, after carrying on measured, the collection empirical datum, carries on the research analysis, and, in the student studies records student's study course, discovers the student according to this in mathematics study habitual criminal's wrong type, finally

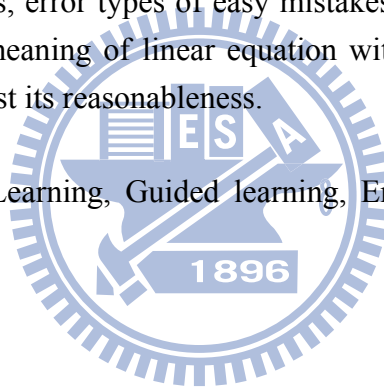
aims at habitual criminal's mistake, carries on the recovery teaching.

Experimental results show a guided game-based learning average of effect that is higher than traditional teaching, but it is no statistical difference. Furthermore student by learning achievement will be divided into three groups, and the low group in the linear equation with two variables of learning, game-based learning is superior to traditional learning, and the middle group in the application problems of learning, and game-based learning is superior to traditional learning.

Observed using games-based learning classes found in students learning the game situation. Test scores has the significant difference on pretest and post-test ,and post-test mean than pretest mean that students learn to use the game help to improve the learning outcomes.

Learning process in the analysis file, found that students in the learning of linear equation with two variables, error types of easy mistakes, errors of calculation rules, equal justice misuse, the meaning of linear equation with two variables is not clear and not for the answer to test its reasonableness.

Keywords : Game-Based Learning, Guided learning, Error Types, Linear Equation with Two Variables



誌謝

本篇論文可以完成，要感謝很多人的幫助，在為期兩年的研究所生活裡，得到了很多但也失去了一些，不過這是個令人難忘的生命旅程，終將成為我畢生難忘的一段時光。

首先要感謝指導教授陳登吉老師和孔崇旭老師諄諄教誨和細細指導，在學術研究上教導了我們如何做研究，尤其是孔崇旭教授每個禮拜舟車勞頓，遠從台中到新竹為我們指導論文的寫作並給予方向，讓我能順利完成研究及論文，還有黃世昆教授及賴阿福教授在論文口試時給予我嚴謹的指導與建議，讓我的論文能更加完善。

再來要感謝一起作論文的伙伴，黃建福同學、廖元鴻同學、洪詩玲同學及徐淑芬同學在我的研究過程中提供協助，大家一起經歷過這一段時間，彼此互相扶持及支援，滴點在心頭。

最後要感謝我的家人們和安齋，有你們的相伴與支持，讓我可以將心思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，真心感謝。

陳錦儒謹誌

中華民國九十九年七月



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.....	3
1.3 名詞解釋.....	3
1.3.1 遊戲式學習 (Game-Based Learning).....	3
1.3.2 引導式教學法 (Guided Teaching).....	3
1.3.3 學習成就 (Learning Achievement).....	4
1.3.4 錯誤類型 (Error Types).....	4
1.4 研究範圍與限制.....	4
二、文獻探討.....	5
2.1 遊戲式學習.....	5
2.1.1 遊戲式學習的意義.....	5
2.1.2 遊戲式學習模型.....	7
2.1.3 遊戲在教學上的應用.....	8
2.2 引導式學習.....	9
2.2.1 問題引導式學習.....	9
2.2.2 引導式發現教學法.....	9
2.2.3 以學生為學習的主體.....	11
2.3 遊戲式的學習系統.....	11
2.3.1 學習遊戲設計發展模式.....	11
2.3.2 學習系統建構.....	13
2.4 數學錯誤類型分析.....	14
2.4.1 代數學習在數學課程中的地位.....	14
2.4.2 解題研究.....	15
2.4.3 錯誤類型的相關研究.....	16
三、系統設計與實作.....	20
3.1 系統學習模型.....	20
3.2 系統實作平台及模組架構.....	22
3.3 遊戲介面及功能.....	25

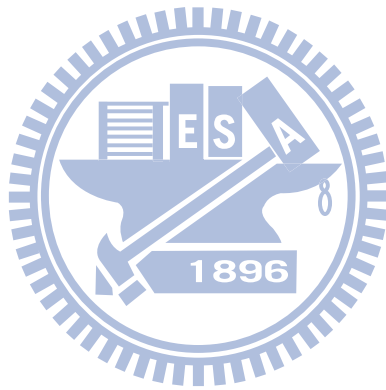
3.3.1 遊戲一射擊遊戲.....	25
3.3.2 遊戲二限時填空遊戲.....	27
3.3.3 遊戲三採蘋果遊戲.....	29
四、實驗設計與研究結果.....	31
4.1 研究流程與架構.....	31
4.1.1 研究流程.....	31
4.1.2 研究架構.....	31
4.2 研究設計.....	32
4.2.1 實驗步驟.....	32
4.2.2 實驗設計.....	33
4.2.3 實驗對象.....	34
4.2.4 資料處理.....	34
4.3 研究工具.....	35
4.4 研究結果.....	37
4.4.1 遊戲式與傳統式複習的學習成效分析.....	37
4.4.2 遊戲式學習的成效分析.....	41
4.4.3 數學錯誤類型分析.....	45
五、結論與建議.....	47
5.1 結論.....	47
5.1.1 遊戲式學習有助於提昇學生之學習成效.....	47
5.1.2 遊戲式學習對於不同程度的學生有不一樣的影響.....	47
5.1.3 歸納學生的學習錯誤類型.....	48
5.2 建議.....	48
5.2.1 擴展研究地區及人數並將教材作縱向及橫向的擴展.....	48
5.2.2 適性化設計並增加學習內容與遊戲方式.....	48
5.2.3 增加線上討論區與線上交談功能.....	49
5.2.4 發展成遊戲式學習系統.....	49
參考文獻.....	50
附錄.....	55
附錄一 學習成就測驗試卷.....	55
附錄二 錯誤類型分析資料表.....	59

表 目 錄

表 1 專注學習與遊戲設計元素的比較.....	6
表 2 開發、測試及實驗時所使用的平台及工具.....	23
表 3 實驗分組.....	34
表 4 專家教學資料表.....	35
表 5 測驗卷信度分析表.....	36
表 6 「二元一次聯立方程式」測驗試題難度與鑑別度.....	36
表 7 「應用問題」測驗試題難度與鑑別度.....	37
表 8 各組在「聯立方程式」平均成績的變異數分析 (ANOVA)	38
表 9 各組在「聯立方程式」的獨立樣本 t 檢定.....	38
表 10 各組在「聯立方程式」的組別統計量.....	38
表 11 各分組在「聯立方程式」的獨立樣本 t 檢定.....	39
表 12 各分組在「聯立方程式」的實驗統計量.....	39
表 13 各組在「應用問題」平均成績的變異數分析 (ANOVA)	40
表 14 各組在「應用問題」的獨立樣本 t 檢定.....	40
表 15 各組在「應用問題組」的組別統計量.....	40
表 16 各分組在「應用問題」的獨立樣本 t 檢定.....	41
表 17 各分組在「應用問題」的實驗統計量.....	41
表 18 實驗組在「聯立方程式」前測與後測成績的相關檢定.....	42
表 19 實驗組在「聯立方程式」前後測成對樣本 t 檢定摘要表.....	42
表 20 實驗組在「聯立方程式」前後測的統計量.....	42
表 21 實驗組在「聯立方程式」測驗分組成對樣本 t 檢定.....	42
表 22 實驗組在「聯立方程式」前後測的分組實驗統計量.....	43
表 23 實驗組在「應用問題」前測與後測成績的相關檢定.....	43
表 24 實驗組在「應用問題」前後測成對樣本 t 檢定摘要表.....	43
表 25 實驗組在「應用問題」前後測的統計量.....	44
表 26 實驗組在「應用問題」的分組成對樣本 t 檢定.....	44
表 27 實驗組在「應用問題」前後測的分組實驗統計量.....	44
表 28 遊戲式學習對於不同程度學生的學習影響.....	45
表 29 「一元一次方程式」錯誤統計量部份資料表.....	45
表 30 「應用問題」錯誤統計量部份資料表.....	46

圖目錄

圖 1 數位遊戲式學習模型.....	8
圖 2 線上遊戲式學習系統的發展模式.....	12
圖 3 建構式學習環境的原則.....	12
圖 4 系統學習模型.....	20
圖 5 系統模組架構.....	23
圖 6 遊戲一主畫面.....	25
圖 7 遊戲二主畫面.....	27
圖 8 遊戲三主畫面.....	29
圖 9 研究流程圖.....	31
圖 10 研究架構圖.....	32
圖 11 實驗步驟.....	33



一、緒論

1.1 研究背景與動機

隨著數位科技的進步，教室的教學活動也深受科技的影響，教學不像過往的局限，結合了現代科技，以往不易呈現的教材也有更多元的方式來進行教學，近來更受關注的議題就是利用遊戲吸引人的特性幫助學生學習，Deacon (2007)和Freitas、Griffiths (2007)的研究就是藉由遊戲讓學生不自覺地將時間投入在玩遊戲中，達到學習的效果。翁榮源和莊坤鴻 (2008)也認為學生在進入數位遊戲式學習之前，就對數位遊戲式學習抱持著好感，這使得數位遊戲式學習比其他類型的學習方式佔有更大的優勢。Papastergiou (2009)的研究結果亦指出，數位遊戲可以做為中學資訊教育的有效學習工具。

在平常的教學中常會碰到學生說數學是困難複雜且無趣科目，如果教學無法引起學生的學習動機，即使有再好的教材及教法也是無用武之地，所以引起動機是教學之初非常重要的關鍵，而遊戲的特性之一就是能夠吸引學生，利用電腦遊戲可以大幅增進孩童在數學上的學習成效和趣味。Kuo (2007)以數位遊戲式學習環境探討其對於國小學童在自然科的學習動機與成就，結果發現數位遊戲式學習可提升學習者的興趣。若能將遊戲和數學教材及教學法做適當的結合，相信遊戲式學習可以為學生的學習帶來好的改變。已經有大量的研究證實，運用電腦遊戲來進行輔助教學能提高學童學習動機、代數學習上的表現、增加閱讀能力、增進問題解決思考、策劃能力等 (游光昭，蔡福興，蕭顯勝，徐毅穎，2004)。

笛卡兒(Descartes)這位十七世紀法國偉大的哲學家、數學家，解析幾何的創始人說過：「一切問題都可以轉化為數學問題，一切數學問題都可以轉化成代數問題，一切代數問題都可以轉化為方程式，一切的問題均將迎刃而解。」，也就是說以問題解決與數學的角度來看，方程式在代數學的領域中扮演著重要角色 (Polya,1945)。對於國內中等學校數學教育來說，我們常以解決文字問題作為培養問題解決能力的重要方式，而代數概念是學生學習數學的一個關鍵點，亦是學生往後學習更高深的數學之基礎 (NCTM, 1988；Linchevski, 1995；Bastable & Schifter, 1998；王如敏，2004)。我們希望課程目標的達成，可以培養學生的演算能力、抽象能力、推論能力及溝通能力；學習應用問題的解題方法 (97年國民中小學九年一貫課程綱要)，由此可知培養學生思考應用問題的解題是學習數學

的重要事項，Schoenfeld(1985)亦指出「數學教學的原始目標，應使學生成為一位有能力的解題者」。

學生在學習解題的過程中需要邏輯及有順序的思考，而引導式發現學習可以在教學的過程的適當處給予適時的引導(Reiber, 1992)，教師若能藉由問題引導學生做較正確的思考，並且對整個教學情境加以控制減低錯誤的發生，就可以減低學生因失敗造成的挫折感（林寶山，1995）。蔡淑君和段曉林（2004）指出：隨著時代快速的變遷與需求，在一波波的科學教育改革中，從以往強調知識的記憶轉向強調學生學習解決問題的能力，而近三十年來各國專家均認為尋找問題、解決問題最有效的方法就是探究，而引導式教學可以提供適當的訊息，讓學生思考及探究。

目前很多的教學遊戲都著重於測驗而不是教學，如果只是為了使用遊戲來教學，沒有做適當的處理，遊戲式學習往往只流於形式未能達到教學的目的。遊戲讓學習增加了趣味，但不適合做為教學用，僅適合作為學習後的複習或增強物；數位遊戲式學習中的娛樂成分很高但教育內容卻過少，並不值得花時間去設計或使用這樣的遊戲（Prensky, 2001）。也有很多實驗都證明，如果只是簡單的使用遊戲，並不能確保學生掌握相應的內容和培養相關能力，所以在遊戲進行中或結束後，進行不斷的反思和總結才是一個比較好的解決方法（Thiagarajan, 1998）。設計遊戲方式，需花費時間於課程內容選定及教材製作(Gros, 2007)需讓學習者參與課程討論及規劃，運用此方式可瞭解學習者之學習需求（Robertson & Howells, 2008）。所以發展適當的遊戲來進行遊戲式學習是本研究所欲探討的方向之一。

數學教學中，常會遇到學生在學習的過程中產生學習上的錯誤，這些錯誤是學生常發生的迷失概念，而且又會影響到學生往後的學習，因此在數學教學上，教師需瞭解學生學習上的困難後，才能更進一步構想出適當的方式來引導學生建構正確的數學概念（Vergnaud et al., 1990；引自林清山；張景媛，1994）。目前有很多的學者進行錯誤類型的研究和探討，但使用的方法限於測驗結果分析、問卷調查及觀察法，耗費的時間非常的多。對於錯誤概念較常見的研究方法是結合紙筆測驗，再輔以訪談方式了解學生的錯誤概念。這種評估方法以學生個人為分析基礎，需花費大量的時間人工作業(陳嘉甄；陳慶彥，2009)。Treagust(1988, 1997)指出，雖然晤談法可深入探究學生的想法，但其具有耗時費力的顧慮。若能在一定的時間和花費一定的力氣進行錯誤類型分析，適時的提供學生學習參考，相信

學生可以在學習的過程中獲得相當的助益，所以如何有效進行數學的錯誤類型分析，了解學生學習困難和改善教學是本研究的研究動機。

1.2 研究目的與問題

基於上述的背景及動機，本研究設計了三個遊戲，目的在於，讓學生在遊戲的學習過程中，經由適當的引導，學會方程式的求解及應用問題的解題，並探討這些遊戲對學生學習成效及學習過程中產生的學習錯誤類型。

根據以上研究目的，提出的研究假設如下：

1. 實驗組學生在遊戲式學習後，與控制組學生在傳統式複習的學習成效上有差異。
2. 實驗組學生在遊戲式學習前後，學習成效上有差異。
3. 實驗組學生在遊戲式學習後，對學習數學有正面的態度。

為驗證上述研究假設，本研究設計一準實驗，觀察實驗組與控制組學生在不同的學習方式下，作實驗處理後的表現。

最後遊戲設計中，加入記錄學生學習歷程的功能，記錄學生的遊戲過程，可供以後錯誤類型的分析，並歸納找出國中學生在二元一次方程式的錯誤類型。

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) 是一種數位化的學習方式，亦是指將遊戲特性融入教學內容而建置的學習系統，提供學生輔助的學習工具，運用遊戲能引發玩家主動參與的特性，提升學習動機及學習成效。

本研究參考大量的文獻，歸納並整理出遊戲式學習的特性，並根據這些理論，設計出三個遊戲幫助學生學習國一數學的二元一次聯立方程式單元。

1.3.2 引導式教學法 (Guided Teaching)

引導式教學法，在於教學時老師的角色是學習的引導者與促進者，藉由問題來引導學生能循序漸進探索、發現所欲教授的數學概念。

本研究的引導式教學法，是根據引導式教學的精神和遊戲式學習融合，藉由引導式的遊戲式學習讓學生可以經由遊戲獲得知識。

1.3.3 學習成就 (Learning Achievement)

學習成就係指學生在學科學習之後所做的測驗之成果表現。

本研究的學習成效是指學生在研究者自編的「科學數學學習成就測驗」中，其前後測的成績表現，得分越高者代表學習成效越佳。

1.3.4 錯誤類型(Error Types)

在數學計算式中產生錯誤的步驟，依據其錯誤的關鍵處，分成幾種的類型稱為錯誤類型 (Kathleen, 1987)。

本研究所討論的錯誤類型，是經由本研究之「遊戲式學習」後，由記錄學生學習歷程的檔案中，分析學生常犯的錯誤之錯誤類型。

1.4 研究範圍與限制

本研究以國一數學「二元一次聯立方程式」作為「遊戲式學習」教材內容，希望將本研究的結果可以成為遊戲式學習教材編輯的參考依據，但因限於時間、人力及經費等問題，使得本研究結果運用受到以下幾點的限制：

- 1.本研究的實驗設計採方便取樣的方式，以桃園縣某國中一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一數學「二元一次聯立方程式」單元，所得之結果僅能推論國一數學「二元一次聯立方程式」單元之教學參考，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 遊戲式學習的意義

隨著時代的演變及資訊科技的進步，數位化的遊戲在現代人的休閒、娛樂生活和工作中，扮演了一個不可或缺的角色。

而何者可被稱為數位化的遊戲呢？

Prensky 定義出使遊戲能夠真正被稱為一個遊戲的六個關鍵要素（Prensky, 2001）：

1. 規則（Rules）
2. 目標（Goals or Objectives）
3. 產出（Outcomes）及回饋（Feedback）
4. 衝突（Conflict）／競爭（Competition）／挑戰（Challenge）／對立（Opposition）
5. 社會互動（Interaction）
6. 圖像（Representation）及情節（Story）

另外 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。

近年來，更有不少學者和研究證實數位化的遊戲能帶來正向的教育效果（Kirriemuir & McFarlane, 2004；Prensky, 2003；Squire, 2005；Deacon, 2007）。國內也有許多遊戲式學習（game-based learning）的相關研究（林富偉，2007；許扶堂，2007；簡幸如，2005），探討遊戲理論、分類遊戲、分析遊戲特性，期盼遊戲能提昇學生的學習成效與動機。正如 JISC（2007）廣泛的將之定義為使用遊戲來達到學習目的，這類的遊戲也可稱為嚴肅遊戲（serious games）。本文僅討論如何利用遊戲式學習來幫助學習。

Squire 提出一個重要的觀點：數位學習和遊戲的主要差別在於內容（引自 Gros, 2007）。數位學習強調教學內容且著重在理解文字的內容，而遊戲著重在經驗且能有效率的提昇概念學習、解決問題的能力和實際的參與。因此在設計學習遊戲時，以概念學習為主，將學習內容有系統的加入遊戲裡。遊戲可以提供趣味性及娛樂性，它同時有助於學習，Sandford 與 Williamson（2005）指出電腦遊戲

的教育潛力無窮，是值得受重視有效的學習工具，電腦遊戲可以營造一個理想的學習環境，其環境具有挑戰性，面對複雜狀況時，培養解決問題能力。Rosas（引自簡幸如，2005）等人整理出運用數位遊戲教學，對學習的正面影響主要有四：學習成效、認知能力發展、學習動機、學習專注力。

為了讓遊戲與學習充分結合，Dickey (2005)整理出可有效將遊戲設計套用在專注學習架構（framework of engaged learning）的方式如表 1。

表 1 專注學習與遊戲設計元素的比較

專注學習	遊戲設計
◇ 具體目標 (Focused goals)	◇ 具體目標 敘述故事 (Narrative) 角色特性 (Character roles) 玩家與遊戲角色的互動 各種觀點
◇ 有挑戰性的任務 (Challenging tasks)	◇ 有挑戰性的任務 設定 (Setting) 動作導向 (Action hooks) 資源導向 (Resource hooks) 戰略導向 (Tactical and strategic hooks) 時間導向 (Time hooks)
◇ 清楚且令人信服的標準 (Clear & compelling standards)	◇ 清楚且令人信服的標準
◇ 避免逆境導致早期失敗 (Protection from adverse Consequences for initial failures)	◇ 避免逆境導致早期失敗 角色扮演遊戲 (Role-playing)
◇ 對成果的肯定 (Affirmation of performance)	◇ 對成果的肯定 專注 (Hooks)
◇ 互動結盟 (Affiliation with others)	◇ 互動結盟 角色扮演遊戲 非玩家角色 (Nonplayer character)
◇ 新奇與多樣性 (Novelty & variety)	◇ 新奇與多樣性 故事橋段 (Narrative arcs)
◇ 選擇性 (Choice)	◇ 選擇性

資料來源：“Engaging By Design: How Engagement Strategies in Popular Computer and Video Games Can Inform Instructional Design” by M. Dickey, 2005

Woodrow Wilson 中心在 2002 年初步提倡嚴肅遊戲，且從 2004 年的嚴肅遊戲會議後，遊戲式學習領域的研究開始遽增，大多分為兩方面：

1. 數位遊戲 (digital games) 在數位素養 (digital literacy)、學習類型等的影響。
2. 將遊戲整合至學校以改善學習。

本研究屬於後者，利用適合的遊戲來達到學習目的，參考 Dickey (2005) 將遊戲設計套用在專注學習架構的原則，著重在將遊戲的元素與數學的教學活動結合來設計遊戲，期望能提昇學生的學習成效及興趣。

2.1.2 遊戲式學習模型

Garris、Ahlens 和 Diskell (2002) 學者結合有關教育性遊戲的文獻，提出一個 Input-Process-Outcome 的遊戲式學習模式(Game Model) 從圖 1 來看，此模式可從三個部分來看，首先是 Input 的部分，需要包含有教學內容及遊戲特性。在教學內容方面需針對不同科目設計相關學習內容，而在遊戲特性方面，結合奇幻性(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，使遊戲更加具有豐富性，引起學習者之學習興趣。接著從此特點引發遊戲循環，則進入 Process 部分，此部分包含有使用者判斷(User Judgments)、使用者行為(User Behavior)、系統回饋(System Feedback)。從使用者判斷來看，透過遊戲的方式，引發學習者學習興趣、享受遊戲帶來樂趣及建立學習者自信心，當學習者更感興趣涉及任務時，則進入使用者行為(User Behavior)，學習者會從遊戲中積極尋求挑戰性，並且持續於遊戲活動上，此行為結果引發系統回饋(System Feedback)，系統給予使用者互動回應。當遊戲學習循環結束時，提供任務報告(Debriefing)，其中任務報告主要是連結遊戲循環和學習結果，目的討論並檢討遊戲學習過程中錯誤地方，最後，達到學習成果 (Learning Outcomes)，而學習成果需要提升認知、技能和情意三個方面，以實現遊戲學習目標(Garris et al., 2002)。

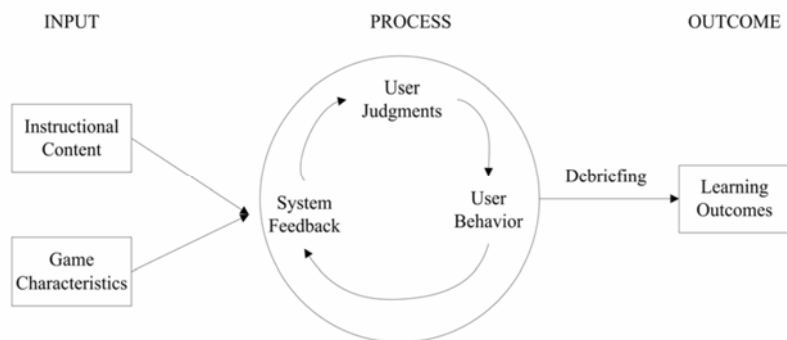


圖 1 數位遊戲式學習模型

資料來源：(Garris et al., 2002)

本研究參考此模型，加入引導式學習，教學內容以國一數學二元一次聯立方程式的單元為主，並依據遊戲的特性進行遊戲設計及另外設計符合本研究的遊戲式學習模型。

2.1.3 遊戲在教學上的應用

近年來數位遊戲方式學習的應用很多，國內外也紛紛出現數位遊戲方式學習的應用。例如國內的亞卓市遊戲學堂、階梯數位學院；加拿大有一個專門為兒童教育開發遊戲的公司 Inlight Entertainment、英國 Immersive Education Ltd 公司與劍橋大學合作，在中小學中廣泛應用的角色扮演(RPG)Kar2ouche 遊戲、美國 MIT 與 Microsoft Research 合作，成立 Games-to-teach，專門研究學習科技如何整合到現有的遊戲之中、韓國 2005 年第一款在 PS2 上自製的遊戲教學軟體 EyeToy EduKids 等（以上引述自田愛奎、楊瑛霞、夏天、張際平，2000；尚俊傑、莊紹勇、李芳樂、李浩文，2006；邱文淇，2006）。

香港中文大學資訊科技教育促進中心（CAITE）先後開發了《唐伯虎點秋香》、《農場狂想曲》和《4D》等教育遊戲，並進行了一系列的相關實驗研究。研究結果均顯示這些遊戲確實受到了學生的歡迎，也使學習變得更有興趣，並可以讓學生做中學，從而培養各種高階能力（尚俊傑、莊紹勇、李芳樂、李浩文，2006）。許扶堂（2007）為國小五年級弱勢學生將遊戲融入數學課後教學，結果顯示遊戲能提昇弱勢學生在數學課後學習的成就。許多教師在傳統教學不容易讓學生理解的課程內容，透過數位化的模擬遊戲可以解決這類的問題，同時也讓學生如同身歷其境般體驗生活上會遇到的困難，遊戲甚至能讓學生在他們只感受到獲得樂趣的同時，也學習到了一些知識或技術(Trotter,2004)。越來越多人期望能將遊戲應用在教學上，原因在於許多相關文獻都提到遊戲式學習帶給學生一些好的影響

(簡幸如, 2005; JISC, 2007; Maxwell, 2005), 例如: 學生會去探索所學以外的書籍和遊戲的創作者, 而且除了去閱讀來增長知識外, 他們也會和朋友、師長、家庭成員討論, 或到圖書館去尋找他們在學習過程中產生的問題的答案。

上述將遊戲應用於教學的例子說明了遊戲式學習對學生有正向的影響, 除提升了學習者的學習成效之外, 也增加了學習者的學習興趣, 更進一步的可以引發學習者自動自發的精神主動學習更多的知識。

2.2 引導式學習

2.2.1 問題引導式學習

問題引導學習是一種以學習者為中心的教育方法, 它不但是一種課程的組織方法, 也是一種教學策略, 更是一種學習的過程 (Barrows & Kelson, 1998; Torp & Sage, 1998)。問題引導學習因符合科學學習之假設-驗證的學習歷程, 以及符合建構論之以學生為中心之自我引導理念, 在未施予學習者任何教學前呈現問題, 由學習者主動進行問題解決的過程: 界定問題、釐清已有的、缺乏的資訊, 進一步匯整相關的資訊, 設定解決問題所需的學習內容與目標, 再經過假設、研究調查與驗證、不斷評鑑重整的過程, 理出問題可能的最佳解。學習者在學習的過程中扮演積極參與的問題解決者, 對於學習負有重要的責任, 主導整個學習的進行, 培養自我引導的終身學習技能, 問題解決能力、以及資訊管理與應用的能力, 教師則退居第二線, 成為學習者解決問題的夥伴, 擔任輔助、顧問、教練的角色, 儘從旁給予必要的協助。

綜上所述, 學習的過程是以學生為主教師為輔, 強調學生的主動學習和遊戲式的學習都以學生為學習中心相同, 教師在這樣的學習過程中, 盡量提供學生學習的幫助, 讓學生可以主動獲得及建構知識。

2.2.2 引導式發現教學法

引導發現式教學是教師以問題的方式與學生互動, 以生活化的問題指導學生由淺而深的方式發現重要的概念, 由一些舊有的經驗, 逐漸進入批判思考、綜合評價的學習活動, 並且教學須與實際生活相連結, 所以引導發現學習的教學活動是由傳統的規則條列式轉為更生動活潑、積極的學習 (洪榮昭、劉明洲, 1996)。引導式發現教學的特色是學生去發現問題、探討問題、解決問題並求得答案, 這種學習是一種有系統的探討能力的培養, 各階段均盡量給予科學思考的機會, 每

一思考階段都是一個接著一個發展，形成一種思考學習環，這種教學能夠訓練學生歸納邏輯思考。引導發現教學可以安排學生在「探究式」的情境中，提供學生主動與知識互動的機會而主動學習，藉由學生觀察資料、解釋資料、發現及推理的過程中，使學生有較多思考的機會及多樣化的學習，讓學生會思考學習內容的意義，修正知識架構中矛盾及不合理處，並且促進較高層次的批判思考與解決問題能力。這樣的學習與傳統的教學比較，學生參與學習的層面較深入，而學生參與的層面愈多，則學習愈多，使得學習的品質不再是表面上的學習，而是「有效、有意義」的主動學習知識。

Arthur (1997) 提出一融合建構論理念的引導式發現教學模式，並提出引導式發現教學應包括下列四個要素：

1. 邀請學生來學習 (invitation to learn)
2. 探索和發現 (exploration and discoveries)
3. 提出解釋與解決方法 (proposing explanations and solutions)
4. 採取行動 (taking action)

Arthur (1997) 也指出成功的引導式發現教學法需要考慮下列兩項因素：

1. 學生的先備知識

引導式發現教學法需由老師用問題引導學生的思考與學習，因此在教學的過程中，老師需時時掌控學生的想法以便能引導學生，因此在教學前了解學生的前備知識便是相當重要的事情。

2. 經過組織的經驗

雖然在引導式發現教學法裡，老師可以用發問引導學生思考，但最後的結果仍需要讓學生自己發現，因此教學活動需先經過教師嚴密的規劃和組織，才能讓學生經由教學活動來發現所欲教授的科學概念。

Arthur 和 Robert (1980) 指出引導式發現教學法的優點在於學生能學習到如何學習 (Learning how to learn)、學生能變成自我酬賞、自動自發、學習的效果更容易遷移、學習者變的需對自己的學習負較多責任等等。

引導式發現教學法的教學中，教師可以在教學的過程中設計情境、組織教材並利用問題引導學生的思考，讓學生自己思考、尋找問題的解答 (Arthur & Robert, 1975; Arthur, 1997; Marvin & Garry, 1999; 林寶山, 1991)。

引導式發現教學法不但符合建構論教學的理念 (Arthur, 1997; Marvin & Garry, 1999)，並且也能幫助學生做概念的改變。當然引導式發現教學法仍然有

其缺點，尤其是教學的過程中，由於需要有讓學生思考的時間，因此雖然有老師引導，但所用時間仍然比講述式教學法多。

上述在傳統的講述式教學法裡，教師教的多，但學生能保留的少；在引導式發現教學法裡，老師教的少，學生學習的遷移與保留的多，也就是說引導式發現教學法能讓學生獲得更有意義的學習。

2.2.3 以學生為學習的主體

而「以學生為學習的主體」的學習方式有以下特徵：(陳文典，2002)

- 1.以「主題」為單位之組合教材 採取以「議題的探究活動」模式來進行教學時，學生在分析及瞭解議題、研判議題性質和相關變因、進行探究活時思考處理問題策略、規劃並執行及成果檢核與評鑑。
- 2.以「學生」為主體之學習活動 議題可由所處的特殊環境來引發形成。一旦思考集中到某一議題且經過討論之後，一系列待答的問題就出現了，此時，討論分工和進行的方式，再由各小組各自負責處理。學生「主動性」的進行探究活動就形成了。
- 3.這是一種生活化的教育 生活上關心的問題或社會上關切的議題為探討的主題，這些問題與個人生活是息息相關的。因而感受到「學習」是切實有用的。
- 4.這是一種適性化的教學 「模組」的教學活動是以討論、共研策略、分工合作的方式來進行的。
- 5.這是一種符合「學習心理」的教學活動 生命的有機功能就是「成長」。成長不僅是生理上的新陳代謝，也包括有心智的開拓。「學習」即是一種心智的展拓活動。

本研究希望了解「以學生為學習的主體」的教學活動所產生的教學效果，以及在進行此種教學活動時，老師和學生所面臨的挑戰與問題。本研究採用將現有教材改編成「引導式教學」以符合「以學生為學習的主體」的教學精神。

2.3 遊戲式的學習系統

2.3.1 學習遊戲設計發展模式

依照教學系統設計模式及資訊系統的開發方法，歸納出分析、設計、發展及評估的四大階段來作為線上遊戲式學習系統的發展模式如圖 2。

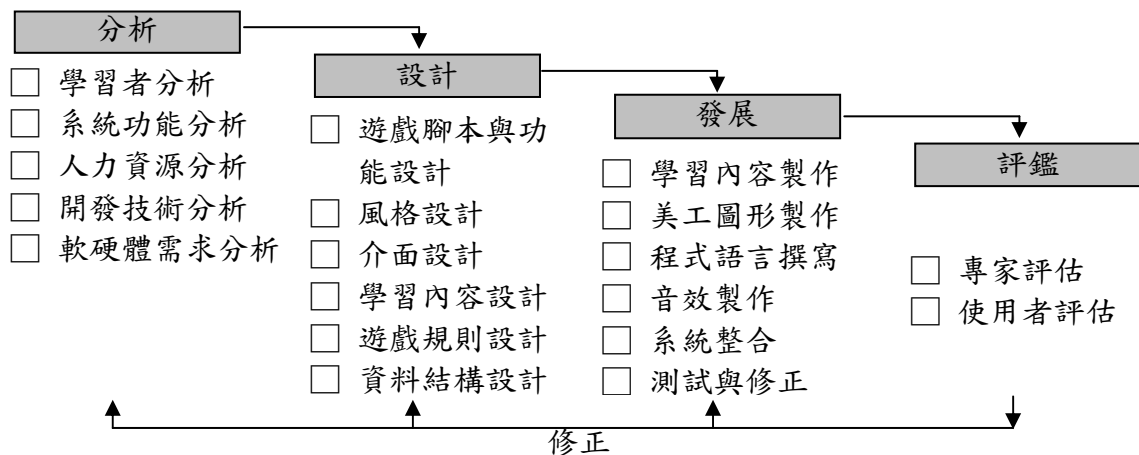


圖 2 線上遊戲式學習系統的發展模式

資料來源：蔡福興;游光昭;洪國勳,2004

遊戲的特性相當類似建構式學習環境的原則(DeKanter,2005)，如圖 3 所示，建構式學習環境的原則有八：主動的（操作的）、建構的、有意圖的、合作的、複雜的、會話的、真實情境的、反思的，Corbit(2005)也建議電腦遊戲與相關媒體應設計成符合建構式教育的用途。

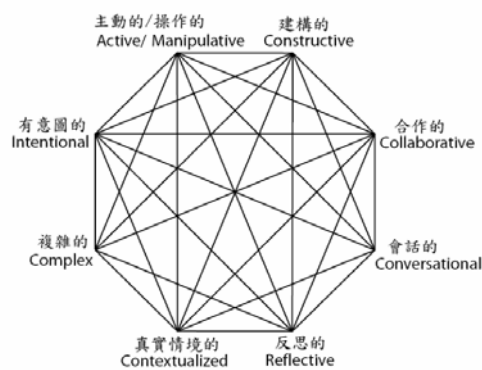


圖 3 建構式學習環境的原則

資料來源："Gaming Redefines Interactivity for Learning"by N. DeKanter,2005

教育遊戲可參考四點設計原則(Ma, Williams, Prejean, & Richard, 2007)：問題呈現、有幫助的策略與鷹架策略、形成性評量、代表學習者的遊戲角色，詳述如下：

- 1.問題呈現：可模仿一般商業遊戲的方式，以故事描述玩家所需解決的問題、以特殊的音效或音樂提示問題出現。
- 2.有幫助的策略與鷹架策略：在遊戲中提供可幫助學習的工具與策略並給予鷹架，結合學習理論將適合的學習策略融入遊戲，教師亦可成為幫助學生

解決遊戲問題的助力。

3.形成性評量：設計能量測學生學習效能的工具並提供回饋，記錄成績及學習歷程，除了讓學生能反覆練習外，也能讓教師了解學生的程度。

4.代表學習者的遊戲角色：是影響內在動機與對遊戲著迷程度的關鍵，可藉由增加學習者角色的能力，使之有更多的角色或任務可供選擇。

本研究即依照線上遊戲式學習系統的發展模式，進行遊戲整個前製到後製過程，再參照建構式的學習環境設計成符合建構式教育用途的遊戲，並依據四個教育遊戲的設計原則製作出適合學生學習的遊戲式學習系統。

2.3.2 學習系統建構

系統建構分為設計與技術兩個方面；設計方面包含課程設計與課程內容物件的設計，技術方面則利用遊戲編輯軟體或遊戲製作相關的軟體。

1.課程設計：徐國鈞（2002）認為在認知內容、情感內容、意志內容和行為內容裡，認知內容最適合轉為數位課程，例如：數學、語文等都屬於這一類，可藉由網路提供更多的媒體整合來增加學習興趣。而在設計的時候就要注意到有沒符合第二章提到的數位遊戲的特點。

2.物件設計：在設計物件的時候，要考慮到是否符合課程內容，針對不同族群製作不同的物件模型，以達到吸引使用者以及提高使用者興趣的目標，物件的好壞會直接反應在使用者身上，於是在設計的時候必須特別考慮過在開始製作。

3.技術支援：目前教學遊戲的開發通常是利用現成的遊戲編輯軟體，例如 Game Maker 教學遊戲設計軟體直接編輯遊戲式的學習教材(簡幸如, 94)。也有將教學內容套用到開發好的遊戲教學平台,例如將科學教育活動的設計，導入e-RPL (e-Role Playing Learning, 簡稱e-RPL) 學習平台的教學環境(何筱婷, 2007)。或者採用線上遊戲式的設計，主要分為三方面的設計;(1)前端(Client 端)設計使用Flash軟體做為遊戲動畫人物操作、學習教材、遊戲介面等的主要發展技術(2)XML 的資料傳遞標準化,使用 XML 文件格式來編寫,將Client 要傳遞的資料置入標準格式,Server 端則使用可解析XML語法功能,準確地將資料擷取出來。其傳遞間,因為有標準化的XML,降低了傳遞、接收時發生錯誤的可能性。(3)後端(Server 端)設計,使用asp或者php結合mysql或access做為資料庫後端設計。本研究即是採線

上遊戲式的設計方式。

本研究的課程是以數學的二元一次聯立方程式為學習單元，適合轉為數位課程，在物件的設計應考慮以對象為國中生為主的物件，讓學生能夠提高學習興趣，最後採線上遊戲式的設計模式設計教學遊戲。

2.4 數學錯誤類型分析

2.4.1 代數學習在數學課程中的地位

代數式的問題解決在幫助孩童數學與邏輯思考技巧方面已被證明是一種無價的工具，藉此種問題解決的方式能強化孩童對概念的理解，而且可提供其他的好處，像是從減少數學焦慮到增加分享的水平程度(Femiano, 2003)。Rojano (1994)對國中學生的代數思考的形成認為：青少年數學思考的轉變過程是(1)從算數到代數，(2)從個別的思考到一般化的思考，(3)從非形式化解題到形式化解，(4)從畫圖到圖形，(5)朝向代數思考。數學邏輯推理的訓練是數學教育的重要目標，對於國中學生而言透過代數的演練來訓練，可謂是最容易達成，因此代數思考的學習是國中數學課程的主軸。

文字符號的使用是代數學習的基礎。Kuchemann (1981)認為學生對文字符號是否了解是影響學生代數學者非常重要的因素，由於學生對文字符號意義詮釋的差異，而影響學生對問題解決的困難程度。研究發現學生若能完全了解文字符號的意義，則與後續學習（如方程式、多項式、應用問題）的成就有高度正相關。在解應用問題時，多數的學生的解題層次無法到達第一層次，可見多數學生在了解題意並把相關未知數用文字符號表達出來，這一初始階段已經出現極大困擾（王如敏，2004）。文字符號為中介的數學抽象概念，學生極不容易接受，若文字符號未能及時成為學生反應問題解決的工具，則無法真正連結文字符號與題意之間的訊息，間接使學生不當使用符號，也影響代數學習時使用的時機（王如敏，2004）。

Polya (1945)認為：從問題解決與數學的角度來看，方程式在代數領域中，扮演著非常重要的角色。謝夢珊（2000）以不同符號表徵未知數對國二學生解方程式表現之探討研究中，將造成不同表徵下解題表現的差異分為：對文字符號的認知差異、代數式的認知差異、等號的認知差異、解題策略的認知差異、解題程

序的認知差異與思考方式的差異，進而把影響解方程式的解題因素分成七類：(1) 運算符號的性質，(2) 運算符號的個數，(3) 運算符號與未知數的位置，(4) 未知數出現的次數，(5) 答案是否為整數，(6) 係數的大小，(7) 題目中是否有括號。

並歸納出三個學生能正確使用方程式三個因素分別為：

1. 對方程式的了解：包括能正確使用未知數符號，並了解其在方程式中代表的意義。
2. 正確的運算過程：能夠順利進行文字符號的運算、化簡與合併。
3. 具足夠的先備知識：能了解問題中語意與適當使用運算符號，並能對答案檢驗其合理性。

方程式是將一般日常生活語言的問題描述，以未知數符號、運算符號轉譯為數學語言的簡化形式，結合等量公理的運算法則，達到以形式化的方法使問題獲得解決的目的。Simon (1980)在其研究中發現學生缺乏了解代數是如何結合數學的關係式解得一個特殊解的概念，當題目取材至真實情境中時，學生似乎不能就真實世界的狀況來思考，而只把它當作是一種按題目做機械式的轉譯對應到代數步驟而已。

綜上所述，代數學習在數學學習中非常重要的，而代數學習過程如果讓學生產生迷失概念並感到學習困難時，會因其中部分環節學習的不完整，加大在數學學習成就上的差異，這便是學生數學學習感到挫折的原因，所以在代數的教學中必須注意這些有可能會造成學生學習困難的因素，並試著減少和排除這些不利的學習因素。

2.4.2 解題研究

Kilpatrick (1985) 指出想要成功解出一道複雜的數學題目，解題者須具備三種能力：擁有豐富且系統化的數學知識、能表徵並轉換問題的處理能力以及有控制系統能導引及挑選出有用的知識與過程。Mayer (1985) 提到解題方面時，強調數學學習不只是在求得正確答案解，更應該重視問題解決的歷程，否則，學生只會解決問題，但對數學的理解只是局部的，無法獲得完整的數學能力。在國內的解題研究中，楊金城(2004)對國一學生解數學文字題的研究分別以閱讀題目、問題分析、擬定計劃、執行計劃四個階段探究學生解題表現發現：低分組的學生因數學知識不足、較不會去注意關鍵字句、解題計劃不明顯、使用不當策略等現象。楊金城認為要成功解題解題者應包含：

1. 是否能瞭解及分析題意。
2. 是否能掌握解題的關鍵與發揮數學基模知識來辨別及決定題目題型該使用的解法和方向。
3. 是否能評估正確解題策略，清楚解題的步驟，。
4. 是否能覺知自己目前的解題狀況。
5. 是否能察覺解題歷程的錯誤與矛盾之處，及檢視目前使用的原理與性質是否正確。
6. 是否能預測此解題策略的可行性及評估未來的解方向與方法。
7. 否能評估自己對此題的解題能力。

綜上所述，要成功解題，解題者必須能瞭解及分析題意，從數學概念中辨別決定應該使用的解決方法，採用合適的策略，並能清楚知道目前自己解題的進度，並能檢視及修正錯誤，預測策略的可行性，作出適當的調整。

2.4.3 錯誤類型的相關研究

錯誤是學習過程的重要一環，不論教師在教課時怎樣用心，學生在解題時仍會出現錯誤(梁淑坤，1996)。不過，錯誤雖有其存在價值，但是並非每個學生都能修正自我的錯誤觀念。學生存有的錯誤想法如果沒有改正，將會干擾學生後繼的學習，進而影響以後的學習效果(Hewson, 1982)。

早期心理學家認為錯誤有兩種：一種是由於不小心做錯而產生，稱為疏忽(slips)；另一種是由於學習了錯誤的觀念或程序而產生的，稱為系統性錯誤(systematic errors)。由於疏忽是由於注意力被分散所導致的(Anderson & Jeffies, 1985)，它的產生被認為是不規則的，所以沒有引起太大的注意。通過對系統性錯誤的研究，可以加深對學習過程的認識，由此認識，又可以用來診斷學生的錯誤，以減少重覆犯錯的可能性(李芳樂，1993)。

犯錯是學習的必經階段，唯有通過錯誤，學生才能學習到正確的途徑與方法。蔡育霖(2005)對國一學生解一元一次方程式發生的錯誤主分類為：國小學習經驗與新經驗互相干擾、先備知識不足、運算規則不清楚、不了解題意或作出錯誤判斷、粗心大意，另外，雖然課本以等量公理說明運算規則，但學生普遍習慣以移項法則來解一元一次方程式。對於學生常「算」錯數學題目，教師、學生或家長，常將其歸類於「粗心大意」的籠統說法，沒有進一步去深究其發生的原因，只是要求作「更多的練習」，學生在解題過程會出現錯誤有很多因素是因為

部分知識的不完整，如語意、符號使用、訊息結構、運算規則的部份知識不足，使其解題產生錯誤。

Schwarzenberger (1984)認為錯誤有助於數學的發展並提出兩個論點：

- 1.錯誤有助於瞭解數學：錯誤會幫助教師讓學生瞭解數學的來龍去脈，而正確的論證卻經常不會。
- 2.錯誤可做為診斷的工具：錯誤能讓教學者了解學生的想法，錯誤並非是漫無目的的發生，每個錯誤的發生各都有其發生的理由。

此外，以下的研究都指出瞭解數學概念錯誤的原因能增進教學成效：

張景媛(1994)提到：數學教育心理學研究的是知識與錯誤概念間的關係，本研究也希望透過統整其錯誤類型，探討分析學生的解題策略及犯錯原因，冀望能提供學生有效的學習方法，教學者擬定補救教學方案的參考依據，協助師生共同解決問題。

黃敏晃（1998）認為，小孩的行為(包含不是由不小心而引起的錯誤在內)都是學習而來。而教育研究者的責任之一，就是找出小孩子錯誤行為背後的原因。因此，當學生犯錯時，應該找出其錯誤原因，再加以適當的引導。而郭丁熒(1992)在追根究柢談錯誤，有關學生錯誤的二十個問題中也認為將學生在科學學習中所產生的錯誤予以特徵化，做出學生錯誤性質及類型之分析，將有助於「有效教學策略」之設計。

因此國內外有許多學者提出了相當豐富的有關錯誤類型的論點，以下將就學生在解題過程中所產生的錯誤類型、錯誤原因兩方面來探討國內外學者的看法。

一、錯誤原因：

- 1.張鳳燕(1991)認為學生在接受數學、科學或其他教學之前，並不處於一張空白的思想狀態，而能就老師所教，完全加以學習。由認知心理學的研究結果，得知學生會主動建構或「發明」知識，此一「發明」會受到先前學習知識的影響。學生先前的學習對於其當前的學習，可能有正向的影響，也可能產生干擾，形成錯誤概念。
- 2.楊弢亮(1997)認為學生發生錯誤，主要原因是對概念、定理等理解不透彻和掌握的不正確、不完整。
- 3.Marz(1982)提出兩種錯誤形成的可能原因；第一，學生錯誤地使用一個法則。第二，學生在不恰當的時候使用不適當的法則。換句話說，學生對正確的規則做出錯誤的類化或過分的類化。學生學習代數時，有

時會因為能力不足，常會退回去用舊經驗去解決新的問題。

- 4.陳麗玲(1993)指出錯誤類型的原因可能是多方面的，導致學生錯誤的原因是錯綜複雜的，即使相同的錯誤，也可能是不同的訊息處理過程所導致。
- 5.蘇慧娟(1998)認為學生犯錯原因大致而言包括：(1)缺乏概念或概念不正確；(2)使用不適當或錯誤規則；(3)憑直覺或關鍵字作反應；(4)先前知識的固著；(5)新知識與舊經驗做錯誤的聯結或類推；(6)知識間的干擾混淆；(7)教師教學的影響。

二、錯誤類型：

- 1.Mayer(1985)將學生的解題錯誤分成三類：
 - (1)遺漏的錯誤(omission error)乃因對命題不能完整回憶的結果。
 - (2)細節的錯誤(specification error)是指在陳述句中，一個變數轉換到另外一個變數的能力不足所致，如公升改成公合。
 - (3)轉換的錯誤(conversion error)無法將關係句的形式轉換為陳述句的形式。
- 2.Kaput(1987)認為造成學生學習代數的困難有：
 - (1)處理型代數符號所隱藏的語法的領悟。
 - (2)缺乏對其他可能提供適當訊息的表徵的聯結。
- 3.李芳樂(1993)認為錯誤有兩種：一種是由於不小心做錯而產生，稱為疏忽；而另一種是由於學習了錯誤的觀念或程序而產生的，稱為系統性錯誤(Systematic errors)。疏忽是由於注意力被分散所導致的，它的產生被認為是不規則的，所以沒有引起太大的注意。系統性錯誤則被認為是由於某種錯誤知識，或是由於缺乏某些必須之知識而引起的，因此較受到研究者的重視。
- 4.九章出版社(1995)在「錯解辨析」一書中將學生的錯誤類型分為：
 - (1)由於概念不清產生的錯誤：包含概念實質模糊、混淆相似概念及循環定義概念等產生的錯誤。
 - (2)由於推理無據產生的錯誤：包含臆造定理、濫用法則、循環論證、論證不足及方法不對等產生的錯誤。
 - (3)由於忽視條件所產生的錯誤：包含忽視概念中的隱含條件、忽視使用的定理、公式、法則的適用條件、忽視取值範圍的變化、忽視約

束條件中的隱含條件、忽視條件的充分性與必要性、錯誤理解條件、遺漏或濫加條件、忽視結論特徵中的隱含條件、把給定的一般條件特殊化等產生的錯誤。

(4)由於考慮不周產生的錯誤：包含審題馬虎、形式套用、顧此失彼、忽視特例、以偏概全及檢驗不當等產生的錯誤。

綜上所述，運用學生思考的知識來教學，可以增進學生解題策略，教師更能瞭解學生學習的困難。這對教師和學生都有很大的助益。因為教師了解學生的能力後就採取適當的教學策略，增加教學信心；而學生因為教師態度的改變，也可以較輕鬆的方式學習。因此，幫助學生改正錯誤的概念是教師在教學時非常重要的工作。



三、系統設計與實作

3.1 系統學習模型

本研究依循 Garris 等人於 2002 年所提到的數位遊戲式學習模型 (Model of Game-Based Learning) 作為本系統的參考學習模型。

在原本的 Input-Process-Outcome 再加入 Control、Remedial 和 Objective，另外在 Control 下加入 Instructional，在 Process 下新加入 Game Content，在 Outcome 下新加入 Player Profile，在 Remedial 下加入 Remedial Teaching，最後在 Objective 下加入 Instructional Objectives，藉此模型說明在遊戲中各個階段裡本研究中相對應的設計，如圖 4 所示。

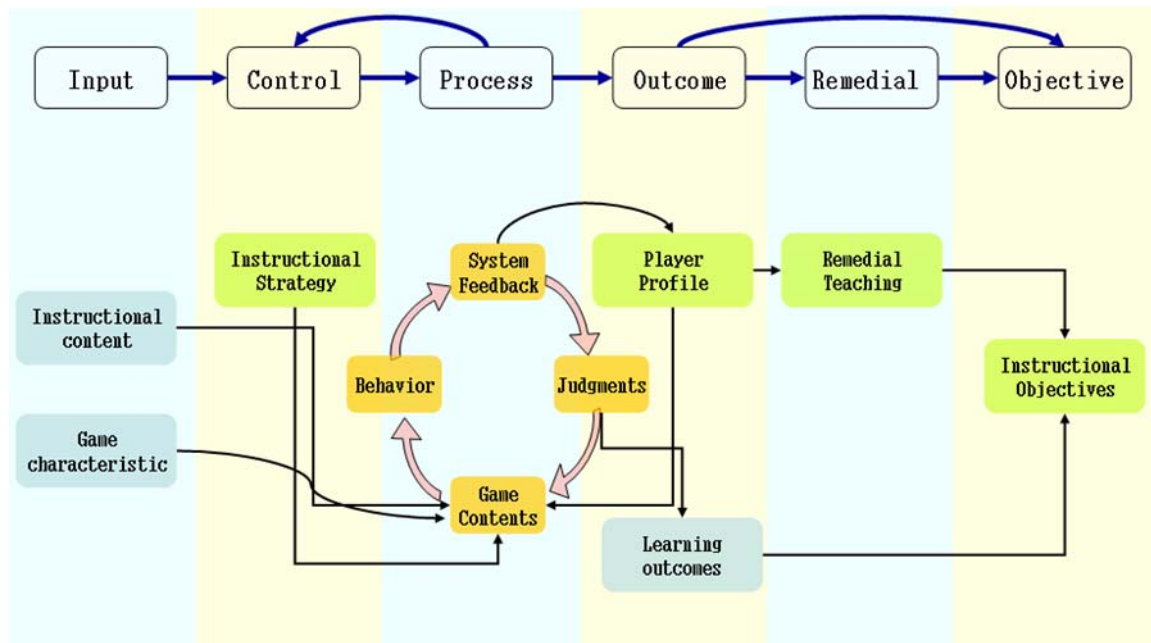


圖 4 系統學習模型

共包含了輸入、控制、處理、輸出、補救、目標等六個過程，茲分述如下：

一、輸入 (Input)

1. 遊戲特性 (Game characteristics)

在本遊戲的設計中，主要包含了下列不同的遊戲特性：

- (1)規則：包括關卡過關條件及時間限制。
- (2)目標：在一定的遊戲時間限制內，儘量完成引導式的任務，愈快完成分數愈高。
- (3)產出及回饋：包括遊戲中的各種提示訊息，以及答對答錯音效反應等並

依學習者的操作過程予以紀錄。

- (4)衝突／競爭／挑戰／對立：主要是必須在時間的限制下完成解題，並依分數排行和同學間有良性的競爭。
- (5)圖像及情節：主要是畫面及背景以可愛圖案及幽默的圖案呈現。
- (6)好奇心：遊戲中提供了三種不同的遊戲類型與玩家互動，可以讓學習者擁有一個探索的空間，引發學習者的好奇心。
- (7)掌控性：遊戲中關卡的成敗在於學習者解題經驗及速度，遊戲賦予了學習者一定的掌控程度。

2.教學內容 (Instructional content)

教學內容包含三個部份：

- (1)一元一次方程式的求解：內容有了解一元一次方程式的意義及求出一元一次方程式解的技巧，技巧包括基本的運算能力和等量公理及移項法則的運用。
- (2)二元一次聯立方程式的求解：內容有二元一次聯立方程式的意義及求二元一次聯立方程式解的技巧，技巧包括一元一次方程式的求解及加減消去法的運用。
- (3)應用問題的解題：內容有解應用問題的解題策略，包括先了解題目意思，假設，列方程式，求解，及最後對答案進行驗證。

二、控制 (Control)

1.教學策略(Instructional Strategy)

引導式教學：將引導式教學的特性和遊戲做結合，循序漸進式的引導學生在遊戲中獲得二元一次聯立方程式與應用問題解題的概念。

三、處理 (Process)

1.系統反饋 (System Feedback)

- (1)遊戲中引導式學習：從一開始的遊戲進行及最後完成遊戲，這些過程中系統都會回饋引導式的學習。
- (2)遊戲中解題的過程及步驟：學習者在結束一題目，系統會回饋完整的解題過程，提供玩家反思機會，回饋給學習者作為參考。
- (3)遊戲中答案的判定：遊戲中加入音效，答對及答錯有不同的音效，可以增加遊戲的趣味性。

2.判斷 (Judgments)

學習者在遊戲的過程中，會立刻獲得系統回饋的引導式學習，以及在遊戲過程中立即的正確答案及完整的解題過程，這將有助於學習者回想先前完成的動作，並當作下一次遊戲時參考。

3. 改變行為 (Behavior)

經過反思的過程之後，學習者為了得到高分以及可以和同學競爭，會努力尋找答案，便有可能改變他在遊戲中的解題方式，或者提昇解題能力，以更快速及更正確的方式，完成整個任務獲得高分。

四、輸出 (Outcome)

1. 學習成果 (Learning Outcomes)

學習經過不斷重覆得到系統回饋，學習者學習然後反思，在遊戲中可以得到樂趣及成就感，學習動機就有可能提昇，以及數學概念自我覺知後會有所改變，在反覆的練習過程中，學習者也有機會學到遊戲中設計的教學內容，學會方程式的求解及應用問題的解題。

2. 學習者檔案 (Player Profile)

遊戲中會紀錄學習者的成績及所有動作，供以後排序用，和日後錯誤類型分析的資料參考及建立學習者學習檔案，更進一步可以再回饋給系統，讓系統進行判斷再對學習者有迷失概念的部份，進行補救教學。

五、補救 (Remedial)

1. 補救教學 (Remedial Teaching)

根據系統紀錄學生學習歷程的紀錄檔，可以提供教師分析學生的學習錯誤類型，能在課後進行補救教學，更進一步能將系統設計成接收錯誤類型分析結果，要求學生重新再玩一次，針對學生錯誤的部分直接在遊戲中進行補救教學。

六、目標 (Objective)

1. 教學目標 (Instructional Objectives)

本研究的教學目標，是希望經由遊戲式的學習，能學會二元一次聯方程式求解，及應用問題的解題能力。

3.2 系統實作平台及模組架構

本系統所使用的相關平台及工具如表 2，其中主要是利用 Adobe Flash 8 Professional 來當作遊戲畫面設計的工具，並配合其所提供的 Action Script 2.0

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 作為運行的平台，並安裝 Adobe Flash Player 在瀏覽器內開啟。

表 2 開發、測試及實驗時所使用的平台及工具

	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 8 Professional	Internet Explorer
開發語言/ 執行時所需套件	Action Script 2.0	Adobe Flash Player

本研究中的系統模組架構，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「資料處理區塊」、「繪圖及控制區塊」、「資料更新區塊」等。資料處理區塊主要是在讀取及儲存各類外部資料，包括遊戲的參數、分數及遊戲中的行為紀錄等，而這些資料則會反應到資料更新的區塊之中。學習者在遊戲的過程中畫面會有不同的變化讓玩家判斷遊戲的進行狀況，而繪圖及控制的區塊負責處理這一部份，改變的結果也會適時的反應到資料更新區塊中的數個不同模組中。而資料更新區塊則就題目、環境、遊戲狀態等分別定時進行更新以反應到彼此之間。以下則就區塊中的各個模組分別詳述之：

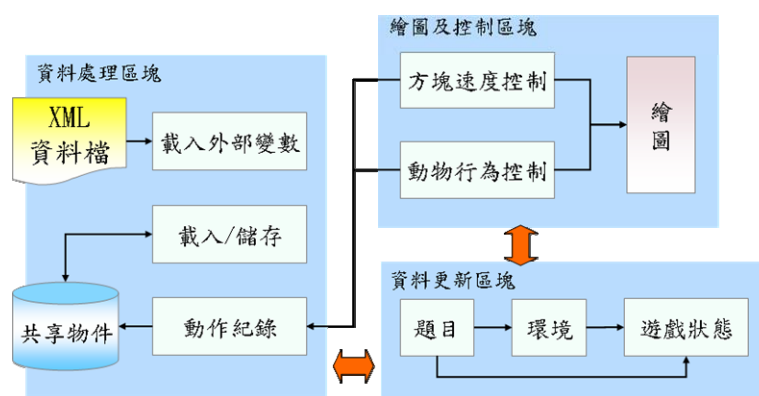


圖 5 系統模組架構

一、資料處理區塊

此區塊中的模組主要功能為外部資料的處理，包含如下所述：

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，並透過在系統載入時以此模組剖析並讀取。唯一具有結構化處理的方式就是將檔案存成符合 XML 規範的型態，再以其內建的函式進行擷取。而在此使用此方法也是因為其對此 XML 結構的檔案並無任何硬性規定，只要符合一般 XML 的語法即可，故採用之。

- 2.載入／儲存：Flash 基本上必須配合使用 Server-side 的語言才能進行資料儲存的動作，於是使用其類似瀏覽器 cookie 的 SharedObject 物件來存放遊戲的分數及遊戲狀態。
- 3.動作紀錄：此模組主要負責將學習者在遊戲中所有的遊戲行為都紀錄下來，包括點擊畫面中物件的次數，及輸入的字元，以供後續分析之用。

二、繪圖及控制區塊

此區塊中的模組負責接收指令並做出相對應的回饋，包含如下所述：

- 1.方塊速度控制：此模組負責處理方塊掉落速度的控制，並判斷是否結束遊戲。
- 2.動物行為控制：此功能負責處理所有動物相關的指令及資料，但如鳥飛行的速度及猴子爬樹的速度等等。
- 3.繪圖：此模組負責將其他的模組所處理過的訊息做最後畫面的計算、對齊及輸出等，確保所有呈現出來的部份都沒有問題。

三、資料更新區塊

此區塊中的模組主要在定時的更新各項資料，如下所述：

- 1.題目資料更新：此功能負責監控題目的進行，並更換題目。
- 2.環境資料更新：此功能負責更新遊戲畫面的狀況，例如鳥重飛，方塊重新掉落及猴子重新爬樹等。
- 3.遊戲狀態資料更新：此功能負責檢查遊戲的進行適時更新遊戲狀態，例如遊戲成功畫面或失敗畫面。

3.3 遊戲介面及功能

3.3.1 遊戲一射擊遊戲

遊戲目的：使用遊戲式學習幫助學生學習一元一次方程式。

遊戲的畫面如圖 6，主要有五個部分：

1. 題目區加引導式教學區：學生依照引導完成題目。
2. 飛行的鳥類：答案的選項會在此亂數呈現，學生需射擊正確答案。
3. 生命區：為了防止學生亂打，只有 3 次機會，用光後遊戲就結束。
4. 時間區：為了增加遊戲性特別加入時間，如果學生完成的速度愈快，剩下的時間就可以加入分數。
5. 分數區：學生只要答對一次加十分，完成一道題目時將剩下的時間加入總分。



圖 6 遊戲一主畫面

遊戲狀態	遊戲說明	遊戲畫面
Step1 遊戲開始	登錄遊戲，一開始會在資料庫先建立學生的帳號和密碼，學生依自己的身份登錄。	
Step2 遊戲開始	學生會進入主畫面，進行遊戲式學習。	
Step3 遊戲中	遊戲中結束一道題目，中間會將整個解題過程完整的呈現出來。	
Step4 遊戲結束	當學生使用完三次機會，或者做完所有題目後，會跳到這個畫面，出現玩家帳號及分數。	
Step5 遊戲結束	遊戲結束，會跳到排行榜，依照全部學生的成績列出前五名，讓學生有競爭的遊戲性。學生如果還想再玩，就可以按再玩一次按鈕。	

3.3.2 遊戲二限時填空遊戲

遊戲目的：使用遊戲式學習幫助學生學習二元一次聯立方程式。

遊戲的畫面如圖 7，主要有六個部分：

- 1.題目區：題目在方塊上，方塊會隨時間一直往下掉，當方塊碰到黃色區域時遊戲就結束，玩家須在有限的時間內完成題目，限制時間可以增加遊戲的挑戰性。
- 2.引導式教學區：學生依照引導完成題目。
- 3.作答區：學生依照引導式的學習，填入正確的答案。
- 4.答案區：此區會完整呈現解聯立方程式的過程，加強學生的學習。
- 5.時間區：為了增加遊戲性特別加入時間，如果學生完成的速度愈快，剩下的時間就可以加入分數。
- 6.分數區：學生只要答對一次加十分，完成一道題目時將剩下的時間加入總分。

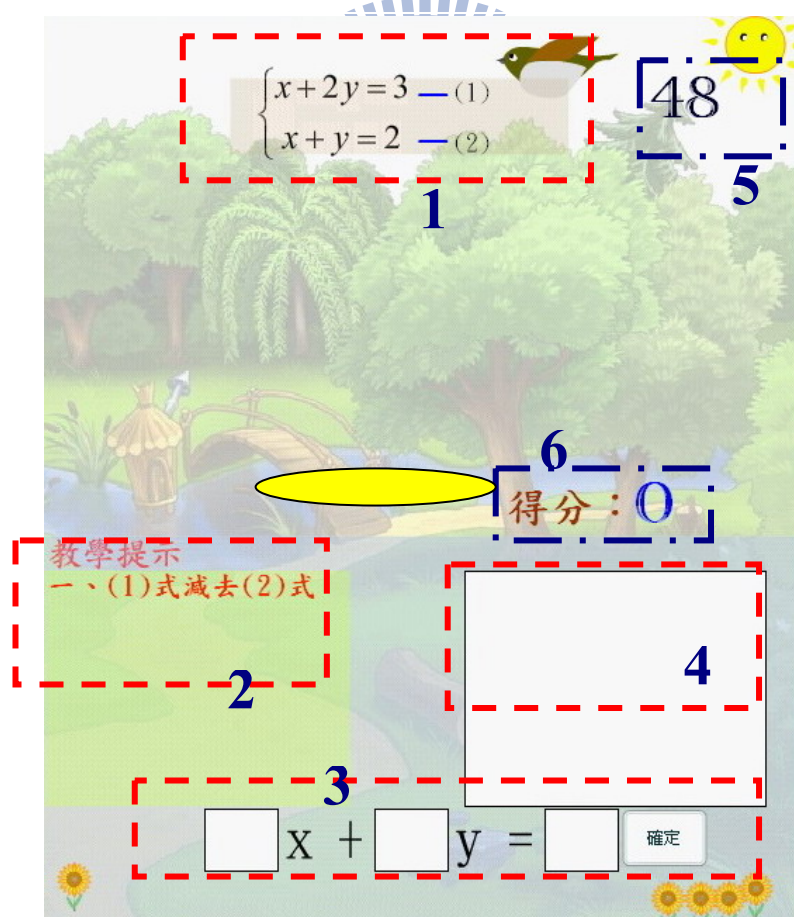


圖 7 遊戲二主畫面

遊戲狀態	遊戲說明	遊戲畫面
Step1 遊戲開始	登錄遊戲，一開始會在資料庫先建立學生的帳號和密碼，學生依自己的身份登錄。	
Step2 遊戲開始	學生會進入主畫面，進行遊戲式學習。	
Step3 遊戲中	遊戲中結束一道題目，中間會將整個解題過程完整的呈現出來。	
Step4 遊戲結束	當方塊掉下來超過時間，或者做完所有題目後，會跳到這個畫面，出現學生的帳號及分數。	
Step5 遊戲結束	遊戲結束，會跳到排行榜，依照全部學生的成績列出前五名，讓學生有競爭的遊戲性。學生如果還想再玩，就可以按再玩一次按鈕。	

3.3.3 遊戲三採蘋果遊戲

遊戲目的：使用遊戲式學習幫助學生學習應用問題。

遊戲的畫面如圖 8，主要有七個部分：

1. 題目區：題目區會出現應用問題的題目。
2. 蘋果區：完成應用問題需要先假設，列方程式，最後求出正確答案，學生要在蘋果區找正確的答案，依解題的步驟，將有正確答案的蘋果移到右邊的籃子。
3. 籃子區：放有正確答案的蘋果，由上而下依序放置。
4. 答案區：此區會呈現完整的應用問題的解題過程，加深學生的印象。
5. 生命區：為了防止學生亂採，有三個手套，只有三次機會，用光後遊戲就結束。
6. 猴子：為了增加遊戲性，猴子會往上爬，偷採蘋果，如果猴子爬到繩子的頂端即粉紅色區塊，仍尚未完成題目，就會失敗，遊戲結束。
7. 分數區：學生只要採對一個蘋果加十分。

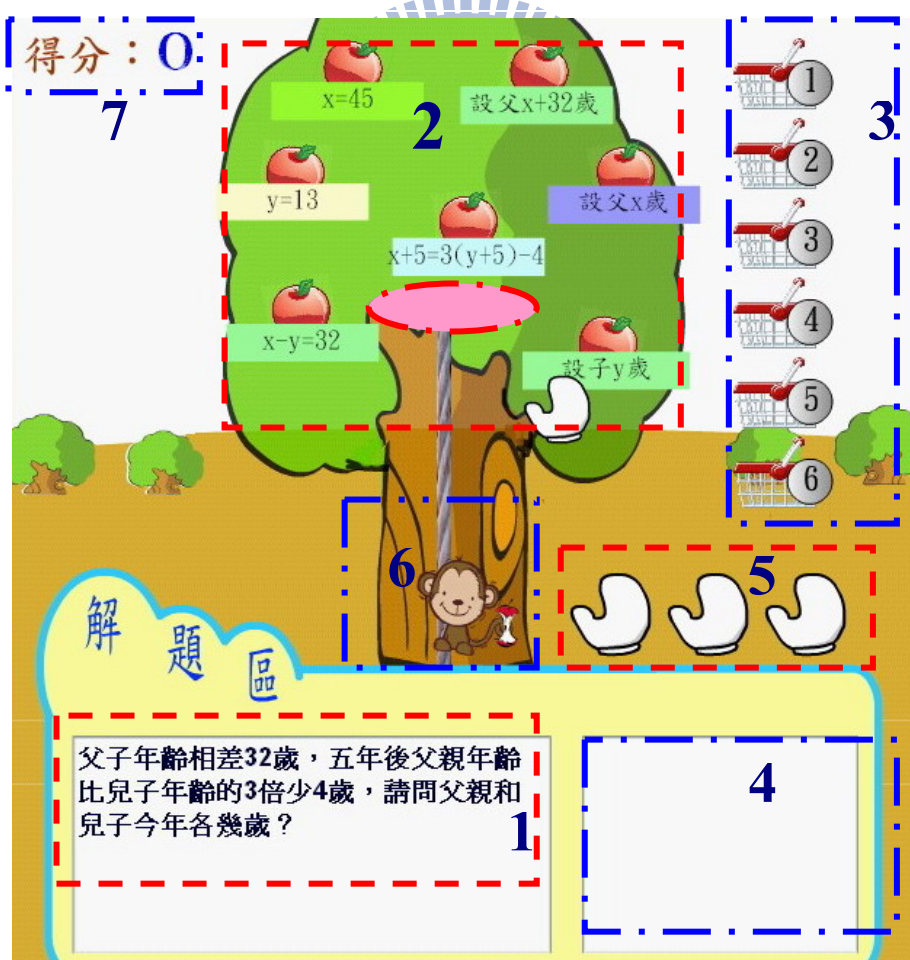


圖 8 遊戲三主畫面

遊戲狀態	遊戲說明	遊戲畫面														
Step1 遊戲開始	登錄遊戲，一開始會在資料庫先建立學生的帳號和密碼，學生依自己的身份登錄。															
Step2 遊戲開始	學生會進入主畫面，進行遊戲式學習。															
Step3 遊戲中	學生成功解決一道題目後，還可以進行下一題。															
Step4 遊戲結束	猴子爬到繩子頂端，學生仍未完全解完，遊戲就會失則，猴子會得到勝利。															
Step5 遊戲結束	遊戲結束，會跳到排行榜，依照全部學生的成績列出前五名，讓學生有競爭的遊戲性。學生如果還想再玩，就可以按再玩一次按鈕。	 <table border="1" data-bbox="975 1677 1267 1980"> <thead> <tr> <th colspan="2">排 行 榜</th> </tr> <tr> <th>玩家</th> <th>得分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 70228</td> <td>1080</td> </tr> <tr> <td>2. 70110</td> <td>820</td> </tr> <tr> <td>3. 70212</td> <td>820</td> </tr> <tr> <td>4. 70127</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>5. 70104</td> <td>780</td> </tr> </tbody> </table>	排 行 榜		玩家	得分	1. 70228	1080	2. 70110	820	3. 70212	820	4. 70127	800	5. 70104	780
排 行 榜																
玩家	得分															
1. 70228	1080															
2. 70110	820															
3. 70212	820															
4. 70127	800															
5. 70104	780															

四、實驗設計與研究結果

本研究旨在探討引導式的遊戲式學習對於學生在二元一次聯立方程式的學習成效，並依照相關文獻之理論基礎訂定出研究的方法及其架構，本章分成節進行說明，分別是：研究流程與架構、研究設計、研究工具、教材分析及多媒體教材製作與編輯。

4.1 研究流程與架構

依據研究目的收集相關文獻資料後，將資料予以彙整，並根據所要探討的研究問題方向訂定出研究的流程及確立本研究相關變數間的研究架構。

4.1.1 研究流程

本研究先確認研究主題，根據研究背景與動機，發展出研究目的。在了解研究問題與目的之後，開始著手蒐集相關文獻進行探討。根據文獻探討去界定研究範圍，提出研究架構，並研究需要設計遊戲式學習教材及測量工具，依研究設計進行實驗及收集數據，再經 SPSS 軟體分析數據後得出研究結果，最後根據研究結果提出建議及未來發展之方向。本研究之研究流程如圖 9 所示：

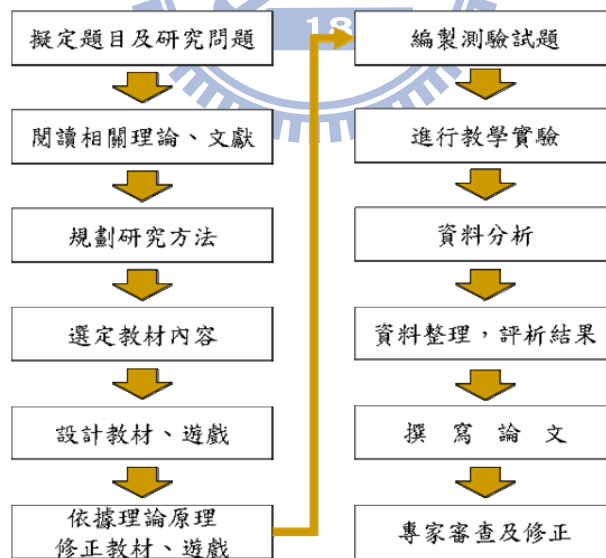


圖 9 研究流程圖

4.1.2 研究架構

本研究在探討引導式的遊戲式學習對於學習成效和學習態度的影響。研究中包含兩個自變項(遊戲式學習、傳統式學習)及兩個依變項(學習成效、學習態度)，

將探討兩個自變項與兩個依變項之間的影響情形。

綜上所述，建立出本研究之研究架構圖如圖 10 所示。

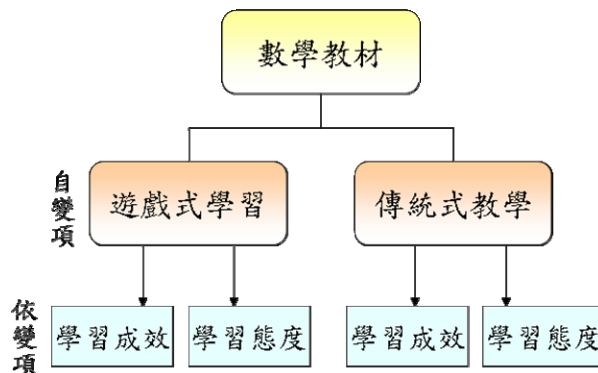


圖 10 研究架構圖

4.2 研究設計

本實驗研究採準實驗設計研究法，依據本研究的研究目的，需要進行實驗研究以探討自變項與依變項之間的關係，然而在實驗過程中，無法完全遵循實驗原則選取樣本，因此採用準實驗法。以下依實驗步驟、實驗設計、實驗對象、資料處理進行說明。

4.2.1 實驗步驟

本研究之實驗步驟，如圖 11，需先製作引導式的遊戲式學習教材，及學習成就測驗，教材是以國中七年級二元一次聯立方程式為主要學習內容，並將實驗的遊戲設計成三個不同的學習內容及不同的遊戲方式，依序各實施三節課，且教材分成一元一次方程式、二元一次方程式及應用問題三個部份。在進行實驗前，課堂實驗組及課堂控制組都會先將二元一次聯立方程式的課程上完並進行二元一次聯立方程式和應用問題的前測，之後分組實驗且每次上課完都會進行小測驗，當玩過第一和第二個遊戲時會進行二元一次聯立方程式的後測，最後玩過第三個遊戲後，會進行應用問題的後測。因此共有二個學習成就前後測驗成績，最後將實驗結果所得之數據以 SPSS 軟體進行數據分析，並歸納學生學習的錯誤類型。

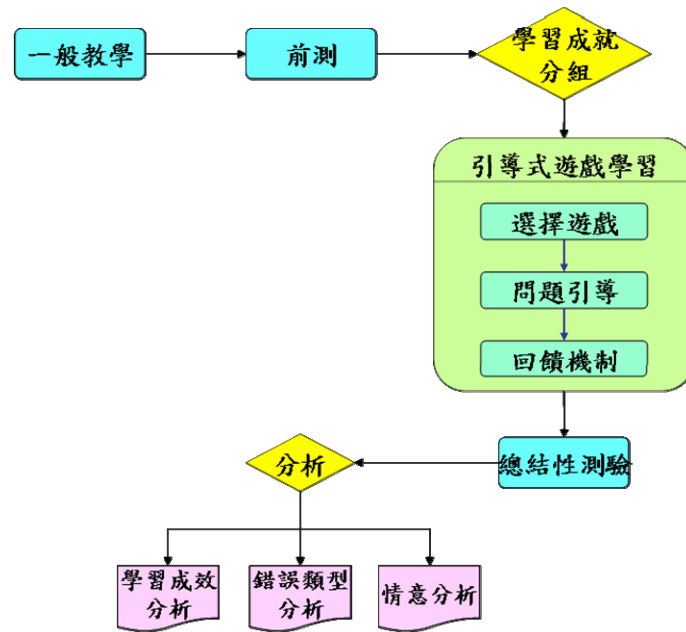


圖 11 實驗步驟

4.2.2 實驗設計

本研究之實驗設計有兩個自變項，及兩個依變項，分別說明如下：

一、自變項：

1. 遊戲式學習：應用自製的遊戲式教材進行課堂實驗，在數學課時讓學生到電腦教室，使用遊戲式學習教材，並在每節課後小考並讓學生討論。
2. 傳統式教學：在上完二元一次聯立方程式的課程後，以一般傳統式的教學，複習二元一次聯立方程式和應用問題。

二、依變項：

學習成效：

是指學習者在學習過教材後，對於學習成就測驗(後測)的表現情形，學習成就測驗的分數越高，代表學習成效越好。由學習成效可判斷出學生對該教材的學習效果，進而了解教材對學生學習上的幫助。

三、控制變項

1. 授課內容：

所有學習者所接受的課程一元一次方程式、二元一次聯立方程式和應用問題的求解。

2. 授課教師：

參與本實驗 3 個班級之授課教師皆為同一人，可降低因不同授課教師對學習成效造成影響。

3. 評量工具：

參與本實驗 3 個班級，皆採用相同的四份測驗試題。

四、準實驗設計

本研究以學生用引導式的遊戲式學習方式設計準實驗，比較數學學習遊戲對課堂實驗組與課堂控制組學生學習成效之差異，進行九堂課，為期二週的實驗處理：課堂實驗組於數學課使用引導式的遊戲式學習，而課堂控制組則使用傳統式教學。兩組皆在實驗前後進行數學測驗，將兩次測驗成績作為學習成效的前、後測結果。

4.2.3 實驗對象

基於教學實驗場地及人力支援之方便性，並依學校原有編制班級進行實驗，實驗對象為桃園縣某國中七年級三個班的學生，共 92 位學生。

本研究在學生上完二元一次聯立方程式的課程後及實驗開始前，先依國一上學期三次段考的平均分數分組，採 27%、46%、27% 三個比例分成三組，每班分成三組，有低成就組、中成就組及高成就組，二個班級接受遊戲式學習，一個班級接受傳統式的教學做複習，每組的人數分佈情形如表 3。

表 3 實驗分組

不同學習方式的分組				
學習方式	低分組	中分組	高分組	合計
遊戲學習組	16	30	16	62
傳統式教學	8	14	8	30

4.2.4 資料處理

將資料以 SPSS 統計軟體進行統計分析，循下列方式進行：

1. 以單因子共變數分析方法進行實驗結果分析，以不同的學習方式為自變數，以學習成效為依變數，依 SPSS 軟體分析後所得的結果，討論不同的學習方式對學習成效的影響。
2. 以引導式的遊戲式學習的前後、後測成績，使用 SPSS 軟體分析後所得的結果，討論遊戲式對於學習成效的影響。

4.3 研究工具

本研究的實驗步驟設計是安排學生進行引導式的遊戲式學習課程，學生依所分配到的實驗組別，進行不同的學習方式，每一組的教材都有三個單元，學生學習完每一個單元教材內容後，立即進行學習成效測驗，並收集學習成效測驗的分數作為實驗結果分析的資料。所以本研究的研究工具主要有兩個，分別是遊戲式學習教材，學習成效後測試卷，將簡單敘述如下：

1. 遊戲式學習教材：

本研究之遊戲式學習教材是以國中七年級數學的二元一次聯立方程式為教材的教學內容，並以 Flash8 及 php 加 mysql 軟體所將教材編輯成符合引導式的遊戲式學習教材。學生可在電腦上透過遊戲操作進行學習，為了配合上課時間及課程內容需求，將本研究之遊戲式學習教材分成三個單元進行學習，以利於時間及課程上的安排及利用。

2. 學習成效測驗卷：

本研究之學習成效後測試卷主要是評量學生在學習過遊戲式學習教材後的學習效果，研究者依據翰林版國中一年級數學教材內容編定成就測驗四份（附錄一），再配合遊戲式學習教材的學習單元設計題目，學習成效測試卷共有兩個單元，第一個單元為二元一次聯立方程式有 10 題計算題，第二個單元為應用問題有選擇題 5 題、填充題 6 格及計算題 2 題。

測驗題目編定後，依照三位專家（如表 4）的建議做細部的調整與修正，故有基本的專家效度。

表 4 專家教學資料表

	學經歷	教學年資
A 專家	國立中央大學數學系	8 年
B 專家	國立高雄師範大學數學系	7 年
C 專家	國立彰化師範大學輔導系	7 年

接著找三年級已學過本課程班級，二個班之學生做試題預試，在回收的 61 份試卷中，內部一致性信度 Cronbach's α 值分別為 0.852、0.872、0.819 及 0.824，顯示有良好的信度，如表 5 所示。

表 5 測驗卷信度分析表

單元	Cronbach's Alpha 值	項目的個數
單元一 前測卷	0.852	10
單元一 後測卷	0.872	10
單元二 前測卷	0.819	13
單元二 後測卷	0.824	13

二元一次聯立方程式前測試題難度與鑑別度如表 6，數據顯示測驗題目難度中偏易平均為 0.716，而鑑別度平均有 $0.468 > 0.40$ ，表示試題有良好的鑑別度。

二元一次聯立方程式後測試題難度與鑑別度如表 6，數據顯示測驗題目難度中偏易平均為 0.712，而鑑別度平均有 $0.401 > 0.40$ ，表示試題有良好的鑑別度。

表 6 「二元一次聯立方程式」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	0.603	0.410	1	0.691	0.367
2	0.655	0.343	2	0.644	0.366
3	0.664	0.449	3	0.709	0.463
4	0.748	0.533	4	0.741	0.306
5	0.720	0.441	5	0.646	0.339
6	0.767	0.640	6	0.703	0.480
7	0.711	0.351	7	0.774	0.497
8	0.649	0.463	8	0.691	0.378
9	0.759	0.474	9	0.679	0.383
10	0.886	0.578	10	0.849	0.439
平均	0.716	0.468	平均	0.712	0.401

二元一次聯立方程式前測試題難度與鑑別度如表 7，數據顯示測驗題目難度中偏易平均為 0.716，而鑑別度平均有 $0.468 > 0.40$ ，表示試題有良好的鑑別度。

二元一次聯立方程式後測試題難度與鑑別度如表 7，數據顯示測驗題目難度

中偏易平均為 0.712，而鑑別度平均有 0.401 $>$ 0.40，表示試題有良好的鑑別度。

表 7 「應用問題」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)
選 1	0.753	0.422	選 1	0.760	0.463
選 2	0.723	0.317	選 2	0.716	0.456
選 3	0.776	0.427	選 3	0.751	0.419
選 4	0.702	0.416	選 4	0.738	0.361
選 5	0.690	0.419	選 5	0.754	0.449
填 1-1	0.758	0.327	填 1	0.787	0.408
填 1-2	0.717	0.409	填 2	0.675	0.449
填 2	0.813	0.525	填 3-1	0.791	0.362
填 3	0.808	0.476	填 3-2	0.722	0.438
填 4-1	0.744	0.411	填 3-3	0.780	0.374
填 4-2	0.797	0.380	填 4	0.818	0.370
計 1	0.892	0.444	計 1	0.843	0.424
計 2	0.815	0.491	計 2	0.845	0.512
平均	0.768	0.420	平均	0.768	0.422

4.4 研究結果

本節主要是將實驗所收集到的數據資料進行統計分析，本研究以 SPSS 軟體分析各個依變項與自變項之間的關係，以了解自變項是否會對依變項產生影響，針對三個研究問題進行實驗數據分析與討論，目的是要從各個分析結果了解變項之間的變化，最後也將針對整個實驗的結果進行一些原因的探究。

4.4.1 遊戲式與傳統式複習的學習成效分析

1. 聯立方程式

探討引導式的遊戲式教學策略與一般傳統教學策略對於學生在二元一次聯立方程式求解的影響。實驗組與控制組在實驗課程前實施數學成就測驗之前測，並在實驗課程後接受後測。

先以 Levene 法進行變異同質性檢定，檢定值為 0.063， $p = 0.802 > 0.05$ ，未達顯著水準，符合變異數同質性假設。

再由變異數分析，檢定 F 值為 0.247， $p = 0.620 > 0.05$ ，未達顯著水準。由表 8 得知，三個班級的學生在「二元一次聯立方程式前測成績」上並無顯著差異，推估三個班級在二元一次聯立方程式學習上無顯著差異。

表 8 各組在「聯立方程式」平均成績的變異數分析 (ANOVA)

前測分數	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	296.251	1	296.251	.247	.620
組內	107870.054	90	1198.556		
總和	108166.304	91			

* $p < .05$

課堂實驗組有 62 人與課堂控制組有 30 人，以後測成績減去前測成績為依變項，組別為自變項，兩組作獨立樣本 t 檢定之結果如表 9，Levene 檢定的 F 值未達到顯著水準 ($F=0.063$, $p=0.802 > 0.05$)，表示兩組的變異數相等，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 9 得知 $t=1.654$ ， $p=0.102 > 0.05$ ，未達顯著水準。

表 9 各組在「聯立方程式」的獨立樣本 t 檢定

		變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定						
		F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均 差異	標準誤 差異	差異的 95% 信賴區間	
									下界	上界
後測 - 前 測	假設變異數相等	.063	.802	1.654	90	.102	4.247	2.568	-0.855	9.350
	不假設變異數相等			1.586	51.756	.119	4.247	2.678	-1.127	9.622

* $p < .05$

由表 10 可知課堂實驗組後測成績減去前測成績平均為 7.58，高於課堂控制組之平均 3.33，但因 p 值未達顯著水準，表示此實驗中不同的學習方式對於提昇二元一次聯立方程式學習成效的助益沒有顯著的不同。

表 10 各組在「聯立方程式」的組別統計量

分組	個數	平均數	標準差	平均數的 標準誤
後測 - 前測				
實驗組	62	7.58	11.079	1.407
控制組	30	3.33	12.480	2.279

在分組實驗的獨立樣本 t 檢定的結果如表 11，以後測成績減去前測成績為依變項，組別為自變項，在低成就組的 Levene 檢定的 F 值達到顯著水準 ($F=7.019$, $p=0.055>0.05$)，表示兩組的變異數相等，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 $t=3.486$, $p=0.002<0.05$ ，達顯著水準。

表 11 各分組在「聯立方程式」的獨立樣本 t 檢定

成就分組			變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定				
			F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差異	標準誤差異
低成就組	後測 - 前測	假設變異數相等	7.019	.055	3.486	22	.002	10.000	2.869
		不假設變異數相等			4.469	21.619	.000	10.000	2.238
中成就組	後測 - 前測	假設變異數相等	1.012	.320	1.311	42	.197	6.024	4.594
		不假設變異數相等			1.164	19.538	.258	6.024	5.174
高成就組	後測 - 前測	假設變異數相等	2.519	.127	-1.900	22	.071	-5.000	2.631
		不假設變異數相等			-1.633	9.895	.134	-5.000	3.062

* $p<.05$

由如表 12，可知低成就組在實驗組的平均成績比控制組的平均成績高 10 分。由統計分析可知低成就組的學生在二元一次聯立方程式的學習成效遊戲式學習優於傳統式學習。

表 12 各分組在「聯立方程式」的實驗統計量

成就分組	分組	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤	
低成就組	後測 - 前測	實驗組	16	10.63	7.719	1.930
		控制組	8	.63	3.204	1.133
中成就組	後測 - 前測	實驗組	30	10.67	12.507	2.284
		控制組	14	4.64	17.372	4.643
高成就組	後測 - 前測	實驗組	16	-1.25	5.000	1.250
		控制組	8	3.75	7.906	2.795

2. 應用問題

探討引導式的遊戲式教學策略與一般傳統教學策略對於學生在應用問題解題的影響。實驗組與控制組在實驗課程前實施數學成就測驗之前測，並在實驗課程後接受後測。

先以 Levene 法進行變異同質性檢定，檢定值為 0.630， $p = 0.430 > 0.05$ ，

未達顯著水準，符合變異數同質性假設。

再由變異數分析，由表 13 得知檢定 F 值為 0.534， $p = 0.467 > 0.05$ ，未達顯著水準。三個班級的學生在「應用問題前測成績」上並無顯著差異，推估三個班級在應用問題的學習上無顯著差異。

表 13 各組在「應用問題」平均成績的變異數分析 (ANOVA)

前測分數	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	375.879	1	375.879	.534	.467
組內	63347.860	90	703.865		
總和	63723.739	91			

* $p < .05$

課堂實驗組有 62 人與課堂控制組有 30 人，以後測成績減去前測成績為依變項，組別為自變項，兩組作獨立樣本 t 檢定之結果如表 14，Levene 檢定的 F 值未達到顯著水準 ($F=0.630$, $p=0.430 > 0.05$)，表示兩組的變異數相等，平均數差異考驗的 t 值應查看「假設變異數相等」的數據，得知 $t=-0.442$ ， $p=0.659 > 0.05$ ，未達顯著水準。

表 14 各組在「應用問題」的獨立樣本 t 檢定

	變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定							
	F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均 差異	標準誤 差異	差異的 95% 信賴區間		
								下界	上界	
後測 - 前 測	假設變異數相等	.630	.430	-.442	90	.659	-1.057	2.390	-5.805	3.691
	不假設變異數相等			-.466	65.964	.643	-1.057	2.267	-5.583	3.469

* $p < .05$

因此雖由表 15 可知課堂實驗組後測成績減去前測成績平均為 7.21，低於課堂控制組之平均 8.27，但因 p 值未達顯著水準，表示此實驗中不同的學習方式對於提昇應用問題解題學習成效的助益沒有顯著的不同。

表 15 各組在「應用問題組」的組別統計量

分組	個數	平均數	標準差	平均數的 標準誤
後測 - 前測 實驗組	62	7.21	11.228	1.426
控制組	30	8.27	9.652	1.762

在分組實驗的獨立樣本 t 檢定的結果如表 16，以後測成績減去前測成績為依變項，組別為自變項，在中成就組的 Levene 檢定的 F 值達到顯著水準 (F=5.214, p=0.058>0.05)，表示兩組的變異數相等，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 16 得知 t=1.142, p=0.041<0.05，達顯著水準。

表 16 各分組在「應用問題」的獨立樣本 t 檢定

成就分組			變異數相等的 Levene 檢定		平均數相等的 t 檢定				
			F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)	平均差異	標準誤差異
低成就組	後測 - 前測	假設變異數相等	.000	.983	.245	22	.809	.688	2.804
		不假設變異數相等			.249	14.624	.807	.688	2.766
中成就組	後測 - 前測	假設變異數相等	5.214	.058	1.142	42	.041	4.590	4.021
		不假設變異數相等			1.352	38.565	.040	4.590	3.396
高成就組	後測 - 前測	假設變異數相等	3.832	.063	-4.215	22	.000	-13.188	3.128
		不假設變異數相等			-3.679	10.213	.004	-13.188	3.584

*p<.05

且如表 17，可知中成就組在實驗組的平均成績比控制組的平均成績高 4.59 分。由統計分析可知中成就組的學生在應用問題的學習成效遊戲式學習優於傳統式學習。

表 17 各分組在「應用問題」的實驗統計量

成就分組	分組	個數	平均數	標準差	平均數的標準誤	
低成就組	後測 - 前測	實驗組	16	3.19	6.555	1.639
		控制組	8	2.50	6.302	2.228
中成就組	後測 - 前測	實驗組	30	11.23	13.826	2.524
		控制組	14	6.64	8.500	2.272
高成就組	後測 - 前測	實驗組	16	3.69	6.107	1.527
		控制組	8	16.88	9.172	3.243

4.4.2 遊戲式學習的成效分析

1. 聯立方程式

使用遊戲式學習共 62 人，在進行成對相依樣本 t 檢定之前，先進行前測與後測成績的相關檢定。由表 18 可知，實驗組相關係數為.948, p=0.000<0.05 達到顯著水準，表示前測與後測成績呈顯著正相關，可以作為成對樣本，繼續進行成對樣本 t 檢定。

表 18 實驗組在「聯立方程式」前測與後測成績的相關檢定

	個數	相關係數	顯著性
前測 和 後測	62	0.948	.000

*p<.05

課堂實驗組在成對樣本 t 檢定結果如表 19， $p=0.000<0.05$ 可知課堂實驗組之前、後測成績有顯著差異。

表 19 實驗組在「聯立方程式」前後測成對樣本 t 檢定摘要表

	成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴 區間				
				下界	上界			
成對 1 後測分數 - 前測分數	7.581	11.079	1.407	4.767	10.394	5.388	61	.000

*p<.05

且如表 20，可知後測平均比前測平均高 7.58 分。由統計分析可知經由遊戲式學習有助於提昇學生在二元一次聯立方程式的學習成效。

表 20 實驗組在「聯立方程式」前後測的統計量

	平均數	個數	標準差	平均數的 標準誤
成對 1 後測分數	65.24	62	32.911	4.180
前測分數	57.66	62	34.956	4.439

課堂實驗組在分組實驗成對樣本 t 檢定結果如表 21，低分組 $p=0.000<0.05$ 和中分組 $p=0.000<0.05$ 可知低、中分組之前、後測成績有顯著差異但高分組 $p=0.333>0.05$ 可知高分組之前、後測成績沒有顯著差異。

表 21 實驗組在「聯立方程式」測驗分組成對樣本 t 檢定

成對樣本檢定										
分組			成對變數差異				t	自由度	顯著性(雙尾)	
			平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間				
						下界				上界
低分組	成對 1	後測分數 - 前測分數	10.625	7.719	1.930	6.512	14.738	5.506	15	0.000
中分組	成對 1	後測分數 - 前測分數	10.667	12.507	2.284	5.996	15.337	4.671	29	0.000
高分組	成對 1	後測分數 - 前測分數	-1.250	5.000	1.250	-3.914	1.414	-1.000	15	0.333

*p<.05

如表 22，可知低分組後測平均比前測平均高 10.62 分，中分組後測平均比前測平均高 10.66 分但高分組後測平均比前測平均低 1.25 分。由統計分析可知經由遊戲式學習有助於提昇低分組及中分組學生在二元一次聯立方程式的學習成效。

表 22 實驗組在「聯立方程式」前後測的分組實驗統計量

成對樣本統計量						
分組			平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
低分組	成對 1	後測分數	17.81	16	12.645	3.161
		前測分數	7.19	16	10.641	2.660
中分組	成對 1	後測分數	76.33	30	19.693	3.595
		前測分數	65.67	30	17.257	3.151
高分組	成對 1	後測分數	91.88	16	9.639	2.410
		前測分數	93.13	16	9.639	2.410

2. 應用問題

使用遊戲式學習共 62 人，在進行成對相依樣本 t 檢定之前，先進行前測與後測成績的相關檢定。由表 23 可知，實驗組相關係數為 0.915， $p=0.000 < 0.05$ 達到顯著水準，表示前測與後測成績呈顯著正相關，可以作為成對樣本，繼續進行成對樣本 t 檢定。

表 23 實驗組在「應用問題」前測與後測成績的相關檢定

	個數	相關係數	顯著性
前測和後測	62	0.915	0.000

* $p < .05$

課堂實驗組在成對樣本 t 檢定結果如表 24， $p=0.000 < 0.05$ 可知課堂實驗組之前、後測成績有顯著差異。

表 24 實驗組在「應用問題」前後測成對樣本 t 檢定摘要表

		成對變數差異					t	自由度	顯著性 (雙尾)
		平均數	標準差	平均數的 標準誤	差異的 95% 信賴區間				
					下界	上界			
成對 1	後測分數 - 前測分數	7.210	11.228	1.426	4.358	10.061	5.056	61	.000

* $p < .05$

由表 25，可知表 24 後測平均比前測平均高 7.2 分。由統計分析可知經由遊戲式學習有助於提昇學生在應用問題解題的學習成效。

表 25 實驗組在「應用問題」前後測的統計量

		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
成對 1	後測分數	53.35	62	27.672	3.514
	前測分數	46.15	62	26.206	3.328

課堂實驗組在分組實驗成對樣本 t 檢定結果如表 26，低分組 $p=0.071>.05$ 、可知低分組之前後測成績沒有顯著差異，中分組 $p=0.000<0.05$ 和高分組 $p=0.029>0.05$ 可知中、高分組之前、後測成績有顯著差異。

表 26 實驗組在「應用問題」的分組成對樣本 t 檢定

分組	成對變數差異					t	自由度	顯著性(雙尾)
	平均數	標準差	平均數的標準誤	差異的 95% 信賴區間 下界 上界				
低分組 成對 1 後測分數 - 前測	3.188	6.555	1.639	-3.05	6.680	1.945	15	.071
中分組 成對 1 後測分數 - 前測	11.233	13.826	2.524	6.071	16.396	4.450	29	.000
高分組 成對 1 後測分數 - 前測	3.688	6.107	1.527	.433	6.942	2.415	15	.029

* $p<.05$

由表 27，可知低分組後測平均比前測平均高 3.19 分，中分組後測平均比前測平均高 11.233 分，高分組後測平均比前測平均高 3.69 分。由統計分析可知經由遊戲式學習有助於提昇中分組及高分組學生在應用問題的學習成效。

表 27 實驗組在「應用問題」前後測的分組實驗統計量

分組		平均數	個數	標準差	平均數的標準誤
低分組	成對 1 後測分數	18.88	16	8.763	2.191
	前測分數	15.69	16	6.052	1.513
中分組	成對 1 後測分數	54.00	30	16.009	2.923
	前測分數	42.77	30	10.776	1.967
高分組	成對 1 後測分數	86.63	16	9.598	2.399
	前測分數	82.94	16	8.683	2.171

最後由表 28 總結：

1. 二元一次聯立方程式的學習，對低分組及中分組，可有效提升學生的學習成效。
2. 應用問題的學習，對於中分組及高分組，可有效提升學生的學習成效。

表 28 遊戲式學習對於不同程度學生的學習影響

	是否可有效提升學習成效		
	低分組	中分組	高分組
二元一次聯立方程式	○	○	×
應用問題	×	○	○

○：可有效提升學習成效

×：無法有效提升學習成效

4.4.3 數學錯誤類型分析

由表 29 錯誤統計量，僅摘錄部份，完整統計量表如附錄二，採逐題分析，例如第 1 題選項 4 為正確選項，選項 1 至 3 為誘答選項，從百分率可知答對(選擇選項 4)的有 42.7%，另外選擇選項 1 的有 17.5%，選擇選項 2 的有 18.5%及選擇選項 3 的有 21.3%，將各題依此方式分析及歸納，學生在一元一次方程式的學習過程中，容易犯的錯有錯誤的運算規則和等量公理的錯誤使用。

表 29 「一元一次方程式」錯誤統計量部份資料表

題目 * 選項 交叉表						
題目	選項	選項				每題選擇次數
		1	2	3	4	
1	選項	$x=2-3$	$x=3-0$	$x=3+0$	$x=0-3$	286
	題目內的 %	17.5%	18.5%	21.3%	42.7%	100.0%
2	選項	$x=3$	$x=0$	$x=2$	$x=-3$	234
	題目內的 %	21.8%	17.5%	22.6%	38.0%	100.0%
3	選項	$x=7+5$	$x=5-7$	$x=5+7$	$x=7-5$	127
	題目內的 %	14.2%	15.0%	15.0%	55.9%	100.0%
4	選項	$x=-2$	$x=0$	$x=3$	$x=2$	128
	題目內的 %	18.8%	12.5%	11.7%	57.0%	100.0%
5	選項	$2x=0+6$	$2x=2-6$	$2x=2+6$	$2x=0-6$	90
	題目內的 %	4.4%	12.2%	10.0%	73.3%	100.0%
6	選項	$2x=6$	$2x=4$	$2x=-4$	$2x=-6$	101
	題目內的 %	9.9%	11.9%	11.9%	66.3%	100.0%
7	選項	$x=6\div 2$	$x=6\times 2$	$x=(-6)\times 2$	$x=(-6)\div 2$	103
	題目內的 %	15.5%	8.7%	11.7%	64.1%	100.0%

由表 30 錯誤統計量，僅摘錄部份，完整統計量表如附錄二，採逐題分析，例如第 1 題選項 1 至 3 為正確選項，選項 4 至 7 為誘答選項，從百分率可知答對，選擇選項 1 的有 25.0%，選擇選項 2 的有 22.0%，選擇選項 3 的有 19.5%，另外答錯，選擇選項 4 的有 9.9%，選擇選項 5 的有 9.5%，選擇選項 6 的有 4.7%及選擇選項 7 的有 9.4%，將各題依此方式分析及歸納，可知在應用問題的學習過程中，學生容易犯錯誤的有使用二元一次方程式的意義不清楚和未針對答案檢驗其合理性。

表 30 「應用問題」錯誤統計量部份資料表

題目 * 選項 交叉表									
		選項						總和	
		1	2	3	4	5	6		7
1	選項	設父x歲	設子y歲	$x-y=32$	$x+5=3(y+5)-4$	設父x+32歲	$x=45$	$y=13$	1,822
	題目內的 %	25.0%	22.0%	19.5%	9.9%	9.5%	4.7%	9.4%	100.0%
2	選項	$x+5=3(y+5)-4$	$x=45$	$y=13$	$2x+6y=10$	$x=-1$	$y=20$	$-2x+4y=0$	1,290
	題目內的 %	28.4%	23.6%	18.2%	8.6%	8.4%	4.9%	7.9%	100.0%
3	選項	設生日x月	設生日y月	$x+y=27$	$2x+6y=10$	設生日y-1月	$x-y=27$	$x+y=13$	760
	題目內的 %	30.4%	26.4%	19.6%	6.3%	7.5%	3.2%	6.6%	100.0%
4	選項	$5x=4y$	$x=12$	$y=15$	$x=45$	$x-y=32$	$3x+y=10$	$y=13$	615
	題目內的 %	28.5%	24.7%	18.9%	8.8%	9.4%	2.6%	7.2%	100.0%
5	選項	設12元x張	設25元y張	$x+y=10$	設12元x+y張	$x+y=20$	$2x+y=10$	$x-y=10$	497
	題目內的 %	28.0%	25.8%	17.7%	7.4%	11.3%	2.8%	7.0%	100.0%
6	選項	$12x+25y=172$	$x=6$	$y=4$	$x=11$	$12x+24y=172$	$y=3$	$y=7$	314
	題目內的 %	27.4%	21.3%	13.7%	8.0%	12.1%	7.6%	9.9%	100.0%

五、結論與建議

本研究以「引導式的遊戲式學習」為概念，設計出三個可供學生學習數學的遊戲，「引導式的遊戲式學習」，藉由遊戲的趣味性提昇學生主動學習的動機，讓學生的學習不再侷限於課堂之上，並根據實驗與觀察的結果歸納結論及提出具體建議，作為日後研究之參考。

5.1 結論

5.1.1 遊戲式學習有助於提昇學生之學習成效

由實驗結果知，課堂實驗組在使用遊戲式學習後，測驗成績皆有提昇，且課堂實驗組與課堂控制組在提昇學習成效上雖無顯著差異，但 Prensky (2001) 曾說，數位遊戲式學習的前提是能將遊戲與教育內容作結合，且能達成與傳統學習一樣好或更好的學習成果。這也表示數位遊戲式學習的成效不一定要比傳統學習好，一樣好也算是好的學習成果。因此，讓學生在課堂上使用遊戲進行學習是可行的。孫天虹 (2007) 強調數位遊戲式學習並非取代傳統的講授和閱讀的教學方式，而是作為一種補充與輔助的工具，可以促進傳統教學的效果，所以兩者之間的關係是相輔相成的。

另外依學習成就分成三組，有低成就組、中成就組及高成就組，在二元一次聯立方程式的測驗中，遊戲式學習低成就組的前後測的進步成績優於傳統式學習的低成就組。在應用問題的測驗中，遊戲式學習中成就組的前後測的進步成績優於傳統式學習的中成就組。

5.1.2 遊戲式學習對於不同程度的學生有不一樣的影響

利用遊戲式學習方式，不同的單元對於不同程度的學生，在學習表現的進步有不一樣的結果。Harvey and Bright(1985)認為數學遊戲的功能不只於低階思維技巧的訓練，還可以提供發現和應用數學概念及運算的機會，更可以促進推理策略、監控和自我調整的高階思維訓練。根據本研究遊戲式學習有以下兩個結果。

- 1.二元一次聯立方程式的學習，對於低分組及中分組，可有效提升學生的學習成效。因為聯立方程式側重運算能力，對於高分組而言，前測的成績都高於 80，後測成績要再進步比較有限，所以在成績上的進步沒有顯著性。另外二元一次聯立方程式較偏於低階思維技巧的訓練，故低分組及中分組

在成績上會有顯著性的進步。

- 2.應用問題的學習，對於中分組及高分組，可有效提升學生的學習成效。因為應用問題的解題側重理解、分析及應用等能力，對於低分組而言，要在短時間內提昇這些能力，是比較困難的，所以在成績上的進步沒有顯著性。另外應用問題較偏於高階思維技巧的訓練，故中分組及高分組在成績上會有顯著性的進步。

5.1.3 歸納學生的學習錯誤類型

陳建廷（2006）針對國一學生解題歷程的研究發現：學生常會有一些系統性錯誤概念或是學習困難。本研究依據三個遊戲所紀錄的學生學習歷程檔案分析，歸納學生的學習錯誤類型有：

- 1.錯誤的運算規則
- 2.等量公理的錯誤
- 3.使用二元一次方程式的意義不清楚
- 4.未針對答案檢驗其合理性



5.2 建議

5.2.1 擴展研究地區及人數並將教材作縱向及橫向的擴展

未來可以擴展研究地區及人數，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。

5.2.2 適性化設計並增加學習內容與遊戲方式

不同學習成就之學生對於遊戲的需求亦有所不同，若能讓遊戲設定符合各種學習成就學生之能力，將對學生更有幫助。本研究僅以「引導式的遊戲式學習」概念設計幫助學生學習數學之遊戲，若未來能加入更多樣的遊戲內容，並依學生能力分級，將對學生更有助益，讓學習成就較低的學生能由淺入深練習，學習成就較高的學生也能練習更多較有深度的內容，且多元的遊戲方式亦更能讓學生樂於學習。Tan、Ling 和 Ting（2007）等人發展出適性化數位遊戲式學習模式，針對不同學習者提供專屬的學習內容。Magerko、Heeter、Fitzgerald 和 Medler

(2008) 等人亦提出智慧型適性化數位遊戲式學習系統，來適應不同學生的學習風格與需求及其對於遊戲的喜好。

5.2.3 增加線上討論區與線上交談功能

本研究為避免課堂實驗組學生花費過多時間互相交談，並未將此功能設計於遊戲中，日後若需讓學生在課後使用遊戲練習，可考慮增設討論區與線上交談功能，讓學生能尋求答案之管道更多元，不再侷限於課本。Cheng 和 Chen(2008) 的研究指出，學習者在互動式的遊戲學習環境內進行獨立或是群體的操作活動，藉著同儕之間的溝通以及操作經驗的回饋，可以增進學習效果。

5.2.4 發展成遊戲式學習系統

本研究所設計之遊戲屬試驗階段，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，方便教師了解學生的練習情形，讓教師可自由觀看學生的學習歷程記錄，針對學生感到困難、容易犯錯的部份給予指導。



參考文獻

一、中文部分

- 九章出版社 (1995)。錯解辨析。台北：九章出版社。
- 王如敏 (2004)。國二學生解一元一次方程式錯誤類型分析研究。國立高雄師範大學數學系碩士論文。
- 何筱婷 (2007)。在角色扮演學習環境中的合作學習行為之分析。國立交通大學碩士論文
- 李芳樂 (1993)。數學錯誤成因之探討。香港中文大學初等教育學報, 4(1), 77-82。
- 林清山、張景媛 (1994)。國中生代數應用提教學策略效果之評析。教育心裡學報, 第 27 期, 35-62 頁。
- 尚俊傑、莊紹勇、李芳樂、李浩文 (2006)。網路遊戲玩家參與動機之實證研究。全球華人電腦教育應用期刊, 4 (1/2), 65-84。
- 孫天虹 (2007)。歷史教育與電子遊戲[電子版]。東吳大學歷史學系研究生學報, (3), 181-195。
- 翁榮源、莊坤鴻(2008)。遊戲式網路學習在「物質變化」單元之應用研究。生活科技教育月刊, 四十卷第六期, 頁 82~103。
- 袁媛 (1993)。國中一年級學生的文字符號概念與代數文字題的解題研究。國立高雄師範大學碩士論文。
- 張鳳燕 (1991)。從概念學習—談國小數學教育。師友月刊, 284。
- 梁淑坤(民 85)。研究與教學合一：以分析『一元二次方程式』的錯誤為一個例子。嘉義師範學院學報, 第 10 期, 456—472 頁。
- 郭丁熒(1992)。追根究底談錯誤—有關學生錯誤的二十個問題。
- 許扶堂 (民 96)。遊戲融入兒童課後數學學習之行動研究—以國小五年級弱勢族群兒童為例。國立臺中教育大學數學教育學系碩士班碩士論文。
- 陳建廷 (2006)。國一學生一元一次方程式解題歷程之研究。國立中山大學教育研究所碩士論文。
- 陳嘉甄、陳慶彥(2009)。以模糊聚類方法分析數學錯誤概念組型。教育研究與發展期刊, 第 4 期第 5 卷 159-186 頁。

- 陳麗玲 (1993)。國小數學學障學生計算錯誤類型分析之研究。國立彰化師範大學特殊教育研究所碩士論文，未出版，彰化。
- 游光昭、蕭顯勝、徐毅穎、蔡福興 (2004)。線上遊戲式的網路學習成效研究。高雄師大學報，17，289-309。
- 游光昭、蕭顯勝、洪國勳、蔡福興 (2004)。線上遊戲式學習系統之設計與評估。教學科技與媒體，68，59-75。
- 游光昭、蕭顯勝、蔡福興 (2005)。運用線上角色扮演遊戲支援網路學習的研究。資訊科學應用期刊，2 (1)，119-128。
- 黃敏晃(1998)。數學年夜飯。國立政治大學教育學系，國教研究雙月刊，第12期，頁24~29。
- 楊金城 (2004)。國一學生解數學文字題解題歷程之分析研究。國立高雄師範大學數學系碩士論文。
- 楊弢亮 (1992)。中學數學教學法通論。台北市：九章出版社。
- 蔡育霖 (2005)。嘉義地區八年級學生一元一次方程式單元錯誤類型之分析研究。國立高雄師範大學數學系碩士論文。
- 簡幸如 (2005)。數位遊戲設計之教學模式建構。國立中央大學學習與教學研究所碩士論文。
- 蘇慧娟 (1998)。高雄地區國二學生方根概念及運算錯誤類型之分析研究。國立高雄師範大學數學系碩士班碩士論文。

二、英文部份

- Anderson, J.R., & Jeffries, R. (1985). Novice LISP Errors: Undetected losses of Information from Working Memory. *Human-Computer Interaction*, 1, 107-131.
- Anderson, J. R., Reder, L. M., & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25(4), 5-11.
- Arthur, A. C. (1997). Teaching science through discovery. *Columbus, Ohio* : C. E. Merrill Publishers.
- Barrows, H. & Kelson, A. (1998). Problem-Based Learning: A Total Approach to Education. Illinois: SIU School of Medicine, *Department of Medical Education Springfield*.

- Corbit, M. (2005). Moving into cyberspace: Game worlds for learning. *Knowledge Quest*, 34(1), 18-22.
- DeKanter, N. (2005). Gaming redefines interactivity for learning. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 49(3), 26-31.
- Dickey, M. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. *Educational Technology Research & Development*, 53(2), 67-83.
- Femiano, R. B. (2003). Algebraic problem solving in the primary grades. *Teaching Children Mathematics*, 9(8), 444-449.
- 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.
- Fromme, J. (2003). Computer games as a part of children's culture. Retrieved Feb 10, 2006 from the World Wide Web: <http://www.gamestudies.org/0301/fromme/>
- 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. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Palgrave, NY*: MacMillan.
- Gore, R. (1981, February 1). Conservation: Can we live better on less? *National Geographic Magazine*, Special Report, 34-57.
- Gros, B. (2007). Digital Games in Education: The Design of Games-Based Learning Environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 23-38.
- Hewson, P.W. (1982). A Case study of Conceptual Change in special Relativity, The Influence of Prior Knowledge in Learning. *European Journal of Science Education*, 4(1), 61-78.
- JISC. (2007). Game-based learning. Retrieved February 22, 2009, from <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/gamingreportbp.pdf>

- Kaput, J. J. (1987). Representation System and Mathematics. In C. Janvier (Ed.), *Problems of representation in the teaching and learning of mathematics* (pp. 19-26). New Jersey: Hillsdale.
- Kuchemann, D. E. (1981). Algebra. In K. Hart (Ed.), *Children's understandings of mathematics*. London: John Murry.
- Kuo, M. J. (2007). How does an online game based learning environment promote students' intrinsic motivation for learning natural science and how does it affect their learning outcomes? *Proceedings of the First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhances Learning*, 135-143.
- Ma, Y., Williams, D., Prejean, L., & Richard, C. (2007). A research agenda for developing and implementing educational computer games. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 513-518.
- Matz, M. (1982). Towards a process model for high school algebra errors. In Sleeman, D.H. & Brown, J.S. (Eds), *Intelligent Tutoring System*(pp.25–50). London: Academic Press.
- Mayer R. E. (1985). Implications of cognitive psychology for instruction in mathematical problem solving. In E. A. Silver (Ed.). *Teaching and learning mathematical problem solving*. New Jersey, NY: Hillsdale.
- Maxwell, D. (2005). Kid's stuff: Fun and games with children's authors. *Library Media Connection*, 24(2), 48-50.
- McFarlane, A., Sparrowhawk, A., & Heald, Y. (2002). Report on the educational use of games: Teachers evaluating educational multimedia report. Retrieved August 20, 2007 from http://www.teem.org.uk/publications/teem_gamesined_full.pdf
- Papastergiou, M. , (2009) . Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education : Impact on educational effectiveness and student motivation. , *Computers & Education*.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. New York: McGraw-Hill.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment*, 1(1), 21-21.
- Robertson, J., & Howells, C. (2008). Computer game design: Opportunities for successful learning. *Computers and Education*, 50, 559-578.

- Rojano, T. (1994). Problem solving: From the development of algebraic ideas to algebraic thinking. *Kluwer Academic Publishers*, New York, USA.
- Sandford, R., & Williamson, B. (2005). Games and learning. Retrieved feb 3, 2006 from http://www.nestafuturelab.org/download/pdfs/research/handbooks/games_and_learning.pdf
- Simon, H. A. (1980). Problem solving and education: Issues in teaching and research. In D. T. Tuma, and F. Reif (Eds.), *New York: Lawrence Erlbaum Associates, Publishes*.
- Squire, K. (2005). Game-based learning: Present and future of state of the field. Retrieved August 20, 2007 from http://www.masie.com/xlearn/Game-Based_Learning.pdf
- Squire, K., & Steinkuehler, C. (2005). Meet the gamers. *Library Journal*, 130(7) .
- Schwarzenberger, R. (1984). The importance of mistakes. The 1984 presidential address. *The Mathematical Gazette*, 68(445): 159-173.
- Taylor, J. L. (1985). Guide on simulation and gaming for environmental education. Paris, France: Unesco.
- Trotter, A. (2004). Digital games bring entertainment into learning realm. *Education Week*, 23(44), 8-8.

附錄

附錄一 學習成就測驗試卷

二元一次聯立方程式前測試卷

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____ 成績：_____

1. 求聯立方程式 $\begin{cases} x+y=7 \\ 2(x+2)-3(y+3)=4 \end{cases}$ 的解	2. 求聯立方程式 $\begin{cases} 3x+2y=10 \\ 5x-2y=22 \end{cases}$ 的解
3. 求聯立方程式 $\begin{cases} x-y=14 \\ 3x+2y=7 \end{cases}$ 的解	4. 求聯立方程式 $\begin{cases} 3x-y=1 \\ x-y=5 \end{cases}$ 的解
5. 求聯立方程式 $\begin{cases} y=3x-1 \\ 5x+y=20 \end{cases}$ 的解	6. 求聯立方程式 $\begin{cases} x+3y=7 \\ -x-2y=-4 \end{cases}$ 的解
7. 求聯立方程式 $\begin{cases} 4x+7y=32 \\ x+y=5 \end{cases}$ 的解	8. 求聯立方程式 $\begin{cases} 3x-2y=9 \\ 4x+3y=29 \end{cases}$ 的解
9. 求聯立方程式 $\begin{cases} x+y=12 \\ 3x+4y+11=55 \end{cases}$ 的解	10. 求聯立方程式 $\begin{cases} 0.1x+0.4y=-0.5 \\ \frac{1}{3}x+\frac{1}{4}y=\frac{1}{2} \end{cases}$ 的解

二元一次聯立方程式後測試卷

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____ 成績：_____

<p>1. 求聯立方程式 $\begin{cases} x + y = 5 \\ 3(x - 1) - (y + 3) = -3 \end{cases}$ 的解</p>	<p>2. 求聯立方程式 $\begin{cases} 5x + y = 8 \\ 2x - y = -1 \end{cases}$ 的解</p>
<p>3. 求聯立方程式 $\begin{cases} 3x - y = 12 \\ 2x + 3y = 19 \end{cases}$ 的解</p>	<p>4. 求聯立方程式 $\begin{cases} 5x - y = 7 \\ 2x - y = 4 \end{cases}$ 的解</p>
<p>5. 求聯立方程式 $\begin{cases} y = 2x - 2 \\ 2x + 3y = 44 \end{cases}$ 的解</p>	<p>6. 求聯立方程式 $\begin{cases} 2x + 3y = 9 \\ -2x - y = 1 \end{cases}$ 的解</p>
<p>7. 求聯立方程式 $\begin{cases} 3x + 5y = -1 \\ 2x + y = 4 \end{cases}$ 的解</p>	<p>8. 求聯立方程式 $\begin{cases} 4x + 5y = 38 \\ 3x + 3y = 27 \end{cases}$ 的解</p>
<p>9. 求聯立方程式 $\begin{cases} x + y = 9 \\ 2x + 3y - 10 = 12 \end{cases}$ 的解</p>	<p>10. 求聯立方程式 $\begin{cases} 0.2x + 0.3y = 0.6 \\ \frac{1}{6}x + \frac{1}{2}y = -\frac{1}{2} \end{cases}$ 的解</p>

應用問題前測試卷

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____ 成績：_____

一、單一選擇題 (5 題，共 40 分)

() 1. 鉛筆 1 枝 5 元買 x 枝，原子筆 1 枝 15 元買 y 枝，共買 43 枝合計 2400 元，則下列何者符合題意？

(A) $\begin{cases} x+y=43 \\ 15x+5y=2400 \end{cases}$ (B) $\begin{cases} xy=43 \\ 5x+15y=2400 \end{cases}$

(C) $\begin{cases} x+y=43 \\ 5x+15y=2400 \end{cases}$ (D) $\begin{cases} x+y=43 \\ 20xy=2400 \end{cases}$ 。

() 2. 大、小兩數差 8，大數的 7 倍等於小數的 8 倍，則大、小兩數的和是

- (A) 8 的倍數 (B) 11 的倍數
(C) 13 的倍數 (D) 19 的倍數。

3. () 距今 5 年前父年齡是子的 4 倍，3 年後父比子的 2 倍多 12 歲，則距今幾年後父是子的 2 倍？

- (A) 15 (B) 16 (C) 18 (D) 20。

4. () 宇哲班上女生人數是男生人數的 2 倍，男生人數的 3 倍比女生人數的 2 倍少 15 人，則男、女生相差多少人？

- (A) 20 (B) 15 (C) 25 (D) 18。

5. () 5 元硬幣、10 元硬幣共有 35 個，合計 275 元，則 10 元硬幣比 5 元硬幣個數多幾個？

- (A) 5 (B) 6 (C) 7 (D) 10。

二、填充題 (6 格，共 36 分)

1. 大興餅店有單價 50 元及 100 元的月餅，混合裝盒出售，每盒共有 12 個月餅，售價 800 元，則每盒 100 元的月餅【 】個，50 元的月餅有【 】個。

2. 甲比乙大 5 歲，甲、乙兩人年齡和 73 歲，如果甲 x 歲，乙 y 歲，依題意列出二元一次聯立方程式為【 】。

3. 有一個二位數，數字和 13，且十位數是個位數的 2 倍多 1，依題意可假設十位數字 x ，個位數字 y ，則列出二元一次方程式為【 】。

4. 宜涵、依儒兩人比賽羽球，勝一場得 2 分，敗的一方得 1 分。寒假某日兩人比賽結果，宜涵得 44 分，依儒得 43 分，則宜涵勝【 】場，依儒勝【 】場。

三、計算題 (2 題，共 24 分)

1. 智偉和泓銘做加法運算，智偉將加數多寫 1 個 0，所得的和是 15823，泓銘將加數後面少拿 1 個 0，所得的和是 181，求正確的答案為何？

【解】

2. 宜涵、依儒各有若干元，若宜涵給依儒 5 元，則宜涵的錢是依儒的 $\frac{7}{4}$ 倍，若依儒給宜涵 15 元，則宜涵的錢是依儒的 $\frac{9}{2}$ 倍，問宜涵要給依儒多少元兩人錢才能相等？

【解】

應用問題後測試卷

班級：_____ 姓名：_____ 座號：_____ 成績：_____

一、單一選擇題 (5 題，共 40 分)

() 1. 某班男、女學生共 40 人，第一次段考數學成績，全班的平均分數是 78 分；男生的平均分數是 80 分，女生的平均分數是 75 分，則男生比女生多幾人？

(A) 7 人 (B) 8 人 (C) 9 人 (D) 10 人

() 2. 哥哥與弟弟各有數張紀念卡。已知弟弟給哥哥 10 張後，哥哥的張數就是弟弟的 2 倍；若哥哥給弟弟 10 張，兩人的張數就一樣多。設哥哥的張數為 x 張，弟弟的張數為 y 張，依題意下列列式何者正確？

(A) $2(y-10)=xy=x-10$

(B) $y-10=2xy=x-10$

(C) $y-10=2xx-10=y+10$

(D) $2(y-10)=x+10x-10=y+10$

() 3. 在阿峰家中，每一個男孩子的姊妹數和兄弟數都是相同的，而每一個女孩子的姊妹數是其兄弟數的一半，那阿峰一家共有幾個小孩？

(A) 3 (B) 12 (C) 10 (D) 7

() 4. 亨亨和俊俊到合作社買同樣的蛋糕和鮮乳，亨亨買蛋糕 1 塊和鮮乳 2 瓶，共付款 39 元；俊俊買蛋糕 2 塊和鮮乳 1 瓶，共付款 42 元，請問 1 塊蛋糕和 1 瓶鮮乳共值多少元？

(A) 25 (B) 26 (C) 27 (D) 28

() 5. 若一矩形的周長為 32 公分，且長為寬的 2 倍多 1 公分，則此矩形面積為多少平方公分？

(A) 55 (B) 52 (C) 48 (D) 45

二、填充題 (6 格，共 36 分)

1.e 咖啡店中一杯咖啡可賺 10 元，一杯奶茶可賺 15 元。如果老闆一天可賣出咖啡和奶茶一共 50 杯，賺 600 元，則老闆實際上賣_____杯咖啡。

2. 已知 1 瓶養樂多是 5 元，1 包洋芋片是 20 元，小慧買了 x 瓶養樂多、 y 包洋芋片共花了 120 元，則可列出二元一次方程式為_____。

3. 已知父子年齡的和是 58，且父年比子年的 4 倍少 7。

(1) 若父年為 x 歲，子年為 y 歲，則 x 與 y 之關係可列出二元一次聯立方程式為_____

(2) 以代入消去法解得

$x=_____$ ， $y=_____$ 。

4. 陳老師拿了 170 元給他的兒子亨亨，吩咐買 4 枝原子筆、2 枝鉛筆，錢數剛剛好，但亨亨買回 2 枝原子筆、4 枝鉛筆且找回 40 元，則 1 枝原子筆比 1 枝鉛筆貴_____元。

三、計算題 (2 題，共 24 分)

1. 小誠說他生日的月和日相加是 32，且日和月的 9 倍相加是 48，則他的生日是幾月幾日？

【解】

2. 一年 28 班調查學生上學方式，男生人數的 $\frac{5}{9}$

和女生人數的 $\frac{1}{2}$ 是走路上學，其餘由家人

接送。走路上學的男生人數比走路上學女生的人數多 2 人；由家人接送的男、女生人數一樣多，請問一年 28 班共有學生多少人？

【解】

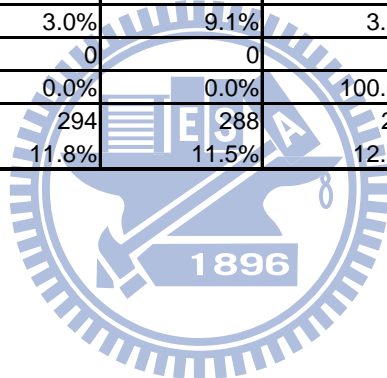
附錄二 錯誤類型分析資料表

「一元一次方程式」錯誤統計量資料表

題目 * 選項 交叉表						
題目	選項	選項				每題選擇 次數
		1	2	3	4	
1	選項	$x=2-3$	$x=3-0$	$x=3+0$	$x=0-3$	286
	題目內的 %	17.5%	18.5%	21.3%	42.7%	100.0%
2	選項	$x=3$	$x=0$	$x=2$	$x=-3$	234
	題目內的 %	21.8%	17.5%	22.6%	38.0%	100.0%
3	選項	$x=7+5$	$x=5-7$	$x=5+7$	$x=7-5$	127
	題目內的 %	14.2%	15.0%	15.0%	55.9%	100.0%
4	選項	$x=-2$	$x=0$	$x=3$	$x=2$	128
	題目內的 %	18.8%	12.5%	11.7%	57.0%	100.0%
5	選項	$2x=0+6$	$2x=2-6$	$2x=2+6$	$2x=0-6$	90
	題目內的 %	4.4%	12.2%	10.0%	73.3%	100.0%
6	選項	$2x=6$	$2x=4$	$2x=-4$	$2x=-6$	101
	題目內的 %	9.9%	11.9%	11.9%	66.3%	100.0%
7	選項	$x=6\div 2$	$x=6\times 2$	$x=(-6)\times 2$	$x=(-6)\div 2$	103
	題目內的 %	15.5%	8.7%	11.7%	64.1%	100.0%
8	選項	$x=3$	$x=12$	$x=-12$	$x=-3$	89
	題目內的 %	19.1%	12.4%	3.4%	65.2%	100.0%
9	選項	$3x=5+11$	$3x=5-11$	$3x=11+3$	$3x=11-5$	77
	題目內的 %	5.2%	10.4%	7.8%	76.6%	100.0%
10	選項	$3x=-6$	$3x=16$	$2x=-16$	$3x=6$	85
	題目內的 %	15.3%	9.4%	9.4%	65.9%	100.0%
11	選項	$x=(-6)\div 3$	$x=6\times 3$	$x=(-6)\times 3$	$x=6\div 3$	82
	題目內的 %	7.3%	9.8%	11.0%	72.0%	100.0%
12	選項	$x=-2$	$x=18$	$x=-18$	$x=2$	64
	題目內的 %	15.6%	4.7%	1.6%	78.1%	100.0%
13	選項	$-7x=14$	$2x=14$	$-2x=14$	$7x=14$	52
	題目內的 %	0.0%	1.9%	1.9%	96.2%	100.0%
14	選項	$x=14\times 7$	$x=(-14)\times 7$	$x=(-14)\div 7$	$x=14\div 7$	54
	題目內的 %	0.0%	1.9%	9.3%	88.9%	100.0%
15	選項	$x=-2$	$x=7$	$x=21$	$x=2$	64
	題目內的 %	15.6%	0.0%	10.9%	73.4%	100.0%
16	選項	$3x=9$	$x=9$	$3x=-9$	$-3x=9$	73
	題目內的 %	5.5%	13.7%	5.5%	75.3%	100.0%
17	選項	$x=9\times 3$	$x=(-9)\times 3$	$x=(-9)\div 3$	$x=9\div (-3)$	68
	題目內的 %	5.9%	11.8%	7.4%	75.0%	100.0%
18	選項	$x=-2$	$x=1$	$x=3$	$x=-3$	63
	題目內的 %	4.8%	11.1%	6.3%	77.8%	100.0%
19	選項	$2x-3x=7+3$	$3x-2x=7-3$	$3x-2x=3-7$	$2x+3x=-7-3$	66
	題目內的 %	6.1%	13.6%	9.1%	71.2%	100.0%
20	選項	$x=-10$	$5x=10$	$6x=-10$	$5x=-10$	69
	題目內的 %	10.1%	11.6%	10.1%	68.1%	100.0%

「一元一次方程式」錯誤統計量資料表

題目	21 選項	$x=10 \times 5$	$x=(-10) \times 5$	$x=10 \div 5$	$x=(-10) \div 5$	57
	題目內的 %	5.3%	17.5%	7.0%	70.2%	100.0%
22 選項	$x=2$	$x=5$	$x=-5$	$x=-2$	50	
	題目內的 %	8.0%	6.0%	8.0%	78.0%	100.0%
23 選項	$11x-3x=19+9$	$11x+3x=9-19$	$11x+3x=19-9$	$11x+3x=19+9$	61	
	題目內的 %	16.4%	6.6%	13.1%	63.9%	100.0%
24 選項	$14x=18$	$14x=-28$	$14x=-18$	$14x=28$	49	
	題目內的 %	8.2%	2.0%	12.2%	77.6%	100.0%
25 選項	$x=28 \times 2$	$x=28 \times 14$	$x=28 \div 5$	$x=28 \div 14$	51	
	題目內的 %	9.8%	5.9%	9.8%	74.5%	100.0%
26 選項	$x=-22$	$x=-2$	$x=28$	$x=2$	40	
	題目內的 %	0.0%	2.5%	5.0%	92.5%	100.0%
27 選項	$9x=5x+27$	$8x=5x-27$	$10x=5x+27$	$8x=5x+27$	49	
	題目內的 %	8.2%	12.2%	4.1%	75.5%	100.0%
28 選項	$8x+5x=-27$	$8x+5x=27$	$8x-5x=-27$	$8x-5x=27$	62	
	題目內的 %	8.1%	14.5%	21.0%	56.5%	100.0%
29 選項	$13x=27$	$8x=27$	$5x=27$	$3x=27$	37	
	題目內的 %	0.0%	10.8%	5.4%	83.8%	100.0%
30 選項	$x=27 \times 3$	$x=27 \times 7$	$x=27 \div 7$	$x=27 \div 3$	37	
	題目內的 %	8.1%	2.7%	10.8%	78.4%	100.0%
31 選項	$x=-7$	$x=-9$	$x=7$	$x=9$	33	
	題目內的 %	3.0%	9.1%	3.0%	84.8%	100.0%
32 選項	0	0	1	0	1	
	題目內的 %	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
總和	選項	294	288	299	1,621	2,502
	題目內的 %	11.8%	11.5%	12.0%	64.8%	100.0%



「應用問題」錯誤統計量資料表

題目 * 選項 交叉表									
		選項						總和	
		1	2	3	4	5	6		7
題目	1 選項	設父x歲	設子y歲	$x-y=32$	$\begin{matrix} x+5= \\ 3(y+5)-4 \end{matrix}$	設父x+32歲	$x=45$	$y=13$	1,822
	題目內的 %	25.0%	22.0%	19.5%	9.9%	9.5%	4.7%	9.4%	100.0%
	2 選項	$\begin{matrix} x+5=3(y+5) \\ -4 \end{matrix}$	$x=45$	$y=13$	$2x+6y=10$	$x=-1$	$y=20$	$-2x+4y=0$	1,290
	題目內的 %	28.4%	23.6%	18.2%	8.6%	8.4%	4.9%	7.9%	100.0%
	3 選項	設生日x月	設生日y月	$x+y=27$	$2x+6y=10$	設生日y-1月	$x-y=27$	$x+y=13$	760
	題目內的 %	30.4%	26.4%	19.6%	6.3%	7.5%	3.2%	6.6%	100.0%
	4 選項	$5x=4y$	$x=12$	$y=15$	$x=45$	$x-y=32$	$3x+y=10$	$y=13$	615
	題目內的 %	28.5%	24.7%	18.9%	8.8%	9.4%	2.6%	7.2%	100.0%
	5 選項	設12元x張	設25元y張	$x+y=10$	設12元x+y張	$x+y=20$	$2x+y=10$	$x-y=10$	497
	題目內的 %	28.0%	25.8%	17.7%	7.4%	11.3%	2.8%	7.0%	100.0%
	6 選項	$\begin{matrix} 12x+25y \\ =172 \end{matrix}$	$x=6$	$y=4$	$x=11$	$12x+24y=172$	$y=3$	$y=7$	314
	題目內的 %	27.4%	21.3%	13.7%	8.0%	12.1%	7.6%	9.9%	100.0%
	7 選項	設男生x組	設女生y組	$4x+6y=38$	設男生x/4組	設女生y/6組	$2x+6y=38$	$4x+10y=38$	292
	題目內的 %	29.5%	21.6%	15.8%	9.2%	9.6%	4.5%	9.9%	100.0%
8 選項	$x+y=8$	$x=20$	$y=18$	$x-y=8$	$x=19$	$y=20$	$x+2y=8$	254	
題目內的 %	27.6%	21.7%	18.1%	7.9%	9.8%	3.5%	11.4%	100.0%	
9 選項	設選擇題x分	設填充題y分	$5x+7y=52$	設選擇題5x分	設選擇題7y分	$5x+5y=52$	$5x-7y=52$	219	
題目內的 %	30.1%	27.4%	15.1%	6.8%	7.3%	6.8%	6.4%	100.0%	
10 選項	$y=3x$	$x=2$	$y=6$	$x=3$	$3y=x$	$y=5$	$3y+x=0$	194	
題目內的 %	25.3%	27.3%	15.5%	8.2%	8.8%	7.7%	7.2%	100.0%	
11 選項	設50元x枚	設10元y枚	$x+y=44$	設50元2x枚	設10元3y枚	$50x+10y=44$	$10x+50y=44$	186	
題目內的 %	28.5%	23.1%	14.0%	9.1%	11.3%	6.5%	7.5%	100.0%	
12 選項	$\begin{matrix} 50x+10y=10 \\ 00 \end{matrix}$	$x=14$	$y=30$	$x+y=1000$	$5x+y=1000$	$x=12$	$y=25$	159	
題目內的 %	27.7%	28.3%	17.0%	7.5%	7.5%	4.4%	7.5%	100.0%	
13 選項	設長x公分	設寬y公分	$2(x+y)=22$	設長x+2公分	設寬y-2公分	$2x+2y=11$	$2x+y=11$	121	
題目內的 %	29.8%	27.3%	14.9%	9.9%	5.0%	2.5%	10.7%	100.0%	
14 選項	$x=2y-1$	$x=7$	$y=4$	$x=2y+1$	$x-1=2y$	$y=3$	$x=6$	84	
題目內的 %	31.0%	31.0%	17.9%	6.0%	7.1%	2.4%	4.8%	100.0%	
總和	選項	1,883	1,631	1,228	579	621	303	562	6,807
	題目內的 %	27.7%	24.0%	18.0%	8.5%	9.1%	4.5%	8.3%	100.0%