

國立交通大學

土木工程學系碩士班

碩士論文

線上工程材料實驗室—數位遊戲式學習

**Online Engineering Material Laboratory—
Digital Game-Based Learning**

研究生：黃麗松

指導教授：洪士林 博士

中華民國九十九年十月

線上工程材料實驗室—數位遊戲式學習
**Online Engineering Material Laboratory—
Digital Game-Based Learning**

研究生：黃麗松

Student : Li-Song Huang

指導教授：洪士林

Advisor : Shih-Lin Hung



Submitted to Department of Civil Engineering

College of Engineering

National Chiao Tung University

In Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of

Master

In

Civil Engineering

October 2010

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十九年十月

線上工程材料實驗室—數位遊戲式學習
Online Engineering Material Laboratory—
Digital Game-Based Learning

研究生：黃麗松

指導教授：洪士林 博士

國立交通大學土木工程學系碩士班

摘 要

工程材料實驗課為土木系大學部基礎課程之一，教導學生有關材料的特性及彼此之間相互關係的基本知識，對日後所學的工程相關科目有著深遠的影響。由於實驗室通常有安全管理上的需求，空間或時間都有使用上的限制；若考慮實驗材料成本，經常無法同意學生重複學習。為了改善上述實驗室的教學限制，本論文利用現代計算機及網際網路為工具，建立線上材料實驗室做為輔助學習土木工程課程的工具，提供同學不受時空限制的學習方式。除此之外，為了提升同學的學習興趣，學習平台將以電腦遊戲的方式進行教學設計，透過遊戲將知識與技能傳遞給學習者。系統建置完成後，透過土木系及非本系兩組實驗人員的試用，由使用前及使用後的成績表得知，驗證本系統確實能輔助同學學習工程材料實驗課，並提升學習效率。

關鍵字：工程材料實驗、網路學習、數位學習、數位遊戲式學習

**Online Engineering Material Laboratory—
Digital Game-Based Learning**

Student : Li-Sung Huang

Advisor : Dr. Shih-Lin Hung

Department of Civil Engineering
College Engineering
National Chiao Tung University

Abstract

Engineering Material Laboratory is one of the basic courses of Civil Engineering for undergraduate students. The objective of the course is to introduce the properties and relationship between materials which later will greatly help students in other advanced Civic Engineering courses. In traditional Engineering Material Laboratory class, safety procedure, time management and experiment-material costs are the essential limitations, however, give students neither less nor even no chance to review or repeat the experiments from time to time. Using computer capacity and internet efficiency to create an online Civic Material Laboratory platform, this thesis attempts to overcome the restriction in traditional experiment course for students to be able to review the experiments anytime and anywhere. Furthermore, to increase students' interest, this learning platform is designed as computer games. It's aimed that through games, students learns the basic knowledge and skills of Civic Engineering students that shall have. Following, the system is verified via civil

students and non-civil students. After work, comparing the grades of the pre-test to the post-test, the positive difference show that students' learning effects are improving. The results of verification reveal that the system is useful for assisting students in learning the Engineering Material Laboratory course.



Keyword: engineering material laboratory, web based learning, e-learning,
digital game-based learning

【誌 謝】

這篇論文的誕生，首先要感謝我的指導教授洪士林教授，對於我研究的細心指導，讓我對於研究有更深入的認知，並具有解決問題的能力。接著要特別感謝口試委員林昌佑教授、鄭復平教授、清雲科技大學資工系詹君治副教授，對於我的研究提出許多寶貴意見以及點出問題的癥結，不論是對於論文的修改或是本研究日後的發展，都相當具有幫助。也非常感謝政治大學圖書資訊與檔案所的陳志銘副教授，因為旁聽教授實驗室的小組討論報告，讓我對研究方向以及理論基礎更加確定，邏輯思緒更加清晰。

在研究所的二年中，特別感謝大學長對我的耐心教導及指點，感謝您在過程中的細心講解及替我校正許多錯誤的觀念，讓我在研究時受益非淺。也感謝實驗室的學長姐、同伴、學弟妹們及替我測試系統的朋友們，此論文順利的完成要歸功於你們的幫忙，謝謝你們。

也感謝一直照顧我的孫治本教授、孫姐、阿桃姐及全民書局的各位，謝謝你們對我的援助，讓我可以無顧慮的求學。在我寫論文遇到瓶頸的過程中，一直鼓勵及開導我的彭大哥及蘇姐姐，兩位對我的照顧，真的是感激不盡，也感謝你們提供我溫暖的小窩，讓我不至於在風城中流浪，隨風漂蕩。還有可愛的雪莉學姐、政偉學長及佳慶學長，謝謝你們幫我校稿及想點子，真是辛苦你們了。當然，林君學姐、建達學長、阿鳳、作麗、有超，感謝你們任我隨興的發嘮叨以及鼓勵我，謝謝你們，也謝謝常幫我善後爛攤子的振錄，感謝你。可愛的阿婆、圈圈及圓圓，

三位室友，感謝妳們為我帶來歡樂的寢室，讓我每天疲憊的身軀都能重新充滿的活力，對抗催眠的文獻，功德無量。

最後要感謝我親愛的黃媽媽，謝謝妳對我的栽培以及無怨的付出，沒有妳也不會有今天的這篇論文，將此榮耀歸功於妳；也謝謝可愛的哥哥姐姐及眾姐夫們對我的鼓勵與支持，有你們的加油打氣是我堅持下去的力量，謝謝你們。最後，向大家致上我由衷的感謝，謝謝你們。

麗松 謹誌於 圓通

2010 年十月



目錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
目錄.....	VI
表目錄.....	IX
圖目錄.....	X
第一章 緒論	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	3
1.3 研究步驟.....	3
1.4 論文架構.....	4
第二章 文獻回顧	5
2.1 遠距教學.....	5
2.2 網路學習.....	7
2.2.1 網路學習平台.....	8
2.2.2 網路學習環境特性.....	9
2.3 數位遊戲.....	10
2.3.1 數位遊戲定義.....	10
2.3.2 數位遊戲特性.....	11
2.2.3 數位遊戲分類.....	12
2.3.4 數位遊戲式學習.....	14
2.3.5 數位遊戲式學習設計.....	15

2.4	資訊科技	17
2.4.1	網路架構	17
2.4.2	網頁技術	17
2.4.3	資料庫	19
2.4.4	程式撰寫語言	19
第三章	系統架構及遊戲實作	21
3.1	系統架構	21
3.2	遊戲設計理念	22
3.2.1	劇情	23
3.2.2	獎勵及懲罰	24
3.2.3	升級及競爭	24
3.2.4	遊戲規則	25
3.3	遊戲實作	25
3.3.1	遊戲環境介紹	25
3.3.2	水泥比重實驗	26
3.3.3	水泥標準稠度實驗	26
3.3.4	細骨材吸水率實驗	27
3.3.5	細骨材比重實驗	28
3.3.6	粗骨材吸水率實驗	29
3.3.7	粗骨材比重實驗	29
3.3.8	粗、細骨材篩分析實驗	30
3.3.9	混凝土坍度實驗	30
第四章	系統驗證	32
4.1	驗證對象	32
4.2	驗證方法	32

4.3 數據分析	33
第五章 結論與建議.....	36
5.1 結論	36
5.2 建議	36
參考文獻.....	38



表目錄

表 1-1	輔助教學環境比較.....	41
表 4-1	測試卷.....	42
表 4-2	問卷.....	43
表 4-3	各組前、後測成績及進步成績摘要表.....	44
表 4-4	問卷回饋表.....	44



圖目錄

圖 1-1 Dale 「經驗金字塔」	45
圖 1-2 研究流程圖	45
圖 2-1 遠距教學發展歷程	46
圖 2-2 數位遊戲學習模型	46
圖 2-3 遊戲系統設計要素」	47
圖 2-4 主從式網路架構	47
圖 2-5 點對點網路架構	48
圖 3-1 系統架構圖	49
圖 3-2 網站導覽圖	49
圖 3-3 網站—首頁	50
圖 3-4 網站—註冊新帳號	51
圖 3-5 網站—登入	52
圖 3-6 網站—個人資料區	53
圖 3-7 網站—實習室	54
圖 3-8 網站—聊天室	55
圖 3-9 遊戲關卡流程圖」	56
圖 3-10 劇情講述畫面(一).....	57
圖 3-11 劇情講述畫面(二).....	57
圖 3-12 遊戲環境介紹	58
圖 3-13 關卡一的步驟說明畫面	58
圖 3-14 水泥比重實驗擺設畫面	59
圖 3-15 水泥比重實驗加煤油畫面	59
圖 3-16 水泥比重實驗加水泥畫面	60
圖 3-17 水泥比重實驗放入恆溫水槽後畫面	60
圖 3-18 關卡二的步驟說明畫面	61

圖 3-19 水泥標準稠度實驗—初始畫面	61
圖 3-20 水泥標準稠度實驗—加水泥畫面	62
圖 3-21 水泥標準稠度實驗—加水畫面	62
圖 3-22 水泥標準稠度實驗—碗置入維卡儀畫面	63
圖 3-23 水泥標準稠度實驗—維卡儀預備動作畫面	63
圖 3-24 水泥標準稠度實驗—維卡儀讀針動作畫面	64
圖 3-25 關卡三的步驟說明畫面	64
圖 3-26 細骨材吸水率實驗—初始畫面	65
圖 3-27 細骨材吸水率實驗—填砂入圓錐模畫面(一).....	65
圖 3-28 細骨材吸水率實驗—填砂入圓錐模畫面(二).....	66
圖 3-29 細骨材吸水率實驗—填砂入圓錐模畫面(三).....	66
圖 3-30 細骨材吸水率實驗—完成砂錐體畫面(一).....	67
圖 3-31 細骨材吸水率實驗—完成砂錐體畫面(二).....	67
圖 3-32 關卡四的步驟說明畫面	68
圖 3-33 細骨材比重實驗—初始畫面	68
圖 3-34 細骨材比重實驗—加水畫面	69
圖 3-35 細骨材比重實驗—加砂畫面	69
圖 3-36 細骨材比重實驗—將氣泡逐出畫面	70
圖 3-37 細骨材比重實驗—完成畫面	70
圖 3-38 關卡五的步驟說明畫面	71
圖 3-39 粗骨材吸水率實驗—初始畫面	71
圖 3-40 粗骨材吸水率實驗—加入粗石畫面	72
圖 3-41 粗骨材吸水率實驗—烘箱開啓畫面	72
圖 3-42 粗骨材吸水率實驗—將粗石置入烘箱畫面	73
圖 3-43 粗骨材吸水率實驗—完成畫面	73
圖 3-44 關卡六的步驟說明畫面	74
圖 3-45 粗骨材比重實驗—初始畫面	74
圖 3-46 粗骨材比重實驗—將網藍放入水裡畫面	75

圖 3-47 粗骨材比重實驗—將粗石置入網藍畫面	75
圖 3-48 粗骨材比重實驗—完成畫面	76
圖 3-49 關卡七的步驟說明畫面	76
圖 3-50 粗骨材篩分析實驗—初始畫面	77
圖 3-51 粗骨材篩分析實驗—完成畫面	77
圖 3-52 關卡八的步驟說明畫面	78
圖 3-53 細骨材篩分析實驗—初始畫面	78
圖 3-54 細骨材篩分析實驗—完成畫面	79
圖 3-55 關卡九的步驟說明畫面	79
圖 3-56 預拌混凝土實驗—初始畫面	80
圖 3-57 預拌混凝土實驗—加入粗骨材畫面	80
圖 3-58 預拌混凝土實驗—加入細骨材畫面	81
圖 3-59 預拌混凝土實驗—加水泥畫面	81
圖 3-60 預拌混凝土實驗—加水畫面	82
圖 3-61 預拌混凝土實驗—拌勻畫面	82
圖 3-62 預拌混凝土實驗—完成畫面	83
圖 3-63 關卡十的步驟說明畫面	83
圖 3-64 混凝土坍度實驗—初始畫面	84
圖 3-65 混凝土坍度實驗—填入第一層畫面	84
圖 3-66 混凝土坍度實驗—填入第二層搗實畫面	85
圖 3-67 混凝土坍度實驗—填入第三層搗實畫面	85
圖 3-68 混凝土坍度實驗—完成結果(一).....	86
圖 3-69 混凝土坍度實驗—完成結果(二).....	86
圖 3-70 混凝土坍度實驗—完成結果(三).....	87
圖 3-71 混凝土試柱兌換	87
圖 3-72 捐出混凝土試柱	88
圖 3-73 獲得愛心	88
圖 4-1 實驗組實驗組前、後成績分佈圖	89

圖 4-2 控制組前、後成績分佈圖 89
圖 4-3 各組前後成績平均分數折線圖 90



第一章 緒論

1.1 研究動機

土木結構工程設計與施工過程中，工程師必須對將使用之土木材料基本性質與相關知識，有深刻瞭解的能力，才能在追求符合經濟之需求下，選擇出適宜之材料用於興建結構體上，確保結構體的使用舒適性與耐久性。本系為了教授學生瞭解材料特性及彼此之間相互關係，開設了工程材料學課程，更期讓學生實際體驗材料的變化，所以將課程分為課堂教學及實驗教學。課堂上，教授會講解有關材料的物理及化學性質；實驗課程，除了使學生驗證及鞏固所學理論外，更讓學生透過在實驗室動手實作，幫助學生熟悉材料特性及儀器使用方式，同時也能增加現場施工經驗。實驗室教學除了能幫助學生瞭解課程理論之外，根據 Dale 的「經驗金字塔」(圖 1-1) 得知，對學生的瞭解及記憶而言最好的一種學習方法 [1]。然而，實驗室因應安全管理需求，會分配固定的使用空間及開放時間的限制；在有限的實驗儀器下，實驗通常以分組形式進行，導致學生不能單獨的操作儀器，僅學習到部份實驗步驟，在操作過程裡也需有專業人員的陪同下才可進行；若加以考量材料使用成本，可能無法同意讓學生重複做實驗多次。實驗室教學在學生學習推理、實驗，以及深入的理解上，有極大的幫助，但却因環境因素造成學習上障礙。學者為了解決傳統教學上的不足常借助了時代科技的力量，將其融入了教學設計裡成功的輔助了教學。賴瑞琦學者利用了電腦多媒體技術進行教材的編製，將較為單調、枯燥的教材內容，以更活潑、更生動的多媒體方式呈現出

來，提升了學生學習土壤力學的學習成效[2]，；謝瑜萱、張君平等學者為了讓學習者瞭解河川及公路邊坡生態工法的應用方法，利用網路及多媒體設計的技術，將生態工法之定義、精神、工法的種類以及應用生態工法施作完成的公路邊坡案例等，製作成教材並發布在網路上，提供學習者學習，得到了良好的回應[3][4]；游君暉為了解決單向度壓密試驗的長時間等候問題，建構網路模擬程式系統，免除了學習者等待的問題 [5]；Price 等學者為了進行大自然森林教學，利用了行動裝置學習技術，讓學習者親身體驗教材內容，得到極佳的學習成績[6]，以上學者皆在結論中表示，教學輔助工具有效的提升教學效果。每種教學輔助方法本身都有無可取代的價值空間，如何選擇適用的媒介做工具端看設計者。本研究為了解決實驗室在時空、儀器使用及成本效應的問題，從參考文獻裡學者所提供的方法中，選擇了網路學習系統來輔助教學。理論上，在網路及行動兩種最熱門的學習方式，都適用於本研究，但網路學習所使用的媒介工具相對於行動學習會較具普遍性。網路學習，只需透過電腦軟硬體的應用，將實驗課內容及教材數位化，放置在網路上，不管何時何地，只要有電腦及網路設備學習者即可上網進行學習。


在數位化的環境裡學習，學習者必須扮演主動積極之角色，若無法改變被動式接受訊息的學習習慣，那麼在極力強調學習主動性之環境下，學習者的學習效果便會大打折扣。Prensky [7]、Kuo [8]、Hsu et.al [9]、游光昭等人[10]、尚俊傑等人[11]等多位學者研究後提出若將數位遊戲特色融入教學理念中，透過娛樂的

學習方式保持學習者的動機與注意力，使教學軟體本身所傳遞的知識與技能也順利遷移給學習者，同時亦可達到「寓教於樂」的目的。

1.2 研究目的

誠如上述原因，也參考了文獻中學者們所提出的對應方法，本論文將利用個人電腦及網際網路，建立線上工程材料實驗室，做為輔助學習的工具，借此改善實驗課程因空間、時間及成本限制的問題，提供學生在實驗課前或實驗課後都可用來做為輔助學習的虛擬實驗空間。另外為了增加學習興趣，本論文將以電腦遊戲方式呈現課程內容，使教材活潑化，以達到提升學習績效。

1.3 研究步驟



本論文的設計將分三個階段來完成，搜索相關文獻及教材，規劃系統架構，進行編排實驗遊戲，完成後再來進行驗證系統可行性。詳細的研究流程如下（圖 1-2）。以下簡介將在本論文中用到的參考材料、軟體工具及驗證方法。本論文在教材選用方面，參考了本系工程材料實驗課所用教材以及其他教材為設計基本。本論文將系統分為三大部分來架設，分別為網站、資料庫及遊戲。網站使用的軟體工具為 ASP.NET、資料庫是使用 MySQL 來進行儲存及交換、遊戲則是利用 FLASH 軟體的 CS4 版本做為平台來撰寫編排課程遊戲。待系統完成撰寫階段後，將邀請修習過本課程（簡稱控制組）及沒修習過的同學（簡稱實驗組）進行應用測試，再進行評分比較，判別系統是否有達到預期的成果；為了提升系統的親和力，將

對使用者進行介面問卷調查，做為修改系統的基準。

1.4 論文架構

第一章「緒論」，內容主要在簡述本研究的背景、動機、目的以及研究方法。

第二章「文獻回顧」，其內容為介紹數位學習發展與應用以及遊戲式學習的觀念與相關應用。

第三章「系統架構及實作」，本章節將詳細介紹完整的系統架構。其中將針對如何架設網站及課程設計做個詳細的說明。

第四章「系統驗證」，將呈現驗證系統的方法、過程以及評分後的相關數據與結果。

第五章「結論及建議」，其內容為說明本論文的科研成果及後續研究的延伸方向。

第六章「參考文獻」，本章主要是列出在本論文中，所探討的相關文獻或書籍等項目。



第二章 文獻回顧

本章節將詳述遠距教學的由來及其發展歷程、數位遊戲的定義、數位遊戲式學習的特色與教學設計模型，接下來再簡介在本論文中所使用到的資訊技術。

2.1 遠距教學 (Distance Instructions)

現代人處於知識爆炸的年代，學校已不可能再教授所有的知識。然而，廣泛的學習漸成為一種成長需求，讓許多人需要不斷的追求更新及進步的知識。但現代人繁忙緊湊的生活步調，如果使用一般傳統的教育方式，往往需要花費相當多的交通往返時間於求知的來往旅途裡。教學者為了改善上述問題，將不同時期的傳播科技如錄音機、電視機、收音機、投影機、電腦、網際網路、視訊裝備…等等融入教學理念中，使上述科技設備成為教學、學習或問題解決與傳遞訊息的工具，發展出各種新的學習方式[12]。遠距教學的進化看似廣泛而無系統化，但可利用教學模式、互動機制、教材內容及溝通媒介等四個構面來概觀所屬時期的發展，如圖 2-1 所示[13]。

(1) 函授教學 (Correspondence Instruction)

在電子產業尚未發展時期，學習者與教學機構的所在地，於地理上分隔兩地，造就教學者與學習者利用書函往來方式進行教學。函授教學方式中，印刷資料主要為其溝通媒介。首先教學者將課程教材、閱讀教材及作業會寄給學習者，接著學習者會完成該課程、讀完閱讀文章，待作業完成後再郵寄給教學者評分。若學

習困難的課程內容時，學習者會持續得到補充教材，幫助理解課程內容。函授教學因為居家的學習模式又被稱為「居家自學」或「獨立學習」[14]。

(2) 空中教學 (Broadcasting Instructions)

遠距教學的下一步發展也就是將印刷之外的影音媒體加入函授學習系統。

首先，教學者將課程內容預先錄製成錄音帶或錄影帶，在寄給學習者的課程資料中加入了上述影音教材。課程會引導學習者去看、去聽及經歷一系列的學習事件，跟教師親身教導很相似。

無線電訊廣播 (Radio) 的興起，使遠距教學逐漸向同步互動模式邁進。教學者透過特定的廣播頻道，播放課程相關節目，而學習者可在同步收聽課程時，若對課程內容感到困惑，可即時透過電話 Call In 的方式向教學者詢問。後期的衛星發射成功，使電波傳輸帶的承載容量變大，隔空的視訊教學因此而誕生。教學者與學習者在特定的時間點，雙方利用視訊設備，進行教學與討論。

(3) 電腦教學 (Computer Based Instructions)

現代計算機 (簡稱電腦) 的發達為教育界首先掀起了巨大的浪潮，這個浪潮主要是跟隨軟硬體技術進步，開創新的數位化教學方法。早期電腦輔助教學 (Computer Assisted Instruction, CAI)，強調在單機作業的環境下用簡單的文字及圖案呈現教材內容，讓學習者可以在自己的終端機上練習圖文並茂的課程。在個人電腦興起後，電腦輔助教學更是如火如荼展開。而後因雷射影碟、互動式光碟、多媒體、超媒體的問世，使得教學可以發展出更逼真的互動式學習情境。隨著網際網路的蓬勃發展，及全球化的普及性，結合了電腦、電訊傳播與網路科技等特

性將學習模式推入了網路教學（Web-Based Teaching, WBT）的高潮時期 [15]。電信產業的蓬發，使輕巧的行動裝置設備也成為遠距教學的科技工具之一。電腦輔助教學、網路教學及行動裝置教學，是電腦教學的三大頭目，為了清楚的區分各教學之間的不同，陳年興等學者以教學環境對三者做了詳細的說明，如表 2-1 所示。電腦輔助教學如上述所介紹，本身互動性及內容更新性較其他兩者差，網路教學及行動教學兩者則有著相同的教學環境。遠距教學發展至今，教材皆已走向電子或數位化，因此「數位學習」也被廣泛用來稱謂這些數位化的學習方式。


2.2 網路學習（Web-Based Learning, WBL）

網路科技應用在遠距教學形成網路教學，也帶動產生了新的學習方式—網路學習，利用網際網路所建構出來的學習環境，可以讓老師與學生完全突破時間與空間上的限制 [16]。它主要是一種以超媒體（Hypermedia）、電腦與網路系統為基礎的數位化教學，具備了同步（Synchronous）與非同步（Asynchronous）的整合式學習環境，使教學者和學習者可以隨時隨地進行互動及交流 [17]。網路學習因教材的完全電子或數位化，即被稱為數位學習。國內學者洪榮昭等人 [18] 提出網路學習之所以能成為遠距教學未來的趨勢，是因為網路良好的屬性能為學習帶來了以下的效益：

- 1) 便利性：任何人可在任何時間與地點，以基本電腦配備即可進行同步或非同步的學習活動。
- 2) 主動性：學生採取主動式的學習，可依實際需要與個人興趣來選擇課程。

- 3) 互動性：網路上的互動是一種群播狀態，學習不再處於被動、單向的狀態，而是多元互動。
- 4) 合作性：藉由網路通訊，分散各地的學生可以交換資料、經驗或是針對某個主題作研討。
- 5) 多樣化：由於全球資訊網（WWW）支援各類多媒體教材之展現，老師及學生可盡情表現其作品，並留存於網路，網路能扮演線上資料庫的角色，提供其他人參考擷取資料。
- 6) 開放性：網路上所有參與者都同時扮演著「教」與「學」的角色，提供平等的溝通。

2.2.1 網路學習平台



一個網路學習平台就猶如一個虛擬教室，教學者與學習者可以透過網路進行教學與溝通。因此根據教學者與學者的使用互動性，學習平台大致可分為「同步」、「非同步」及「整合式」三種類別 [18]。

(1) 非同步學習平台

這是網路學習目前最為普遍的方式，教師將事先錄製好的平面教材及影音教材放置在網路上，供學生自行下載及閱讀，同時可利用討論版的方式和教師進行非同步的討論，並且討論的過程可做紀錄，供其他學習者參考。本論文的學習模式也歸類於非同步學習模式。


(2) 同步學習平台

教師透過視訊設備，將影像及教材傳至學生端，即使教師和學生不在同一地點仍可進行即時教學及雙向溝通。在寬頻網路的環境下，影音視訊的傳遞讓老師及學生雙方面感覺互相貼近，增加了學習上的效果。

(3) 整合式學習平台

結合同步與非同步教學方式的優點，讓網路不再只是枯燥的教材閱讀，使得教與學的活動更具彈性，讓學習效果更加有效率，這也是未來網路學習的重要趨勢。

Djordjevic 等學者也在其研究裡提到在建置一個電腦模擬教學的平台時，應該要考慮到教學設計是否能滿足學習者以下的需求[19]。

- 
- (1) 提供學習者練習相關科目的例子；
 - (2) 提供學習者自我練習的機會；
 - (3) 提供學習者圖文并茂的使用介面；
 - (4) 提供相關閱讀活動來吸引學習者目光；
 - (5) 提供使用者能夠自我評量及見證所學單元在課堂教學上的機會；

2.2.2 網路學習環境特性

網路學習的環境特性如下[4]：

1) 學習途徑開放化

建立多種的傳播管道，可提高學習的開放性。

2) 學習方式多樣化

透過多媒體及互動式學習，可增進學習效果。

3) 學習進度個別化

依照網路系統形成的學習資料庫，學習者可依教材結構或個人需求彈性學習，達到個別學習的理想。

4) 學習空間普遍化

學習者散佈於各地區，不受空間限制。

5) 學習時間即時化

學習者可掌握適合自己的學習時間，不受時間的限制。

2.3 數位遊戲 (Digital Games)

2.3.1 數位遊戲定義

遊戲是人類心智、肢體上的一種活動過程，在過程開始之初，遊戲者會因為這個遊戲具有趣味性而主動參與，在過程中，有明確的規則透過即時的互動過程來規範遊戲者的行為；且遊戲者必要與自己在時間上或其他事物上競爭；在結束時會有明確的資訊告知遊戲者，在活動期間所得到的遊戲結果。簡單來說，遊戲就是包含一人或多人玩家的一組競爭活動，它須包含目標 (Goals)、規則 (Constraints/Rules)、酬賞 (Payoffs) 與結果 (Consequences) 等特質[10]。遊戲本身特徵就是強調「自願」，若服從命令的遊戲不被稱爲之遊戲[20]。

隨著媒體與資訊科技的進步，遊戲逐漸區分為兩類，傳統遊戲及數位遊戲。

(1) 傳統遊戲 (Traditional Games)

傳統遊戲主要是由玩家自行創造而來，透過創意以及手邊既有的工具材料設計出非以數位形式進行的娛樂活動，在活動過程中，每個參與者都遵守所訂定的規則，以達到遊戲本身所給予的目的[21]。真實世界中常見的紙牌、網球、足球或籃球等遊戲，都是非數位化遊戲的範例。

(2) 數位遊戲 (Digital Games)

吳鐵雄認為數位遊戲是一套在電腦上發展出來的，具有娛樂性或教育性的軟體[20]；Oblinger 將數位遊戲定義為配合視覺效果，利用程式語言將遊戲規則透過螢幕來呈現的遊戲[22]，兩者定義雖有不同之處，但都說明數位遊戲是透過電腦方式來呈現遊戲。但現今市面上，只要利用數位科技所產生的各式各樣遊戲，都被稱為數位遊戲。

2.3.2 數位遊戲特性

Prensky 提到數位遊戲之所以吸引遊戲者的原因，即是因為數位遊戲所具有了以下的特性[7][21][23]：

- 1) 娛樂性：能讓遊戲者在遊戲的過程中獲得享受與愉悅；
- 2) 遊戲性：能促使遊戲者極度熱烈的投入於其中；
- 3) 目標性：能讓遊戲者有動力去進行遊戲；
- 4) 規則性：能提供遊戲者遊戲的整體架構；

- 5) 人機互動性：能讓遊戲者過電腦操弄與互動中來進行遊戲；
- 6) 競爭挑戰與衝突感：能讓遊戲者感受到興奮與刺激；
- 7) 勝利感：能提供遊戲者自我的滿足感；
- 8) 結果與回饋：能提供遊戲者做中學習的機會；
- 9) 問題解決：能引發遊戲者的創造力；
- 10) 圖像與情節性：能讓遊戲者在遊戲中獲致情感；
- 11) 適性化：能讓遊戲者在遊戲中流暢的進行；
- 12) 社會互動性：能讓遊戲者之間形成社會性的團體。

2.2.3 數位遊戲分類

數位遊戲依據內容可分為九大類[24][25]：

- 1) 角色扮演類：遊戲者在遊戲中扮演主角或配角，執行遊戲任務，此種遊戲法著重於遊戲者所扮演人物之成長以及經歷。
- 2) 動作角色扮演類：操縱扮演人物展開打鬥，以打敗敵人為任務，此種遊戲法著重於遊戲者對畫面內容做急速回應，以準確為主。
- 3) 策略模擬類：模擬真實世界中的各種人、事、物，給予遊戲者在平時無法操控的權力，讓遊戲者有自由支配及管理遊戲中的人事物，此種遊戲法強調計劃與解決難題的策略運用。
- 4) 益智類：遊戲者必須思索遊戲中的問題並且解決，此遊戲法著重於遊戲者的思考與邏輯判斷能力。

- 5) 冒險類：遊戲內容含有許多謎題與冒險的成分，遊戲者須靠著連續解謎過關，此遊戲法強調故事劇情的發展性，誘導遊戲者進行連鎖性的記憶。
- 6) 射擊類：遊戲者需躲避敵人攻擊，並以摧毀敵人為目標任務，此遊戲法著重於遊戲者的手眼反應能力。
- 7) 運動類：讓遊戲者化身為賽場中的人物，以超越對手贏得錦標為任務，此遊戲法著重在表現人體活動行為。
- 8) 競速模擬類：遊戲者操縱某種可移動的機械，在限制時間及空間內跑完全程，此種遊戲著重在模仿某種技能的行為模式。
- 9) 養成遊戲類：讓遊戲者扮演培育者，觀察被培育者隨着不同的栽培方式而產生的變化。

以遊戲平台來劃分的話，數位遊戲又可分成以下七種[26]：

- 1) 大型遊戲機：一種擁有專屬軟硬體裝置的遊戲，一般放置在電子遊樂場所中，遊戲者可投入代幣或銅板來進行遊戲。
- 2) 電視遊樂器遊戲：指一種必須透過專屬的主機來玩的遊戲，這個主機通稱為電視遊樂器，遊戲中的聲光效果需額外結合電視機的螢幕及喇叭才能顯示。
- 3) 掌上型遊戲：專為掌上型裝置而設計的遊戲，著重攜帶方便，較不注重聲光效果。
- 4) 電腦遊戲：泛指各種在個人電腦上執行的單機版遊戲。
- 5) 連線遊戲：一種可在單一電腦上玩，利用區域網將數台電腦連在一起，讓單

機遊戲擁有連線功能的遊戲。

- 6) 網路遊戲：指一種在網路上提供較簡單、普通回合制的遊戲。
- 7) 線上遊戲：指一種可容納上千人至萬人的遊戲，提供遊戲者上網在虛擬世界扮演各種不同的角色的遊戲。

2.3.4 數位遊戲式學習 (Digital Game-Based Learning, DGBL)

Prensky 以 1985 年為界線將時下人類分為兩類—數位原住民(Digital Natives)及數位移民 (Digital Immigrants) [7]。數位原住民指的是一出生就生活在電腦、網際網路世界的一代青少年，在數位國度裡成長，對於數位科技不會讚嘆，也不會猶疑如何使用，能流利的使用數位語言，習慣豐富的影音生活，並且每天都與數位用品或玩具，密切的共生共存。相對於數位原住民，數位移民是成長在單純、可預測的、穩定的、低科技的環境下，渡過類比到數位時代的居民，在新的環境裡，數位移民需要操作手冊，甚至上補習班學電腦、學新的軟體來適應當下的風。

Prensky 提出當下教師者多數為數位移民，在教育時，常習慣利用經驗傳承的方式教授課程，但身為學生的數位原住民與上一代的思維模式相差甚遠，傳統的教學方針常迫使他們逃避學習。張玉佩學者在其研究訪談中發現因課業壓力而逃避學習的學生，卻願意每天花上十幾個小時在做另一件事—玩遊戲[26]。國外學者 Kuo 也在探討為什麼學生會願意坐在電腦前面重複玩同一款遊戲而不厭其煩，答案來自於學生認為遊戲是有趣的，而學習是無趣的。眾多學者提出為了提升學生的學習意願與動力，應改變教學方法。近年來遊戲式學習，被認為能夠引起學習

者產生興趣與動機的一種學習方法，但傳統的遊戲式教學對於數位原住民的學生是屬於低吸引力；Naiman 提出若是將數位遊戲的特性容入教學理念裡，加以適當的整合設計，讓學習感覺是在玩遊戲，藉此可抓住學習者的吸引力及提升學習動機[8]。

2.3.5 數位遊戲式學習設計

數位遊戲式學習是以電腦遊戲設計模式貫穿於整個學習過程之中，並將教學內容以遊戲方式呈現，運用數位遊戲的趣味性來引起學生的學習動機，但最注重的是在傳遞知識和技能的學習，而非娛樂效果。因此 Garris 提出數位遊戲式學習模型能提供教學者在設計時，如何讓遊戲學習環境使學習者沈浸於遊戲學習時，又可從學習過程中得到最佳的學習效果。數位遊戲式學習模型（Input-Process-Outcome Game Model）如图 2-2，可分為三個部分來探討。首先是輸入（Input）的部分，需要包含有針對不同科目設計相關的教學內容及為了引起學習興趣的遊戲特性。接著進入到執行（Process）部分，此部分包含有使用者判斷（User Judgments）、使用者行為（User behavior）及系統回饋（System Feedback）。從使用者判斷來看，透過遊戲方式引發學習興趣，當學習者建立信心進入任遊戲任務時，則進入使用者行為，此時，學習者會從遊戲中積極尋求挑戰性，並持續於遊戲活動中，此行為結果引發系統回饋給予使用者互動的回應。當遊戲學習循環結束時提供任務報告（Debriefing），目的探討遊戲學習過程中錯誤的地方，最後達到學習成果（Learning Outcomes），以實現遊戲學習的目標[28]。

遊戲式學習設計除了學習模式外，仍需考慮到如何設計一個吸引學習者目光的遊戲系統。周馨升學者也探討眾多學者的研究後，歸納出在設計遊戲系統時應注意的四大個要素，如圖 2-3 所示[29]。

1) 介面 (Interface)

在遊戲設計方面需將易於使用性考慮在先，主要考量到學習者不需要讀任何指導手冊就能夠操作系統，而整體外觀與感覺方面，設計師可運用觸覺方式模擬出皮膚和動感的感覺，讓遊戲不只能看也能感覺。

2) 故事性 (Storytelling)

在遊戲中使用故事的方式是遊戲設計中最基本的部分，在設計時需掌握故事架構的設計及鋪陳順序，緊密的故事架構設計，容易被聆聽者接受，而鋪陳內容的高、低潮則可以讓觀眾融入故事裡。

3) 互動性 (Interactivity)

藉由學習者的互動方式，可掌握學習者在遊戲中的需求。因此，在互動性方面需要掌握三個要素包含聆聽、思考與述說，在互動過程中不能只存有單一要素，需要有好的聆聽、好的思考與好的述說，才能得到好的互動。除了考慮學習者與遊戲的互動之外，需要考慮到發展團隊、社交及溝通之相關因素，以達到學習之互動性。

4) 平衡度 (Balance)

在進行遊戲前，需讓學習者清楚規則及目標，以增加遊戲的公平性。對於表

現良好的學習者給予獎勵；而進展不好的學習者應該在某個程度上支持，以確保能趕上遊戲進行，但需要注意內部一致和平公正，而不是讓學習者利用遊戲漏洞，而得到好處。

2.4 資訊科技

2.4.1 網路架構


常見的網路架構，可分為主從式網路架構（Server-Client）以及點對點式網路架構（Peer-to-Peer），如圖 2-4 與圖 2-5。

主從事架構的運作流程，簡單的說，前端的應用程式扮演者和使用者溝通的角色，它強調簡單而且具備親和力的使用介面，以提供使用者進行查詢、修改、列印等輸入或輸出的作業，而後端的伺服器則負責執行前端應用程式所傳來的命令，並將處理的結果回傳給前端的應用程式，直接將結果顯示在使用者的眼前。至於網路系統則是幕後的大功臣，因為它構築了前端應用程式與後端伺服處理器之間的互通管道。點對點網路是因應解決主從式架構中，伺服器負荷增大而衍生在資訊的有效管理以及網路服務的持續性兩大問題，而發展出來的新興網路服務模式。它強調完全使用分散式的自我組織及資源的系統，即每台電腦同時扮演伺服器與使用者的角色，當越多節點加入這個網路，每個節點所能分享到的資源越多。

2.4.2 網頁技術

Hyper Text Markup Language（簡稱 HTML）是為網頁創建和其它可在網頁

瀏覽器中看到的信息設計的一種置標語言。它具有超文字 (Hyper Text)、超連結 (Hyper Link)、超媒體 (Hyper Media) 的特性，透過網路通訊協定 (Hyper Text Transfer Protocol, HTTP)，便能夠在世界各地透過全球資訊網 (World Wide Web, WWW) 的架構做跨平台的交流。在 Web 1.0 時代，一般個人網頁等傳統網站以資料為核心，使用者與網站建構者無法藉由網頁技術達到良好互動。於是之後有 Web 2.0 概念出現，主要在強調人與人之間交互而產生出的內容，經由在服務導向的架構中的程式，在這個環境被發佈，管理和使用。為了實現 Web 2.0 概念，若單純以 HTML 格式無法滿足功能需求，故又發展出其他網頁編寫技術，如 ASP.NET、PHP 等。



ASP (Active Server Pages) 即動態伺服器網頁，是由微軟公司所開發出來的一種技術，這種技術透過伺服器端執行描述語言程式碼的運算邏輯，動態產生網頁文件的內容，供各種瀏覽器閱覽。通常在撰寫 ASP 程式時，會選定使用某一程式語言來撰寫程式碼，然後用特別的標籤來區隔這些程式碼，置入一般的 HTML 文件中。一旦使用者透過瀏覽器來讀取 ASP 檔案(即副檔名為.asp 的檔案)時，伺服器就會執行檔案中的程式碼，然後在運算結束後，把運算的結果以標準的 HTML 格式傳回到瀏覽器。ASP 系列已經發展至 ASP.NET 3.5，內容包括 ASP.NET 2.0、ASP.NET AJAX、Silverlight 等技術。常用來撰寫 ASP 網頁的程式語言有 Visual Basic (VB) 及 C Sharp (C#)。

PHP 的全名為 Hypertext Preprocessor，它是個被廣泛運用在網頁程式撰寫的

語言，它能適用於網頁程式的開發及能夠嵌入 HTML 文件之中，程式語法與 C、Java 及 Perl 等語法類似。PHP 的目的地是為了能使網站開發者可以快速地撰寫動態網頁，支援絕大多數的資料庫，PHP 是免費資源，可以從 PHP 官方網站直接下載使用。

2.4.3 資料庫

就學理而言，凡將文字、數值、圖表、影像等資料，經過有系統的整理後儲存於電腦系統之中，提供各式檢索應用的資訊整合體，皆可稱為資料庫，這些資料庫使用者經由通訊網路在線上直接查詢或擷取資料，或運用光碟、磁碟等媒體以離線的方式來進行檢索，同時，這些資料庫必須是有系統且有組織地蒐集整理，並提供完善的檢索介面。一般常見的資料庫，如基礎版的 Access，或進階版的 MS SQL、My SQL、Oracle 等。著重在單機作業的 Access，利用一般程式語言，如 C 語言、Java、Visual Basic 等，即可對資料作存取。MS SQL、My SQL、Oracle 等網路資料庫，可再配合利用網頁技術進行對資料庫的存取。如資料庫為 My SQL，其伺服器作業系統為 Windows Server，網頁伺服器為 Internet Information Server (IIS)，網頁開發技術為 ASP.NET，都是微軟公司所開發的軟體或技術。

2.4.4 程式撰寫語言

程式碼必須經過編譯成機械語言才能在 CPU 上執行，而程式碼可能由不同程式語言所撰寫，不同程式語言有其不同特性，依難易特性可分為五大類。

1) 網頁技術語言 (Web Page Script Languages)

網頁語言是程式語言中最容易上手的語言，而 HTML 就是標準的網頁撰寫語言，若網頁想進階做出更多的動態效果，就必須應用到其他動態網頁語言如 JavaScript、JScript。

2) 直譯式語言 (Interpreted Languages)

是將高階語言（接近人類語言）所寫的程式依行號順序執行，每轉換完成一行指令，就立即轉換成機械碼，給電腦執行，若遇程式錯誤，即停於錯誤處；若沒錯誤的話，則繼續向下執行，一次只能讀取、轉換、執行一行程式敘述，如 Perl、Python、REBOL、Ruby 等語言都是屬於直譯類的。

3) 混合式語言 (Hybrid Languages)

程式文件裡可包含其他語言的組件，屬於編譯式語言但難度介於直譯與編譯式語言之間，常見的混合式語 Java、C#、PHP、VB。

4) 編譯式語言 (Compiling Languages)

將高階語言所寫的原始程式，轉換成機器語言組成的程式，才將整個機械碼交給電腦執行，如 C、C++ 等語言。

5) 組合語言 (Assembly Languages)

組合語言是程式語言中最低階的語言，可以說是最接近機械語言的一種語言，需利用到一連串指令撰寫及執行程式。

第三章 系統架構及遊戲實作

本章節主要介紹本論文的系統結構及如何實作遊戲實驗室。系統主要劃分為：網站平台及遊戲設計兩個大區塊來建構。

3.1 系統架構

圖 3-1 顯示的是完整的系統架構圖，如圖所示系統主要的部份是網站平台，需要透過網站才可到達遊戲介面。遊戲設計裡，又分三個部分，輸入端為課程設計及遊戲設計理念的結合；執行端是使用者在使用遊戲時的個人學習態度，本論文對此不做討論，會直接討論輸出端的學習成果。接下來將對各個元素做完整的介紹。

(1) 網站平台導覽

本論文根據學者所建議建置系統，以下將詳細介紹平台的設計。進入到網站後，首先需做登入的程序，登入成功後，系統會直接載入使用者相關資料，使用者可以選擇直接進入遊戲或是瀏覽其他的網路資訊，如，名人排行榜、留言板或聊天室、個人資料管理區、實習區...等等。完整的網路架構如圖 3-2 所示。在實習區裡(圖 3-7)，學習者可以看到用圖文所編排的實驗教學案例，學習者可以在閱讀範例後，可移至實驗室裡練習自己剛剛所學到的知識，之後也可點選測驗區來驗收學習成果。

(2) 資料庫架構

本系統使用微軟公司所出版的 My SQL 做為系統儲存的資料庫，主要儲存資料分為兩大類，靜態資料及動態資料。靜態為網站所使用到的所有文字網頁及使用者註冊資料等變動率較小的遊戲按鈕元件等。而動態資料指的是遊戲在進行時，資料庫需即時進行大規模更新動作，以達到資料同步化，而 Flash 及資料庫之間，並沒有辦法直接執行，需要先行透過其他工具，如 ASP.NET 中的表 GET 及 POST 的方式先進行轉換工作，再交給 My SQL 做儲存動作。



(3) 工程材料實驗教材

在挑選實驗用來設計成遊戲時，主要參考的教材對象是本系工程材料實驗課的實驗教學所列的實驗清單，再配合蔡得時等人編著的「材料實驗」[29]及沈永等人編著的「工程材料試驗」[30]，來設計教材內容。此課程在整個學期共實做十個實驗，若以材料做為分類，水泥、細骨材及粗骨材的品質評估的實驗各占三個，最後一個則是混凝土單軸壓力實驗。混凝土單軸壓力實驗裡，最後步驟的壓軸模擬，由於混凝土在受壓後的結果沒有標準答案，在實做上難於模仿，所以本論文只取壓軸實驗的前半段準備實驗—坍度實驗，彌補壓軸實驗的缺憾。相關的課程及遊戲設計細節，會在接下來的章節裡做詳細的介紹。

3.2 遊戲設計理念

本系統使用闖關卡完成任務的遊戲方式作為整個學習環境的進行模式。在闖關過程中，關卡難題即為教材所編制而成，讓同學可以一面玩一面學。然後，藉升級及榜上排行做為激勵因子，引誘同學多次重複玩遊戲。遊戲設計的主要元素是參考文獻所提到的四個重要因素為設計理念：劇情、獎勵及懲罰、升級及競爭、遊戲規則。

3.2.1 劇情 (Story)

為了使遊戲者沒有學習的負擔，本系統選擇利用角色扮演類的腳本來吸引使用者。因為在角色扮演的過程中，是遊戲者最容易溶入劇情的一個方法，而且可以引誘使用者重複做一件事，也不會讓玩家感到無趣。如 SIM CITY、嚕米玩樂、開心農場、FarmVille、開心水族箱、等遊戲都是目前火紅的角色扮演類的遊戲。遊戲裡，玩家幾乎每天都在重複一個動作，如開心農場，預設玩家是農夫，每天工作大致為先到商店裡買種子，回到田裡種下剛包裹裡的種子，待果實成熟時，再回來收割，接下來就可將倉庫裡的儲存量賣出，玩家幾乎都在重複上述步驟，但玩家仍樂此不疲的在玩著。

所於本論文也模仿上述遊戲來設計故事情節，故事一開始發生在某村莊的蓄水用水壩，在大洪水來襲過後，慘遭破壞，使得河水所到之處皆無完整，民眾苦不堪言，下遊居民為了重建一座大水壩，而在做努力，但因經費問題導致工程進行到一半，於是在本系統首頁發佈消息，徵求善心人士，捐贈混凝土柱，以利建

造水壩。由於是慈善事，所以捐贈者需要負擔全部材料的來源，此時假設使用者有心做善事，但苦於無取材之門，於是，本系統充當遊戲仲介提供使用者一個可以拿到材料的地方，但天下無不勞而獲之事，玩家若想要得到材料，就必須在每家實驗室裡幫忙做實驗，然後獲取材料。所以在本系統的設計裡玩家被預設為土木工程師。

3.2.2 獎勵及懲罰 (Payoffs)

遊戲過程中，獎勵即是每個關卡所獲得的材料包，也是本系統設計吸引玩家的重要元素之一。每個關卡裡，玩家除了能拿到關卡主題材料包數之外，本系統也暗藏了兩個獲取材料的方法。一是為了鼓勵玩家重複做實驗，系統預設在限制時間內，玩家可以選擇無數次重做，進而獲得額外的獎勵，但為了吸引玩家做探索，本系統不會預先做說明，預留一個驚喜給玩家發現；二是為了測試玩家在遊戲中，是否有學習到而做的隨機抽查，玩家只要按到書本樣貌的按鈕，系統會以機率性跳出跟當前或之前關卡相關的「答對有獎」活動，藉由玩家的回答，來判斷玩家在遊戲中的學習狀態，也可以借此做為系統改善的參考方向。懲罰方面系統並不會做很嚴厲的糾正畫面，而是從獎勵中做出反應，例如：實驗中重要的夯實次數沒有準確的落實到的話，那麼獎勵就會被拆半，若玩家注意到獎勵在扣除後的數量，會進而關注問題所在，玩家也可從中學到實驗資訊。

3.2.3 升級及競爭 (Competition)

使用者從關卡得到材料包後，在最後還需須將其易換成混凝土實柱體，才能做捐贈的動作。若使用者按下捐贈後，此時使用者即可獲得居民回饋的黃色愛心

做獎勵，而當點數達到升級關卡時，遊戲者也可進行交換動作，20 個黃色愛心換 1 個紅色愛心勳章，紅心數愈高表示榮譽愈高。為了使遊戲有競爭性，本系統在執行資料庫更新動作時，會將每日有升級的工程師名稱公佈在網站首頁，另外也會秀出每週以榮譽度做名人排行榜，以提起玩家之間的競爭力，進而達到持續關注本系統做為遊戲的機地。

3.2.4 遊戲規則 (Rules)

配合參考教材，遊戲關卡總共設計了十關，即包括了十個實驗的實際操作方法。本系統的關卡遊戲裡，最大的限制是時間，在關卡時間未結束時，使用者無法跳離當前實驗房間，時間一到，關卡會自動跳至下一關卡，所以掌握時間變得很有挑戰性。除了是在限定時間內完成任務之外，為了使學習者在遊戲的過程中仍感受到真實的實驗過程，所以關卡的任務步驟都盡量按照教材所編排，所以遊戲時的步驟需在合理化的情況下執行，才會得到預期的成功。此外，也增加了書中所建議的特別注意事項，增加實驗的真實性，如在操作過中部分步驟的順序關係，將其一併列入遊戲規則裡，若學習者在遊戲過程中，碰到不合乎常理的事件時，遊戲不會給予任何回應，藉此提醒學習者，此事件在現實實驗也不被允許發生。

3.3 遊戲實作

從網站首頁登入後即可進行玩遊戲，進入到正式遊戲主頁面時，為了加深學習者對目前正在扮演的角色的印象，所以開始頁都會再呈現一次故事劇情以及怎樣取得材料包的方法，接著開始進行拿材料任務。圖 3-9 是整個遊戲關卡的流程圖、圖 3-10 及 3-11 為劇情重溫畫面。

3.3.1 遊戲環境介紹

如圖 3-12 所示，遊戲畫面的上方，是使用者狀態列，顯示內容為（由左起）關卡時間、使用者名稱、黃色愛心勳章、紅色愛心勳章及”Again”字樣的按鈕。按鈕 “Again”的作用是，按下後有如清潔效果，所有元件狀態會被重新回到初始

狀態，使用者可利用此按鈕一直重複玩。左側黑板上會出現跟主題實驗相關的重點提要，黑板上有一紫色小書本，若玩家有按到的話，此時畫面會出現隨機的「答對有獎」的畫面。回到畫面下方，出現的是材料收集的數量（由左起）水泥包、粗骨材桶、細骨材桶、水桶，中間區塊是主要進行實驗的地方。

3.3.2 水泥比重實驗

此實驗目的主要是用來測定水泥的比重，以判定水泥有無雜物摻入或遭受風化，以作為混凝土配比設計之基本資料，用以計算水泥所佔體積與用量，水泥比重若小於 3.05，表示已受潮風化，不可再使用。實驗方法：

- 1) 以天平秤取水泥重（克）。
- 2) 將煤油（ml）倒入李氏瓶內。
- 3) 將水泥加入李氏比重瓶內後，輕搖瓶底或迴轉將氣泡逐出。
- 4) 將比重瓶置入恆溫水槽。

實驗注意事項：比重瓶不可接觸到水，會導致比重瓶無法清洗而報廢。

按照實驗方法將水泥比重實驗步驟轉換成遊戲關卡：

- 1) 圖 3-13 為關卡任務示範畫面，箭頭說明步驟流程是從左到右執行才是正確的順序，而圖 3-14 為初始畫面，。
- 2) 圖 3-15 在示範此步任務規則在於開始時，比重瓶需要是在空瓶的狀態下，才能進行拖曳煤油瓶做加入的動作。若玩家在一開始就按下加入水泥的動作，此時就會觸碰到注意事項，系統不會給予任何回應。
- 3) 圖 3-16 進行此步前，系統會先檢查比重瓶是否已加了水泥，若還沒有加則拖曳瓶身的動作會是無效。
- 4) 圖 3-17 則為此關任務最後一步驟，若瓶身不加滿煤油及水泥時，恆溫箱不會接受比重瓶的置入動作，此時玩家只要點下材料包即可收集。

3.3.3 水泥標準稠度實驗

實驗目的是用於測定水泥漿體於標準稠度所需的用水量，可提供作為水泥凝

結時間試驗、水泥強度發展及熱壓膨脹等試驗時，水泥漿拌合用水量之參考。實驗方法：

- 1) 將水泥倒入拌合鍋內堆成火山口形，加入水拌合。
- 2) 將水泥漿放置圓模，刮去多餘水泥漿。
- 3) 將模移至維卡儀下，調整標準稠度針使與水泥漿面接觸。
- 4) 放鬆螺絲同時讀針 30 秒內活動圓棒下沉之深度，若下達於 $10\pm 1\text{mm}$ 深度，為標準稠度狀態。

按照實驗方法將水泥標準稠度實驗步驟轉換成遊戲關卡：

- 1) 圖 3-18 為步驟示範畫面，圖 3-19 為進入遊戲的初始畫面。
- 2) 圖 3-20，顯示的是實驗中的第一步驟，將水泥倒入鍋內待拌合，但在遊戲裡，將搓水泥球的步驟省略。
- 3) 圖 3-22，顯示加入水泥後加水合成的步驟。
- 4) 圖 3-23，顯示可將已入模的水泥漿置入維卡儀內。
- 5) 圖 3-24 裡，當使用者按下紅色按鈕後，讀針會先降至水泥面上方，此時若再按一次按鈕，此時就可讀到針入水泥的深度，圖中顯示若水泥為標準稠度時讀針所達深度，此時已到達任務最後階段，同時也會出現水泥包。
- 6) 在此任務裡主要限制在是拌合水泥漿時必須是水泥先入模，才可以進行加水動作。

3.3.4 細骨材吸水率實驗

實驗目的是測定細骨材吸水率以作為研判骨材之孔隙率，進而判定其品質及做為混凝土配比設計及拌合之參考。實驗方法：

- 1) 將細骨材浸於水中 24 小時。取出置於鋁盤中，吹風至骨材能流動時停止。
- 2) 將砂裝入圓錐模內，以搗棒自重壓實 25 次。
- 3) 舉起圓錐模，由砂堆形狀判斷砂含水狀態。

按照實驗方法將細骨材吸水率實驗步驟對照成遊戲步驟：

- 1) 圖 3-25 為任務步驟示範，圖 3-26 為進入遊戲初始畫面。
- 2) 圖 3-27、28 及 29，遊戲裡將細砂填入圓錐模時的顯示畫面，此時限制為圓錐模體必須是空的情況下才允許使用者進行填砂動作，系統預設是玩家需要填三次才會將錐模填滿。
- 3) 遊戲裡在做搗棒自重壓實的動作畫面，在此步驟裡遊戲系統會先檢查砂是否是填滿的狀態。圖 3-29 為填砂完畢後的進行壓實的畫面，此步驟關係到玩家能得到多少獎勵的關鍵步驟，若夯實數少於或多於 25 次的話，獎勵就會被折半，但填砂過程中夯實次數系統不做計算處理。此關卡獎勵及懲罰計算方式，會較以上關卡嚴格，因為有減扣的標準，上述關卡則是按照步驟順序進行計算獎勵，獎懲之間落差不會太大。
- 4) 圖 3-30 是結果呈現畫面，若夯實次數等於 25 次的話就會看到完整的模形站立砂堆，否則會看到另一個塌陷有缺口的砂堆，如圖 3-31。

3.3.5 細骨材比重實驗

實驗目的為得到細骨材的鬆比重，用於研判細骨材之品質及做為混凝土配比設計及拌合之參考。實驗方法：

- 1) 將清水倒入比重瓶。
- 2) 倒入 SSD 狀態的砂，並轉動比重瓶逐出氣泡。
- 3) 再加水至比重瓶一次。

按照實驗方法將細骨材比重實驗步驟對照成遊戲步驟：

- 1) 圖 3-32 為關卡任務步驟順序示範畫面，圖 3-33 為遊戲初始畫面。
- 2) 圖 3-34 是將水加入至比重瓶的畫面，在此一樣限制在非空瓶狀態時禁止其他操作步驟。
- 3) 圖 3-35 是將細砂灌入比重瓶的畫面，此步驟能在進行前會先檢查是否為加水狀態，會如此限制是因為若砂先加入瓶中的話，在真實實驗裡就必須清洗兩次比重瓶，較沒有效率。

- 4) 圖 3-36 是搖動比重瓶將氣泡逐出的畫面，此步驟是被設定為實驗要點，若沒有做到此步驟的話，系統會判斷任務沒有完成，不會給予獎勵。
- 5) 圖 3-37 為搖動瓶身之後，將氣泡逐出的動作畫面，逐出氣之後再加水的一次即完成任務，同時也會收到達成任務的獎勵。

3.3.6 粗骨材吸水率實驗

實驗目的是測定細骨材吸水率以作為骨材品質控制、混凝土配比設計及拌合之參考。實驗方法：

- 1) 水洗淨後在烘箱烘乾。
- 2) 冷卻後再泡水。
- 3) 取出擦拭，使其表面乾燥，再放入烘箱，烘乾至恆重。

按照實驗方法將粗骨材吸水率設計成關卡遊戲時，因考慮到此實驗步驟重覆太大，較難在示範畫面裡一一呈現，因此在設計時，將步驟精簡為只做一回合的浸水→烘乾的動作。

- 1) 圖 3-38 及圖 3-39 分別為步驟示範及初始擺設畫面。
- 2) 圖 3-40 是先將粗石浸入水中的步驟畫面。
- 3) 圖 3-41 顯示的是，將烘箱門打開後，就可以做拖曳的動作將粗骨材拿至烘箱。
- 4) 圖 3-42，將浸過水的粗材料拖曳到烘乾箱進行烘乾。
- 5) 圖 3-43，粗骨材置入烘箱後即完成任務。

3.3.7 粗骨材比重實驗

實驗目的為求得粗骨材的鬆比重，用於研判細骨材之品質及做為混凝土配比設計及拌合之參考。實驗方法：

- 1) 取一部分粗骨材稱重及秤鐵線網籃在水中重。
- 2) 將粗骨材置於鐵線網籃，再稱其水中重。

按照實驗方法將粗骨材比重實驗步驟對照成關卡步驟。圖 3-44 及圖 3-45 分

別為遊戲關卡說明及初始擺設。圖 3-46 是將鐵線網籃置入水中的畫面，。圖 3-47 是將粗骨材放入鐵線網籃中。圖 3-48 為關卡完成任務畫面。

3.3.8 粗、細骨材篩分析實驗

實驗目的為求出粗、細骨材級配及細度模數，用來判定粗、細骨材之級配是否合於規範要求。實驗方法：

- 1) 粗骨材選用大型四方篩，細骨材選用圓篩。
- 2) 篩號選用符合 CNS386 之規定篩號。
- 3) 將篩號依序重疊，開孔大者在上，小者在下。
- 4) 左右晃動搖篩。

此實驗重點在於篩號的排列順序，因此這兩個實驗，本系統針對要點做設計。模仿配對遊戲，在使用者看過示範畫面後，進入遊戲時，需要將大小按照上下順序排放篩號於搖篩機。圖 3-49 及 3-52 為步驟說明畫面。圖 3-50 及 3-53 為遊戲初始及篩號隨機位置畫面。圖 3-51 及 3-54 為關卡成功畫面。這兩關卡因為被記憶的機率及獎勵都很高，所以不提供玩家重複的機會。

3.3.9 混凝土坍度實驗

以坍度實驗測定新拌混凝土之稠度，以表示混凝土之流動性。實驗方法：

- 1) 將坍度置於鐵板上。
- 2) 將已拌合之混凝土分三層裝入坍度模，每一層約為全體積之 1/3。
- 3) 每一層共以搗棒搗實 25 次。
- 4) 將坍度模向上穩定垂直舉起。

在設計此實驗關卡時，本系統增加了預拌混凝土的實驗過程，輔助坍度實驗。

- 1) 圖 3-55 及 56 為預拌混凝土關卡的任務說明及初始狀態畫面。
- 2) 圖 3-57 及 3-58 為加粗細骨材的畫面，第二步驟並無特定的要求要先加粗石

或是細砂，但不允許添加水泥，因為加入了水泥比較容易受潮化的概念，受潮化的水泥容易降低混凝土的品質。

- 3) 圖 3-59 為粗細骨材加入水泥的操作畫面。
- 4) 圖 3-60 為拌合而加入水
- 5) 圖 3-61 用鏟子拌勻後，可得到圖 3-62 的新鮮預拌混凝土。
- 6) 圖 3-63 及 64 為坍度實驗的步驟說明及初始狀態畫面。
- 7) 利用上個關卡所帶來的混凝土漿，進行此關卡。此兩關是本系統遊戲關卡裡關連性最強的兩關，但也是最容易拿到高額獎勵的兩個關卡。
- 8) 圖 3-65 裝入第一層混凝土，搗實 25 次，即會立即獲得高額獎勵。
- 9) 圖 3-66，裝入第二層混凝土，搗實 25 次，又一次獲得高額獎勵。
- 10) 圖 3-67，裝入第三層混凝土，搗實 25 次，再一次獲得高額獎勵，同時揭曉是否為標準坍度，若是系統即會再獎勵一次做為鼓勵。
- 11) 若過程搗實的過程都是標準的 25 下的話得到即會是圖 3-68，第一種完成結果—標準坍度。
- 12) 若過程搗實的過程都是小於 25 下的話得到即會是圖 3-69，第二種完成結果—塌陷坍度。
- 13) 若過程搗實的過程都是大於 25 下的話得到即會是圖 3-70，第三種完成結果—剪力坍度。

3.3.10 遊戲過關獎勵及升級

在闖關卡時過程中，若任務完成時都會收集到獎勵的材料，將收集到的材料帶到最後關卡時，就可以跟系統兌換混凝土試柱，兌換畫面如圖 3-71。此時系統會請玩家捐出所得的試柱，如圖 3-72 所示。捐出 1 個試柱就可獲得 1 個黃色愛心勳章，獲得愛心畫面如圖 3-73，當集滿 20 個黃色愛心時就可以升級兌換紅色愛心勳章。當紅色愛心達到各級數的規定時，即可晉升一級。

第四章 系統驗證

本研究以數位遊戲式學習為基礎，將工程材料學與遊戲進行整合設計，已於系統設計章節詳述。本實驗目的在於評估系統的設計是否符合期望，對學習者而言，在學習成效及學習動機上是否有所影響，以及該影響是否為正向。本章節主要針對實驗對象、設計流程及數劇分析等方面作闡述。

4.1 驗證對象

本研究是為了輔助工程材料實驗教學所開發，所以邀請本系同學參加實驗，並設為控制組；其次邀請外系同學，設為實驗組，實驗人數共為 30 人。實驗組，共 15 位人，男生 7 人，女生 8 人；實驗組，共 15 人，男生 5 人，女生 10 人。

4.2 驗證方法

實驗測試分為二個梯次，第一梯次主要是為了演習遊戲及操作順序設計是否合理化為目的而進行的實驗。第二梯次是以遊戲教學為主要測試目的，透過問卷調查學習成效。

實驗內容主要是以探討使用者在遊戲後，是否能從過程中獲得了系統所要傳達的教學資訊，為了方便統計將題目分為以水泥、骨材及混凝土三個大類來出題，每個類別各二到三題不等。所有測試者在未進行遊戲前必須先從教材中挑選出的材料相關問題卷，如表 4-1，遊戲後需再做一次問卷調查。為了調整測試的公平性，對於實驗組的同學，在第一次玩遊戲時，本系統不會顯示說明畫面，測試者

需自己進行摸索關卡難題，以增加遊戲難度，而控制組部份，本系統以正常運作模式，將給予提示及說明畫面，並且要求使用者需進行遊戲至少一次以上。

4.3 數據分析

圖 4-1 及 4-2 所示的是實驗組及控制組同學在第二梯次實驗時，使用系統之前的成績分佈圖。控制組的同學因是本系課目，所以多數題目都能準確回答，成績較為顯著；而實驗組的同學則是以一般常識去回答題目，成績明顯的與控制組同學有極大的落差。

第一次遊戲測試：控制組不給予參考提示，但闖關時間的限制依然跟控制組一樣。實驗組同學憑自己摸索所以在時間的控管上有些不足，部份關卡無法順利完成。控制組同學則因第一次接觸土木專有名詞與儀器，加上闖關時間急迫，部份關卡也無法順利過關。

第二次遊戲測試：實驗組及控制組都給予相同的遊戲運作模式，實驗組的同學在得到提示後，在闖關時，很明顯的遊刃有餘，僅有失誤一兩個關卡（原因多數為系統工具使用不便的問題）；而控制組的同學，因為第二次看提示畫面，已經對遊戲的操作模式感到熟悉，在操作時也顯得很順利，成功過關次數比第一次提升許多。遊戲結束後，請同學再填寫一次問題卷。圖 4-3 為兩組平均分數折線圖，由圖可以清楚得知，在使用系統後，兩組的成績有明顯的上升兩組前後平均成績皆有進步，尤其以實驗組的進步幅步較控制組的大。

由控制組的前後成績統計表比較得知，對於已經學過工程材料的同學而言，

本系統可做為輔助學習的一個平台，增加對實驗操作的熟練度。相對於控制組而言，暫且先不論有事先告知是在做系統測試，而導致實驗組的同學們都投入百分之百的專注力在幫忙做測試的心理因素，對於一個完全外行的同學，在使用前完全不了解的狀況，到後期能夠填寫試卷百分之五十以上正確的程度，這個數字對本系統有著極大的意義，是顯示本系統能做為初步學習及了解實驗程序的一個學習平台，本系統雖無法完整傳遞工程材料理論，但有些許實驗原理，使用者也可從遊戲中的實驗關卡中得知一二。仔細觀察平均成績折線圖後，發現兩條平均線的斜率並非是水平漸進，若將兩者利用趨勢線正推幾個週期，可以看到兩條線交於一點，此交點在統計學而言有一重大意義，即說明兩者在經過某一時間點可以達到同樣的效率，換而言之，若實驗組同學在持續使用本系統，在幾個學習週期後，即可得到跟控制組同學一樣的成績。

除了對測試同學的學習成效做了評量之外，也藉由表 4-2 的問卷探討同學在遊戲過程中，對遊戲本身的一些看法，滿意度如圖 4-4 所示。1-2 問題是針對工具及介面；3-4 問題是針對故事劇情及提示畫面做回答；5-6 題是針對時間及獎勵；7-8 是探討額外的獎勵是否能吸引使用者；9 題是針對個人對學習後滿意度；10 題是使用者對系統的整體做回應。

在 7-8 的回答集裡，統計在沒有獎勵及有獎勵的情況下，願意重做實驗的同學人數，在沒有獎勵下，有百分之八十以上的同學不願意重做。然而在得知有獎勵的情況下，結果只有 4 位同學不願意重做，訪問後得知，其中 2 位的回答是材

料包對他們而語，吸引力有限，反而過關的快感才是他們所享受的。另外 2 位回答是覺得做一次就好，不急著拿，想慢慢玩，一次拿太多很快就達到目的地，就不想玩了。由此得知遊戲若有明確的回饋，就能驅動使用者重複玩遊戲，也讓本系統得知重玩可以再將多拿獎勵的訊息應該要在事先告知玩家，才會吸引使用者對遊戲的更多注意力。



第五章 結論與建議

5.1 結論

本論文的目的是建立一個線上工程材料實驗室，提供學生可以隨時溫習的學習平台，除此之外，為了增加學習樂趣運用了遊戲式學習，即透過遊戲設計軟體 FLASH CS4 及網頁技術 ASP.NET 等工具，將教材設計成遊戲，提升學習動力。

為了驗證系統的可行性，本研究在透過實驗小組的測試後，得到了以下的結論：

- (1) 課程樂趣：實驗室的步驟在透過 FLASH 工具轉換成遊戲來呈現時，圖文并茂的實驗室及除了增添實驗的活潑性也為學習者帶來了學習興趣。
- (2) 社交互動：為研究所開發的網站平台除了是系統的主要學習平台之外，也是提供系統使用者一個相互交流及切磋技術的地方，同學可以在網站聊天室跟同儕一起聊天討論，也可增加學習樂趣
- (3) 學習成效：由使用系統前及使用系統後的成績直條或折線圖可得知，本系統確實能幫助同學學習工程材料實驗課程，達到輔助學習的效果，同學可在上課前後使用，以幫助學習。

5.2 建議

就整體系統功能而言，還有許多可供參考改進的地方，在此提供幾點建議參考改進：

1. 本系統是使用 Flash 軟體製作遊戲、在繪製實驗元件部分會略顯粗糙，呈現

真實感能力尚不足，未來可以結合虛擬實境技術將實驗如實呈現給使用者，以達逼真的效果。製作元件時，可多加利用組件做為開發元件的方式，此舉可以為爾後有想要繼續再研究的，在製作元件時帶來很大的便利性。

2. 教材設計方面可以考慮加入其他實驗課程，擴充變為完整的線上土木工程實驗室，提供同學更多學習的機會。
3. 遊戲方面可增加更多豐富的故事情節，製造故事高低潮，讓使用者能更深入的沈浸在遊戲裡，達到遊戲中學習的境界。另一方面也以將獎勵設定的更多樣化，例如：兌換材料後，玩家可以利用試體直接幫居民建造各式各樣屬於自己的大壩，這樣除了讓玩家享受勝利的過程外，也可得到滿足感。
4. 系統評估方面，未來可望加入實際課程中測試，由課程同學親自使用，再利用期中、末成績做為評估系統的標準，以達到實驗測試的公平性。

參考文獻

- [1]. 張霄亭,「視聽教育與教學媒體」,五南出版社,1991。
- [2]. 賴瑞琦,「電腦多媒體於土壤力學教學上之應用」,中華大學,2001。
- [3]. 謝瑜萱,「河川生態工法之網路化互動式多媒體教學」,中華大學,2003。
- [4]. 張君平,「網路多媒體教學於公路邊坡生態工法之應用」,中華大學,2004。
- [5]. 游君暉,「虛擬實驗在工程教學上之應用 - 以單向度壓密試驗為例」,國立交通大學,2009。
- [6]. Roger Sara Price, Cliff Randell, Danae Stanton Fraser, Mark Weal, Geraldine Fitzpatrick, Ubi-Learning Integrates Indoor and Outdoor Experiences, Communications Of The ACM, Vol.48, NO.1, 2005.
- [7]. Marc Prensky, Digital Game-Based Learning, ACM Computers in Entertainment, Vol. 1, NO.1, Book2, 2003.
- [8]. Mei-Jen Kuo, How Does An Online Game-Based Learning Environment Promote Student's Intrinsic Motivation For Learning Natural Science And How Does It Affect Their Learning Outcomes?, IEEE, 2007.
- [9]. Sheng-Hui Hsu, Po-Han Wu, Tien-Chi Huang, Yu-Lin Jeng, Yueh-Min Huang, Form Traditional To Digital : Factors To Integrate Traditional Game-Based Learning Environment, IEEE, 2008.
- [10]. 游光昭、蕭顯勝、洪國勳、詹超宇,「網路連線遊戲式學習環境之設計與建置—以科技學習為例」,台灣師範大學,2002。
- [11]. 尚俊傑、蕭顯勝,「遊戲化學習的現在與未來」,遠距教學雜誌,頁 69-73, 2009。
- [12]. 沈中偉,「科技與學習—理論與實務」,心理出版社,2005。

- [13].陳年興、楊錦潭，「數位學習—理論與實務」，博碩文化股份有限公司，2006。
- [14].趙美聲、陳姚真，「遠距教育—系統觀」，松崗出版社，1999。
- [15].朱湘吉，「教學科技的發展：理論與方法」，五南圖書出版公司，1994。
- [16].陳登吉、賴阿福，「網路與教育」，國立空中大學，2005。
- [17].施富川，「網路教學同步教室的教學模式探討」，國立中山大學，2005。
- [18].洪榮昭、劉明洲，「電腦輔助教學之設計原理與應用」，師大書苑，1997。
- [19].Jovan Djordjevic, Bosko Nikolic, Tanja Borozan, Aleksandar Milekovic,
CAL2 : Computer Aided Learning in Computer Architecture Laboratory,
Computer Application in Engineering Education, Vol.16, No.3, 172-188, 2008.
- [20].Katie Salen, Eric Zimmerman, Johan Huizinga : Nature And Significance of Play
As A Cultural Phenomenon, The Game Design Reader, Chapter- 1, 2006.
- [21].簡幸如，「數位遊戲設計之教學模式建構」，國立中央大學，2005。
- [22].Diana Oblinger, Simulations, Games, And Learning, EDUCAUSE, 2006.
- [23].古洋明，「以不同遊戲因子促進學習動機之學習環境設計」，國立中央大學，
2003。
- [24].陳正訓，「設計與建構一個即時互動三維虛擬之多媒體學習環境」，世新大學，
2005。
- [25].朱峻宏，「不同思考風格者對電腦遊戲特質偏好之研究」，國立中央大學，
2005。
- [26].張玉佩，「遊戲、人生：從線上遊戲玩家探討網路世界與日常生活的結合」，
新聞學研究，98期，2009。
- [27].Maja Pivec, Editorial : Play And Learn : Potentials Of Game-Based Learning,

British Journal Of Education Technology, Vol.38, No.3,387-393, 2007.

[28].周馨升,「遊戲式學習之探討:模式、設計與應用」,高雄師範大學,2005。

[29].蔡得時、李尚成,「材料實驗」,矩陣書局,1997.

[30].沈永年、郭文田、林棟宏,「工程材料試驗修訂版」,全華書局,2008.

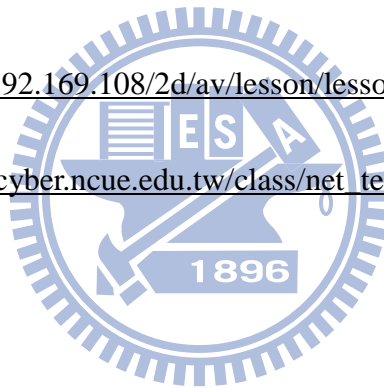
[31].蔡哲明,「Flash 8 ActionScript 2.0 與 RIA 應用程式設計」,松崗出版社,2006。

[32].劉宇陽、彭珮萱,「Flash 遊戲殿堂」,學貫行銷股份有限公司,2007。

[33].施威銘研究室,「ASP.NET3.5 網頁程式設計」,旗標出版股份有限公司,
2008。

[34].視聽教育 http://192.192.169.108/2d/av/lesson/lesson_0301.asp

[35].網路教學探討 http://cyber.ncue.edu.tw/class/net_teach.htm



附錄表

表 2-1 輔助教學環境比較(參考陳年興等，2006)

環境	CAI	網路學習	行動學習
教學模式	非同步	同步 非同步	同步 非同步
媒體媒介	教學軟體	個人電腦 網際網路 數位教材	行動載體 無線網路 數位教材
媒體型式	多媒體/ 影音CD	超媒體	超媒體
教材媒體 整合性	中	高	高
互動性	人機	人機 虛擬社群	人機 虛擬社群

表 4-1 測試卷

1.	水泥應先混合水之後再加入比重瓶內? <A> 是 否
2.	水泥比重實驗步驟 ? <A> 比重瓶 > 煤油 > 水泥 > 恆水溫槽 比重瓶 > 水泥 > 煤油 > 恆水溫槽
3.	維卡儀的讀針深度在做預備動作時需要先下探放在 ? <A> 水泥漿面上 碗上 <C> 無
4.	水泥稠度實驗時主要是以讀針在 30 秒內下探多少深度為基準 ? <A> 10mm 20mm <C> 25mm
5.	進行骨材比重實驗時，是否需將瓶內之氣泡逐出? <A> 需要 不需要
6.	下列幾號篩為最小號 ? <A> #100 #200 <C> # 4
7.	下列幾號篩為最大號 ? <A> 1 又 1/2" 3/8" <C> 3/4"
8.	混凝土的主要成份為下列那一組合 ? <A> 水，水泥，細骨材 水，水泥，粗骨材 <C> 以上皆是
9.	在搗實法中每層以壓實多少次為基數 ? <A> 15 25 <C> 35
10.	混凝土分幾次灌入坍度模內 ? <A> 3 4 <C> 5

表 4-1 問卷

(1) 工具擺放位置是否讓你覺得有不便? (a) 是 (b) 否 (c) 尚可
(2) 遊戲色彩是否有需要改進的地方? (若選有請寫下關卡編號) (a) 是 (b) 否 (c) 尚可
(3) 遊戲說明畫面是否易懂? (a) 是 (b) 否 (c) 尚可
(4) 遊戲步驟裡可有讓你覺得設計運作不合理的地方?(若選有請寫下關卡編號) (a) 有 (b) 無
(5) 闖關卡所得的材料包數是否合理? (a) 是 (b) 否
(6) 是否因為時間太短,而無法完成關卡?(若選有請寫下關卡編號) (a) 是 (b) 否 (c) 尚可
(7) 可否願意做同一個實驗 2 次以上? (a) 不願意 (b) 願意
(8) 若知道重做遊戲可以多拿材料包,你願意在時間內一直重做嗎? (a) 不願意 (b) 願意
(9) 使用本系統讓你對做材料實驗的了解有幫助? (a) 是 (b) 否 (c) 尚可
(10) 請寫下你覺得本系統尚待改善的地方:

表 4-2 各組前、後測成績及進步成績摘要表

測量 組別	人數	前測	後測	進步成績(後測-前測)
		平均分數	平均分數	平均分數
實驗組	15	5.20	7.67	2.47
控制組	15	7.33	8.93	1.60

表 4-3 問卷回饋表

問卷題	滿意度		
	是/願意	否/不願意	尚可
(1)	6	14	10
(2)	4	13	13
(3)	16	5	9
(4)	2	28	0
(5)	25	5	0
(6)	7	13	10
(7)	14	16	0
(8)	26	4	0
(9)	26	0	4
(10)	<ul style="list-style-type: none"> • 音效不夠明顯 • 加多一點解說 / 加提示 • 過關時間的長短因依內容分配，過關後還需等待 • 東西不好點 • 實驗名稱在提示裡也可以放，這樣比較清楚在做什麼 • 可以加入虛擬人走來走去，可能會比較真實 • 顏色可以再豐富點，比較吸引人 • 有幾個關卡不知道拿到幾包，可以加一下拿到包數的東西 		

附錄-圖表

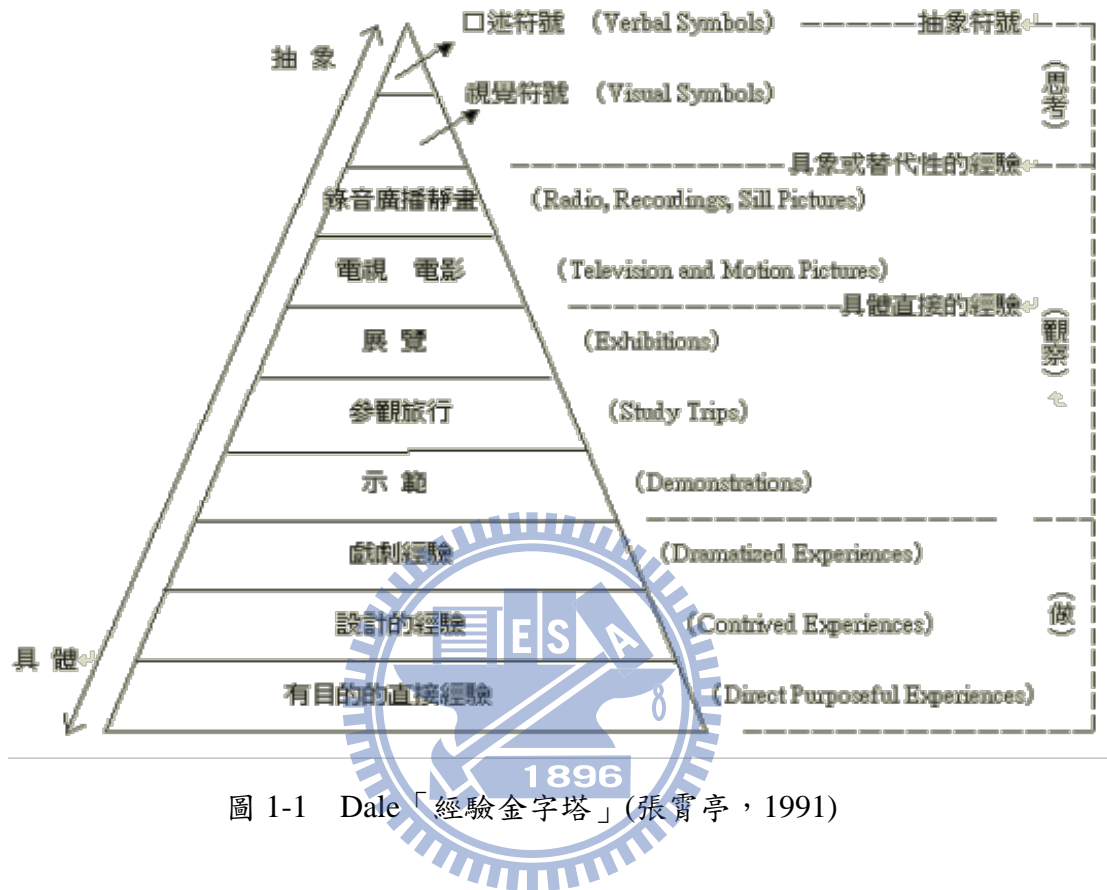


圖 1-1 Dale 「經驗金字塔」(張霄亭，1991)

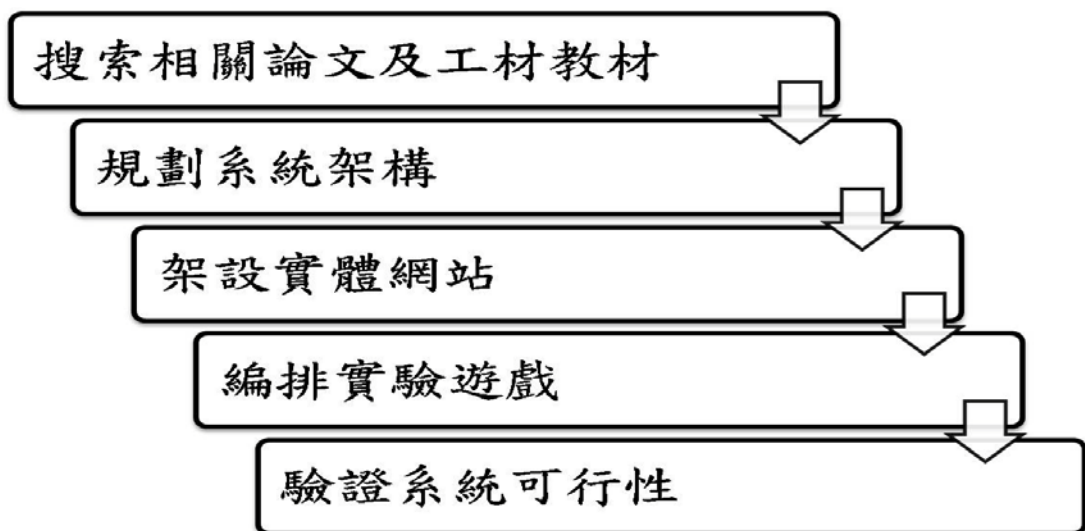


圖 1-2 研究流程圖

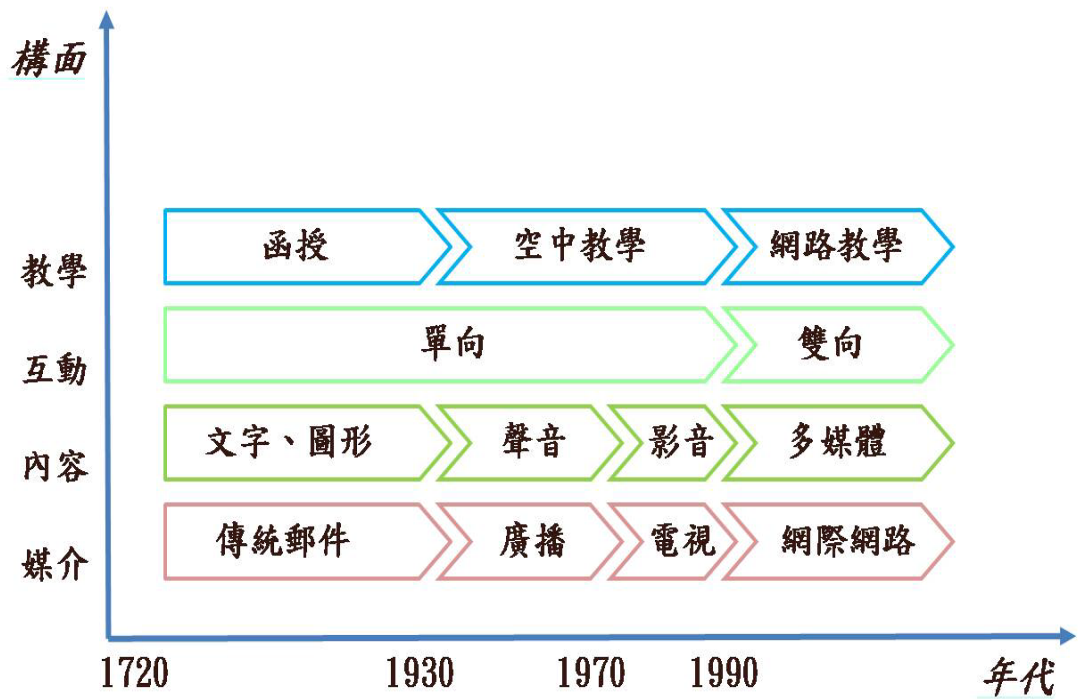


圖 2-1 遠距教學發展歷程(陳年興等，2006)

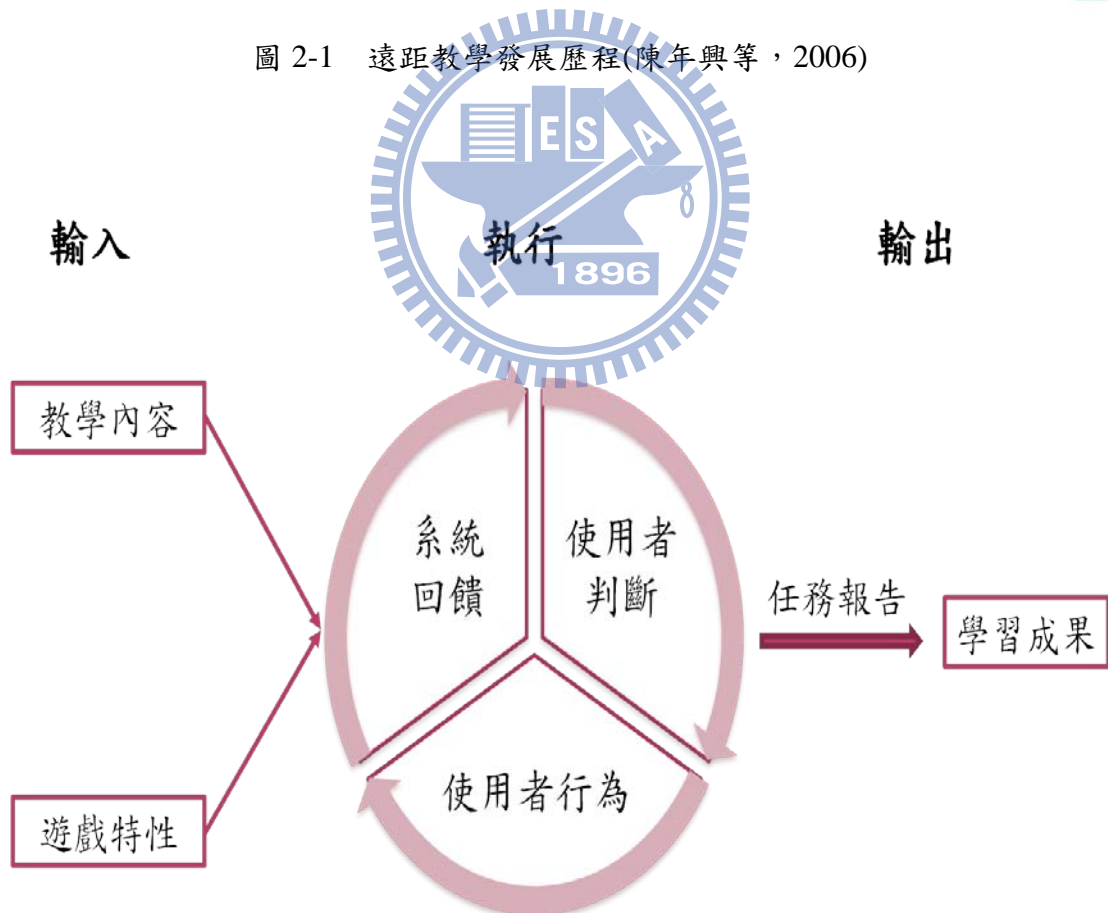


圖 2-2 數位遊戲學習模型(Pivec,2007)

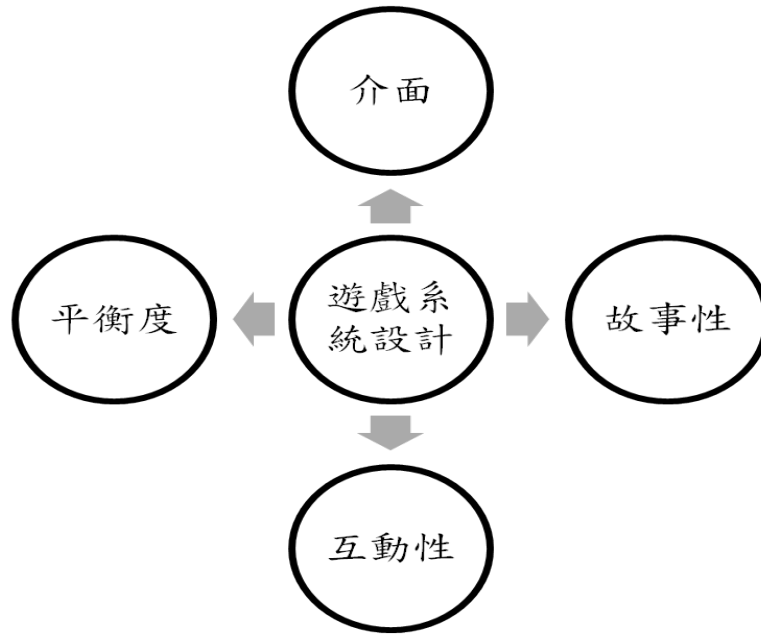


圖 2-3 遊戲系統設計要素

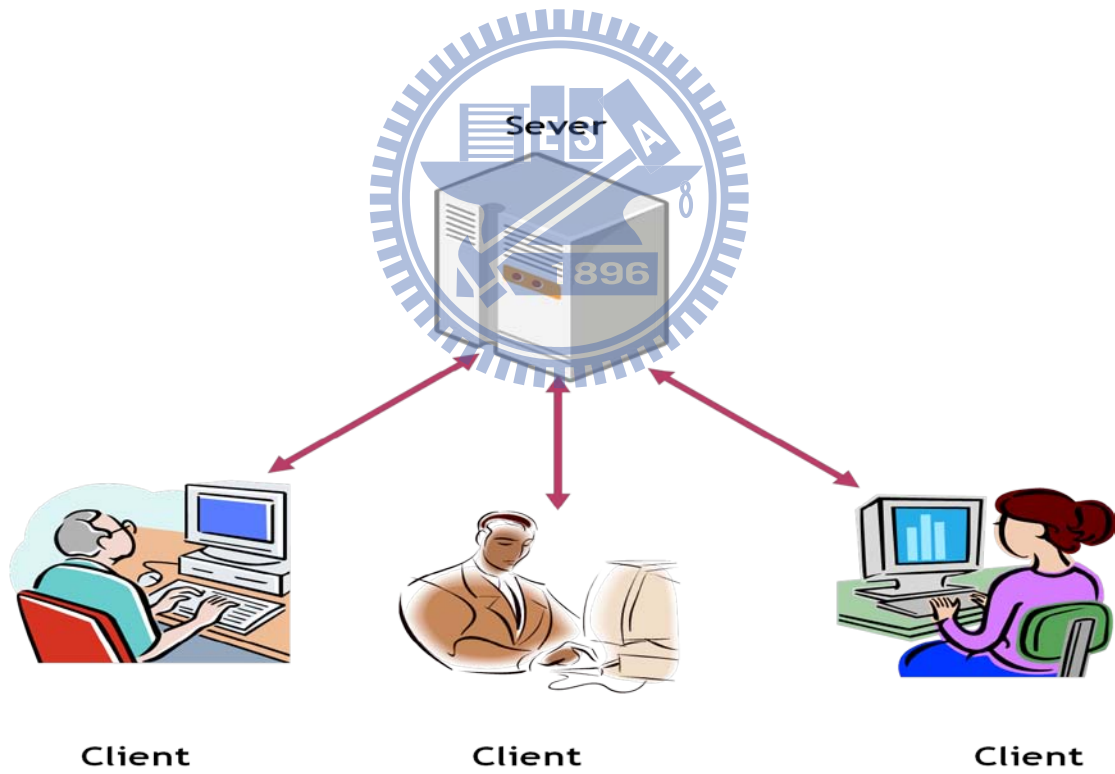


圖 2-4 主從式網路架構

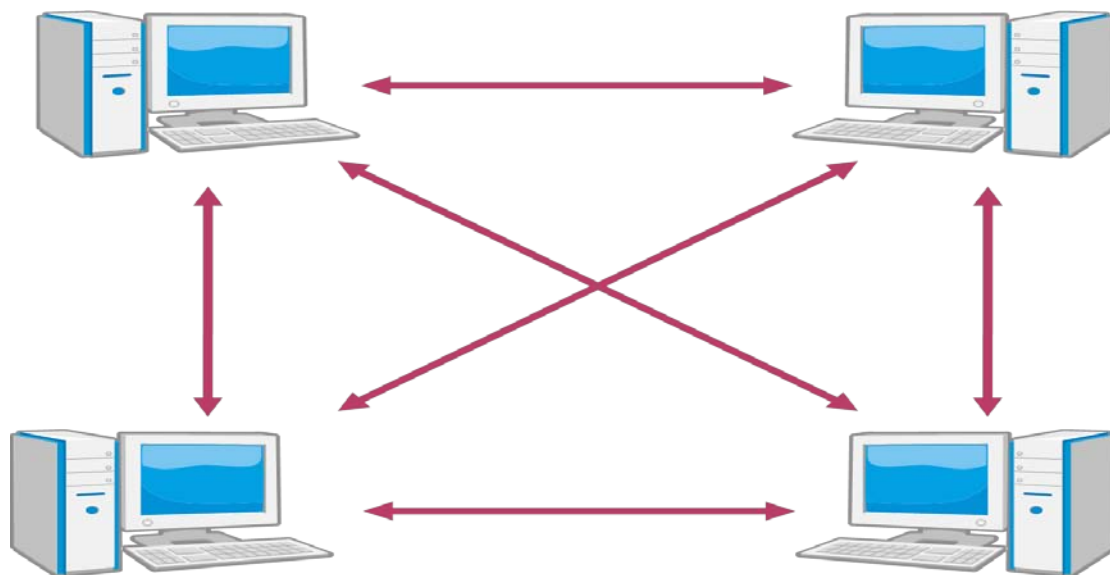


圖 2-5 點對點網路架構



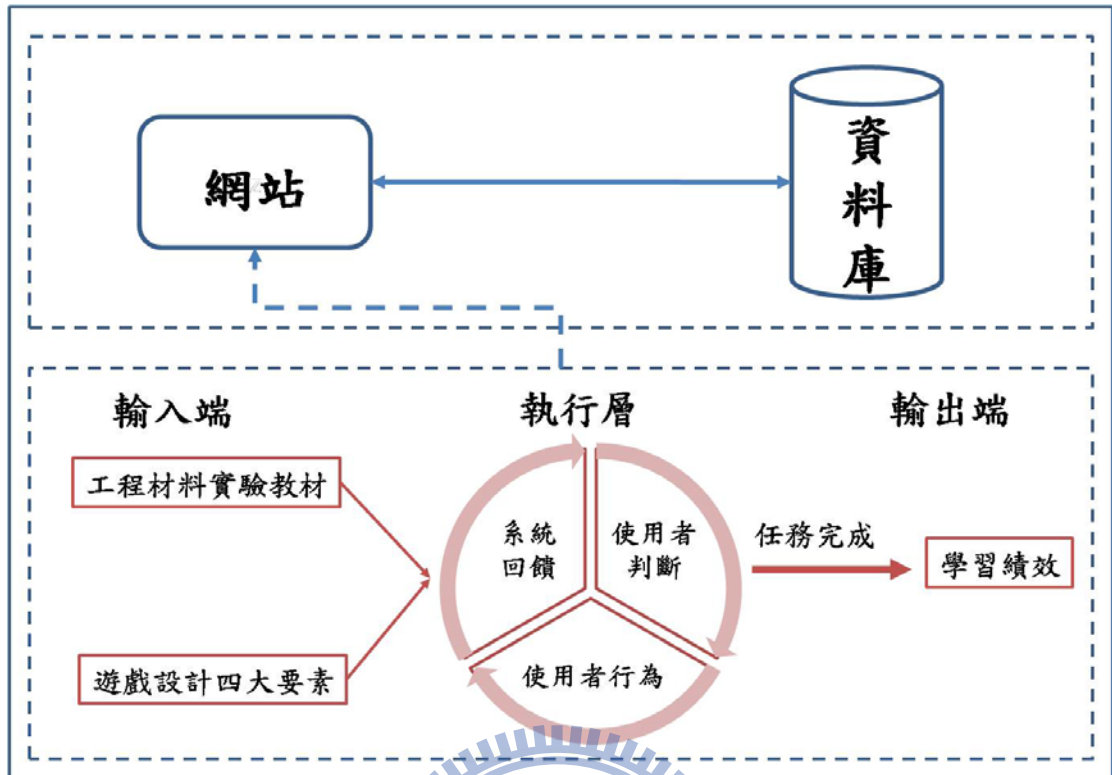


圖 3-1 系統架構圖

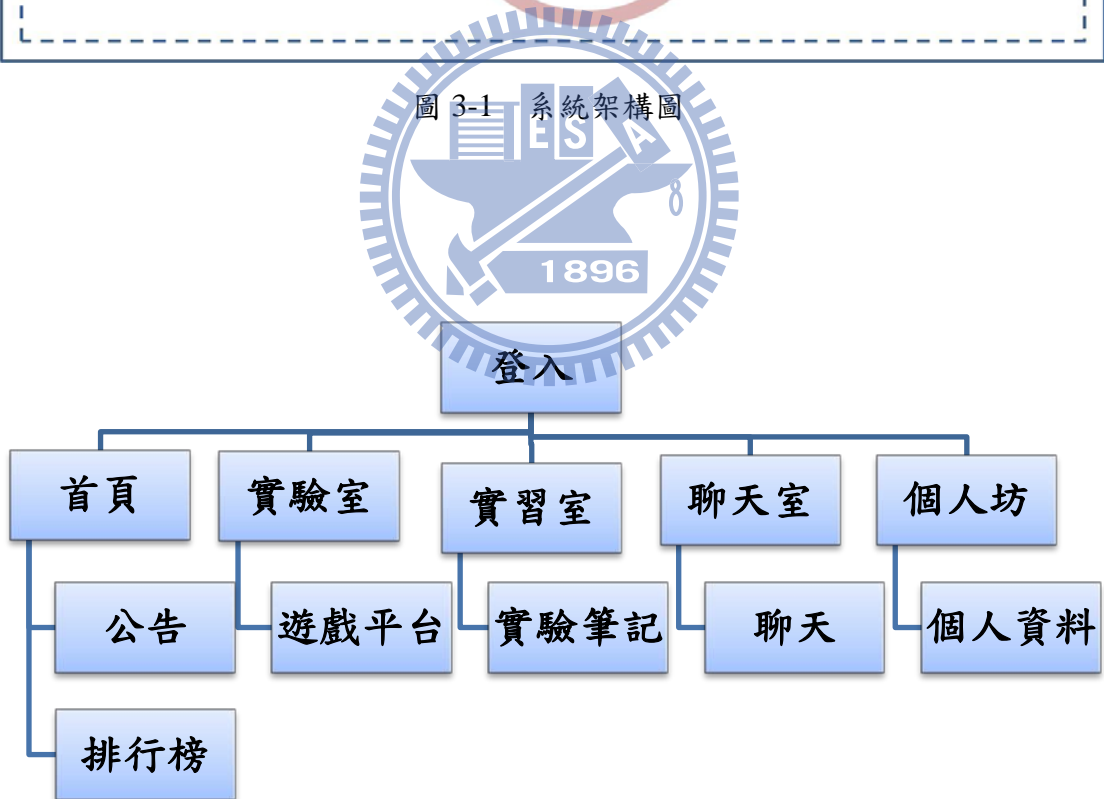


圖 3-2 網站導覽圖



圖 3-3 網站—首頁



圖 3-4 網站—註冊新帳號



圖 3-5 網站—登入



圖 3-6 網站—個人資料區

ACEA

首頁 實驗室 實習室 聊天室 個人坊

@1~水泥比重實驗
 @2~水泥標準稠度實驗
 @3~細骨材吸水率實驗
 @4~細骨材比重實驗
 @5~粗骨材吸水率實驗
 @6~粗骨材比重實驗
 @7~粗骨材篩分析實驗
 @8~細骨材篩分析實驗
 @9~混凝土預拌實驗
 @10~混凝土坍度實驗

October 2010

帳號	紅色愛心	黃色愛心	級數
Mimosa	43	10	2
Aten	22	4	1
Test	12	9	0
Passer1	9	4	0
Guest	7	2	0
Tdwin	4	13	0

@1~水泥比重實驗

1. 在比重瓶內加入煤油。
2. 將水泥倒入比重瓶內。
3. 將比重瓶置入恆溫水槽。

Note: 先加水泥進比重瓶是不被允許的喔
因為會造成清潔上的問題。

良好的比重瓶 損壞的比重瓶 KEROSENE 煤油

榮譽榜

圖 3-7 網站—實習室



圖 3-8 網站—聊天室

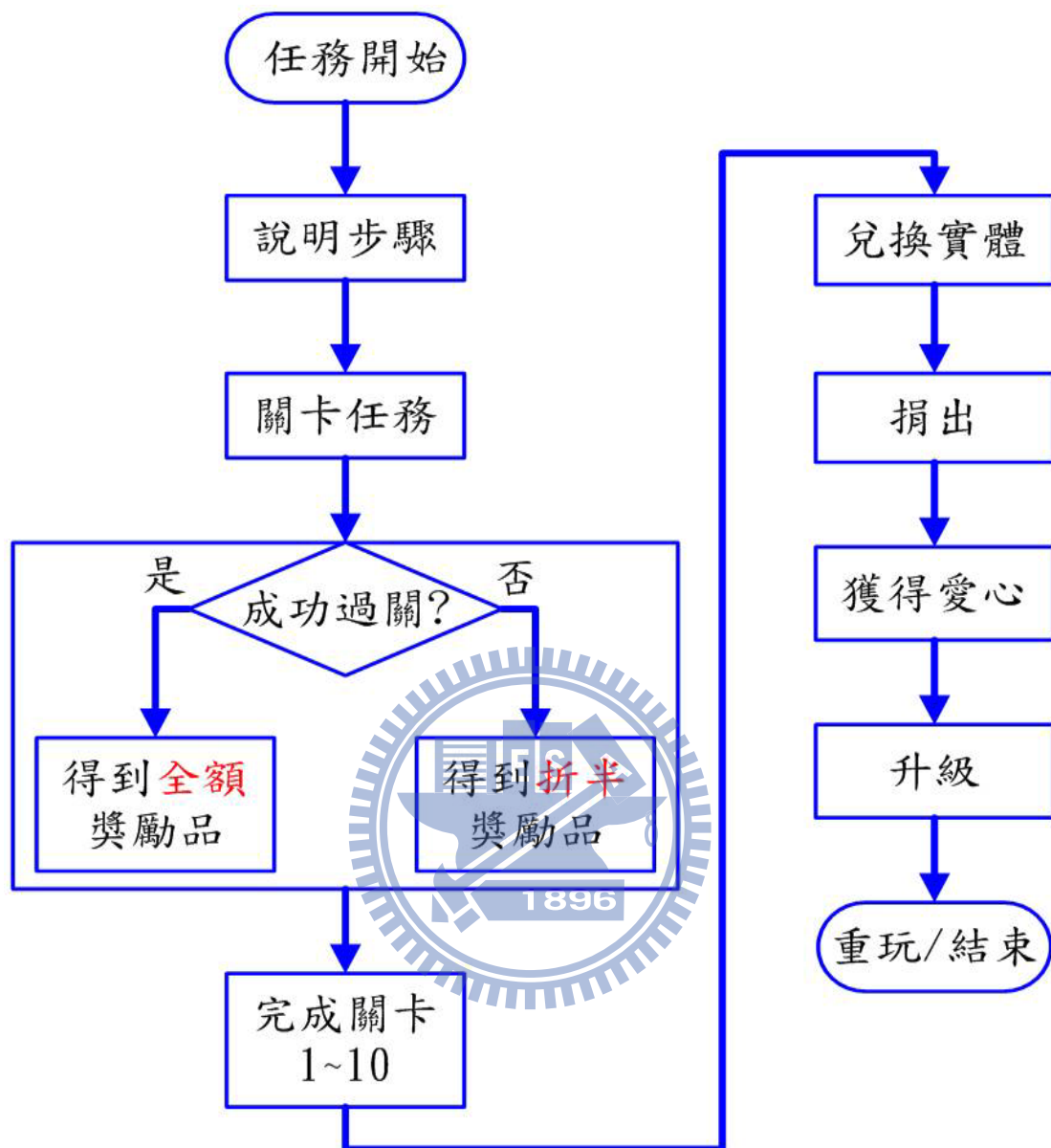


圖 3-9 遊戲關卡流程圖

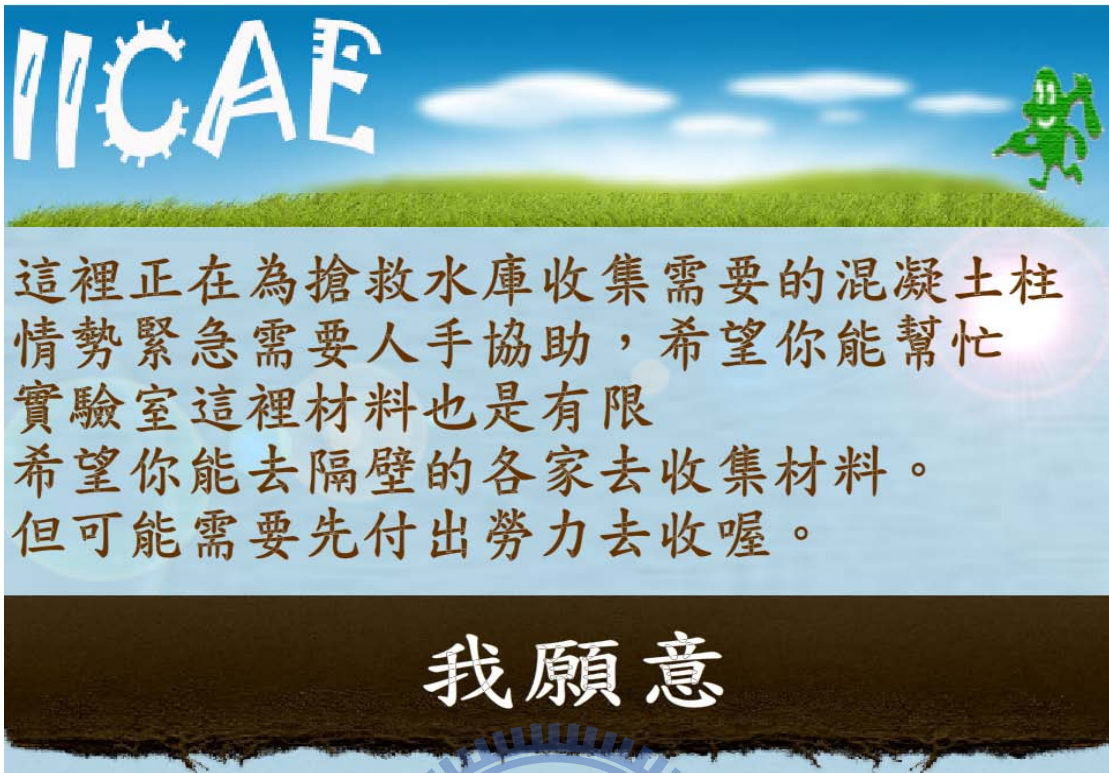


圖 3-10 劇情講述畫面(一)



圖 3-11 劇情講述畫面(二)



圖 3-12 遊戲環境介紹



圖 3-13 關卡一的步驟說明畫面

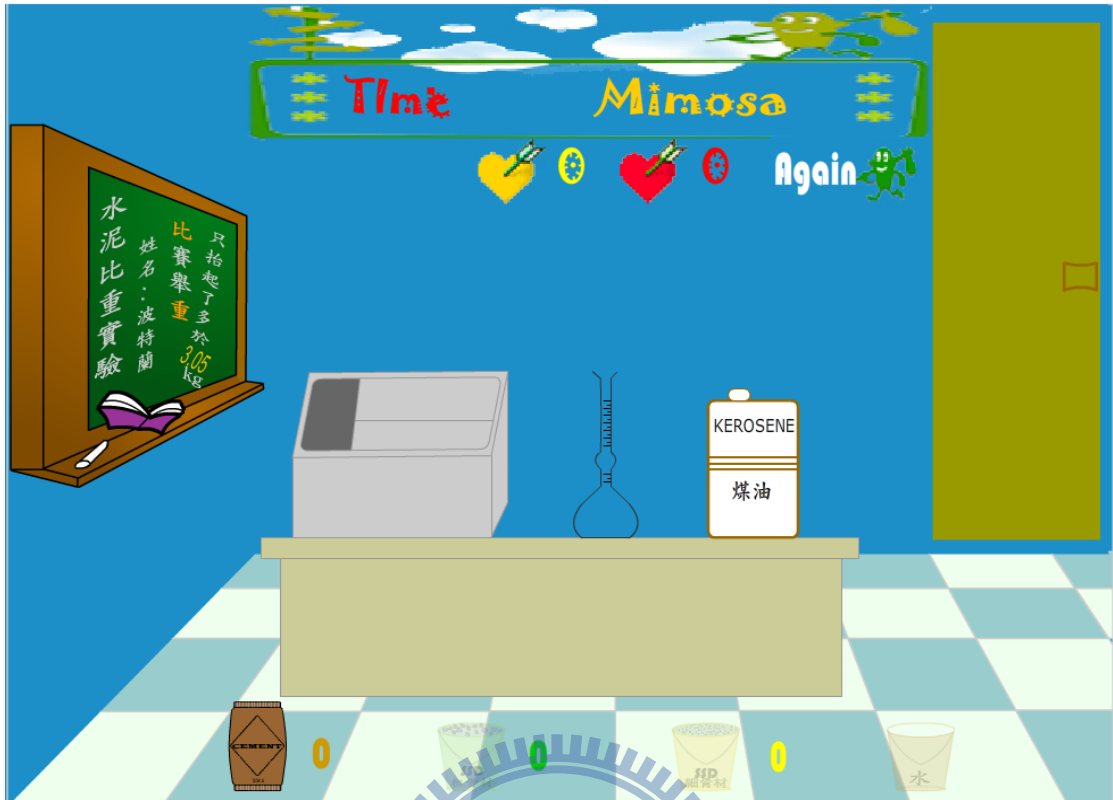


圖 3-14 水泥比重實驗擺設畫面



圖 3-15 水泥比重實驗加煤油畫面

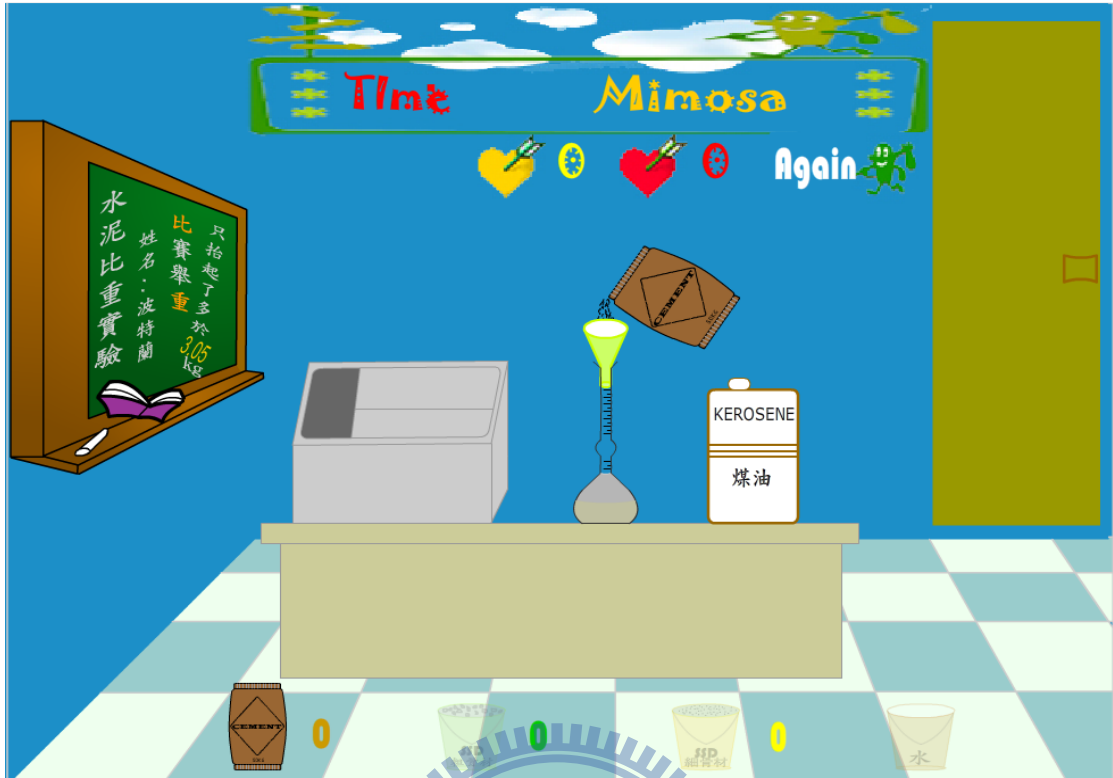


圖 3-16 水泥比重實驗加水泥畫面

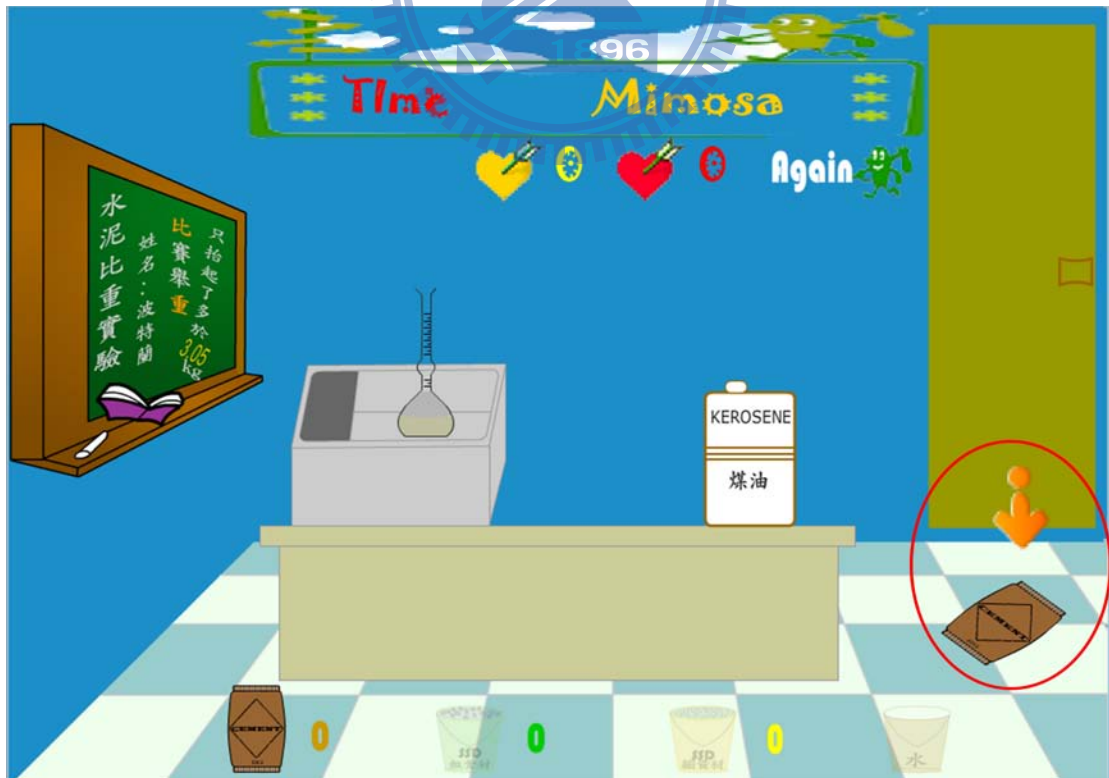


圖 3-17 水泥比重實驗放入恆溫水槽後畫面



圖 3-18 關卡二的步驟說明畫面

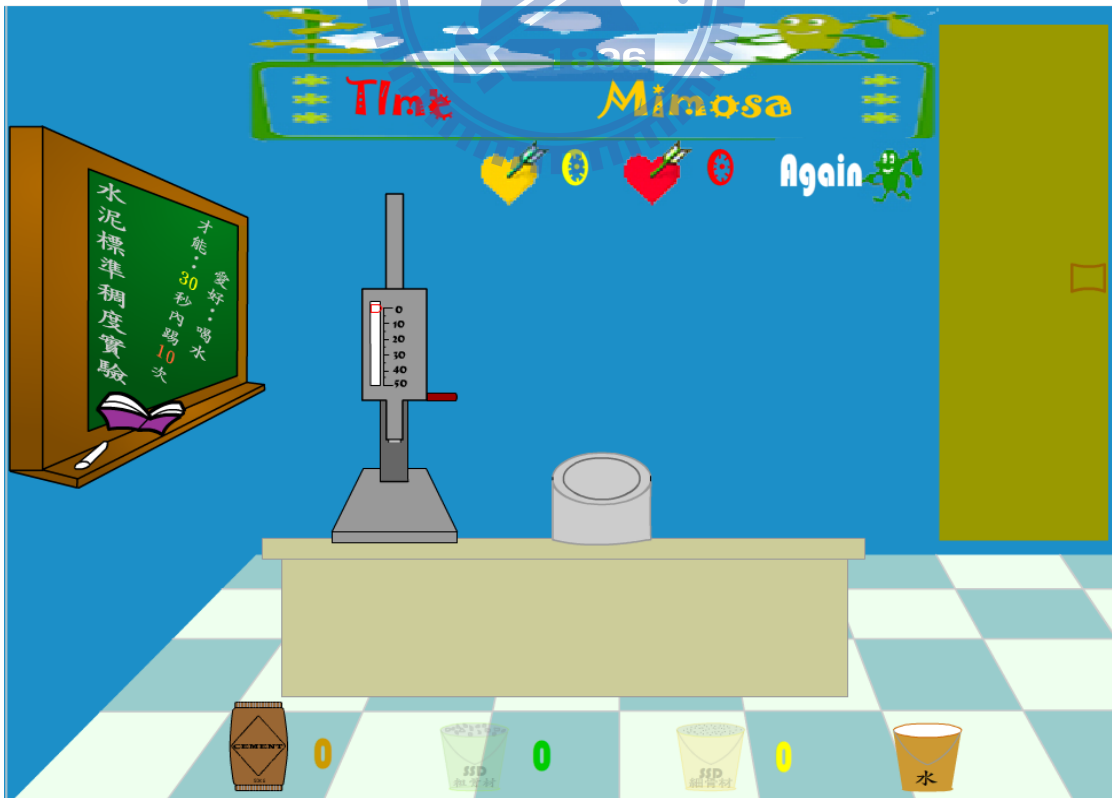


圖 3-19 水泥標準稠度實驗—初始畫面



圖 3-20 水泥標準稠度實驗—加水泥畫面



圖 3-21 水泥標準稠度實驗—加水畫面



圖 3-22 水泥標準稠度實驗—碗置入維卡儀畫面



圖 3-23 水泥標準稠度實驗—維卡儀預備動作畫面



圖 3-24 水泥標準稠度實驗—維卡儀讀針動作畫面



圖 3-25 關卡三的步驟說明畫面

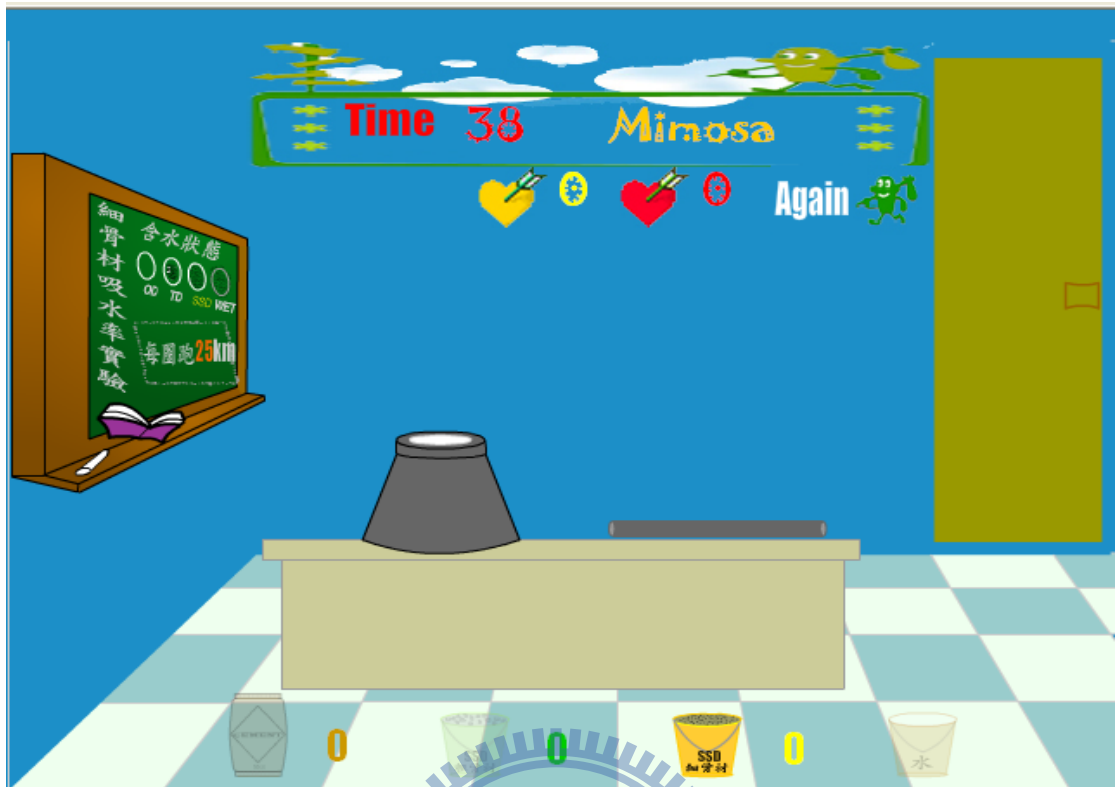


圖 3-26 細骨材吸水率實驗—初始畫面



圖 3-27 細骨材吸水率實驗—填砂入圓錐模畫面(一)



圖 3-28 細骨材吸水率實驗—填砂入圓錐模畫面(二)



圖 3-29 細骨材吸水率實驗—填砂入圓錐模畫面(三)



圖 3-30 細骨材吸水率實驗—完成砂錐體畫面(一)



圖 3-31 細骨材吸水率實驗—完成砂錐體畫面(二)



圖 3-32 關卡四的步驟說明畫面



圖 3-33 細骨材比重實驗—初始畫面



圖 3-34 細骨材比重實驗—加水畫面



圖 3-35 細骨材比重實驗—加砂畫面



圖 3-36 細骨材比重實驗—將氣泡逐出畫面



圖 3-37 細骨材比重實驗—完成畫面



圖 3-38 關卡五的步驟說明畫面



圖 3-39 粗骨材吸水率實驗—初始畫面



圖 3-40 粗骨材吸水率實驗—加入粗石畫面



圖 3-41 粗骨材吸水率實驗—烘箱開啓畫面



圖 3-42 粗骨材吸水率實驗—將粗石置入烘箱畫面

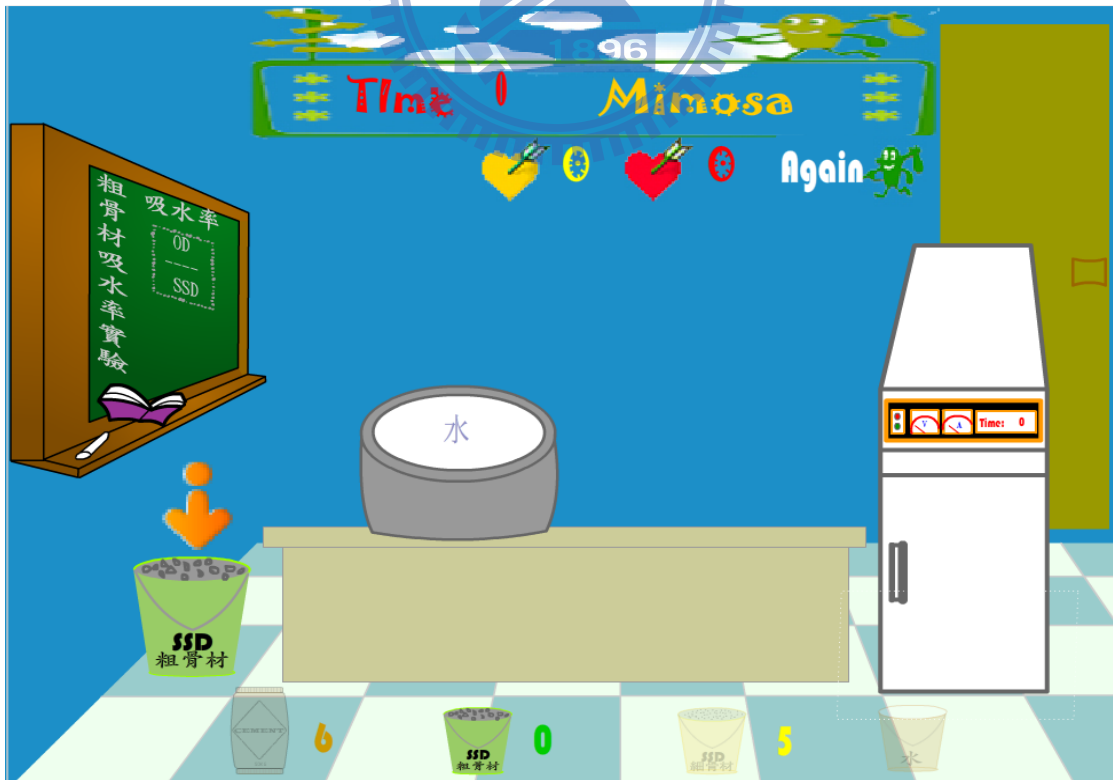


圖 3-43 粗骨材吸水率實驗—完成畫面



圖 3-44 關卡六的步驟說明畫面

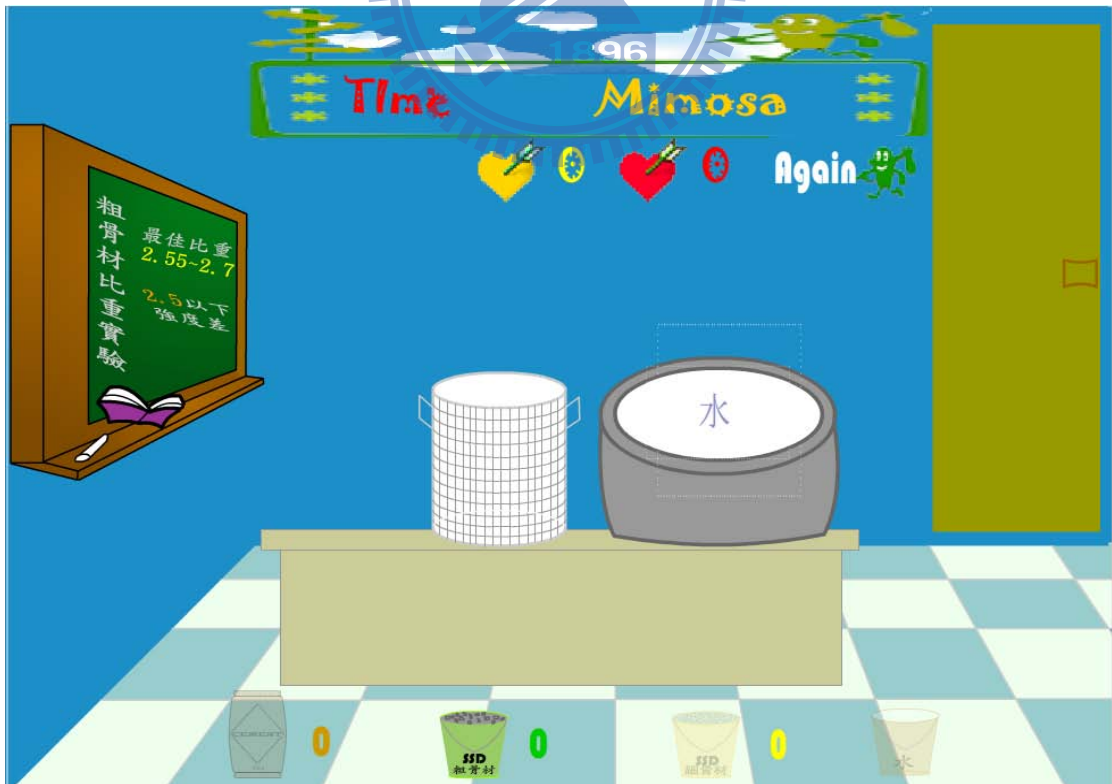


圖 3-45 粗骨材比重實驗—初始畫面

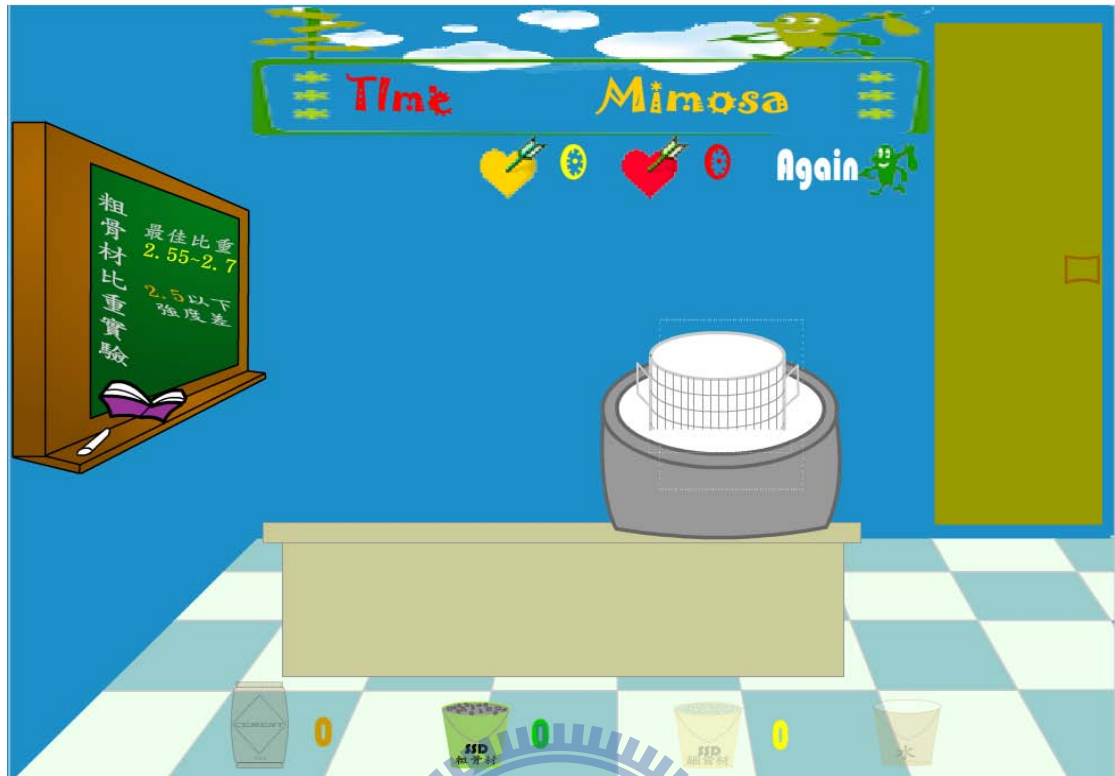


圖 3-46 粗骨材比重實驗—將網籃放入水裡畫面

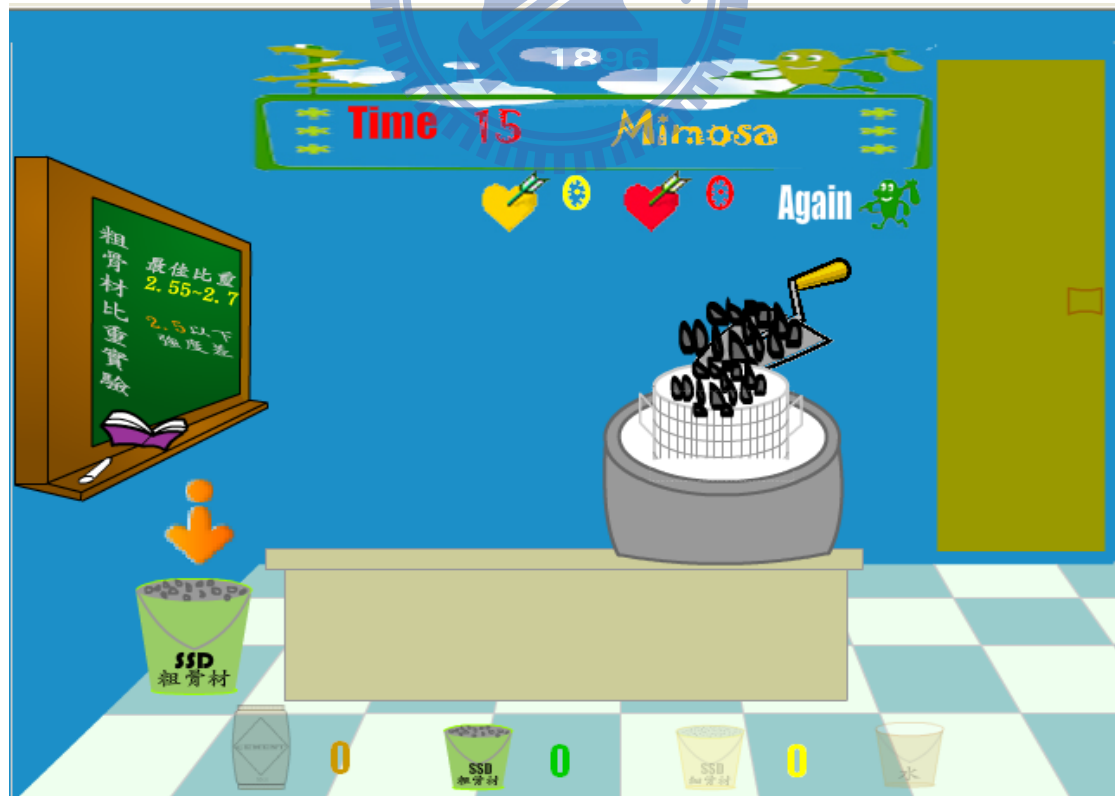


圖 3-47 粗骨材比重實驗—將粗石置入網籃畫面



圖 3-48 粗骨材比重實驗—完成畫面



圖 3-49 關卡七的步驟說明畫面



圖 3-50 粗骨材篩分析實驗—初始畫面



圖 3-51 粗骨材篩分析實驗—完成畫面



圖 3-52 關卡八的步驟說明畫面



圖 3-53 細骨材篩分析實驗—初始畫面



圖 3-54 細骨材篩分析實驗—完成畫面



圖 3-55 關卡九的步驟說明畫面



圖 3-56 預拌混凝土實驗—初始畫面



圖 3-57 預拌混凝土實驗—加入粗骨材畫面



圖 3-58 預拌混凝土實驗—加入細骨材畫面



圖 3-59 預拌混凝土實驗—加水泥畫面

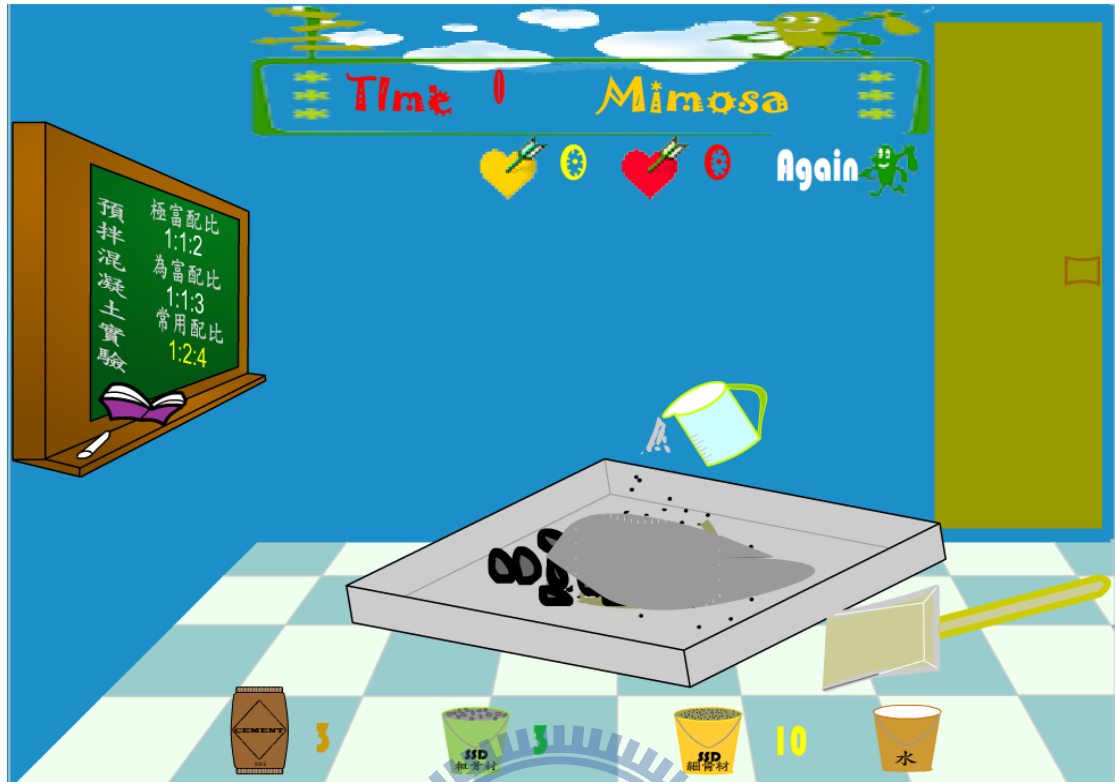


圖 3-60 預拌混凝土實驗—加水畫面



圖 3-61 預拌混凝土實驗—拌勻畫面



圖 3-62 預拌混凝土實驗—完成畫面



圖 3-63 關卡十的步驟說明畫面



圖 3-64 混凝土坍度實驗—初始畫面



圖 3-65 混凝土坍度實驗—填入第一層畫面



圖 3-66 混凝土坍度實驗—填入第二層搗實畫面



圖 3-67 混凝土坍度實驗—填入第三層搗實畫面



圖 3-68 混凝土坍度實驗—完成結果(一)



圖 3-69 混凝土坍度實驗—完成結果(二)

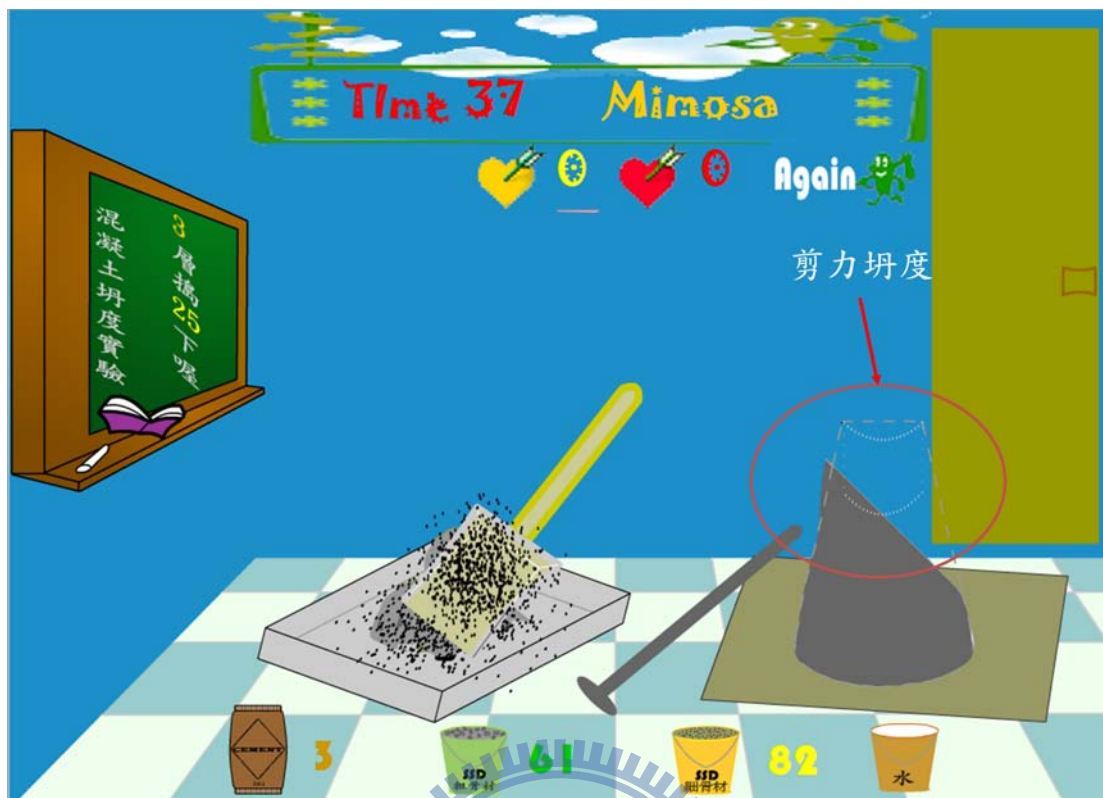


圖 3-70 混凝土坍度實驗—完成結果(三)



圖 3-71 混凝土試柱兌換



圖 3-72 捐出混凝土試柱



圖 3-73 獲得黃色愛心

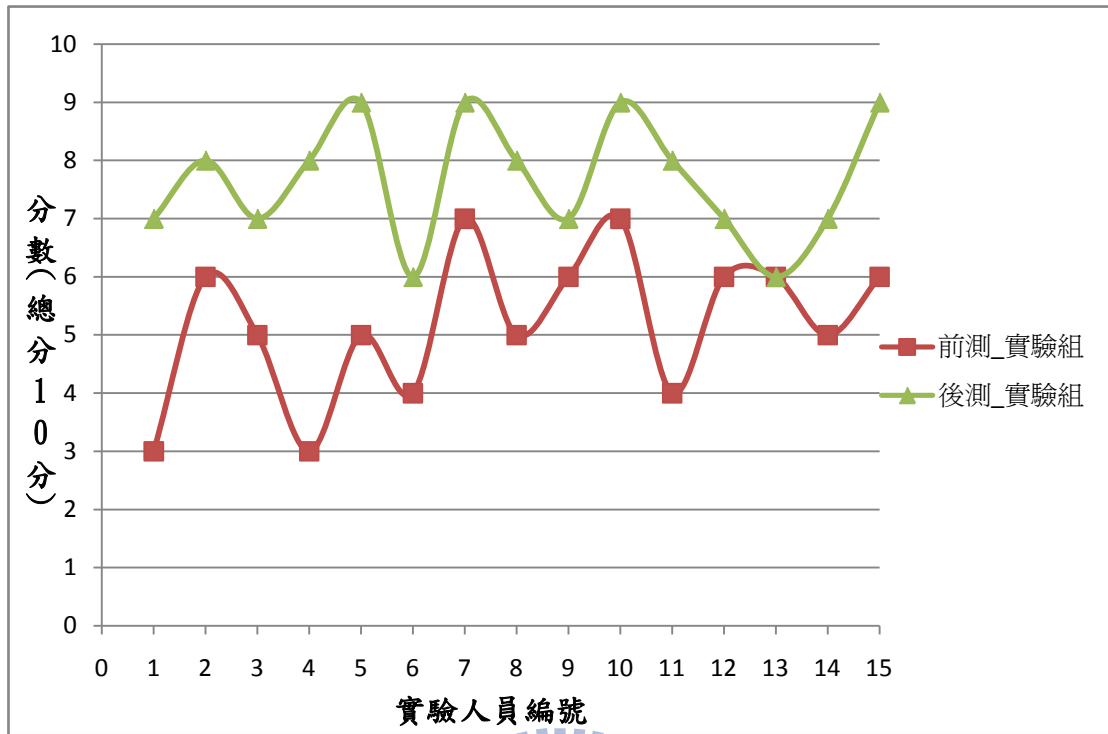


圖 4-1 實驗組前、後成績分佈圖

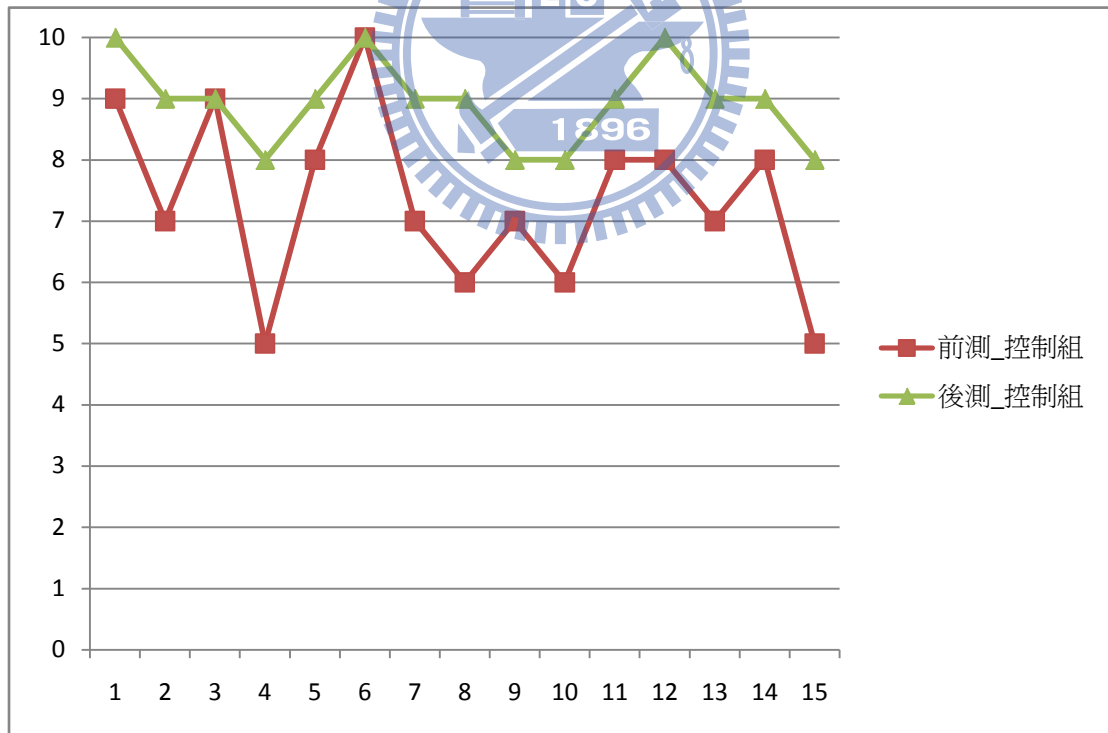


圖 4-2 控制組前、後成績分佈圖

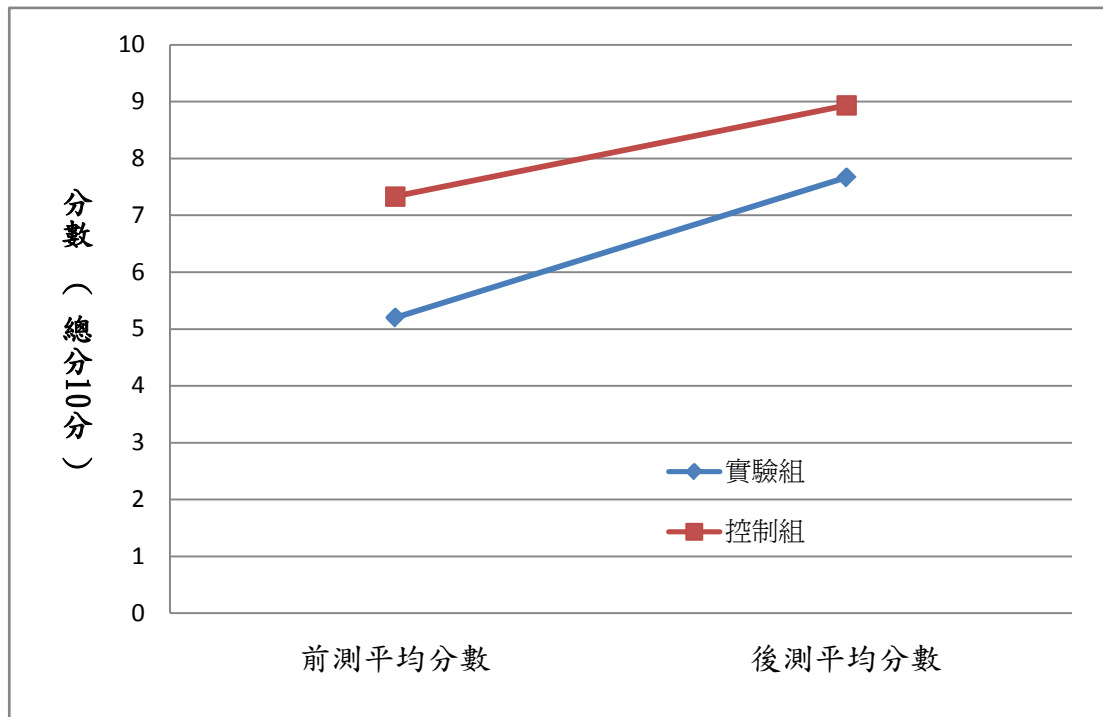


圖 4-3 各組前後成績平均分數折線圖

