

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

營建專案發包管理教育訓練模擬系統之研究(II)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2516-S-009-002-

執行期間：94 年 08 月 01 日至 95 年 07 月 31 日

執行單位：國立交通大學土木工程學系(所)

計畫主持人：曾仁杰

計畫參與人員：黃勢芳、王世旭

報告類型：精簡報告

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 95 年 10 月 23 日

營建專案發包管理教育訓練模擬系統之研究

計畫類別：☒ 個別型計畫 ☐ 整合型計畫

計畫編號：NSC 94— 2516 — S — 009 — 002 —

執行期間： 94 年 8 月 01 日至 95 年 7 月 31 日

計畫主持人：曾仁杰

共同主持人：

計畫參與人員：黃勢芳、王世旭

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：☒ 精簡報告 ☐ 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

☒ 赴國外出差或研習心得報告一份

☐ 赴大陸地區出差或研習心得報告一份

☐ 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

☐ 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☐ 涉及專利或其他智慧財產權，☐ 一年☐ 二年後可公開查詢

執行單位：

中 華 民 國 九 十 四 年 十 月 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

營建專案發包管理教育訓練模擬系統之研究(II)

Simulation-Based Training for construction Procurement Management (II)

計畫編號：94-2516-S-009-002-

執行期限：94 年 8 月 01 日至 95 年 7 月 31 日

主持人：曾仁杰 交通大學土木系教授

計畫參與人員：黃勢芳 交通大學土木系博士班研究生

王世旭 交通大學土木系博士班研究生

一、中文摘要

營建管理訓練除了包含許多學術理論及技術之介紹外，尚須搭配在現場工地之實務應用始能完整。然而，大部份的營建管理課程設計往往假設學生已具備足夠之營建工程實務經驗，而較缺乏實務應用之訓練。目前部分學校雖已規劃營建實習課程，唯訓練期程過短，且一般營建企業多視實習學生為工讀生，實習學生甚少觸及營建專業領域或決策性之業務，造成實習無法達成預期之效果，因此大部分營建管理相關科系學生畢業後，仍需於業界長期之實務養成訓練始有機會接觸決策性之工作。本研究以營造廠商最主要之決策管理作業分包為例，建立具多人線上連線功能之專案分包管理模擬教學系統，透過遊戲假設之虛擬化市場，由學生扮演營造廠商之角色，進行競標、評估及挑選供應協力廠商，學習分包方式之工程專案管理。本研究開發之系統運用了智慧型代理人技術，並利用隨機機率模擬不確定性事件，訓練遊戲者決策及反應能力，並增加遊戲的不可預測性。同時也建置網路市場上的虛擬營造廠商及供應商，增加遊戲不可聯合壟斷性。

關鍵詞：專案發包管理、輔助教學系統、智慧型代理人、電腦模擬

二、英文摘要

The construction management education requires both academic and field training. However, most construction

management program assumes that students already have sufficient field experience, and have not emphasized on the field training. Although some programs have required students to participate in summer internships, the effect is limited because of the intern duration is usually short and intern students have little opportunity to be involved in business decision making. Consequently, construction management graduates often require long period of job experience to be competent in business decision making. This research uses the major decision making task of construction firms, i.e., tendering management, as an example, and intends to develop a multiple-player simulation game for education training purpose. The web-based game sets up a virtual market on the Internet that allows students to play the role of construction firms by bidding projects, evaluating and choosing suppliers, carrying out the projects, and responding the dynamic risks occurring in simulated execution phase. The developed system is expected to provide a means for students to gain practical decision making experience. The system uses intelligent agents and probabilistic simulation to train the decision and response ability of the players while providing unpredictability. The system also builds virtual contractors and suppliers to avoid opportunistic under-table alliance.

Keywords: Project tendering management, Computer-aided education, Artificial intelligence, Simulation

三、前言

依美國工程教育及技術認證制度 ABET(Accreditation Board for Engineering and Technology)，管理學科訓練內容，著重學生是否能夠瞭解及確實應用管理技術。然營建管理技術包含大量經驗性之情境知識，講者透過口頭講述甚至配合圖片說明等教學模式，對於無實務經驗在學學生之知識吸收能力無疑係重大考驗，且即便學生可瞭解營建實務講授之內容，因缺乏實務操作之經驗，對於已吸收之實務知識容易遺忘。

目前國內外大學已開始注意營建在學學生之工程實務知識缺乏之問題，部分學校(如交通大學營建管理組)已規劃暑寒期之實習學分及營建實務專題，要求在學學生利用寒暑假時間及專題報告資料蒐集之機會，參與工程營建之過程，增強學生對於工程實務知識之瞭解，唯在此種短期訓練過程期間，學生對於營建工程之參與最多僅有 1~2 個月，然完整之營建工程專案執行則需時 1~2 年，因此參與實習之學生，可能僅對於營建生命週期之特定作業項目較具認識，然其他營建作業項目之內容仍無法瞭解，此外因學生僅進行短期實習，一般營建企業多視實習學生為工讀生，因此協助處理之作業，常為影印、文書處理及公文傳遞之一般性作業，甚少觸及營建專業領域之業務，造成營建實務實習無法達成預期之效果。

國外營建工程教育亦遭受與國內相同之問題，在學學生實務經驗不足，畢業後無法符合業界需求，因此部分美國教育學者，已著手開發營建工程教育之電腦遊戲軟體，對於在學學生進行營建實務之教育訓練，此類型之教育訓練軟體如 Herbsman(1986)發展之土木工程專案管理遊戲(Civil Engineering Project Management Games, CEPMG)、商業遊戲 Business Game(Andlinger 1958)、建造遊戲 Building Construction Games 之類(Au 1969)、營建管理遊戲 Construction Management Games 之類(Herbsman 1986)等，藉由學生與電腦間之互動，學生可獲得與實務情況相似之工程管理經驗，再經由教師指導及同儕間之

討論，可大幅提升學生對於工程管理實務問題之瞭解(Herbsman 1986)。

唯現階段營建訓練之教學軟體中，單機版程式無法提供多人同時連線之機制，學習者無法迅速瞭解在相同之情境條件下，比較不同管理決策對於作業結果之影響，此外學習者亦無法於系統內與真人進行互動合作或競爭(例如策略討論)；然具 Web-base 之營建線上訓練系統，則不具備系統模擬功能，系統通常僅能顯示答題結果之是或否，因此整合兩種營建教育系統之功能優勢，提供具多人線上連線功能，且可提供學習者彼此競爭比較之軟體系統，應係未來營建教育訓練軟體重點發展方向。

目前營建產業普遍景氣不佳，且工程作業項目專業化及精細化，致使營建工程之發包及施工管理之困難度增加(徐瑞鴻 2002)，然其中專案發包管理作業，係為工程執行之規劃藍圖基礎，(通常工程進度規劃、財務管理及品質控制，皆依據發包項目建立分工結構圖)，顯著影響工程執行績效(進度、成本及品質)，因此營建發包管理之訓練，應為營建管理人才培訓之重點學程，故本研究針對營建專案發包管理(分為標前分包訓練及得標後發包訓練兩部分)之教育訓練內容，建立具多人線上連線功能之專案發包管理模擬教學系統，透過虛擬教學環境提供之價廉科學實驗空間，配合使用者獎勵機制，引發學習者興趣，增進學習速度及效果，結合專案發包管理之理論及實務，降低營建學校教育與實務需求落差，提升營建專案發包管理專案教育之效率及效益。

四、系統特性

本研究為建立符合我國營建實務環境之網路遊戲式教學軟體，提供大學部學生及碩士一般生，藉由情境遊戲，在實際操作及決策過程中，學習營建專案之過程及培養管理營建專案之能力，未來更可供跨校競賽使用。系統同時應具有下列特性：

1. 具實務教育性：系統所發生的隨機事件或所需學習者所作的決策，或是所設定的包商行為，在實務上須可能發生，並

以接近大多實務經驗為原則。

- 2.無法預測性：藉由隨機及系統自我學習，使學生即使重覆參與遊戲也無法預測其結果。
- 3.參與之自由性及無過度性：遊戲者可自由選擇其適當時間參與遊戲，並無須過度投入。系統不應要求遊戲者 24 小時參與遊戲，每週只須花適當時間參與並作決策，過度投入可以增加資料之熟悉度，但不應直接增加其獲勝之機率。
- 4.不可聯合壟斷性：系統應嘗試有其智慧型之競爭者，以避免學生間投機而相互聯合壟斷。

目前我國並未有相似功能之營建教學軟體，若使用國外之遊戲式教學軟體，可能因我國營建實務環境與國外環境之差異，造成情境化知識之差異，無法符合學生學習營建管理實務知識需求。

同時，國外亦尚未有橫跨詢報價、備投標及施工管理之網路教育遊戲。因此，本研究具學術上之創新性，同時預期對於國內營建領域之教育訓練有突破性的改變，可減少畢業學生於就業時重新訓練或職場適應之時間。

除此之外，藉由網際網路之遊戲來學習營建管理之技能，不僅可提高學生學習興趣，增加互相討論切磋的機會，同時透過網際網路，各校學生亦可交流競賽，增加各校交流之機會。

五、文獻回顧

本研究將探討現在應用科技進行之電腦輔助教學與網路學習方式，並分析營建管理相關電腦輔助教學之模式，以期發展適合營建分包管理之教學方式。

整體而言，遊戲式電腦輔助學習的做法是將參與遊戲活動的動機轉化為參與學習活動的動機，進而提昇學生的學習成效。鄭文賓(2000)認為推究遊戲本質的時候，有勝負條件之大多數的遊戲都屬於對抗的性質，也就是說，這些遊戲的終極目的在於擊敗對方。就商業目的而言，成功的遊戲必須在短時間之內引起學習者的興

趣，而競爭正好是激發興趣最有效的手段之一。王千濤(2001)實驗結果發現：(1)大部分的學習者較喜歡用競爭程度較強的方式來進行遊戲。(2)比較傾向於自己一個人一組，能夠主導遊戲的進行而不受其他人的干擾。(3)學習者覺得與對手面對面會使遊戲更有趣。(4)非面對面競爭可以較專心思考問題，不受到競爭對手的干擾。綜合上述所說本研究將分析營建相關遊戲方式教學活動，整理出適合目前營建管理遊戲式教學之流程與規則，並以實務為基礎希望符合營建實務現況，最後結合遊戲因素與競爭因素的優點，進一步提昇學生的學習動機與學習成效，以做為發展營建遊戲式電腦輔助學習軟體時的參考。以下分析營建相關遊戲教學之案例，找出並整理適合本研究之營建管理遊戲教學模式。

在業界電腦化的管理有越來越普遍的趨勢，由於電腦的應用可提升營建相關作業之效率，使得各項工作能在電腦輔助下得到最佳工作效果。隨著現代專案規模與複雜度增加，需要更好的訓練方式培訓人才，對培養專案管理人才的這已經變成關鍵。本節將探討目前營建領域電腦輔助教學遊戲式軟體應用之現況，並分析各類型教學軟體之系統架構及功能，作為規劃本研究規劃遊戲式教學軟體架構之參考。

1.土木工程專案管理遊戲

此類遊戲是根據現實情形模擬工程面臨挑戰的問題，目前國外已有結合模擬式及遊戲式之營建電腦輔助教學之軟體系統，如 Herbsman(1986)針對土木工程專案管理之過程，開發出對 CEPMG 之教學系統(Civil Engineering Project Management Games)。

CEPMG 系統將土木工程專案管理流程分為四個部份，初始資料庫(Preliminary Data Base)、階段 A(Phase A)、階段 B(Phase B)及階段 C(Phase C)等。其目的訓練學生成本與進度規劃能力，並透過該軟體模擬土木工程專案執行過程之資源變化情況，考驗學生工程資源規劃之能力，藉由學生與電腦間之互動，學生可獲得與實務情況相似之工程管理經驗，再經由教師指導及

同儕間之討論，可大幅提升學生對於工程管理實務問題之瞭解。另外 Veshosky(1991) 等人在 Lehigh 大學土木工程系進行土木工程專案管理訓練之課程，課程分兩階段上半段課程是在業界找一些代表性公司與勞工在課堂當講師討論業界實務事件跟問題，下半段課程設計一個虛構工程並在課堂模擬專案進行過程。

2. 商業遊戲

Bushell(2004)認為商業遊戲 Business Game 是一種模擬商業公司追求利益與商機進而互相競爭的遊戲。商業遊戲的強項在於提供主要真實商業情況之系統，系統含有競爭與風險變化之環境，在這樣虛擬的環境中可引發學習者高度積極參與，且發展這樣的教學技術也可改善個人與團體在學習上之表現。Bushell(2004)認為商業遊戲在管理教育方面是一個最有用的教學方式，這類遊戲廣泛被大專院校或是商業界等使用於管理教育方面。

在營建競爭市場中能立於不敗之地，最重要的觀念之一發展出自己的得標策略，以確保能持續獲得工作和增加市場佔有率(Nassar 2002)。根據這樣之概念Nassar(2002)發展一個模擬遊戲，遊戲的目的是比較市場佔有率(Market Share)與標價(bidding price)之間對於承包商能否獲得更多工作之重要性。

遊戲者假扮四組承包商進行競標，總共進行 12 季，每一季(Quarter)承包商需決定標案付款項目之價格，價格會決定承包商贏得之工作數量，工作數量可贏得更多工作及確保市場佔有率，較低標價可以有較高之價格因素(price factor)與贏得更多工作，工作數量多寡也代表承包商在市場之佔有率，高市場佔有率與高價格因素(price factor)將使得承包商能獲得更多利潤。

遊戲勝負關鍵在於獲利的多少，而獲利為(每噸之利潤)*(全部工作數量)，而總計 12 回合後最多獲利者為贏家，其中每單位工作利潤由學習者主觀決定，而多次遊戲後統計發現工作數量與價格因素成正比。Nassar(2002)認為這樣的遊戲，受限於

只能分為四組人參與無法增加多組人數共同進行，未來可應用網路改善。

3. 專案管理遊戲

針對整合工程問題，Cabral(2004)及 Rounds(1986)運用電腦輔助教學方式，在網際網路環境上，模擬專案管理過程進行學習，並認為將學生置身於一種情境式虛擬環境中，進行專案管理技術之學習，遊戲名稱就稱為專案管理遊戲。遊戲之目標為(1)管理專案過程避免可能遭遇之危險或陷阱，使工程達成最小之傷害；(2)成功處理工程不可避免的挑戰，如及時完工計劃、預算不超支、人員問題、介定工作範圍與客戶需要等等。

遊戲適合年齡 20 至 60 歲之間的人學習，學習者可能需要一些專案管理的常識或是工作經驗，遊戲最初由教師發送電子郵件通知學生課程進行須知與通告等，如下圖以電子郵件通知學生將進行專案管理人之訓練通知。遊戲將進行一個月，通知學生後教師(遊戲之發起人)以檔案、電子郵件、語音郵件、影像等方式通知學生專案內容，專案時間表與工程預算等資訊。遊戲設計各種不同工程問題與工程可能有之陷阱，利用選擇題之方式要學生選擇答案，如圖 5 所示，當學生做出選擇後，教師會告訴學生所選擇答案之結果，並告訴學生這結果所產生之問題，當學生再做出選擇後，教師會告訴學生所選擇答案之結果，並要求學生解釋自己為什麼選擇這樣的答案，經過兩回合之間答過程，最後老師與學生在課程討論每位學生所做之回答，並選出最佳解決方式或是處理方法。

Rounds et al.(1986)根據現實營建業之專案資料設計成電腦模擬遊戲，讓學生進行專案管理訓練，遊戲是在 DOS 的介面下利用 Fortran 77 軟體所寫成，訓練學生如何利用人員資源調度，維護工程預算並掌握工期。

本研究計劃發展適合現在營建管理電腦輔助教學方式，分析前節所述之營建電腦輔助教學之方式發現，營建管理遊戲式教學大多還採用其他方式配合，不過只有 Nassar(2002)的商業遊戲以小組方式由競

爭中獲得刺激與學習慾望，各營建管理電腦輔助教學遊戲特性如表 1 所示。

表 1 營建管理電腦輔助教學遊戲特性

作者	教學類型 I	教學類型 II	特定規則	身心娛樂	勝負輸贏	
					單人	小組
Herbsman(1986)	遊戲式	練習式	●	●	—	—
Veshosky(1991)	遊戲式	—	●	●	—	—
Nassar(2002)	遊戲式	—	●	●	—	●
Cabral(2001)	遊戲式	模擬式	●	●	—	—
Rounds(1986)	遊戲式	輔導式	●	●	—	—

●表示有該項功能

由表 1 可知，遊戲式營建管理教學適合於加強技能、其次是知識傳播，合作與國際競爭力促進整合專業之方向較少，隨著年代之演進電腦輔助教學之應用逐漸偏向網路之應用，而 Nassar(2002)也認為單機操作受限於參與人數，應用網路可改善教學品質，表中所示幾乎營建管理相關電腦輔助教學之教材都來自實務之資料，文獻案例大多採用實務上各個不同區域資料。

文獻中各研究範圍並未含標前之準備，且未考慮分包對工程之影響，隨著近年來工程分包為營建業管理之常態，營造業者管理重心都放在如何有效進行分包管理，故分包管理相關教材之研發將是未來營建管理電腦輔助教學值得研究之方向。綜合上述本研究開發之教學系統能有模擬現況、網路連線功能與競爭學習之整合機制，並增加學習效果與情境教學，可讓學生扮演業界角色(如專案經理、工地主任等)，學習該角色之工作內容，如此也可用於業界訓練新人，達成合作教學之課程。

六、虛擬代理人設計

本研究現階段著重提升系統之模擬能力，已建置之系統功能中，導入智慧型代理人技術，並依營建作業實務設計虛擬業主、虛擬承包商及虛擬營造廠商之角色，使學習者與虛擬角色在系統間互動，增加遊戲之多變性，並提升學生之學習興趣。

1. 虛擬業主設計

虛擬業主之建置，本研究將依據目前現階段分包管理訓練模擬系統之需要資訊進行設計，因此虛擬業主每次產出標案時，將由管理者專案資料庫中，隨機抓取

專案，公布之標案資訊內容包括工程概要資訊、專案作業關係、作業計價項目表等三種專案資料，此外當專案資料庫中之專案數量不足以應付競標需求時，虛擬業主亦會依資料庫中既有之專案，進行系統化之配對，自動產生新的專案。虛擬業主之動作功能及流程如下。

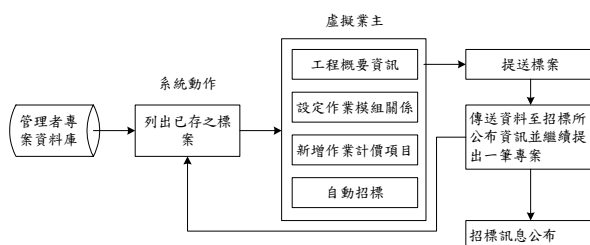


圖 1 管理者提交標案流程

(1) 新增工程概要資訊

本研究之工程概要資訊如表 7 所示，虛擬業主會依據管理者資料庫中既有之專案，將工程概要欄位隨意配對產生，例如目前資料庫中有 A 專案及 B 專案 2 個同屬性之專案(同為道路工程)，虛擬業主會隨機混合工程專案之相關資料，產生新的專案 C，以降低系統管理者之操作負擔。

(2) 自動設定作業模組關係

新的專案產生後，虛擬業主會由作業模組資料庫提出數個模組後，依據本研究定義之法則(如開挖後方可進行運土作業，本研究將利用編碼方式控制作業先後順序)，定義每一個專案之作業關係。

(3) 新增作業計價項目

虛擬業主將依據新專案中之作業模組，篩選出成本計價項目，作為作業項目之計價項目表，有關作業計價項目內容如表 2 所示。

表 2 管理者與學習者作業計價項目表

資料內容	資料類型	資料輸入	附註
作業編碼	字串	系統匯入	作業關係資料表匯入
作業名稱	字串	系統匯入	作業關係資料表匯入
計價編碼	字串	虛擬業主	作業數量資料庫匯入
計價項目	字串	虛擬業主	作業數量資料庫匯入
計價數量	數字	管理者輸入	管理者設定
單價	數字	管理者設定	作業數量資料庫匯入(此部份隱藏學習者無法得知)
包商報價	數字	系統計算	包商提供之單價

(4)自動招標

虛擬業主可依據遊戲環境中之專案需求情況，自動釋出標案，進行招標作業，決定虛擬業主自動招標機制是否啟動之因素，本研究以在本遊戲平台上之等待人數(代表無進行估算及施工管理之人數)決定，當平台上等待人數超過 10%時，虛擬業主將啟動自動招標機制，使在平台上之同學隨時皆可進行學習。

(5)自動決標模組

本系統中決標機制包含最低標、八折標及合理標之三種決標模式，針對各種決標模式之虛擬業主運作機制如下。

A.最低標

最低標係以所有投標學習者中，報價最低且在底價容許範圍(不可高於底價，亦不可低於底價過多)之學習者為得標廠商，底價之容許範圍原需由系統管理者進行設定，然虛擬業主建立後，虛擬業主將自動產生合理底價與容許範圍。合理底價及合理範圍之設定，本研究將參考王維志(2002)之研究建議，其計算方式如下：

合理底價 = α 預算底價 + β 廠商投標底價

註： α = 預算係數， β = 廠商標價係數；
 α 及 $\beta \geq 0$ ，且 $\alpha + \beta = 1$ 。

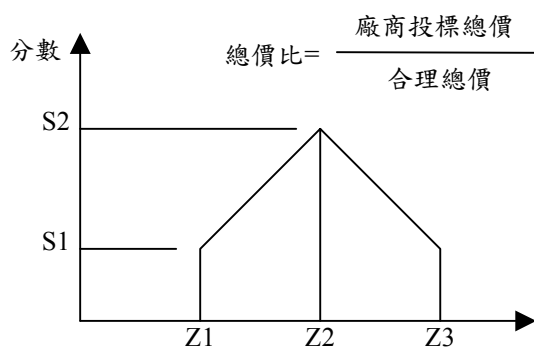


圖 2 合理底價範圍

B. 八折標

得標方式為競標價達底價百分之八十範圍內最低價者得標，高於底價與低於底價百分之八十者，不予採用。因此虛擬業主將依據合理底價(依最低標合理底價計算方式)，排除低於底價 80%者之學習者。

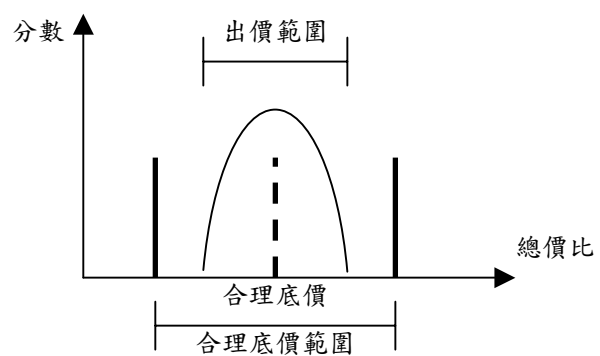
例如：業主訂底價 900 元，A 學習者投標價 1000 元、B 學習者投標價 800 元、C 學習者投標價 700 元、D 學習者投標價 600 元，虛擬業主將以 B 學習者為得標廠商。

C. 合理標

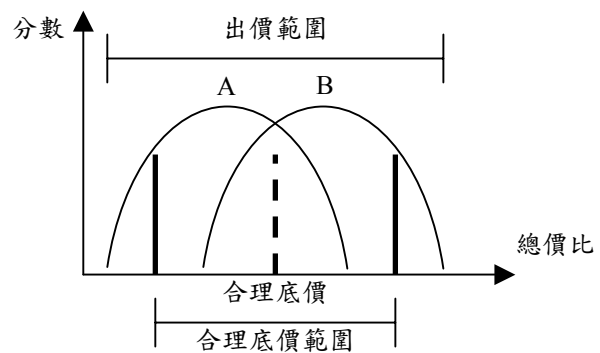
合理標係以計算合理底價(依最低標合理底價計算方式)後，由不超過底價然最接近合理底價之學習者得標，因此虛擬業主將依據上述條件決定得標學習者。

2. 虛擬營造廠

虛擬營造廠商僅會出現於本系統之競標階段，其主要目的為增強學習者之學習情緒及效率，類似學習者需在系統中挑戰及擊敗之對象，然虛擬營造廠商之能力等級不可過強，避免學習者永遠無法得標，唯其能力亦不可過弱，造成虛擬營造廠角色無法刺激學生之學習情緒，因此針對虛擬營造廠方面，本研究將利用其出價範圍控制虛擬營造廠之能力，且出價範圍內以隨機方式決定出價金額，共設計強、中、弱三種等級，各等級之虛擬營造廠投標總價範圍如圖 3 所示。



(a)強級



(b)中級

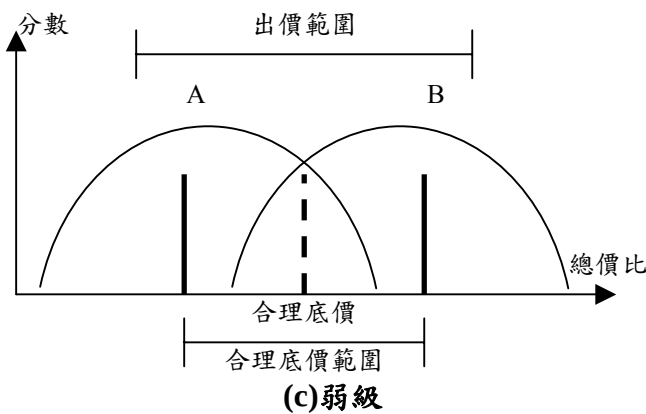


圖 3 不同等級之虛擬營造廠出價範圍

強級虛擬營造廠其出價範圍最窄，且出價金額皆集中在合理標價最高得分之範圍內，係針對已有相當估算能力之學習者設計之挑戰對手；中級虛擬營造廠其出價範圍較強級廣，且具兩種情況，情況 A 為平均出價金額低於合理底價，況 B 為平均出價金額低於合理底價，學習者僅要把握競標之基本原則(如隨時注意市場價格變動)，即有機會擊敗該虛擬營造廠，為針對具一般競標能力之學習者設計之競爭對手；弱級虛擬營造廠，其出價範圍最大，且平均出價金額約等於合理底價之上下限，約有 50%機會提出超過合理標價範圍之金額，在通常情況下，學習者皆可打敗該虛擬營造廠，為針對初學者建立之虛擬對手。

3. 虛擬供應商

在現實情況下，營建採購過程十分複雜，供應商因受其自身相關基本條件(如工程經驗、經濟能力)影響，對於議價協商過程關注之議題亦具顯著差異，例如規模較小之虛擬供應商可能較關注付款模式及預付款模式；然規模較大之虛擬供應商，則可能較注重採購數量(是否為大宗採購)等，因此為模擬真實情況下營造廠與供應商之議價互動過程，本研究將設計各種採購情況之虛擬供應商反應策略，依據建構供應商之 if-then 法則，設計類似營建作業情況之虛擬供應商。

目前尚無任何一篇文獻在探討營建業在採購協商時所採用的議題，故本計畫依本人執行之「行政院國家科學委員會提升產業技術及人才培育計畫：M-Commerce

在高科技廠房施工管理之研究」，透過與兩位具有十多年採購經驗之資深採購經理進行初步的專家訪談，得到大宗採購、計價模式、預付款模式、綜合採購模式、資源補償模式、地域性差價模式、便利交貨模式及後續合作模式八個主要的採購協商議題，再加入單價協商議題，共計九項協商議題，本研究將針對此九項議題設計虛擬供應商之效用函數。

依據利用實例資訊建立之供應商效用函數變化趨勢，本研究將利用法則庫及供應商效用函數之變化，建置擬真之虛擬供應商，設計邏輯先定義虛擬供應商之議價滿意度(由效用函數控制)，再將依據 data mining 建立之法則，設計效用函數之上下限，當學習者提出之議價條件低於虛擬供應商效用之容許下限，則虛擬供應商將拒絕學習者所提出之議價內容，僅有當學習者提出之條件在虛擬供應商之容許效用範圍時，虛擬供應商方可能成交，然儘管交易成立後，虛擬供應商之效用仍有可影響其作業執行績效，例如當學習者係以效用容許下限達成交易，虛擬供應商出現不良表現之機率將大幅增加(亦可能有好表現)，當供應商談判過程滿意度高，其相對之工率及績效表現較佳。

七、系統功能介紹

1. 教學目標

學習者需要熟悉電腦視窗環境與滑鼠鍵盤操作，最好具備大專程度以上之土木相關知識。本研究依營建實務作業內容，由營造廠商得到標單文件後分標前分包與標後分包訓練兩階段進行學習教學目標，本研究著重標前訓練，使學生建立自己分包與選商過程規劃，降低施工成本，提高獲利率，增加獲得標案機率。

2. 教學環境架構

本系統是以營造廠廠商之角色扮演模式，所以設計遊戲時，以土木相關科系學生為學習者族群，設計適用劇情模式，引起學習者之共鳴，以下分別介紹遊戲背景、遊戲環境場所、角色設定與遊戲規則。

「台灣營建業環境景氣欠佳及工程專案大型化之特性下，營造廠商為節省固定成本，多將工程分項發包(如連工帶料、勞務提供或材料提供等方式)，由協力廠商負責主要機具、設備、材料及人力技術，營造廠商本身則著重在包商管理主，身為營造廠商又兼專案經理的你將需要在這種環境下求生存，所以選擇適合之包商合作並做良好管理，已是公司是否能繼續經營之管理方式，趕快著手進行工作吧。」描述遊戲背景讓學習者了解遊戲之故事情節，背景為讓學習者更能融入情境，且背景需說明分包管理遊戲原則如下：

- (1)在預定完工期限內，盡量降低成本
- (2)選擇成本低、工率高之包商
- (3)與包商合作關係越好，報價越低
- (4)分包數量越多報價越低
- (5)若情況允許，分包項目應盡量以連工帶料方式分包，降低成本
- (6)累積越多施工經驗包商報價越便宜

而遊戲中影響分包管理作業之主要因素，如下：

- (1)包商優劣決定工程成敗
- (2)決標機制方式影響獲利標案之施工權
- (3)報價因子影響工程成本與增加獲利因素

依研究範圍可在遊戲環境訂出四個場所，分別為招標所、公司、銀行、市場等四個場所，以下分別介紹各個場所特性：

- (1)招標所：提供標案資訊處，在此處可獲得標案相關資料。
 - 尋找標案：學習者若要進行競標，在此處能獲得標案之工程概要，給付買標單費用(業主自行決定標單定價)，即可得到工程內容說明。
 - 得標通知：公佈得標之營造廠商，通知廠商可以準備進行專案施工階段。
 - 得標機制：本研究包含決標種類與說明。
- (2)公司：提供學習者檢視自己基本資料、規劃專案等資訊處。
 - 公司資料：學習者可檢視一些基本資料，如現有資金、資本額等。
 - 規劃工程：將備標之標單在此處做規劃。
 - 備標資訊：學習者已備標之歷史資料處。
 - 工地現況：已得標之標案施工狀況查詢。

(3)市場：市場是收集情報以及尋求合作包商處，系統由不同之選商條件(品質、報價等不同)產生各種協力/供應商，此處提供學習者：

- 包商詢價：詢問包商計價項目之價格及包商施工價格等。
- 包商資料：調查包商基本資料，如施作項目、工率、所在地等。

(4)銀行：當遊戲持續進行時，學習者可能因管理不良或是一次競標太多標案，需要資金週轉則在銀行可進行借貸與還款之行為融資，銀行之功能如下：

- 當學習者資金不足，可向銀行融資借款，銀行根據學習者得標專案之專案成本之給予學習者專案成本金額 20%借款，一個專案只能借款一次。
- 同行借款：當資金於上述方式無法周轉，可向其他學習者借款，學習者之間可協調借款所須給付之利息。
- 還款：當學習者獲利後，可向銀行還款，以減輕利息負擔，利息之比例可由系統管理者依情況自行決定利息之百分比。

3.遊戲角色

遊戲中學習者扮演營造廠商之專案經理角色，主要規劃遊戲所設定之專案，設法取得專案，得標後尋找適合包商施作工程，由承包工程中獲取利潤累積財富。

4.遊戲規則

- (1)進入系統前先申請帳號與密碼方能進入系統，管理者輸入管理者帳號與密碼進入管理者功能設計介面；學習者輸入帳號與密碼進入遊戲主畫面，如圖 2 所示。
- (2)管理者可隨時在網路上新增、修改或是刪除遊戲設計之專案資料、包商資料、不確定性事件資料、報價因子資料等。
- (3)學習者初次登入遊戲，在功能列上點選公司選項之公司資料查看自己基本資料或點選招標所進入尋找標案的選項，開始尋求適合學習者之標案，若規劃完成則可規劃下一個專案。
- (4)學習者選擇適合之專案後，系統會提供學習者工程概要、工作內容、工程限制、作業進度資訊與計價資訊等，學習者依系統提供之資料規劃專案。

- (5)系統提供工程概要說明專案基本資料，如工程名稱、地點、業主等。工程內容、工程限制與作業進度資訊提供學習者組織模組網圖作業關係，計價資訊則提供學習者進行分包作業，分包後則向系統虛擬之包商詢價與詢問包商對分包項目之施作天數，規劃專案成本與工期資訊。
- (6)決定成本後，學習者需決定工程之管理費用與利潤佔工程之百分比，訂出投標價，並送至系統進行決標，直至決標日期公佈得標訊息後，完成專案規劃便可進行下一個專案之規劃。
- (7)系統有三種決標機制，詳情請至招標所之得標機制查詢，得標審查決標價、工期、競標資格與作業關係，若競標資格與作業關係不符合則淘汰資格，符合資格者依得標機制選出得標者，得標者能進行施工模擬。
- (8)學習者每下一次決策，決定一個月施工情況，在兩小時內可下多次決策，可以提早知道完工結果，但施工模擬採回合制，現實每兩小時系統統計一個月專案應施作之工期與成本，所以每月付款或計價都會對應每月付款期時間才給付，雖然可以先得知專案現金流量，然真正可以得到款項，還是需等至模擬時間與現實時間吻合當月應得款項才能獲得。
- (9)模擬結束後順利完成系統給予學習者獎勵反之則損失現有資金作為懲罰，得標者獲得所估之利潤虛擬錢幣，且決標價為得標者之累積承攬金額，做為施工經驗，視標案是否有趕工獎金，當進度超前可給予學習者獎金鼓勵。
- (10)學習者扮演營造廠商進行遊戲，按現在營造廠商規模分甲、乙、丙三等，一開始學習者皆為丙級廠商，當符合資格系統自動升等。
- (11)具甲級營造廠資格之學習者，可競標任何工程專案；具乙級營造廠資格之學習者，可競標乙級及丙級之工程專案；具丙級營造廠資格之學習者，僅可競標丙級工程專案，因此配合學習者資格等級升級之機制，將可使得學習者不斷使用本系統進行分包管理模式之學習。
- (12)當次月應付款大於現有資金時可向銀行或是學習者借款，借款方式於系統之銀行環境說明之。
- (13)系統 24 小時開機，但每日 9:00 AM 自動計算需進行專案作業變化，至 9:30AM 後學習者才可使用直到至隔日早上 9:00AM。

八、系統畫面展示

1. 管理者介面

進入網站後系統會要求輸入帳號與密碼，若要進入管理者畫面，輸入管理者內建之特定帳號與密碼，即進入遊戲之管理者介面，如圖 4 與圖 5 所示：

圖 4 登入畫面



圖 6 工程概要與需要模組



圖 8 模組數量輸入

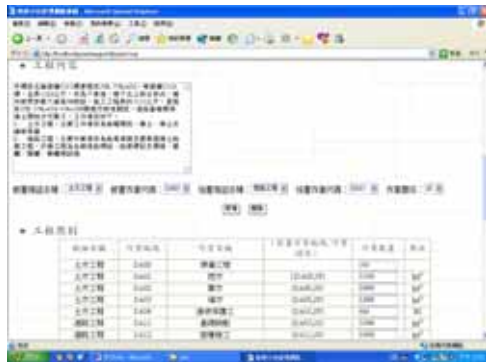


圖 7 工程內容與工程限制編輯



圖 9 工程工期設定圖

管理者應用所需之模組編輯工程內容，因模組與模組間無任何關聯，所以可依需要編輯作業關係，圖 7 中工程內容管理者設計專案需先開始填土後才可鋪設道路級配，所以在道路級配之前置作業輸入(DA03,SS)之作業關係，而其他作業關係為系統內建之關係。管理者所設定之前置作業與關係為專案進行之標準過程，為審核學習者是否按工程內容輸入正確作業關係，系統將逐一比對，當學習者不符合時作業關係設定時，刪除得標資格。決定關係後需輸入各項作業之作業數量，按下確定鈕後則進入填模組計價數量，輸入土方量與道路工程(瀝青)之計價數量(如圖 8)。

輸入作業數量按總計系統會估算專案所需成本，管理者可概估學習者可能會增加之管理費、利潤等金額，再填入專案工程概要之底標價，做為決標之依據，決定底價後需概算工程所需工期，遊戲設置三個按鈕讓管理者決定工程之工期，如圖 9 所示，系統提供專案最長工期、平均與最短工期，分別為取典型工期一天最多施作數量、平均數量、最少數量來幫助管理者判斷是否降低專案規劃之難度或是提高難度，因學習者一定要在管理者規定之完工時間完工，否則喪失得標資格。

圖 10 為管理者按下平均工期按鈕後，每一個作業項目依數量與典型工期計算出每一個作業完工所需天數。當作業項目顯示工期後，按下匯入 Project 則將資料匯入 Project 計算工期，再匯出成資料庫格式(Access)，儲存於資料庫中，管理者可在工程期限中輸入計算工期或其他天數，並可考慮儲存供以後使用或是直接公佈於網路上，讓學習者進行規劃。儲存後下一次要編輯或是修改，只需進入複製/修改/刪除專案裡，點選工程名稱(如圖 11)進行更新，或是更改關係或數量成為新專案。



圖 10 匯入 Project



圖 11 複製/修改/刪除專案

管理者還可更新許多功能，如圖 12 之包商資料庫，可設計各種不同包商。比價時包商會因各個學習者條件不同而有折扣之報價因子資料庫，如圖 13 所示。



圖 12 包商資料庫圖



圖 13 包商報價因子資料庫

2.學習者登入畫面

學習者進入遊戲主畫面，出現說明故事背景、環境簡介與規則，畫面左側旁邊為功能列及各場所，如圖 14 所示。連至公司進入公司資料，可看見學習者自己的基本資料，如圖 15 所示。



圖 14 遊戲主畫面圖



圖 15 學習者基本資料

初次進入遊戲，點選功能列下招標所之尋找標案，就開始進行標案規劃，如圖 16 所示，進入後可點選招標工程名稱，觀看標案資訊。點入後可看到工程概要(如圖 17)，若想投標則選擇購買，若不合適可選上一頁看其他專案資料。



圖 16 尋找標案



圖 17 工程概要



圖 18 工程內容

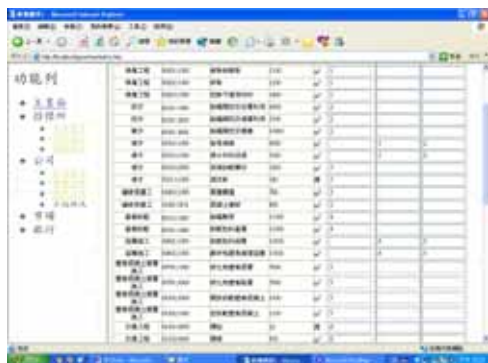


圖 19 規劃分包

進入公司之規劃工程，可收看到自己已購買之標案，點選工程名稱則可看見工程內容，學習者須依工程內容組織作業關係，如圖 18 所示。圖 19 為土方工程與道路工程(瀝青)兩種模組，模組內之作業已有內建作業關係，所以學習者只需依工程內容輸入模組與模間之關係，若確定關係後則可規劃分包。分包方式採用數字分隔，規劃完成則進行包商報價(如圖 20)。學習者可按照等級選擇包商進行比價，遊戲設定丙級廠商最高選取 2 位；乙級廠商最高選取 3 位；甲級廠商最高選取 4 位進行比價，例如圖 21 勾選包商 B 與包商 C 進行比價，圖中包商 B 報價降低了，且工期顯示較短，所以選擇包商 B，若不滿意分包之報價或是無包商能施作，則需選擇重新分包，確定後再進行一次包商比價。

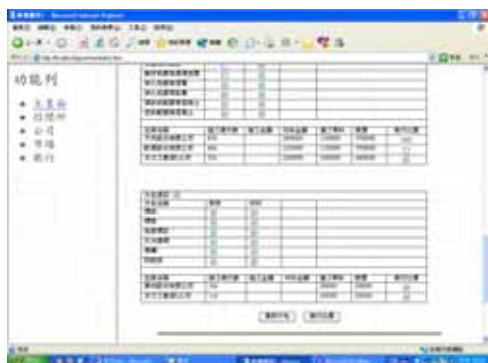


圖 20 包商報價



圖 21 包商比價

學習者可依自己需要決定分包商，學習者已完成專案分包後，可得專案之成本與工期，但是如需預估工程完工日，則需將進度資料匯入 Project，如下圖 22 與圖 23 所示。



圖 22 匯入 Project 計算工期

0	任務名稱	工期	開始時間	完成時間	前置任務	可用可寫域	平均	七月下旬	十一月上
1	準備工程	35 工作天	93/7/1	93/8/18		0 工作天	5/23	7/11	8/29
2	挖方	24 工作天	93/8/19	93/9/11	1	0 工作天			
3	填方	11 工作天	93/8/19	93/9/29	203	129 工作天			
4	填方	8 工作天	93/8/19	93/8/30	203	0 工作天			
5	邊坡保護工程	46 工作天	93/8/22	93/11/24	2	8 工作天			
6	基礎鋼筋	15 工作天	93/8/31	93/9/20	4	0 工作天			
7	底層施工	18 工作天	93/8/31	93/9/23	603	0 工作天			
8	基礎鋼筋	17 工作天	93/9/24	93/10/18	7	0 工作天			
9	底層施工	18 工作天	93/9/24	93/10/19	803	0 工作天			
10	澆置混凝土面層施工	30 工作天	93/10/20	93/11/30	9	0 工作天			
11	交通工程	10 工作天	93/1/21	93/2/14	10	0 工作天			

圖 23 學習者匯入 Project 計算工期

匯入 project 後軟體自動編排進度，匯出後轉成 Access 能讀取之格式，同時存入學習者之資料庫，這時可查看專案預算表、預估之進度及成本及總體預算等資訊(如圖 24、25、26 所示)，學習者需依附註所示，輸入管理費之比例與利潤，系統會算出學習者之投標價確定後按下投標鈕，等待得標通知。開標時間已由系統得知，學習者只需進入招標所之得標通知，查看是否得標，如圖 27 所示。

項目名稱	數量	單位	單價	總價
1. 工程總價				
2. 材料費				
3. 人工費				
4. 機械費				
5. 其他費				
6. 利潤				
7. 稅金				
8. 總計				

圖 24 專案預算

項目名稱	數量	單位	單價	總價
1. 工程總價				
2. 材料費				
3. 人工費				
4. 機械費				
5. 其他費				
6. 利潤				
7. 稅金				
8. 總計				

圖 25 專案預算之進度與成本資訊

項目名稱	數量	單位	單價	總價
1. 工程總價				
2. 材料費				
3. 人工費				
4. 機械費				
5. 其他費				
6. 利潤				
7. 稅金				
8. 總計				

圖 26 專案總預算表

營建分包管理網路遊戲

項目名稱	數量	單位	單價	總價
1. 工程總價				
2. 材料費				
3. 人工費				
4. 機械費				
5. 其他費				
6. 利潤				
7. 稅金				
8. 總計				

圖 27 得標通知

九、參考文獻

1. Andlinger, G. R. (1958). "Business Games-Play One," *Harvard Business Review*, Vol. 36, No. 2, Mar.-Apr., pp. 115-125.
2. Au, T., and Parti, E. (1969), "Building Construction Games-General Description," *Journal of the Construction Division, ASCE*, Vol. 95, No. CO1, July, pp. 1-9.
3. Bushell, Tony (2004). "Some Thoughts on the Role of the Business Game in Management Education." <http://www.business.ltsn.ac.uk/events/BEST%20conference/papers/bushell.pdf>
4. Cabral, Kristy (2004). "Project Management Games." http://et.sdsu.edu/gcole/program_mgmt/
5. Herbsman, Z. (1986). "Project Management Training Using Microcomputers." *Journal of Management in Engineering*, Vol. 2, No. 3, July pp. 165-176.
6. Nassar, Khaled (2002). "Pricing Construction Contracts in a Competitive Market: A Simulation Game." *ASCE Proceedings of the 38th Annual Conference Virginia Polytechnic Institute and State University - Blacksburg, Virginia April 11-13*, pp. 47-54. <http://asceditor.unl.edu/archives/2002/Nassar02a.htm>
7. Rounds, Jerald L. & Hendrick, David & Higgins, Scott (1986). "Project Management Simulation Training Game." *ASCE, Journal of Management in Engineering*, Vol. 2, No. 4, October pp. 272-279.
8. Veshosky, David & Egbers, Johannes H. (1991). "Civil Engineering Project Management Game: Teaching with Simulation." *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, ASCE, Vol. 117, No. 3, July pp. 203-213
9. 曾仁杰, (1998), 「營建管理教育之回顧與展望」, 土木水利, 中國土木水利學會, 第 25 卷第 2 期, 第 38 至 47 頁。

十、計畫成果自評

有關電腦輔助工程教育之研究領域為本次所提國科會計畫之研究方向，因為營建管理技術包含大量經驗性之情境知識，講者透過口頭講述，甚至配合圖片說明等，對於無實務經驗在學學生而言，由於無實際操作及決策之訓練，不易吸收營建管理之關鍵知識。因此大部分營建相關科系學生畢業後就業仍須重新學習營建管理技能，形成學校教育與實務需求之落差，因此期望利用電子輔助教學之方式，透過虛擬教學環境提供之價廉科學實驗空間，配合使用者獎勵機制，引發學習者興趣，增進學習速度及效果，結合專案發包管理之理論及實務，降低營建學校教育與實務需求之落差。

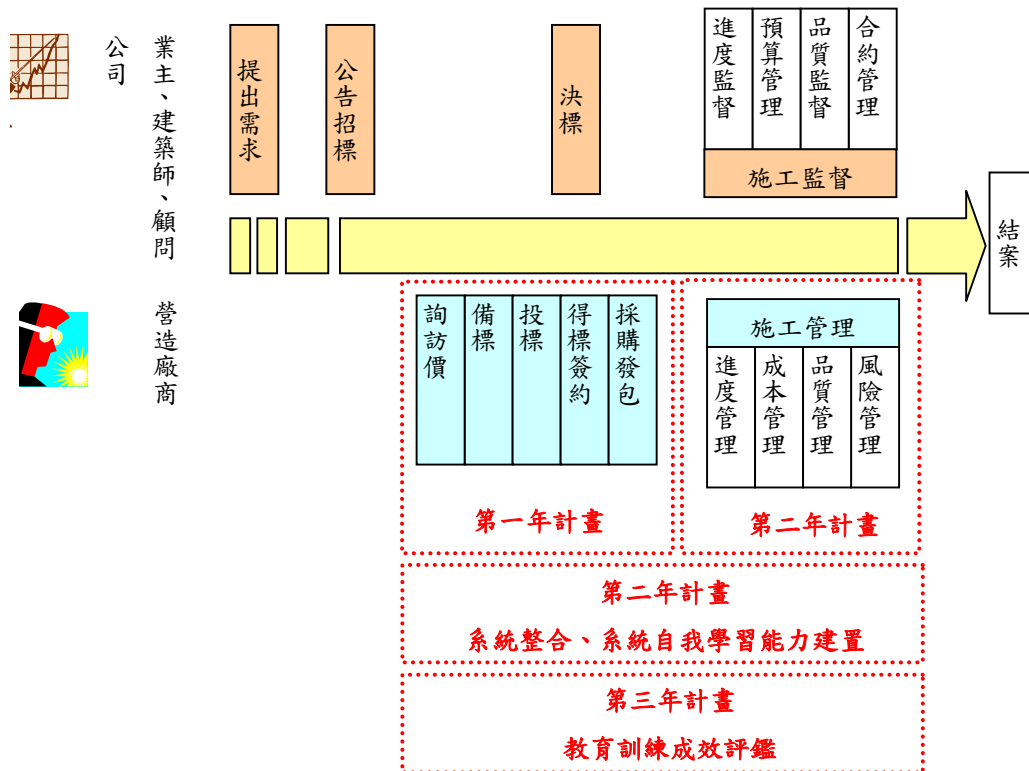


圖 28 營建專案工程週期與本研究各年度計畫之關係

本次結案報告即屬系列研究之第一年計畫。如圖 28 所示，此系列研究分三年進行，第一年(本結案報告)為發展營建專案「採購及發包管理」教育訓練模擬系統，著重營建分包管理實務之訓練，學習工程估算、選商策略、競標策略等專業知識，配合多人競標環境，學習營建競標實務。目前本計畫已部份完成第一年度之營建專案「採購及發包管理」教育訓練模擬系統建置，學生可透過教育模擬系統，學習工程競標實務。

第一年度本計畫之具體成果如下：

- 1.工程產生模組建置：蒐集國內營建專案實例資訊(包含招標文件、進度網圖等)，並建置工程案件及工程模組資料庫儲存機制。
- 2.標前分包訓練模組建置：營建物價資料蒐集，並建置計價項目歷史資料庫。
- 3.選商模擬模組之建置各評選模式之決選基準蒐集，建置評選決選之系統功能。

- 4.施工分包訓練模組建置：進度及成本管理之模擬機制，並規劃不確定性因素及採購策略之與模擬之關聯。
- 5.初步系統驗證與修正：已請碩士班研究生試用本系統，依學生使用系統之觀感持續改善系統功能。

第二年度本計畫之具體成果如下：

本年度除強化第一年度已初步建置之施工管理系統功能，並與第一年度採購與發包系統整合外，將著重提升系統之智慧模擬功能。

第一年度已完成系統之基本架構，系統已具有初步之模擬能力，唯第一年度之模擬功能設定，皆採用固定係數，以隨機方式決定分包及施工管理所需之參數，例如承包商之報價，係以該採購項目之產業平均價格及標準差，隨機決定包商之報價。唯在營建實務環境中，包商報價除受市價價格之影響外，亦可能與其承攬之工程量、施工經驗、公司規模相關，因此本年度將導入智慧型代理人技術，配合營建實務之調查與分析，將各項係數之決定機制，依據真實營建作業條件進行設定，並加入策略互動之學習機制，以確保本系統之訓練結果符合營建作業實務之需要。

同時，系統也將建置虛擬營造廠商，在市場上與學習者所扮演之角色公平競爭。虛擬營造廠商亦同時具備與上述包商之學習能力。本年度(第二年度)具體成果如下：

1. 施工管理系統之強化與整合
2. 材料供應商與協力廠商之學習能力建置；
3. 虛擬營造廠商之建置；