

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號：PEE1101140

學門分類：工程

執行期間：110/08/01- 112/01/31

計畫名稱：運用密室逃脫遊戲改善數理課程之教學成效以線性代數課程為例
配合課程名稱：線性代數

計畫主持人(Principal Investigator)：鍾武勳

共同主持人(Co-Principal Investigator)：無

執行機構及系所：國立臺灣海洋大學運輸科學系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2024 年 4 月 30 日公開)

繳交報告日期：112 年 2 月 11 日

運用密室逃脫遊戲改善數理課程之教學成效以線性代數課程為例

一. 報告內文

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

長期以來，數理計算課程一直是許多同學自小以來學習上的夢魘。在大學階段，不管是理工科系、商管科系，亦或是人文教育科系，或多或少都避免不了數理計算課程，例如統計學、微積分、線性代數、工程數學等等。這些課程傳統上大都被學生認為生硬枯燥及學習困難，因此，許多學生因而選擇逃避或放棄。然而這類課程往往卻是許多科系的必修科目，學生難以迴避，授課老師為避免過多重修或影響學生畢業，也往往可能不顧學生的學習情況，降低學習目標與要求。所以數理計算課程的教學一直是大學教育裡面的一大問題。過去此類課程在進行授課說明時，傳統上大都以文字公式投影片輔以板書計算講解進行說明，課程中再穿插一些課堂練習與測驗以及一些課後的作業。這種傳統教學方式較為呆板，難以激發學生學習興趣。若是講課時間一長，學生的注意力也難以集中，往往導致學習成效不佳。且在課堂上課過程中，學生缺乏參與式的操作體驗，學習記憶不深刻，考試測驗後，學習內容也容易淡忘。此外，由於這類課程大都是必修課大班上課，學生程度參差不齊，許多原本數理程度本就落後的同學，在學習上面更加困難。

俗話說：「寓教於樂」，在遊戲娛樂過程中，加入教學元素，是一種經常被提倡的教育方法之一。特別是現今 21 世紀 00 後出生的「G 世代」(game generation) 年輕學生，從小都是由各類電動遊戲陪同長大的，在課堂數小時冗長的上課學習過程中，很難全神貫注，達到理想的學習效果。有鑑於此，此次教學實踐研究計畫預計導入遊戲教學(game-based learning)的理念於數理計算課程的教學設計之中，讓學生透過分組遊戲的團隊操作體驗與相互學習，能深刻理解上課講授內容，並熟練基本計算操作，加深學習印象，進而能活用所學知識，達成課程學習目標。回顧過去遊戲教學的相關文獻資料，在過去許多教學先進已經數理計算課程中導入教學遊戲，且獲致不錯的成效。

密室逃脫遊戲稱為 Escape the room，或 room escape，亦或 escape game，屬於解謎冒險類遊戲的一種。在遊戲中，玩家通常被限定在一個近乎完全封閉或對自身存在威脅的環境內，需要發現和利用身邊的特殊物品或工具，以解開特定謎題的方式完成指定任務，最終達到逃離密室環境的目的。密室逃脫遊戲一般可以區分成實景遊戲與電子遊戲。實景的密室逃脫遊戲自 2012 年引進台灣開始，近年來蓬勃地發展，發展出許多專業的團隊以及台灣特有的遊戲內容，因其解謎闖關緊張刺激的過程，廣受年輕族群的歡迎。在實景密室逃脫遊戲裡，可以單人或多人在特定場所里進行，一般所在的特定的場所會通過精心的裝修與設計，營造出逼真的場景，而後賦予玩家不同的身份、任務、與故事劇情，要求玩家在規定的時間範圍內，通過尋找線索、團隊合作、層層解謎，最終完成任務脫離密室，整個過程通常持續在 60 分鐘到 120 分鐘左右。其緊張刺激引人入勝的團隊解謎闖關遊戲特色，非常適合應用於生硬枯燥且學習困難的數理計算課程教學之中。

計畫主題目的

本計畫主要針對現有普通教室的教學條件，設計一套以密室逃脫遊戲 (escape game) 為

基礎的數理計算課程教學遊戲，透過分組團體遊戲的過程，讓學生立刻操作計算課堂內容，並與組員相互學習成長，避免程度落後同學逃避放棄學習。每組代表一個團隊，要運用課堂剛學的數理計算操作來共同解謎，才能破解闖關，進入下一階段。期望以密室逃脫遊戲緊張刺激的解謎闖關過程，激發學生學習興趣，保持上課專注力，強化學習記憶，以提升班級整體學習成效。並且在此基礎之上，發展成教學模式模版，逐步推廣至國內類似的數理教學課程之中。

2. 文獻探討(Literature Review)

教學遊戲過去有相當多的文獻研究，以下分別以從「遊戲教學在大學課程的應用」以及「遊戲教學在數理計算課程的應用」進行說明及探討：

遊戲教學在大學課程的應用

遊戲教學可簡單區分為電腦模擬遊戲與非電腦教學遊戲兩大類。非電腦教學遊戲是遊戲教學最早採用的方式，也是在電腦尚未普及的年代的唯一選擇。時至今日仍有許多電腦模擬遊戲所無法取代的優勢。非電腦類的教學遊戲通常以桌遊（board games）的方式進行，常見的道具有紙張、紙筆、籌碼、圖板、棋石、紙牌、骰子等。由於不需電腦相關設備，因此建置成本較低，也沒有設備故障或電源供應等技術性的問題，所應用的教學場域也較不受限，但是教具在課前課後的準備、回收與維護比較費事麻煩。目前這類遊戲教學方式在中小學的教學應用非常普遍。在眾多桌遊之中，最知名且成功的一款遊戲要屬「大富翁」（Monopoly）了。此遊戲在 1935 年美國經濟大蕭條時期，由 C. Darrow 所創，對經營管理與財務管理的學習有很正面的幫助[1]。現今桌遊在大學課程的教學應用比較少，遠不如電腦模擬類的教學遊戲普遍。例如目前有一款 2018 年推出比較新的教學桌遊，名為 ThinkLog 的教學桌遊，專門用於供應鏈的相關課程。主要特色優勢是其可在基本架構下因應不同的學習目標，生成多種不同的供應鏈情境，藉由遊戲主面板（main board）及需求牌卡（demand card）等道具，進行遊戲互動操作及回饋，如圖 1 ThinkLog 之遊戲設計架構示意及圖 2 ThinkLog 遊戲主面板所示。經過學者 William 等人的教學研究顯示，ThinkLog 遊戲對於供應鏈相關課程的教學成效有非常明顯的提升效果[1]。

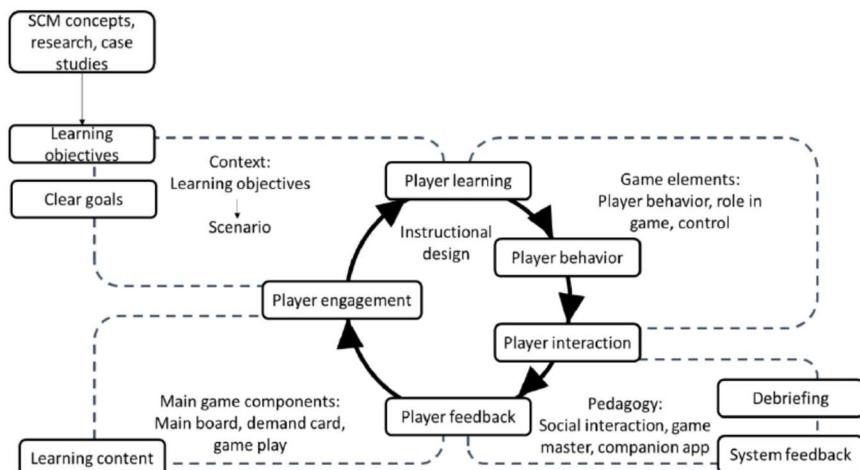


圖 1 ThinkLog 之遊戲設計架構圖[1]

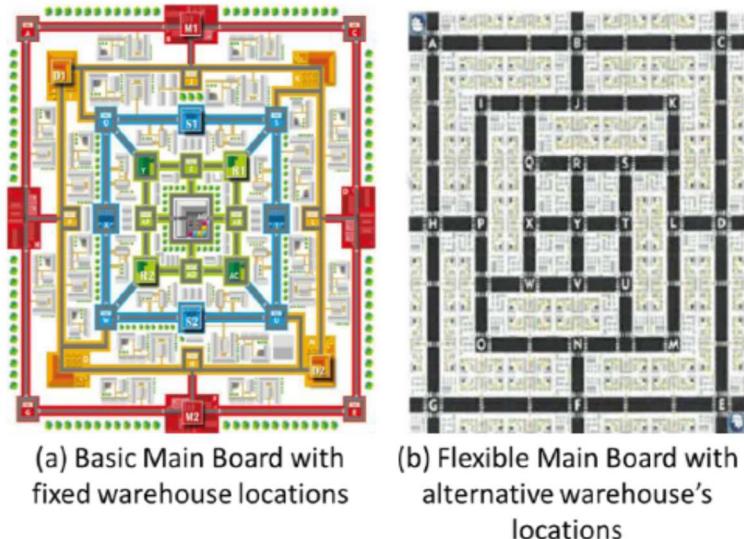


圖 2 ThinkLog 之遊戲主面板圖樣 [1]

電腦模擬遊戲是目前較為普遍的教學遊戲型態，可大致區分為線上（on-line）遊戲及非線上的單機版遊戲，現今應用在中小學的教學使用也非常普遍，可使教學活動更加生動活潑，增加更多的師生互動性，有非常不錯的教學成效。但是用於大學以上的專業教育較不普遍。有多方面的原因，一方面是大學以上的專業課程內容較為艱深難懂，說明講解起來本來就比較困難。另一方面是對專業需求的使用者比較少，遊戲開發起來的成本效益較低。我們以商管課程為例，最知名的教學遊戲之一要屬啤酒配送（beer game）角色扮演電腦模擬遊戲（role-play simulation）[2]。這裡以 A. T. Kearney 這個版本為例進行說明[3]，藉由使用者扮演啤酒供應鏈中的釀酒商、裝瓶包裝商、大盤商及零售商（如圖 3 啤酒製造與配送的供應鏈示意圖所示）等角色，下單訂購與調整銷售平均時間、存貨調整時間等參數，瞭解整個供應鏈運作過程中產品的需求數量、存貨狀況、相關成本等數據的變化，並可以觀察到長鞭效應（bullwhip effect）的發展情況，進而對供應鏈管理的理論知識有更深入的認識與理解。

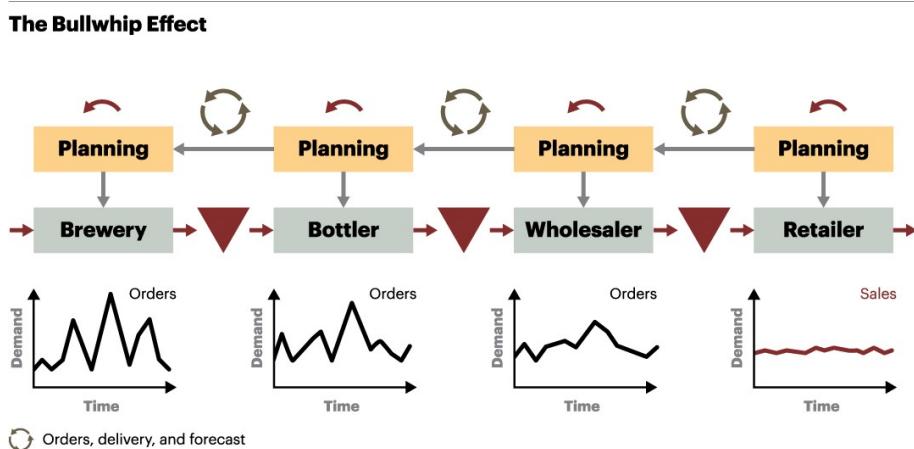


圖 3 啤酒製造與配送的供應鏈示意圖[3]

Beer game 自 1960 年代發展至今，除了前述的 A. T. Kearney 這個版本外，許多專家學者對 beer game 也進行改良，進而衍生出不同的版本，用以增強功能與提高教學成效[4-6]。除了前述的 beer game 之外，還有其他許多不同類型的教學遊戲被用於商管課程的教學中。像是 Distributor Game、Mortgage Service Game 及 Blood Supply Chain Game 這些都是屬於角色扮演的電腦模擬遊戲類型。模擬不同產業及情境的供應鏈運作情形，對學生來說是很好的供應鏈學習體驗[7-9]。在工程課程方面，MIT 的 Systems Engineering Advancement Research Initiative (SEAr) 計畫也發展出一套教學遊戲軟體 Space Tug Skirmish (STS) 用於系統工程的教學，也具備類似供應鏈的系統決策模擬概念[10]。除此之外，近些年大規模多人線上角色扮演遊戲 MMORPGs (Massively multiplayer online role-playing games) 廣受歡迎，也普遍運用在教育使用上，例如學者 Childress 與 Braswell 應用 MMORPGs 於線上課程的教學使用[11]。學者 Peterson 則利用 MMORPGs 於外語的教育學習上，均獲致不錯的成效[12]。而學者 Hou 則進一步研究教學使用的 MMORPGs 在不同群體的學習行為反應樣態[13]。

除了專門針對教學發展的電腦模擬遊戲外，一些學者則利用市售現成具備類似功能特徵的商用遊戲軟體進行教學。例如在管理課程的教學方面，OpenTTD 是以 1995 年 Chris Sawyer 開發的運輸大亨豪華版 (Transport Tycoon Deluxe) 遊戲為基礎，發展出的一種經營模擬遊戲，模擬玩家經營一家運輸公司，並與其他運輸公司競爭，以海、陸空運載乘客及貨物獲取利潤[14]。學者 Liu 利用 OpenTTD 遊戲軟體對大學部學生進行物流供應鏈管理課程的教學，獲致正面的教學效果[15]。圖 4 及圖 5 分別為 OpenTTD 遊戲之商品流動示意圖及遊戲軟體操作介面[14, 16]。

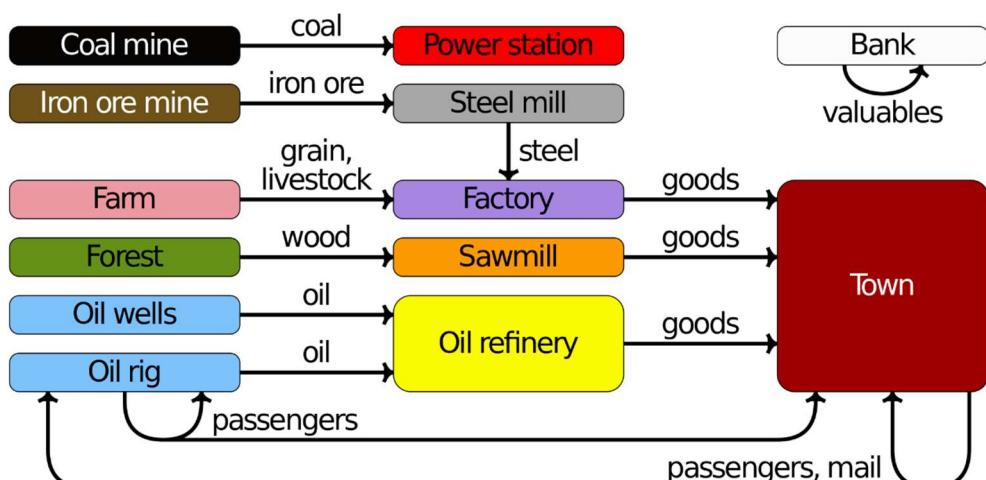


圖 4 OpenTTD 遊戲之商品流動示意圖[14]



圖 5 OpenTTD 遊戲操作介面圖[16]

遊戲教學在數理計算課程的應用

如前面所述，遊戲教學在商管、工程、線上教學等不同的課程及場域中，已有一定程度的應用，並獲得不錯的教學成效。然而遊戲教學在大學數理計算課程的使用則較為缺乏，部分原因是此類課程內容較為艱澀難懂，遊戲教學的操作上也較為困難。相較於大學專業的數理計算課程，遊戲教學在小學數學課程的應用操作則容易許多，在民間許多熱心教育者的努力推動下，目前已有許多不錯的教學範例與成果，應用於翻轉教學上[17, 18]。近年姜明雄老師則開始設計密室逃脫遊戲於國小的數學課程之中，也獲得不錯的回饋與教學成效[19]。某種程度證明密室逃脫遊戲是一種用於數學課程不錯的教學遊戲。而在國外，也有許多學者研究與探討遊戲教學用於大學或其他教育階段數理計算課程的成效。學者 Kebritchi 等人研究了電腦遊戲對於高中生數學表現及學習動機的影響，並使用訪談及多變量分析等量化工具進行教學資料的分析。結果顯示電腦遊戲對高中生的數學表現有正面的效應[20]。學者 Naik 則使用一些非電腦的教學遊戲，如 rummy 拉密數字牌、填字遊戲、魔術盒等，進行大學數學課程的教學，獲得相當好的教學成效[21, 22]。學者 Turgut 等人則進一步更全面地分析了從幼兒園、國小、國中、高中等不同階段，電腦遊戲教學對於學生數學表現的影響[23]。學者 Gil-Doménech 等人特別針對非數理工 non-STEM (science, technology, engineering and mathematics) 系所的學生應用遊戲教學的教學適用性進行研究，研究顯示遊戲教學對於這類背景學生的學習信心與學習興趣有顯著的提升效果[24]。

3. 研究問題(Research Question)

綜合上面的文獻資料所述，雖然目前遊戲教學已經廣泛使用於大學教育的各類型課程之中，但是用於大學數理計算課程則相當稀少。過去的一些研究已顯示遊戲教學對於提升學生對於數學知識技能的學習信心與學習興趣有很大的幫助，對於學生數學表現也有相當正面的影響，這對於長期視數理計算課程為畏途的眾多大學學生來說，是一個理想的教學工具。此外，本計畫預計採用的教學遊戲是近年來相當受歡迎的密室逃脫遊戲，其引人入勝的團隊解謎闖關特色，更能激發學生學習興趣與活絡課堂氣氛。目前密室逃脫遊戲在大學數理計算課程的教學使用相當稀少，其對教學成效的影響亦值得深入研究與

驗證。因此，本計畫將著重在密室逃脫遊戲用於數理計算課程教學的課程開發設計，設計一套適用於台灣大學教學環境使用的密室逃脫教學遊戲教學模版，有效地結合數理計算課程的內容主題，以激發學生學習興趣，進而提升學生數學學習成效。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

本計畫以 2022 年所開「線性代數」課程為研究標的，挑選適合進行教學遊戲的特定主題與章節進行課程規劃設計。授課過程中引入新興的智慧教學手段，與學生討論互動，以增加課程之互動性，增進學生學習成效。其餘詳細說明如后：

課程規劃

本課程以 2022 年所開「線性代數」課程為教學實踐課程，進行設計規劃，如下表 1 所示。「線性代數」課程將採用 Larson 所著的 Elementary Linear Algebra 的原文課本進行授課 [25]，18 週授課時間共區分有「線性方程式系統」等 7 個章節 Chapter，目前評估除了 Chapter4、Chapter6、Chapter7 及線性規劃是與大二課程銜接外，計有 Chapter1~3 與 Chapter5 等 4 個章節的授課適合採用密室逃脫的遊戲教學（表內深色部分）。在整個學期的授課過程中，透過學生自行組隊，挑選隊友，團體分組的方式進行解謎闖關的教學遊戲，讓學生在每一個段落的理論計算講解完畢後，能立即進行操作計算，以解謎遊戲中的問題。

表 1 課程內容規劃表

週次	(章節編號) 課程內容	週次	(章節編號) 課程內容
Week 1	Chapter1 線性方程式系統	Week 10	Chapter4 內積空間
Week 2	Chapter1 線性方程式系統	Week 11	Chapter5 內積空間
Week 3	Chapter2 矩陣	Week 12	Chapter5 內積空間
Week 4	Chapter2 矩陣	Week 13	Chapter6 線性轉換
Week 5	Chapter3 行列式	Week 14	Chapter6 線性轉換
Week 6	Chapter3 行列式	Week 15	Chapter7 特徵值與特徵向量
Week 7	數值方法與電腦運算操作	Week 16	Chapter7 特徵值與特徵向量
Week 8	Chapter4 向量空間	Week 17	線性規劃
Week 9	期中考試週	Week 18	期末考試週

教學方法

(1) 密室逃脫遊戲教學設計

遊戲設計架構

本計畫遊戲設計架構如圖 6 中間部分所示，密室逃脫遊戲基本操作活動有最初的劇情介紹，接著說明闖關的基本規則，然後給予學生們所要解謎的問題與相關提示，最後從學生所回覆的答案正確與否來判斷是否闖關通過。過程中，各分組的學生代表一個團隊，扮演著遊戲中的相關角色，課程設定「海大都市傳說尋寶遊戲」為主題，分組的學生團隊扮演著其中一支尋寶探險團隊，需要共同協作，解謎問題才能通關進入下一關學習（如圖 6 左側所示）。課程內容中需要學生學會的學習重點則融入在「問題與提示」活動中，

團隊需答對題目才能通關。引入的課程學習主題包括有「線性方程式系統求解」、「反矩陣加解密」、「行列式」、「馬可夫鏈」等等，如圖 6 右側所示。

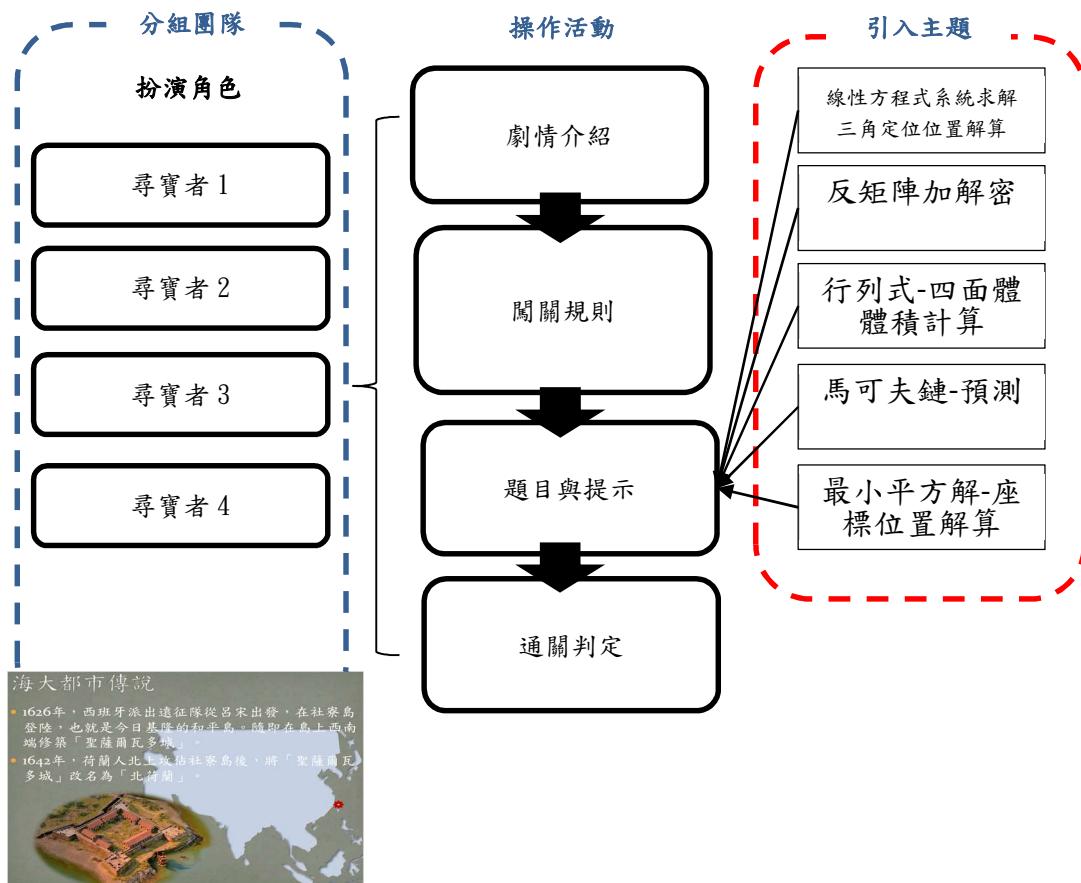


圖 6 引入主題與操作活動關連示意圖

闖關題目之範例

本計畫密室逃脫教學遊戲設定「海大都市傳說尋寶遊戲」為主題，主要是依照「線性代數」課程每個章節中的重點學習目標進行設計，共計有 4 個關卡，如表 2 所示。章節引入的主題分別有線性方程式系統求解、反矩陣計算應用、馬可夫鏈計算應用、行列式計算應用及最小平方法解算。關卡間有延續性，需要解謎出前面的關卡，才能進行後面關卡的操作內容。

表 2 遊戲關卡內容

關卡	關卡內容	引入之課程主題
第一關	GPS 三角定位位置解算	Chapter1 線性方程式系統求解
第二關	密文加解密	Chapter2 反矩陣計算應用
第三關	馬可夫鏈循環數量預測	Chapter2 馬可夫鏈計算應用
	四面體體積計算	Chapter3 行列式計算應用
第四關	寶藏座標位置解算	Chapter5 最小平方法解算

這裡以 Chapter2 「矩陣」這個章節與第二關-密文加解密為例，其中一個重點學習目標就是讓同學能熟悉矩陣以及反矩陣的操作運算，所以關卡問題需藉由前一關卡的解答與第二關的線索（一個加密矩陣以及加密內文），使用反矩陣的計算，解譯出相關的文字，為下一關闖關提供索，如圖 7 之闖關問題-密文加解密示意圖所示。經過解譯後的文字內容如下：

“The weight of the diamond is the key to determine the life fruits.”

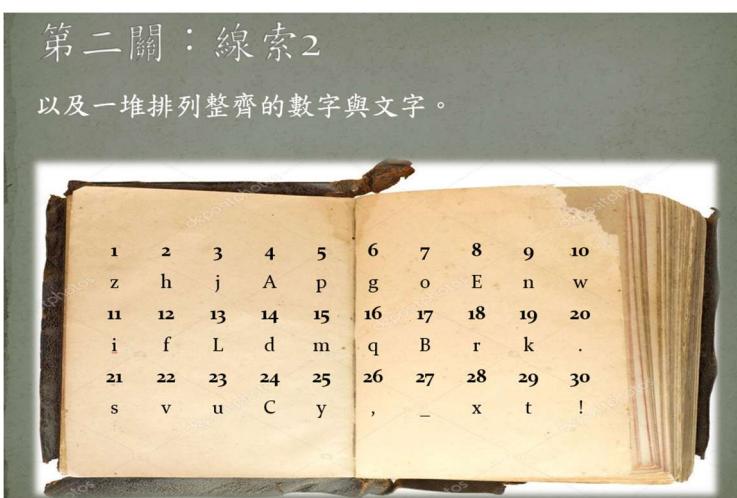
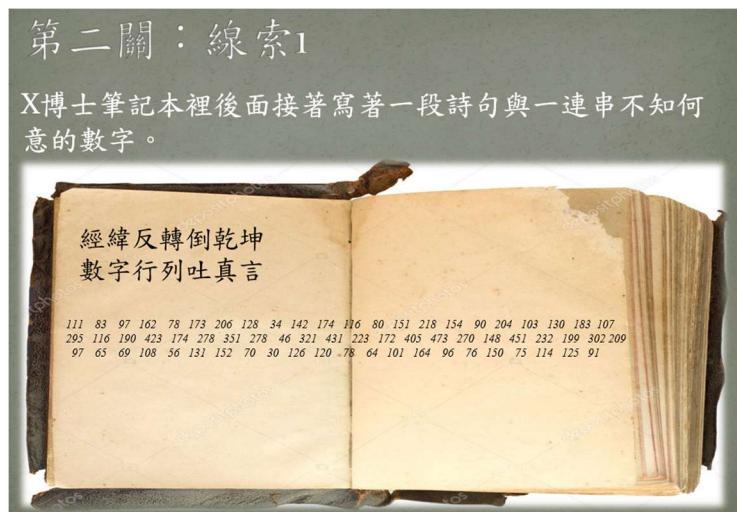


圖 7 闖關問題-密文加解密示意圖

課堂操作

此計畫之教學研究課程為必修課，有一定的修課人數，以 3 至 4 人為一組，如圖 8 所示。答題團體計分標準如表 3 所示，各組依照所提供之線索解謎破關，每破一關，可獲得積分 10 分，直至最終破關。解謎破關過程中，如有不順，可申請提示，每提出一個提示，積分扣 2 分。每一關卡優先破關者，可獲得額外積分，第一名可獲得 10 分，第二名可獲得 6 分，第三名可獲得 3 分。期末會以總積分高低排名來決定「課堂參與 15%」的成績給分高低。為確保各組組員間充分交流學習，設有組內互評機制，透過 Zuvio 平台互評貢獻度，參與程度低者，會獲得較低的分數。

「最先答題通過者」可代表團隊獲得 1 分，後面落後的組別依序逐次往後加 1 分。例如第二個答題通過者，代表團隊獲得 2 分。「答題錯誤者」代表團隊再加 1 分；「放棄作答者」代表團隊再加 5 分。若是覺得題目困難，「無法作答尋求協助者」可以向組員尋求協助忙，但是需要付出代價，再加 1 分。解謎的方法皆須使用線性代數課程上課所教之方法，且回報解謎結果時，需要一併提供完整計算過程的截圖或檔案，以判斷解題的正確性與學習成效。

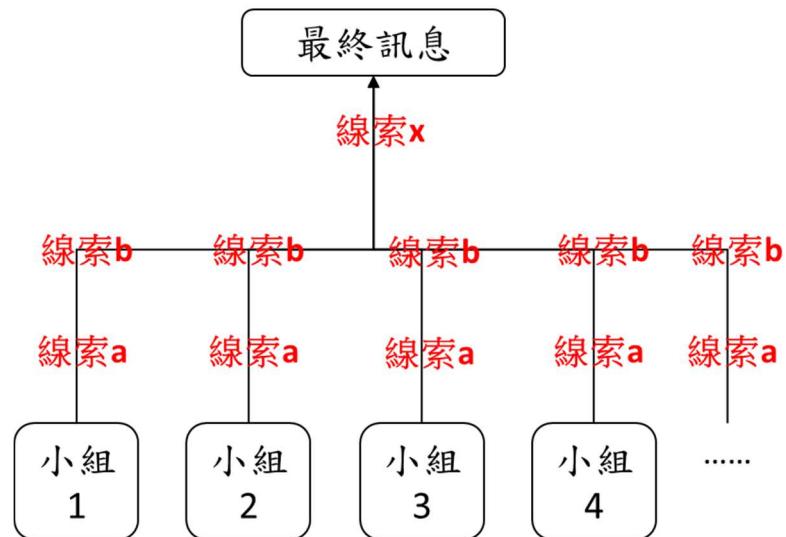


圖 8 課堂操作示意圖

表 3 答題團體計分標準

評分標準	獲得積分	備註
答題通過組別	10	
優先答題通過組別	10, 6, 3	前三組
尋求線索提示組別	-2	依申請提示次數
部分答對組別	5	計算過程正確，但答案數值錯誤

(2) 智慧教學運用

教學遊戲過程中，問題呈現、分組答題上傳、答題時間記錄、積分公告等等互動活動皆透過手機或電腦的 LINE 平台上的各分組群組進行，以降低同學們操作使用的障礙與門檻，並能即時呈現競賽結果，增加課堂互動與學生參與感。

除此之外，本課程盡可能地使用充滿圖片、影音之數位多媒體材料及數位教學資訊平台進行課程講授，與學生討論互動，以增加課程之互動性，增進學生學習成效。學生也能使用手機或電腦利用 TronClass 上傳及下載課程教材與繳交作業及評分；利用 LINE 群組公告課程相關資訊並與學生進行課程內容討論；利用 Zuvio 進行點名簽到及分組互評等學習活動。

(3) 評量方式

成績評量分配比例為課堂參與（含遊戲參與部分）15%，平時作業 20%，平時測驗 15%，期中考試 25%，期末考試 25%。課堂參與成績主要依照前述學生課堂表現及遊戲參與程度評分。另外增加組內互評機制，由組員對組內成員遊戲工作完成的貢獻度及參與程度進行評分，以避免組內分工勞逸不均與學習落差過大的情況發生。除此之外，因為本課程屬核心的必修課程，課程內容涉及相當多的基礎知識學能，故仍保留平時課後作業、平時測驗、期中考試與期末考試等傳統的評量方式，藉此可以較客觀地量測出使用密室脫逃教學遊戲前後的學習成效差異程度。

(4) 研究架構

本計畫中的教學遊戲將依照表 1 課程內容規劃所標註的章節主題內容進行密室逃脫遊戲教學操作。同時藉此發掘教學上的問題與缺失，供未來檢討改進的參考與課後的教學回饋分析使用。教學活動結束後，會進行測驗評量（期中考試與期末考試），再與以前使用傳統方式教學的測驗評量結果以統計分析的方法進行分析比較。另外，期中以及期末段落，分別以 Google Form 設計教學調查問卷，發掘教學問題與缺失，詳細地了解學生實際的學習問題與障礙以及學習成效，提供未來教學改進的參考。如下圖 9 所示，詳細內容分別說明如后。

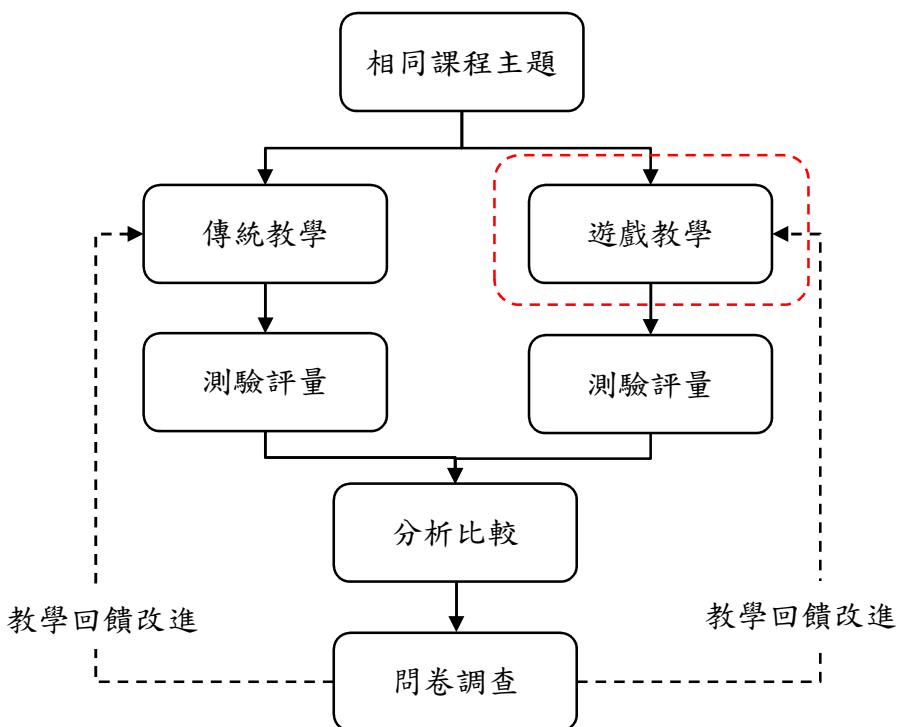


圖 9 教學研究架構之示意圖

研究對象

本教學研究針對的對象主要是修習數理計算課程的大學部學生為主，不限科系與

院所。本計畫研究對象為 2022 年本系「線性代數」修課的大一學生，共計修課人數 27 名。為避免學習成效的評量產生偏差，重修的學生將排除在研究分析的群體之外。

資料處理與分析

課程的影音照片資料部分主要用以記錄團體遊戲教學與授課過程為主，不凸顯特定的個人。老師授課部分的教材資料，則依照貴部計畫需求與規定，內容上傳至網路，授權向特定群體公開。

課程使用的問卷資料部分，則使用 Google Form 採不記名調查方式進行，共計回收 24 份問卷，無個人特定的標記，將會請學生兼任助理對問卷數據進行統計分析，以圖表的方式綜合呈現學生學習狀態與成效，提供未來教學改進的參考，並與同儕教學交流及經驗分享。以上所述的相關資料預計將保存 10 年，如有必要得延長之。

5. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

如前所述，本課程遊戲教學前，先對學生進行遊戲操作程序的基本說明以及與課程主題的關聯性。基本操作說明後，將同學分組進行遊戲操作與討論，如圖 10 所示。由於疫情影響，原訂 2022 上半年(110 年第 2 學期)運輸科學系「線性規劃」的教學實踐操作被迫中斷，改成遠距教學，計畫展延，延後至 2022 下半年(111 年第 1 學期)實施。



圖 10 課堂遊戲操作情況

(2) 教師教學反思

本課程教學情況整體滿意度高，但實際執行上仍舊面臨許多問題與困難，有待日後逐步調整完善，整理如下：

由於疫情影響，長時間無法進行實體授課，因此原規劃實施教學的時程也被迫多次延後。日後可以思考改進實體操作的作法，儘量以遠距方式進行分組的協作。

此外，遊戲的準備與操作時間過長，會擠占過多的課堂時間，使得課程進

度受到影響。未來可以適度地將遊戲程序融入教學教材中，以減少對課程進度的影響。由於是初次進行此遊戲教學操作，以致於有許多突發狀況始料未及，例如部分組別及組員參與狀況不佳、謎題難度設定、解謎計算數值偏差等。這些問題都需經過多次操作累積經驗後，才能逐步地修正解決。此次也透過期末教學問卷調查請學生提供回饋意見，如圖 11 所示。綜整的意見主要是解謎提示或是線索需要更有引導性，以及簡化解謎邏輯的複雜度，以避免同學解謎的困難，這些都是日後有待改進的地方。

承上題，若內容說明有不足之處請具體指出那個部分或是提供具體建議。若是沒有請寫無。

18 則回應

無

提示可能要在明顯一點

就是都會有老師自己的一套邏輯在裡面 邏輯不同就解不出來

題目的導引性不夠，容易漫無目的的想解題方向

希望提示可以多加一點方便學生計算

圖 11 期末教學問卷調查結果-遊戲教學意見調查

另外，實務上可以請專業人員進行題目投影畫面之美編，並加入應景的音效配樂，使得教室現場有緊張刺激的氣氛，更具臨場感，能激發學生學習興趣，使學生更加地參與投入。

(3) 學生學習回饋

透過期末教學問卷調查，學生不管在學習意願的提高及課程內容學習成效的幫助方面，均有不錯的回應，均有超過 6 成持「同意」以上的看法，如圖 12 及 13 所示。另外，針對特定主題內容也做了個別的調查，其中對「反矩陣加解密」的主題印象最深，如圖 14 所示。

相較於傳統口頭講授的方式，你覺得目前透過解謎遊戲的教學方式是否較生動有趣，較能提高學習意願？

23 則回應

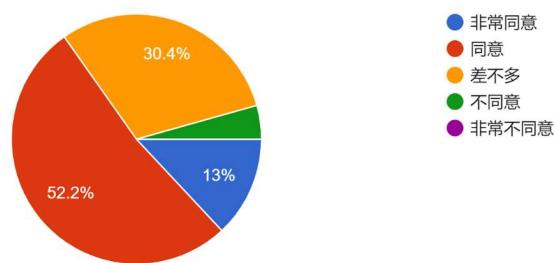


圖 12 期末教學問卷調查結果-學習意願

整體而言，相較於傳統口頭講授的方式，你覺得目前...遊戲的教學方式對於你的學習成效幫助程度如何？
23 則回應

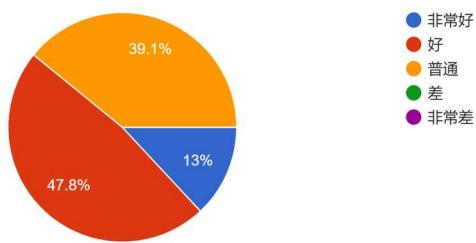


圖 13 期末教學問卷調查結果-課程內容學習成效幫助

你覺得解謎遊戲教學的哪一個部分 幫助你對課程內容理解的成效較大（可複選）？
23 則回應

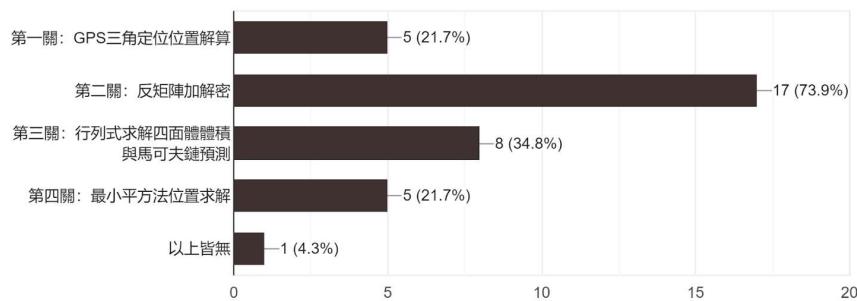


圖 14 期末教學問卷調查結果-課程內容主題

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

由於此密室逃脫遊戲教學對本課程教學是一種新嘗試，對老師及學生來說都是個挑戰，遊戲操作經驗難免不足，以致有許多突發狀況始料未及，遊戲教學過程即是不斷試錯逐步改進的過程，還有許多改進空間。從期末問卷回饋的結果，也顯示學生對於遊戲教學的嘗試大都持正面肯定的態度。但是由於疫情關係，遊戲教學的時程被迫縮減延後，無法完全依照原先的設計規劃進行，殊為可惜。如果課程有更多次的教學操作機會，將遊戲上的一些操作細節逐步完善，相信成果會更佳理想。其他具體建議參照「(2)教師教學反思」包括有：解謎提示或是線索需要更有引導性，以及簡化解謎邏輯的複雜度，以避免同學解謎的困難等。

參考文獻(References)

1. William, L., Rahim Z. B. A., Souza R., Nugroho E., Fredericco R. "Extendable Board Game to Facilitate Learning in Supply Chain Management." *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal* 3.4 (2018): 99-111.
2. Riemer Kai, 2020, Retrieved: 15 Dec 2020, <http://www.beergame.org/>
3. Kearney A. T., 2020, Retrieved: 15 Dec 2020, <https://www.atkearney.com/web/beer-distribution-game/game-introduction>
4. Kaminsky, Philip, and David Simchi-Levi. "A new computerized beer game: A tool for teaching the value of integrated supply chain management." *Global supply chain and technology management* 1.1 (1998): 216-225.
5. Martin, M. K., Gonzalez, C., & Lebiere, C. (2004). Learning to make decisions in dynamic environments: ACT-R plays the Beer Game. *Proceedings of the 6th International Conference on Cognitive Modeling*. Pittsburgh, PA, August.
6. Canvas, 2020, Retrieved: 15 Dec 2020, <https://canvas.instructure.com/login/canvas>
7. Katsaliaki, Korina, Navonil Mustafee, and Sameer Kumar. "A game-based approach towards facilitating decision making for perishable products: An example of blood supply chain." *Expert Systems with Applications* 41.9 (2014): 4043-4059.
8. Anderson Jr, Edward G., and Douglas J. Morrice. "A simulation game for teaching service-oriented supply chain management: Does information sharing help managers with service capacity decisions?." *Production and Operations Management* 9.1 (2000): 40-55.
9. van Houten, Stijn-Pieter A., et al. "Training for today's supply chains: an introduction to the distributor game." *Proceedings of the 37th conference on winter simulation*. Winter Simulation Conference, 2005.
10. Ross, Adam M., Matthew E. Fitzgerald, and Donna H. Rhodes. "Game-based learning for systems engineering concepts." *Procedia Computer Science* 28 (2014): 430-440.
11. Childress, Marcus D., and Ray Braswell. "Using massively multiplayer online role-playing games for online learning." *Distance Education* 27.2 (2006): 187-196.
12. Peterson, Mark. "Massively multiplayer online role-playing games as arenas for second language learning." *Computer Assisted Language Learning* 23.5 (2010): 429-439.
13. Hou, Huei-Tse. "Exploring the behavioral patterns of learners in an educational massively multiple online role-playing game (MMORPG)." *Computers & Education*

58.4 (2012): 1225-1233.

14. OpenTTD, Wikipedia, 2020, Retrieved: 15 Dec 2020, <https://en.wikipedia.org/wiki/OpenTTD>
15. Liu, Chiung-Lin. "Using a video game to teach supply chain and logistics management." *Interactive Learning Environments* 25.8 (2017): 1009-1024.
16. OpenTTD, 2020, Retrieved: 15 Dec 2020, <https://www.openttd.org/en/>
17. 親子天下翻轉教育，數學科遊戲化課程設計，2016, Retrieved: 15 Dec 2020, <https://flipedu.parenting.com.tw/article/2303>
18. 思達創旭，翻轉教學-李德治設計數學遊戲教學，2015, Retrieved: 15 Dec 2020, <https://flipedu.parenting.com.tw/article/2303>
19. 姜明雄，密室逃脫遊戲設計入門，2019, Retrieved: 15 Dec 2020, https://class.tn.edu.tw/modules/tad_web/page.php?WebID=255&PageID=6291
20. Kebritchi, Mansureh, Atsusi Hirumi, and Haiyan Bai. "The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation." *Computers & education* 55.2 (2010): 427-443.
21. Naik, Nitin. "Non-digital game-based learning in the teaching of mathematics in higher education." European Conference on Games Based Learning. Vol. 2. Academic Conferences International Limited, 2014.
22. Naik, Nitin. "The use of GBL to teach mathematics in higher education." *Innovations in Education and Teaching International* 54.3 (2017): 238-246.
23. Turgut, Sedat, and Özlem Doğan Temur. "The effect of game-assisted mathematics education on academic achievement in Turkey: A meta-analysis study." *International Electronic Journal of Elementary Education* 10.2 (2017): 195-206.
24. Gil-Doménech, Dolors, and Jasmina Berbegal-Mirabent. "Stimulating students' engagement in mathematics courses in non-STEM academic programmes: A game-based learning." *Innovations in Education and Teaching International* 56.1 (2019): 57-65.
25. Larson, Ron. *Elementary linear algebra*. Cengage Learning, 2016.