

封面 Cover Page

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/Project Number：PBM1110023

學門專案分類/Division：商業及管理

計畫年度：☒111 年度一年期 ☐110 年度多年期

執行期間/Funding Period：2022.08.01 – 2023.07.31

SIB 三位一體教學模式運用於資料結構之教學實踐研究計畫

資料結構

計畫主持人(Principal Investigator)：陳林志

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立東華大學／資訊管理學系

成果報告公開日期：☐立即公開 ☒延後公開（統一於 2025 年 7 月 31 日公開）

繳交報告日期(Report Submission Date)：2023 年 8 月 21 日

SIB 三位一體教學模式運用於資料結構之教學實踐研究計畫

一. 本文 Content

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

1.1. 課程概念

資料結構及演算法是資訊相關科系(資管、資工、資科、電子、電機等)中的必修核心課程之一。資料結構(如陣列、堆疊、佇列、串列、樹、圖等)是電腦、通訊及消費電子設備中資料的儲存及組織方式，當撰寫程式時，首先需要規劃好程式中資料所需要使用的儲存方式，這樣可以讓程式中的資料可以以比較有效率(如較節省儲存空間、程式執行較快等)的方式進行儲存；接下來，針對選定的資料結構去設計並解決相關程式問題之演算法，最後經由編碼(Coding)及除錯(Debugging)的流程進而解決相關程式問題。

簡言之，資料結構就是當資料存進設備時，運用何種儲存方式去處理這些資料，並決定資料在設備中的順序及記憶體中的位置。資料結構就像裝水(裝書)過程時，我們選擇以杯子(箱子)去進行儲存，而裝水(裝書)的過程就像演算法的過程一般。因此良好的程式設計與演算法設計的好壞息息相關，而演算法的設計又與資料結構的選定密切相關；可以這麼說，一個設計良好的資料結構及演算法決定性的影響一個程式設計的執行效能、儲存空間、維護便利等因素。

1.2. 傳統教學之問題

傳統上，「資料結構」結合課堂講授以及程式設計之實際練習方法，對於中上程度的學生都能取得不錯的學習成效。然而，對於程度中下的學生，學習與聽課意願往往比較低落，要在課堂上實際動手練習程式設計，學生又覺得困難重重，不知如何下手。隨著學期課程過去，這群學生與其他學生之間的差距就被拉開。因此，如何引發「資料結構」修課學生的學習興趣與動力，提升學習成效，便是本次計畫中嘗試於課程教學現場中試圖解決的問題。

另一方面，申請人於過往教學是將教學內容統整製作成簡報，以傳統課堂講述的方式傳遞給學生，在歷年教學經驗中觀察到修課學生常因專業名詞、演算法、數學公式過於抽象，導致部份學生無法深入瞭解，必須一而再再而三的重複講授相同內容，造成課程內容的講解過於緩慢；另外，由於英文原文書之閱讀，對於英文較薄弱之學生恐影響其對課程的理解程度，這將造成學習困難。同時，學生往往不會在課堂上主動提問或發言，其原因可能是因缺乏答案與問題的想法，或是怕答錯、發言不當丟臉，因而在課堂討論或發問的意願不高；再加上對課程所學知識不知如何應用，在缺乏認知情境下喪失學習動機，造成課程學習之成效低落。

2. 研究問題 Research Question

2.1. 本研究針對傳統教學問題所採行之教學方法

基於「資料結構」課程教學現場的經驗以及遭遇到的問題，我們深刻體認到，要提升學生的學習成效，除了授課教師對於教材內容的熟悉以外，善用教學方法、學習環境、同儕力量等資源，來幫助學生學習，也非常重要。

本研究採用 SIB 三位一體的教學方法，該方法主要將 Sharestart 的教學概念融入「即時反饋系統—導入、目標、前測、參與學習、後測、總結」(Interactive Response System - Bridge-in, Objective, Pre-assessment, Participator learning, Post-assessment, Summary, 簡稱為 IRS-BOPPPS)的教學模式以便提昇學生「資料結構」的學習動機。首先，我們藉由製作 Sharestart 多媒體教

學影片，讓學生以視覺化的方式學習並理解資料結構的相關內容，並透過實作學習單的方式去瞭解學生對相關影片內容的熟稔程度，經由學生動手實際操作的方式取代學生原文書閱讀之壓力。課堂中我們採用 BOPPPS 教學模式，我們將資料結構課程章節進行重新組織為不同問題導向學習(Problem Based Learning，簡稱為 PBL)課程問題，學生經由教師解釋不同 PBL 問題，並輔助以遊戲輔助學習(Game Assisted Learning，簡稱為 GAL)之方式來學習，同時我們採異質性分組進行同儕互助與共學，藉由組內程度較佳的學生協助程度較弱的學生進行互動式討論，用以提高學生學習的參與度、專注力及學習動機。課堂中的教學過程輔助以即時反饋系統(IRS)來隨時檢驗學生的學習成效，經由前測可以瞭解學生對 Sharestart 多媒體教材之理解程度，經由後測可以瞭解 BOPPPS 教學模式對於相關 PBL 問題及 GAL 遊戲之學習及影響，這不僅可以幫助我們檢視學生的學習歷程，並且可以進行即時的課堂回饋，進而強化師生互動。

2.2.真實研究動機及教學實踐方法之說明

本研究女月實踐於本系資料結構課程，該門課程屬於大二必修課且每學期選課人數超過 60 人，它是本系最多人修習之課程。另一方面，這門課程於本系學生的定位是屬於最難學之科目之一，其原因在於這門課程包含大量難懂之名詞，以及教材內容使用英文且包含大量數學符號及公式，另外還有包含大量抽象難懂的演算法。最近五年申請人所有課程的教學評量之平均約為 4.7(總分 5)；然而，資料結構這門課程近五年的教學評量之平均約為 4.5¹。依照申請人教學評量之分配，這門課程對申請人而言屬於教學評量最差之科目。針對教師及學生角度而言，本研究使用不同的教學方法不單單是希望提升申請人於資料結構教學評量之提升，也同時希望提升學生之學習動機及興趣。

表一是傳統教學方法與本研究教學方法於資料結構課程之差異比較。傳統上，我們於開學前會依據教材整理並製作每個章節之投影片並公告相關課程用書；於每週課程上課之前，由學生自行閱讀每個章節之書本及投影片內容。在課中教學時，我們依照投影片之章節進度進行講解，學生也依照教師講解之速度進行吸收。在單元課程結束後，我們製作相關單元學習問題並由學生自行操作、填寫並上傳，最後由教師進行評分並提供相關評語給學生。在本研究之中，我們於課前先規劃學生於本課程應學習的學習單元；針對不同單元，我們整理或自行製作相關 Sharestart 多媒體教學影片及 PBL 課程投影片，以利學生進行課前學習。同時，為了評判學生相關影片的學習成果，我們也針對不同單元製作相關實作學習單。而學生端於課前除了需觀看相關 Sharestart 影片外，並且於影片觀賞後必須依照實作學習單之內容進行操作並回答相關問題，最後上傳學習單之答案以利教師瞭解學生是否確實操作並瞭解相關影片內容。本研究於課中教學之中，我們主要運用 IRS-BOPPPS 教學模式來進行教學。首先，於導入(Bridge-in)階段，我們針對每個學習單元請學生操作相關 GAL 遊戲藉以吸引學生之興趣。接下來，於目標(Objective)階段，我們對學生講解每個 PBL 問題之學習問題為何，並且解釋每個 PBL 之學習目標。接下來，於前測(Pre-assessment)階段，我們使用 IRS(Interactive Response System)系統並製作相關前測問題以便學生回答問題，其目的在於幫助我們瞭解學生是否確實有真實操作實作學習單、GAL 遊戲內容以及其它設定之前測問題，以利後續課程講解及推展。於參與學習(Participator learning)階段，我們讓所有學生建立異質分組以便進行相關 PBL 問題之討論，教師於不同組別進行觀察並記錄學生討論情形，並適合提供學生意見。於後測(Post-assessment)階段，我們也使用 IRS 系統並製作相關後測問題，其目的除了幫助我們瞭解學生是否確實瞭解相關 PBL 問題，也幫助我們進行後續課程之調整。最後，於總結(Summary)階段，我們帶領學生總結我們的學習內容，並瞭解學生對本次課程的學習成效是否達成我們設定之學習目標。

¹ 上述教學成績，請參考申請人所附之 105-1 至 109-2 教學評量分數列表

表一：傳統教學方法與本研究 SIB 教學方法於「資料結構」課程之差異

教學方法 差異點		傳統	本研究
課前準備	教師	製作每個章節投影片	● 製作 Sharestart 多媒體教學影片 ● PBL 課程投影片 ● 製作實作學習單
	學生	閱讀原文書及投影片	● 觀看 Sharestart 多媒體教學影片 ● 預習 PBL 投影片 ● 操作並填寫實作學習單
課中教學	教師	按照投影片章節進行講解	● 運用 IRS-BOPPPS 教學模式 ● 製作 IRS 相關前測問題 ● 講解每個 PBL 問題 ● 製作每個 GAL 遊戲 ● 製作 IRS 相關後測問題 ● 隨時記錄學生學習情形 ● 總結式內容及重點講解
	學生	按照教師講解速度進行聽講	● 異質性分組 ● 運用 IRS 回答相關前測問題 ● 分組討論每個 PBL 問題並操作相關 GAL 遊戲 ● 運用 IRS 回答相關後測問題
課後準備	教師	學生作業評分及評語	● 依據前測、後測成績、學生學習情形記錄、學生之總結式學習報告去調整相關 PBL 問題及 GAL 遊戲等相關教學內容
	學生	撰寫相關作業	● 每組撰寫並上傳相關 PBL 問題之總結式學習報告並上傳

3. 文獻探討 Literature Review

在本節之中，我們主要討論與本研究相關之文獻，其中包含：Sharestart 教學概念、IRS 即時反饋系統、以及 BOPPPS 教學模式，茲分析如下。

3.1.Sharestart 教學概念

Sharestart 是由張輝誠老師於 2013 年所提出之翻轉教學概念(張輝誠, 2015)，其希望由傳統以教師教學為中心，轉換為學生學習為主題之教學法，並經由翻轉課堂及共同學習之概念來達成(張輝誠, 2018)。表二為 Sharestart 教學概念之相關分析及比較。Sharestart 中文直譯名稱為學思達，其精神在於教師經由分享開始並且透過相關規劃設計一套整合式之教學資源來幫助學生進行「學」習之過程，並且於教學資源中強調學生「思」考邏輯之培養，最後經由口語或寫作表「達」(Luo, Fang, Sun, & Zhu, 2021)。「學」的目的在於訓練學生主動學習、發現問題、並為解決問題而進行資料之蒐集及閱讀；「思」的目的在於訓練學生對於相關問題可以進行思考並分析及判斷相關資料，進而從中擷取訊息，以解決問題；「達」的目的在於訓練學生以適當方式去呈現表達問題之能力，並經由發表而被鼓勵、啟發與成長(Lai, Hsiao, & Hsieh, 2018; Lo, Hsieh, Lin, & Hung, 2021; Wu & Lin, 2019)。經由 Sharestart 之課程設計，從教師教學導向轉向學生學習導向為基礎，進而培養學生多樣化之學習能力。

表二：Sharestart 教學概念之討論

要點	內容	
概念	學	運用教學資源幫助學生學習。
	思	訓練學生對於問題之思考及分析判斷能力。
	達	訓練學生以適當的方式去表達相關問題之能力。
精神	以問題為導向之學習。	

	教學資源含括廣且深。	
	提供學生足夠資料自行研讀。	
	學習的知識與學生生活、處境和現實發生關聯。	
相關研究	研究者	研究發現
	吳振鋒及洪麗芬(2020)	影響因素順序為：「教師」、「學生心理」、「學習力」、「教學法」。
	陳佩瑜及龔心怡(2016)	運用前導式研究、教師安排異質分組、角色訓練、以學生角度調整課程。
	丘愛鈴及黃寶億(2019)	提升學生的問題意識與口語表達能力、運用多元評量有助提升學生學習動機。
	簡乃卉(2019)	提升「為學習加分」、「實際應用幫助課程學習」、「同理關懷老人」、「切身體驗使學習深刻印象」等學習動機。

Sharestart 的精神主要包含下列四項(吳勇宏, 2015; 張輝誠, 2015, 2018; 陳佩瑜 & 龔心怡, 2016)：(1)以問題為導向之學習：教師首先將課程內容進行有系統及有架構的分類，依據 PBL 的概念將相關課程問題性質歸類為同一學習單元，在每個單元教學前先提供相關教學資源以供學習進行閱讀；(2)教學資源含括廣且深：教師所提供的課前學習資源除了必須含蓋每個學習單元，且必須由淺至深、由易而難、由窄到寬，教學資源的提供以循序漸進的方式進行設計，使學生事後獲得的學習成就感可以提升；(3)提供學生足夠資料自行研讀：教師經由自行設計相關學習問題，其除了讓學生可以由相關操作以確認熟稔度外，而且還可以提供相關的學習線索去鼓勵學生自行進一步擴展相關知識之內涵；(4)學習的知識與學生生活、處境和現實發生關聯：當知識的學習可以活用、知識環繞於學生學習環境之中，學習內容與現實生活可以更佳關聯，此時學習效果加倍，經由引發學生的學習動機，才能將相關課程內容教的更深、更廣、更好。

Sharestart 教學概念目前被廣泛的應用於不同層級教育及不同學科之上。吳振鋒及洪麗芬(2020)針對 Sharestart 概念融入國小教育影響之相關因素進行分析，根據分析結果「教師」因素為影響最顯者之指標，其次為「學生心理」及「學習力」因素，最後為「教學法」因素。根據相關數據分析，教師運用 Sharestart 教學的關鍵因素在於希望藉由 Sharestart 教學重拾學生的學習動機與提高學生的自信心，期盼學生逐漸由被動式學習轉換為主動的求知學習，課程將會進行的更流暢及順利。陳佩瑜及龔心怡(2016)針對國中國文課程運用 Sharestart 進行相關分析，根據分析結果，其建議下列幾項原則。首先，運用前導性研究可提高後續執行 Sharestart 教學之效率。其次，異質分組應由教師安排。然後，正式實施 Sharestart 教學前應訓練各個角色。最後，以學生角度修正課程設計。丘愛鈴及黃寶億(2019)針對國中公民課程運用 Sharestart 進行相關分析，根據分析結果，其獲得下列兩項結論。首先，實施公民課程 Sharestart 教學以學生為中心，可以提升學生的問題意識與口語表達、批判思考等高層次能力。其次，運用兼顧個人與團體創意多元評量，有助於引發並維持學生學習動機，促進學生之間之團隊合作技能。簡乃卉(2019)針對大學護理系之老人護理課程進行分析，其發現 Sharestart 可以達成「為學習加分」、「實際應用幫助課程學習」、「同理關懷老人」、「切身體驗使學習深刻印象」、「身歷其境的感同身受」、發現「面對生病的無力感」並「思考失智後的未來」，以及體認「生命是值得慶賀」。

3.2. IRS 即時反饋系統

IRS 即時反饋系統主要是透過相關電腦或通訊設備(如手機、平板、電腦、PDA 等)，讓課堂中全班學生可以即時反饋資訊給教師的一種教學應用系統，有些國家稱此系統為教室反饋系統(Classroom Response System，簡稱為 CRS)。IRS 系統是近幾年來改善課堂教學品質最重要的資訊應用設備之一，在歐、美地區已經普遍應用這項科技於課堂教學活動中。例如在美國有超過 1000 所大學(如哈佛大學、布朗大學)導入 IRS 系統，有更多的中小學導入這項科技(黃建翔, 2017)。為了發展讓學生可以即時反饋的教學輔具，早在 1990 年代，美國哈佛大學物

理系教授 Eric Mazur (1997)便設計了 Flashcard 讓學生可以立即反饋問題的選項，並且應用於同儕教學法(Peer instruction)之中。隨著資訊科技的蓬勃發展，採用無線裝置讓 IRS 系統能夠發揮最大的效能，讓教師在課堂教學活動中，隨時統計學生反饋的結果和比例，立即掌握全班學生的學習情況，並隨時調整授課步調。表三為 IRS 系統相關概念之說明及比較。

IRS 系統是一種促進課堂學生反應與團體討論的教學輔助系統，其中包含硬體和軟體兩部份：硬體部份於教師主要包含相關電腦主機及無線裝置(可以是 Android 或 iPhone)進行出題，學生則透過自身之無線裝置回答問題，它也必須搭配教室中既有的班級電腦與巨型顯示器(單槍投影或電視)；軟體部份則透過 IRS 軟體依據教師事先編製(或即時)之選擇題(或問答題)進行出題，並透過巨型顯示器展示問題，引導學生應用自身無線裝置去選擇或填寫答案，系統可同時蒐集所有學生的答案，並以視覺化圖表或展示所有學生答案的方式去呈現作答結果。教師可進一步利用作答結果的呈現，引導學生相關問題之說明並且深入討論，藉此促進課堂師生之互動與溝通。

根據相關研究發現，IRS 系統具有下列幾項優點(Chang, Chen, & Hsu, 2012; Siau, Sheng, & Nah, 2006; Sun & Hsieh, 2018)：(1)增進互動：可增進師生互動，提升教師教學品質與學生學習興趣；(2)主動學習：促使學生轉變為主動學習者，教學方式能更加多元與活潑；(3)教學多元：教學方式、學習管道及測驗評量多元化，能增進學生學習興趣與專注力；(4)即時掌握：教師能立即掌握學生的學習成效，並能即時調整教學策略；(5)增進互動：可以增進師生教學互動與提供評量的便利性；(6)補救教學：具有學習歷程記錄功能，可立即針對學生表現，進行診斷並實施補救教學；(7)即時施測：採形成性評量方式，能立即施測並減輕學生壓力，評量結果更準確。然而，IRS 系統的缺點包含如下(Chang et al., 2012; Siau et al., 2006; Sun & Hsieh, 2018)：(1)依賴網路：教室網路訊號之強弱影響師生之操作，可能無法即時操作，影響教學成效；(2)依賴硬體：操作具有一定門檻，硬體需維護，同時師生須有手機、電腦、平板等相關硬體設備；(3)成效不定：IRS 系統的教學成效易受課程難易度影響，因此很難確保學習成效會是何種成果；(4)負擔較重：缺乏題庫內容，教師須自製教材，負擔較重；(5)題型限制：測驗評量之題型受限於選擇題及問答題形式；(6)需重新學習：教師對資訊設備與系統介面操作可能不甚熟悉，使得教師需重新學習，這將造成教師不願使用教學；(7)缺乏進階分析：學習歷程記錄缺乏整合性或進階統計分析功能，尚須搭配其他統計軟體進行分析。根據上述優缺點可知，不論是從學生的學習動機或學習態度來看，對於教師教學成效皆具正向相關性，透過 IRS 系統的運用，能提升課堂教學與學習氛圍之熱絡與融洽。另外，亦可增進教學評量之便利性與多元性，搭配相關統計分析軟體分析學生學習成效，亦可使教師能輕易察覺學生之學習困難或整體學生之學習情形，進行即時性診斷並實施補救教學。而缺點的部分，主要為教學上軟硬體裝置設備費用較高。

表三：IRS 即時反饋系統之說明及比較

要點	內容	
裝置	電腦設備、無線裝置、巨型顯示器、IRS 軟體。	
概念	教師	使用電腦或無線裝置於 IRS 軟體上進行出題、根據學生回答答案進行即時統計，並進行說明及深入討論。
	學生	依據教師所出之問題，運用無線裝置於 IRS 軟體上回答問題。
優缺點	優點	增進互動、主動學習、教學多元、即時掌握、增進互動、補救教學、即時施測。
	缺點	依賴網路、依賴硬體、成效不定、負擔較重、題型限制、需重新學習、缺乏進階分析。

3.3.BOPPPS 教學模式

BOPPPS 教學模式最早是由加拿大哥倫比亞大學的 Douglas Kerr 教學團隊於 1970 年代所提出之教學模式(Danping & Xingyao, 2016)。此模式主要的目的為達成有效教學，其教學設計的基本元素就是在有限時間、人力和物力下，達到有效果、有效率、有效益之有效教學(L. Zhang, 2020)。另一方面，此教學模式注重引導學生在課堂中深度參與，藉由參與式學習活動，達成

並實現有效教學之目標，同時也協助教師梳理教學活動的安排脈絡。表四是 BOPPPS 教學模式相關概念之比較。

BOPPPS 主要是將課程依起承轉合切分為六個階段，依序為導入(Bridge-in, B)、目標(Objective, O)、前測(Pre-assessment, P1)、參與學習(Participator learning, P2)、後測(Post-assessment, P3)、總結(Summary, S)(Lou, Dzan, Lee, & Chung, 2014; Shih & Tsai, 2020; Yang, You, Wu, Hu, & Shao, 2019; M. Zhang, Zhang, Wang, & Huang, 2019)，茲分析如下。

- 導入(B)階段：其目的在於吸引學生的注意力，幫助學生專注在即將要介紹的內容。教師於此階段的教學策略可以依據課程主題設計相關故事，或者依據教師個人經驗提出教學相關問題以引導學生與後續課程進行連結。
- 目標(O)階段：其主要包含三個元素：認知(Cognitive)、情意(Affective)以及技能(Psychomotor)。教師應清楚傳達教學目標，如課程的重點知識、學習價值，以及可習得之能力，讓學生明確掌握學習的方向。
- 前測(P1)階段：對教師而言，透過前測可了解學生的興趣與能力，進而調整內容的深度與進度；對學生而言，可透過前測聚焦於特定目的，也可藉此向教師表達複習或澄清的需求。
- 參與學習(P2)階段：參與學習包含兩種類型，一種是教師與學生之間的互動，另外一種則是同學之間的討論。在這個階段，主要是將學生分成小組來討論教材中的問題。
- 後測(P3)階段：後測主要是課程結束後用以了解學生的學習成效、以及是否達成教學目標。針對不同的課程教授內容，評量方式也會有所不同。
- 總結(S)階段：課程單元結束後，教師應幫助學生總結課堂內容、整合學習要點、以及預告下次課程單元的內容。此外，適當表揚學生的努力和學習成果也是常見的課程總結方式。

表四：BOPPPS 教學概念之比較

要點	內容	
階段	導入(B)	吸引學生注意，專注於所介紹之課程問題。
	目標(O)	清楚傳達教學目標，以及可習得的能力。
	前測(P1)	課程單元進行前，運用前測瞭解學生的興趣與能力，進而調整內容。
	參與學習(P2)	讓學生進行分組並進行討論。
	後測(P3)	課程單元結束後，運用後測瞭解學生的學習成效，以及是否達成教學目標。
	總結(S)	進行課程單元總結，並預告下次單元內容。
相關研究	研究者	研究發現
	Lou 等人(2014)	幫助大學工廠實習、有效培養實習生之創造力、以及有效幫助教學現場。
	Li (2016)	依據教學現場調整 BOPPPS 內容、除了幫助學習詞彙更可進一步解決開放式問題、專注學生需求並調整難度。
	Chen 等人(2020)	運用網路進行線上教學除了增加學生參與，而且可以根據網路回饋調整教學活動。
	Xiao(2021)	運用行動科技輔助推廣 BOPPPS 可以強化師生互動。

BOPPPS 教學模式目前被廣泛的應用於改善教學環境並提升學生學習動機。Lou 等人(2014)驗證 BOPPPS 應用於大學之工廠實習是否可以提升學生之創造力及協同學習。根據其結論，BOPPPS 具有下列三項益處：幫助大學工廠實習、有效培養實習生之創造力、以及有效幫助教學現場。Li(2016)使用 BOPPPS 來提升 ESL(English as a Second Language)課程之學習效益，其得到下列三個結論：(1)教師必須依據學生的教學需求與課程內容調整 BOPPPS 相關階段內容；(2)BOPPPS 除了可以幫助詞彙、術語及語法之學習，也可讓學生更專注於解決更困難之開放式問題之學習任務；(3)教師應更專注於了解學生的學習需求，並根據學生的興趣及英語水平調整學習難度，並且創造一個適合的師生互動學習環境。Chen 等人(2020)討論因 COVID-19 疫情之故，BOPPPS 對於線上教學是否可以有效提升學生之學習動機。根據相關結果，其

認為採用 BOPPPS 必須符合下列兩個條件：(1)教學必須著重在學生之全方位參與學習而非單單只是聽講；(2)根據學生的回饋，調整後續教學活動。根據其結論，在無法面對面交流之線上課程之中，運用 BOPPPS 實施教學，學生可以經由網路有效參與教學的各個環節，並進而提升線上課程之學習效果。Xiao(2021)運用行動科技來輔助 BOPPPS 之推廣，其發現該方法經由網際網路上新興數位資源之整合，可以建立一個以資訊為基礎的學習環境，重建大學課堂之教學生態，有效激發學生學習之主動性，並且強化師生課堂互動之有效性。

4. 研究設計與執行方法 Research Methodology

圖 1 是本研究之研究流程圖。本研究主要分為 7 個步驟：(1)定義研究目標、(2)文獻分析及比較、(3)建立學習單元、(4)Sharestart、(5)IRS-BOPPPS、(6)IRS-BOPPPS 報告、以及(7)差異分析；若將此 7 個步驟依課前、課中、課後進行分類，則步驟 1 至 4 屬於課前準備階段，步驟 5 屬於課中教學階段，步驟 6 及 7 屬於課後準備階段。首先，步驟 1 主要的工作在於初步擬定本研究希望達成之研究目標。其次，步驟 2 主要的工作在於蒐集與本研究相關之文獻(如 Sharestart、IRS 以及 BOPPPS)，並進行相關文獻之分析及比較。步驟 3 主要的工作在於製定我們希望學生達成資料結構課程之相關學習目標；根據這個目標，我們首先對課程之內容進行調整，並將具有相關且一致的課程進度重新組織，使此成為不同之 PBL 問題，並且根據 PBL 問題設定 GAL 遊戲之選取方向。教師於步驟 4 主要的工作在於運用 Sharestart 的概念建立或蒐集學生課前預習的相關教學材料，其中包含 Sharestart 多媒體教學影片、PBL 課程投影片以及實作學習單；而學生於步驟 4 主要的工作在於課前觀看教師所製作之 Sharestart 影片及預習課程投影片，並於影片觀看結束後根據影片的內容回答實作學習單上面的問題。步驟 5 主要是運用 BOPPPS 教學模式進行課程教學，並且輔助使用 IRS 系統來隨時瞭解學生的學習情況。步驟 6 主要的工作是教師依據前測結果、學生課中學習記錄、後測結果以及總結學習報告等多元報告內容，進行後續課程調整之依據。最後，我們想要確認採用 SIB 三位一體的教學方式是否可以有效提升學生學習動機。針對傳統採用課堂講授之教學方式(對照組，如圖 1 左半邊之黑方框所示)以及本研究採用之 SIB 教學方式(實驗組，如圖 1 右半邊之紅方框所示)設計期末教學問卷；在步驟 7 之中，我們分析這兩種教學方式之問卷結果，並討論相關差異原因，以供未來其它課程教學改進之用。本研究 7 個研究步驟的說明詳述如下。

4.1. 定義研究目標

本研究針對本系開設之資料結構課程進行分析，該課程開設於大二且為必修課，歷年修課人數約為 50 至 60 人之間。另外，申請人開設這門課程最近五年的教學評量平均成績約為 4.5(總分 5)，而申請人近五年所有課程之教學平均約為 4.7，根據近五年教學評量的結果所示，這門課程是申請人所有授課科目中，教學成績最差之科目，因此本研究嘗試運用全新的教學模式，除了希望改善資料結構的教學成績外，也希望能提升學生之學習動機。

根據本課程歷年教學評量中學生回饋意見所示，下列幾個是學生對於此課程中較負面表達之因素：原文書難以閱讀、過多抽象名詞、過多數學公式、演算法或程式較難以理解。根據上面負面因素，本研究的目的是希望運用 SIB 三位一體的教學方法去提升學生的學習動機來進行實驗，而實驗採行的方式是以對照實驗(Controlled experiment)去驗證教學成果。圖 1 中的左半邊黑方框為本實驗的對照組(Control group)，其主要實施的時間為 110 學年度上學期，採行的教學方式為傳統課堂講授法，而授課內容主要依照課本章節為學習單元進行講授；圖 1 中的右半邊紅方框為本實驗的實驗組(Experimental group)，其主要實施的時間於 111 學年度上學期，採行的是 SIB 三位一體教學法，而授課內容主要以整理後之各式各樣 PBL 問題及 GAL 遊戲為學習單元進行講授。

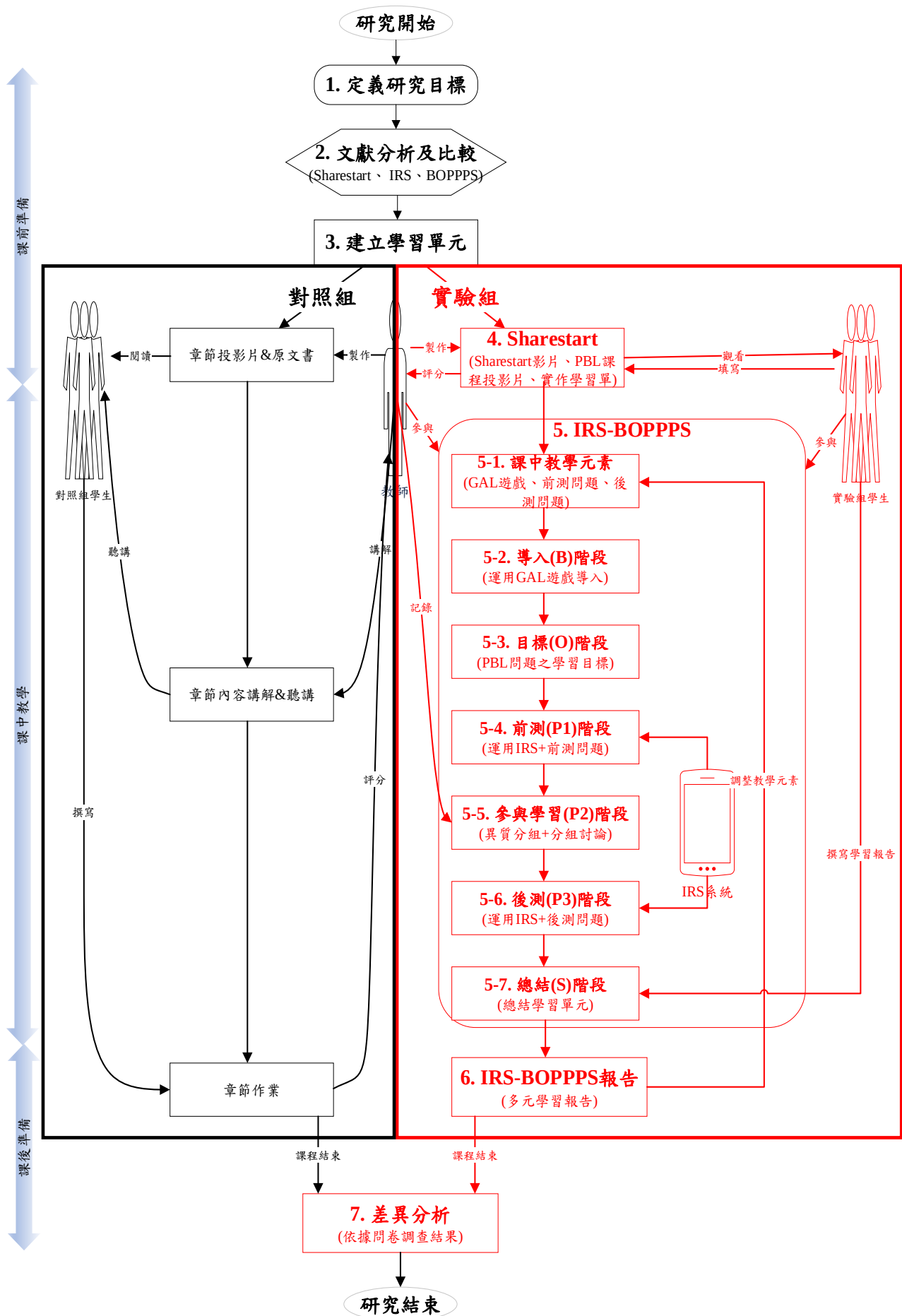


圖 1：本研究之研究流程圖

4.2.文獻分析及比較

本研究採用 SIB 三位一體之教學方法，為了讓本研究於研究期間能持續精進調整，我們將持續蒐集與本研究相關之國內外 Sharestart、IRS 以及 BOPPPS 等理論研究，並且將相關研究進行分析及比較。另外，針對教學現場之實務改進，我們也將蒐集上述有關研究運用於國內外教學實務現場之案例(如歷年通過之教學實踐研究計畫內相關計畫、各校教學實務升等)，我們分析不同案例應用於不同學習場域之優缺點，以便隨時調整本研究中相關之教學模式。

4.3.建立學習單元

學習單元的建立主要是決定學生於課程學習期間可以學習之所有範圍，亦即決定課程大綱中不同的學習單元。表五為本課程於 110-1(對照組)課程大綱中的課程進度，根據進度所示，我們將每一章視為一個學習單元，亦即對照組是採用章節進度去教授。表六為本課程於 111-1(實驗組)課程大綱中的課程進度，在此一進度表中，我們將相關且一致的課程內容組織為不同之 PBL 問題，並且設定與該問題相近之 GAL 遊戲為該週之學習單元。採用 GAL 遊戲的目的是希望學生經由相關遊戲之操作進而引起學生對於相關 PBL 問題產生學習興趣。

表五：110-1 資料結構課程進度

週數	授課內容	週數	授課內容
1	● 何謂資料結構及演算法	10	● Chapter 5 (Tree)
2	● Chapter 1 (Introduction)	11	● Chapter 5 (Tree)
3	● Chapter 1 (Introduction)	12	● Chapter 5 (Tree)
4	● Chapter 2 (Array)	13	● Chapter 6 (Tree)
5	● Chapter 2 (Array)	14	● Chapter 6 (Graph)
6	● Chapter 3 (Stack & Queue)	15	● Chapter 6 (Graph)
7	● Chapter 3 (Stack & Queue)	16	● Chapter 7 (Sorting)
8	● Chapter 4 (Linking List)	17	● Chapter 7 (Sorting)
9	期中考	18	期末考

4.4.Sharestart

Sharestart 的實施以教師分享教學資源為起始，透過建立課前相關教學材料，以利學生進行課前預習相關教學影片以及投影片。此步驟所需建立的教學材料包含：Sharestart 多媒體教學影片、PBL 課程投影片以及實作學習單。Sharestart 教學影片主要透過自製或蒐集相關影音、圖片、文字等資訊所建立起來之教學影片，學生於課前準備時可以經由觀看相關 Sharestart 教學影片，以達到初步瞭解及預習相關 PBL 問題，這樣可以幫助師生於課中學習時減少相關基本概念之介紹，並可以加深相關內容的深度。PBL 課程投影片主要是課中教學時，教師介紹 PBL 問題之相關概念所需之投影片，此投影片著重在開放性或思考性問題之討論。實作學習單，如圖 2 所示，包含兩部份：其一為設計一系列的操作學習指引去引導學生對於教學影片相關之認識；其二為設計數個問題讓學生進行回答，以確認學生確實觀看並瞭解相關教學影片。

表六：111-1 資料結構課程進度

週數	授課內容		週數	授課內容	
1	課程介紹、上課方式、評分方式		10	PBL 問題	佇列空間問題
				GAL 遊戲	電路板繞線遊戲
2	PBL 問題	資料結構及演算法定義	11	PBL 問題	連結串列問題
	GAL 遊戲	插入排序遊戲		GAL 遊戲	四分衛遊戲
3	PBL 問題	時間複雜度介紹及計算	12	PBL 問題	資料庫搜尋問題
	GAL 遊戲	花了多少時間遊戲		GAL 遊戲	我要環遊世界遊戲
4	PBL 問題	線性串列問題	13	PBL 問題	優先佇列問題
	GAL 遊戲	陣列運動遊戲		GAL 遊戲	卡車載重遊戲

5	PBL 問題	稀疏矩陣問題	14	PBL 問題	網路圖形問題
	GAL 遊戲	航空飛行遊戲		GAL 遊戲	網路流量追蹤遊戲
6	PBL 問題	陣列空間問題	15	PBL 問題	資料排序及搜尋問題
	GAL 遊戲	分久必合遊戲		GAL 遊戲	快排遊戲
7	PBL 問題	堆疊空間問題(1)	16	學生分組報告 (1)	
	GAL 遊戲	老鼠走迷宮遊戲			
8	PBL 問題	堆疊空間問題(2)	17	學生分組報告 (2)	
	GAL 遊戲	河內之塔遊戲			
9	期中考		18	期末考	

4.5.IRS-BOPPPS

這個步驟主要討論 BOPPPS 運用於課中教學的詳細過程，並且輔助使用 IRS 系統以便隨時驗證學生的學習成果。在這個步驟之中，我們首先製作所有相關之課中教學元素，以利推展後續之 IRS-BOPPPS 教學過程。接下來，運用 BOPPPS 的六個階段去教導學生學習不同之 PBL 問題，相關 IRS-BOPPPS 的課程流程設計如表七所示。

4.5.1. 課中教學元素

此階段主要製作課中教學所需之教學元素，其中包含：GAL 遊戲、前測問題以及後測問題。GAL 遊戲主要是依據學習單元中所設定之 GAL 遊戲指引，設計或蒐集相關遊戲，以利學生於課中進行操作；前測問題主要設計一系列的問題去驗證學生對於 GAL 遊戲及 PBL 學習目標是否熟悉；後測問題主要設計一系列的問題去驗證學生對於 PBL 問題是否確實瞭解。經由相關教學元素之設計，可以有效幫助我們於課中教學採行 IRS-BOPPPS 教學模式。

4.5.2. 導入(B)階段

導入階段主要透過相關教學工具或技術去吸引學生學習之注意力，讓學生將專注力集中於接下來要介紹的課程內容。在本研究之中，針對每個學習單元，我們採用由學生操作不同 GAL 遊戲的方式去吸引學生之注意力。由於每個 GAL 遊戲與每個 PBL 問題息息相關，因此學生經由遊戲的操作，可以幫助學生初步瞭解對應之 PBL 問題之概念。例如：針對堆疊空間問題(2)之學習單元，我們於表七中的導入階段採用河內塔之 GAL 遊戲(如圖 3 所示)來提升學生的學習動機。

優先佇列問題

學號		姓名	
----	--	----	--

學習指引：

詳細學思達教學影片：13週-優先佇列問題

1. 開啟下列網址，並建立副本
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1-odEtEvKnUeMacrv7v_IodKD44gkPN5K_oPDuAgtF3Q/edit?usp=sharing
2. 使用篩選器：功能列 > 篩選器  (開啟篩選器)。
3. 使用篩選器的排序功能：排序「寬度」由大到小 (Z→A)，找出所有佇列車輛中，寬度最大的車輛「製造商」與「型號」。
4. 使用篩選器的篩選功能：篩選佇列車輛中，「製造商」僅顯示「Toyota」，計算 Toyota 製造的型號數量。

回答問題：

1. 請問所有佇列車輛中，寬度最大的車輛中，「寬度」為多少？「製造商」與「型號」為何？

2. 請問此佇列車輛資料中，「製造商」Toyota 所生產的型號有幾種？

3. 請擷取使用篩選器篩選出「製造商」為 Toyota 的視窗畫面。

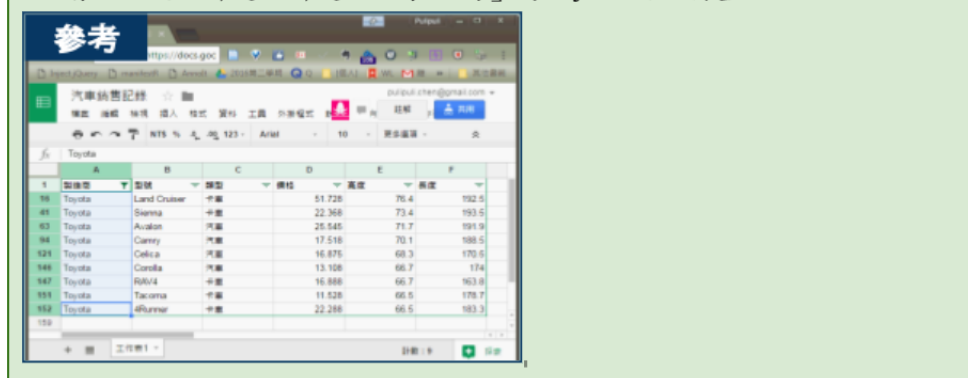


圖 2：本研究實作學習單之範本

表七：資料結構課程演練流程設計表(授課教師：陳林志)

教學單元名稱	堆疊空間問題(2)	週數	8	日期	2022.11.9
階段	講授內容	時間			
導入	操作 GAL 遊戲：河內塔	10 分			
目標	● 介紹河內塔遊戲之典故 ● 簡釋河內塔遊戲操作規則 ● 簡釋河內塔如何使用堆疊空間 ● 堆疊空間相關資料結構及演算法(PBL 投影片)	50 分			
前測	● 運用 IRS 系統 ● 具有 3 個盤子之河內塔最少需要幾個搬移 ● 具有 n 個盤子之河內塔最少需要幾個搬移	15 分			

	● 堆疊空間具有什麼特性		
參與學習(堆疊空間問題)			
教學資源	教師	學生	時間
手機	1. 角色分配:(參與者學生*5、觀察者教師*1)	1. 異質分組(選定組長*1、組員*4)	50 分
	2. 說明教學資源	2. 每個學生拿取並觀察教學資源	
	3. 說明教學資源操作方式	3. 學生聆聽並討論操作方式	
	4. 開始活動並記錄	4. 小組操作及討論	
	5. 檢討及回饋	5. 全體交流	
後測	● 運用 IRS 系統 ● 手機排列操作有何特性 ● 堆疊空間有何限制 ● 堆疊空間有何優缺點 ● 堆疊空間如何應用於現實生活		15 分
總結	加深堆疊空間的印象		10 分

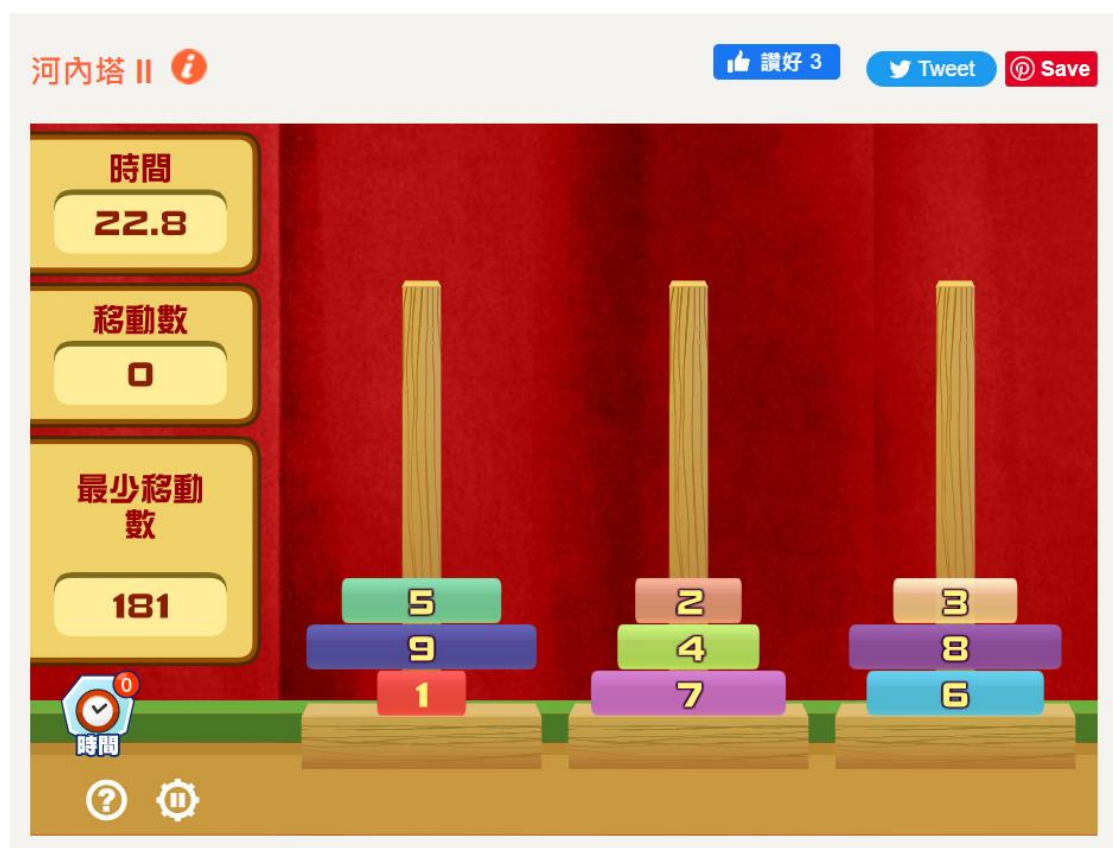


圖 3：導入階段採用之 GAL 遊戲範例

4.5.3. 目標(O)階段

目標階段主要是跟學生講授該 PBL 學習單元所需學習之知識，主題以及目標。教師首先介紹該 GAL 遊戲相關之歷史背景以及重要性；接下來，解釋該遊戲之相關規則及操作重點；然後，經由引導 GAL 操作的過程與學生闡明所對應之 PBL 問題的關聯性，即如何從 GAL 遊戲過渡到 PBL 問題；最後，由教師運用 PBL 教學投影片講解如何運用適當的資料結構及演算法去解決該 PBL 問題，同時說明該 PBL 問題最終的學習目標。表七中的目標說明本研究

如何於課中教學達成目標階段。當學生操作完相關河內塔遊戲後(即完成導入階段)，教師於目標階段首先跟學生介紹該遊戲存在之歷史典故及為何著名。接下來，教師解釋採用何種操作規則去操作河內塔可以得到最少搬移次數。然後，教師解釋河內塔的搬移需要利用堆疊空間所具有的特性去進行操作。最後，教師討論堆疊空間資料結構的定義以及對應之演算法操作，並且解釋堆疊空間所具有的特性及應用場合。

4.5.4. 前測(P1)階段

前測階段主要是透過測驗的方式去驗證學生對於課前預習、GAL 遊戲以及學習目標能夠確實瞭解，以便後續的參與學習之團隊活動進行。本研究採用 IRS 系統來協助我們完成相關前測工作，經由 4.5.1.節所設定的前測問題，教師利用 IRS 系統即時詢問學生，並由學生即時作答，最後即時瞭解全班學生的回答結果。本研究採用之 IRS 系統是 Zuvio 即時反饋系統(Zuvio, 2021)，該系統是目前最成熟之 IRS 系統之一，其提供即時點名、教師課前及課中題目(單選、多選、題組、問答题類型)之設計、隨機抽點學生、多元統計模型及同儕互評機制等。圖 4 為本研究運用 Zuvio 系統來協助我們進行相關課中測驗的結果。教師於課中教學元素設定相關前測題目，並設定相關選項及答案，如圖 4-(a)所示。當前測階段進行時，教師從前測題目題庫中選取適當之問題以便學生進行回答，此時學生開啟手機相對應之題目進行作答，如圖 4-(b)所示。隨著學生持續作答，教師可以將學生答案之即時統計分佈以投影的方式讓所有學生瞭解，如圖 4-(c)所示。



圖 4：本研究運用 Zuvio IRS 系統進行課中測驗

4.5.5. 參與學習(P2)階段

參與學習階段主要是經由團隊集體討論，強化相關 PBL 學習單元之過程。表七之參與學習主要是依照下列原則來完成。首先，本研究參與學習所建立之團隊主要是以異質分組來形成，異質分組的過程是教師依據前測成績較優良的 12 人為不同分組之組長，並由這 12 位組長個別自行選擇其餘 4 位成員所組成。接下來，由教師說明參與學習所使用的教學資源為何，並由學生拿取並觀察相關教學資源。然後，由教師說明教學資源的操作方式及要求，學生則聆聽相關細節並且由團隊討論如何進行後續操作。當教師觀察相關團隊及教學資源皆已設置完畢時，學生團隊間即可進行相關操作。於此同時，教師隨時隨地的記錄不同團隊的操作情形。最後，由不同團隊上台報告操作心得及問題，教師則依據相關記錄及團隊報告情形提出相關檢討及回饋。

4.5.6. 後測(P3)階段

後測階段主要是經由測驗的方式去驗證學生對於課中所學習到的 PBL 問題及知識是否確實瞭解，本研究後測也是採用 Zuvio IRS 系統去進行施測。由於前測階段施測於學生的情境主要是未分組且未深入討論之階段，為了避免衝擊學生學習的信心，前測問題的類型主要採用是非題、單選題及多選題等題型。後測階段則是施測於教師教授完畢且分組討論完成之階段，為了真實瞭解學生的學習情況，後測問題的類型主要是以思考型或開放型問題為主，並以問答題的形式呈現。例如於表七之中，我們可以請學生回答堆疊空間的優缺點、使用限制以及使用情境等問題。

4.5.7. 總結(S)階段

總結階段主要是在於教師觀察學生上課情形後，針對 PBL 問題進行摘要回顧與總結課堂內容，用以幫助學生整合學習，並預告下堂課的內容，以利延伸學習。這個階段的工作包含下列幾項：(1)教師於後測結束後進行相關 PBL 問題進行重點回顧；(2)針對學生的提問進行適當的回饋；(3)適當表揚學生的努力；(4)分享學生團隊的學習成果；(5)學生的口頭評論；(6)提出個人之應用行動計畫；(7)學生撰寫總結式之學習報告。

4.6. IRS-BOPPPS 報告

這個步驟主要是教師依據下列學習報告：前測結果、學生課中學習及討論記錄、後測結果以及總結式之學習報告等多元報告內容，製作相關之 IRS-BOPPPS 彙整報告並進行後續課程調整之依據。此 IRS-BOPPPS 彙整報告除了真實呈現學生的學習成果外，也確實記載學生的學習歷程，運用這些資料可以幫助我們進行後續 PBL 學習單元相關課程元素之調整。

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

(一) 教學過程與成果

在整個計畫執行階段，教師依照計畫所提的 SIB 三位一體教學模式應用於 111-1 學期之資料結構課程之上，此門課程實際選修人數為 61 人，屬於大班必修課程。學生系所來源包含：族文系、企管系、經濟系、財金系、資工系、應數系以及資管系；學生年級分佈主要在大二到大四之間。由於此門課程是本系(資管系)大二之必修課程，因此包含 50 位本系該年級學生選修，整體計畫確實如成果報告第 4 節研究設計與執行方法中所述去執行。學生的參與式學習如圖 5 至 7 所述，由學生進行分組討論，教師除了記錄過程外，並且適當給予意見，以確保學生的學習過程能保持在正確軌道之上。

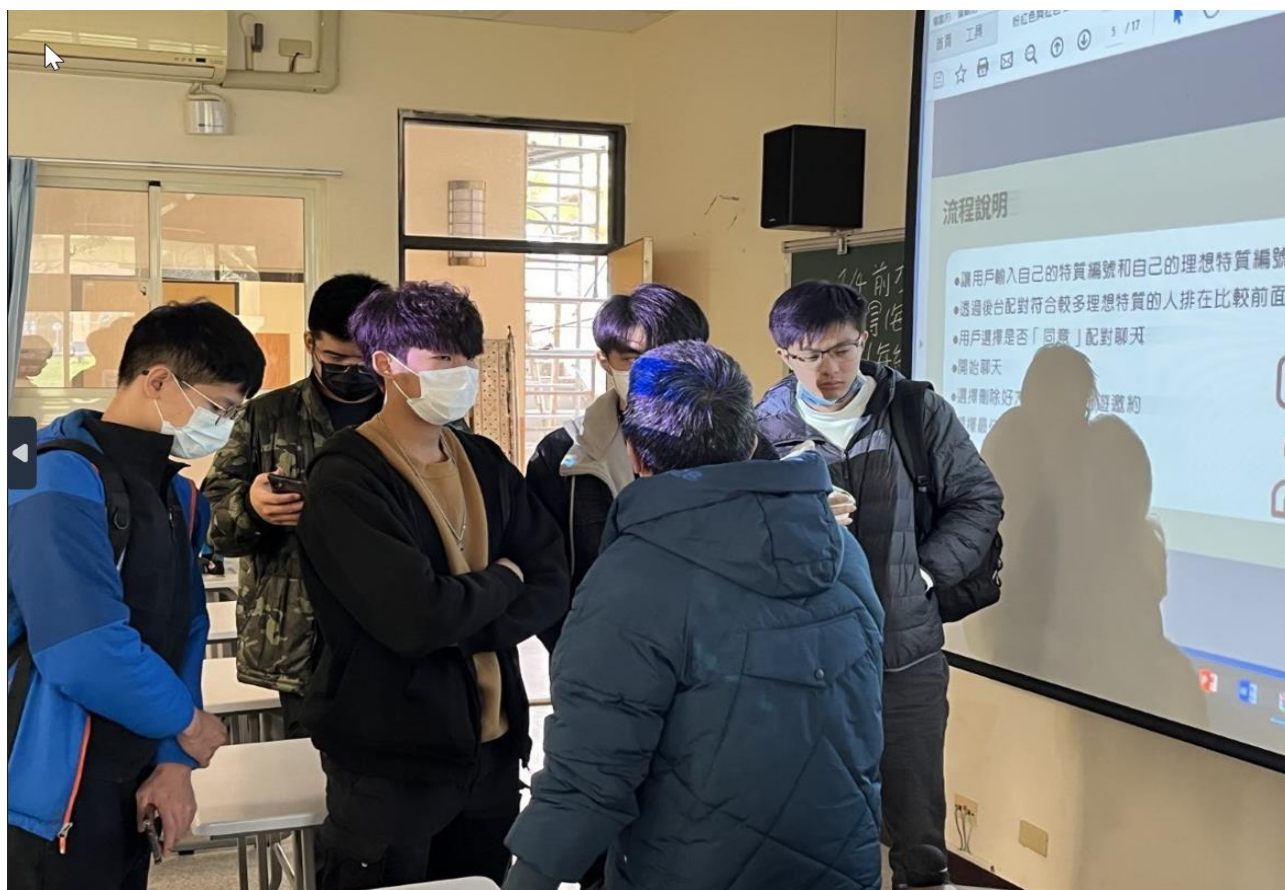


圖 5：學生參與式學習_1



圖 6：學生參與式學習_2



圖 7：學生參與式學習_3

(二) 學生學習回饋

為了驗證本研究採用 SIB 三位一體教學模式確實能提升學生的學習動機，本研究以本校教學問卷及回饋進行評比，評比的對象為 110-1 學期(對照組)以及 111-1 學期(實驗組)選修本系開設之資料結構課程，兩個學期的選修學生都是 61 人。問卷總共分為三大類型：對於授課教師之教學意見、自我學習評量、學生學習成效，總共包含 25 題，以下是問卷的類型及問題列表。

● 對於授課教師之教學意見

1. 本課程上課內容符合課程的教學目標
2. 本課程內容安排有組織、有條理
3. 本課程內容與安排依據我們的程度與需求而設計
4. 老師能採用適合而多元的教學方式
5. 老師很重視我們的反應，並能隨時修正教學方式
6. 老師講課深入淺出，條理清晰
7. 老師很鼓勵我們自由發問及表達意見，學習氣氛良好
8. 老師很願意幫助我們解決學習上的困難
9. 老師的評量方式能合理反映出教學重點
10. 老師的評量方式能客觀公正的評量我的學習成果
11. 老師會對我們的學習表現、考試結果或作業報告等給予回饋
12. 老師採用 不 適切而 無 效的教學方式
13. 老師能夠按時上課，如有請假(含出國開會)會安排調課或補課

● 自我學習評量

14. 我能理解本課程的專業知識
15. 我能應用本課程的專業知識
16. 我能根據本課程的專業知識進行獨立、批判思考
17. 本課程讓我學到如何溝通合作
18. 本課程讓我學到如何將理論與實務連結
19. 本課程讓我學到如何解決問題
20. 本課程能提高我修習相關課程與知識的興趣
21. 本課程能激發我繼續探究這門課程的相關知識
22. 有機會我樂意向同學或學弟妹推薦修讀這門課程

● 學生學習成效

23. 具備以資訊科技為核心，擁有高度專業技術與國際視野之能力。
24. 具備企業資訊化的能力。
25. 具備業界多媒體應用、網站經營以及資訊行銷所需之能力。

圖 8 是對照組及實驗組的評量結果。根據結果 2 個學期的選修人數都是 61 人，且填表人數也都是 60 人。對照組的教學評量分數為 4.44，而實驗組的教學評量分數為 4.71，亦即實驗組提升的教學評量達到 6.1%。整體提升的結果除了採用 SIB 三位一體教學模式，讓學生帶來學習的全新體驗。依據問卷所示，此體驗不單單是對教師教學方式產生認同，而且提升學生自我學習評量的效果，最後也能加深本系學生於資訊相關能力之學習成效。總的來說，本計畫的成果符合當初設定之目標。

陳林志教授110-1至111-2 教學評量分數列表												
學年	學期	學院	開課系所	級別	課程代碼	課程名稱	分數	選課人數	填表人數	該學期 大學部 平均	該學期 研究所 平均	該學期 全部科 目平均
110	1	/管理學院	/資訊管理 學系	/學二	/IM_20200	/資料結構	4.44	61	60			
111	1	/管理學院	/資訊管理 學系	/學二	/IM_20200	/資料結構	4.71	61	60			

圖 8：對照組及實驗組教學評量比較

6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

本課程對於未來的展望包含下列三項：融入新科技元素、融入垂直整合專題課程計畫、前後相關課程教學內容整合。茲說明如下：

- 融入新的資訊科技元素

新的資訊科技可以融入資料結構課程，讓學生更好地理解 and 應用資料結構的概念。例如，人工智慧、雲端運算、大數據和物聯網等新技術都需要使用不同類型和規模的資料，因此對資料結構的要求也不同。教師可以運用這些技術來設計課程內容，讓學生在實際應用中學習資料結構的知識。此外，新的資訊技術還可以說明教師更好地組織和呈現教學內容。例如，教師可以使用多媒體、網路媒介、電話、即時視訊、電視等資訊技術來收集、儲存和傳輸文字、圖像、影音等資訊。這樣，教師就能夠更有效地達成教學目標，培養學生終身學習的習慣和態度。總之，新的資訊技術為資料結構課程提供了更多的可能性，可以幫助學生更好地理解和應用相關知識。教師可以充分利用這些技術來設計更具時代性和實用性的課程內容。

- 融入垂直整合專題課程計畫

垂直整合專題課程計畫（VIP）是一種教學模式，它結合了教師的研究專長，規劃實際的研究議題為團隊目標，讓學生從大二開始第 1 年見習、第 2 年實習及第 3 年實踐的長期培訓，在團隊中學習專業知識並操作所學。VIP 課程可以融入資料結構課程，讓學生在實際應用中學習資料結構的知識。教師可以根據自己的研究專長，設計相關的研究議題，引導學生進行長期的研究和實踐。例如，教師可以設計一個關於大數據分析的 VIP 課程，讓學生在團隊中學習如何使用資料結構來處理和分析大量的資料。此外，VIP 課程還強調團隊合作和跨域學習。學生可以在團隊中與來自不同領域的同學一起合作，共同完成研究項目。這樣不僅可以增強學生的團隊合作能力，還可以讓他們在跨域學習中拓展知識面。總之，垂直整合專題課程計畫（VIP）可以有效地融入資料結構課程，讓學生在實際應用中學習資料結構的知識，並在團隊合作和跨域學習中拓展能力。

- 前後相關課程教學內容整合

資料結構及演算法課程的教學內容整合可以通過多種方式實現。例如，教師可以根據學生的需求和背景知識，設計適合的課程內容，並結合理論和實踐，幫助學生更好地理解 and 應用資料結構和演算法的知識。在教學過程中，教師可以運用多種教學方法，例如講授、討論、案例分析、實驗、練習等，來幫助學生掌握資料結構和演算法的基本概念和方法。此外，教師還可以結合實際應用，設計相關的練習題和項目，讓學生在實際操作中體驗資料結構和演算法的應用。總之，資料結構及演算法課程的教學內容整合需要教師根據學生的需求和背景知識來設計適合的課程內容，並運用多種教學方法來幫助學生掌握相關知識。此外，教師還可以利用網上的教學資源來更好地整合教學內容。

參考文獻

- Chang, C.-S., Chen, T.-S., & Hsu, H.-L. (2012). *The implications of learning cloud for education: From the perspectives of learners*. Paper presented at the 2012 IEEE Seventh International Conference on Wireless, Mobile and Ubiquitous Technology in Education.
- Chen, J., Wang, Y., & Yang, Y. (2020). *Online Teaching Design of University Computer Course Based on BOPPPS Mode*. Paper presented at the 2020 IEEE 2nd International Conference on Computer Science and Educational Informatization (CSEI).
- Danping, C., & Xingyao, Y. (2016). Canadian boppps teaching mode and Its Enlightenment on Higher Education Reform. *Laboratory research and exploration*, 35(2), 196-200.
- Lai, H.-M., Hsiao, Y.-L., & Hsieh, P.-J. (2018). The role of motivation, ability, and opportunity in

- university teachers' continuance use intention for flipped teaching. *Computers Education*, 124, 37-50.
- Li, Y. (2016). *Effective teaching: application of BOPPPS model in ESL class*. Paper presented at the The 2016 2nd International Conference on Economy, Management, Law and Education.
- Lo, C.-C., Hsieh, M.-H., Lin, H.-H., & Hung, H.-H. (2021). Influences of Flipped Teaching in Electronics Courses on Students' Learning Effectiveness and Strategies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9748.
- Lou, S.-J., Dzan, W.-Y., Lee, C.-Y., & Chung, C.-C. (2014). Learning effectiveness of applying TRIZ-integrated BOPPPS. *International Journal of Engineering Education*, 30(5), 1303-1312.
- Luo, Y.-Z., Fang, Z., Sun, L.-J., & Zhu, J. J. F. i. P. (2021). Key factors in the application of Sharestart to enhance students' learning attitude. 4478.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: Getting students to think in class*. Paper presented at the AIP Conference Proceedings.
- Shih, W.-L., & Tsai, C.-Y. (2020). Effect of Flipped Classroom with BOPPPS Model on Learners' Learning Outcomes and Perceptions in a Business Etiquette Course. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(3), 257-268.
- Siau, K., Sheng, H., & Nah, F.-H. (2006). Use of a classroom response system to enhance classroom interactivity. *IEEE Transactions on Education*, 49(3), 398-403.
- Sun, J. C.-Y., & Hsieh, P.-H. (2018). Application of a gamified interactive response system to enhance the intrinsic and extrinsic motivation, student engagement, and attention of English learners. *Journal of Educational Technology & Society*, 21(3), 104-116.
- Wu, S., & Lin, C. Y.-Y. (2019). Educational Entrepreneurs. In *Innovation and Entrepreneurship in an Educational Ecosystem* (pp. 273-308): Springer.
- Xiao, B. (2021). *Application of BOPPPS Mode in Teaching Based on Mobile Information Technology*. Paper presented at the International Conference on Application of Intelligent Systems in Multi-modal Information Analytics.
- Yang, Y., You, J., Wu, J., Hu, C., & Shao, L. (2019). The effect of microteaching combined with the BOPPPS model on dental materials education for predoctoral dental students. *Journal of dental education*, 83(5), 567-574.
- Zhang, L. (2020). Teaching Design and Practice of Intensive Reading Course Based on BOPPPS. *Journal of Language Teaching and Research*, 11(3), 503-508.
- Zhang, M., Zhang, Q., Wang, Z., & Huang, C. (2019). *Mechanical experimental platform construction based on BOPPPS model*. Paper presented at the International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications.
- Zuvio. (2021). Zuvio 即時反饋系統. Retrieved from <https://www.zuvio.com.tw/>
- 丘愛鈴, & 黃寶億. (2019). 學思並行, 精彩表達: 學思達教學法運用於國中公民課程之個案研究. *人文社會科學研究: 教育類*, 13(3), 53-73.
- 吳勇宏. (2015). 可以說話的國文課-學思達教學法的操作與應用. *中等教育*, 66(2), 16-29.
- 吳振鋒, & 洪麗芬. (2020). 學思達教學融入國小教育關鍵因素之研究. *中華管理發展評論*, 9(1), 59-72.
- 張輝誠. (2015). 學・思・達: 張輝誠的翻轉實踐 (Vol. 150): 親子天下.
- 張輝誠. (2018). 學思達增能: 張輝誠的創新教學心法 (Vol. 187): 親子天下.
- 陳佩瑜, & 龔心怡. (2016). 翻轉吧, 國文! 學思達教學法對國中學生國文學習之行動研究. *教育脈動*, 8, 42-56.
- 黃建翔. (2017). 淺談 IRS 即時反饋系統運用至大學課程教學之策略. *臺灣教育評論月刊*, 6(10), 81-87.
- 簡乃卉. (2019). 以學思達教學法應用於老人護理課程之實踐與成效. *教學實踐與創新*, 2(2), 1-38.