

以熱門選項選擇題搭配課堂即時反饋系統以提升學生參與課堂學  
習活動之意願

**Clickers + HMCQs Versus Clickers + MCQs – An Experiment on Improving  
Learners' Willingness to Participate in Classroom Activities**

李忻祐<sup>1</sup> 蔡易霖<sup>2</sup>

LI, XIN YU<sup>1</sup> TSAI, I LIN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 中原大學 資訊工程學系 研究生

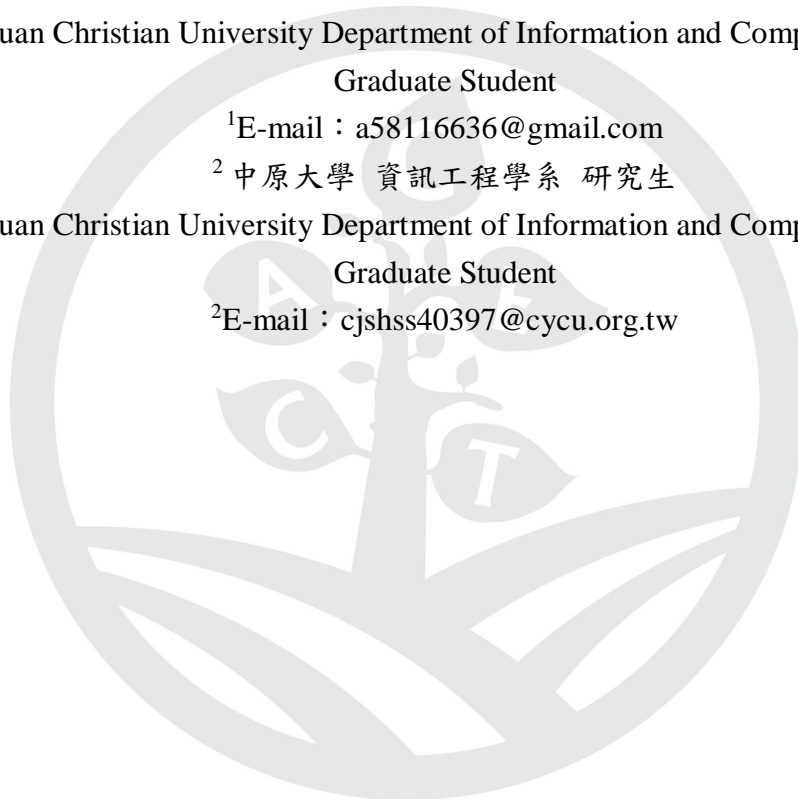
<sup>1</sup> Chung Yuan Christian University Department of Information and Computer Engineering  
Graduate Student

<sup>1</sup>E-mail : a58116636@gmail.com

<sup>2</sup> 中原大學 資訊工程學系 研究生

<sup>2</sup> Chung Yuan Christian University Department of Information and Computer Engineering  
Graduate Student

<sup>2</sup>E-mail : cjshss40397@cycu.org.tw



## 摘要

為了將缺乏課堂參與感的隱性群體拉回課堂中，本研究採用「即時反饋系統」搭配選擇題出題方式，使得每個人皆參與其中。

有研究表示「熱門選項選擇題」更加促進對於所選答案的思考，因此本研究將其加入「即時反饋系統」，期望以更多的思考、互動，使得每一位學生皆獲得參與在課堂中的感受，而提高參與課堂學習活動的意願。藉此觀察「傳統選擇題」與「熱門選項選擇題」所搭配之即時反饋系統，對學生「與同儕的互動」、「與教師的互動」、「思考的參與」與「參與課堂學習活動的意願」產生的影響。

研究結果顯示出「熱門選項選擇題搭配即時反饋系統」比起傳統選擇題即時反饋系統更加可以引起「與教師的互動」，並且使得組內更顯著的提升「與同儕間的互動」、「參與課堂學習活動的意願」；另外使用熱門選項選擇題的學生認為，該系統可以提高他們主動思考的能力。

**關鍵字：** 即時反饋系統、熱門選擇題、同儕互動、教師互動、參與的意願

## Abstract

To make those who left the team return and lacked of sense of participation to the class, we use the Interactive Response System with Multiple Choice Questions to make students participate in it in our studies because many studies show that the Interactive Response System can promote the interactivity with peers.

The research shows that Multiple Choice Questions with Hot items can enhance the thinking of the answer be chosen more, so we add Multiple Choice Questions with Hot items into Interactive Response System to improve learners' willingness to participate in classroom activities by getting more thinking and triggering more interactivities to make every student get the experiences of participating in class. We can observe the influences on students' 「 Interactivity with peers 」 , 「 Interactivity with the teacher 」 , 「 Engagement 」 and 「 Willingness to Participate in Classroom Activities 」 by using the Interactive Response System with Traditional Multiple Choice Questions and Hot Multiple Choice Questions.

Our research result shows that the Interactive Response System with Hot Multiple Choice Questions lead to more 「 Interactivity with the Teacher 」 than traditional one and make 「 Interactivity with Peers 」 and 「 Willingness to Participate in Classroom Activities 」 grow up in the group. On the other hand, the group using Hot Multiple Choice Questions considers the system can improve their ability of active thinking.

**Keywords** : Interactive Response System, Hot Multiple Choice Questions, Interactivity with Peers, Interactivity with the Teacher, Willingness to Participate in Classroom Activities

# 壹、緒論

## 一、研究動機

中原大學資訊工程學系新生入學時，因為是新生，對於寫程式可以說是完全沒有概念；新生第一次接觸程式的課程是計算機概論，教師在課程上透過「蘇格拉底式對話」課堂問答教學，引導學生一步一步建立對於程式的概念，藉由這樣不斷的思考，修正不完整或不正確概念，從而建立正確的知識，對於往後的應用與學習是很有幫助的(Stumpf, 1983)，但是課堂教學中，因為人數眾多，總有一些孤雁，他們徘徊在教學活動邊緣難以歸隊，淪為課堂中的隱性群體(马晓萍，2011)，在東方人的思想觀念跟教育環境之下，不敢去主動發問問題，對於發問問題抓不到要點，不知道如何去表達自己的問題，根本就不知道自己的問題在哪邊，該問什麼問題(呂承遠，2011)的情況下，隱性群體在學習上就更顯得弱勢，在程式概念學習的過程中出現概念建立不完全的現象。

因此為了要照顧到隱性群體，教師採取隨機抽點的方式，提供一樣的抽點機率給每個人，但是課堂的時間有限，上課的人數眾多，要每個人都隨機公平的點到，實在是明顯困難，且回答問題的時間，亦可能會使得課堂間產生冷場的情況，雖然教師亦鼓勵同學互相討論問題，但是效果有限，在這冷場的時間，其他非被抽點到的學生往往可能會放棄思考，將注意力轉到手機上去了，因此隨機抽點的效果有限。

為了突破這個僵局，讓每位學生都參與其中，同時考慮到現在學生，每個人都有手機，使用「即時反饋系統」(Interactive Response System)促使每位同學都主動對問題進行思考是個好選擇，這種主動學習通常會改善學生的參與度(Han & Finkelstein, 2013)，許多研究亦指出「行動學習」、「即時反饋系統」確實可以幫助學生學習，更多的研究指出學生們覺得很使用即時反饋系統時很享受、很有趣(Mayer, 2009、Beekes, 2006、Draper and Brown, 2004、Duncan, 2005、Hatch et al., 2005、Latessa and Mouw, 2005、Wit, 2003、Zahorik, 1996)；在「即時反饋系統」中，是採用選擇題模式(Multiple-choice Questions 簡稱 MCQs)，因為選擇題格式容易實作，學生答案的評分可以實現自動化，

節省時間並降低成本(Dufresne et al , 2002), 雖然選擇題常常用來測試對學習後的記憶(Tarrant et al , 2006), 但如果是完善的使用, 選擇題可以成為檢驗學生觀念的極佳診斷工具(Hsia et al , 2018)。

「即時反饋系統」有助於引發同儕討論, 並能提升低成就者學習者的學習自信(王怡萱, 2016), 隱性族群可能是缺乏課程的參與感, 然而「即時反饋系統」使得隱性族群也一同作答, 使其亦感受到自己參與在其中, 而傳統選擇題主要的思考模式是尋找正確的答案, 然而在其中加入熱門選項, 除了原本的模式外, 更使得學生需要在自己的答案與熱門選項中進行更多的思考(Hsia, 2018), 於是本研究提出在「即時反饋系統」中加入熱門選項, 預期帶來更多的同儕互動, 使得參與意願提高。

## 二、 研究目標

本研究之研究目標為：如何使課堂中的學生互動更加熱烈。因此本研究熱門選項的概念加入「即時反饋系統」, 開發此「熱門選項即時反饋系統」期望可以使得學生對於選擇題的各項選項討論的更加徹底。將本學期修習計算機概論的兩個班級分為兩組, 甲班為熱門組, 乙班為傳統組, 課程內容皆相同, 期中考前為 C/C++ 與 GetToken Project, 期中考後為 Java 與 Line Editor Project, 課程前半段為傳統口頭問答上課與「CAL」課後自動化測試練習程式, 後半段「CAL」課後自動化測試練習程式一樣不變, 改變之處是由傳統口頭問答換作線上「即時反饋系統」, 依舊由老師出題學生回答, 熱門組與傳統組的差別在於, 熱門組作答時會有熱門選項的標示出現。

本研究藉由觀察使用「熱門選項即時反饋系統」與「傳統即時反饋系統」, 對學生有何影響。

- (一) 分析兩組實驗前後之與同儕的互動是否有差異。
- (二) 分析兩組實驗前後之與教師的互動是否有差異。
- (三) 分析兩組實驗前後之思考的參與是否有差異。
- (四) 分析兩組實驗前後之參與課堂活動的意願是否有差異。

## 貳、文獻探討

### 一、即時反饋系統(Interactive Response System)

近年來在教室內的教學方式，跟隨著時代的腳步，漸漸的從傳統式的黑板講解、口頭講解、簡報、教學影片等等，轉變為搭配手持裝置與科技的結合，讓學生不再只是被動的接受老師傳遞知識，而是可以與班上的同學在同一時間與老師互動，老師亦可藉由即時統計數據，來解開大部分人的疑惑，使每位學生皆感覺參與其中。

即時反饋系統是指利用遙控器來蒐集課堂中學生的回應，老師可以即時看到學生回應的結果給予即時的檢核，以達到教學即時回饋的效果(林鳳儀，2014)，典型的即時反饋系統所需工具包含電腦、即時反饋系統軟體、投影幕、投影機、無線電信號收發裝置以及個人手持的發送器，用於學生個人對於問題的響應，學生的回答，以匿名的形式繪製成長條圖或是圓餅圖，顯示百分比的方式在投影幕上顯示，提供教師做為參考，即時反饋系統可以促進課堂環境中的主動學習，所有的學生皆為匿名回答問題，不必擔心被嘲笑，教師可以立即評估學生對概念的理解，並解決任何誤解或混淆(Slain et al, 2004)，該系統亦改善了學生的參與度、出缺勤，為教師提供了一種吸引學生的方法，學生們也要求增加使用，因為他們覺得使用該系統確實改善了他們課堂學習的狀況，而且還對答題時的同儕討論樂在其中(Gok, 2011)，Mayer 亦指出在大型課堂上促進師生互動的一種方法是使用個人即時反饋系統，其中學生按下設備上的按鈕，對應於他們對螢幕上多項選擇題的答案，然後查看在教師投影幕的上作答分佈，並且討論引導正確答案的思考(Mayer et al, 2009)。

以下為台灣常見即時反饋系統：

#### (一) Zuvio

Zuvio 為學悅科技股份有限公司其下產品，由一群台大電機研究所畢業學生於 2013 年創立，致力於善用科技軟體，以改善學習成效，提升互動性趣味，現為台灣市面上最成熟即時反饋系統之一，主打雲端備課、趣味互動、統計追蹤等

功能，突破「教學互動」、「學生學習習慣」與「硬體限制」之間的問題，結合了現在的學生對於「數位/行動裝置」方式的極高學習意願與「數位學習」的未來趨勢。(Zuvio, 2013)

## (二) Kahoot!

在 2013 年，由企業家 Johan Brand、Jamie Brooker 與 Morten Versvik 致力於讓學習更棒更有趣，並與挪威科技大學 Alf Inge Wang 教授及企業家 Åsmund Furuseth 合作，一同創立 Kahoot!。

一開始致力於課堂學習的問題，漸漸的發現基於遊戲的學習似乎變成了流行的趨勢，於是在之後 Kahoot! 不只單單是應用在課堂的學習上，而是跨足公司商業培訓、體育、文化活動等等，藉由系統可以跨平台的特性，使得使用者皆可快速上手。

只要有簡單申請帳號，任何人都可以做為教師的角色，快速且直覺得出題，使用者只需要取得教師專屬 PIN 碼，即可參與答題，五顏六色如遊戲般活潑的介面，保持著流暢的使用者操作，答題後，可以看出自己的得分及排名。(Kahoot!, 2013)

## (三) Plickers

一款適用於網路、行動裝置或資源比較匱乏的即時反饋系統，普遍用於中小學，學生只需拿著 A4 大小的圖卡，作為回答的工具，由老師的行動裝置下載軟體，藉由軟體掃描現場的圖卡，即可得到學生們的回答，由於所需要的教材只有行動裝置與些許圖卡，因此非常適合無個人行動裝置的中小學使用，且圖卡造形變化多樣，對於抄襲答案來說是非常困難的，此系統是由 Nolan Amy 於 2008 年開發。(Plickers, 2008)

## (四) Cloud Class Room, CCR

CCR 由臺灣師大科教中心 張俊彥教授研究團隊開發，由於智慧型手機設備與行動網路普及，隨著此趨勢主打跨平台免下載，只要有網路就可以使用的特點，將行動裝置轉變為強大的課堂學習工具。

除了傳統選擇題方式外，教師亦可使用問答題的題型，選項、內容皆可以使用圖片作為內文，學生也能回覆短文、圖片、表情符號等等，特別的地方是，教師可以指定同學身分互換，由同學來出題給其他同學作答，並且可與當前流行的課程管理系統(例如 Moodle)整合，將教室內與課後的學習活動進行接軌。(Cloud Class Room, 2014)

## 二、 熱門選項選擇題(Hot Multiple Choice Questions)

Hsia 等人提出了 HMCQs 的概念，也就是選項上具有 Hot 標示的選擇題；選擇題(Multiple Choice Questions, 簡稱 MCQs)，一直以來被廣泛的使用，但這種學習方式容易造成機械式的學習，讓學生形成固定的思考模式；當題目中的關鍵字出現時，學生通常會直接去尋找過往做過的題目的答案，這種作答模式不僅乏味且無法讓學生有效的思考答案與題目的關聯(王柏竣, 2017)。Karen 和 Michael 表示，學生表明對 MCQs 的學習方式是被動及不思考的(Karen&Michael, 1994)。而好的選擇題架構設計，更能夠讓答題者去思考每個選項的對錯與否(Little, 2011)(Little&Bjork, 2010, 2015)。

當學習者進行熱門選項選擇題(HMCQs)作答時，可以看到根據教師的經驗和學習者的同伴的答案所產生出的熱門答案，目的是為了激發更多學習者對於主題的思考，以及學習者已熟讀過內容之反思(Hsia et al, 2018)。

本研究嘗試在傳統「即時回饋系統」下，加入 HMCQ 的概念，使得學生在回答選擇題的問題中，引起更多的思考，觀察是否引起比傳統 MCQ 的方式，同儕間有更多的討論、更多的互動。

## 三、 同儕學習(Peer learning)

同儕學習是個人在完成某學習任務的歷程中，經由同儕的互動和協助，獲得情緒的社會性支持，以及相互的教導與學習，易使彼此的學習成效提高的一種學習型態。(呂美慧，2012)

學生時期身邊的同學大多年齡相近，因此課堂上互動對象，同儕之間的頻繁程度不會低於與老師之間的互動，在這過程中，除了促進學生的社會化過程，在兒童發展上所扮演的重要角色即是提供豐富機會讓學生們以觀察學習方式增廣知識、提升各項能力、發展人際、社會互動技巧等(林怡秀，2007)。

文獻提供的證據表明，同儕互動可以增強發展框架內任務的學習成果，與獨立的個人工作相比，同儕互動通過對話和討論將更有效地改變原有的認知(Richard et al, 1999)，藉由同儕學習可以觀察到增加責任感、參與度、提高準確性和持續動力(Assinder, 1991)。

#### 四、 協作學習(collaborative learning)

協作學習是在21世紀的終身學習者培養的主要教育目標(Partnership for 21st Century Skills, 2009、Voogt & Roblin, 2012)，指的是學生為了獲得更深入的理解或建構社會知識而參與的社會談判過程(Dillenbourg, 1999)，參與的學生通過思想和意見交流，共享相關資訊以及提供同伴反饋的互動來共同構建他們的知識(Lee et al, 2014)。

培養學生的溝通技巧和社會意識，參與知識建構的對話，討論想法，並為不同的想法提出評估以及看法(Scardamalia, 2002、Stahl et al, 2006)，一種協調、同步的活動，嘗試持續建構和維護一個共同的問題概念的結果(Roschelle & Teasley, 1995)，多項研究發現，與個人學習相比，各種形式的協作學習策略具有顯著優勢(Johnson, 1981)，包括學術，社會和心理方面的好處(Johnson et al, 2014)，本研究期望以熱門選項更加促進思考，更加強化同儕之間的互動、協作討論，進而增加參與課堂活動意願。

## 參、實驗方法

### 一、實驗對象

本研究實驗對象為中原大學資訊工學系 107 學年度第二學期，修習「計算機概論(二)」學生，學生依照班級不同分為傳統組與熱門組，排除掉問卷填寫不完全的學生後，兩組人數分別為：傳統組 72 名、熱門組 57 名。兩組學生皆使用「JAVAVA」系統進行即時答題互動。

### 二、實驗流程

實驗流程如圖 3-1 所示，時驗開始前，先進行前測問卷，以瞭解學生在使用系統前同儕互動、師生互動和課堂參與度的狀況；實驗結束後進行後測，以瞭解學生是否受到系統影響；在第一天進行實驗時，進行帳號登入，以及作答教學。

本實驗共計七週，學生必須在課堂上，使用手機、平板電腦或筆記型電腦等等設備，登入系統，由老師開啟題目、開放作答，學生即可使用設備進行答題，課後可以隨時隨地登入進行答題回顧。



圖 3-1 實驗流程圖

### 三、 實驗教材

實驗所使用的課程教材為中原大學資訊工學系 107 學年度第二學期「計算機概論(二)」後半學期進度 Java 概念，一共分為三大部分：「From C to Java」、「On to OOP」、「Exception handling」。

### 四、 實驗工具

本研究探討兩組在有無熱門選項的影響之後，於與同儕的互動、與教師的互動以及思考的參與上的差異，因此採用 Lorena 等人在 2013 年所採用的問卷(Lorena et al., 2013)，原問卷為 11 題，經探索性因素分析確定符合本研究討論面向後，修改為 8 題，刪除之題目詳情請見附錄一到四節，前測問卷與後測問卷皆為七等第問卷，題目如下：

#### (一) 前測問卷

1. 計概的上課方式，讓我有機會與同學討論
2. 計概的上課方式，會增加我與同學談話的機會
3. 計概的上課方式，讓我有機會與同學交換資訊
4. 我認為計概的上課方式，有促進我與老師之間的互動
5. 計概的上課方式，讓我有機會與老師討論
6. 計概的上課方式，會增加我與老師之間的談話的機會
7. 計概上課時，當老師問我們問題，我會去思考可能的答案
8. 計概上課時，當老師(只是單純的)在講課，我會去思考他到底在說什麼

#### (二) 後測問卷

1. 使用 JAVAVA 系統時，讓我有機會與同學討論
2. 使用 JAVAVA 系統時，會增加我與同學談話的機會
3. 使用 JAVAVA 系統時，讓我有機會與同學交換資訊

4. 我認為使用 JAVAVA 系統，有促進我與老師之間的互動
5. 使用 JAVAVA 系統，讓我有機會與老師討論
6. 使用 JAVAVA 系統，會增加我與老師之間的談話的機會
7. 使用 JAVAVA 系統時，對於 JAVAVA 所提出的問題，我會去思考可能的答案
8. 使用 JAVAVA 系統時，當老師講解答案時，我會去思考他到底在說什麼

### (三) 系統使用問卷

為了瞭解學生在使用「JAVAVA」系統後的感受與想法，使用系統使用問卷來得知學生對於「JAVAVA」的看法，蒐集回饋資料，以便改進系統，問卷一共 11 題，五等第問卷，最後三題為開放式問答，題目如下：

1. 我喜歡用「JAVAVA」來學習。
2. 透過「JAVAVA」讓我覺得計算機概論課程不再那麼沉悶。
3. 我覺得「JAVAVA」是一個好的輔助學習工具。
4. 「JAVAVA」能提高我主動思考的能力。
5. 「JAVAVA」能幫助我加深對题目的印象。
6. 「JAVAVA」能幫助我提升對於課程內容的理解。
7. 我喜歡「JAVAVA」的出題方式。
8. 我認為在練習過程中系統的出題方式對學習有幫助。
9. 如果滿分 10 分你給「JAVAVA」打幾分？
10. 承上題，為什麼？
11. 使用「JAVAVA」後的心得及建議

## 五、問卷 EFA 與信效度分析

原問卷原有 11 題，經探索性因素分析(Exploratory Factor Analysis, EFA)後，刪除 3

題，並構成三個面向，分別命名為「與同儕的互動(Interactivity with peers)」、「與教師的互動(Interactivity with the teacher)」、「思考的參與(Engagement)」；信度與效度則是所有測量的重要議題，信度代表的是研究者設計的題目是否一致且穩定，而效度代表是否測量到想要探知的特質。

本研究信度分析以 Cronbach's Alpha 和組合信度(Component reliability, 縮寫 CR)，兩項做為衡量標準。Nunnally 認為 Cronbach's Alpha 的值至少要大於 0.5，0.7 以上為可接受之水準，若其值低於 0.35，則此量表不予採用(Nunnally, 1978)；而組合信度是一個介於 0 至 1 的比值，此數值越高代表「真實變異佔總變異的比例越高」，亦即內部一致性也是越高，最早提出這個概念的 Fornell 和 Larcker 則是建議潛在變項的 CR 值能達到 0.60 以上(Fornell & Larcker, 1981)。

本研究之前後測問卷組合信度皆達 0.7 以上之水準如表 3-1、3-2 所示。前後測之 Cronbach's Alpha 數值皆達 0.7 以上，如表 3-3 所示，因此可以說本研究之問項具有相當程度之一致性。

本研究之效度分析以建構效度 (Construct Validity) 作為衡量之標準，取其中收斂效度 (Convergent Validity) 和區別效度 (Discriminant Validity) 兩類型。收斂效度以平均變異萃取量(Average Variance Extracted, AVE)最具有代表性，是計算潛在變量對各測量項目的變異解釋力，越高則代表潛在變量有越高的收斂效度，因此本研究以平均變異萃取量(AVE)作為衡量之標準。根據 Hair 等人的建議，標準化因素負荷量至少要達到 0.50 的門檻，亦即是說 AVE 至少也要有  $(0.5)^2 = 0.25$  (Hair et al., 2006)，Fornell 和 Larcker 則是建議達到 0.5 以上，0.36 ~ 0.5 為可接受門檻(Fornell & Larcker, 1981)。區別效度也稱之為分歧效度 (Divergent Validity)，與收斂效度相反，是指當一個構面之多重指標相聚合或呼應時，則此構面的多重指標也應與其相對立之構面的測量指標有負向相關。

根據表 3-1、3-2 所示，本研究前後測問卷各構面因素負荷值皆超過 0.5，以及平均變異萃取量皆超過 0.5，因此可以說本研究問卷具有一定程度的收斂效度。

根據表 3-4、3-5 所示，本研究前後測問卷各構面之平均變異萃取量 (AVE) 平方根值皆大於其他構面之相關係數。因此可以說本研究問卷各構面之間具有良好之區別效度。

表 3-1 前測問卷各構面之信度效度指標

構面	題號	因素負荷	AVE	CR
與同儕的互動	1.	0.89	0.79	0.92
	2.	0.92		
	3.	0.85		
與老師的互動	4.	0.89	0.57	0.80
	5.	0.73		
	6.	0.85		
思考的參與	7.	0.84	0.72	0.84
	8.	0.70		

表 3-2 後測問卷各構面之信度效度指標

構面	題號	因素負荷	AVE	CR
與同儕的互動	1.	0.95	0.84	0.98
	2.	0.95		
	3.	0.90		
與老師的互動	4.	0.90	0.79	0.92
	5.	0.97		
	6.	0.95		
思考的參與	7.	0.87	0.82	0.90
	8.	0.85		

表 3-3 前後測問卷 Cronbach's Alpha 分析

構面	構面題數	前測 $\alpha$ 係數	後測 $\alpha$ 係數
與同儕的互動	3	0.92	0.95
與老師的互動	3	0.85	0.96
思考的參與	2	0.73	0.84

表 3-4 前測問卷區別效度 ( 構面與平均變異萃取平方根矩陣 )

構面	與同儕的互動	與老師的互動	思考的參與
與同儕的互動	0.89		
與老師的互動	0.46	0.75	
思考的參與	0.37	0.16	0.85

註：對角線上為平均解釋變異量 (AVE) 的平方根

表 3-5 後測問卷區別效度 ( 構面與平均變異萃取平方根矩陣 )

構面	與同儕的互動	與老師的互動	思考的參與
與同儕的互動	0.91		
與老師的互動	0.41	0.89	
思考的參與	0.51	0.39	0.91

註：對角線上為平均解釋變異量 (AVE) 的平方根

## 六、問卷 CFA 分析

為了建立對測量結果的結構有效性的證據(Kerlinger, 1986)，提出圖 3-2 所示模型，且將三項因素稱為「參與課堂活動的意願」，對結果進行了驗證性因子分析(Confirmatory Factor Analyses)，將會提及五個配適度指標：卡方值( $\chi^2$ )；卡方值與自由度之比( $\chi^2/df$ )；近似均方根誤差(RMSEA)；非規範配適指標(TLI)；比較性配適指標(CFI)。

分析結果如表 3-6，雖然卡方值為  $\chi^2(17) = 29.64$ ； $p = 0.029 < 0.05$  達到顯著水準，表明該模型配適度不理想，但已有研究表明卡方統計量對樣本數量敏感，因此可以使用卡方值與自由度之比此類基於差異的配適指數，此指數小於 5 表示模型與樣本數據之間可接受配適(MacCallum, Brown, & Sugawara, 1996)，該模型卡方值與自由度之比為  $\chi^2/df = 1.74$ ，表示所提出的模型可接受配適。近似均方根誤差數值為  $RMSEA = 0.053$ ，越大表示模型與資料之間的適配度越低，建議數值要不超過 0.06(Hu and Bentler, 1999)，介於

0.05 與 0.08 之間，則稱模型有不錯的配適度(McDonald & Ho, 2002; 黃芳銘, 2007)，若大於 0.1 則表示模型非常不理想(Browne & Cudeck, 1993)。非規範配適指標為 TLI=0.951，比較性配適指標為 CFI=0.977，Hu 與 Bentler 指出配適指標為 0.95 以上，表示擁有良好的配適，因此本研究所提出之模型對數據有不錯的配適。

表 3-6 驗證性因子分析結果

指標	$\chi^2$	df	$\chi^2/df$	RMSEA	CFI	TLI
數值	29.762 ( $p = 0.028$ )	17	1.75 ( $< 5$ )	0.053 (0.05 ~ 0.08)	0.977 ( $> 0.95$ )	0.951 ( $> 0.95$ )

將問卷問題分別編號，「與同儕的互動」為 S，與其有關的三題為 SQ1、SQ2 與 SQ3，「與教師的互動」為 T，題目為 TQ4、TQ5 與 TQ6，「思考的參與」為 E，題目為 EQ7 和 EQ8，「參與課堂活動的意願」則為 W。路徑中的標準化路徑值範圍從 0.46 至 0.93，表 3-7 包含潛在變量到項目的標準化路徑係數。

圖 3-2 課堂參與活動的意願模型

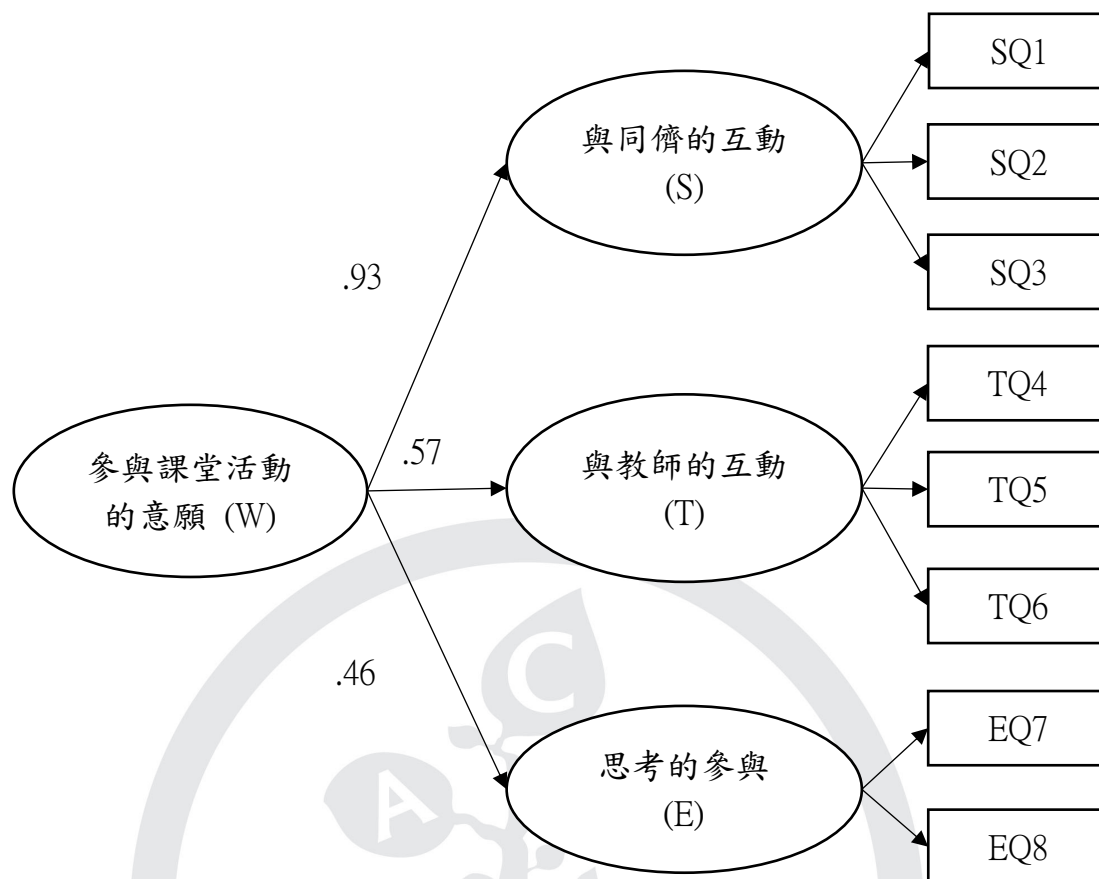


表 3-7 課堂參與活動的意願模型路徑係數表

路徑	標準化路徑係數	路徑	標準化路徑係數
W → S	0.93	T → TQ4	0.86
W → T	0.57	T → TQ5	0.73
W → E	0.46	T → TQ6	0.85
S → SQ1	0.89	E → EQ7	0.84
S → SQ2	0.92	E → EQ8	0.70
S → SQ3	0.85		

## 肆、系統介紹

### 一、系統簡介

由於近年來科技的進步與發展，每人幾乎都有個人的行動裝置(智慧型手機、平板、筆記型電腦...等行動裝置)，行動學習(Mobile Learning)也日漸成熟(鄭暉翰，2017)，因此選用 web 架構作為課堂中學生答題之系統，無論是智慧型手機、筆記型電腦，只要擁有瀏覽網頁的功能，即可參與作答，教師端藉由投影片顯示當前作答情況、同學的作答分佈、講解問題等等，與同學進行互動。

本研究使用 Node.js v10.0.0 開發作為後台伺服器，網頁框架選用擁有 MVC 架構的 Express v4.15.2，並以 Mysql 作為資料庫，前端使用具有響應式網頁(Responsive web design) 功能的 css 框架 bootstrap4，一款強調即時出題、自由討論、教師互動即時反饋系統，因使用在中原大學資訊工程系計算機概論(二)後半學期，主要教授 Java 程式概念，因此命名為「Javava」。

使用者輸入網址後進入首頁(圖 4-1)，即可點選畫面右上方 LOGIN 字樣，使用教師事先提供之帳號密碼進行登入。

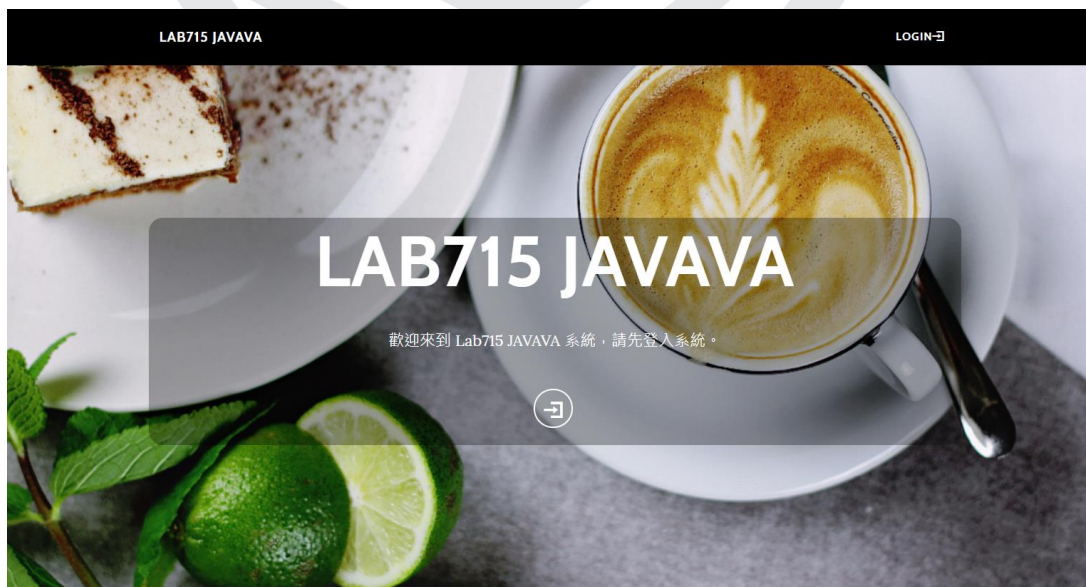


圖 4-1 系統首頁登入畫面

## 二、系統功能與學生端介面

使用者成功登入後，學生端(圖 4-2)的功能有「作答區」、「個人區」、「回顧區」以及「LOGOUT」四項功能。

(一) 作答區：當有題目開放時，作答區重新整理即可看到題目，選擇要回答的題目之後，點選作答去的按鈕，就能參與作答。



The screenshot shows the student interface for LAB715 JAVA. At the top, there is a navigation bar with 'LAB715 JAVA' on the left and '個人區', '作答區', '回顧區', and 'LOGOUT' on the right. The main content area is titled '現正開放題目'. Below the title, there is a search bar and a dropdown menu for '顯示 10 項結果'. A table lists the questions with columns for '編號', '題目', and '功能'. The first row shows '8' as the ID and '問答：請問 java.lan...' as the question. A '作答去' button is next to the question. At the bottom, there is a '顯示第 1 至 1 項結果，共 1 項' message, a '刷新' button, and '上頁 1 下頁' navigation.

編號	題目	功能
8	問答：請問 java.lan...	作答去

圖 4-2 學生端畫面

(二) 個人區(圖 4-3)：可以看到自己的資料以及修改密碼。



The screenshot shows the personal information page for LAB715 JAVA. The navigation bar includes 'LAB715 JAVA' and '個人區', '作答區', '回顧區', '管理介面', and 'LOGOUT'. A dropdown menu is open under '個人區', showing '個人資料' and '修改密碼'. The main content area is titled '個人資料'. Below the title, there is a table with two columns: '項目' and '數值'.

項目	數值
編號	1
帳號	10677030
姓名	助教
性別	男
班別	資訊一乙

圖 4-3 個人區簡介

(三) 回顧區(圖 4-4)：在作答完後，可以回顧自己的答題情況，如同作答區介面一樣，點選檢視後，系統將引導至該題回顧頁面。

LAB715 JAVA
個人區 ▾ 作答區 回顧區 LOGOUT

## 開放複習題目

顯示 10 項結果
搜索:

編號	題目	功能
1	以下哪一選項不宜作為C(或JAVA)程式的開頭?...	<input type="button" value="檢視"/>
2	class G { double mPi = ...	<input type="button" value="檢視"/>
3	package testProject; pub...	<input type="button" value="檢視"/>
4	class Building { int he...	<input type="button" value="檢視"/>
5	class A { double mPi = ...	<input type="button" value="檢視"/>
6	java 中 package 指的是同一個目錄 ...	<input type="button" value="檢視"/>
7	import java.util.Scanner ...	<input type="button" value="檢視"/>
8	問答：請問 java.lang.String 的...	<input type="button" value="檢視"/>

顯示第 1 至 8 項結果，共 8 項
上頁 1 下頁

圖 4-4 回顧區簡介

在作答區點選題目後會進入作答頁面(圖 4-5)，使用者需仔細閱讀題目與選項，確認完畢後點選下方四個選項之中的一個，再按下送出即完成作答，一旦送出答案後，就不可再做更改，題目範圍為計算機概論(二)後半學期 java 進度 1 至 8，皆為四選一單一選擇題。

### 請作答

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

(A)

deconstructor

---

●

(B)

parent

---

●

(C)

finalizer

---

●

(D)

constructor

---

●

圖 4-5 作答頁面

而從回顧區點選檢視則會進入回顧頁面(圖 4-6)，回顧頁面分為兩個部分，第一個部分是題目與你選的答案，而其中並不會告訴使用者正確答案是什麼，第二個部分則是該題選擇的圓餅分佈圖(圖 4-7)，可看出自己是在哪一個群體之中。

LAB715 JAVA個人區 ▾ 作答區 回顧區 LOGOUT

## 作答回顧

題目

以下哪一選項不宜作為C(或JAVA)程式的開頭?

(A) <code>import java.util.* ;</code> <input type="radio"/>	(B) <code>#include &lt;iostream&gt;</code> <input type="radio"/>	(C) <code>import stdio.h</code> <input checked="" type="radio"/>	(D) <code>#include &lt;stdlib.h&gt;</code> <input type="radio"/>
---	--	--	--

圖 4-6 作答回顧頁面

## 作答分佈情況

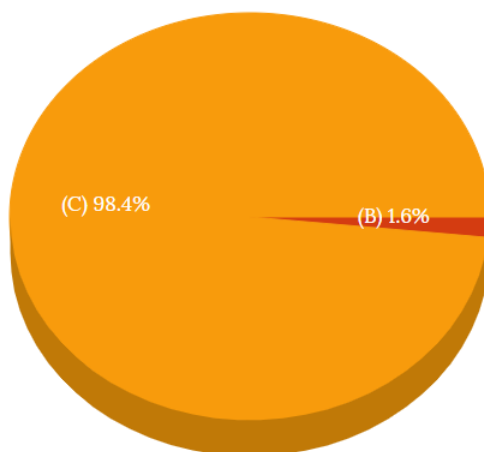


圖 4-7 選擇圓餅分佈圖

### 三、 教師介面

教師介面與學生介面無太大差異，在畫面右上角中多出一個「管理介面」的功能區，此介面進入後有四個功能(圖 4-8)，分別為「帳號管理」、「題目管理」、「作答管理」、「問答批改」，Java 不單單只能以選擇題的方式出題，問答題的形式在此系統上亦是可行的，不過本研究著重於熱門選項選擇題探討上，問答題的功能在本文中不再詳加介紹，「問答批改」即是對問答題的回答進行批改。



#### 選擇功能

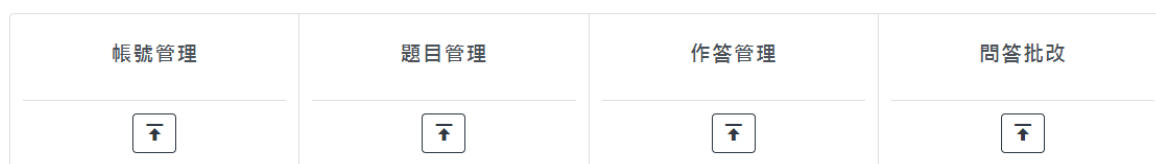


圖 4-8 教師管理介面

「帳號管理」則是對使用者的帳號進行開啟關閉、重設、新增帳號等功能，「題目管理」(圖 4-9)專門用於題目的新增、修改、開啟關閉功能，對於一個題目，可以選擇以哪種方式、以哪個班級開啟問題，按下去後，已開啟的問題將會置頂，方便教師關閉；點選編輯的話，畫面將移置下方新增問題區域(圖 4-10)，並改變為編輯模式，由上而下為「題目」、「選項」、「備註」，其中正確答案旁的熱門，即表示該選項顯示時，會有 HOT 的標示，HOT 的決定將在本章第五節說明，而新增模式與編輯模式介面相同，其中的差異只有功能按鈕的不同。

## 題目管理

顯示  項結果 搜索:

編號	題目	備註	動作
4	class Building { int height ... ( more )	java1-4	<a href="#">編輯</a> <a href="#">關閉問題-乙</a>
1	以下哪一選項不宜作為C(或JAVA)程式的開頭?... ( more )	java1-1 107.5.3	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>
2	class G { double mPi = 3.141... ( more )	java1-2	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>
3	package testProject; public c... ( more )	java1-3	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>
5	class A { double mPi = 3.141... ( more )	java1-5	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>
6	java 中 package 指的是同一個目錄 假如我有一... ( more )	java1-6	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>
7	import java.util.Scanner; im... ( more )	java1-7	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>
8	問答：請問 java.lang.String 的資料夾與權... ( more )	java1-8 107.5.10結束點	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>
9	package JAVAGOGOGO; class A {... ( more )	java1-9	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>
10	package JAVAGOGOGO; class A {... ( more )	java1-10	<a href="#">編輯</a> <a href="#">選擇甲班</a> <a href="#">選擇乙班</a> <a href="#">問答甲班</a> <a href="#">問答乙班</a>

顯示第 1 至 10 項結果，共 54 項 上頁       下頁

圖 4-9 題目管理介面

## 新增題目

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

(A)	(B)	(C)	(D)
deconstructor	parent	finalizer	constructor
<input type="radio"/> 正確 <input type="radio"/> 熱門	<input type="radio"/> 正確 <input type="radio"/> 熱門	<input type="radio"/> 正確 <input type="radio"/> 熱門	<input type="radio"/> 正確 <input type="radio"/> 熱門

java1-4

[轉為純問答](#)
[確定編輯](#)
[返回新增](#)

圖 4-10 新增編輯題目介面

在課堂教室中上課，出完題目後，投影布幕投出的畫面就是進入「作答管理」(圖 4-11)後選擇題目所顯示的畫面；當題目目前是開啟狀態時，該題會顯示在表格的最上方，並以記號標示，此時老師點選「抽點模式」按鈕，即可進入該題進行開放作答、抽點等與學生互動。

編號	題目	動作
7	class Building { int height ... (乙) ⚡	抽點模式
18	問答：請問 java.lang.String 的資料夾與權... (甲)	抽點模式
17	import java.util.Scanner ; im... (甲)	抽點模式
16	java 中 package 指的是同一個目錄 假如我有... (甲)	抽點模式
15	class A { double mPi = 3.141... (甲)	抽點模式
14	class Building { int height ... (甲)	抽點模式
13	package testProject; public c... (甲)	抽點模式
12	class G { double mPi = 3.141... (甲)	抽點模式
11	問答：請問 java.lang.String 的資料夾與權... (乙)	抽點模式
10	import java.util.Scanner ; im... (乙)	抽點模式

圖 4-11 作答管理介面

互動介面(圖 4-12)，點選「開放繳交」後，下方會跑出進度條，代表目前登入中已經作答的百分比，下方有所有學生名單，綠色代表已經作答，紅色代表已經登入尚未作答，黑色代表尚未登入也還沒作答；「看選項」按鈕按下去，畫面會將該題的四個選項列出(圖 4-13)，待答題完畢後，點選「看分佈」(圖 4-14)，系統會即時算出所有各選項所佔比例，並顯示圓餅圖於畫面上；抽點進行互動時，只需要點選畫面上「抽抽」按鈕(圖 4-15)，即可將抽點到的人顯示於畫面上，並且可以觀看他所選的答案。

## 隨機抽點

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

看分佈

看選項

強制繳交

抽抽

10523211 葉奕廷	10612226 林俊佑	10612201 葉羽修	10623155 游景賢	10624121 高嘉蔚	10624132 謝皓全	10624370 鄭淵哲
10644244 陳又瑄	10651151 徐安柔	10720101 阮彥喆	10720102 蘇世界	10720103 汪柏辰	10720104 陳昱霖	10720105 廖瑞廷
10720107 陳丕中	10720111 陳少暉	10720114 林婕欣	10720115 林耕逸	10720116 鄭宇傑	10720117 洪子崴	10720127 劉宜鑫

圖 4-12 抽點互動介面

## 隨機抽點

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

(A)

deconstructor

(B)

parent

(C)

finalizer

(D)

constructor

看分佈

看選項

強制繳交

抽抽

10523211 葉奕廷	10612226 林俊佑	10612201 葉羽修	10623155 游景賢	10624121 高嘉蔚	10624132 謝皓全	10624370 鄭淵哲
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

圖 4-13 看選項按鈕按下示意圖

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

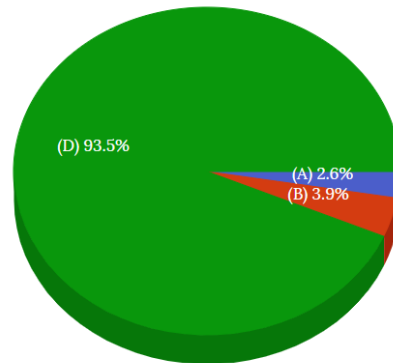
程式碼中的 Building() 是下列何者?

看分佈

看選項

開放繳交

抽抽



收起

圖 4-14 看分佈示意圖

## 隨機抽點

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

看分佈

看選項

開放繳交

抽抽

恭喜抽中學號: 10720133 蕭于茜 點我看答案

(D)

constructor

收起

圖 4-15 抽點示意圖

#### 四、傳統組與熱門組差異

傳統組作答方式如同本章第一節所提，熱門組作答方式亦與傳統組相同，兩組在答題時皆可與同學討論後，再送出答案，而差異點只在介面上，是否有顯示出紅色 HOT 字樣(圖 4-16)；另一個差異點是位在回顧區，在回顧以前的作答紀錄時，熱門組一樣會有 HOT 的字樣存在(圖 4-17)。

LAB715 JAVA個人區 ▾ 作答區 回顧區 LOGOUT

### 請作答

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

(A) destructor	(B) parent	(C) finalizer	(D) constructor
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> HOT	<input type="radio"/>

填完送出

圖 4-16 熱門選項示意圖

LAB715 JAVA個人區 ▾ 作答區 回顧區 LOGOUT

### 作答回顧

題目

```
class Building {
    int height ;
    Building() {
        height = 5 ;
    } // Building()
} // class Building
```

程式碼中的 Building() 是下列何者?

(A) destructor	(B) parent	(C) finalizer	(D) constructor
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/> HOT	<input type="radio"/>

圖 4-17 熱門組作答回顧示意圖

## 五、熱門選項的決定

教師在熱門組作答時會提醒學生「熱門只是學長姐的選擇，跟正確答案沒有關係，只是給你參考用，請依照自己的判斷選擇答案」，以防止學生直接將熱門選項當作正確答案，失去思考與討論問題的效果，而熱門選項亦不能每次皆與正確答案相同，因此需要訂定熱門選項的篩選規則。

篩選規則中，將題目分為記憶題與思考題，而記憶題定義為識別與回憶，從記憶中探索適切的資訊，從經驗中找出涵義，相當於 Bloom 與 Anderson 所提出的認知歷程向度(Cognitive Process Dimension)之中的記憶(Remember)層與了解(Understand)層；思考題則定義為需要依照程序進行，將概念一一拆解成許多部份，進而分析各部份與整體的關係，相當於認知歷程向度(Cognitive Process Dimension)之中的應用(Apply)層與分析(Analyze)層(Bloom, 1956)(Anderson, 2001)。

根據 Hsia 等人所使用的熱門選項的篩選規則(Hsia et al, 2018)，再因應本研究中的需求，稍做修改，篩選規則如下：

- (一) 將題目分為記憶題與思考題，記憶題主要是利用背誦即可知道答案的題目，思考題著重於邏輯的推理，經過推理方可知道答案。
- (二) 熱門選項的來源，以上一個學年度學生的答案比例作為真實熱門選項，以及由教師挑選學習者觀念上容易錯誤的答案作為誘導熱門選項，對於記憶題與思考題兩者的熱門選項分配如下：
  - A. 記憶題：80%為真實熱門選項，20%為誘導熱門選項。
  - B. 思考題：30%為真實熱門選項，70%為誘導熱門選項。

## 伍、實驗結果

本研究探討傳統組與熱門組在有無熱門選項的影響之後，於與同儕的互動、與教師的互動以及思考的參與上的差異。參與本研究的人數分別為：傳統組 72 名、熱門組 57

名。透過 ANCOVA 與 t 檢定對「與同儕的互動(Interactivity with peers)」、「與教師的互動(Interactivity with the teacher)」以及「思考的參與(Engagement)」前後測進行分析。

### 一、 與同儕的互動之前、後測分析

傳統組與熱門組「與同儕的互動」得分之描述性統計資料如表 5-1 所示，表 5-2 為兩班前測與後測之同質性檢定， $p=0.40$  與  $0.16$  皆  $>0.05$ ，接受虛無假設，表示在 95% 的信心水準下變異數為同質，便可說明之後的 ANOVA 檢定數具有意義性並且為可用數據。以 ANOVA 檢定與 ANCOVA 檢定進行分析，結果如表 5-3 與表 5-4 所示，前測與後測皆未呈現顯著性，表示兩組間「與同儕的互動」實驗前後並無顯著差異。

表 5-1 「與同儕的互動」描述性統計資料

項目	組別	個數	平均	標準差
前測	傳統組	72	17.78	2.86
	熱門組	57	17.94	2.83
後測	傳統組	72	18.61	3.68
	熱門組	57	19.25	2.66

表 5-2 「與同儕的互動」變異數同質性檢定

項目	Levene 統計資料	分子自由度	分母自由度	顯著性
前測	.729	1	127	.40
後測	1.972	1	127	.16

\*\*\* :  $p<0.001$ , \*\* :  $p<0.01$ , \* :  $p<0.05$

表 5-3 「與同儕的互動」ANOVA 檢定

		平方和	自由度	平均值平方和	F	d	顯著性
前測	群組之間	.92	1	.92	.11	.06	.74
	在群組內	1029.29	127	8.12			
後測	群組之間	12.81	1	12.81	1.20	.20	.28
	在群組內	1357.67	127	10.69			

\*\*\* :  $p<0.001$ , \*\* :  $p<0.01$ , \* :  $p<0.05$

表 5-4 「與同儕的互動」 ANCOVA 檢定

組別	個數	平均	標準差	調整後平均	F	d	p
傳統組	72	18.61	3.68	18.65	1.13	.20	.29
熱門組	57	19.25	2.66	19.19			

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

以 T 檢定來檢測組內是否存在差異，如表 5-5、圖 5-1 所示。經過檢定後發現，熱門組從前測 17.94 進步到後測 19.25， $t = -4.04$ ； $p = 0.000 < 0.05$ ，表示熱門組在使用 JAVAVA 系統學習後對於「與同儕的互動」有著顯著的提升；而傳統組由前測 17.78 進步到後測 18.61， $t = -1.99$ ； $p = 0.051 > 0.05$ ，表示傳統組在使用 JAVAVA 系統學習後對於「與同儕的互動」沒有顯著變化。

表 5-5 「與同儕的互動」前測-後測 T 檢定

	成對變數差異			相關	t	自由度	d	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的標準誤					
傳統組	-.83	3.56	.42	.43	-1.96	71	.25	.051
熱門組	-1.30	2.43	.32	.61	-4.01	56	.48	.000***

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

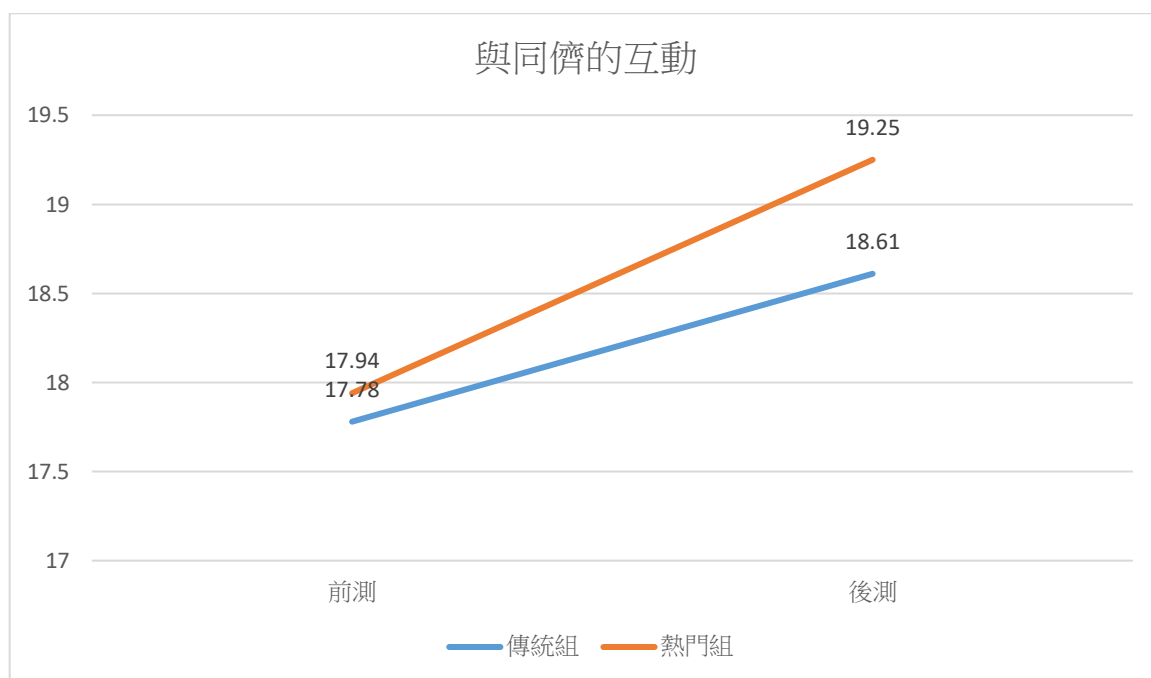


圖 5-1 傳統組與熱門組「與同儕的互動」平均分數折線圖

## 二、 與教師的互動之前、後測分析

傳統組與熱門組「與教師的互動」得分之描述性統計資料如表 5-6 所示，表 5-7 為兩班前測與後測之同質性檢定， $p=0.63$  與  $0.19$  皆  $>0.05$ ，接受虛無假設，表示在 95% 的信心水準下變異數為同質，便可說明之後的 ANOVA 檢定數具有意義性並且為可用數據。以 ANOVA 檢定，結果如表 5-8 所示，前測  $F=0.63$ ， $p=0.43 > 0.05$ ，未呈現顯著性，表示兩組間於「與教師的互動」上實驗前並無顯著差異；而後測  $F=4.78$ ， $p=0.03 < 0.05$ ，顯示出顯著水準，代表熱門組在實驗後「與教師的互動」得分顯著高於傳統組；以 ANCOVA 檢定進行分析，如表 5-9 所示， $F=4.10$ ， $p=0.045 < 0.05$ ，達著水準，表示兩組之後測分數經過前測得分調整後，熱門組得分亦顯著高於傳統組。

表 5-6 「與教師的互動」描述性統計資料

項目	組別	個數	平均	標準差
前測	傳統組	72	15.10	3.38
	熱門組	57	15.56	3.18

後測	傳統組	72	15.21	3.93
	熱門組	57	16.80	4.36

表 5-7 「與教師的互動」變異數同質性檢定

項目	Levene 統計資料	分子自由度	分母自由度	顯著性
前測	.24	1	127	.63
後測	1.78	1	127	.19

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

表 5-8 「與教師的互動」ANOVA 檢定

		平方和	自由度	平均值平方和	F	d	顯著性
前測	群組之間	6.86	1	6.86	.63	.14	.43
	在群組內	1029.29	127	8.11			
後測	群組之間	81.31	1	81.31	4.78	.39	.03*
	在群組內	2158.75	127	17.00			

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

表 5-9 「與教師的互動」ANCOVA 檢定

組別	個數	平均	標準差	調整後平均	F	d	p
傳統組	72	15.21	3.93	15.30	4.101	.39	.045*
熱門組	57	16.80	4.36	16.70			

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

以 T 檢定來檢測組內是否存在差異，如表 5-10、圖 5-2 所示。經過檢定後發現，熱門組從前測 15.56 進步到後測 16.08， $t = -2.14$ ； $p = 0.04 < 0.05$ ，表示熱門組在使用 JAVAVA 系統學習後對於「與教師的互動」有著顯著的提升；而傳統組由前測 15.10 進步到後測 15.21， $t = -0.22$ ； $p = 0.83 > 0.05$ ，表示傳統組在使用 JAVAVA 系統學習後對於「與教師的互動」沒有顯著變化。

表 5-10 「與教師的互動」前測-後測 T 檢定

	成對變數差異			相關	t	自由度	d	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤					
傳統組	-.11	4.24	.50	.33	-.22	71	.03	.83
熱門組	-1.25	4.39	.58	.36	-2.14	56	.33	.04*

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

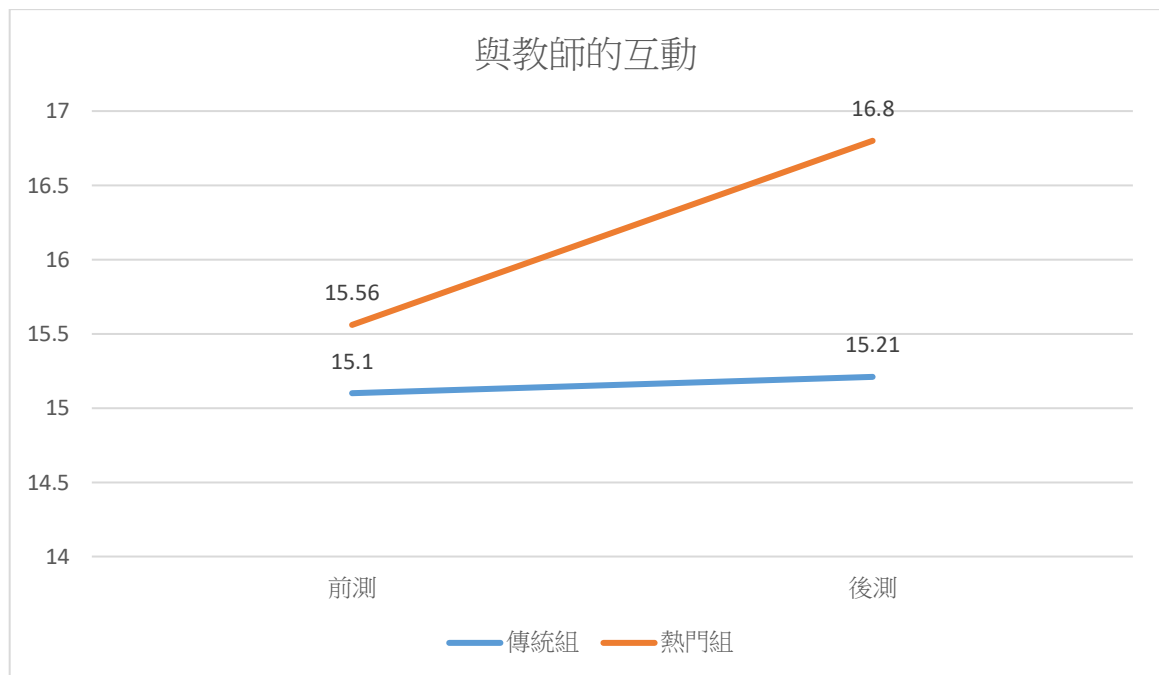


圖 5-2 傳統組與熱門組「與教師的互動」平均分數折線圖

### 三、 思考的參與之前、後測分析

傳統組與熱門組「思考的參與」得分之描述性統計資料如表 5-11 所示，表 5-12 為兩班前測與後測之同質性檢定， $p = 0.51$  與  $0.85$  皆  $> 0.05$ ，接受虛無假設，表示在 95% 的信心水準下變異數為同質，便可說明之後的 ANOVA 檢定數具有意義性並且為可用數據。以 ANOVA 檢定，結果如表 5-13 所示，前測  $F = 0.95$ ， $p = 0.33 > 0.05$ ；後測  $F = 0.04$ ， $p = 0.91 > 0.05$ ，皆未呈現顯著性，表示兩組間於「思考的參與」上實驗前後均無顯著差異；以 ANCOVA 檢定進行分析，如表 5-14 所示， $F = 0.09$ ， $p = 0.77 > 0.05$ ，未達著水

準，表示兩組之後測分數經過前測得分調整後，還是沒有顯著差異。

表 5-11 「思考的參與」描述性統計資料

項目	組別	個數	平均	標準差
前測	傳統組	72	12.72	1.30
	熱門組	57	12.95	1.30
後測	傳統組	72	12.85	1.51
	熱門組	57	12.88	1.38

表 5-12 「思考的參與」變異數同質性檢定

項目	Levene 統計資料	分子自由度	分母自由度	顯著性
前測	.43	1	127	.51
後測	.03	1	127	.85

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

表 5-13 「思考的參與」ANOVA 檢定

		平方和	自由度	平均值平方和	F	d	顯著性
前測	群組之間	1.61	1	1.61	.95	.18	.33
	在群組內	251.29	127	1.70			
後測	群組之間	0.03	1	0.03	.01	.02	.91
	在群組內	267.46	127	2.11			

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

表 5-14 「思考的參與」ANCOVA 檢定

組別	個數	平均	標準差	調整後平均	F	d	p
傳統組	72	12.85	1.51	12.89	.09	.02	.77
熱門組	57	12.88	1.38	12.82			

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

以 T 檢定來檢測組內是否存在差異，如表 5-15、圖 5-3 所示。經過檢定後發現，熱門組  $t = -0.33$  ;  $p = 0.74 > 0.05$  ; 傳統組  $t = -0.73$  ;  $p = 0.47 > 0.05$ ，表示傳統組與熱門組

在使用 JAVAVA 系統學習後對於「思考的參與」沒有顯著變化。

表 5-15 「思考的參與」前測-後測 T 檢定

	成對變數差異			相關	t	自由度	d	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤					
傳統組	-.13	1.45	.17	.47	-.73	71	.09	.47
熱門組	.07	1.58	.21	.31	-.33	56	.05	.74

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

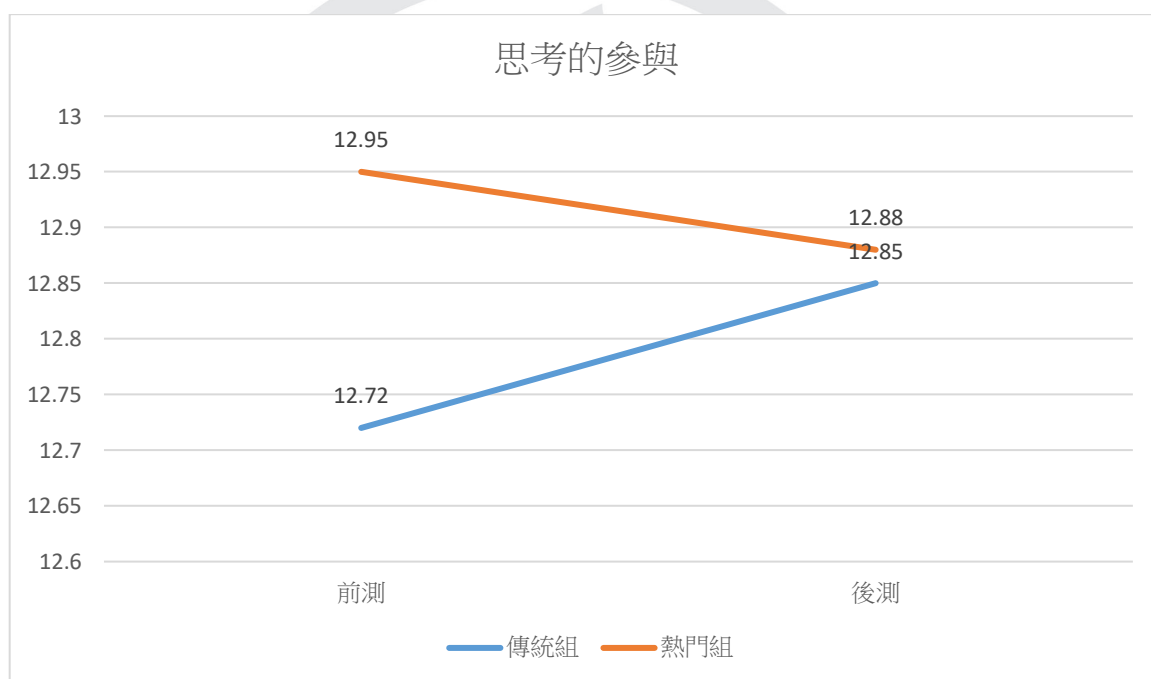


圖 5-3 傳統組與熱門組「思考的參與」平均分數折線圖

#### 四、參與課堂活動的意願之前、後測分析

傳統組與熱門組「參與課堂活動的意願」得分之描述性統計資料如表 5-18 所示，分數為第四、五、六節所提的面項之總合，表 5-17 為兩班前測與後測之同質性檢定， $p = 0.56$  與  $0.41$  皆  $> 0.05$ ，接受虛無假設，表示在 95% 的信心水準下變異數為同質，便可說明之後的 ANOVA 檢定數具有意義性並且為可用數據。以 ANOVA 檢定，結果如表 5-

18 所示，前測  $F = 0.70$ ， $p = 0.40 > 0.05$ ；後測  $F = 3.24$ ， $p = 0.07 > 0.05$ ，皆未呈現顯著性，表示兩組間於「參與課堂活動的意願」上實驗前後並無顯著差異；以 ANCOVA 檢定進行分析，如表 5-19 所示， $F = 0.57$ ， $p = 0.11 > 0.05$ ，未達著水準，表示兩組之後測分數經過前測得分調整後，還是沒有顯著差異。

表 5-16 「參與課堂活動的意願」描述性統計資料

項目	組別	個數	平均	標準差
前測	傳統組	72	45.60	5.91
	熱門組	57	46.46	5.60
後測	傳統組	72	46.67	6.88
	熱門組	57	48.93	7.34

表 5-17 「參與課堂活動的意願」變異數同質性檢定

項目	Levene 統計資料	分子自由度	分母自由度	顯著性
前測	.34	1	127	.56
後測	.70	1	127	.41

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

表 5-18 「參與課堂活動的意願」ANOVA 檢定

		平方和	自由度	平均值平方和	F	d	顯著性
前測	群組之間	2.47	1	23.47	.70	.15	.40
	在群組內	4233.46	127	33.33			
後測	群組之間	162.95	1	162.95	3.24	.32	.07
	在群組內	6381.72	127	50.25			

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

表 5-19 「參與課堂活動的意願」ANCOVA 檢定

組別	個數	平均	標準差	調整後平均	F	d	p
傳統組	72	46.67	6.88	46.94	2.57	.32	.11
熱門組	57	48.93	7.34	48.59			

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

以 T 檢定來檢測組內是否存在差異，如表 5-20、圖 5-4 所示。經過檢定後發現，熱門組  $t = -2.97$  ;  $p = 0.004 < 0.05$  ; 傳統組  $t = -1.58$  ;  $p = 0.12 > 0.05$ ，表示熱門組在使用 JAVAVA 系統學習後比起傳統組對於「參與課堂活動的意願」呈現統計上的顯著差異。

表 5-20 「參與課堂活動的意願」前測-後測 T 檢定

	成對變數差異			相關	t	自由度	d	顯著性 (雙尾)
	平均數	標準差	平均數的 標準誤					
傳統組	-1.07	5.76	.68	.60	-1.58	71	.19	.12
熱門組	-2.47	6.29	.83	.56	-2.97	56	.35	.004**

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

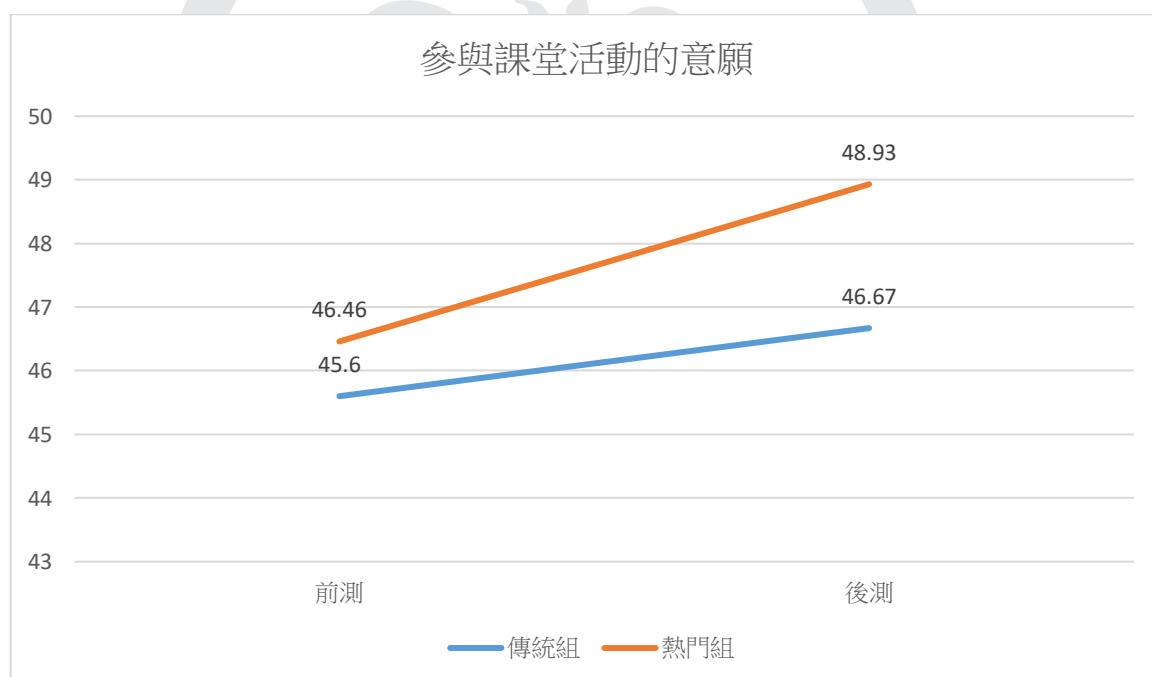


圖 5-4 傳統組與熱門組「參與課堂活動的意願」平均分數折線圖

## 五、系統使用問卷分析

為了瞭解學生對於使用「Java」系統後的心得以及建議，進行了系統使用問卷的調查。表 5-21 為兩組學生對於系統使用問卷之描述性統計資料與獨立樣本 t 檢定之結

果。在第四題「Javava」能提高我主動思考的能力上，兩組的比較呈現顯著差異  $p = .027 < 0.05$ ，可以說明熱門組比起傳統組更加認為使用「Javava」系統可以幫助他們提高主動思考的能力

表 5-21 系統使用問卷描述性統計與獨立樣本 t 檢定結果

題目內容	傳統組(SD)	熱門組(SD)	t	d	顯著性
1. 我喜歡用「Javava」來學習。	4.36(.68)	4.54(.68)	1.52	.27	.13
2. 透過「Javava」讓我覺得計算機概論課程不再那麼沉悶。	4.51(.69)	4.65(.61)	1.16	.21	.25
3. 我覺得「Javava」是一個好的輔助學習工具。	4.53(.63)	4.67(.61)	1.27	.23	.21
4. 「Javava」能提高我主動思考的能力。	4.51(.65)	4.74(.48)	2.36	.38	.03*
5. 「Javava」能幫助我加深對題目的印象。	4.38(.68)	4.56(.66)	1.57	.28	.12
6. 「Javava」能幫助我提升對於課程內容的理解。	4.57(.58)	4.65(.55)	0.80	.14	.43
7. 我喜歡「Javava」的出題方式。	4.32(.73)	4.44(.80)	0.88	.16	.38
8. 我認為在練習過程中系統的出題方式對學習有幫助。	4.46(.58)	4.63(.52)	1.76	.31	.08
9. 如果滿分 10 分你給「Javava」打幾分？	8.88(1.09)	9.16(1.21)	1.40	.25	.17

\*\*\* :  $p < 0.001$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \* :  $p < 0.05$

## 六、 學生意見反饋

為了未來增進系統使用者體驗，在系統使用問卷中，最後兩題為開方式問答，分別為「呈上題，為什麼(給予 Javava 系統打這個分數)」、「使用「Javava」後的心得及建議」，以便蒐集使用者對於系統使用上的回饋，其中回饋大多數為正向描述支持系統，可以幫助思考、讓計算機概論課程更有趣等等，同時亦有「程式碼類型的題目」顯示過小，觀

看不方便，時間作答過長等問題，表 5-22、5-23 為幾個代表性回饋，圖 5-5、5-6 為回饋之文字雲分析(HTML5 文字雲，2011)。

表 5-22 「呈上題，為什麼(給予 Javava 系統打這個分數)」代表性回饋

編號	評分	回饋
#1	10	能夠跟同學討論，比較有趣
#2	10	因為能夠動腦
#3	10	強迫每個人都要動腦筋想題目 而不是平常上課時 老大抽問其他同學時 大部分都處在發呆的狀態
#4	10	在這資訊普及的年代 透過行動裝置來學習逐漸成為一個一個趨勢 所以我覺得這是跟得上時代又同時可以幫助同學進步的系統
#5	9	有些問題平常不太會去注意的，尤其是理論類型。畢竟平常上課比較注重想法跟打程式。
#6	9	很容易發現自己有哪裡不了解
#7	8	很有趣，而且答題時腦袋真的會轉很兇
#8	8	用 Javava 系統上課可以增加同學之間的互動與思考，而不是一味死板的填鴨式學習
#9	7	很有效的令人了解程式，但感覺可以再深入一點
#10	7	回答時間有點太長
#11	3	如果選了答案後，不小心按到送出就會直接送出，希望可以設定多一個確定建

表 5-23 「使用「Javava」後的心得及建議」代表性回饋

編號	回饋
#1	跟同學對話增加了，非常開心，謝謝老師。
#2	作答時間可以短一點
#3	笑聲更多大家學習成效也增加

#4	很棒的系統，不過希望可以新增收回作答的功能以免我們手殘送錯答案
#5	希望有更方便的瀏覽方式
#6	助教寫這個互動式答題系統讓我更了解老大到底在講什麼碗糕，收穫很多
#7	題目顯示的視窗有點小，遇程式碼很長的題目要一直上下滑動頗不方便
#8	希望題目字體的縮放可以調整，在手機上不必一直調整畫面
#9	如果問題回顧有詳解或是可以自己備註的話感覺更棒
#10	如果可以設定一個限制時間強迫作答，就可以在課堂上進行更多題目， 提示課堂的價值
#11	有趣的題目和動腦的時間，讓上課不是單方面不用動腦的聽老師說，而是多了 分參與感。



圖 5-5 「呈上題，為什麼(給予 Javava 系統打這個分數)」文字雲分析



## (二) 熱門組更認為系統有幫助提升主動思考的能力

系統出題方式除了記憶題之外，大部分都是思考題，然而加入了熱門選項，本研究認為，這樣的做法使得學生更需要去分析，為何這個選項是熱門選項，此選項作為答案是否有他的道理存在，學生因此認為此種做法有助於幫助提升主動思考，與先前研究提出熱門選項激發更多學習者對於主題的思考(Hsia et al, 2018)，互相呼應。

## (三) 熱門組組內「與同儕的互動」提升

本研究實驗期間，觀察作答情況，發現兩組內討論的每個群體，都有一兩個意見主導者，解釋他為何選該選項，群體內的其他成員亦會加入討論，但大部分採取默默聽取意見的策略，而熱門組觀察到幾個現象，對於熱門選項正確與否的討論外，同學們討論後選擇完畢，亦會去詢問那些默默聽取意見的同學選什麼選項，進而引發如同朋友間的玩笑、揶揄等等，本研究認為這樣的行為可能是增進同儕互動的主因。

## (四) 「思考的參與」無顯著差異

實驗過程中，作答完畢後，老師詳盡的講解完題目，馬上就會進入下一題，並無留給學生思考的時間，對於整個過程的思考，大部分都發生在作答的時候，因此推測是此原因造成這個面向無顯著差異。

## (五) 「參與課堂活動的意願」提升

後測雖無呈現顯著，但由  $d$  值(Cohen, 1992)來看，如圖 5-7，兩組前測比較(#1)，參與課堂活動的意願無甚差距( $d=0.15$ )，兩組後測比較(#2)，參與課堂活動的意願有小差距( $d=0.32$ )，熱門組前後測比較(#4)，差距是(小)，代表提升參與課堂活動的意願的效果更勝傳統組，傳統組前後測比較(#3)，差距更接近(小)，代表可提升參與意願，與先前研究結果相符。

雖然此項在統計上無顯著性，但在本研究中效果確實存在，未來可以增加樣本數，來確定此效果。

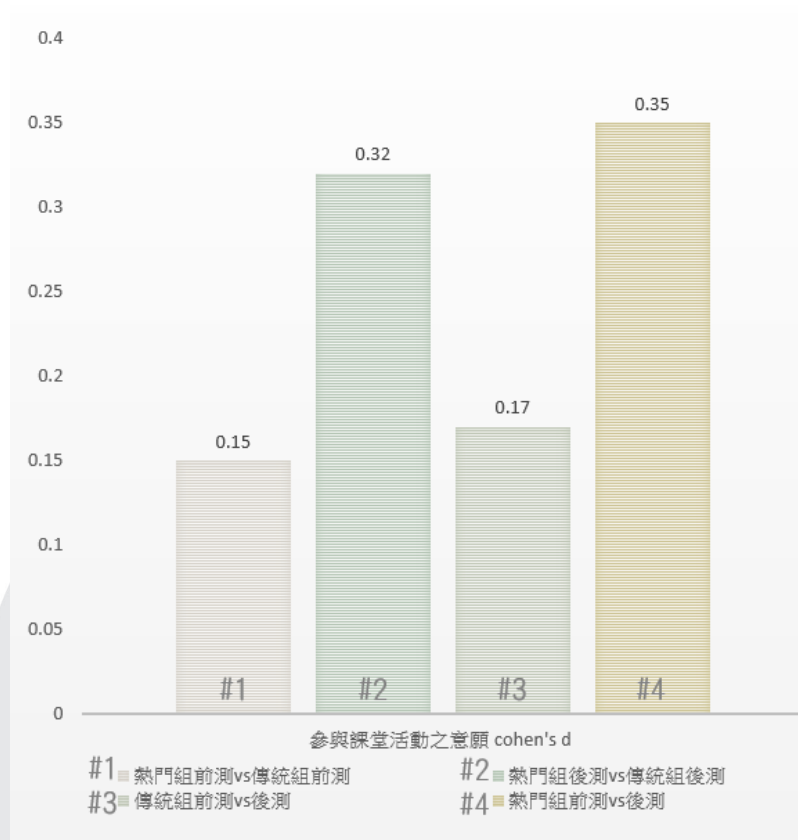


圖 5-7 「參與課堂活動之意願」 cohen's d 長條圖

表 5-24 組間 Anova 與 Ancova 結果整理

	前測	後測
與同儕的互動	無顯著差異	無顯著差異
與老師的互動	無顯著差異	熱門組顯著優於傳統組
思考的參與	無顯著差異	無顯著差異
參與課堂活動的意願	無顯著差異(d=0.15)	無顯著差異(d=0.32)
系統使用問卷(除第 4 題外)		無顯著差異
系統使用問卷第四題， 「Java」能提高我主動思考的能力。		熱門組顯著優於傳統組

表 5-25 組內 t 檢定結果整理

	傳統組	熱門組
與同儕的互動	無顯著差異	顯著上升
與老師的互動	無顯著差異	顯著上升
思考的參與	無顯著差異	無顯著差異
參與課堂活動的意願	無顯著差異	顯著上升

## 陸、結論與未來方向

### 一、 結論

本研究將課堂即時反饋系統加上熱門選項的概念，開發出一套互動式作答系統「JavaVa」，將學生依照班級分為兩組，兩組學生作答方式、題目、流程皆相同，差異只在有無熱門選項，期望藉由熱門選項，引起更大的互動關係。本研究以「與同儕的互動」、「與教師的互動」、「思考的參與」三個構面，定義出「參與課堂活動的意願」模型並分析結果，確定「JavaVa」系統對模型的影響，最後再探討系統使用回饋，以便改善未來系統之使用者體驗。

實驗前「與教師的互動」並無差異，經由實驗後發現具有熱門選項的熱門組顯著提升，意味著在課堂即時反饋系統中加入熱門選項選擇題會使得學生覺得與老師的互動與交流更加頻繁。

另一方面，在同儕互動的結果中，兩組皆有上升，且表現並無差異，呼應到其他相關研究，課堂即時反饋系統有助於引發同儕間的討論，但是組內比較，統計上的顯著性只呈現於帶有熱門選項選擇題的組別中，代表著熱門選項選擇題的加入更可以引發同儕間的互相討論。

系統回饋中，大多數學生給予系統高評價，如圖 5-6、5-7 所分析詞彙，有趣、很棒、好玩等等的正向訊息，可以注意到的是，在圖 5-6 中「互動」這些字眼的出現，不只說明學生對於系統的使用接受度極高，亦使學生認為這樣做可以幫助學生間的互動；另外

系統使用回饋問卷中熱門選項選擇題組在『「Java」能提高我主動思考的能力』中顯示出顯著差異，表示他們認為熱門選項的加入，對答案更需做詳盡的思考。

整體上來說，學習成就無差別；「參與課堂活動之意願」方面，雖然整體而言無統計上的顯著性，但在兩組間「與教師的互動」、組內「與同儕的互動」、組內「與教師的互動」個別方面有統計上的顯著性，同時，熱門組在參與課堂活動的意願上表現較好，兩組的參與課堂活動的意願都有上升，不過熱門組的上升程度勝於傳統組，在實驗開始時，參與課堂活動之意願差不多( $d=0.15$ )，在實驗結束時，熱門組的意願小勝於傳統組( $d=0.32$ )。

## 二、 未來方向

本研究提出以熱門選項選擇題加入課堂即時回饋系統，以更增進同儕間的互動、老師的互動與參與的意願，此方式就實驗結果來說成效不錯，未來可以進一步研究、改進或改善系統的地方為：

- (一) 實驗可以分為兩階段第一階段使用傳統選項即時回饋系統，第二階段使用傳統選項即時回饋系統與熱門選項即時回饋系統來加以確定提升學生參與課堂學習活動之意願的效果。
- (二) 題目於 Bloom 認知歷程向度中的記憶層居多，因此思考與討論的效果可能不明顯，未來可以修改為應用與分析層的題目佔大多數。
- (三) 詳解老師只有口頭說明，或許未來可以加入詳解，使學生在回顧時可以更完整的思考、吸收知識。
- (四) 此次實驗的熱門選項，僅僅就只是熱門選項，假如未來能給予選項「為何它是熱門」的理由的話，或許會引發更多的思考與討論。
- (五) 因為兩班題目相同，為了避免通風報信，所以回顧會在答題完後三小時出現，因而導致學生選完後，忘記自己選了什麼選項，未來在進行實驗時，可以開放該題的期間，亦同時開放該題的回顧。

(六) 題目長度過長，介面因為顯示的關係，而導致閱讀困難，為了解決此問題，未來可以新增字體自由縮放大小等功能。

## 附錄

### 一、 原始問卷

本研究之問卷由 11 題，經過探索性驗證分析後，修改為 8 題，原始題目如下所示，前測敘述“計概的上課時”，後測則為“使用 Javava 系統時”：

- (一) 計概的上課方式，讓我有機會與同學討論
- (二) 計概的上課方式，會增加我與同學談話的機會
- (三) 計概的上課方式，讓我有機會與同學交換資訊
- (四) 我認為計概的上課方式，有促進我與老師之間的互動
- (五) 計概的上課方式，讓我有機會與老師討論
- (六) 計概的上課方式，會增加我與老師之間的談話的機會
- (七) 計概上課時，當老師問我們問題，我會去思考可能的答案
- (八) 計概上課時，當老師(只是單純的)在講課，我會去思考他到底在說什麼
- (九) 我認為計概的上課方式，有促進我與同學之間的互動(註：編號為 DS1)
- (十) 計概的上課方式，讓我有機會與老師交換資訊(註：編號為 DT1)
- (十一) 計概上課時，當老師在與同學對話，我會去注意他們對話的內容(註：編號為 DE1)

### 二、 原始問卷 CFA、EFA 與信效度分析

原始前測數據建立如圖 3-2 之模型，「與同儕的互動」為 SQ1、SQ2、SQ3 與 DS1，「與老師的互動」為 TQ1、TQ2、TQ3 與 DT1，「思考的參與」為 EQ1、EQ2 與 DE1，

經驗證性因子分析後結果如表 E-1，其中 RMSEA、CFI 與 TLI 皆超出建議範圍，說明數據不配適此模型，因此進行第一次刪除題目，編號 DS1 之因素負荷數值最低，因此將其刪除。

表 E-1 原始前測問卷驗證性因子分析結果

指標	$\chi^2$	df	$\chi^2/df$	RMSEA	CFI	TLI
數值	117.20 ( $p = 0.000$ )	41	2.85 ( $< 5$ )	0.083 ( $> 0.08$ )	0.908 ( $< 0.95$ )	0.852 ( $< 0.95$ )

表 E-2 原始前測問卷各構面之信度效度指標

構面	題號	因素負荷	AVE	CR
與同儕的互動	1.	0.90	0.70	0.90
	2.	0.91		
	3.	0.85		
	DS1	0.72		
與老師的互動	4.	0.74	0.53	0.82
	5.	0.79		
	6.	0.79		
	DT1	0.85		
思考的參與	7.	0.73	0.68	0.86
	8.	0.80		
	DE1	0.69		

### 三、 第一次刪除之問卷 CFA、EFA 與信效度分析

將「與同儕的互動」中 DS1 去除之後，結果如表 E-3、E-4 所示，RMSEA、CFI 與 TLI 亦在建議範圍之外，因此再將「與老師的互動」中 DT1 去除，進行第二次驗證性因子分析。

表 E-3 第一次刪除之測問卷驗證性因子分析結果

指標	$\chi^2$	df	$\chi^2/df$	RMSEA	CFI	TLI
數值	98.27 ( $p = 0.000$ )	32	3.07 ( $< 5$ )	0.087 ( $> 0.08$ )	0.91 ( $< 0.95$ )	0.845 ( $< 0.95$ )

表 E-4 第一次刪除之前測問卷各構面之信度效度指標

構面	題號	因素負荷	AVE	CR
與同儕的互動	1.	0.89	0.79	0.92
	2.	0.92		
	3.	0.85		
與老師的互動	4.	0.79	0.53	0.82
	5.	0.79		
	6.	0.85		
	DT1	0.74		
思考的參與	7.	0.73	0.68	0.86
	8.	0.80		
	DE1	0.69		

#### 四、 第二次刪除之問卷 CFA、EFA 與信效度分析

將「與教師的互動」中 DT1 去除之後，結果如表 E-5、E-6 所示，RMSEA、CFI 以在建議值範圍內，但 TLI 在建議範圍之外，另外「思考的參與」DE1 之因素負荷值過低，因此將其去除，留下 8 題，進行第三次驗證性因子分析，結果如第三章第四、五、六節所示。

表 E-5 第二次刪除之測問卷驗證性因子分析結果

指標	$\chi^2$	df	$\chi^2/df$	RMSEA	CFI	TLI
數值	42.05 ( $p = 0.013$ )	24	1.752 ( $< 5$ )	0.053 ( $0.05 \sim 0.08$ )	0.969 ( $> 0.95$ )	0.941 ( $< 0.95$ )

表 E-6 第二次刪除之前測問卷各構面之信度效度指標

構面	題號	因素負荷	AVE	CR
與同儕的互動	1.	0.89	0.79	0.92
	2.	0.92		
	3.	0.85		
與老師的互動	4.	0.86	0.57	0.80
	5.	0.73		
	6.	0.85		
思考的參與	7.	0.78	0.53	0.76
	8.	0.83		
	DE1	0.46		

### 參考文獻

- [1] Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing*. New York: Longman.
- [2] Bloom, B. S., (Ed.). 1956. *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain*. New York: Longman.
- [3] *Bootstrap*. <https://getbootstrap.com/>
- [4] Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). *Alternative ways of assessing model fit*. In K. A. Bollen & J. S. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 136-162). Newbury Park, CA: Sage.
- [5] *Cloud Class Room* (2014). <https://www.ccr.tw/>

- [6] Cohen, J. (1992). *A power primer*. Psychological Bulletin, 112, 155-159.
- [7] D. Duncan. (2005) *Clickers in the classroom: How to enhance science teaching using classroom response systems*. Pearson/Addison-Wesley, San Francisco (2005)
- [8] De Lisi, R., & Golbeck, S. L. (1999). *Implications of Piagetian theory for peer learning*. In A. M. O'Donnell & A. King (Eds.), The Rutgers Invitational Symposium On Education Series. Cognitive perspectives on peer learning (pp. 3-37). Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- [9] Dewey, J. (1913). *Interest and effort in education*. Riverside educational monographs. Boston, MA, US: Houghton Mifflin Company.
- [10] Douglas Slain, Marie Abate, Brian M. Hodges, Mary K. Stamatakis, and Sara Wolak (2004). *An Interactive Response System to Promote Active Learning in the Doctor of Pharmacy Curriculum*. American Journal of Pharmaceutical Education: Volume 68, Issue 5, Article 117.
- [11] Dufresne, R. J., Leonard, W. J., & Gerace, W. J. (2002). *Marking sense of students' answers to multiple-choice questions*. The Physics Teacher, 40(3), 174-180.
- [12] E. Hsiao (2010). *The effectiveness of worked examples associated with presentation format and prior knowledge: A web-based experiment*. Doctoral dissertation. Ohio University, Athens, OH (2010)
- [13] E. Wit. (2003) *Who wants to be...The use of a personal response system in statistics teaching*. MSOR Connections, 3 (2003), pp. 14-20.
- [14] Express. <https://expressjs.com/zh-tw/>
- [15] Fornell, C., & Larcker, D. (1981). *Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error*. Journal of marketing research, 18, 39-50.
- [16] Gok, Tolga (2011). *An Evaluation of Student Response Systems from the Viewpoint of Instructors and Students*. Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET, v10 n4 p67-83 Oct 2011
- [17] Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate data analysis (6th ed.)*. New Jersey : Prentice-Hall.
- [18] Hsia, Y. T., Jong, B. S., Lin, T. W., & Liao, J. Y. (2018). *Designating "hot" items in multiple-choice questions—A strategy for reviewing course materials*. Journal of Computer Assisted Learning.
- [19] HTML5 文字雲 <https://wordcloud.timdream.org/>
- [20] Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). *Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives*. Structural Equation Modeling, 6(1), 1-55.

- [21] J. Hatch, M. Jensen, R. Moore. (2005) *Manna from heaven or clickers from hell: Experience with an electronic response system*. Journal of College Science Teaching, 34 (2005), pp. 36-39.
- [22] J. Zahorik. (1996) *Elementary and secondary teachers' reports of how they make learning interesting*. Elementary School Journal, 98 (1996), pp. 3-13.
- [23] J.H. Han, A. Finkelstein. (2013) *Understanding the effects of professors' pedagogical development with Clicker Assessment and Feedback technologies and the impact on students' engagement and learning in higher education*. Computers & Education, 65 (2013), pp. 64-76.
- [24] Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. A. (2014). *Cooperative learning: Improving university instruction by basing practice on validated theory*. Journal on Excellence in College Teaching, 25(3&4), 85 - 118.
- [25] Johnson, D. W., Maruyama, G., Johnson, R., Nelson, D., & Skon, L. (1981). *The effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis*. Psychological Bulletin, 89, 47 - 62.
- [26] Ju-Ling Shih, Hui-Chun Chu, Gwo-Jen Hwang, Kinshuk (2011). *An investigation of attitudes of students and teachers about participating in a context-aware ubiquitous learning activity*. British Journal of Educational. Volume42, Issue3 May 2011 Pages 373-394
- [27] K. Lee P.-S. Tsai C.S. Chai J.H.L. Koh. (2014) *Students' perceptions of self-directed learning and collaborative learning with and without technology*. Journal of Computer Assisted Learning. Volume30, Issue5 October 2014 Pages 425-437.
- [28] Kahoot! (2013). <https://kahoot.com/>
- [29] Kerlinger, F. (1986). *Foundations of Behavioral Research*, (3rd ed.) New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- [30] Krapp, A. (2005). *Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations*. Learning and Instruction, 15, 381 - 395.
- [31] Little, J. L., Bjork, E. L., Bjork, R. A., & Angello, G. (2012). *Multiple-choice tests exonerated, at least of some charges: Fostering test-induced learning and avoiding test-induced forgetting*. Psychological Science, 23(11), 1337-1344.
- [32] Little, J., & Bjork, E. L. (2010, January). *Multiple-choice testing can improve the retention of nontested related information*. In Proceedings of the Cognitive Science Society (Vol. 32, No. 32).

- [33] Lorena Blasco-Arcas, Isabe Buil, Blanca Hernández-Ortega, F. Javier Sese. (2013) *Using clickers in class. The role of interactivity, active collaborative learning and engagement in learning performance*. Computers & Education. Volume 62, March 2013, Pages 102-110
- [34] MacCallum, R. C., Browne, M. W., & Sugawara, H. M. (1996). *Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling*. Psychological Methods, 1, 130-149.
- [35] Marie Tarrant, Aimee Knierim, Sasha K. Hayes, James Ware (2006). *The frequency of item writing flaws in multiple-choice questions used in high stakes nursing assessments*. Nurse Education in Practice, Volume 6, Issue 6, December 2006, Pages 354-363.
- [36] McDonald, R. P., & Ho, M. R. (2002). *Principles and practice in reporting structural equation analysis*. Psychological methods, 7, 64-82.
- [37] Moreno, R. (Ed.). (2010). *Cognitive load theory: Historical development and relation to other theories*. In J. L. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), Cognitive load theory (pp. 9-28). New York, NY, US: Cambridge University Press.
- [38] Node.js. <https://nodejs.org/en/>
- [39] Nunnally, J.C., (1978), *Psychometric Theory*, New York: McGraw-Hill.
- [40] Paas, F. G. (1992). *Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach*. Journal of educational psychology, 84(4), 429.
- [41] *Partnership for 21st Century Skills*. (2009) Framework for 21st century learning.
- [42] *Plickers (2008)*. <https://get.plickers.com/>
- [43] R. Latessa, D. Mouw. (2005) *Use of an audience response system to augment interactive learning*. Family Medicine, 37 (2005), pp. 12-14.
- [44] Richard E. Mayer, Andrew Stull, Krista DeLeeuw, Kevin Almeroth, Bruce Bimber, Dorothy Chun, Monica Bulger, Julie Campbell, Allan Knight, Hangjin Zhang (2009). *Clickers in college classrooms: Fostering learning with questioning methods in large lecture classes*. Contemporary Educational Psychology. Volume 34, Issue 1, January 2009, Pages 51-57
- [45] Roschelle J. & Teasley S.D. (1995) *The construction of shared knowledge in collaborative problem solving*. In Computer-Supported Collaborative Learning, (ed. C. O'Malley), pp. 69 - 97. Springer-Verlag, New York, NY.
- [46] S.W. Draper, M. I. Brown. (2004) *Increasing interactivity in lectures using an electronic voting system*. Journal of Computer Assisted Learning, 20 (2004), pp. 81-94.

- [47] Scardamalia, M. (2002). *Collective cognitive responsibility*. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in the knowledge age* (pp. 76 - 98). Chicago: Open Court.
- [48] Schiefele, U. (1991). *Interest, learning, and motivation*. *Educational Psychologist*, 26, 299 - 323.
- [49] Serkan Dinçer PhD. Ahmet Doğanay(Prof Dr) (2017). *The effects of multiple-pedagogical agents on learners' academic success, motivation, and cognitive load*. *Computers & Education*. Volume 111, August 2017, Pages 74-100
- [50] Stahl, G., Koshmann, T., & Suthers, D. (2006). *Computer-supported collaborative learning*. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 409 - 426). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- [51] Stumpf, S. E. (1983). *Philosophy: history and problems*. New York and London: McGraw-Hill Book Company.
- [52] Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). *Cognitive architecture and instructional design*. *Educational psychology review*, 10(3), 251-296.
- [53] Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). *A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies*. *Journal of Curriculum Studies*, 44, 299 - 321.
- [54] W. Beekes. (2006) *The "millionaire" method for encouraging participation*. *Active Learning in Higher Education*, 7 (2006), pp. 25-36.
- [55] Wendy Assinder (1991). *Peer teaching, peer learning: one model*. *ELT Journal*, Volume 45, Issue 3, July 1991, Pages 218 - 229
- [56] Zuvio (2013). <https://www.zuvio.com.tw/>
- [57] 马晓萍 (2011). *让孤雁归队——关爱课堂中的隐性群体*. 《黑龙江科技信息》, 2011年25期
- [58] 王怡萱 (2016). *探究 Kahoot 雲端即時反饋系統輔助高中國文學習之效益*. *教育傳播與科技研究*, 115期 (2016 / 12 / 31), P37 - 57
- [59] 王柏竣 (2017). *在遊戲式學習環境使用聯想式推理作答與聯想式概念圖作答之比較*. 中原大學資訊工程研究所學位論文, 1-67.
- [60] 呂承遠 (2011). *常見問題集對於學習初等程式的影響*. 中原大學資訊工程研究所學位論文, 1-51.
- [61] 呂美慧 (2012). *同儕學習*. 教育大辭書
- [62] 林怡秀 (2007). *同儕個別教學之探究*. 《網路社會學通訊期刊》
- [63] 林鳳儀 (2014). *學習即時回饋系統之設計與發展*. 淡江大學教育科技研究所碩士論文, 1-95。

- [64]黃芳銘 (2007)。結構方程模式理論與應用 (五版)。台北：五南。
- [65]鄭暉翰 (2017)。問答式即時反思系統對學生學習影響之探討。中原大學資訊工程研究所學位論文, 1-107.

