

教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PEE1080149

學門分類/Division：工程學門

執行期間/Funding Period：2019 年 8 月 1 日至 2020 年 7 月 31 日

計畫名稱/Title of the Project：數位深耕學教精進－以資工系工程數學為例

配合課程名稱/Course Name：工程數學

計畫主持人(Principal Investigator)：郭經華教授

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：淡江大學/資訊工程學系

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020 年 9 月 19 日

一. 成果報告(Content)

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

(1)研究動機

由多年學生教學評鑑內容觀之，雖然申請者的教學內容與學生學習成效均有優於校平均值，然如何使數學不為學生所畏懼、排斥，成為學生所喜愛的科目，進而感受學習數學的樂趣，體會數學之美，善用數學工具在工程領域，仍須用心。此外，由歷年學生的不及格率觀之，有 15~20%的學生學期成績超過 85 分，在 60~84 分的學生占 60~65%，還有約 20%的學生未能達到及格的基本要求。是以在數位時代，面對數位原生的學子，如何針對不同學習程度的同學，透過合適的學習策略，強化學習成效；如何運用數位平台與工具，設計合適的教學策略與方法，引導學生提升學習動機，促進主動學習，這些值得深入探討的議題，將是本計畫的研究重點。

(2)研究目的

對許多學生而言，數學課程是不受歡迎、枯燥乏味、沒有成就感的科目，然而，數學對工程背景的學生，其中重要性不可言喻。工程數學是學生的必修科目，如何使數學不為學生所畏懼、排斥，成為學生所喜愛的科目，進而感受學習數學的樂趣，體會數學之美，善用數學工具在工程領域，相信是所有關心工程數學教育者心中企盼能達成的目標。

在資訊時代，數位科技對各領域帶來衝擊與變革，教育也不例外，針對工程數學課程，本研究希望結合數位學習平台(iClass) 發展教學策略，特別著重於以下主題：

- 強化教學質量：設計融合數位學習平台(iClass) 發展教學策略，以期加深加廣學習內容。
- 運用學習分析並發展 PE 圖【表現(Performance) 和參與(Engagement)圖表】：藉由資料蒐集和數據分析，掌握學生學習成效，並分為四種象限，幫助教師每週觀察學生學習表現。
- 促進主動學習：針對不同程度與象限的學生，提供合適學習策略，提升學習動機。
- 規劃評量問卷：設計學習動機觀察指標以及問卷，了解實施成效與設計改善方案。

本研究除發展工程數學之數位教學策略外，戮力於引導學生：

[1]提升學習動機，促進主動學習。

[2]針對不同學習程度的同學，透過合適的學習策略，強化學習成效。

(3)影響及應用層面

工程數學是工學院學生的必修科目，以淡江大學資訊工程學系為例，此科目在系課程地圖上即佔基礎且關鍵位置。然而，對許多學生，相對而言，數學課程是不受歡迎、枯燥乏味、沒有成就感的科目。對教師而言，上課初期面對均質化(Homogeneous)的學生，是不知個別的異同，不了解學習狀態的。故於數位時代，

如何善用工具精進教學，有效提升學習動機並促進學習成效，於教學現場上，都有值得持續努力、再精進的議題。

2.文獻探討(Literature Review)

本研究立基於數位學習領域，專注於 STEAM 教育。全世界有將近 600 多個不同的學習平台 (LMS)，所提供的功能大同小異，但主要的目的都是運用資訊技術以支持學習。主動學習 (active learning) 又稱活躍學習、積極學習或活性學習 (李隆盛、楊叔蓉, 2015)，只要學生們是參與在學習當中，不僅僅是被動的聽課者，這種教學法就可歸類為主動學習；講述教學與主動學習並無特定方法或比例 (Arnaud, C. H.; 吳宜恬, 2014)。傳統的教育模式是以教師為中心，以「教師講述、學生聆聽」的教學法為主，學生可在短時間內獲取來自教師較多的知識，其學習狀態處於被動的形式，記憶維持度是短暫的；而主動學習則倡導以學生為中心，透過實作、體驗、討論、思考、互動或情境...等的教學設計，讓學習者從被動聆聽轉化為主動參與，知識記憶存留的時間比較久。許多研究指出採用主動學習的課程，學生的平均成績有明顯的進步，可以帶來高水平的學生成就和個人發展 (Kuh, O'Donnell, and Schneider, 2017)。Freeman 等人針對 225 項科學、工程和數學教育的研究指出，課程未採用主動學習的失敗率 (學生成績得 D 或 F、或者直接退選) 是採用主動學習的 1.5 倍；不管在物理課或化學課、小班或大班，主動學習的成效都優於講述式教學 (Freeman et al., 2014)。本課程透過教學設計，期能提升學生學習動機、促進主動學習、積極參與、深度體驗、延長記憶，以增進學習成效。

Wikipedia 是認識數位學習很好的窗口，在網站上蒐尋 eLearning 時，會被導引到 educational technology 的主題上，其中對數位學習從理論到工具都有重點的描述，也有實際實施範例與研究報告，值得參考。在計算機科學領域的重要組織如 IEEE 與 ACM 都有數位學習相對應的期刊與研討會，也是獲取知識與訊息的管道，其中 IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT) 年度研討會以及 ACM International Learning Analytics and Knowledge (LAK) Conference。此外，International Society for Technology in Education (ISTE) 對 STEM 與 STEAM 有深入著墨，而 Educasue 對善用資訊科技確保學生學習成效的議題有深入的實務工作。

3.研究方法(Research Methodology)

(1)實驗場域

淡江大學資訊工程學系大學二年級必修課程-工程數學。

(2)研究對象描述

本課程實施對象是淡江大學資訊工程學系大學二年級的學生，參與的學生共計約 60 人。本研究針對參與課程之學習者進行學習資料記錄、蒐集與分析，並於課程進行時，進行分組，以期提升學習成效與學習動機。此外，還有申請人、助教、研究助理以及學者專家參與此研究計畫。

(3) 研究架構

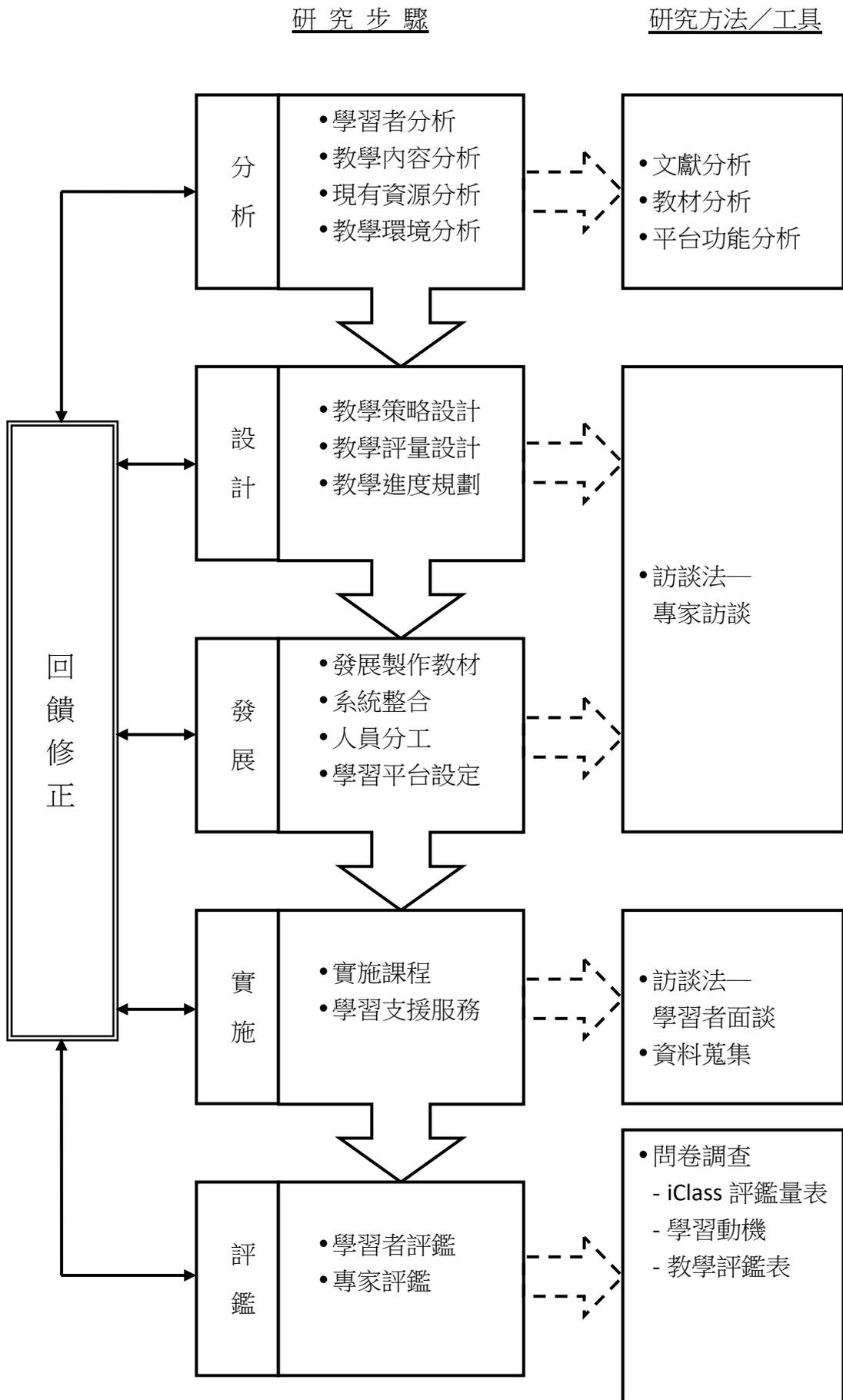


圖 1 研究流程與架構圖

本研究之課程發展流程採用 ADDIE 數位學習課程開發模式，分為分析(A)、設計(D)、發展(D)、實施(I)、評鑑(E)五個步驟進行。確認研究目的及方向後，隨之進行分析、設計、發展、實施、評鑑五步驟。

為使教學節奏適切，從學習開始、期中考到學期結束，配合加退選的時間，有四項重要的週期，每一週期約需以上各週期約需 4~5 週來進行，如圖 2。

- (A) 觀察期(1~4 週)：課程暖身、分組準備、以及實施前測了解學生情況與學習動機。
- (B) 診斷期(5~9 週)：持續實施教學，檢視對應教學策略之成效，以及實施中測了解學生情況與學習動機是否改變。
- (C) 精進期(10~13 週)：持續深化教學，檢視對應教學策略之成效，並做必要調整。
- (D) 深耕期(14~18 週)：持續深化教學，並實施後測及檢視所設計策略之對應成效。

內容	週次	第 1 週	第 2 週	第 3 週	第 4 週	第 5 週	第 6 週	第 7 週	第 8 週	第 9 週
週期		觀察期				診斷期				
進度		開學 CH1	CH1	CH1	加退選 CH1	CH2	CH2	CH2	CH2	CH2
教學活動		線上任務	討論1 線上任務	作業1 線上考試	Quiz1 線上任務	線上任務	討論2 線上任務	作業2 線上考試	Quiz2 線上任務	線上任務
研究介入		取得修課 學生微積 分成績		學習動機 問卷(前)		進行面談	進行面談	專家座談		學習動機 問卷(中)
內容	週次	第 10 週	第 11 週	第 12 週	第 13 週	第 14 週	第 15 週	第 16 週	第 17 週	第 18 週
週期		精進期				深耕期				
進度		期中考	CH2	CH2	CH3	CH3	CH3	CH3	CH3	期末考
教學活動			線上任務	作業3 線上考試	Quiz3 線上任務	線上任務	作業4 線上考試	Quiz4 線上任務	線上任務	
研究介入				專家座談			學習動機 問卷(後)	教學評量 問卷		專家座談

圖 2 本研究規劃

每週以混成教學方式進行，相關學習活動將分為課前、課中與課後，主要藉由實體與線上平台兩部分進行，實體部分除老師於課堂以黑板上課講授。於線上平台上，將引導學生觀看 youtube 或是相關平台上的開放教材，進行複習或是預習。在實習課上，進行方式如下：

- (A)從說明影片中在黑板上寫上要解的問題與說明 (5 min)
- (B)請同學自行作答或上台作答或是分組作答(15 min)
- (C)播放說明影片與說明 (5~10 min)
- (D)如有時間，再選一題，重複上述步驟。
- (E)將範例影片題目與連結放置於 iClass 上。

(4)資料蒐集方法與工具

本研究主要運用設計本位研究法 (Design-Based Research, 簡稱 DBR) 為發

展課程的研究方法。設計本位研究具備三項特性，第一是系統性，設計本位研究藉由分析、設計、發展、實施、評鑑的流程執行，且每一階段均是執行下一階段的先決條件；第二項特性是循環性，在設計研究時透過資料的分析與形成性評鑑，經過不斷的修改及再設計，是一個相互關聯的循環過程；最後是彈性，設計的產出需要於現場實際使用，遇到未預期的挑戰或限制時，必須適時修訂原先的目標，進行彈性的變通調整，找出適當的解決方法。

本研究在實施階段，對課程進行資料蒐集。在實施過程中，觀察學習者對本課程的參與度、活動進行與 iClass 使用情況、課程期間遇到的問題，為課程實施效益與影響課程實施因素探討資料。本研究使用學習動機量表調查，進行學習者學習歷程之形成性評鑑，目的在了解學習者對課程學習動機的變化。將統整上述兩種不同面向問卷調查結果，為本研究實施修正之依據。

本研究以教視作小點成公（音同「教室做小點成功」）做為入門，於平台上布建與使用教材、視頻、作業、小考、點名、成績、公告，善用 iClass 平台功能來輔助教學以達到加深、加廣、加強的成效，同時方便評量、增進師生互動。

- 在課前

- (A)說明課程重點與注意事項（線上平台公告）

- (B)布置課程預習重點，如視頻預覽（線上平台視頻）

- (C)布置上課活動，如投影片、作業、討論議題等（線上平台作業）

- 在課中

- (A)上課點名，並記錄（實體 + 線上平台點名）

- (B)取得上課投影片（實體 + 線上平台教材）

- (C)深化教學內容（實體）

- (D)即時問答，並顯示結果（實體 + 線上平台 IRS）

- (E)隨堂小考（實體 + 線上平台考試）

- (F)進行議題討論（實體 + 線上平台討論）

- 在課後

- (A)布置作業（線上平台作業）

- (B)布置延伸閱讀內容（線上平台連結）

- (C)推動小組討論（線上平台討論）

- (D)課後評測（線上平台測驗）

(5)資料分析方法

如前所述，在 iClass 學習平台上「教視作小點成公」是老師布建學習平台教學內容與教學活動的主要元素，這是目前 iSignal 即時資料的來源，這些資料都會記錄，並進行分析。此外，於課程進行時，前中後的學習動機問卷調查以及 iClass 教學平台導入調查問卷。本研究主要為敘述性統計，故一般的工具如 MS Excel、MATLAB、SPSS 等均適用。後續將與本校校務研究平台結合，呈現學生學習狀

態，方便師生瞭解教學情況。

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

(1)教學過程與成果

依照研究規劃，於學習平台布建相關內容，如圖 3：

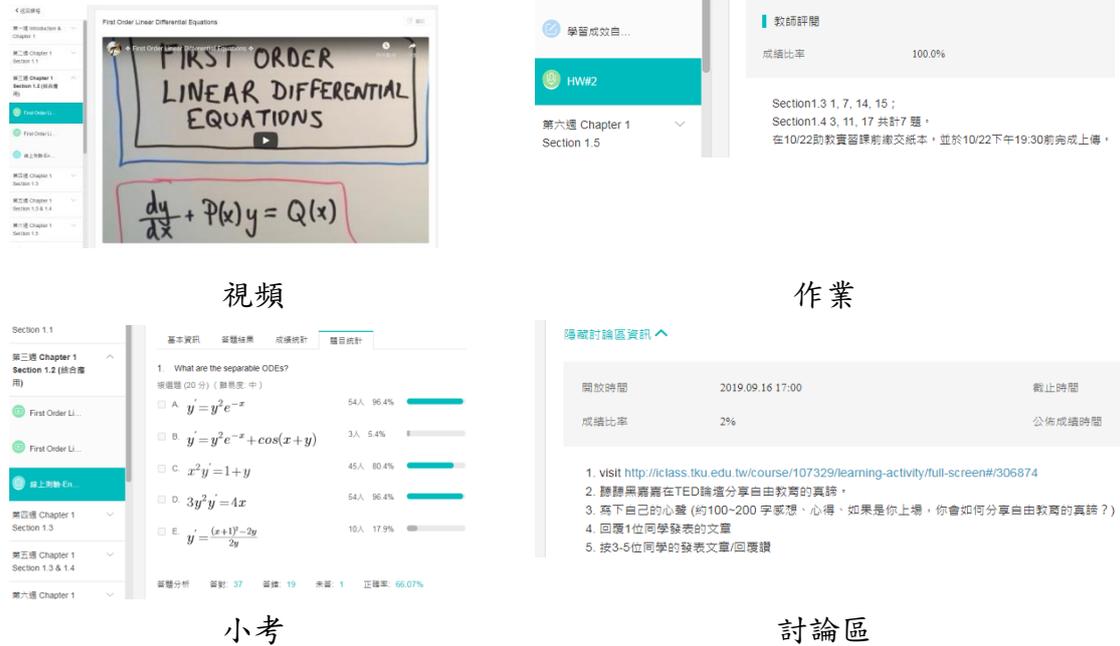


圖 3 本研究之平台布建

藉助以上教學活動設計與布建，蒐集 LMS(iClass 學習平台)的資料，進行分析，開發了學生表現(Performance)與參與(Engagement)二維觀察圖雛形(簡稱 PE 圖)，如圖 4。

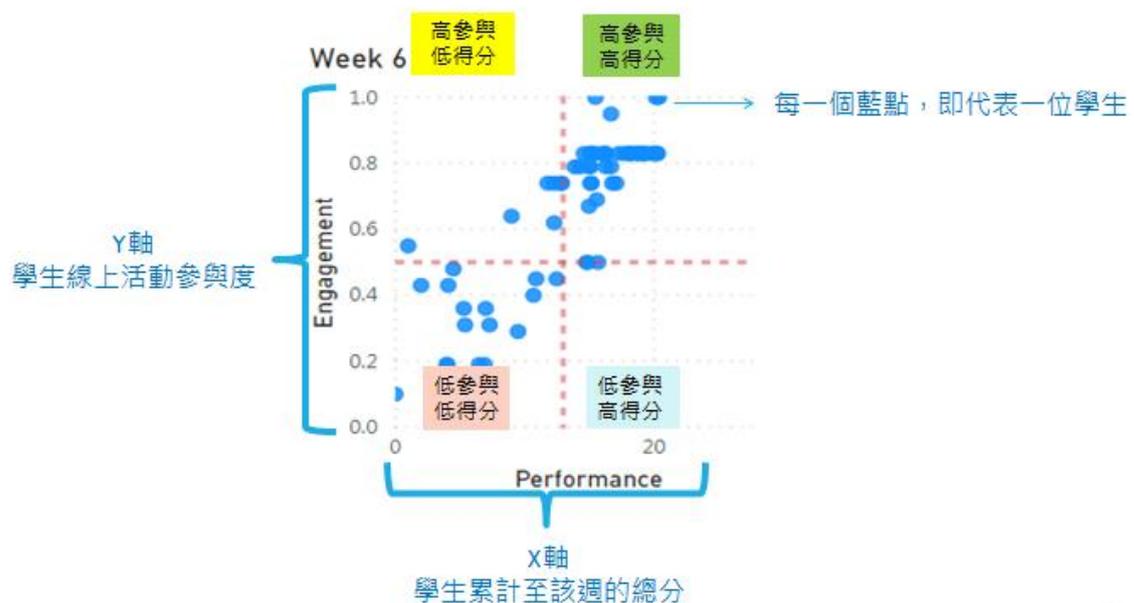


圖 4 PE 圖

為讓本研究更順利執行，於課程教學期間，多次邀請系上同樣教授工程數學的教授以及教育學院之教授一同參與座談(如圖 5、圖 6)，彼此分享其教學的方法、教學現場及學生學習特質等，進行互相交流，希望未來有機會能跨班實施。教學期間後，則邀請校外資訊與數據分析領域之學者一同參與座談(如圖 7、圖 8)，給予研究上的建議與回饋。



圖 5 邀請本校學者討論診斷期之資訊



圖 6 邀請本校學者檢視平台內容



圖 7 邀請校外學者交流意見



圖 8 邀請校外學者提供建議

(2)教師教學反思

很多的教學任務，若無 LMS 的輔助，教師勢必要投入相當的時間與精力，有執行上的挑戰。如有 LMS 支持，透過「教視作小點成公」則這些任務就可以的完成，並且很清楚的記錄學習者的學習情況，這對了解教學成效與即時回饋，進而推動適性化學習非常有助益。不僅於此，LMS 可以分析個別、整班、整學期、跨學期的學期情況，長期的記錄資料更有助於學習分析以及先期預警機制的設計，也自然地減輕了教師備課負擔，促進教學互動，由分析資料中掌握教學盲點。

對於混成式學習學法，多元的教學活動有助於學生學習成就。討論與視頻有助於學生對於學習任務的正向影響，進而影響學生學習成就。目前大學課程中，教師難以一一掌握各個學生的學習狀態。儘管現今混成式學習在高等教育中廣泛被使用，但是大部分的老師對於這些紀錄，還是難以用一個有效率的方法來觀察學生的學習狀態。PE 圖能夠了解每週學生的變化。藉由訪談得知，只注重單一學習任務的學生，後期無法有效提升學習成就，PE 圖也能清楚呈現。

希望未來能延續本計畫成果，持續研究如何建立即時有效的學習分群機制，掌握學生學習情況、探索教師共創與共享的作法與教學實踐研究的支持機制。

(3) 學生學習回饋

申請人從 107 學年度工程數學之學生質化回饋文字意見觀察學生意見，獲得多數的正面意見，其中幾項意見，反映出申請人在教學過程中確認學生之吸收程度，學生是有感受到的，而在本次研究 108 學年度中融入更多教學平台功能及教學策略方法，亦多獲得正面意見，摘錄如圖 9。

學生	題號	意見 (敘述性文字)
1	1	教授人很好 教的也棒
2	1	老師上課非常有趣，講解也很詳細，能夠激發同學們想學習~~~
3	1	老師上課很認真，也很關心同學的狀況，每一堂課給予的東西都剛剛好，不會過多或過少。
4	1	老師讓我很開心的學完了這一學期的工程數學，謝謝老師！！
5	1	我覺得老師的教學方式很好，能夠讓我有效的學習工程數學的知識！。
6	1	感謝老師細心教導，按部就班讓我們慢慢搞懂題目的根本。
7	1	我覺得有作業+考試有助於逼自己讀書

圖 9 學生期末回饋文字意見(摘錄)

而透過 PE 觀察整學期數據，發現有些學生若只注重單一教學活動考試，容易最後退選，以學生 A 為例(如圖 10)，原先第 6 週參與度低，第 7 週雖然試圖參與度提升，想讓成績拉高，但是自第 9 週即漸漸放棄，始終落在低參與低得分的區域中，而這位學生實際上也於可退選的週次，選擇了退選。

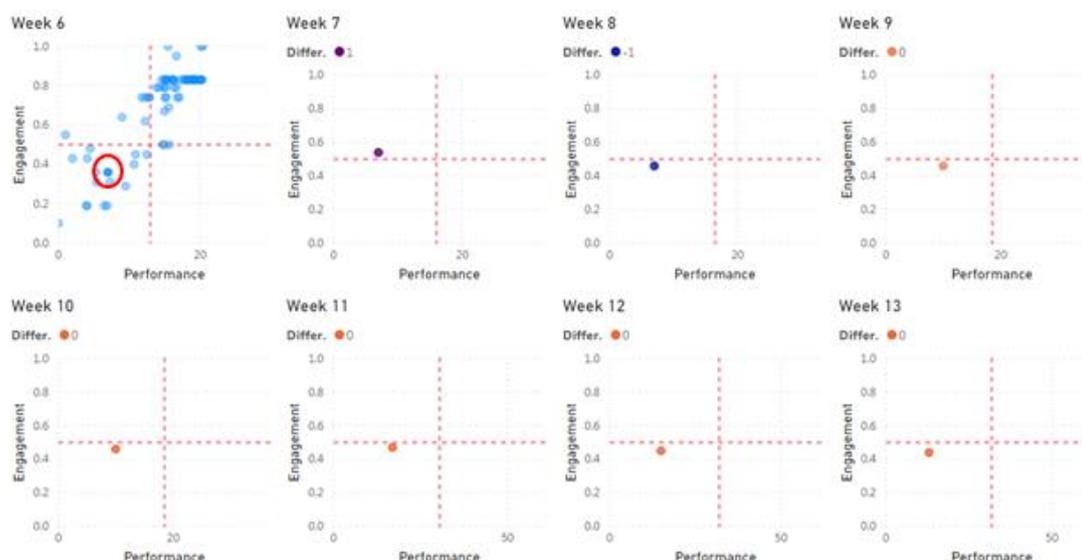


圖 10 學生 A 之 PE 圖

另外，也有執行過程中發現，有些學生，即使一開始信心水準低，但有因著教師在平台的教學策略，有助於學習，仍順利通過課程，以學生 B 為例(如圖 11)

透過訪談得知，他喜歡考試、視頻等教學安排，以及其他教學活動能幫助複習，參與度均維持平均以上，雖然期中考後，分數有落下，但後續有努力爬升，直到第 18 週，順利到高參與高得分的區域。

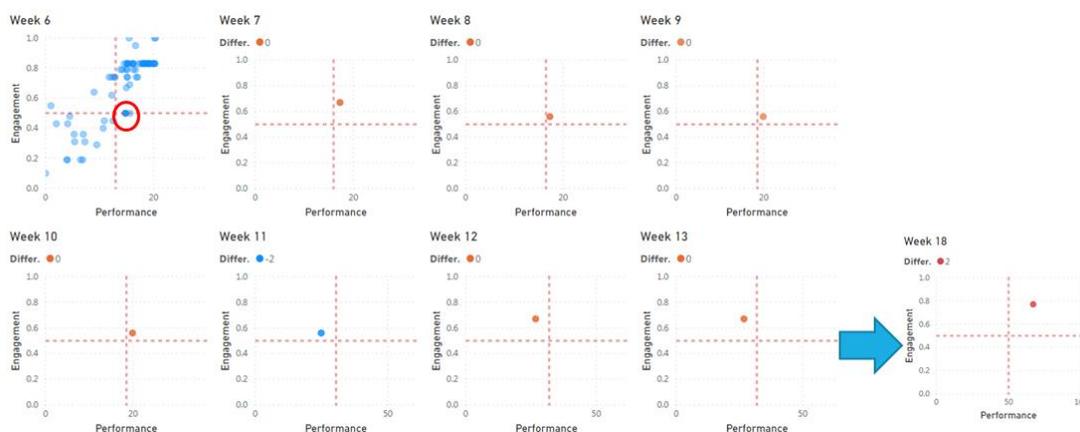


圖 11 學生 A 之 PE 圖

希望未來能建立即時有效的學習分群機制，更掌握學生學習情況，實行有效的教學策略介入。

二. 參考文獻(References)

王偉華 (民 99)，淺論傳統課堂講授以及主動式學習的系統觀--商業個案教學以及推動博雅教育的省思，商管科技季刊，11 卷 1 期，頁 177-187。

李隆盛、楊叔蓉 (民 104)，善用主動學習轉化課堂教學，臺灣教育評論月刊，4 卷 7 期，頁 50-54。

胡月寶 (民 102)，激發興趣、活躍思維、主動學習--PETALS 投入型語言學習模式與示例「QAR 自主閱讀策略教學」，國文天地，28 卷 12 期總號 336，頁 63-72。

曾聖超 (2004)：以網路同儕互評系統輔助高中電腦課程教學：學習成效及同儕回饋之分析。國立交通大學理學院網路學習碩士專班碩士論文，未出版，新竹。

郭經華等(民 107)，教學翻轉－教視作小點成公，千華數位文化，頁 63-104。

黃國禎、蘇俊銘、陳年興 (2014)。數位學習導論與實務。新北市：博碩。

楊淳皓 (民 106)，促進學生主動學習通識課程的教學策略：問題本位學習、專題式學習法與翻轉教室的整合，通識學刊：理念與實務，5 卷 2 期，頁 1-40。

ACM, elearn magazine, <http://elearnmag.acm.org/>

Arnaud, C. H.; 吳宜恬編譯(2014)。研究證明主動學習比傳統教學更好，CASE 報科學。檢自 <https://case.ntu.edu.tw/blog/?p=19228/>

Center for Educational Innovation, University of Minnesota. (2018). What is active learning? Retrieved from <https://cei.umn.edu/active-learning/>

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., and Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *PNAS*. 111(23), 8410-8415.

George Kuh, Ken O'Donnell & Carol Geary Schneider (2017) HIPs at Ten, Change: *The Magazine of Higher Learning*, 49:5, 8-16, DOI: 10.1080/00091383.2017.1366805/

IEEE Xplore: IEEE Transactions on Learning Technologies, <http://ieeexplore.ieee>.

LMS User Research Infographic,
<http://www.capterra.com/learning-management-system-software/user-research-infographic>

Shefali (2015, March 21). How You Can Use Active Learning To Transform Your Classroom? Retrieved from <https://cognifront.wordpress.com/2015/03/21/how-you-can-use-active-learning-to-transform-your-classroom/>

TronClass, <http://www.tronclass.com.tw/>

Tuan, H. L., Chin, C. C. & Shieh, S. H. (2005). The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning. *International Journal of Science Education*. 27(6), 639-654.

Wikipedia, <https://www.wikipedia.org/>