

【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告(封面)

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

計畫編號/Project Number：1500-109P035

學門專案分類/Division：數理學門

執行期間/Funding Period：2019-08-01 ~ 2020-07-31

混搭式的教學設計應用於微積分課程

配合課程名稱：微積分

計畫主持人(Principal Investigator)：張勝麟

共同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：南臺科技大學資訊工程系

成果報告公開日期：

立即公開 延後公開(統一於 2022 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date)：2020-09-01

混搭式的教學設計應用於微積分課程

一. 報告內文(Content)(至少 3 頁)

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

根據個人近年來的教學觀察，除學生的基礎數學能力有很大的下滑外，學習的專注力及耐性也大不如前，應該是外在誘惑因素太多有關，如何改善這些因素是本計畫關注的問題。就個人所教授的微積分課程，傳統上課方式大都為老師講述課程內容，學生作筆記，但現在學生做筆記的意願不高，也會因要做筆記而導致無法聽懂老師上課的內容，若老師要等學生做完筆記再接下一段內容將會影響時間。所以個人的作法是利用平板電腦輔助上課，課堂講解用投影到大螢幕，並將上課筆記上傳到 Flip 平台供學生下載作筆記，如此，學生上課只需專心聽講即可。當上課發現同學注意力較不集中或上完一小節會做及時回饋測驗，利用學校的教學系統 Flip，馬上可知道學生的理解狀況，但須發掉 10 分鐘以上的時間。另外就是給學生 Home Work，為了要訂正學生寫作的錯誤及提升科學演示能力，個人都親自花很多時間在批改作業，並於隔周檢討，檢討方式會讓學生上講台講解，但時間不易掌控，以上教學做法在本研究中稱為一般教學方式。該教學方式主要在老師的課堂講述、及時測驗、偶而做習題檢討。

在本計畫中將做規畫及研究，提出混搭式的微積分教學實驗。如同很多有名的建築設計採混搭風，將復古與時尚結合，如改裝老家具讓它在現代的空間中呈現感情張力，增添居住樂趣。教書也是一種藝術，如何有效應用教室內的時間是值得被檢討的問題，為讓學生在上課中有專注力及樂趣，我將採取課堂講授、學生上課演練、深度測驗(測驗內容是前 1-2 周)及討論的混搭式上課方式，可因上課內容、進度及學生的反應做調整。

2. 文獻探討(Literature Review)

(1) 翻轉教室：現在有很多教育學者提出「翻轉教室」的概念，首先提倡「翻轉教室」的是 Aaron Smith, Jonathan Bergmann (Sams & Bergmann, 2013)，他們認為「翻轉教室」的重點應在於思考如何更有效的運用課堂與學生互動的時間，而不在於錄製講述影片來教學。尤其是，老師作為知識領域的專家，可以將比較屬於單向傳授的部分，讓學生自行學習，而將面對面的時間用於解決個別問題，而在整個教學過程中，讓學生主動地去了解、探索問題及深入思考，才能真正地讓學習深化，得到自主學習態度也是一切創新研究的根本。而所謂翻轉，是指將課堂「知識講授」和學生回家自行練習「作業」的順序對調。實際作法是將課堂講授的部份錄製為影片，當作作業讓學生在課外先觀看，而將有限的課堂時間用於練習、問題解決或討論等教學互動，以提升學習的成效（國立台灣大學教學資源網,2018）。大多對「翻轉教室」教學給予正面評價，如翻轉教室@台灣(<http://www.fliptw.org/>) 這個平台，但個人在南臺教授微積分 30 年，不認為這套理論可以適用我的微積分教學，原因是(a)技職的學生基礎數學能力不足，若讓同學自己先預習微積分的理論及觀念，效果有限且同學可能會因看不懂而放棄學習；(b)從技職來的學生，可能自主能力會較不足，講明一點，要讓他們事先預習會有很大的難度，事實上，連我們老師都很難辦到，尤其是要他們自學高深的數學學問。因此，個人提出混搭式教學來做翻轉，利用一小時時間做新的課程、理論及觀念介紹，一些範例再錄製講述影片讓同學配合習題觀看及練習，再根據翻轉教室的課堂情境，讓學生在課堂練習、上台講述、討論及

跟老師同學互動，相信這樣同學會比較能夠接受。

(2) 能力加值：美國普渡大學 (Purdue University) 在 2015 年推行課程訊號系統 (course signal system) [Purdue University's Course Signals, 2015]，目前以能力加值為核心來提升學生學習成效，所謂能力加值是以考試為導向的學習方式。主要想判斷學生在專業知識的學習成效，就是學生學習完這堂課之後，想了解學生對於這堂課設定的專業知識的熟悉度與掌握程度。雖然，這不是學生學習成效的全部，但可說是學習成效最根本的部分。因此，如何適時掌握學生的學習狀況就變得很重要。為此，普渡大學針對大學生提供一項學習預警機制，也就是課程訊號，其運作的概念是每二到三週 (依教師設定) 課程結束後，透過線上測驗或教師於課堂上進行的評量所蒐集的資料，給每名學生做一個報告，而這個報告就會明確告知學生在哪一個專業知識的概念未能精熟，而必須尋求教學助理或老師的輔導，才能進入到下一個學習階段。而獲指派輔導任務的教學助理，能在同一時間清楚知道需輔導學生需要輔導的「特定」觀念為何，雙方會面時則鎖定有待釐清的觀念進行教學輔導，以提高輔導的成效。相較於國內一些科技大學及本校目前所使用的期中預警機制，多半是在期中考結束之後才提醒學生，現行缺點是(a)多數老師會以期中考的分數作為預警的依據，比不上以認知屬性精熟程度的分析報告，能提供給學生、教學助理和老師較為豐富的訊息而能進行重點強化。(b)期中考結束之後的補救教學往往緩不濟急，因為學生學習過程中的挫折感，已對學習投入的意願造成負面的影響，更可能因此而退選。(c)對於一些需數理知識的課程，越早讓學生知道那些觀念需釐清或補救，對學生的學習效果越好。普渡大學這一套系統必須依賴幾項因素才能運作：**(a)**教師須按照教學大綱發展出每二到三週的學習成效檢核表，亦即 Rubrics。**(b)**教師需根據 Rubrics 發展合宜的評量檢測工具，例如線上或課堂小考，以蒐集學生學習資訊。**(c)**必須有一套系統蒐集各個學生的學習成效資訊，並檢核學生學習成效是否達成。**(d)**這套系統必須能自動地通知學生、教學助理及老師，立即合作尋求改善。**(e)**最重要是這套系統必須能記錄每個學生學習歷程，以及接受輔導前後的學習成效，以作為教師未來編排課程以及教學助理提升輔導技能，甚至改進學校整體教學與輔導系統的依據。而普渡大學這套系統正是本計畫強調的深度測驗來提升學生的學習效果。

本計畫從翻轉教室及能力加值而提出較適合技職教育的混搭式教學，讓學生不只能在課堂內學習，也能在課堂外有充分資料給予自主學習，期待這些努力能對學生在學習微積分有幫助。

3. 研究問題(Research Question)

實驗將以 108 學年新進學生為實驗對象，所有研究採用不等組前後測設計的準實驗研究法(quasi-experimental design)，除探討各組的教學成效是否有差異外，也將探討不同學習型風格的學生對於混搭式學習是否有差異，對於學生所產生的認知負荷及學習成效是否有相關影響等。自變項除二種不同教學法外，還有「學習風格」，依 Kolb 學習型風格理論分為擴散型、同化型、聚斂型、調適型四種；依變項則為學生的「認知負荷」與「學習成效」。「認知負荷」是依 Sweller(2010)所提出新修正模型的認知負荷理論，依據這個理論可劃分為內在負荷與外在負荷。其中 Sweller 定義了各種認知負荷的來源稱為元素互動，其總量即是內在與外在負荷的總和。而內在負荷為學習素材本身複雜程度所決定，其量化高低取決於該素材對學習者互動元素量的多寡。本計畫將參考 Leppink 等 (2014)及 Leppink, & van den Heuvel (2015)所建議提出的六個問題來量測學習者所感知的內在負荷及外在負荷；「學習成效」分上學期以入學類別(電子電機組及商管組)編班，前測為第一周上課時給予高中職數學測驗，後測為期中考成績；及下學期回到原班，前測

為期中考，後測為期末考。本研究架構如圖 1。

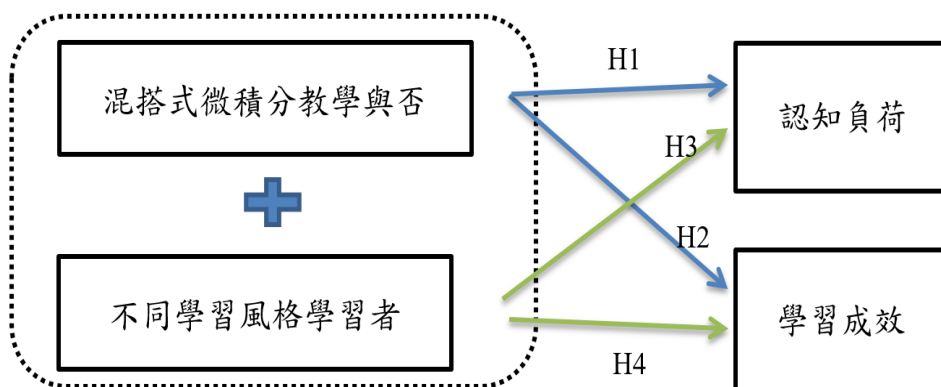


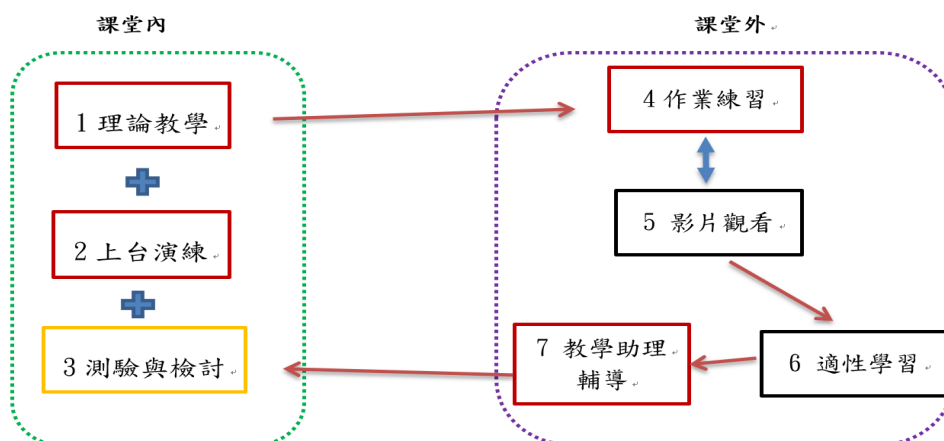
圖 1 假設檢定架構

本實驗將有 6 個假設檢定：

- 假設 H1：混搭式教學是否對學生的認知負荷有顯著的影響。
- 假設 H2：混搭式教學是否對學生的學習成效有顯著的影響。
- 假設 H3：不同學習情境下，在不同學習風格者對認知負荷是否有明顯差異。
- 假設 H4：不同學習情境下，在不同學習風格者對學習成效的影響有差異。
- 假設 H5：性別對混搭式教學是否有顯著的差異。
- 假設 H6：不同入學方式對混搭式教學是否有顯著的影響。

4. 研究設計與方法(Research Methodology)

在整個混搭式的微積分教學活動(如圖 2)，分課堂內及課堂外的活動，含傳統教學及線上學習與測驗，在課堂內每周三小時，規劃一小時進行傳統式課堂授課，主要教授新課程的進度，並以教理論與觀念為主，做一些簡單的範例即可；一小時讓學生上台自行講解習題，做上週的複習；另一小時做測驗及檢討，範圍可能是前 1-3 周進度或單元，讓學生有連貫學習的效果，這也是能力加值的概念。這三小時的內容可調配，測驗以線上測驗為主，因線上測驗馬上可以看到答對率(圖 3)，了解學生的學習狀況，並對題目做檢討，當然也可做紙本測驗(期中及期末考使用)。課堂外，學生必須寫作業及看影片，這裡將設計影片範例來搭作業，會將作業對應的影片範例做 QRcode，讓同學能快速進入範例語音檔(如圖 4)，對寫作業比較有學習的範本及信心，另外也將要求學生上微積分適性化學習平台做練習，這對考試及學習會有幫助，同時，也可以請教教學助理的協助，相信多管齊下，會提升學生的學習成效。



紅色外框:傳統學習活動；黑色外框:線上活動；橙色外框:兩種活動都有。

圖 2 混搭式微積分教學活動

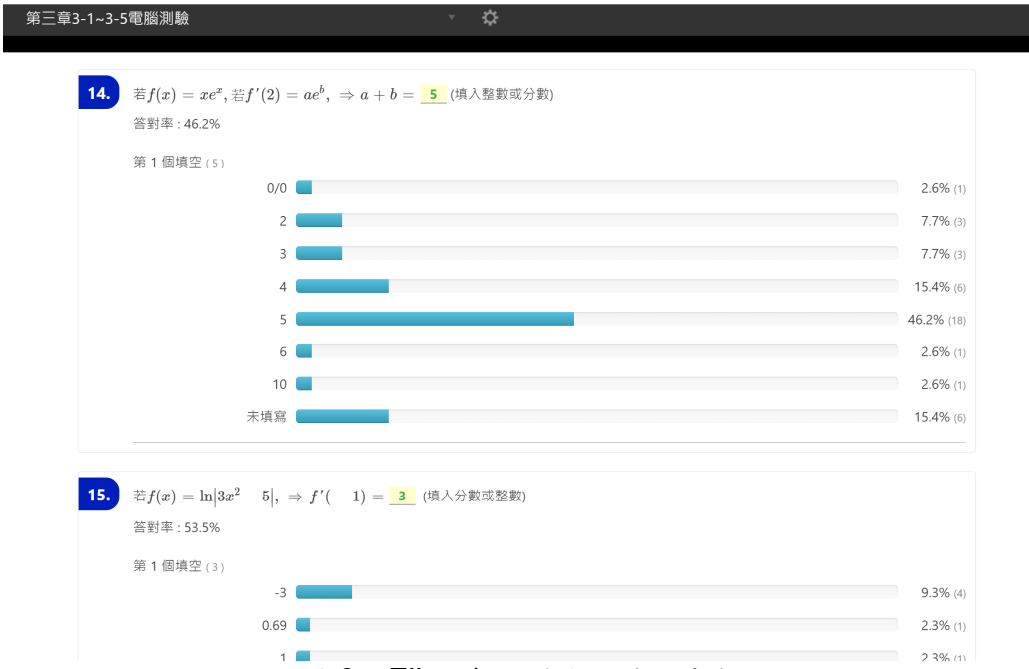
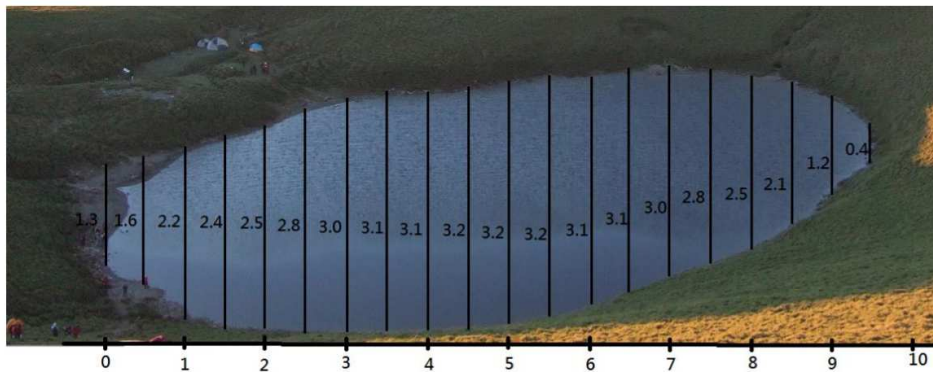


圖 3 Flip 線上測驗的試題分析



試題 6-2-2

下圖為 1:1000 的縮圖，單位公分，試利用梯形法則求該湖面面積約為多少平方公尺。



- (1) 1632 (2) 2448 (3) 4895 (4) 9790



試題 6-2-37

若函數在閉區間 $[1, 2.2]$ 分割成 6 等份，對應的函數值如下：

$$f(1.0) = 4.00, f(1.2) = 4.84, f(1.4) = 5.76, f(1.6) = 6.76,$$

$$f(1.8) = 7.84, f(2.0) = 9.00, f(2.2) = 10.24$$

以辛普森法則估算 $\int_1^{2.2} f(x)dx$ 的近似值為

圖 4 利用 QR code 快速進入解說影片檔

學習成效評量工具為每周設計作業及 1-2 週就設計電腦測驗試題，並在教室內直接上網在 Flip 平台施測，再加上期中、期末考成績，這些都可檢測學生的學習成效。

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

(1) 教學過程與成果

整個教學過程可感受到跟實驗組學生的互動時間比較多，學生也較會提出問題於練習課時跟老師及同學討論，且作業的成效也比控制組好。但在整個實驗因上學期以入學類別(電子電機組及商管組)編班，分 A、B 班，而在下學期因學校作業程序出問題，所以回到以入學時的編班，分甲、乙班，造成學習成效分二次實驗。以下學期的實驗報告成果如下：

H1：混搭式教學是否對學生的認知負荷有顯著的影響。

經由 T-test 發現， $t=1.489$ ， p 值 $=.139 > \alpha$ ，沒達顯著差異，表示在混搭式教學與一般教學對於學生學習下學期微積分課程的學生認知負荷差異不大。可能是因為作業相同，控制組老師上課內容較多，演練較少，且前測有顯著高於實驗組，導致整體自我對課程的感受沒顯著差異。

H2：混搭式教學是否對學生的學習成效有顯著的影響。

利用共變異分析，把前測因素排除後，混搭式教學與一般教學之間的後測有顯著差異($F=9.283, p\text{-value}=0.003 < 0.05$)。二組調節後的平均數差為 8.355， t 值為 3.047， $p\text{-value}=0.003 < 0.05$ ，達顯著水準。因此得知後測排除前測因素的影響後混搭式教學與一般教學有顯著差異。這表示 108 下學期的混搭式教學實驗有顯著成效。

H3：在不同學習情境下，不同學習風格學習者對於學習成效的影響是否有差異。

獨立樣本二因子共變異分析發現四種學習風格(發散型、調適型、同化型及收斂型)對下學期的學習成效未達顯著水準($F=0.255, p=0.858$)。表示四種學習風格在二種教學法下沒顯著差異。

H4：在不同學習情境下，性別對於學習成效的影響是否有差異。

獨立樣本二因子共變異分析發現在二種教學法下，性別未達顯著水準($F=0.465, p=0.497$)。

H5：在不同學習情境下，性別對於認知負荷是否有明顯差異。

二因子變異數分析發現二種教學法對認知負荷未達顯著($F=3.465, p=0.065$)，而性別對認知負荷達顯著水準($F=6.522, p=0.012$)。

H6：在不同學習情境下，不同入學者對於學習成效的影響是否有差異。

獨立樣本二因子共變異分析發現四種入學者(技優入學、甄選入學、聯合登記分發及其他)對學習成效未達顯著差異($F=1.496, p=0.219$)。

(2) 教師教學反思

- i. 在本計畫中分別於 108 上、下學期作混搭式教學實驗，分實驗組及控制組，實驗結果發現混搭式教學對學生都有顯著成效，值得繼續執行。
- ii. 混搭式教學對性別及學生入學方式在下學期的學習成就沒有顯著差異，這反映出只要學生肯用心學習，在經過一年的學習後，先背知識沒有顯著影響學習成果。
- iii. 混搭式教學對老師而言，需掌握上課步調，增加出測驗試題、批改考卷及作業量，編錄語音檔，會增加老師的課後工作量，但上課會比較輕鬆，跟學生較有互動。

(3) 學生學習回饋

實驗組：

- 微積分，最麻煩的一門課，最能讓我腦袋更清晰的轉動。
- 微積分好難==
- 上完本學期的課程，讓我對一些相關知識有了一定的增長。
- 後段的人寫功課沒甚麼用，功課的分數是以多少人寫得出這題來平均分數，後段的人只要期中期末考不好就會被當了，沒有什麼平反的機會，我認為功課的分數要高一點，不然分組寫作業根本沒意義，只要期中期末考的好，功課不用寫，放生組員都能過，我不認為大學是為了自己而讀的，應該是為了磨練團隊而不是指強大自己。
- 老師人很好，對於教學非常認真。
- 老師這學期改了上學期很多不好的，做的不錯。可是送分的部分真的太多了，我另一個同組的同學，說實在作業都沒寫，期中考考個 $20+30=50$ 分，不過就是考前加分影片每個都掛個分頁看看，最後拿 A???
- 老師都會認真回答學生問題 並給予簡單易懂的解法。

對照組：

- 上課內容困難，成績較差的同學無法理解
- 題目能解釋的在詳細
- 這門科目雖然很難理解，但不妨礙我喜歡數學的熱忱
- 微積分不好學！zz
- 很多人說討厭數學，其實不是討厭數學本身，而是數學考試。數學如此博大精深，公式證明如此令人驚艷，就算我這學期成績非常不如意，卻不因此厭惡微積分。希望學弟妹還是能聽到老師講解公式證明
- 一開始覺得老師出的作業很難，一定是在故意刁難我們，但後來漸漸的發現其實把老師出的作業做完，數學能力變強很多，回頭去看

之前的作業，覺得很簡單，真的很謝謝老師

6. 建議與省思(Recommendations and Reflections)

- i. 在本計畫中分別於 108 上、下學期作混搭式教學實驗，二次實驗結果發現混搭式教學對學生都有顯著成效，這值得建議給教數理課程的老師做參考。
- ii. 混搭式教學對性別及學生入學方式在下學期的學習成就沒有顯著差異，這反映出只要學生肯用心學習，在經過一年的學習後，先背知識沒有顯著影響學習成果，這可鼓勵一些入學數學成績較差及女同學用功學習。
- iii. 混搭式教學強調展示及作業，在課堂內的上台演練及課堂外的作業練習都以組為單位算分，一組限制 3-4 人，實驗的過程中還是有很多值得改進及探討，如何增加同組或同儕合作是未來要探討的問題。

二. 參考文獻(References)

Sams, A. & Bergmann, J. (2013). Flip Your Students' Learning. *Educational Leadership*. 70(6). 16-20.

國立台灣大學教學資源網 (2018)，「翻轉教室」(Flipped Classroom) 介紹，
https://ctld.ntu.edu.tw/fd/teaching_resource/page1-1_detail.php?bgid=&gid=37&nid=300

Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*. 22. 123–138.

Leppink, J., Paas, F., van Gog, T., van der Vleuten, C. P. M., & van Merriënboer, J. J. G. (2014). Effects of pairs of problems and examples on task performance and different types of cognitive load. *Learning and Instruction*. 30. 32–42.

Leppink, J., & van den Heuvel, A. (2015). The evolution of cognitive load theory and its application to medical education. *Perspectives on Medical Education*. 4. 119–127.

三. 附件(Appendix)

與本研究計畫相關之研究成果資料，可補充於附件，如學生評量工具、訪談問題等等。