

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：PED1080263

學門分類/Division：教育學門

執行期間/Funding Period：108 年 8 月 1 日至 109 年 7 月 31 日

學生共創電機系礎石課程教材之循環改進與師生夥伴關係影響探究

創意電資工程入門教育設計課程

計畫主持人(Principal Investigator)：陳士元

共同主持人(Co-Principal Investigator)：李紋霞

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立臺灣大學電機工程學系

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)：109 年 9 月 11 日

目錄

一、報告內文.....	1
(一) 研究動機與目的.....	1
(二) 文獻探討.....	2
(三) 研究方法.....	3
(四) 課程教學實踐與成果.....	5
(五) 教學成效研究結果.....	11
(六) 反思與建議.....	19
二、參考文獻與教學資源.....	22
三、附件.....	244
(一) 研究計畫參與知情同意書.....	244
(二) 問卷.....	25

一、報告內文

(一) 研究動機與目的

臺大電機系學生皆是學科基礎能力佳，學習吸收能力強，有極高興趣接受創新任務挑戰的可造之材。雖然電機系絕大部分畢業生成績優異，職涯發展順利，也有年輕校友批判性回顧自己四年大學生活，感嘆大多數教室學習時光，教師教學十分單向，學生也很少主動提出學習質疑或是深入探索。因此，認為電機系教育，專業知識傳授本身不應該成為教學主要目的，而是應藉由學習知識的過程，扎實地培養學生對知識的好奇、理解問題的能力、蒐尋資料的方法與思考邏輯的訓練。系教師群也常自問：「除了專業必修、知識性、分析性的課程之外，電機專業教育該給學生們甚麼專題設計與實作的挑戰」？

電機系為落實接軌國際工程教育創新精實的跨領域人才培育趨勢，配套系上教師為大學部高年級學生所開授的頂石(Capstone)相關專題課程，特別於 2017 年 1 月底電機系由 13 位經驗豐富和熱心教學的教授陸續加入發展以工程設計與實作為重心的大一礎石(Cornerstone)課程研發團隊，期許透過適當的探索與實作挑戰，激發大一學生對電資領域問題深入學習的興趣，建立後續年級逐步自主探索的基本知識、技巧與態度，以培養一些接軌國際的基本工程素養。在 2017 年 6 月學系課程委員會通過於 106 學年上下學期(2017-2018 年)新開授「創意電資工程入門教育設計」、「電資工程入門設計與實作」兩門選修課程，設定創新課程發展與開授循環策略。亦即上學期「創意電資工程入門教育設計」課程開放給大三以上和研究所學生修習，目標為產出大一實作專題教案設計及課程助教人才，而後作為下學期大一「電資工程入門設計與實作」課程的單元主題教學和小組學習活動引導的教材內容。

依據 106 學年起新開授的電機系二門專題實作導向的課程教學經驗與大一修課學生學習成效前後測問卷之分析結果顯示以下幾個問題。第一，師生在上學期共同開發給下學期大一的「電資工程入門設計與實作」課程教材單元主題偏多，並各單元缺乏明確專業和通用核心能力的學習目標撰寫以及核心知識技能相互推疊呼應的整體教與學活動設計。其次，課程實施過程中，教學團隊偏重在提供規劃好的專業知能實質教學和充分的問題解決協助，導致修課學生沒有太多機會體驗團隊導向學習(TBL)和專題導向學習(PBL)的學習歷程。第三，助教群團隊引導知能不足，在課堂中鮮少關注引導大一學生建立有效能的小組團隊運作，因此較難產生同組多元能力成員間相互協助成長的效益，也可能在解決問題過程中會依賴課程和 Lab 助教的協助。

基於 106 和 107 學年在大一工程入門實作課程教學實踐時所產生的三個問題現象，本教學實踐研究計畫以強化「電資工程入門設計與實作」教師團隊和修課學生對 PBL 和 TBL 教學引導環境建立和成果導向評量工具運用之知能和體驗，進而產出激發大一學生深入學習興趣的電機系大一礎石課程設計以及有效執行更具 TBL 和 PBL 學習效能的教學引導。希

望經由生師共創「電資工程入門設計與實作」課程教材，從 106 學年度開創期的「有」、107 學年度改進期的「佳」、最後到 108 學年度成熟期的「優」階段，最終協助學系建立一套生師共創大一入門設計課程和開授礎石課程之 PBL 教學持續發展的運作模式，以利日後能真正成為電機系總整課程模組中的大一必修礎石課程。

(二) 文獻探討

學生中心和學生參與一直以來都是全世界高等教育改革的核心主題。近年來相關教育政策和理論文獻逐漸呼籲讓學生成為自己學習的共同創造者、共同製造者和共同設計者。學者們曾分析高等教育對於 curriculum 存在四類定義：科目結構和內容、學程/學位結構和內容、學生學習經驗、教與學動態和互動歷程 (Bovill、Bulley；2011)。前二類為一般理解的單門課程和學系/學程課程，而後二者則廣泛涵蓋了學生的學習參與經驗。而這樣對課程越來越廣泛的定義，也正呼應一些學者主張的“讓學生和教師有效地成為學習和教學合作夥伴可說是二十一世紀高等教育面臨的最重要問題之一”(Healey、Flint、Harrington；2014)。以下將分二子題來探討與本計畫中課程教學實踐與行動研究設計高度相關的文獻內容。

1. 教與學中的學生參與

雖然對一般教學機構來說，讓學生成為實質合作夥伴來設計課程和提供教學內容建議是罕見的，但近年來提供學生作為教師合作夥伴和自己學習的共同創造者機會之想法越來越受到關注(e.g., Mihans et al, 2008；McCulloch, 2009)，目前各校園中學生與教師合作共創課程較常見的有二種模式(Bovill、Felten, 2016)：一是聘請學生作為顧問，為教學內容和方法提供建議(Curran、Millard, 2016)；二是學生、課程教師和學術開發人員一起組成設計或重新設計課程的團隊(Mihans et al., 2008；Delpish et al., 2010)。一些相關研究發現學生和教師二方都可以從夥伴關係中受益。除了更好地理解教與學場域中不同角色的立場和觀點外，也增強了學生學習動力和參與程度，培養出多元認知意識和更強的課程認同感；更重要的是，教學實踐中的教學相長的權力潛在變化改善教學和課堂體驗，進而增強了師生平等互動關係(Carey, 2013；Delpish et al, 2010)。

若從讓學生和教師一起設計課程教學內容的具體研究結果來檢視實質益處的話，可以發現不僅讓參與學生更加廣泛和深入地閱讀與課程主題相關的文獻資料，同時經由分析評估新課程設計多元面向的過程中，學生增強了批判思考以及自主學習的能力，進而學習到更進階文獻搜尋和如何發現重要的期刊文章(Osborne；2010)。而這樣讓學生處於積極與教師和同儕協力合作的交流過程中，也幫助他們更理解和同理課程教學時教師設計的觀點和工作負擔。至於對課程教師的好處，首先是有學生加入搜尋和評估適當教學資源，能在有限工作時間投入情況下，對最關聯和尖端的資源使用在新課程中有更廣泛檢視。更重要的是在新課程早期開發階段就接收到學生端的關鍵反饋，讓課程改進很容易進行 (Birgbauer；2016)。

至於學校教學發展中心的專業開發人員可如何介入協助校園內師生夥伴關係的運作，主要為二大面向：(1)支持教師和學生的合作夥伴關係:幫助正在與學生合作的教師

建立出良好的做法、為相關教職員和學生提供專業發展和培訓以啟動或維持教與學的夥伴關係、扮演該教學單位教師和主管間橋樑藉以影響高等教育夥伴關係推動的關鍵政策和戰略。(2)在學術發展中強化師生夥伴關係的實踐：當學術圈對高等教育學生參與夥伴關係的興趣逐漸升高時，關於夥伴關係的研究和新理論的發展有相當大的努力空間，需要更多專業開發者投入更多的關注和行動。(Bovill、Felten；2016)。

2. 專題導向式學習 (Project-based Learning, PBL)

專題導向式學習是一種建構取向的學習方法，提供學習者高複雜且真實性的專題計畫，讓學生藉此找出主題、設計題目、規劃行動方案、蒐集資料、執行問題解決、建立決策行動、完成探究歷程，並呈現作品的學習方式 (徐新逸，2001)。作為專題導向式學習教學設計之教學者需要先設計出一個真實有學習價值意義的開放性問題，來激發學習者學習動機進而能引導其整個學習的驅動問題 (driving question)。讓學習者針對問題去蒐集資料、觀察探究、討論爭辯、懷疑舉證、假設預測等，進而擬定一研究或實驗設計(陳毓凱、洪振方, 2007)。在進行實驗研究前，學習者可能會先藉由實驗中對實驗變項與控制變項的操弄，學習者會獲得相關的資料或數據，這些訊息有助於後續對於驅動問題涵蓋的知識與技能之瞭解。學習者藉由分析與解釋上述獲得之資料或數據可做出研究之結論，當完成一個或一系列的作品或產品之產出時，最終階段學習者必須與他人分享交流並經由共同分享與推論，以獲致問題解決方案與相關的認知理解。

PBL 教學法要求教學者扮演學習歷程之促進者，協助學習者從自我探索和解決問題過程中逐漸累積豐富知識。教師須接受 PBL 模式“做中學之培訓”來學習新的角色和工作，因此教師應擔任學習協助者或教練的角色，只提供必須的學習指引與資源提示，但不會給予講課或直接知識的傳遞，也沒有固定課後複習和習作。亦即，教師是指導者也是學習者、是促進學習者之間的教學活動之社會建構媒介(Moursund, 1999)。

(三) 研究方法

1. 研究架構

本計畫採用教育行動研究二階段循環歷程為研究架構 (蔡清田，2013)，主要聚焦在引入成果導向課程設計教育理論來強化 108-1 學期「創意電資工程入門教育設計」課程授課教師團隊和修課學生們對 PBL 和 TBL 教學模式特質的理解、掌握和體驗和強化成果導向評量設計的知能。在上下學期二門創新實作課程相關教學實踐的過程中，將蒐集量性和質性的研究資料以檢視修課學生的整體學習成效、參與大一入門實作教材設計的師生二方對共創課程夥伴關係的感知評估和互動模式、以及新創教材實際運用後的優缺點評估。(參見圖 1)。

(1) 研究範圍和對象

本計畫教學實踐現場為 108-1 學期「創意電資工程入門教育設計」開放給電資學院大學部高年級以上學生選修的三學分課程，而後將延續觀察分析 108-2 學期「電資工程入門設計與實作」開課期間，授課教師群和課程助教們協同教學互動模式以及檢核師生合作設計的單元教案和專題活動之教學成效。這學期課程實際合授教師共有 7 位，包括電機系專業教師群：陳士元、林坤佑、陳和麟、張時中、陳君朋，多倫多大學訪問學者楊振邦，及教育專家李紋霞。108-1 課程有 13 位大三學生、和 1 位博士生選修。

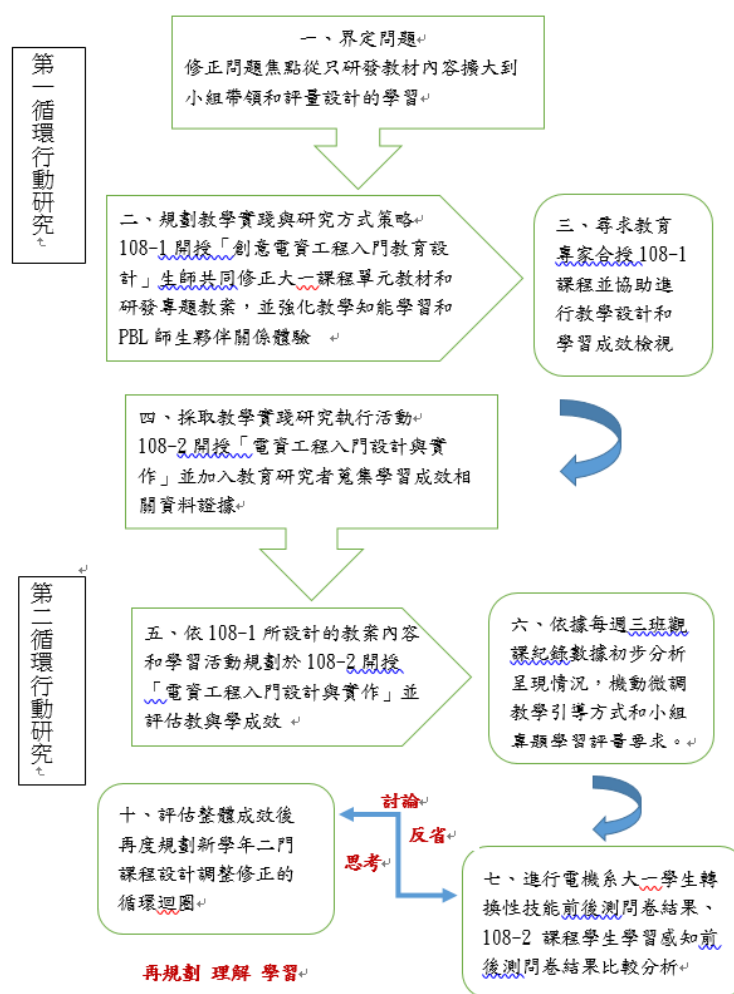


圖 1 課程教學實踐成效行動研究循環圖

在學生「選修這門課的主要動機和理由」中，四成學生想嘗試設計課程，而約三成學生是對教學有興趣，兩成學生覺得課程有趣或想學習相關實作知識而選修這門課。「是否有過教學經驗」則約有七成學生 (10 人) 都當過國高中家教，甚至也有其他教學經驗例如系上課輔、通識課助教、補習班助教、社團教學等；兩位同學無相關教學經驗。在「大學修課經驗」中，八成學生都參與過實驗課程，同時約半數學生參與過團隊導向課程 (TBL) 或是專題導向課程

(PBL)。

(2) 資料蒐集方法和處理分析

本計畫採用混合方法研究法(Mixed method studies)，整合運用問卷調查法、個別訪談法和參與觀察法來檢視課程採用專題導向學習教學法的學生學習感受與成效，以及探究師生共創和共教課程夥伴關係的教學模式和對學生學習與教師教學的影響。

- a. 108-1 課程學生問卷調查：進行期初相關學習經驗和課程期待調查、期中反思及整體學習自評前後測(面向包括學習習慣和態度、執行專題的能力和信心、團隊合作和小組帶領的能力和信心)。
- b. 擔任 108-2 TA 者問卷調查：曾修過這二門創新課程之後擔任 TA 者進行個人教案設計參與經驗、教學成效與個人 TA 工作技能和表現自評調查。
- c. 教師個別訪談：針對 108-1 課程師生共同改進的教案設計和教材於 108-2 課程實施的情形和成效請教師團隊進行檢視和反思。
- d. 參與觀察法：由教育專家實際參與 108-1 課程教學和評量工作、108-2 課程教與學活動觀察、二門課程每週教師會議小組學習情況檢討和 108-2 課程期末小組自選專題評分。

各類問卷數字和文字資料以 Excel 軟體進行記錄、彙整、追蹤和描述性數據統計、paired-t test 差異分析等操作。授課教師訪談內容以逐字稿紀錄之質性文字，採用內容分析法進行有系統的編目分類分析。最後再將所有量性和質性分析資料進行多元面向的統合歸納分析。

(四) 課程教學實踐與成果

1. 教與學內容與執行過程

電資創新課程在上學期《創意電資工程入門教育設計》的任務以修改調整前一學期大一《電資工程入門設計與實作》課程設計和單元教案為主。因此，108-1 課程在整體課程規劃上，除了教學設計的介紹與練習外，也針對 107-2 課程執行的教學成效與大一修課學生的反應回饋，做教材上的調整規劃；同時指導修課學生自己擬定這門課程所需使用的週報告和期末專題評分規劃(rubrics)並在各種評量活動時師生們實際依照 rubrics 進行評分。

108-1 課程採取「專題導向學習」(PBL)與「團隊導向學習」(TBL)方式進行教學，全班 14 位同學分為 5 個小組進行。前半學期由教師協助引導學生強化大一電資教育基石課程 (cornerstone course) 之課程設計理念與實務的必要知識，透過學生中心課程設計與教學法概述及指定之國內外文獻與案例研讀，配合每週課前作業規劃，學生須於課前上傳至校內教學平台並在課堂上口頭簡報，合授教師群分別提供等第評

量，輔以書面評語與建議幫助學生學習。並且讓同學以 107-2 學期大一「電資工程入門設計與實作」課程單元教案的改善進行檢視與實作驗證，依檢核時間點依次繳交完成進度並於期末繳交教案改善總結報告。下半學期各組進行大一課程所需的小組專題教案創意設計之初步規劃與實作驗證，從勾勒專題概念開始；包括概估資源需求、企劃細部設計時程、專題分組細部設計、可行性實作驗證、整合設計與展示發表及撰寫書面報告等，並於學期末舉辦教材設計成果展示。

表 1 每週課程內容與作業

週次	主要課程內容	作業
第 1 週 (9/12)	<ul style="list-style-type: none"> 課程介紹與提醒事項 107-2 教案瀏覽心得、修課學生回饋討論 	課前:107-2 教材案例瀏覽心得分享 課後: R2.1~R2.5 閱讀心得報告
第 2 週 (9/19)	<ul style="list-style-type: none"> 學生分組簡報課前閱讀心得 TBL 與 PBL 教學法介紹 	課後: 107-2 教材 (Unit1~5、期末專題)瀏覽
第 3 週 (9/26)	<ul style="list-style-type: none"> 教案設計 123 講授 電機礎石課程設計理念與實務 	課後: R4.1 教案檢視回饋、R3.1,R3.2 閱讀心得
第 4 週 (10/3)	<ul style="list-style-type: none"> 107-2 工作坊單元教案設計檢視與實作驗證-I 評量指標(rubrics)設計概述 Arduino 開發環境介紹與基本模組實作 	課後: R6.1 教案檢視回饋、R3.3,R3.4,R4.3 閱讀心得
第 5 週 (10/10)	國慶日放假	
第 6 週 (10/17)	<ul style="list-style-type: none"> 107-2 工作坊單元教案設計檢視與實作驗證-II Search 演算法、自走車組裝與測試 	課後: R7.1 教案檢視回饋
第 7 週 (10/24)	<ul style="list-style-type: none"> 107-2 工作坊單元教案設計檢視與實作驗證-III 循跡 P-Control 與定題 Design Project 介紹 	課後: R8.1~R8.2 回饋檢視
第 8 週 (10/31)	<ul style="list-style-type: none"> 107-2 期末專題教案設計檢視與實作驗證-IV 107-2 期末 Design Projects (定題與不定題) 公布本課程 108-1 期末計畫評量指標(rubrics) 	課後:107-2 教案檢視與實作驗證總結報告(word 檔)、108-2 期末 Design Project 教案設計初步企劃
第 9 週 (11/7)	期中考週，自行構思與閱讀	
第 10 週 (11/14)	校外參訪：GARMIN 汐止廠	
第 11 週 (11/21)	<ul style="list-style-type: none"> 108-2 期末 Design Project 初步企劃 生、師分組討論、全體綜合討論 	課前: 107-2 教案檢視與實作驗證總結報告(word 檔)、108-2 期末 Design Project 教案設計初步企劃 課後: 期末專題教案 rubric 修正稿、108-2 自選題教案設計具體企劃
第 12 週 (11/28)	<ul style="list-style-type: none"> 小組報告教案設計改進、強化與實作驗證 教師回饋後分組討論與後續修正 	課後:工作紀錄簿
第 13 週 (12/5)	<ul style="list-style-type: none"> 教案設計改進、強化與實作驗證 	課後:工作紀錄簿
第 14 週 (12/12)	<ul style="list-style-type: none"> 教案設計改進、強化與實作驗證 	課後:工作紀錄簿、基本單元教案改善結果、基本單元教案改善總結報告
第 15 週 (12/19)	校外參訪 (工研院資通所、機械所)	課後:工作紀錄簿、基本單元教案改善總結報告
第 16 週 (12/26)	<ul style="list-style-type: none"> 教案設計與實作統整 說明小組期末專題設計之要求 	課後作業:工作紀錄簿、期末 design project demo 投影片
第 17 週 (1/2)	<ul style="list-style-type: none"> 教案設計報告與展示 	課後作業: 繳交依課堂建議強化後之 108-2 期末 Design Project 教案書面報告

課程規劃上，與 107-1 不同的是，除了原有的教案設計課程 (教案設計 123) 之外，108-1 還增加了 TBL 與 PBL 課程的介紹，將前半學期六週的教案教案檢視與實作驗證縮短為四週；後半學期的教案改進雖然維持一週企劃與三週實作，但 107-1 安排一次

校外參訪，在 108-1 增加變為兩次參訪。由於過去幾個學期發現評分回饋的必要性，因此本學期課程更加著重 rubrics 評分規劃的訓練並實際練習。在第 2 週到第 8 週課程期間，讓學生嘗試 rubrics 評分規劃並在小組報告時練習使用。一開始制定的評分項目隨著後續修改，在第 6 週至第 8 週較臻完善，並能作為這三週報告時的評分比較，評分項目包含：指定內容完整豐富度、發現並解析問題、解決方法的創新可行性、報告呈現品質、團隊合作。評量類型和佔分比例，包括：每週小作業(20%)、上台口頭報告(20%)、分組單元實驗設計與實作驗證成果報告(60%)、和專題成品小組競賽(額外頒獎)。

透過上述之教學過程，學生在課程中實際發想進行教案設計與實作，並與小組成員及教師群透過互動式討論，滾動式累積強化教案設計與實作驗證，除完成師生共創實作教學教材，亦達到強化學生自主探索學習解決問題、團隊溝通與合作等核心能力的目標。

2. 評量指標與專題教案設計成品

本次課程教學實踐從過去著重於學生研發專業實作教材內容，擴大到小組團隊合作引導和質性評量工具設計的學習。全班同學合力擬定出二份此門課程的評量指標(各週口頭報告和小组專題教案設計，參見圖 2-1, 圖 2-2)，以及完成 5 份小組期末專題教案設計。5 份小组的專題教案主題包括：跨組合作接力載貨、自走車 3.0 版、迷宮地圖探勘、警匪物資搶奪戰、自動運貨(表 2 及圖 3)。

108-1 [創意電資工程入門教育設計教材檢視強化小组報告作業 RUBRIC]

評量項目	傑出 (4分)	良好 (3分)	普通 (2分)	尚可 (1分)	得分
指定內容完整豐富度	1.主題清晰具整合性 ↓ 2.架構完整有條理↓ 3.內容要點呈現完整正確且豐富	1.主題清晰 ↓ 2.架構完整有條理↓ 3.內容要點呈現完整正確	1.主題大致明確 ↓ 2.架構完整適當 ↓ 3.大部分內容要點呈現正確適當	1.主題大致明確 ↓ 2.部分架構完整 ↓ 3.部分內容要點呈現正確	
發現並解析問題	問題囊括所有面向、極有深度且值得探究，並精準命中問題的核心原因。	問題涵蓋大多數面向、有深度、值得探討，並探究出問題的大部分原因。	問題包括部分面向、並探究出問題的部分原因。	問題只有單一直線的面向，並未觸及到問題背後原因。	
解決方法的創新可行性	針對探究問題提出一個以上創新具建設性的解法方案，並且難易度適合電機系大一學生。	針對探究問題提出一個創新具建設性的解法，但難易度不太適合電機系大一學生。	針對探究問題提出一個具體可行的解法，但不夠創新。	提出的解法不具建設性，無法採納(不論是否創新)。	
報告呈現品質	1. 整體簡報設計清晰易讀，且令人印象深刻。↓ 2. 整體聲調、眼神、肢體動作流暢自然，並能與聽眾有交流。↓ 3. 整體與分段報告時間皆掌握精準	1. 整體簡報設計清晰易讀↓ 2. 整體聲調、眼神、肢體動作自然↓ 3. 整體報告時間掌握精準	1. 大部分簡報設計適當↓ 2. 大部分聲調、眼神、肢體動作自然↓ 3. 整體時間掌握適當	1. 簡報設計易讀性有待加強↓ 2. 聲調平淡、眼神、肢體動作僵硬↓ 3. 時間掌握有待加強	
團隊合作	每位成員分工和貢獻平均，並整合性呈現小組成果。	每位成員分工適當，確實完成各自負責部分。	有些成員分工後沒什麼貢獻，但整體內容完整	有些成員沒什麼貢獻且內容不完整	
整體評語和加減分調整:					總分

圖 2-1 各週口頭報告教案 Rubrics 設計成果

108-1 小組教案設計期末書面報告評分 Rubric

評量項目	給分標準			
	傑出 5	良好 4-3	普通 2	需改進 1
教案目標 得分: /5	<ul style="list-style-type: none"> 清楚條列每單元學習目標，並可具體檢測 教案目標紧扣整學期課程核心目標，同時包含認知、技能、情意三領域 	<ul style="list-style-type: none"> 清楚條列大部分單元學習目標，並可具體檢測 教案目標大部分與整體課程呼應，涵蓋認知技能情意其中二項 	<ul style="list-style-type: none"> 具體條列出部分單元學習目標，並可具體檢測 教案目標大部分與整體課程呼應，涵蓋認知技能情意其中二項 	<ul style="list-style-type: none"> 沒有清楚條列單元學習目標 教案目標模糊且無法與課程目標呼應
評量方式 X2 得分: /10	<ul style="list-style-type: none"> 評量項目充分呼應課程目標且設計多元，可激發不同程度學生深入學習 評量標準等級區分適當明確，可讓學生清楚理解得失的原因 	<ul style="list-style-type: none"> 評量設計大部分呼應課程目標，可激發多數學生深入學習 評量標準等級有所區分，得分高低原因大致明確說明 	<ul style="list-style-type: none"> 評量設計和課程目標大致符合，可激發部分學生深入學習 評量標準等級嘗試區分，但給分高低說明不甚明確 	<ul style="list-style-type: none"> 評量設計和課程目標不相符合，無法激發學生深入學習 評量標準等級區分不明顯，給分高低原因不明確合理
專業內容 X3 得分: /15	<ul style="list-style-type: none"> 教材深度恰當、份量適中，且內容與單元學習目標吻合 教案整體架構條理清晰、專業內容說明完整精確 精確適當地使用圖片、表格輔助學生理解課程內容 	<ul style="list-style-type: none"> 教材深度稍難或稍易、份量適中，且內容與部分單元學習目標吻合 教案大部分架構條理清晰、專業內容說明大致完整正確 部分使用圖片、表格輔助學生理解課程內容 	<ul style="list-style-type: none"> 教材深度稍難或稍易、份量過多或過少，且內容與單元學習目標只有少部分吻合 教案架構不完整、專業內容說明不完整 嘗試使用圖片、表格輔助學生理解課程內容 	<ul style="list-style-type: none"> 教材深度不當、份量過多或過少，且內容與單元學習目標幾乎不吻合 顯教案架構不清晰、專業內容說明不正確 完全不使用圖片、表格輔助學生理解課程內容
驅動問題 X2 得分: /10	<ul style="list-style-type: none"> 驅動問題完整體現課程目標之精神，且和期末專題高度連結 問題開放性、引導性良好，能激發不同程度學生的團隊合作成長 問題設計難度適當並有創意，且結合生活實境 	<ul style="list-style-type: none"> 驅動問題大致符合課程目標之精神，且和期末專題有連結 問題開放性、引導性良好，能激發多數學生的團隊合作成長 問題設計難度適當有創意 	<ul style="list-style-type: none"> 驅動問題部分體現課程目標之精神，且和期末專題有稍微連結 開放性和引導性稍嫌不足，僅能激發少數學生的團隊合作成長 問題設計符合學生學習能力，但難度與課程已學內容一致欠缺延伸學習挑戰 	<ul style="list-style-type: none"> 驅動問題無法體現課程目標之精神，且和期末專題完全無關 問題不具備啟發和引導學生團隊合作的作用 問題設計過難或過易，無法帶動學生探索
教學引導流程 X2 得分: /10 評議:	<ul style="list-style-type: none"> 單元進度和實作時間的學習引導安排妥當，藉以訓練所有小組解決問題的能力和激發自我學習 每單元前後測的設計可確實反應並掌握學生和小組學習狀況 每單元後有提供學生豐富的自主延伸學習相關資源 小組工作紀錄簿設計完善 	<ul style="list-style-type: none"> 單元進度和實作時間的學習引導安排妥當但稍嫌不足 大部分單元前後測的設計可確實反應並掌握學生和小組學習狀況 大部分單元後有提供學生自主延伸學習的相關資源 小組工作紀錄簿設計適當 	<ul style="list-style-type: none"> 單元進度和實作時間的學習引導安排不足 部分單元前後測的設計可確實反應並掌握學生和小組學習狀況 少部分單元後有提供學生自主延伸學習的相關資源 沒有小組工作紀錄簿設計 	<ul style="list-style-type: none"> 單元進度和實作時間的學習引導安排不足或不佳 單元前後測設計不足或無法反應學生和小組學習狀況 完全沒有提供學生自主延伸學習的相關資源 沒有小組工作紀錄簿設計
總得分: /50				

圖 2-2 小組專題教案 Rubrics 設計成果

表 2 108-1 小組期末專案設計成果

專案主題	學習目標	內容簡述
1.拖車接力	<ul style="list-style-type: none"> 團隊合作 結合上課所學解決問題 發揮創意 	以 2~3 組為單位，在指定題的循跡自走車之上，以接力的方式，設計出自己的載物方法將貨物載到指定的地點，並期待能優化現有的循跡自走車，以因應更困難的軌道。
2.車車 3.0	針對自走車的問題發展第三版自走車，並對整體課程設計提出調整建議。	實作自走車 2.0 版時發現了許多例如板子壞掉、電壓不穩、走線困難等需要改進之處，另一方面也覺得自走車的外觀可以再更好看，故透過期末專題呈現改良後的自走車。另對於課程在哪些部分可以強化、哪些部份可以更精簡亦提出建議。

3. 迷宮先驅探索者號	<ul style="list-style-type: none"> • 學習資料結構的應用，並運用資料結構來解決問題 • 熟悉過去課程中的循跡及藍芽功能，在過去所學之上加以延伸 • 運用新的模組或程式庫解決問題，培養自主學習的能力 	讓車子在未知的地圖上循跡，在走完地圖之後會產生這張地圖的 Adjacent List。
4. 自動運貨車	<ul style="list-style-type: none"> • 學習使用 linux based 的作業系統 • 學習上網尋找有用的學習資源，因為這次沒有人手把手教學 • 學習將腦中的「功能」具象化，然後使用 CAD 實做出來 • 簡單了解硬體與軟體的結合 	給定一張循跡地圖以及一個球池，讓車子在地圖的一個點開始出發，循跡到指定地點後可以接球，接著再循跡走到球池，利用自動或是遙控的方式把球倒入盒中，最後計算 5 分鐘後盒子內球的總數量來評分。
5. 警匪物資搶奪戰	<ul style="list-style-type: none"> • 認知：課內知識(演算法、自走車...)、課外知識(threading, feedforward...) • 技能：建構子情境模型並還原實際狀況、培養問題發現與解決之能力(設計實作問題之解決方法)、大型專案管理所需之能力(分工、進度規劃...) • 情意：激發最佳化實作成果之動機(期待心、競爭模式) 	情境設計：聯合國人道組織(搶匪)運送物資至第三世界各村莊(銀行)，然而物資有限，只夠送至四個，送完後由兩逃生口其一逃出本區域(遊戲成功)；第三世界軍閥(警察)須攔截物資運輸車，一旦攔截到即物資全無(遊戲失敗)。 <ul style="list-style-type: none"> - 搶匪須避開警察完成任務 - 警察須攔截搶匪完成任務

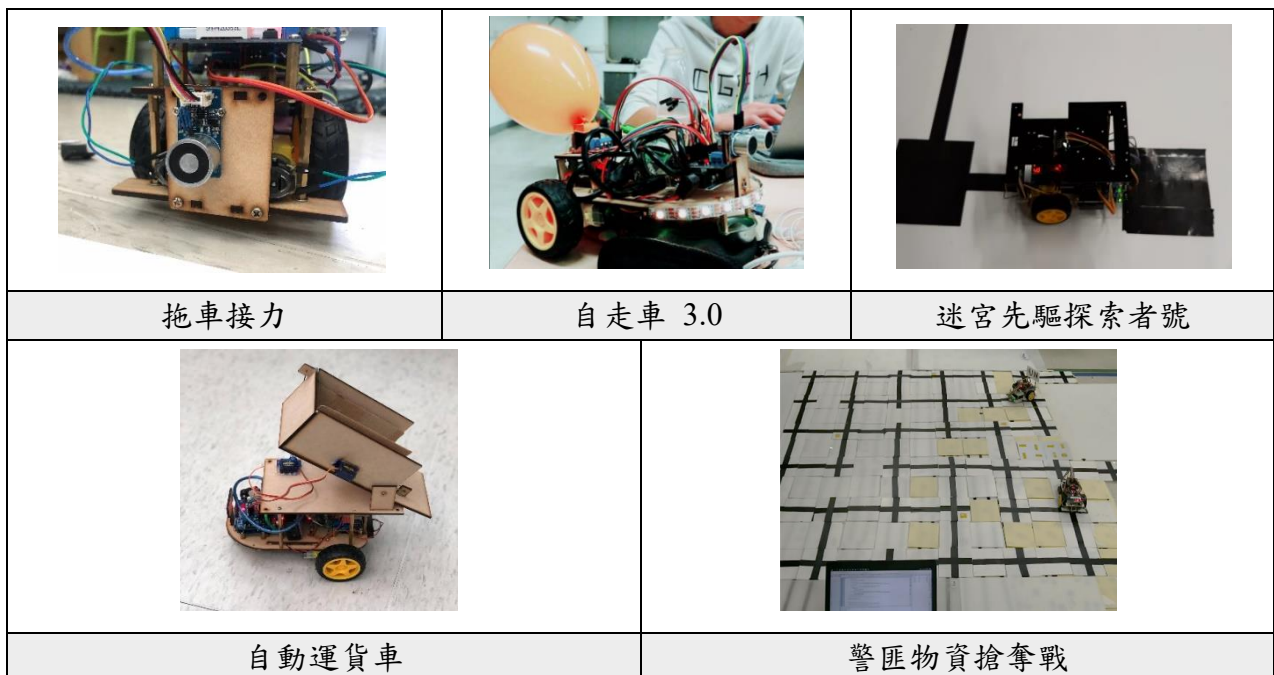


圖 3 108-1 小組期末專題成果相關圖片

3. 108-2 課程設計改進規劃

108-2 課程在教學設計與小組學習活動操作上的改進作法有以下幾項：

- (1) 主題工作坊 (unit workshop)單元內容精煉和小组指定題完成展示的時間提前，增加自選題發想和嘗試的小組探究實作時間。
- (2) 小组自選專題製作從自由參加改為強制參加，並將是否能夠出席期末自選題發表活動列為學生選課時的篩選條件之一。
- (3) 課程評分機制強化：學生修課成績從通過制改為等第制，並將小组工作紀錄簿和自選專題納入評分項目，同時需設計評量指標 (rubrics)事先告知學生評分的重點內容和給分標準。
- (4) 小组工作紀錄簿撰寫品質要求和即時回饋：將每週工作紀錄簿撰寫內容品質列入評分項目，同時教學團隊依據 rubric 輪流批閱給分並在專業內容上即時釋疑或提供建議。

4. 108-2 課程設計改進學生學習表現

108-2 課程在上述的調整之後，修課學生也有了和以往不同的學習表現。首先是小组工作紀錄簿，列入評分後學生的態度較過去更認真，各組間品質雖仍有差異，但整體而言用心程度及完成度都較過去提升不少。為了讓學生、助教、教師更有效率地共同參與，本次使用了 HackMD 平台共作，經過教學團隊制定撰寫模板、事先公告評分標準等方式引導，也能看出同學越來越能掌握到如何撰寫工作紀錄簿，除了文字外，也加入相關手寫稿件、照片、圖片、影片等，留下較過去更為完整的專案紀錄。

周 五 三 組	<p>分數：A+</p> <p>助教：那個 adao 什麼的也太神祕了吧，我猜有可能是 while 迴圈裡加了 print 之後，速度降很多 (python call function 速度很慢)，可能有關吧~</p> <p>教授：你們紀錄很用心，分析問題很清楚。是天生的工程師的好料子。你們組相當有默契，分工合作很緊密，相信三人同學感情經過這次課程會更好，不容易喔！謝謝大家認真寫卡片，希望媽媽高興！</p>	<p>• 實際達成事項 (必項)</p> <ul style="list-style-type: none">• 車架狀況好的時候可以直走、左右轉和迴轉，但是有時候還是會出狀況• 仍然在努力地調整參數，讓車更穩定• 軟體部分，今天完成了 maze.py 裡面的 TODO，包含 BFS、BFS_2、getAction 等。• 開始擬規則二的程式，目前的邏輯是先 input 車子的方向，再 input 依序要走到 end，然後按照順序用 BFS_2 完成任務。• 目前的程式碼：https://hackmd.io/s/9rbBqMRF63AvXvGqbs5g• 車架影片：	<p>• 今天討論到了車子的問題，因為用 BFS 演算法算完之後還要依照目前車子的方向決定要往哪個方向轉。這裡總結一下目前系統整合的情況：</p> <ul style="list-style-type: none">• 首先根據起點和起點規則，由 maze.py 中的 BFS() 或 BFS_2() 決定接下來要走的過程，由 getAction() 決定車子要往哪邊走，將上述指令回傳到 main.py，再用藍牙指令傳給車子• 指令：w a s d• type：bytes• 車子遇到 node 時，用藍牙傳回指令給電腦• 指令：n• type：bytes• 由 main.py 儲存目前車子的方位和所在 node 點，用 getAction() 得知下一步要怎麼走，用藍牙指令傳給車子• 量值以上步驟，直到遇到 end 時，車子用藍牙傳回 UID• 指令：UID 的號碼• type：目前還沒決定，應該會用 bytes• main.py 呼叫 score.py 中的函式，儲存已得到的 UID• 到達 end 時，重新呼叫 maze.py 中的 BFS() 或 BFS_2()，算出接下來的過程，直到遇到下一個 end。• 過程是：車子目前的方位由 main.py 儲存，過程由 BFS() 和 BFS_2() 回傳並存在 main.py 中，main.py 呼叫 getAction() 得到要叫車子做什麼事，接著把指令用藍牙丟出去，每次收到 n 就丟一個指令，指令先先回傳到 end 就傳回 UID，接著量值以上過程。 <p>• 因為是第二 OpenLab 時間我們的電腦專業設備，星期六兩個新竹人常常回家 (尤其這是開學假期)，所以我們都會利用平日的時間自己的去做，畢竟以我們目前的進度，好像在哪裡都可以。</p>
------------------	--	---	--

圖 4 小组工作紀錄簿

在成績的驅動下，學生在指定題與自選題也比過去付出更多心力、自我要求程度更高。指定題競賽在第 13 週，專題名稱為「智慧迷宮尋寶車」，給定一張地圖、RFID 卡片，學生設計自走車以最短路徑找到最多寶藏。108-2 指定題準備時間較以往短，但同

學仍然很用心花了許多心力完成指定題，最終考核展現出的結果也較過去出色，很多組獲得高分。而過去為自由參加的自選題差異更為明顯，學生從一開始就展現了很強的動機，希望能在自選題能有所發揮、表現，提案也都富有創意。成果發表以展覽會形式進行，時間在 2020/7/1(三) 13:00~17:00，包括口頭報告及海報展示，於當天完成評分頒獎。



圖 5 108-2 學生指定題及自選題成果

108-2 學生的整體學習表現出色，同學態度更積極，對於課程的各項要求表現均較往年為佳，出席狀況、團隊分工也更好，其中與課程評分機制強化有很大的關係，各項作業、專題列入檢核評分後加強了學生的學習動機，Rubrics 的制定及公佈也幫助學生朝向我們希望的學習方向前進，同學可以看到他們的努力與成績有比較細緻及精準的勾連，確實地學習態度並提升成果品質。

(五) 教學成效研究結果

1. 108-1 課程學生學習評估問卷調查

本研究針對學生分別在期初、期中與期末安排三次問卷調查，期初問卷包含修課學生的背景資料、選課動機、學習經驗、對電機系課程的看法以及學生關於這門課程的學習感知；期中問卷主要用以瞭解目前學習狀況還有未來可持續努力的方向，期末則針對

整學期的目標是否達成進行回顧，並與學期初前測進行對照比較。

在期初修課學生的調查中，學生背景資料及修課動機已於前段研究範圍及對象說明。在電機系課程應著重在哪些部分的調查中，結果為「運用知識技術解決問題」及「專題實作與合作能力偏高」兩者分數偏高，傳授學理相對來說是最底的；在比較教師主講授以及小組專題實作兩種教學模式何種較有效益中，小組專題實作分數高於教師主講授，而遇到問題時較高比例以採取「自行研讀」及「小組討論」為解決方法。針對學生關於這門課程的學習感知及對自己未來學習表現或是擔任助教的自信程度的相關題組，整體而言分數落點都幾乎在 7-10 分，且擔任助教的意願都偏高，對這些修課學生而言最有疑慮的是交流個人設計想法以及設計出適合教材，這兩者的分數分布相對都偏低一點。

期中問卷主要用以瞭解目前學習狀況還有未來可持續努力的方向，學生問卷涵蓋三個部分，第一部分為「對於自身學習狀況與小組報告表現的評估」的優點、缺點、以及不足之處可如何強化。學生認為的優點主要包含有效率 (4 人)、報告呈現完整良好 (4 人)、提出創新或豐富的想法 (4 人)；缺點則有報告時未能呈現重點或自己的想法 (6 人)、時間掌控需要加強 (3 人)、準備時間不夠 (3 人)等。學生問卷第二部分詢問課程至目前為止已經掌握哪些設計教案與評量指標的知識或技能？學生回應為 Rubrics 評比標準 (8 人)、PBL 與 TBL 的教學理論 (7 人)、教案設計 (5 人)、簡報能力 (2 人)，其他則包含多問問題、多畫概念圖、自走車的背景知識、評估解決方法的可行性 (各 1 人)。第三部分是認為接下來後半學期還需要培養哪些能力，學生回應有表達能力 (4 人)、Debug 能力 (3 人)、設計適合大一的教材並理解大一會遇到的狀況 (3 人)、實踐所學理論製作清楚教案 (3 人)、創新思考能力 (2 人)、重點歸納與報告整合能力 (2 人)、實作能力與熟悉硬體 (2 人)，其他則包含專案管理能力、能夠發現問題並妥善的改善、多觀察大家討論。

表 3 期初期末前後測問卷平均分數與標準差

	學生前測		學生後測		學生前後比較	
	平均	標準差	平均	標準差	t-test	Cohen's d
電機系課程應著重在						
傳授學理	7.57	1.83	7.64	1.82	0.926	0.0384
運用知識技術解決問題	9.21	0.70	9.43	1.02	0.487	0.2515
專題實作與合作能力	9.00	1.24	9.64	0.74	0.057	0.6268
激發創意與學生主導	8.36	1.34	8.86	1.10	0.236	0.4079
何種授課更有效益						
老師主講	5.71	1.44	7.43	1.60	0.004*	1.1300
小組專題實作	7.00	1.18	7.64	1.01	0.200	0.5856
期限內完成計畫時						
個人優於小組合作	4.71	2.27	6.93	1.94	0.009*	1.0514
遇到問題時的解決方法						
詢問老師	6.21	1.89	7.71	1.94	0.061	0.7832

詢問助教或學長姊	7.21	2.36	7.64	1.55	0.614	0.2154
自行研讀	7.93	1.38	7.86	1.51	0.873	-0.0484
小組討論	7.93	1.38	8.43	1.45	0.364	0.3532
課程感知部分						
充分交流個人設計想法	8.07	1.90	8.50	1.16	0.321	0.2732
溝通合作順利	8.43	1.28	9.14	0.95	0.065	0.6299
設計適合教材	8.21	1.48	8.36	0.84	0.738	0.1247
有意願擔任助教	8.79	1.37	9.36	1.15	0.135	0.4507
扮演好助教角色	8.36	1.39	9.00	0.96	0.108	0.5358

效應值 Cohen's d 計算：<https://campbellcollaboration.org/escalc/html/EffectSizeCalculator-SMD1.php>

學生期末問卷主要用以回顧整學期的目標是否達成，以及與學期初前測進行對照比較。在詢問對臺大電機系課程教學應著重的部分、教師主講授與小組專題實作何者較有效益的題組中，各項題目於後測時分數皆提高；須在期限內完成計畫時，「個人優於小組合作」在學期末後測時有更多人選擇高評分。在遇到問題時採取的解決策略題組中，四道題目多在後測時評分提高，同時在差距分可以發現「問人（無論是詢問老師或是學長姊助教）」的評分有較大差異，有些人判斷自己較少去問人，有些學生則更發現自己更常提出詢問，相較於期初較多學生選擇高分的項目是「自行研讀（9分）」，在學期末對學生施作後測時，高分轉而落在「小組討論（10分）」。若細究個別學生前後測分數的差距，可以發現「自行研讀」的分數異動落在-3至3之間，相對於「小組討論」的-2至5之間較少，表示學生仍然認為「自行研讀」是解決問題的重要策略，但在一學期過後「小組討論」也被列入解決問題的優先方案之一。

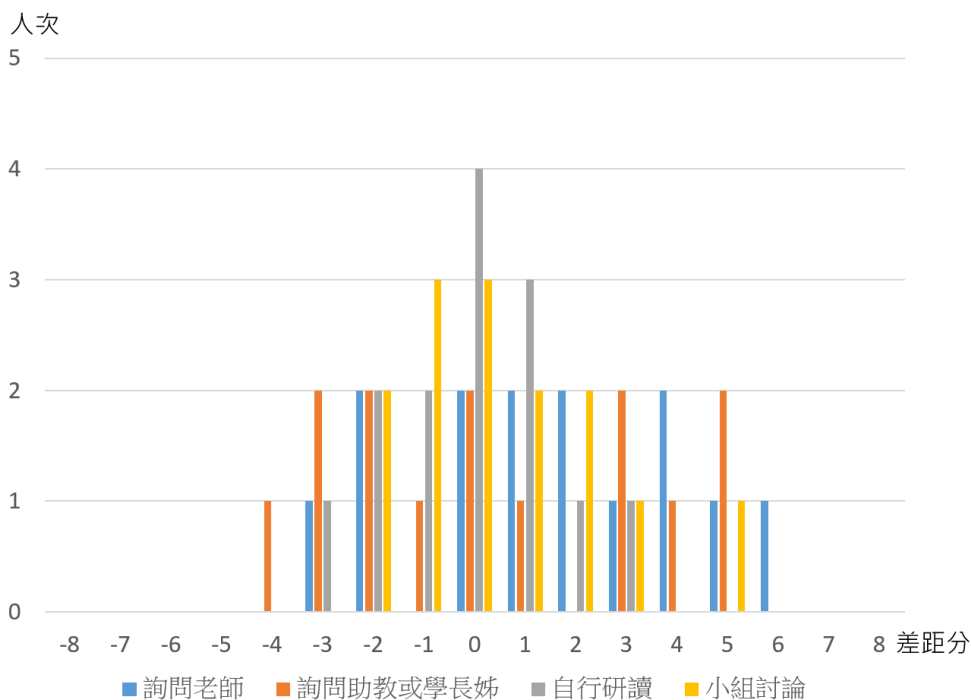


圖 6 電機工程相關課程遇到問題的解決策略，後測減去前測的差距分分布

在課程感知題組中，所有項目的分數都在學期末後測時提高。其中在「交流個人設計想法」與「溝通合作順利」兩項可以發現學生對於自己期初所設立的目標（良好團隊溝通合作、學習引導學習或傳承經驗、修正原有課程內容）應有一定程度的實現，而且前半學期安排了不少報告也再三強化學生報告能力，因此會覺得在交流與溝通上有進步的感受；然而在期末問答題中針對日後若有機會擔任課程助教的困惑或是需要增加的能力，回應首先著重在精進溝通或表達能力，無論與教授或與學生溝通，希望能簡單明瞭傳達想法與知識（6人），或許在課程中發現雖然已經有一定的溝通技能，但當溝通對象換為懵懂的大一學生時，就必須考慮現有的溝通與理解能力是否足夠。至於「設計適合教材」雖然整體分數提高，但相較於其他題目學生作答時似乎仍顯得猶豫。幾乎所有學生的修課目標都是「設計出有創意的課程教案」，在學期中時雖然有不少學生認為已經可以掌握教案設計的能力，但同時也有學生認為還需要特別針對大一設計適合教材。擔任助教的意願以及是否能扮演好助教角色的分數在期末時都提升，期初時就有三成學生直接表達修課原因是因為對教學有興趣，再搭配期末簡答題可以發現學生對於擔任助教時可能需要的能力描繪的很明確，表示經過這個學期，學生認真思考自己擔任助教的可行性，甚至也努力栽培自己的能力。

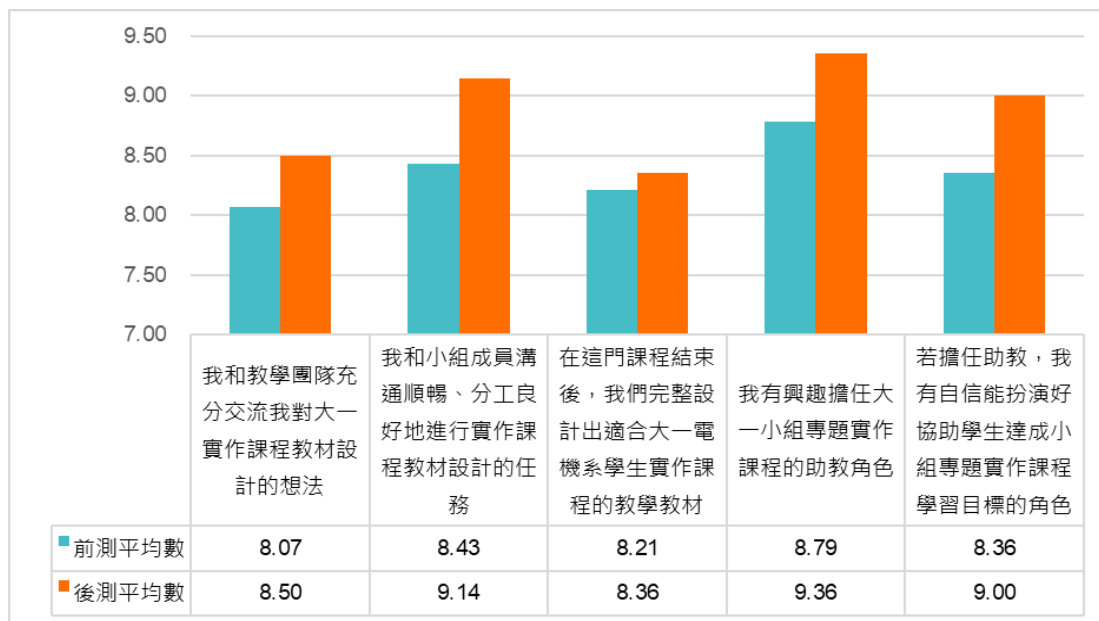


圖 7 課程感知題組前後測對照

整體而言課程感知後測分數落點幾乎都在 7-10 分，且擔任助教的意願都偏高，對這些修課學生而言最有疑慮的是交流個人設計想法以及設計出適合教材，這兩者的分數分布相對都偏低一點(圖 7)。

2. 108-2 TA 工作表現分析結果

(1) TA 表現自評及教師回饋

我們後續在 108-2 期末時針對 108-2 的 13 位 TA 進行問卷調查，其中大多數的 TA

在課程中皆協助了課堂小組活動引導或諮詢(10 人)、觀課紀錄及課堂個別學生學習困難協助(9 人)、學生小組工作紀錄簿指導或檢視、課堂小組工作進度結果檢視(8 人)等工作，同時也在 108-2 期末進行的教學團隊教師訪談中，針對 TA 的表現及成長請教師們分享意見。

a. TA 在課堂中的觀察建議

問卷調查中，TA 們首先回饋了課程中所觀察到的學生學習狀況並提供後續課程調整建議。在給予修課學生學習情況的評分中，專注聽講、解決實作遇到的困難、小組交流討論及適當分工 TA 們給分平均皆在 7 以上，而在專注聆聽其他小組的報告或分享則較低分(平均數值 5.6)，他們也在課程中觀察到修課學生展現出學習熱誠、主動動手做及積極嘗試各種方法等不同於大一傳統教學課程的學習情況和行為，並依據協助 108-2 課程的經驗，在下學年的調整建議上，提出了包括應加入更多事先引導的部分(比如提醒學生可以跨組討論、推薦的分工方式等)、將課程制式化並加以優化與深化、上學期的課程可以更著重在指定題的教案設計和優化、教材單元間可更加連貫等，也回饋了 108-2 教案的設計及修改讓學生更能理解教材內容、做得更詳細避免了一些不必要的誤會、車子變大台了且零件都比較齊全，品質也較為優良，成功率增加等正向意見。

b. TA 工作表現分析

TA 自評問卷的第二部分為 TA 對於自己的工作表現評估及個人的學習與成長分析。首先是工作表現自評，結果顯示，助教對於自己在解答學生問題、協助學生達成小組專題目標、引導學生解決實作困難及與其他助教溝通分工上的表現滿意度方面在 1-10 分中平均皆在 7 以上，而在促進學生有效分工合作部分較不滿意，平均為 6.6(圖 8)，工作遇到的挑戰文字意見中，4 人回應在協助學生 debug 上遭遇到困難，大多是因為程式不是自己寫的，所以很難給予太多的幫助，其他則包括如何將專業內容讓大一學生明白的教學能力等。以下為幾項文字意見摘要：

- 把一些較進階的概念解釋給大一生聽時難免會有困難，因此我多試著從大一生學習程度的角度去進行說明。
- 依工作創立不同群組聊天室，平常多用小問題探聽，並盡可能找機會把資訊洩漏給可得知的各群組，如此避免一些重要資訊只仰賴少數人持有的狀況。

- 主要是自己是負責提供期末專題的 code 框架，雖然有寫註解給學生們看，但實際上還是有許多學生並不太了解我想要建立的程式架構...

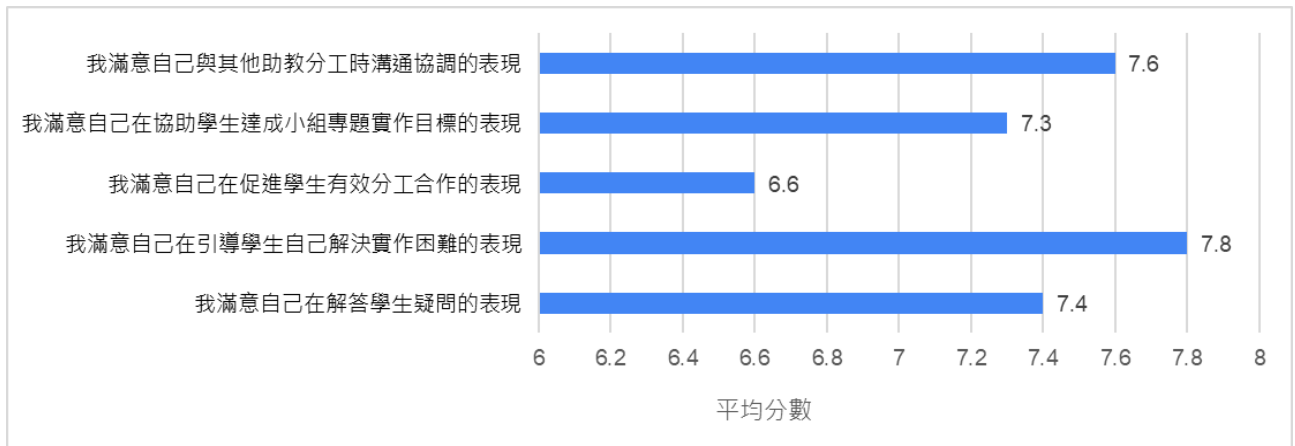


圖 8 TA 個人工作表現自評

在 108-2 的教師訪談中授課教師們也同樣呼應了助教在帶課的過程中訓練了 debug 的能力及教學溝通的技巧：

- 電機工程人才有很重要一部分是 debug 的能力，未來職場也常在 debug 其他人的東西，而這門課助教就有很大的部份是幫助 debug。另外是在專業領域的溝通教學上，將自己懂的東西透過各種方式讓別人懂的能力
- …對學生的幫助最大是 debug，也是學生最需要的…

c. TA 自身的成長和收穫

自評問卷最後一部分請 TA 以文字意見回饋個人在參與了教案設計與修改後，對於自身教學與學習理念的影響或收穫。大多 TA 均感受到因學生個體間的差異讓不論是教材設計或知識講解都不是那麼容易，並且在帶課及協助同學解決問題過程中，多了許多機會再次回顧電機系學到東西或是接觸到新的工具，也提升自身專業知能及溝通技巧，或是對於教學有了進一步的反思、增加了自信等，相關回應包括：

- 對規劃適才的課程有更進一步了解，以及如何深入淺出的講解
- 多瞭解了更多關於教案的設計的事情，許多時候，設計者跟之後在上課的學生看待同一個想法的了解上面，會有很大的差異
- 發現要把人教會不是那麼容易，很多時候每個人的思考方式差蠻多的
- 多了更多機會再次回顧電機系學到東西，了解到大一的自己跟現在的自己差別在哪裡
- 更有信心能夠解決問題，甚至是看著學生們的 bug 也能快速抽絲剝繭，有效率的 debug

- 能夠同時從教學者和學習者的角度檢視教案內容
- 認知到過於詳盡完善的教學有導致學生不求甚解的風險

而由教師的角度觀察，老師們於訪談中更精準的點出助教的角色讓他們在人際間的合作溝通上獲得了難得的經驗及對未來可能的幫助。相關文字擷取如下：

- 電機系核心課程中在人這件事是缺乏的，而擔任助教重要的是人，透過訂定目標、評量、執行，觀察學習者的反應、互動、協助，學習與人相關的各項議題應該是這些助教最大的收穫
- 對助教來說所學習到的一般電機系大學課程少有，但是是進入社會職場很重要的部分。一般要到研究所，才會接觸到這些帶團隊、規劃、掌握團隊進度的學習

整體而言教師們對於助教的工作大致上都表示滿意，認為確實協助了課程進行並引導學生解決問題，也認為助教本身應該在如何將自身專業知識教授他人、專案規劃及團隊帶領等方面有所學習成長。

3. 教師團隊對於生師共創與共授課程之教學成效反思分析結果

在 108-2 課程後段進行的教師訪談，請教師群對於 108-1 共創課程設計與教學引導操作改進在 108-2 課程學生學習成效面向上進行評估，以下就等第制、工作紀錄簿、教師角色三面向呈現分析結果。

(1) 通過制改為等第制的影響

108-2 大一課程最重要改變為學生修課成績從通過制改為等第制，在成績的驅動下，老師們皆認為學生更加積極、課程中的各項要求完成度皆比以往提高，學習態度、品質及團隊分工也更好，但也提出了擔心學生壓力太大、課程負擔太重及不確定是否對於培養學生自主學習、創意激發或是對電機的興趣有負面影響等疑慮：

- 從效益上來看等第制所帶來的學習效果是好的，若是從培養自主學習的角度就比較存疑
- 因為等第制學生比較拚比較積極，不會抱著達到基本要求就好的心態
- 改成等第制有好有壞，通過制的出發點是沒有壓力快樂學習，只要達到一個標準就可以了，等第制會有督促的力量，結果造成還是有壓力的學習
- 不希望打成績反而造成同學灰心或是失去興趣，用分數評比可能讓有些同學花了很多心力結果還是不如人

(2) 落實小組工作紀錄簿的收穫

整體而言，過去工作紀錄簿的執行狀況較不理想，無法發揮預期效益。本學期小組將小組工作紀錄簿列入評分後獲得不錯的執行成效，而徹底落實工作紀錄簿後所帶來的

好處也更清楚展現，教師團隊即時的給予評分回饋讓學生透過工作紀錄簿迅速獲得解決問題的建議，在實際體認到撰寫的幫助後形成良性循環，而教師亦能更精確掌握了解小組間的進度及遭遇的困難，也幫助小組間分工更細緻明確：

- 本次確實落實工作紀錄簿，對同學來說，老師們即時給予回饋，在問題上給予更具體的建議/指引，能幫助他們更聚焦地解決問題，學生也更清楚了解他們做了哪些工作、project based 有哪些過程。對於老師來說，我們更清楚看到學生 team work 及 project based 的學習狀況，對各組狀況能更具體的掌握
- 因為有計分所以這次的紀錄比較明確仔細，在分工的部分因為有要求紀錄且老師會批改也能避免組內有 free rider，透過工作紀錄簿老師也更能掌握同學的進度及遭遇的問題
- 評分上也訂出了 rubric，比起 107-2 更有一致的參考標準，同學可以看到他們的努力與成績有比較細緻及精準的勾連，時間管理上可以比較有明確的依循，做更精準的配置。

(3) 教師扮演的角色及收穫

從教師個人參與上下學期共創和共授課程經驗，「授課教師可以扮演什麼角色提供協助」的問題中，教師的回應包括專業內容提點與收斂討論的引導者 (4 人)、教案指引與可行性評估的指導者 (4 人)、小組專題驅動問題發想的諮詢者 (2 人)、提供教學經驗與需求的過來人 (2 人)、引導學生與其他組互動討論的協助者 (1 人)、與各組單獨討論的深入者 (1 人)(參見圖 8 生師共創教材夥伴關係的教師角色)。

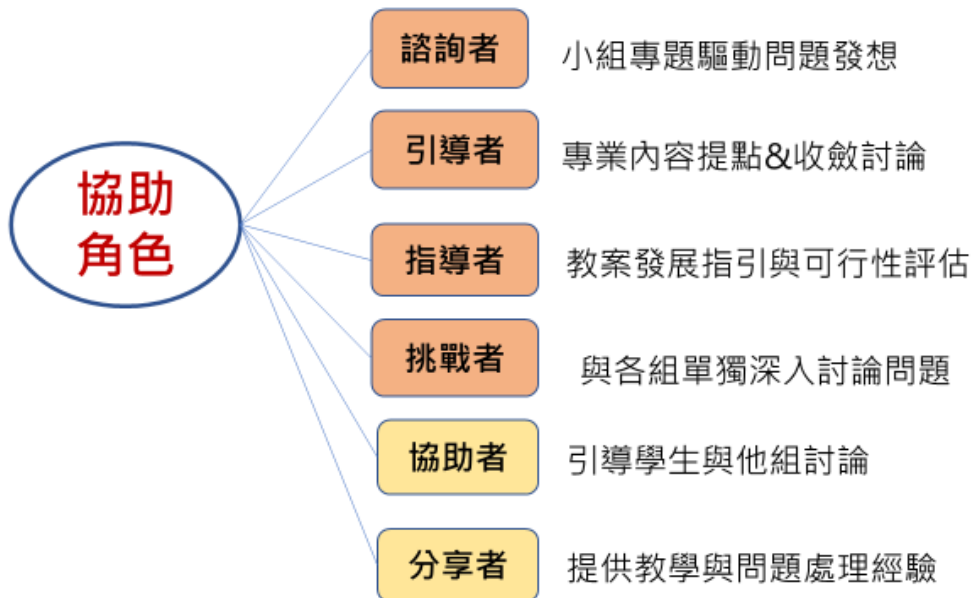


圖 9 生師共創教材夥伴關係的教師角色

對於本計畫所採用的生師共創與共授課程模式，教學團隊親身參與後均給予正面評價，除了過程中每每為學生的創意驚豔，在與修課學生年齡相仿的助教參與下，也能更貼近地了解修課學生的想法或遭遇的問題，團隊授課的方式對於教師來說也有了許多相互討論，彼此觀摩學習的機會。不同於其他大班授課或是傳統的授課方式，本課程以小班制小組團隊專題製作的方式實踐了例如 PBL&TBL 或是評量指標制定實行等教育理論，課程中並需進行小組團隊合作的引導，也讓教學團隊在教學上啟發了進一步的思考，並嘗試將本課程所使用的一些教學模式運用於所開授的其他課程中。教師個人本身的感想和收穫內容摘錄如下：

- 以前沒有了解相關教育理論，授課方式比較傳統、一般，現在會比較知道實作課程需要思考哪些面向並檢視課程設計。我自己另外有一門比較偏實作的課程，就有把一些理念放進去，也會思考如何調整其他課程，例如以前也不會訂 check point，現在會加入這個部分，安排時間點讓同學報告進度，覺得成效有提升；或是一般的課程也比較少做前測後測，前後測的方式跟必要性與課程內容和性質有關，但或多或少會有一些幫助
- 與其他老師一起合作，在講課上也花了很多時間準備，對於自己的教學講課技巧有所提升。透過不斷的開會，也在教學上有更多的思考
- 參與這門課程還滿有趣的，例如學習像是課程如何評分、或是觀摩其他老師對於班級經營的做法，在自己教學上的想法會有一些回饋。比較明顯的是會想到學生的狀況，以前開授的課程大多是大班授課，講課後學生有問題或需要協助要自己反應，這門課的老師比較會需要主動關心學生狀況，當然與課程型態、授課人數少也有關，雖然自己目前大班授課時還是很難做到，但現在有這個想法，覺得會對教學有所幫助。

(六) 反思與建議

電資創新課程從 106 學期開始嘗試施作，於 107 學期時教學方向與模式更臻完整，在隨後 108 學期更進一步針對未來長期的課程模式進行打磨。108-1 的 14 位修課學生中有至少 8 位曾經在大一時選修過 106-2 的《電資工程入門設計與實作》，因此與先前 106 和 107 上學期的修課學生相較起來，這些學生對於下學期面向大一的課程有更清楚的認知，也較能快速提供課程實務上的建議。總結來說，經由 108-1「創意電資工程入門教育設計」師生共創教材設計和教學引導操作方式補強努力下，108-2 的課程所展現出的學生學習成效較以往更佳，不論是在出席率、上課態度、各項作業要求、團隊合作、創意度展現及專案執行力都有更好的表現，而大一入門實作課程評量由通過制改為等第制是否會對大一學生造成過重的修課壓力，進而對自主學習主動性、學習自信及修課樂趣造成負面影響，則需待後續課程持續觀察探究。對於參與授課教師本身的收穫，除了在課程中看到很多學生的創意，也在過程中接觸到過去未曾了解的學生中心教育理論，並透過團隊共同授課、且學期間每週開課程會議交流檢視，激發教師群在教學上有更多新的思

考和學習。不過，也有教師覺得學習從訂定課程學習目標、規劃評量到配套執行，運用更具系統性的架構進行教學，這些方式是有效的。但在有限的時間裡，每一門課要做到什麼程度，能用多少時間來落實是目前面臨的挑戰。

108-1 課程修課學生結合擔任 108-2 課程助教的共創共授課程經歷，透過訂定教案學習目標、質性評量工具、引導工作執行，以及觀察學習者的反應、小組互動、學生問題協助，來學習與人相關的各項教學議題的處理，應該是這些電機系學生最大的收穫。然而依據學生在 108-1 修課時的學習經驗感知及 108-2 擔任助教工作表現的自我評估，發現這些學生在“小組合作的學習效益”和“促進學生有效分工合作”的自評分數較低。「個人優於小組合作」這個題項分數的提高則無論上下學期都一直是課程教學實踐的一個難點。在 107-2 大一的課程中就發現往往最後學生會選擇分配工作並獨立作業，即使課程本身的期待是希望能以 TBL 模式進行。但由於學生能力不均且專題製作時間受限，學生會傾向選擇個人作業。如果可以給予學生充分發想與實作時間或是開放更多元難度的專題選擇，再配合課程期間強化團隊合作學習以讓小組成員協力共學，是否有機會能改變這個情況？畢竟如果是在短時間內想要團隊成果做到最好、得到高分的情況下，大家就會策略性選擇做自己最擅長的或曾經做過的，而不是學習強化自己不熟悉的能力。因此，課程規劃更需要掌握 PBL 和 TBL 的教學特性，明確決定教與學活動設計重點方向以利學習引導。

109-1 課程將針對 TBL&PBL 學習流程實踐的課程設計進一步強化，不論是上學期的《創意電資工程入門教育設計》或是下學期之《電資工程入門設計與實作大一課程》，二門課程皆需增加學生專題探索的週次&團隊合作評量，上學期的課程可以更著重在指定題的教案設計和優化，並針對 108-2 參與共創共授大學生在「小組合作的學習效益」和「促進學生有效分工合作」兩個自評分數較低的項目，在 109-1 課程加強修課學生 PBL 團隊合作要領的體驗學習，以強化未來助教 TBL 互動引導知能培訓，增進課程助教小組團隊學習行為引導技能(e.g. 小組角色分工和表達協調技能、成員間協調溝通與共學動能)，透過 109-1 課程，讓高年級修課同學不只有體驗 PBL/TBL 學習模式，也要讓他們學習擔任課程助教時要怎麼引導協助學生團隊學習態度的建立和小組合作動能的凝聚。同時，在 109-2 課程開課前先與助教們說明預期的工作職掌及協助同學的時機等，加強學生專業技術教學的溝通能力及對助教教學角色的認知，以減少助教本身角色想像和實際工作時的落差，並依課程各週狀況明確分工，增進助教群工作效率。在下學期的授課過程中，教師亦可在引導的部分再稍加深入（比如提醒學生可以跨組討論、推薦分工方式等）。

本計畫的特色之一為以師生夥伴關係進行課程教材的循環改進，未來將持續落實教與學角色轉換反饋迴圈(feedback loop between learners and instructors)，當大一學生修課後，勢必會有一定程度能力的培養；而這些學生大三時，若能參與設計課程，則會幫助課程往更完善而多元的路線前進。然而同時可能會出現的缺點也因為這些大三學生已經在大一時學習過相關技能，因此現有課程對他們而言會太過容易，而想做得更加華麗複雜，卻反而可能忽略了大一學生是否能夠達成這些課程要求，這些都需要教師適當的引導提

醒。

本課程在持續滾動修正下，108-2 學期精簡單元主題教學份量和時間，增加自選專題的小組實作週次；新舉辦期末三班小組自選專題成果公開展示和評分的整合發表活動，未來建議持續以 TBL&PBL 學習流程實踐的方向強化課程設計，除了在下學期的課程中透過課程調整及教學團隊的引導、也在上學期加強助教相關知能的培訓，在透過教與學角色轉換反饋迴圈作用及師生不斷努力下，相信《創意電資工程入門教育設計課程》能與時俱進，協助學系建立一套生師共創大一入門設計課程和開授礎石課程之 PBL 教學持續發展的運作模式，並達成建立電機系總整課程模組中的礎石課程的目標。

二、參考文獻與教學資源

參考文獻

- 徐新逸 (2001)。如何利用網路幫助孩子成為研究高手? 網路專題式學習與教學創新。 *台灣教育*, 607, 25-34。
- 陳毓凱、洪振方 (2007)。兩種探究取向教學模式之分析與比較。 *科學教育月刊*, 305, 4-19。
- 蔡清田 (2013)。 *教育行動研究新論*。台北: 五南。
- Birgbauer, E. (2016). Student assisted course design. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 15(1) E3-E5.
- Bovill, C. & Bulley, C.J. (2011). A model of active student participation in curriculum design: Exploring desirability and possibility. In Rust, C. (ed.) *Improving Student Learning 18: Global Theories and Local Practices: Institutional, Disciplinary and Cultural Variations*. Oxford Brookes University: Oxford Centre for Staff and Learning Development.
- Bovill, C. & Felten, P. (2016). Cultivating student–staff partnerships through research and practice. *International Journal for Academic Development*, 21:1, 1-3.
- Carey P (2013) Student as co-producer in a marketised higher education system: as case study of students' experience of participation in curriculum design. *Innovations in Education and Teaching International*, 50(3), 250–260.
- Curran, R. & Millard, L. (2016). A Partnership Approach to Developing Student Capacity to Engage and Staff Capacity to Be Engaging: Opportunities for Academic Developers. *International Journal for Academic Development*, v21 n1 p67-78
- Delpish, A., Holmes, A., Knight-McKenna, M., Mihans, R., Darby, A., King, K. and Felten, P. (2010). Equalizing Voices: Student-Faculty Partnership in Course Design. In: Werder, C. and Otis, M.M. (eds.), *Engaging Student Voices in the Study of Teaching and Learning*. Sterling, VA: Stylus, 96-114.
- Mihans, R. Long, D. & Felten, P. (2008). "Power and Expertise: Student-Faculty Collaboration in Course Design and the Scholarship of Teaching and Learning, *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*: Vol. 2: No. 2.
- Osborne, J. (2010). Arguing to earn in science: the role of collaborative, critical discourse. *Science*, 328 463-466.

教學資源

給新鮮人的電資工程設計與實作課首部曲：師生共創教案

<https://alumni.ee.ntu.edu.tw/?p=3967>

Vesna Najdanovic-Visak, “Team-based learning for first year engineering students,” *Education for Chemical Engineers*, 1 8 (2017) 26–34.

- Monica H. Lamm, Micheal Dorneich, Diane T. Rover, "Team-Based Learning in Engineering Classrooms: Feedback Form and Content Adds Value to the Learning Experience," 2014 ASEE North Midwest Section Conference.
- Daniel R. Herber et al, "Project-Based Curriculum for Teaching Analytical Design to Freshman Engineering Students via Reconfigurable Trebuchets," Education Sciences, 2016.
- Derek R. Lane, "Teaching Skills for Facilitating Team-Based Learning," 16 December 2008, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/tl.333>
- 陳毓凱, 洪振方, "兩種探究取向教學模式之分析與比較," 科學教育月刊 ; 305 期 (2007 / 12 / 01) , P4 – 19.
- C. A. Whitfield, R. J. Freuler, Y. Allam, and E. A. Riter, "An Overview of Highly Successful First-year Engineering Cornerstone Design Projects Stanford University," http://www.ineer.org/Events/ICEE2011/papers/icee2011_submission_294.pdf
- M. Thompson, "Fostering Innovation in Cornerstone Design Courses," International Journal of Engineering Education Vol. 28, No. 2, pp. 325–338, 2012.
- Raao Rahmat et al, "The Effectiveness of basic Design Project (Cornerstone) in Students' Competency Development," Procedia - Social and Behavioral Sciences, Vol. 60, 17 October 2012, Pages 56-60.
- M.B.R. Vallim, J.-M. Farines, J.E.R. Cury, "Practicing engineering in a freshman introductory course" IEEE Transactions on Education, Volume: 49 Issue: 1, 2006.
- Educational Research Service, "Developing and Using Instructional Rubrics," Available at <https://www.nesacenter.org/uploaded/conferences/FLC/2012/handouts/Arpin/ArpinReadingDevelopingUsingInstructionalRubrics.pdf>

三、附件

(一) 研究計畫參與知情同意書

研究計畫參與同意書

- 一、研究計畫名稱：學生共創電機系礎石課程教材之循環改進與師生夥伴關係影響探究
- 二、研究目的：本計畫重點目標期待能強化教師團隊和修課學生對 PBL 教學引導環境建立和成果導向評量工具運用之知能和體驗，進而產出更具教學效能的電機系大一礎石課程設計。終極目標為協助學系建立一套生師共創大入門設計課程和開授礎石之運作模式。
- 三、參與對象：邀請 108-2「電資工程入門設計與實作」修課學生參與
- 四、研究活動：
 - (1) 期初、期中與期末經驗問卷
 - (2) 課程評量之成果彙整分析
 - (3) 學習心得訪談：邀請數位同學以個別或小組方式分享課程學習收獲和建議
- 五、參與者之權利與保障：
 - (1) 研究者將依個資法把任何可辨識您身分之紀錄與您個人隱私之資料視同機密處理，日後發表研究結果時，您的身份將被充份保密絕對不會公開。
 - (2) 本研究以自願方式招募研究參與者，參與者於學期初決定是否願意參加，並可於過程中考量自身情況隨時退出。研究者不會以參與與否影響其受教權益，並且不會作為評斷學生課堂表現與給予學期成績之依據。
 - (3) 研究參與者若於過程中產生不適感，可隨時選擇退出本研究，若有需要可轉介適當單位進行協助。

研究者簽名：

計畫研究者已說明有關本研究計畫中上述研究方法的性質與目的，及可能產生的危險與利益。

計畫主持人：_____ 共同主持人：_____

參與者簽名同意：

本人已瞭解上述研究計畫內容及其可能的益處與風險，有關本研究計畫的疑問、已獲得說明與解釋。本人同意成為本研究計畫的自願研究參與者。

研究參與者簽名：_____ 日期：2020 年____月____日

若對本計畫有疑問請聯繫計畫主持人：陳士元老師 02-33669602; shihyuan@ntu.edu.tw

(二) 問卷

[108-1 學生背景與前測問卷]

一. 基本資料

性別： 男 女

系/所年級： 學士 碩士 博士 _____ 年級

電機專業組別：_____

二、你選修這門課主要的動機和理由為何？(單選)

- 對教學有興趣 覺得課程有趣 想嘗試設計課程
 學習相關實作知識 其他：_____

三、是否有過教學經驗？(複選)

- 沒有
 有，國中數學家教 有，系上課輔
 有，通識課助教 有，其他：_____

四、在大學階段專業領域的修課經驗中，是否修過實作類型的課程？(複選)

- 沒有
 實驗課程，課名：
 團隊導向課程 (Team-Based)，課名：
 專題導向課程 (Project-Based)，課名：
 其他：

1 為「完全不同意」，10 為「完全同意」

五、請回想自己大一時期修習電機系專業課程時的經驗，當自己發生學習困難時：

- 5-1 我較常詢問老師解決問題。
5-2 我較常詢問助教或學長姐解決問題。
5-3 我較常自行研讀或查找資料解決問題。
5-4 我較常和課程的小組成員進行討論解決問題。
5-5 我會去找實驗室(含社團)借用軟硬體工具、設備來做實驗以分析、解決問題。

六、個人認為臺大電機系教育的課程教學：

- 6-1 應著重系統地傳授學生電機專業的重要學理知識。
6-2 應著重培養學生運用電機專業知識和技術解決實際問題的能力。
6-3 應著重培養學生專題實作與團隊合作的能力。
6-4 應著重提供能激發學生創意思考和讓學生主導學習的課程。
6-5 大一專業課程採取老師主講授的教學模式最能提升學生學習效果。
6-6 大一專業課程採取小組專題實作的教學模式最能提升學生學習效果。

6-7 電機系學生對期限內完成複雜任務的課程要求，個人獨立作業比小組協調合作，更能成功地產出理想的作品。

七、課程學習感知

7-1 我有自信能和授課老師群充分交流我對大一實作課程教材設計的想法。

7-2 我有自信能和小組成員溝通順暢、分工良好地進行實作課程教材設計的任務。

7-3 我有自信這課程結束後，能完整設計出適合大一電機系學生實作課程的教學教材。

7-4 我有興趣擔任大一小組專題實作課程的助教角色

7-5 若擔任助教，我有自信能扮演好協助學生達成小組專題實作課程學習目標的角色。

八、這學期選修此課程，為自己設定的學習目標有哪些？請至少列出三項。

九、我覺得選修這門課程，對自己最大的學習挑戰是...

108-1 「創意電資工程入門教育設計」學生期中反思

一、在過去幾週的課程，我對自己學習情況與小組報告表現的整體評估？

(1) 呈現出的優點

(2) 呈現出的缺點

(3) 不足之處可如何強化

二、經過閱讀文獻及 106-2、107-2 教案資料評析的學習過程，我已經掌握哪些設計教案與評量指標的知識或技能？

三、我認為接下來的後半學期，自己還需要培養哪些能力？

108-1 「創意電資工程入門教育設計」教學團隊學期中意見調查
填寫者:

一、在過去幾週的課程，您對學生學習情況與各小組報告表現的整體評估？

(1) 呈現出的優點

(2) 呈現出的缺點

(3) 不足之處可如何強化

二、回顧過去幾週的課堂教與學活動設計與執行情形，請您分享以下面向的意見

(1) 保持 (Continuous):

(2) 停止 (Stop):

(3) 開始 (Start):

三、在未來幾週小組 Design Project 教案發展討論的過程中，您認為教師群應該扮演何種角色？可以提供哪些引導活動？

1. 個人認為臺大電機系教育的課程教學：(1 為「完全不同意」，10 為「完全同意」)

- 1-1 應著重系統地傳授學生電機專業的重要學理知識。
- 1-2 應著重培養學生運用電機專業知識和技術解決實際問題的能力。
- 1-3 應著重培養學生專題實作與團隊合作的能力。
- 1-4 應著重提供能激發學生創意思考和讓學生主導學習的課程。
- 1-5 大一專業課程採取老師主講授的教學模式最能提升學生學習效果。
- 1-6 大一專業課程採取小組專題實作的教學模式最能提升學生學習效果。
- 1-7 電機系學生對期限內完成複雜任務的課程要求，個人獨立作業比小組協調合作，更能成功地產出理想的作品。

2. 我認為若在電機工程相關領域課程遇到問題時：(1 為「完全不同意」，10 為「完全同意」)

- 2-1 「自己尋找解決方法」較有學習效益
- 2-2 「尋求老師協助」較有學習效益
- 2-3 「尋求助教協助」較有學習效益
- 2-4 「和小組成員合作」尋找解決方法較有學習效益

3. 課程學習感知：(1 為「完全不同意」，10 為「完全同意」)

- 3-1 我和教學團隊充分交流我對大一實作課程教材設計的想法
- 3-2 我和小組成員溝通順暢、分工良好地進行實作課程教材設計的任務
- 3-3 在這門課程結束後，我們完整設計出適合大一電機系學生實作課程的教學教材
- 3-4 我有興趣擔任大一小組專題實作課程的助教角色
- 3-5 若擔任助教，我有自信能扮演好協助學生達成小組專題實作課程學習目標的角色

4. 在這門課程中，我進步最多的部分有哪些，並加以說明？

5. 我還有哪些需要加強的知識與能力？日後可以如何加強？

6. 針對這學期上課的模式，我喜歡什麼？下學年可以再調整什麼？

7. 日後若有機會擔任課程助教，我的困惑或是需要增加的能力還有哪些？原因是什麼？

108-2 《電資工程入門設計與實作》TA 經驗與觀感問卷

1. 你的名字是?
2. 請問你的系級 (例如: 電機系 大三)
3. 108-2 學期曾做過三次以上(含三次)的工作內容(複選):
4. 是否修過 106-2 《電資工程入門設計與實作》課程?
5. 是否修過 107-1 或 108-1 《創意電資工程入門教育設計》課程?
6. 以下題組以 1-10 代表同意程度, 1 為最不同意、10 為最同意:
 - 學生們課堂中都能積極專注地聆聽教授講解
 - 學生們課堂中都能積極專注地聆聽其他小組的報告或分享
 - 經過一學期的課程學習, 學生們自己解決實作困難的能力明顯提高
 - 學生們在課程專題製作過程中, 各小組交流討論和適當分工的情況良好
7. 整體而言, 本課程學生在修課過程中, 展現了哪些不同於大一傳統教學課程的學習情況和行為? 請列出三項。
8. 參與過哪些教案?
9. 對應 108-2 課程學生的學習狀況和表現, 我認為這些教案的設計或修正產生了哪些成效? 下學年可以有什麼調整?
10. 參與電機系大一工程入門實作課程的教案設計和修改, 對於個人教學與學習的理念和行為上產生了哪些影響?
11. 承上題? 是否仍有困惑?
12. 以下題組以 1-10 分表示同意程度, 1 為最不同意、10 為最同意:
 - 我滿意自己在解答學生疑問的表現
 - 我滿意自己在引導學生自己解決實作困難的表現
 - 我滿意自己在促進學生有效分工合作的表現
 - 我滿意自己在協助學生達成小組專題實作目標的表現"
 - 我滿意自己與其他助教分工時溝通協調的表現
13. 擔任這門課的助教, 自己最大的學習和收穫是甚麼?
14. 擔任這門課的助教, 自己曾遭遇到哪些挑戰或困難?如何面對和克服?

教師團隊訪談題綱

1. 您 108-2 班級的教學設計與課堂小組學習活動操作，和 107-2 課程比較，不同處有哪些？經過十幾週實際操作之後，您認為有哪些優點和不足？
2. 這學期修課成績改為等第制，您認為對學生的學習行為和表現，產生哪些影響？明年開課時，在評量給分上可如何調整？
3. 這學期要求學生小組工作紀錄簿撰寫和教師審閱評分，這項學習和評量設計，此學期執行效果如何？產生哪些問題現象？是否有再精進的方法？
4. 課程助教在協助小組團隊運作和學生學習的整體表現如何？有何優勢與不足之處？co-design & co-teaching 這種學習機會，對電機系大三以上學生的學習經驗產生了哪些影響？
5. 經過 co-design & co-teaching 這種教學模式的授課參與經驗，您個人有哪些轉變或是收穫？
6. 您對日後電機系這二門課程的設計和執行，有哪些調整建議或創新想法？