

國立中正大學
教學實踐研究計畫教師社群
成果報告

理學院物理系創新教學研究社群

執行期間：中華民國 109 年 11 月 19 日至 110 年 6 月 30 日止

群召集人：謝立宜

社群成員：韓殿君、曲宏宇、甘宏志、梁贊全、林俊元、杜明憲、姚松偉、秦伊瑩、段必輝、陳姚真、楊家瑜

中 華 民 國 110 年 06 月 15 日

國立中正大學
教學實踐研究計畫教師社群
成果報告

填表日期： 110年6月30日

召集 (申請) 人	謝立宜	職稱	專案教學人員	系所	物理系
聯絡電話		手機		e-mail	
社群名稱	理學院物理系創新教學研究社群				
成果報告					
探討問題	<p>本社群目的為建立教師互動交流及專業教學探討之平台，並開創以學生學習為中心及鼓勵學生自主學習學習為核心之學士班課程制度，主要規劃內容為物理系 AB 雙軌教學制度及本校理工學院普通物理實驗教學課程之更新為出發點，透由富教學熱忱的物理及教育專業領域教師之溝通平台，進行教學研究設計及教學評量專業分析，以強化學士班因材施教之教學理念，並建制學生自主學習之教學系統。面對社會快速變遷之發展趨勢，為培養學生自主學習及問題解決能力，近年來本系責無旁貸自我重新定位，依循教育目標傳承既有的特色教學及連結社會脈動的創新教學，跳脫傳統課程窠臼，進行課程顛覆性的變革，除了開創本系 AB 雙軌課程制度，並將支援理工學院之普通物理實驗課程，重建「教」與「學」角色，以學生學習為中心，開創新世代翻轉教學模式，推展適性教學，不僅精進教師專業成長，更優化教學場域及創新教學方法。本系自 107 學年度開始實施以學生學習為中心的『雙軌課程』，藉由改革傳統物理教學，強化物理、數學與程式設計等專業知識，培養學生自學與共學的能力，發掘問題與解決問題的能力，及團隊合作與表達溝通能力，強化學生自主學習動機，達成學用合一目標，培育新世代科技人才，以因應我國高等教育所面臨的縮短「學用落差」困境及接軌社會產業。雖然目前物理系逐步發展以學生為中心及鼓勵學生自主學習學習方式之課程設計與開發，惟目前所開發之課程大部分是依個別教師意願獨立進行課程改革為主，對於課程改革之教學成效，亦缺欠具教育專業領域之客觀評量及教學研究議題分析，且都以獨立課程為主，較缺對學士班課程整體規劃及考量，或針對跨學院學生共同必修科目課程之設計。</p>				

<p>執行成果 (含過程)</p>	<p>此計畫於執行期間 109 年 11 月至 110 年 5 月，執行成果包括如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 順利完成 2 件教學實踐研究計畫申請案。 2. 舉辦 3 場專題演講：邀請 3 位物理教育學者蒞臨本系演講。 3. 校內專業社群交流：本社群教師團隊定期討論彼此的教學研究經驗，分享教學教材，助教訓練及學生回饋。 4. 順利與校務研究辦公室完成「雙軌適性分組問卷調查內容設計案」。
<p>其他相關 說明</p>	<p>本計畫社群召集人謝立宜老師執行的計畫獲選為 108 年度教學實踐績優計畫。</p>  
<p>附件</p>	<p>社群活動紀錄（含簽到、紀錄、相片）如附件</p>

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 1 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	109 年 11 月 19 日	活動地點	物理館 208
活動時間	12 時 00 分至 16 時 00 分 (計 4 時 00 分)		

活動紀錄 (文字)

本社群集會主要擬訂第一件申請計畫中文名稱為「沿著 B 軌，培養未知探究的能力-以基礎物理(一)、(二)為例」，並討論於課程教學現場試圖解決之問題及問題之重要性。現代的大學教育從菁英教育漸轉化成兼顧普及教育，大學物理系不再只是為了培育從事物理研究的專業人才，大部分的物理系畢業生是到園區工作，所以大學的教育目標除了訓練相關科系的專業知識外，更重要的是要培育學生能帶得走的能力，如學習的能力、問題解決的能力、團隊合作與表達溝通的能力。中正大學物理系自 2017 年起組成創課教學團隊進行課程改革，積極規劃及召開多次共識會議密集討論，正式於 2018 年開始實施以學生學習為中心的『雙軌課程』，藉由改革傳統物理教學，翻轉課程運作及教學方式，強化物理、數學與程式設計等專業知識，培養學生自學與共學的能力，發掘問題與解決問題的能力，及團隊合作與表達溝通能力，強化學生自主學習動機，達成學用合一目標，培育新世代科技人才，以因應我國高等教育所面臨的縮短「學用落差」困境及接軌社會產業。雙軌課程提供學生 A 軌與 B 軌課程的選擇，A 軌是傳統的課程，B 軌的大一與大二必修課程則為基礎物理實驗(一)~(四)與基礎物理 (一)~(四)。基礎物理實驗課程為兩年的實驗課程。從程式設計與控制、金工廠的使用、最後要共分組的方式完成一件作品，培育學生實驗的基本知識。基礎物理則是把理論基礎課程調整為四個學期的課程，第一學期為力學，第二學期為電磁學，第三與第四學則是量子物理與熱統計物理；大三與大四則每學期學修習 6 分的研究專題與論文研習與撰寫課程，選擇指導老師，應用大一大二的所學，進行獨立研究工作，若發現有不足的地方，再選修相關的選修課程。B 軌的同學必須在畢業前完成一篇究研論文並通過口試。

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 1 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片
	訂定教學 實驗究計 畫第一件 申請案之 中文名稱
	簡述教學 實驗究計 畫第一件 申請案之 預期完成 之工作項 目甘特圖

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 2 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	109 年 11 月 23 日	活動地點	物理館 208
活動時間	12 時 00 分至 16 時 00 分 (計 4 時 00 分)		

活動紀錄 (文字)

本次集會主要討論「普物電磁學實驗」自主學習與探究實作教學之研究計畫各段落內容。過去本系普通物理實驗教學由授課教師排定課程，學生被動學習逐漸成為常態。108 年度本計畫申請人進行「普通物理實驗智慧創客教學之探究」之計畫，改善了部分問題。例如引入 Arduino 介面的控制，訊息的擷取與處理，程式語言的撰寫等內容，顯著地提高了學生在上學期普通物理力學實驗之學習能力與意願。但下學期普物電磁學實驗課程與上學期的普物力學實驗對學生的學習而言仍有極大落差，由於絕大多數學生在高中學習階段並未使用過普物電磁學儀器，其操作成為學生學習的首要挑戰。

本計畫申請人於 108 年獲補助執行「普通物理實驗智慧創客教學之探究」，將工業 4.0 所要求的介面控制，數據擷取、與程式辨識引入，讓學生在此環境被潛移默化具有實驗設計及架設的概念。因此，本計畫進一步聚焦於電磁學實驗課程的創新設計，發展以「Arduino 微電腦模組」為基礎的「電磁學實驗」教材，以及線上互動教學輔助軟體，建置以學生主動學習為目標之課程與教學安排。本計畫之相關文獻參考自主學習、探究與實作教學、Arduino 在普通物理實驗教學的應用，及線上互動式模擬程式教學。

本計畫兼採量化與質性研究取向，為評量「自主學習方案」、「模組化課程設計」及「探究實作」對學生電磁學實驗學習成效的影響，本計畫採「單組前後測準實驗設計」評估教學是否達到預期目標。

預期達成(1)增加學生主動探究問題之學習興趣與動機；(2)深化學生對於電磁學原理之認識，(3)提升學生在實驗過程中自主實驗設計與執行能力，(4)藉由數位模擬實驗教學程式自主學習，提高學生期末操作考的通過率。

預期參加教學發展中心於 12 月 02 日舉辦的教學實踐研究計畫研習會(講師為黃俊儒教授)。會後接續討論「普物電磁學實驗」自主學習與探究實作教學之計畫申請書內容。

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 2 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片
	共同討論 課程教學 現場試圖 解決之問 題
	討論預期 完成之工 作項目甘 特圖

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 3 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	109 年 12 月 2 日	活動地點	物理館 208
活動時間	15 時 00 分至 17 時 00 分 (計 2 時 00 分)		

活動紀錄 (文字)

主次集會針對申請人近 5 年課程教學經驗與成果、近 5 年教學相關成果與教學實踐研究計畫之關聯，以及研究動機之內容以合適文句進行修改，並更換合適的圖片。本社群申請人已於 108 年度執行教學實踐計畫「普通物理實驗智慧創客教學之探究」，針對機械系一年級學生開設普物力學實驗，利用 Arduino 微電腦模組取代現有之 PASCO 電腦介面軟體系統，進行實驗教學。

依據 108 學年度第一學期的普通物理實驗智慧創客教學的學生教學意見調查及學生訪談結果顯示(1)能顯著提升學生的普物實驗設計概念與架設能力、及程式設計概念與撰寫能力。(2)學生在普物實驗平時評量、操作考、期末筆試皆有優良表現。(3)學生的「時間管理、訊息處理、專心、解決學習困難的策略」與「程式設計概念與撰寫能力、期末筆試」有顯著正相關。(4)學生自評在教學後已具備自行設計實驗之基礎能力。

本計畫聚焦於電磁學實驗課程的創新設計，擬將下學期的電磁學實驗數個測量方式模組化，搭配適切的程式，讓學生自行組合實驗步驟，發展以「Arduino 微電腦模組」為基礎的「電磁學實驗」教材，在實驗分析方面，使用 Matlab 等類軟體程式與微電腦模組結合，進行優化示波器與電學測量。另擬建立線上互動式模擬教學，讓學生在課前即可練習儀器操作，並配合適當題組，引導學生學習方向。課後再以簡單測驗了解學生學習狀況，以補足課堂中學習不足之處，幫助學生複習實驗步驟，建置以學生主動學習為目標之課程與教學安排，培育學生以電腦介面及程式語言參與實驗設計之自主學習能力，並於整個實驗執行過程中進行教學與學習多元成效評估，以了解學生在自主學習與探索實作方面的表現。

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 3 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片內容說
	<p>針對第二件計畫申請書之內容討論申請人近 5 年教學相關成果</p>
	<p>討論第二件計畫申請書之申請人近 5 年教學相關成果與計畫之關聯</p>

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 4 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	110 年 1 月 6 日	活動地點	物理館 208
活動時間	12 時 00 分至 15 時 00 分 (計 3 時 00 分)		

活動紀錄 (文字)

本次集會邀請台師大駱芳玉副教授蒞臨本系演講，演講題目為「朝向自主學習的實驗課」，駱副教授近年來致力於物理系實驗教學，物理研究的批判性思考與辯論賽、科學推廣、青年物理辯論賽 IYPT、TYPT、物理奧林比亞及原住民族物理人才培育。

藉由本次社群活動駱芳玉副教授與物理系教師共同探討實驗課程教學成效，應以質性成效具潛移默化，若著重於量化則成效不彰。並分享教教學方法的形成，將學習過去的師長、過去經驗的修正及實驗課程的想法轉化為實質能力(應用)，將物理及實驗的重新設計，符應學生未來的需要，培養具備自主學習的能力和動力。

課程目標

- 發展同學實驗規劃、執行和修正的能力與技巧
- 掌握實驗檢測技術的科學概念、檢測設備的核心元素、影響檢測成果的重要因素
- 加強報告寫作與演說、討論的技能
- 具備參加研究實驗室或是就業的基本實作能力

- ▶ 三項實驗工作
- ▶ 實驗預習：規劃
- ▶ 實驗操作：執行與修正
檢測技術
- ▶ 研究實驗入門

- ▶ 三份書面報告
- ▶ 實驗分析
- ▶ 科學繪圖
- ▶ 書面報告寫作撰寫引導

- ▶ 二次演說報告
- ▶ 互評加強演說和聽講
- ▶ 提問和討論
- ▶ 實驗總結修正和提供完整物理概念

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 4 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片內容說
	物理實驗教學經驗分享
	物理實驗教學課程變革經驗交流
	推廣物理實驗教學與物理實驗實作課程研發、分享和交流。

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 5 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	110 年 2 月 3 日	活動地點	物理館 204
活動時間	12 時 00 分至 16 時 00 分 (計 4 時 00 分)		

活動紀錄 (文字)

為有效充分利用物理系資源、有經驗的普物師資、豐沛的教材與實驗儀器、具有特色之普物課程開發(因應學校未來對普物課程檢視)、連結實施 108 課綱高中端的需求，本次集會主要以「高中物理科學營課程」為主題，經討論課程目標為培養學生正確的科學態度及觀念，以啟發他們主動思考問題，解決問題的能力；培養學生主動積極地參與問題討論，並藉以訓練他們嚴謹思考以及靈敏反應；訓練學生的實驗能力，加強學生的實驗技巧，以培養他們從實驗中驗證理論的基本態度；訓練學生藉由收集資料，聆聽演講等方式，迅速歸納出課題重點，從而討論進一步可能研究的課題及擴大學生的基礎科學知識。本課程擬由甘宏志教授擔任召集人，結集本系教師團隊共同策劃 110 年度暑期高中物理科學營課程，以實踐社會責任。

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 6 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片內容
	<p>討論由本系教學資源結合高中端需求，規劃高中科學營。</p>
	<p>本系教師團隊共同策劃 110 年度暑期高中物理科學營課程，以實踐社會責任。</p>

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 6 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	110 年 2 月 5 日	活動地點	物理館 204
活動時間	12 時 00 分至 16 時 00 分 (計 4 時 00 分)		

活動紀錄 (文字)

本次集會邀請 IR 辦公室楊家瑜專員與物理系雙軌教師教學團隊針對教學現況與問題以「AB 雙軌選組前性向測驗及選組修課後能力表現之關聯性」議題進行討論，本系雙軌分組機制目前以新生選課前自行選組，為達到適才適性及因材施教之教學理念，於 109 年度起藉由本校「生涯定向系統」統計進一步了解學生的性格、能力及興趣等向測驗結果，分析學生選組後是否更能適性發展，及學生多元能力表現是否呈現正相關聯性，以做為未來新生選組機制及課程規劃之參考依據，彼此討論結果，此「生涯定向系統」施測結果為一般性向導向，對於物理專業領域分組未有相關性，故研議由本系自行建置雙軌適性選組之問卷題庫，以利彙整後由 IR 辦公室協助問卷施測及統計，俾使學生更能充分發揮潛能及學習熱忱，以利廣續提升雙軌教學之教學成效。

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 6 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片內容說
	討論雙軌選組前 性向測驗及選組 修課後能力表 現。
	研議雙軌適性選 組問卷題庫。

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 7 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	110 年 3 月 17 日	活動地點	物理館 204
活動時間	12 時 00 分至 15 時 00 分 (計 3 時 00 分)		

活動紀錄 (文字)

本次集會邀請高雄師範大學余進忠副教授暨物理教育學會理事長，蒞臨本系演講，專題演講題目為「Arduino 等相關電子元件在科學量測上的應用」。余副教授以高大工具人角色分享從校內課程經營到專業服務學習；從系內課程想像到以學生為主的USR；從跳脫系上課程到物理系的強項；從校內到校外等豐富的教學經驗。此外，以目前教學現場面臨學生學習動機態度的問題及未來物理教學的挑戰，與本系教師教學團隊進一步討論及探討。

身為台灣物理教育學會理事長，余副教授責無旁貸進行變革包括國際物理辯論(IYPT, TYPT)、科普活動、高中端活動探究實作競賽、Arduino 課程(maker)校內議題、教具競賽、業界參訪、業界諮詢團(FB 社團)、業界導師、舉辦英語讀書會，藉此提升學生面對人群、表達溝通能力，並舉辦業界參訪、成立業界諮詢團(FB 社團)、業界導師以增進對業界生態之了解。

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 7 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片
	<p>從校內課程經營到專業服務學習教學經驗分享。</p>
	<p>從系內課程想像到以學生為主的USR之課程變革交流。</p>
	<p>教學現場面臨學生學習動機態度的問題及未來物理教學的挑戰，進行探討。</p>

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 8 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	110 年 3 月 24 日	活動地點	物理館 307
------	----------------	------	---------

活動時間	12 時 00 分至 15 時 00 分 (計 3 時 00 分)
------	-----------------------------------

活動紀錄 (文字)

本次活動邀請鍾德元教授(國立中央大學光電科學與工程學系),蒞臨本系演講,專題演講題目為「光學翻轉教學-解鎖新技能」。

鍾德元教授於 2004 年自中佛羅里達大學光學與光子學學院取得博士學位,之後留在原單位作了一年的博士後研究。2006 年返國任教於國立中央大學光電科學與工程學系,直至今日。

在中央大學任教期間,鍾教授負責的科目包括(i)光學 I-III、(ii)傅氏光學、(iii)光學實驗、(iii)動物視覺、(iv)攝影光學、以及(v)雷射與非線性光學專題等,其中每一科目都深深關係著學生光學基礎的養成,可見鍾教授的教學能力甚受倚重。雖然鍾教授教學時對學生的要求甚為嚴格,但從學生評鑑中的正面反應,可看出鍾教授的光學教學功力是被推崇的。

為提升學生的學習成效,鍾教授於數年前開始針對光學 I-III 推動翻轉式教學,引領學生由課前預習、課堂練習、與討論,讓學生習慣推理思考發問,並透過實作練習模式與短期挑戰計劃讓學生能夠應用所學展示光學現象或解決需要多方知識之小型計畫。實作上,學生上課前須充分預習鍾教授準備好的教材,然後於於課堂中(i)提問預習中遭遇的困難,(ii)實作鍾教授設計好的實驗,(iii)觀看準備的演示實驗影片,以及(iv)根據課前的預習解釋課堂中的實驗結果與演示實驗影片顯示的現象。

為了解翻轉式教學的特色,我們邀請鍾教授於 2021/3/22 來校演講,分享他的教學經驗。

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 8 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片內
	<p>針對光學 推動翻轉 式教學</p>
	<p>透過實作 練習模式 與短期挑 戰計劃讓 學生能夠 應用所學 展示光學 現象</p>

國立中正大學
109 學年教學實踐研究計畫教師社群
第 9 次活動紀錄表

社群名稱：理學院物理系創新教學研究社群

社群召集人：謝立宜專案助理教授

活動日期	110 年 4 月 27 日	活動地點	物理館 208
------	----------------	------	---------

活動時間	12 時 00 分至 15 時 00 分 (計 3 時 00 分)
------	-----------------------------------

活動紀錄 (文字)

自 107 學年度物理系開始實行雙軌課程迄今已屆 3 年，為瞭解雙軌課程規劃的實施現況及成效，本次活動邀請本校 IR 校務研究辦公室與教師團隊們探討「雙軌適性分組問卷調查內容設計案」，以作為未來改善之參考。

雙軌適性分組問卷調查內容主要分為以下四大面向進行討論：

一、知識

1. 如果懷疑管路有漏氣，應該如何找到漏氣處？
2. 請問真空度的定義為何？
3. 如果想精確量測一張 A4 影印紙的厚度，應採用何種方式量測？

二、個人學習特質/實驗室學習

1. 物理學的研究，可以大致分為理論(含數值模擬)及實驗兩個分支。覺得較好方法應該是？
2. 理論是可以無窮精確，但實驗量測無論多精準，永遠存在誤差，你能夠接受嗎？
3. 在架設實驗系統時，若沒有經費限制的考量，你會選擇以下何種方法校正及建構你的系統？
4. 當實驗結果與現有理論模型有出入時，你會進行那些後續動作？
5. 當實驗已初步有結果，但時間已很晚，你會如何處理？
6. 你喜愛實驗室之計畫工作之角色？
7. 因應實驗之需求，須在週末或假日進行，你是否參與？
8. 你認為待在實驗室一天的合理時數(小時)？
9. 你會在一週花多少時間閱讀專業文章(小時)？
10. 如果將待辦事項分為依重要性與緊迫性分類(a 重要且急迫 b 不重要但急迫 c 重要但不急迫 d 不重要且不急迫)，則優先順序為：
(A)abcd (B) acbd (C) bacd (D) bcad (E) dcba

三、個人學習特質/學習行為

1. 你喜歡學習的方式為何？
2. 下列哪一種環境讓你想參與研究工作？
3. 你認為何種學習方法比較有效？
4. 在學習新的知識且有學習上的障礙，你會如何去面對？
5. 喜歡的學習模式？

四、大學學習規劃與期待

1. 期望大學四年的學習目標為何？
2. 如何規劃大學四年的學習計畫？

(理學院物理系創新教學研究社群) 第 9 次活動照片

(請附上解析度 1M(含)以上之照片電子檔至少 2 張，每張照片請提供 20 字內之內

活動照片電子檔	活動照片內
	<p>邀請本校 IR 校務研究辦公室與教師團隊們探討「雙軌適性分組問卷調查內容」，以作為未來改善之參考。</p>
	<p>雙軌適性分組問卷調查內容主要分為四大面向進行討論。</p>