

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：PEE1136827

學門專案分類/Division：工程

計畫年度：113 年度一年期 112 年度多年期

執行期間/Funding Period：2024.08.01 – 2025.07.31

主動學習對電科技導論學習的影響分析

計畫主持人(Principal Investigator)：湯敬文

協同主持人(Co-Principal Investigator)：

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立中正大學/通訊工程
學系

成果報告公開日期：立即公開 延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date)：2025 年 7 月 20 日

主動學習對電科技導論學習的影響分析

一、本文 (Content)

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

「電磁科技導論」是大學部的選修課程，課程內容則是廣泛介紹射頻微波技術的應用，吸引學生選擇進入此研究領域。由於課程性質是以吸引學生為主要目的，不再是以考試為導向的學科，因此引導學生有興趣主動學習，將是此教學實踐研究計畫的申請動機。

為了讓學生瞭解電磁科技廣泛應用在日常生活，課程內容將提供多樣性的主題，從「電磁學史」為引導，接著介紹「電的產生」、「交流電與直流電」，再來是進入「電磁波傳播的世界與頻譜介紹」。自此以後，「無人載具」、「單晶微波毫米波積體電路與相關應用」、「超導體與磁浮列車」、「5G 與 6G 的生活」、「定位與導航」、「天線與雷達」、「電波望遠鏡」、「無人機」、「電動車」、「無線充電」、「電磁武器」、「醫學影像」等貼近日常生活的主題介紹。

製作動畫輔助課程講解的方式，已是現在上課不可或缺的輔助，但讓學生有參與感則是吸引學生主動學習的第一步。為了提升學生的學習成效，本教學實現研究計畫提出了圖 1 的研究架構，在傳統講述方式加入了遊戲回答生活化問題與任務型學習，而且加入課後訪談與調整以及教學意見，藉由這些改變來吸引學生的學習意願，更進而激發學生的研究興趣。

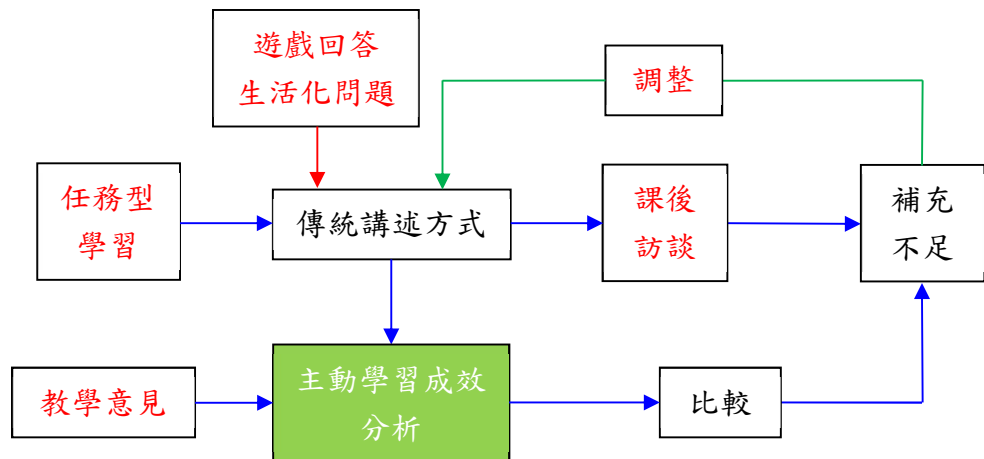


圖 1：研究計畫書撰寫的研究架構

2. 研究問題 (Research Question)

本教學實踐研究計畫的研究架構如圖 1 所示，要深入探究「遊戲回答生活化問題、任務型學習、課後訪談及教學意見對學生主動學習電磁

科技的影響分析」並以此為主題。學生的學習成效乃是此計畫的重心，探討學生主動學習成效的影響以及分析驅動學習的動機，作為教學改善的依據。

改善教學方法以提高學生的學習成效，是本研究計畫的最終目的。學習成效可由下列幾點來觀察：

- A. 學生學習興趣是否提高？
- B. 缺課率是否減低？
- C. 修課成績是否提高？

因應不同的學科、學生特質和教學環境，教學方法可以有以下的變化：

1. 瞭解學生需求：在開始教學前，了解學生的背景、先備知識和學習風格。這有助於你調整教學內容和方法，以滿足學生的需求。
2. 制定明確的學習目標：確保學生知道每堂課的學習目標，這有助於提高學習動機並使學習更有方向性。
3. 互動式教學：鼓勵學生參與討論、提問和解決問題。互動可以促進學生的主動學習，並加深對知識的理解。
4. 多元教學方法：使用多種教學方法，如講解、示範、小組討論、實際應用等，以滿足不同學生的學習風格和需要。
5. 應用現實例子：將教材與實際生活和職業經驗聯繫起來，幫助學生理解學習的實際應用價值。
6. 提供即時反饋：給予學生即時的回饋，幫助他們理解所學內容，並及時納入改進。這可以透過評測、作業回饋、討論等方式實現。
7. 適應差異化教學：意識到學生之間存在不同的學習風格和進度，並設計教學內容以滿足這些差異。
8. 利用技術輔助教學：整合技術工具，如電子教材、在線資源、數位教學平台等，以豐富教學手段並提高學習興趣。
9. 鼓勵批判性思維：培養學生的批判性思維和問題解決能力，使其能夠獨立思考和應對不同情境。
10. 不斷自我反思：定期檢討自己的教學方法，從學生的反饋和教學成效中學習，並不斷改進教學策略。

3. 文獻探討 (Literature Review)

「電磁科技」產品已經深入大家日常生活，成為不可或缺的必需品。甚至出現在新聞報導，學生因家裡限制使用 3C 產品而產生家庭革命。因此如何在課堂中將電磁理論與電磁科技結合，對教學來說一大挑戰。由於速食科目的學習大量的吸引現在的理工科學生，導致不再注重電磁理論的理解，但若從應用端切入，反而能激發出學生的學習興致，再適當地輔以理論說明將有機會重新吸引學生的學習意願。

傳統常見的授課方式會使用到講述法、討論法、演示法以及練習教學

法。由於受到實證主義者觀點影響，現在學校教授的傳統基本知識不易實際運用到日常生活中，所以學生無法將課堂上所傳授的內容內化成自己的知識。為了提升學生的效率，已經有許多研究開發了各種方法讓學生進行更有效的學習。近年來，學校將各種方法應用在基礎科目的教學上，例如：合作學習(cooperative learning, CL)、任務型學習(task-based learning, TBL)、情境學習(situated learning, SL)、專題式學習(project-based learning, PBL)和能力本位教學(competency-based education, CBE)等。

(1) 講述法(lecture method, LM)

講述法是強調通過口頭敘述的方式來傳遞知識和信息。它通常由教師或講者以口頭形式向學生講解概念、原理、事實或技能。講述法雖然是一種傳統的教學方法，但在結合互動和教學輔助手段的情況下，仍然可以是一種有效的學習方式。但批評者認為，講述法是一種單向的交流，而不涉及聽眾與講師間的雙向溝通，因此缺乏主動學習的效果。

(2) 討論法(discussion method, DM)

討論法是一種教學和學習方法，通過對話和交流觀點，促進學生主動參與、分享意見，並共同探討特定主題或問題。這種方法有助於激發學生的批判性思維、溝通能力和合作精神，因此能培養學生的批判性思維、問題解決能力和人際溝通技巧。透過討論，學生能夠更深入地理解和應用所學的知識。

(3) 演示法(practice method, PM)

演示法是通過展示實際操作、示範技能或呈現具體的實例，來向學生展示特定的概念、過程或技能。這種方法可以用於各種學科和技能的教學，包括科學實驗、手工藝技能、軟件應用等。此方法有助於提供具體的實例，使學生更容易理解和記憶教學內容。它特別適合需要實際操作和技能演示的學科領域。

(4) 練習教學法(practice method, PM)

練習教學法是一種強調學生實際應用知識和技能的教學方法。通過給予學生機會在教學環境中練習所學的內容，這種方法旨在加強學生的理解、應用和記憶能力。此方法有助於將理論知識轉化為實際能力，培養學生的應用能力和解決問題的技能。而且由於這種方法強調實踐和實際經驗，將有助於提高學生的學習效果。

(5) 合作學習(cooperative learning, CL)

合作學習是通過讓學生一同參與、合作完成任務或解決問題，來促進

他們的學習和發展。這種方法有助於培養學生的團隊協作、溝通、問題解決和批判性思維能力。因此透過適當的組織和引導，合作學習可以培養學生的團隊協作精神、解決問題的能力和批判性思維。這種方法注重互動與合作，強調學生在共同努力中學習和成長。

(6) 任務型學習(task-based learning, TBL)

任務型學習是強調通過實際執行任務或解決問題，來促進學生的學習和應用能力。這種方法將學習與實際生活情境相結合，強調學生在解決實際問題的過程中發展技能、知識和理解力，因此學生可以在解決實際問題或執行具體任務的過程中學到的知識和技能，而且學生在解決問題時得到的成就感也會更勝於傳統的授課方式。這種方法有助於培養學生的解決問題能力、批判性思維和創造力。但是，也有一些研究(Kirschner 2006)認為任務型學習是最低限度指導或根本無指導的，因為大部分時間由學生尋求解決問題的方式，所以學生藉由任務型學習的學習效率更直接且明確(Sweller 2007)。這種教學方法學生通過「自學—解疑—精講—演練」的基本形式，可培養學生自學能力並發展學生的智能。由於全體學生都參加活動，可以培養合作精神，集思廣益、互相啟發、取長補短，加深對學習內容的理解，還可以激發學生的學習興趣，提高學習情緒，培養學生鑽研問題的能力，提高學生的獨立性。

(7) 情境學習(situated learning, SL)

情境學習是強調將學習放置在特定的現實情境中，以促使學生更深入、更全面地理解和應用知識。這種方法通常涉及將學生置身於實際情境中，讓他們應用所學的知識和技能解決問題、作出決策，或模擬真實的工作環境。由於此方法有助於提高學生的適應能力，使他們能夠更靈活地應對不同情境下的挑戰，因此這種方法強調學習的實際應用，有助於加深學生對知識和技能的理解。

(8) 專題式學習(project-based learning, PBL)

專題式學習對於工程領域學生是很常見的教學方式。專題式學習是一種以學生主題為基礎、跨學科的學習方法，通常涉及學生進行深入的研究、解決真實世界問題，或創建實際產品或項目。這種方法強調學生的主動參與、自主學習和合作。因此專題式學習有助於培養學生的批判性思維、問題解決能力、創造力和自主學習技能，而且通過對真實問題的探索和解決，學生能夠更深入地理解和應用他們所學的知識。

(9) 能力本位教學(competency-based education, CBE)

能力本位教學是一種強調發展學生能力和技能的教學方法，側重于培

養學生在解決問題、批判性思維、溝通、合作等方面的能力，而不僅僅是傳授知識。由於此方法突破僵化學習時數制，由學生自訂學習進度，評量自己能做什麼及知道什麼，不受限於學期、技能或知識熟練，藉由方案、論文、考試、報告、表演及學習檔案來證明學生自己。這種模式可擴增高等教育入學機會並降低教育成本，為高等教育注入創新轉型，提升高教品質。能力本位教學有助於培養學生的實用能力，使他們更好地應對現實生活和職業挑戰。這種方法注重學生的全面發展，強調的不僅是知識的獲取，還有能力的培養。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

A. 教學目標

「電磁科技導論」是大學部的選修課程，課程內容則是廣泛介紹射頻微波技術的應用，吸引學生選擇進入此研究領域。由於課程性質是以吸引學生為主要目的，不再是以考試為導向的學科，因此引導學生有興趣主動學習，將是此教學實踐研究計畫的申請動機。

B. 教學方法

前述文獻探討的講述法是本計畫申請人過去常使用的教學方法。雖然在成效上可以維持一定的水準，但是這種單方向的教學方式，因缺少互動往往無法即時瞭解學生的狀況以適時調整。本研究計畫將改變過去的教學方式，將以任務型學習方式，探討主動學習與傳統學習對學生未來投入電磁研究領域的影響，並以此作為「電磁科技導論」教學改善的重要參考，而且為了增加學生上課的參與興趣，將問題以遊戲式做為加分的依據。至於本教學課程的即時改善方式，將採用課後的訪談或問卷的同步動態修正。

(A) 課堂講述：

每堂課均會配合網路視頻，向學生介紹每次主題的電磁科技。此影片接綜合理論與科技，使學生瞭解生活中的電磁知識。為了增添上課的活潑性與互動性，是採用投影片配合動畫的方式，輔助學生閱讀及復習。上課時，也調整節奏，適時讓學生休息，有時間消化。部分範例內容，則是當場讓學生練習，可以達到一邊動筆一邊動腦，不致於入睡。

(B) 課堂問題：

每堂課均有配合遊戲回答生活化的問題。本課程蒐集重要且有代表性的生活題目，要求每位學生在課程參與回答並給予加分獎勵。為了加深學生的學習，在課後的心得報告則是給予學生有資料匯整的機會。

(C) 網路報導：

網路媒體報導某副總統候選人自稱疑似受到電磁波攻擊，而且還說出 1875 萬這個奇怪數字；紙也刊載某物理博士製造大量汽油彈，自稱腦中被植入晶片，懷疑美國 FBI 或國安局有人用電磁波控制其行動云云。一時之間，電磁波好像成為無所不能的神奇力量，許多不合理性的行為也都可以用電磁波來合理化。

電磁過敏 (EHS) 的報導其實相當早，1990 年代末期即有相關研討會，2005 年世界衛生組織特別為此發表第 296 號文件。不少人自稱受電磁波影響而發生多種非特定性 (non-specific) 症狀，例如皮膚發紅、有刺痛感及燒灼感，神經衰弱、疲乏、不專心、眩暈、噁心、心悸等。這些症狀類似多種化學物質過敏症，但缺乏明確的毒理學或生理學基礎，也無獨立的驗證。

C. 成績考核方式

本課程的成績考核方式，主要是依據課堂問題回答與課後心得報告。旨在建立學生的學習興趣，但學生需充分了解吸收課堂上所講解的內容。

D. 預計採用之學習成效評量工具與教學場域等

(A) 考試成績

學生的成績最容易量化，也是最容易追蹤學習成效的指標。本研究將藉由追蹤期中(末)考與歷年考試成績的比較來觀察學生的學習效果。

(B) 學生訪談

每周課程後辦理與學生有約，訪談並輔導學生學習本課程之成就感及課堂中遇到之困難。訪談中會邀請在期中考成績平均之下的學生進行訪談，讓學生在沒有課堂壓力的狀況下，讓學生分享心裡想法，找出如何進步的方向。其次是邀請在期中考平均之上的學生進行訪談，鼓勵其分享課堂中所得之成就，藉由同儕之間的影响力，帶動其其他學生之學習動力。

(C) 期末問卷調查

學期末問卷將採用滿意度五分法，由學生對本課程授課方式的滿意度、並由學生提供意見，指出需加強及改善之處，以及對教師授課方法之接受程度。做為下次開授相同課程式的調整依據。

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

圖 2 是本計畫申請人對電磁科技導論的過去教學方式。經由多年的授課經驗，在教學上也是逐年作改進，以增進學生的學習，但是一直遺憾的是無法回饋至當屆授課的學生身上。經由文獻探討可以知道，學生對基礎知識學習困難之處在於不易將課程內容與日常生活遇見的問題相結合，所以學生不知道學這一門課的知識有什麼用途；不但造成學生學習興趣的低落、甚至很少來上課。本教學實踐研究計畫將問題導向及情境學習的教學方式加入傳統講述教學，並探討「課後訪談」與「歷年成績分析」對提升學生學習效果之影響。

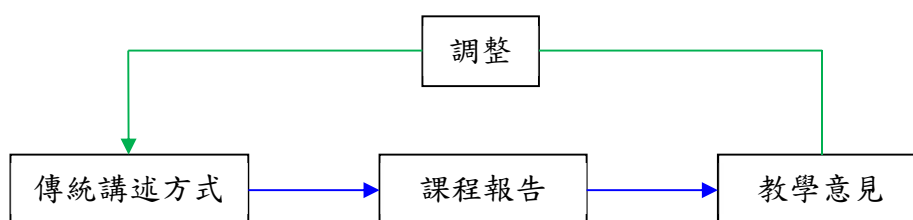


圖 2：過去的教學架構

研究方法及實驗步驟說明如下：

A. 研究架構

本教學實踐研究計畫的研究架構如圖 1 所示，要深入探究「遊戲回答生活化問題、任務型學習、課後訪談及教學意見對學生主動學習電磁科技的影響分析」並以此為主題。學生的學習成效乃是此計畫的重心，探討學生主動學習成效的影響以及分析驅動學習的動機，作為教學改善的依據。除此之外，每一堂課後結束會利用附錄 1 表格進行訪談，而教師根據學生的回饋可以了解學生尚未理解之處，並在下一堂課的時候進行補充說明或調整依據，並採用讓學生更容易接受或理解的方式。

B. 研究問題/意識

本研究計劃的研究問題包含：

- (A) 課堂中提供的情境是否符合學生期待。
- (B) 電磁技術問題是否生活化。
- (C) 新加入的教學元素是否更讓學生容易理解。
- (D) 哪一種教學元素最受學生喜歡。
- (E) 在傳統講述法教學中，學生最不容易理解的部分是否在本研究方法中改善。

C. 研究範圍

本研究計畫的研究範圍包含學生：

- (A) 在上課的表現：

利用問題式導向，讓學生在課程中多了思考部分，並以加分鼓勵嘗試回答問題，藉此觀察學生上課時候的表情及反應來了解學生是否理解。

(B)出席率：

以往學生在學期中之後，出席率及慢慢下降；到學期考時，可能有將近15%的學生不到課堂上上課。

(C)課堂問題回答：

學生課堂的平時回答，是加分的主要依據。本研究會追蹤各主題學生的參與度。

(D)學生的反饋意見：

藉由學生的反饋意見，可以了解學生對此課程內容的接受度並做即時的修改，以適應學生的學習。

D. 研究對象與場域

本研究計畫的研究對象為113學年度第一學期修習「電磁科技導論」的學生。每學期修習本班課程的學生約為100人，其中大部分為三年級的學生。在每年12月開始進行選課前會先公開說明本課程的內容與要實施的研究方法，讓學生在選課前能充分了解在本課程中的研究目的、主題與進行的過程。在徵求學生同意並簽署同意書，才讓其選本門課，共同參與研究，希望參與的學生能盡量配合本課程中的活動，包含問卷填答。

E. 研究方法與工具

大部分對文獻提到單獨利用情境式或是問題導向式的教學方法皆能分別提高學生的學習興趣，因此本研究計劃的方法將以任務型學習方式，探討主動學習與傳統學習對學生未來投入電磁研究領域的影響。文獻中雖然已有學者採用類似方法進行教學，但是不同的場域將研究影響學習效果。因此本研究計劃將設計一個具有量化指標來呈現此方法對電磁科技導論教學成果的展現。

F. 資料處理與分析

(A)上課的表現：

雖然上課表現不易以量化指標來呈現，但以鼓勵學生回答問題的角度，仍舊能以學生回答問題的反應程度，並教師過往的經驗作判斷。

(B)出席率：

每次上課將由助教協助點名計算出席率，學期末將呈現每一堂課的學生出席率。

(C)學期成績：

將全班的學期成績平均，再與歷年的學期成績比較。

(D)反饋意見：

本校教學中心在學期末都會進行教學意見調查。學生可針對各個題目進行 1 到 5 分的評分。本研究計畫將針對電磁科技導論的各個主題、加入的素材、及不同教學方法設計問卷。藉由平均分數及標準差來呈現學生的反饋意見。此外也將學生對文字意見進行分析整理，做為隔年教學方式的改善參考。

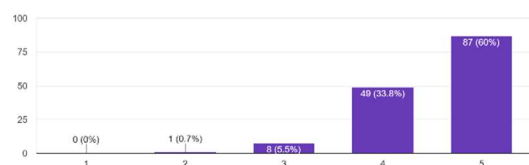
6. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

(1) 教學過程與成果

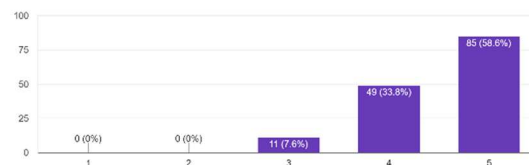
「電磁科技導論」是大學部的選修課程，課程主要內容是介紹射頻微波技術的應用。由於課程的目的是要激發學生的興趣，以便吸引投入此領域。因此考試不再是唯一的導向，故而此次的教學實踐研究計畫的申請動機，正是如何使學生對微波領域產生興趣。所以學生的每次出席上課，都是最佳的宣傳時機。根據圖 1 的研究架構，藉由教學意見與課後訪談的輔助匯入課程，不但能適時調整課程內容，更能借用遊戲納入生活化問題，活化教學的氣氛。此課程提供各單元的問卷收集如圖 3 所示：

Ch2. 電磁學史

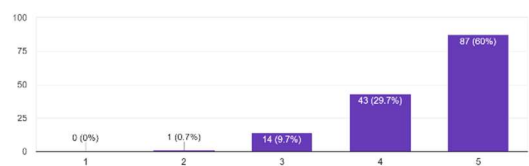
單元內容的介紹清楚合宜
145 則回應



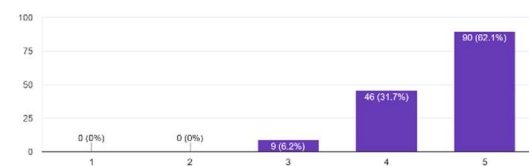
理論與實務之間相當契合
145 則回應



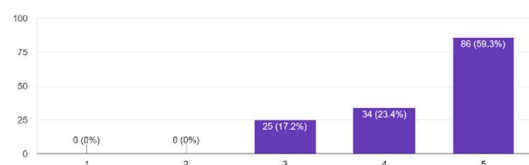
我對實際系統運作有更深入的了解
145 則回應



我更認識電磁科技的精要
145 則回應

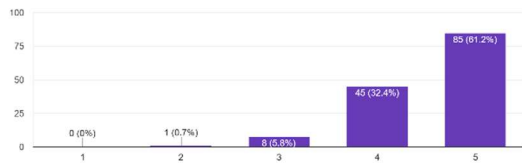


我對未來投身通訊產業更感興趣
145 則回應

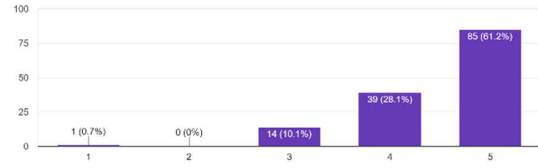


Ch3. 國際基本單位

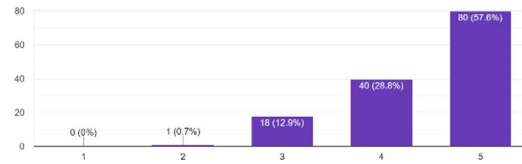
單元內容的介紹清楚合宜
139 則回應



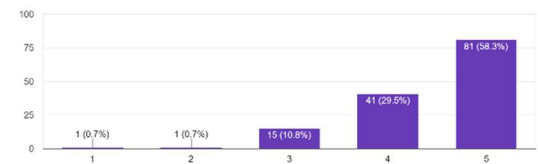
理論與實務之間相當契合
139 則回應



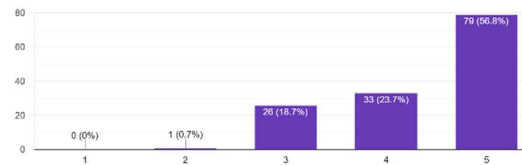
我對實際系統運作有更深入的了解
139 則回應



我更認識電磁科技的願景
139 則回應

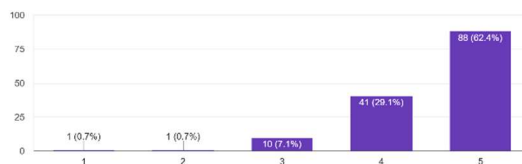


我對未來投身通訊產業更感興趣
139 則回應

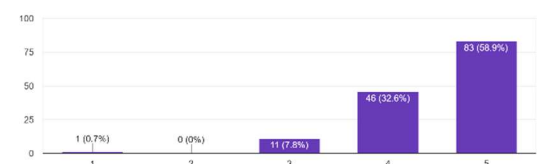


Ch4. 交流電與直流電

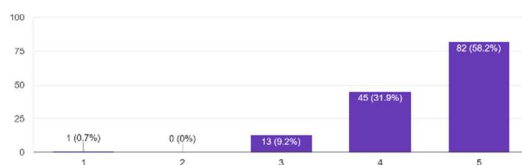
單元內容的介紹清楚合宜
141 則回應



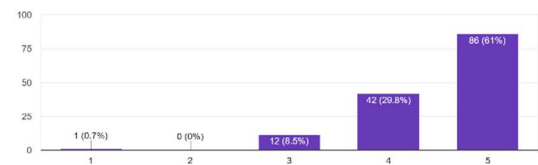
理論與實務之間相當契合
141 則回應



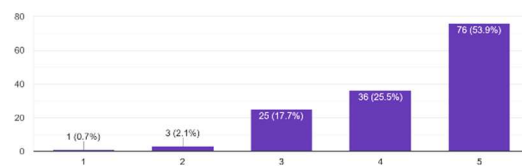
我對實際系統運作有更深入的了解
141 則回應



我更認識電磁科技的願景
141 則回應

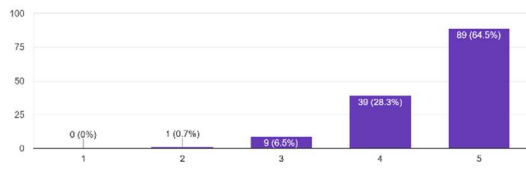


我對未來投身通訊產業更感興趣
141 則回應

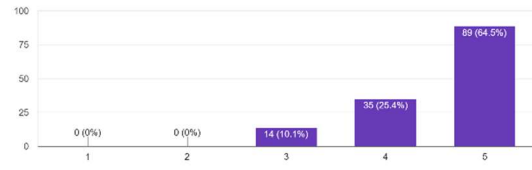


Ch5. 雷電與屏蔽效應

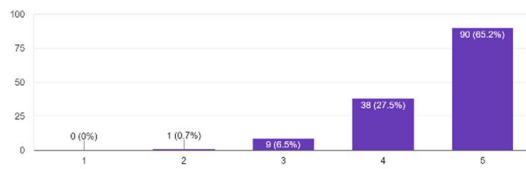
單元內容的介紹清楚合宜
138 則回應



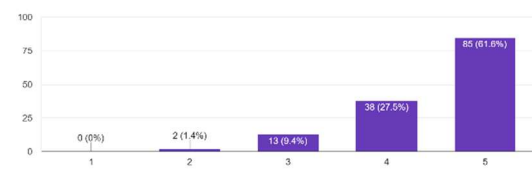
理論與實務之間相當契合
138 則回應



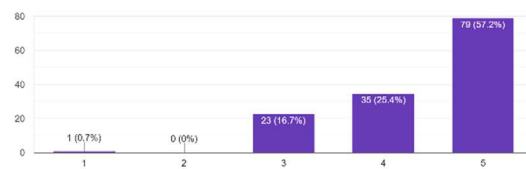
我對實際系統運作有更深入的了解
138 則回應



我更認識電磁科技的願景
138 則回應

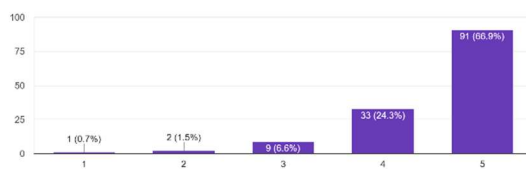


我對未來投身通訊產業更感興趣
138 則回應

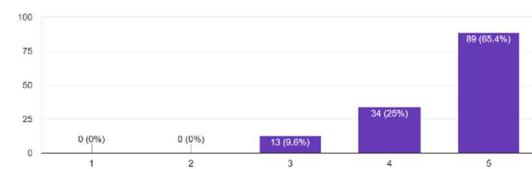


Ch6. 電磁波的分類與傳播

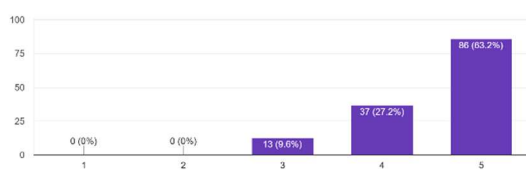
單元內容的介紹清楚合宜
136 則回應



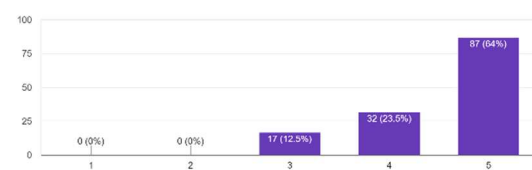
理論與實務之間相當契合
136 則回應



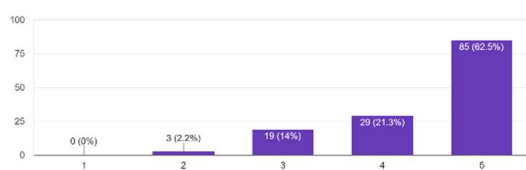
我對實際系統運作有更深入的了解
136 則回應



我更認識電磁科技的願景
136 則回應

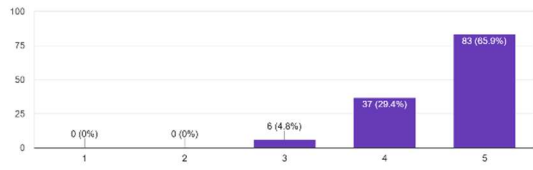


我對未來投身通訊產業更感興趣
136 則回應

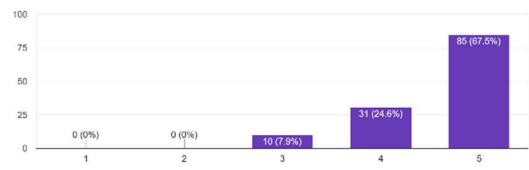


Ch7. 電磁波的發射與接收

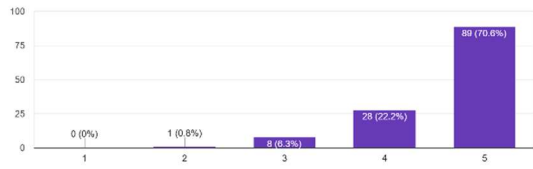
單元內容的介紹清楚合宜
126 則回應



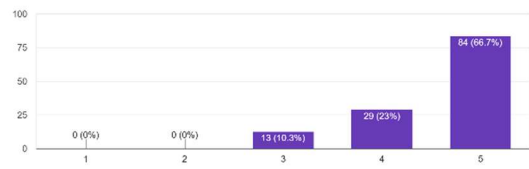
理論與實務之間相當契合
126 則回應



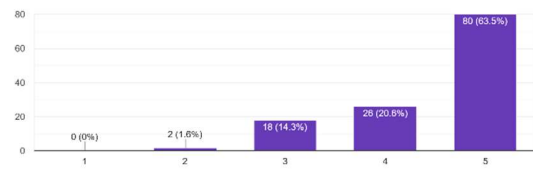
我對實際系統運作有更深入的了解
126 則回應



我更認識電磁科技的願景
126 則回應

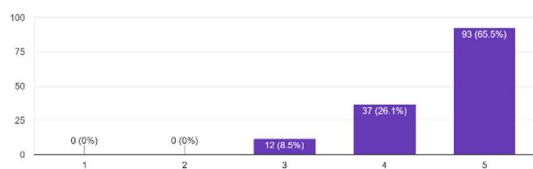


我對未來投身通訊產業更感興趣
126 則回應

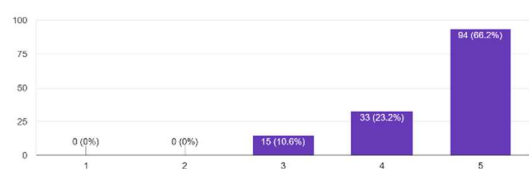


Ch8. 單晶微波/毫米波積體電路與相關應用

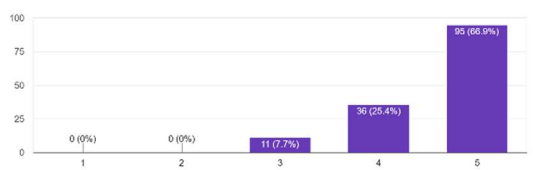
單元內容的介紹清楚合宜
142 則回應



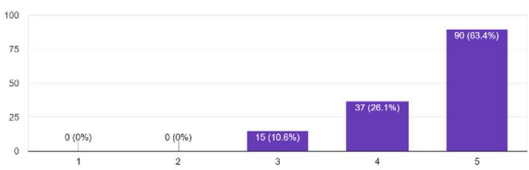
理論與實務之間相當契合
147 則回應



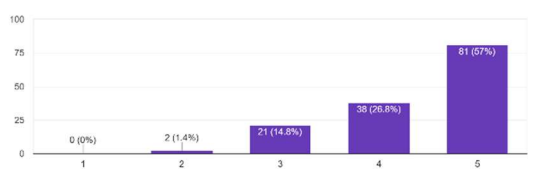
我對實際系統運作有更深入的了解
142 則回應



我更認識電磁科技的願景
142 則回應

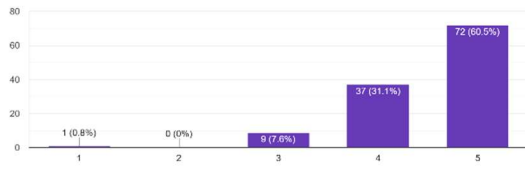


我對未來投身通訊產業更感興趣
142 則回應

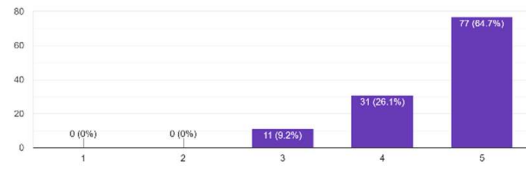


CH10. 無人載具

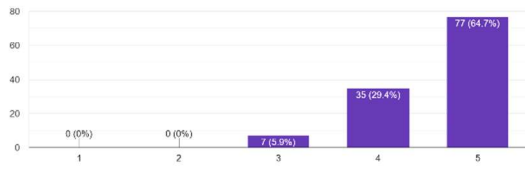
單元內容的介紹清楚合宜
119 則回應



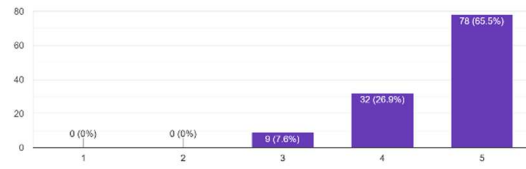
理論與實務之間相當契合
119 則回應



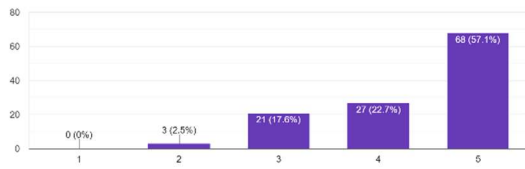
我對實際系統運作有更深入的了解
119 則回應



我更認識電磁科技的願景
119 則回應

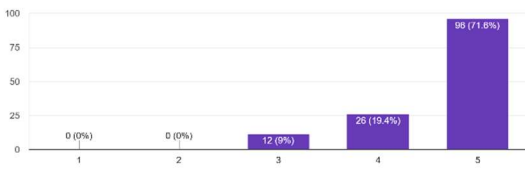


我對未來投身通訊產業更感興趣
119 則回應

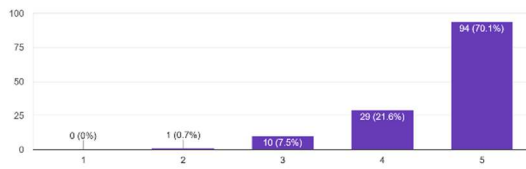


Ch11. 磁浮列車與超導體

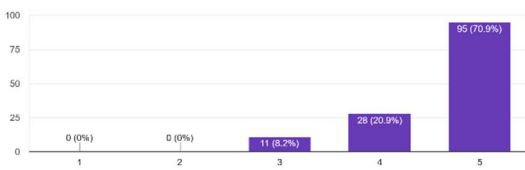
單元內容的介紹清楚合宜
134 則回應



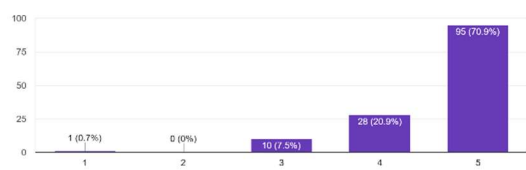
理論與實務之間相當契合
134 則回應



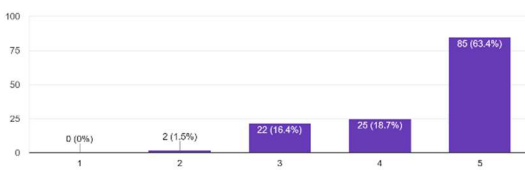
我對實際系統運作有更深入的了解
134 則回應



我更認識電磁科技的願景
134 則回應

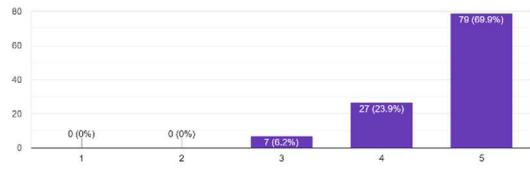


我對未來投身通訊產業更感興趣
134 則回應

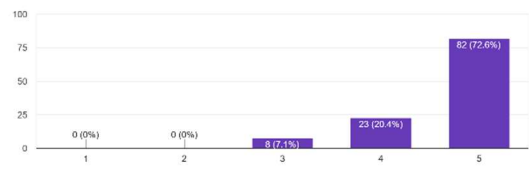


Ch12. 定位與導航

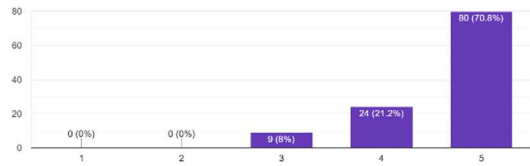
單元內容的介紹清楚合宜
113 則回應



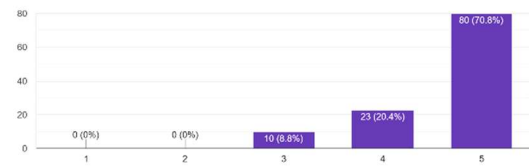
理論與實務之間相當契合
113 則回應



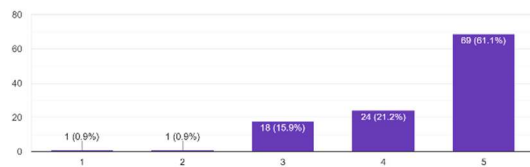
我對實際系統運作有更深入的了解
113 則回應



我更認識電磁科技的願景
113 則回應

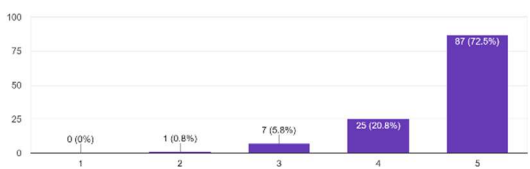


我對未來投身通訊產業更感興趣
113 則回應

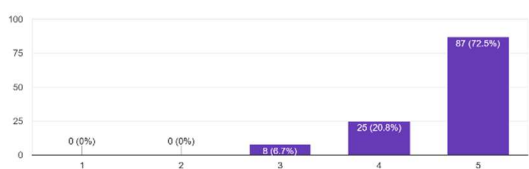


Ch13. 雷達

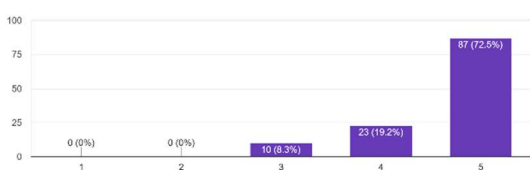
單元內容的介紹清楚合宜
120 則回應



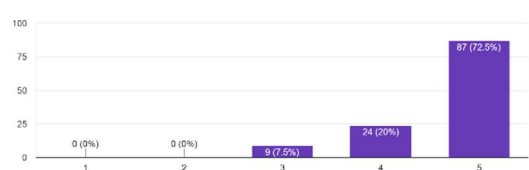
理論與實務之間相當契合
120 則回應



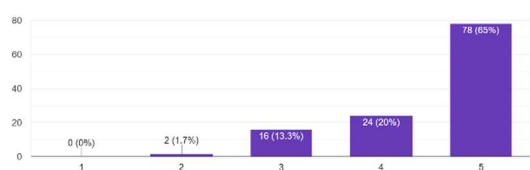
我對實際系統運作有更深入的了解
120 則回應



我更認識電磁科技的願景
120 則回應

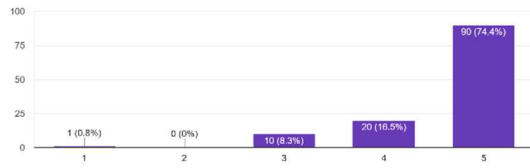


我對未來投身通訊產業更感興趣
120 則回應

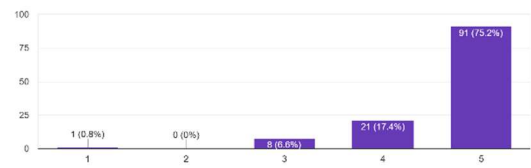


Ch14. 電波望遠鏡

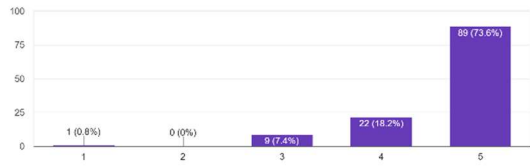
單元內容的介紹清楚合宜
121 則回應



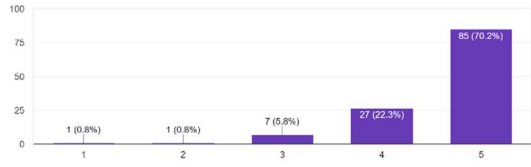
理論與實務之間相當契合
121 則回應



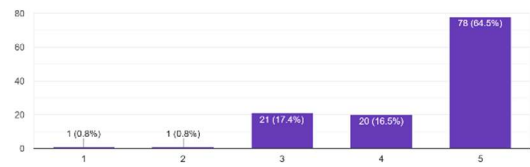
我對實際系統運作有更深入的了解
121 則回應



我更認識電磁科技的願景
121 則回應

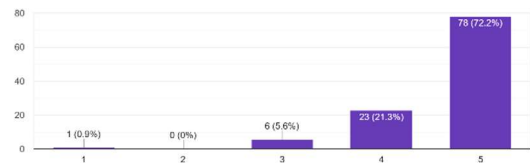


我對未來投身通訊產業更感興趣
121 則回應

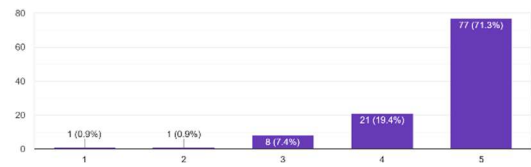


Ch15. 電磁武器

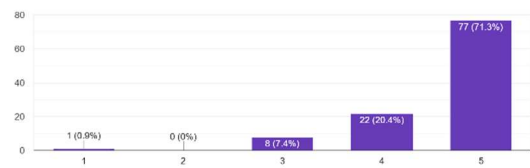
單元內容的介紹清楚合宜
108 則回應



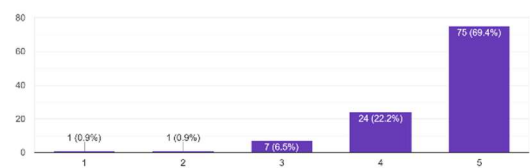
理論與實務之間相當契合
108 則回應



我對實際系統運作有更深入的了解
108 則回應



我更認識電磁科技的願景
108 則回應



我對未來投身通訊產業更感興趣
108 則回應

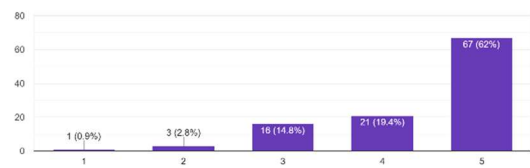


圖 3 課程各單元教學之間卷收集

除了經由圖 3 提供的課程各單元教學之間卷收集協助分析外，學期末的教學意見也是提供教學調整的一大參考。圖 4(a)是學校提供的 113 學年教學意見表，而圖 4(b)則是擷取的統計數字。由於「電磁科技導論」這門課是採用大班級授課，成員主要包含電機與通訊二系的大三學生，經由圖三的资料比較，二者的教學意見大致相近。

113 學年度第 1 學期 國立中正大學教學意見調查表 (一般課程類)		113 學年度第 1 學期 國立中正大學教學意見調查表 (一般課程類)	
單位：電機工程學系	教師姓名：湯啟文	班別：01	修課人數：89
科目名稱：電磁科技導論		有效回收問卷數/回收數：87/ 87 張	問卷回收率：97.75%
學生基本資料 1.我有這課程後用於本課程之平均時數 3小時以上： 10 2-3小時： 10 2-3小時： 31 1小時以下： 36 2.我上本課程的預期分數為 90分以上： 40 80-89分： 39 70-79分： 6 60-69分： 2 59分以下： 0 3.我上本課程的出席率是 75%以上： 81 75%-50%： 6 50%以下： 0 4.課程有教學助理 是： 23 否： 27 不清楚： 37		學生基本資料 1.我有這課程後用於本課程之平均時數 3小時以上： 0 2-3小時： 2 2-3小時： 14 1小時以下： 21 2.我上本課程的預期分數為 90分以上： 13 80-89分： 20 70-79分： 3 60-69分： 1 59分以下： 0 3.我上本課程的出席率是 75%以上： 35 75%-50%： 2 50%以下： 0 4.課程有教學助理 是： 10 否： 16 不清楚： 11	
一、課程內容 1.本課程內容充實，符合課程目標 2.本課程選用的教材、講義、參考書或其他教材對學習有幫助 3.教師講義內容充實 4.教師的教學方法能激發學生思考 5.教師能與學生有良好的互動 6.教師能與學生建立良好的師生關係		一、課程內容 1.本課程內容充實，符合課程目標 2.本課程選用的教材、講義、參考書或其他教材對學習有幫助 3.教師講義內容充實 4.教師的教學方法能激發學生思考 5.教師能與學生有良好的互動 6.教師能與學生建立良好的師生關係	
二、教學方法 7.教師教學方法充實 8.教師能與學生建立良好的師生關係		二、教學方法 7.教師教學方法充實 8.教師能與學生建立良好的師生關係	
三、教學態度 9.教師公平客觀地評量學生表現 10.教師會對作業/報告/試卷等給予回饋，並提供評語或面對面指導		三、教學態度 9.教師公平客觀地評量學生表現 10.教師會對作業/報告/試卷等給予回饋，並提供評語或面對面指導	
四、教學評量 11.我對本課程的評量方式感到滿意 12.本課程評量方式能公平地評量學生學習 13.這是一門值得修讀的課程		四、教學評量 11.我對本課程的評量方式感到滿意 12.本課程評量方式能公平地評量學生學習 13.這是一門值得修讀的課程	
五、學生學習收穫 14.本課程的教學助理指導充實 15.本課程的教學助理能與學生建立良好的師生關係 16.我會推薦我的同學修讀此教學助理		五、學生學習收穫 14.本課程的教學助理指導充實 15.本課程的教學助理能與學生建立良好的師生關係 16.我會推薦我的同學修讀此教學助理	
六、教學助理 (本課程配有教學助理者才需填寫) 1.教師安排的課程內容容易理解 2.教師能與學生建立良好的師生關係 3.教師能與學生建立良好的師生關係 4.以上皆無		六、教學助理 (本課程配有教學助理者才需填寫) 1.教師安排的課程內容容易理解 2.教師能與學生建立良好的師生關係 3.教師能與學生建立良好的師生關係 4.以上皆無	
七、請根據上課實際情況作記 (可重複勾選) 1. 教師安排的課程內容容易理解 2. 教師能與學生建立良好的師生關係 3. 教師能與學生建立良好的師生關係 4. 以上皆無		七、請根據上課實際情況作記 (可重複勾選) 1. 教師安排的課程內容容易理解 2. 教師能與學生建立良好的師生關係 3. 教師能與學生建立良好的師生關係 4. 以上皆無	

(a)

學期	開課系所名稱	科目名稱	成績總平均	不及格學生數	修課人數	問卷回收數	問卷回收率 (%)	總平均數	標準差
1131	電機工程學系	電磁科技導論	90.43	0	89	87	97.75	4.51	0.66
1131	通訊工程學系	電磁科技導論	87.87	2	40	38	95	4.48	0.7

(b)

圖 4 學校之教學意見表統計

(2) 教師教學反思

基於圖 1 的研究架構，將修課人數、學期平均成績與教學意見彙整在圖 5 中。「電磁科技導論」的修課人數從 108 年初次開課的 30 人，之後便是超過 100 人的大班授課(110 年因新冠疫情限制修課人數 80 人)。歷年學

生的修課平均成績大致介於 80 至 90 分之間，而教學意見的分數則分布在 4.4 至 4.5 之間。由於有逐漸上升的趨勢，也有理由證明此次採用的教學實踐研究方式，在課程中提高師生互動的情況下仍能正向改善教與學，達到教學相長的終極目標。

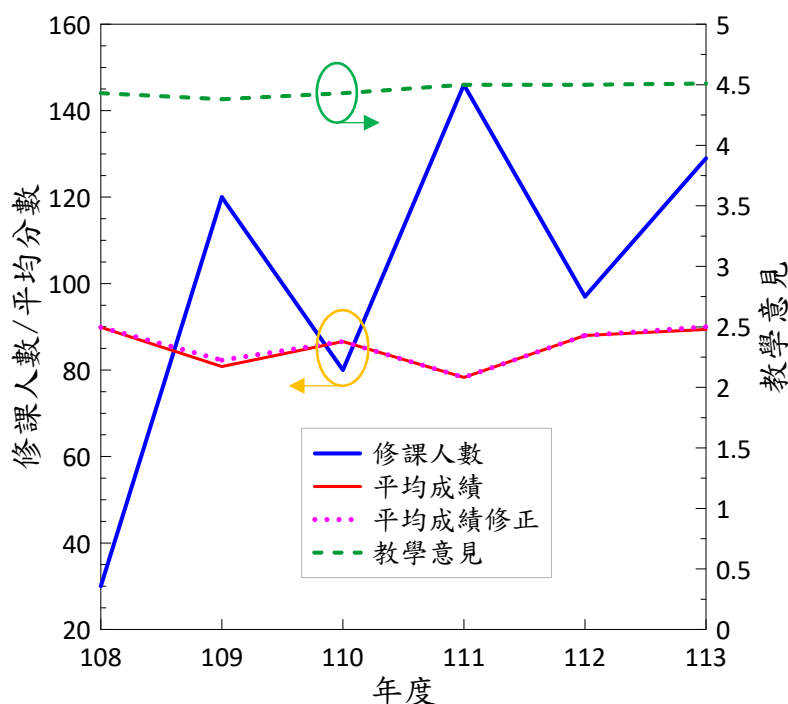


圖 5 修課人數、學期平均成績與教學意見

(3) 學生學習回饋

由於此次的教學實踐研究計劃有請學生提供每堂課後的回饋意見，會發現鼓勵學生在課堂發表意見，從一開始的強迫發言到後來的踴躍舉手，大大改善課堂的上課氣氛，讓單向的知識傳輸轉變為彼此相互討論，藉由學生的直接回答也更能明白學生的了解程度。

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

由於過去的授課主要都是單向執行知識傳遞的任務，很容易錯失瞭解學生學習興趣的機會。然而此次對於教學實踐研究計畫的執行，將日常生活的電磁問題以遊戲方式融入課程並適切設計學生的學習任務，此修正在課堂的教學增加與學生的互動，而課後則請學生提供意見回饋。雖然資料的彙整會花費不少時間與心力，但是能看到教與學的有正向循環的成果，是值得讓人欣慰與滿意的，此次計畫提供了「電磁科技導論」教學改善的

重要參考。對於未來是否仍能以任務型學習方式運用在其他不同的仍有很大探討空間，因此持續的找尋最佳的課程教授方式將是未來投入教學實踐研究最刻不容緩的目標。

二、參考文獻 (References)

- [1] 周愚文. 〈講述教學法〉. 《多元化的教學方法》 (台北: 師大書苑). 1995: 41-52。
- [2] Bakrania, S., “A visual approach to teaching properties of water in engineering thermodynamics,” *Advances in Engineering Education* 8 (2020) 1-17.
- [3] Bakrania, S. and Haas, F.M., “Teaching thermodynamic properties of water without tears,” *2019 ASEE Annual Conference & Exposition*, Tampa, Florida (June 2019)
- [4] Bakrania, S., & Mallouk, K., “Blowing off steam tables,” *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*, Columbus, Ohio (June 2017)
- [5] Baran, M., Sozbilir, M., “An application of context- and problem-based learning (C-PBL) into teaching thermodynamics.” *Res Sci Educ.* 48 (2018) 663–689.
- [6] Baughn, J., and Maixner, M., “Teaching psychrometry to undergraduates,” *2007 ASEE Annual Conference & Exposition*, Honolulu, Hawaii (June 2007).
- [7] Bennett, J. (2005). “Bringing science to life: the research evidence on teaching science in context.” York: University of York, Department of Educational Studies.
- [8] Castier, M., & Amer, M. “XSEOS: an evolving tool for teaching chemical engineering thermodynamics,” *Education for Chemical Engineers* 6 (2011) 62–70.
- [9] Doige, C. A., & Day, T. “A typology of undergraduate textbook definitions of ‘heat’ across science disciplines,” *International Journal of Science Education* 34 (2012) 677–700.

- [10] Evans, J.J., Garcia, E., Smith, M., Van Epps, A., Fosmire, M., S. Matei, S., “An assessment architecture for competency-based learning: Version 1.0,” in *Proceedings of the IEEE Frontiers in Education Conference*, El Paso, TX, 2015.
- [11] Henri, M., Johnson, M.D., and Nepal, B., “A review of competency-based learning: Tools, assessments, and recommendations,” *Journal of Engineering Education* 106 (2017) 607- 638.
- [12] Johnson, D.W. and Johnson, R.T. (1987), “Learning Together and Alone : Cooperative, Competitive, and Individualistic Learning, Englewood Cliffs,” NJ : Prentice-Hall.
- [13] Klimenko, A.Y. “Teaching the third law of thermodynamics,” *The Open Thermodynamics Journal* 6 (2012) 1–14
- [14] King, D. T. “New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning.” *Studies in Science Education* 48 (2012) 51–87.
- [15] Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. “Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential and inquiry-based teaching.” *Educational Psychologist* 4 (2006) 75–86.
- [16] Krishnan, S., & Nalim, R. “Project - based learning in introductory thermodynamics.” *116th ASEE Annual Conference* (2009).
- [17] Maixner, M., “Interactive graphic depiction of working fluid thermal properties using spreadsheets,” *2006 ASEE Annual Conference & Exposition*, Chicago, Illinois (June 2006).
- [18] Okamoto N., “Implementation of competency-based learning assessment in an undergraduate thermodynamics course,” *ASEE’s Virtual Conference* (June, 2020)
- [19] Overton, T.L., Byers, B., Seery, M.K. (2009), “Context-and problem-based learning in higher education.” In I. Eilks & B. Byers (Eds)., *Innovative methods of teaching and learning in higher education*, Cambridge: RSC publishing. Pp. 43-59.

- [20] Parker, R.E. (1985), "Small-group cooperative learning--improving academic, social gains in the classroom." *Nass Bulletin*, 69 (479), PP. 48-57.
- [21] Pfothenhauer, J. M., Gagnon, D. J., Litzkow, M., and Pribbenow, C. M., "Game design and learning objectives for under- graduate engineering thermodynamics," *2015 ASEE Annual Conference and Exposition*, Seattle, Washington. (June 2015)
- [22] Senocak, E., Taşkesenligil, Y., & Sözbilir, M. "A study on teaching gases to prospective primary science teachers through problem-based learning." *Research in Science Education* 37 (2007) 279–290.
- [23] Sözbilir, M., Pınarbaşı, T., & Canpolat, N. "Prospective chemistry teachers' conceptions of chemical thermodynamics and kinetics." *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 6 (2010) 111–122.
- [24] Sreenivasulu, B., & Subramaniam, R. "University students' understanding of chemical thermodynamics," *International Journal of Science Education* 35 (2013) 601–635.
- [25] Sweller, J., Kirschner, P. A., & Clark, R. E. "Why minimally guided teaching techniques do not work: a reply to commentaries," *Educational Psychologist* 42 (2007) 115–121.
- [26] Tosun, C., & Taşkesenligil, Y. "The effect of problem-based learning on the undergraduate students' learning about solutions and their physical properties and scientific process skills," *Chemistry Education Research and Practice* 14 (2013) 36–50.
- [27] Urieli, I., "Engineering thermodynamics: a graphical approach," *2010 ASEE Annual Conference & Exposition*, Louisville, Kentucky (June 2010)
- [28] Umbleja K., Kukk, V., and Jaanus, M., "Analysis of competency-based learning — 6 years later," in *Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Athens, 2017.
- [29] Williams, D.P., "Context- and problem-based learning in chemistry in higher education," Seery, M.K. and McDonnell, C. (Eds), *Teaching Chemistry in Higher Education: A Festschrift in Honour of Professor Tina Overton*, Creathach Press, Dublin, (2019) pp. 123-136.

- [30] Yu, KC., Fan, SC. & Lin, KY. “Enhancing students’ problem-solving skills through context-based learning,” *International Journal of Science and Mathematics Education* 13 (2015) 1377–1401.