

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 : PMS1100178

學門專案分類/Division : 數理

執行期間/Funding Period : 2021.08.01 – 2022.07.31

(計畫名稱/Title of the Project): 發展光電材料導論課程

(配合課程名稱/Course Name):光電材料導論

計畫主持人(Principal Investigator) : 羅仕守 教授

共同主持人(Co-Principal Investigator) :

執行機構及系所(Institution/Department/Program) : 逢甲大學光電科學與工程學系

成果報告公開日期 : 立即

■立即公開 □延後公開(統一於 2024 年 9 月 30 日公開)

繳交報告日期(Report Submission Date):111.09.20

## 一. 本文 Content

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

本系為光電科學與工程學系，目前在國內光電、半導體等相關就業人力需求的現實上，學生仍需受過研究所教育，方能獲得相關產業雇主青睞，因此過往本系大學部畢業學生 60% 以上，在就業市場的誘因上，選擇繼續深造為主，而部分未能繼續深造的學生，仍有為數不少學生選擇服完兵役後，再進入校園深造，以利個人專業精進與謀職。

本人自獲聘助理教授一職任，在研究上一頭栽進奈米光電材料的開發，學術生涯累計發表數十篇相關優質學術論文，最後得以順利發展至教授一職，而在教學第一現場教授學生光電相關專業課程十餘年以來，肩負著本系專業核心必修課程的授課任務。

近年來隨著大學端少子化問題浮現，有感本人教授的課程，多數為本系專業核心課程，其課程內容對部分數理學習成效較落後族群，致使產生求學時期學習意願低落、課程參與度低落與自我放逐現象，最後致使低學習成就族群學生，被迫在專業知識仍無法滿足產業需求前提下，萌生被迫大學畢業得提早進入需高度人力資質需求的光電與半導體行業就業市場。本系近年推動大四下學期應屆畢業生校外專業實習課程，促使原先因學習成就落後的學生，大學畢業即規劃提早進入就業市場學生，可以提前體驗與適應產業文化。然而實施幾年下來，這些學習成就落後學生在接受產業實際現象後，多數產生學習態度反思，並紛紛反映希望未來能有機會進修，增加個人專業競爭能力，符合產業專業需求，重新點燃學習慾望。

材料科技為高科技產業工業之母，而光電材料所涵蓋的範圍牽涉光學產業、電子產業、半導體工業與通訊產業。政府定位半導體產業為國家重點戰略產業，然而支持這個戰略產業發展的，需要更充足的優質人力，而優質的人力，來自於優質的高等教育。

面對教學現場低學習成就學生日益顯現的問題，基於教育工作者不該放棄任何一位學生的念頭，本人省思過往個人在教學上是否有不足之處，期望能以個人過去十餘年來在學術研究的豐碩成果，導入部分學術研究能量在教育現場中，開發{光電材料導論}新課程，以不同於專業課程艱澀的數理知識架構下，型塑產業界在光電材料架構下，發展的藍圖，再度培養學生寬擴視野、重燃學習興趣、提升專業能力與勇敢敲開光電與半導體高科技產業未來就業力。

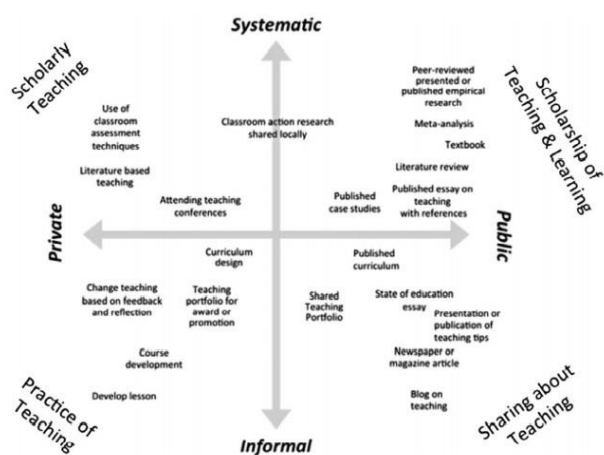
### 2. 文獻探討 Literature Review

學生接受高等教育的經驗是被期待他們未來選擇進入真實世界的專業準備，他們需要被期待與被教過可以解決問題與獨立思考 (Asonitou 2015)，而這個期待是在過大學三到四年間的訓練，學生可以成功的擁有必要部分專業技能(Sadler 2010)，雖然必要的學理課程訓練，對於部分學生進入下一階段更高深的學習是有幫助的，但對於學習成效相對落後的同學，將累積學習障礙高牆，在學習未能充分準備，這些學習成效低落學生，只能選擇提前進入職場，

致使在大學高年級學習時，課堂的參與度意願相對低落。

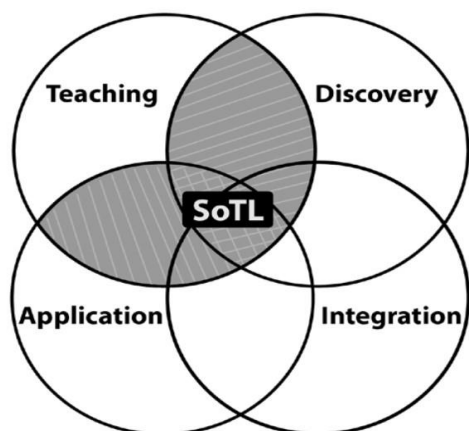
John Dewey's 在 1922 年時曾說 “Education as Engineering”，當今工程師們熟悉對於工程問題，如何設定解決方式??今天若把教育的問題看成工程問題去解決，其精神雷同，自然就容易實施與改善問題。工程師們也知道針對工程問題點，透過工程設計方法改進，然而現今申請人多年的授課經驗，浮現部分學生數理能力學習落後，致使產生對後續專業課程的排斥與放棄，在教學現場上，教育工作者必須透過教學課程設計，拉回這一批迷途學生。

AnZai 等人在 1979 年“Psychological Reviews“曾提及{The theory of learning by doing}，藉由做中學可以有效的提升學生在問題解決過程知識與經驗的累積，對於艱澀枯燥乏味的學理知識，能夠快速有效提升學習成效。2015 年 Kern 等人對學者的教學工作有一個大概的輪廓，他認為學術工作是有把學術研究上的所得知識內化後部分在教育中實現(如圖四)。



圖四 教學相關活動圖(Kern et al)

Boyer 在 1990 年曾提及，學術的教學上先要有教師的知而後有學術的教學，因此在他的學術教學模型中教學、研究、應用與整合是互相連結的(如下圖五)。



SoTL: The Link between the Scholarships of Teaching, Discovery, Application & Integration

圖五、教學研究在 Boyer 模型(Boyer)

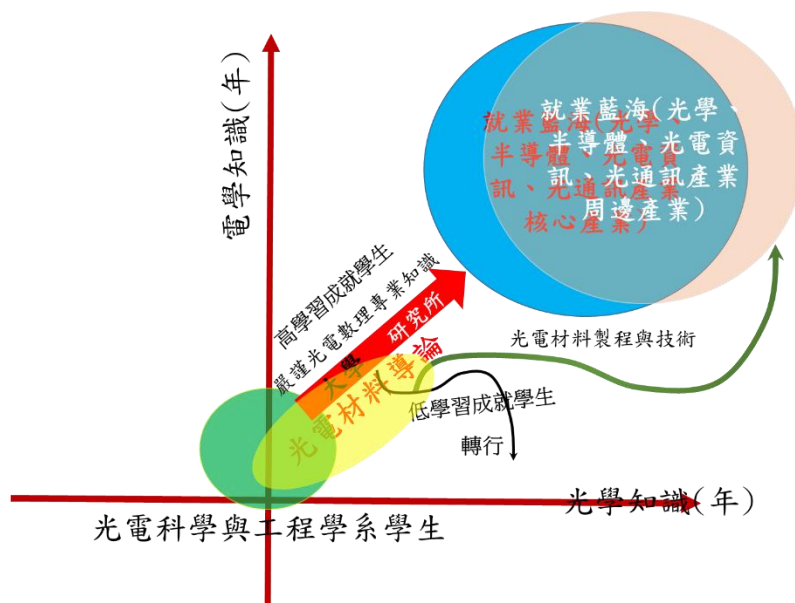
Henderson 等人在 2011 年根據 1995~2008 年間發表的近兩百篇有關教育與研究期刊論文章中，開發出有關高等教育科學 (Science)、技術 (Technology)、工程 (Engineering) 與數學 (Mathematics) (STEM) “教學改變策略的四個分類” 模型，圖六，其中提及有關實作所隱含的學生訓練成效，Robert Yager (2015) 曾指出有關 STEM 與傳統科學教育的區別在於 STEM 教育更重視學生動手「做科學」，希望學生可仿效科學家透過發問問題、估算預計答案、搜集證據、決定答案的有效性等過程理解世界自然現象，因此課堂中實作的設計實施在現今工程專業課程中扮演重要角色。

Aspect of System to be Changed	Individuals	<p>I. Disseminating: CURRICULUM &amp; PEDAGOGY</p> <p>Change Agent Role: Tell/Teach individuals about new teaching conceptions and/or practices and encourage their use.</p> <p><i>Diffusion Implementation</i></p>	<p>II. Developing: REFLECTIVE TEACHERS</p> <p>Change Agent Role: Encourage/Support individuals to develop new teaching conceptions and/or practices.</p> <p><i>Scholarly Teaching Faculty Learning Communities</i></p>
	Environments and Structures	<p>III. Enacting: POLICY</p> <p>Change Agent Role: Enact new environmental features that Require/Encourage new teaching conceptions and/or practices.</p> <p><i>Quality Assurance Organizational Development</i></p>	<p>IV. Developing: SHARED VISION</p> <p>Change Agent Role: Empower/Support stakeholders to collectively develop new environmental features that encourage new teaching conceptions and/or practices.</p> <p><i>Learning Organizations Complexity Leadership</i></p>
		Prescribed	Emergent
<b>Intended Outcome</b>			

圖六 Henderson 等人改變教學的四個策略分類

透過這些改變與提升教育成效的相關研究文獻整合，申請者認為，可以走出舒適圈，挺身為面臨學習困境的學生在學習路途上提供不一樣的課程，協助學生培養更開闊視野、更加強專業知識與進而提升學生就業能力。

結合這些文獻對高等教育改進的研究與本系部分低學習成就學生現今面臨問題，本人認為，結合個人學術研究專長，為本系學生開發一門光電材料導論相關課程，期望增加學生在非數理澀專業光電知識，給低學習成就學生，仍能借由另一條道路，進入產業藍海，如圖七。



圖七 本計畫執行後對本系典型光電科學與工程學系學生學習就業圖的改變示意圖

### 3. 研究問題 Research Question

本系學生經過三年光電專業學習，本人有感教學現場學生逐漸面臨問題，需要給予學生額外專業知識與不一樣教學方式，積極協助學生拓展專業視野、提高專業能力並重燃對光電科學學習興趣，結合過去十餘年教學現場經驗與站在全球學術頂尖奈米光電材料開發學術研究專長，可將最新的光電材料研究成果，帶入課堂與實作中，提升學生的好奇心並透過分組實作，實現從原料到材料成品，燃起對於學理已不再感興趣學生，仍能再次提升課程中參與度與基本技能。

### 4. 研究設計與方法 Research Methodology

整合學生面臨困境、教育現場問題與申請者學術專業，基於真正的卓越教學是在多年以後學生的綜合表現，而材料科技是高科技工業之母信念，申請者提出開發光電材料導論課程教學計畫，本課程教學設計與方法詳述如下：

#### (a)教學設計

本教學研究計畫實施對象為光電科學與工程學系大學部四年級學生，藉由開授一門[光電材料導論]課程驗證申請人在教學現場所想收集的答案與解決的問題。

課程範疇：

結合申請人十餘年教學現場經驗與在奈米光電材料頂尖學術研究成果，使修課學生能以較高度的視野，了解光電材料的基本特性與未來應用面，強化光電與半導體產業願景與不同角度的思考方式，因此課程教學設計上，本課程前 2/3 學期，將透過課堂講授方式，詳細介紹學生仍欠缺的光電材料知識與光電材料現今產業普遍上已開發採用的物理與化學製作方法、光電材料在電、光、熱與磁等環境下的基本特性與現在產業應用實例介紹，最後 1/3 課程將

透過分組討論與分組學習方法，讓每個參與課程學生，在課程分組時依序選定教師所指定的幾種常見光電材料，於課堂中，以簡易化學手動方式產出，藉由[做中學]的核心精神，熟悉最簡易基本的光電材料製作與特性量測方式。

課程實施的部分教學資源與設備；本課程部分規劃於課堂講授外，亦將投入申請人過去在專業學術研究所建立的部分研究設備，協助本課程進行。

課程評量工具:本課程評量工具設計上有下列；

- (1) 將透過實施課程前/後測，比較分析學生接受本課程後專業知識的學習成果。
- (2) 透過課程訪談了解學生對課程期望與自我學習感受。
- (3) 透過課程後段學生分組操作模式，共同完成本課程分組期末專題報告，呈現學生間分工合作與專業知識的增長。
- (4) 藉由修課學生間的同儕互評，呈現學生對同儕間的競爭，促進良性學習互動。
- (5) 實施課程教學滿意度調查，了解教師在新開發課程的投入是否符合學生期許，做為未來的精進參考。

#### (b)研究方法

為實踐本計畫，在課堂中將採用講述教學法、小組討論教學法與分組合作學習教學法，各教學方法實施的規劃如下：

講述教學法:鑑於修課學生多數僅有光電數理知識，仍欠缺光電材料基本特性知識，因此課程前 2/3 階段，將透過老師課堂講授光電材料的各種物理、化學製作方法與光、電、熱與磁特性與應用知識給學生，建立基本認知。

小組討論教學法：在學生具備基本光電材料專業知識後，課程中將引入小組討論教學法，由老師指定常見熱門光電材料，請學生以分組方式選定材料，完成克講述法中所提到的特性與應用書面報告乙份，這份專業報告將蒐集在課程資料夾中，供有興趣的老師參考學生對課程的參與與知識綜整。

合作學習法：在課程後段，給予修課學生基本訓練，分組透過物理或化學方法，簡易實驗光電材料的製作與基本特性量測，這個部分將由修課學生間同儕互評，使學生學習相互學習與欣賞成果，驗證老師於課堂前 2/3 所講授的部分專業知識，使參與課程學生，能表述光電材料基本特性與瞭解其在產業上扮演的角色。

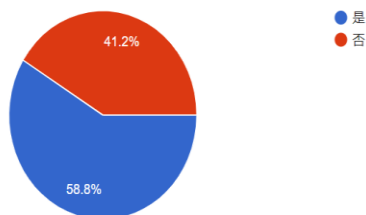
## 5. 教學暨研究成果 Teaching and Research Outcomes

### (1) 教學過程與成果

在課程初期我們對本系全體四年級學生進行背景問卷調查，在有效問卷數 34 中，約 40%學生未來並沒規劃繼續進行深造。

未來大學畢業將繼續在光電領域進修(就讀研究所)?

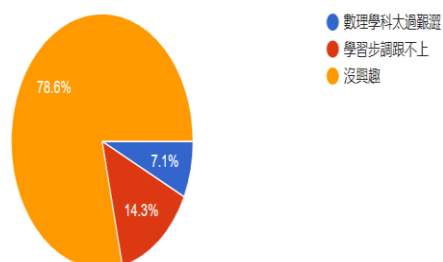
34 則回應



在不願進行升學的學生中，從問卷知其學習障礙造成自我放棄現象，而希望在課程設計之初多些實作課。

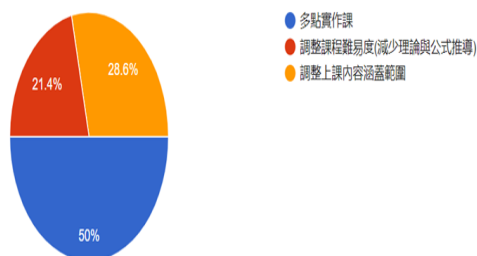
已經在光電系畢業後為何不繼續進修?

14 則回應



希望如何協助你

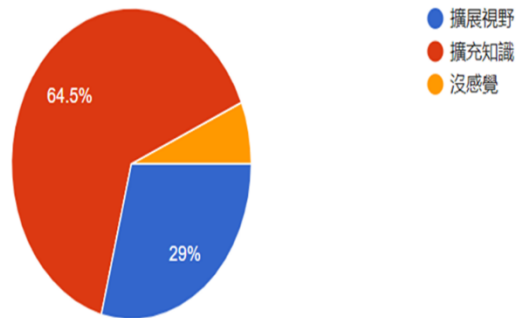
14 則回應



近 80%學生期待本系課程調整。

希望在光電材料導論課程獲得何種收穫？

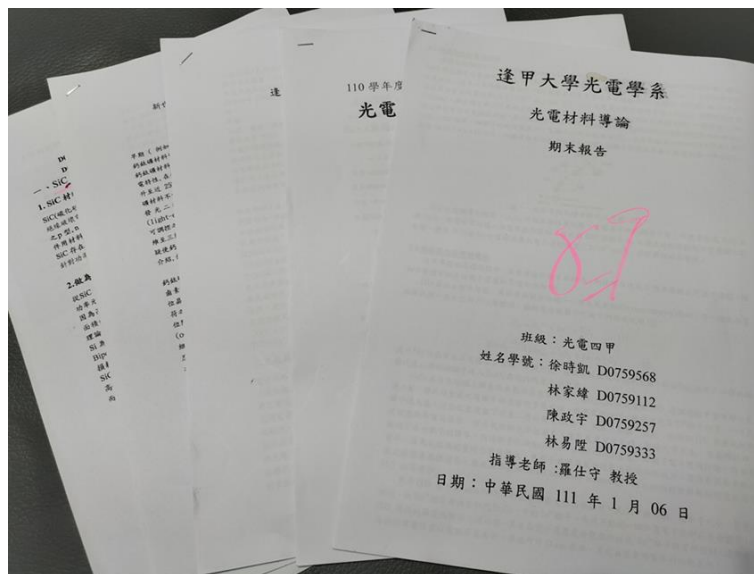
31 則回應



學生期待在光電導論課程中可以拓展視野與擴充知識。

## (2) 教師教學反思

課程中安排分組實作，從報告中，可以明顯感受到學生在課程中可願用心於習作。顯示過於艱澀課程對學生有不良影響。



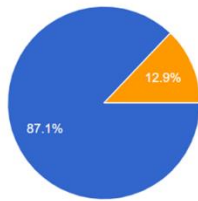
## (3) 學生學習回饋

經過一個學習實體課程，學生給予本課程教學內容充實、對就業有實質幫助，並期待課堂中能再增加實作。



本課程是否可明顯增加光電專業知識?

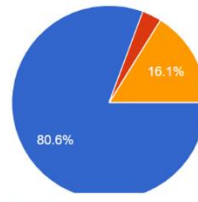
31 則回應



本課程課程內容是否充實?

31 則回應

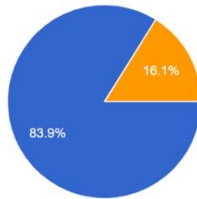
● 可  
● 不能  
● 無意見



● 充實  
● 有不足  
● 無意見

本課程對您未來選擇就業或深造是否有實質幫助?

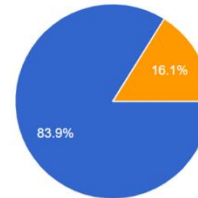
31 則回應



● 有  
● 沒有  
● 不知道

您是否認為本課程可增加光電材料實作，以提升認知?

31 則回應

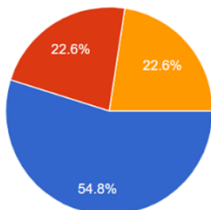


● 可  
● 不需要  
● 沒意見

本課程目前教案雖已受學生喜愛，仍將以次結果繼續精進，期待未來數年後能重新修訂本系課程地圖，貼近以學習者為中心得學習。

請問本課程中是否應適度增加實作?

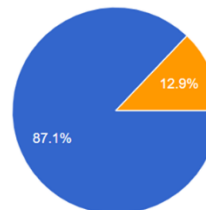
31 則回應



● 是  
● 否  
● 無意見

您若有機會，您是否會推薦其他人選修本課程，增加對光電知識充實

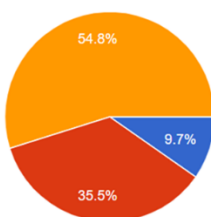
31 則回應



● 會  
● 不會  
● 無意見

您覺得本課程的內容是否增刪?

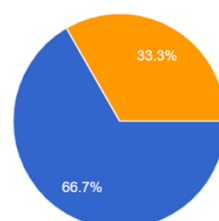
31 則回應



● 需要  
● 不需要  
● 無意見

上完本課程您認為光電材料導論相比其他課程，是否更適合開課?

30 則回應



● 適合  
● 不適合  
● 不知道

## 6. 建議與省思 Recommendations and Reflections

本計畫執行搭配光電材料導論課程，我們已蒐集一年的問卷資料，在問卷饋上，我們得到想要的初始答案，將以這些答案，繼續精進作為，使我們的教學更精進，課程設計更朝向符合學生需求。

## 二. 參考文獻 References

1. Asonitou, S. "Employability skills in higher education and the case of Greece." *Procedia-social and behavioral sciences* 175, 283-290(2010)
2. Sadler, DR. "Beyond feedback: developing student capability in complex appraisal." *Assessment & evaluation in higher education* 35, 535-550 (2010)
3. Y Anzai, HA Simon "The theory of learning by doing." *Psychological review*, (1979)
4. John Dewey "Education as engineering" *Journal of Curriculum Studies*, 41:1, 1-5
5. Boyer, E. "Scholarship reconsidered: Priorities of the professoriate." Princeton, NJ: Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching (1990)
6. Henderson, C., Beach, A., and Finkelstein, N. "Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature." *Journal of Research in Science Teaching*, 48, 952– 984 (2011)
7. Robert Yager "The Role of Exploration in the Classroom (STEM)," *Society*, 52, 210–218(2015)