

## 國立臺灣大學教務處教學發展中心

### 98 年度教學改進研究計畫成果報告

#### 一、 個人基本資料

|      |          |        |                                                                  |
|------|----------|--------|------------------------------------------------------------------|
| 姓名   | 朱士維      |        |                                                                  |
| 服務單位 | 物理系      | 職稱     | 助理教授                                                             |
| 聯絡電話 | 33665131 | e-mail | <a href="mailto:swchu@phys.ntu.edu.tw">swchu@phys.ntu.edu.tw</a> |

二、 計畫名稱：光學：看的到的科學～以光學系統實作專案提升教學成效

三、 中文摘要：以往一般物理系課程多以聽講方式進行。即使有實驗課程也是先由教授或助教安排好進度及實驗器具，讓學生非常容易進行。但也往往容易因此造成學生草草了事，只求做完，不求甚解的心態。本學期的光學導論為了增進學生學習成效，並培養團隊合作及感恩惜福之心，採用分組專案的方式。請學生設計一個課堂示範實驗，並蒙教學中心補助，提供足夠之經費讓學生從零開始設計實驗。由教學評鑑及自行設計的問卷統計結果可以看出，這樣的方式確實可以大幅提高學生的學習興趣與成效。同時在準備專題實驗的過程中，和同儕的互動經驗也是許多人的重要學習之一。而口頭報告及書面報告的訓練，也讓很多學生驚覺本身表達能力之不足。附帶值得一提的是，學生的示範實驗亦可擇其優者鼓勵發表，例如今年就有一篇文章發表在物理雙月刊上，讓學生們對自己的能力獲得更進一步的肯定。因此，以此種專案導向式的實作課程，確實能夠對學生產生多方面的好處，值得推廣。

四、 英文摘要: This is the first time we adopt “project-based learning” concept to the course “Introduction to Optics” in the Department of Physics. By designing a demo experiment related to an optical concept, our students not only learned better the concept, but also comprehend better the importance of team work and communication. Thanks to the generous support from the center for teaching and learning development, these students had the freedom to choose their topic freely and had the chance to prepare their demos from zero. During the preparation period, they became aware of the labors behind all experimental courses, and paid more gratitude toward our TAs. From the oral presentation and report writing, many students surprisingly found their weakness in public expression, which will be a key skill for future career. Notably, one of the written reports has been submitted and published in the Physical Bimonthly. This also reinforced the confidence of our students. Therefore, such project-based learning concept does benefit students in various aspects and should be promoted in the campus.

## 五、 成果報告內容：

1. **研究目的及重要性：**物理學可以說是一門奠基於實驗觀測的科學，其中光學又與我們每日生活息息相關。例如近視和眼球中的光學結構及成像原理有關、光纖通訊和全反射現象有關、光碟片則和雷射及聚焦有關等。雖然這些種種光學原理在教科書中都有提及，但若只是使用傳統我教學，你聽講的模式進行，對學生而言，能了解的有限，更遑論要應用其中的概念了。因此，為了彌補傳統聽課模式的不足，提高學生的學習興趣與學習成效，本學期的光學導論採用專案導向式學習的方式，讓各小組學生負責設計一個示範實驗，並藉此向其他同學說明一項重要的光學概念。

如此設計的目的主要有四：

- i. 提升學習成效：正所謂能教別人才代表自己真正的了解，藉由把學生放上教學舞台，讓他們在反覆思索如何呈現的同時，能夠對課程內容有更好的掌握。
- ii. 團隊合作：無論未來從事哪方面工作，與人互動和合作的能力將是一生不斷的磨練學習重點之一。學生將會以 4-5 名為一組，共分十組。在完成專案的過程中，彼此互動分享，累積團隊合作經驗。
- iii. 感恩惜福：在許多公用實驗室，常常會聽到學生抱怨實驗器材太差，做不出來。這種抱怨很大的原因是因為他們不需要參與事前的準備工作，只須照表操課，因此認為這些器材準備是理所當然。希望透過這次專案實驗，讓學生了解一個任何一個看似簡單的實驗或課程，背後其實都要付出大量的努力和準備，並進而因此能培養感恩惜福之心。
- iv. 教學相長：學生往往能提出很棒的方式來呈現示範實驗，同時能以同學的角度來思考是否容易了解。故今年度學生設計的示範實驗，明年便可擇優選為課堂上的示範實驗，可讓這門課一年比一年更進步。

## 2. 內容、方法與主要活動

主要內容是讓學生分組設計一套自己構思的示範實驗。今年共有 35 位學生選修，大學部 30 人，研究所 5 人。接著將本學期的進行方式分項詳列如下：

- i. 分組構思：在第一堂課中先和同學說明進行方式及準備方向。大學部學生是以光學示範實驗為主題思考，分為七組，每組 4-5 名成員。而研究所學生則以光譜儀製作為題，分為兩組。兩週後提交一份提案書，內容須包含實驗名稱、摘要說明、組內分工、預計經費等項目。今年度大學部學生想的題目包括了
  - A. 米氏散射實驗 Mie scattering
  - B. 生活中的第三道彩虹

- C. 海市蜃樓 Mirage
- D. 立體電影
- E. 影子不見了（談光的繞射）
- F. 光的干涉現象
- G. 液晶光學性質介紹

ii. 實驗準備：依據所提之提案書內容，每組約有兩個月時間準備。藉由此教學改進研究計畫的經費挹注，我們可以提供每組約一萬元的經費採購所需耗材及光學實驗元件。但會要求學生先提出採購預算表，經核可後方可採購，並最後需要憑有效發票核銷。學生也多能將經費做妥善運用，並無浪費之情事。藉由這個機會，讓學生能瞭解一般公家機關如何處理經費問題，亦不失為一項良好的啟蒙教育。另外，本課程和物理系近物實驗室合作，請助教提供實驗室中已有之設備或元件，供學生測試使用。充分利用系上資源，避免浪費。同時，各組採買之物品，將來亦可留在近物實驗室，提供後續同學使用。

iii. 口頭報告：分為大學部和研究所兩部份。大學部的報告重點為藉由所設計之示範實驗，說明一項光學原理讓大家了解。除了半小時的口頭報告外，另需繳交一份書面報告留存。研究所的學生報告則以拍賣會形式展出，在一節課的時間中分別評鑑兩組研究生的成果，並於結束後投票選出最佳拍賣獎。

iv. 書面報告：於口頭報告結束後一週內需繳交完整書面報告。內容須至少包含

- a、 Title
- b、 Abstract
- c、 Principle
- d、 Experiment layout
- e、 Results and discussion (including records during preparation)
- f、 Potential application
- g、 Reference
- h、 What did I learn from it?

v. 評分：此專案佔學期總成績 30%（其他部分為作業 30%、期中考 20%、期末考 20%）。專案評分部分又可細分為教師評分、自我評分、組內互評、及全體同學評鑑等四部份。評分方式詳見附件一。

### 3. 評估方式與研究結果

i. 問卷統計：此份問卷是和期末考卷一併發下，請同學協助填寫。

| 題號 | 問題內容               | 是  | 無意見 | 否  |
|----|--------------------|----|-----|----|
| 1  | 您是否曾經修習過需要專題報告的課程? | 16 | 3   | 14 |
| 2  | 您是否曾經修習過需要實作的課程?   | 23 | 2   | 8  |

|    |                                              |    |    |    |
|----|----------------------------------------------|----|----|----|
| 3  | 您是否認為專題或實作對學習成效有所幫助?                         | 30 | 3  | 0  |
| 4  | 您是否認為團隊合作是一項大學生必備的能力?                        | 31 | 1  | 1  |
| 5  | 您是否認為分組設計並進行實驗的作法，對您的溝通協調技巧有所幫助?             | 27 | 5  | 1  |
| 6  | 您是否曾經抱怨過普物實驗(或是其他類似之共同實驗)的公用儀器設備不良，導致實驗結果不佳? | 26 | 6  | 1  |
| 7  | 經過這學期小組示範實驗從無到有的過程，您是否認為準備並維護上述公用儀器是一件簡單的事?  | 6  | 10 | 17 |
| 8  | 您是否同意看似簡單的課程，背後都是一大群人努力的結果?                  | 27 | 4  | 2  |
| 9  | 您是否認為讓同學互相設計示範實驗的作法，有助您了解光學的課程內容?            | 28 | 4  | 1  |
| 10 | 您是否認為自己組的表現很優秀?                              | 25 | 8  | 0  |
| 11 | 您是否認為其他組的表現很優秀?                              | 27 | 5  | 1  |
| 12 | 總體來說，您認為這堂課對您了解光學概念是否有幫助?                    | 30 | 2  | 1  |

- A. 由問卷統計前兩題可以看出，並不是大部分的學生都修習過有專題報告的課程。或許也就是因為如此，台灣學生的表達能力普遍不佳，尤以理工科目學生更為嚴重。但同時由第三題亦可看出，這些已經在大學中唸了三到四年書的同學，也已經深刻的了解專題或實作對教學的重要性。
- B. 由第四題和第五題的結果可以看出，絕大部分的學生同意團隊合作是一項非常重要的能力，亦同意本門課程採用分組專題的進行方式有利於磨練團隊合作所需的溝通技巧。
- C. 由六七八題的結果來看，大部分學生可以體會每一堂課(包括實驗課)都是許多老師及助教嘔心瀝血的成果。希望可以藉此讓大家體會自己是活在一個幸福的時代，並能常懷感恩之心。
- D. 由十和十一兩題，可以看出學生不僅對自己同組的表現很有信心，對其他組的表現也都能給予肯定及讚美。
- E. 由三、九、十二等題可看出，此門光學導論課程採用專題實作實驗的方式，對於學習成效確實有所幫助。
- ii. 教學意見調查統計：本年度的光學導論平均評鑑值為 4.51，較物理系全系平均值 4.06 高出甚多。且評鑑中指標分析部份，在「教學內容與教材」與「教學方法」部分，均獲得學生非常好的評價。比較前幾年開課但尚未採取課堂專題實驗的評鑑值，93 及 94 年度均

由本系曾獲傑出教學獎的教師開授光學導論課程，其評鑑值分別為 4.28 及 3.98。95 年度此門課未開授。96 年度即由本人開授此門課程，並已開始試作課堂專題實驗，評鑑值即升高至 4.5。由學生在教學意見調查統計表中留下的意見可看出學生對光學課堂上有專題實驗持非常正面的看法，以下節錄部份：

- A. 這門光學導論課有分組的專題，是物理系的課程中少有的。分組實驗的過程中我學到了很多...
  - B. 這堂課除了課內知識外，還讓我學到了報告用的實驗技巧及量化、問好問題這些觀念，是一堂值得推薦的課...
- iii. 學生心得：許多學生在交書面報告時亦有提供進行專題實驗的心得，有不少是在探討和同組同學的互動模式，這也正是這門課重要的目標之一。由於篇幅較長，將部分學生心得節錄在附錄二中。

綜上所述，可以看的出來學生對本門課程以分組專題實驗進行的方式持正面肯定的態度。我也相信這種分組專題實驗，對於理工科的學生而言，是一種非常重要的學習。

#### 4. 相關討論與檢討

- i. 開課之初便有計畫將由學生實驗中擇其優者，鼓勵其將架構進一步改良，可做為下學期教材使用。亦鼓勵學生將做的較有系統之實驗嘗試投稿發表。今年的成果包括兩項可留作明年繼續使用的教材(牛頓環及米氏散射)和一篇發表在物理雙月刊的文章(讓我們看虹去 — 虹彩中的光學原理，物理雙月刊 31 卷 4 期 404 頁，2009 年 8 月)。
- ii. 在實際執行層面可能出現一些問題，由於每年都必須要能籌到相當的經費方可讓學生自主設計實驗。但我想應該不是每年都可以用同樣的計劃獲取教學發展中心補助，不知貴中心是否有何建議解決之道？

#### 六、 結語

首先要感謝教學發展中心的補助，讓學生們可以無後顧之憂的從設計實驗到練習編列預算、採購所需物品、實際執行實驗等步驟一一完成。這樣的教學改進研究計畫對有志於提升教學成效的教師而言，是非常大的幫助。因此我對校方願意推展這樣的計畫持非常正面而肯定的態度。

今年的光學教學課程採用此種專案導向式學習之後，不僅教學評鑑值大為提升。由教學評鑑及自行設計的問卷統計結果亦可以看出，這樣的方式不僅可以大幅提高學生的學習興趣與成效，且對學生的團隊合作及表達能力也有極大的幫助。因此，以此種專案導向式的實作課程，確實能夠對學生產生多方面的好處，值得推廣。

#### 附件一：評分方式說明

此專案佔學期總成績 30%（其他部分為作業 30%、期中考 20%、期末考 20%）。專案評分部分又可細分為教師評分、自我評分、組內互評、及全體同學評鑑等四部份。

- a、 教師評分：佔報告成績 50%。其中提案書佔 20%，口頭報告 40%，書面報告 40%。口頭報告評分重點為條理是否清楚，是否清楚表達主題，示範實驗是否成功說明主題內容等。書面報告評分重點則在於原理說明、實驗紀錄、結果討論、和參考書目等部份。
- b、 自我評分：分為提案討論(20%)，實驗過程(40%)，口頭報告(20%)，書面報告(20%)等四部份。
- c、 組內互評：亦分為提案討論(20%)，實驗過程(40%)，口頭報告(20%)，書面報告(20%)等四部份。針對每部分同組其他幾位同學投入的時間精力及貢獻比例給每人一個分數。自評和互評的成績均請各位同學直接寄信到教授信箱，不需公佈。
- d、 全體同學評鑑：由於基於過往經驗，全體同學評分通常會偏高，有失公允及客觀性。因此此項將不計入學期成績中，而改由學期末頒發金創意獎做為鼓勵。記分方式採用簡易問卷形式，並以組為單位填寫，講完當堂課即填寫完回收計算。問卷內容包括

##### i. 報告內容與實驗設計

- (50%)哇！趕快去投Science吧！
- (40%)簡直就是篇好論文！
- (30%)是個完整的實驗報告
- (20%)應該再多些細節
- (10%)可能要重新設計整個實驗喔！

##### ii. 呈現方式與台風

- (50%)這是國家地理雜誌的製作團隊嗎？
- (40%)喔，原來有這麼炫的實驗！
- (30%)平易近人耶！
- (20%)嗯！至少聽得懂...
- (10%)講者要弄清楚自己在做什麼喔！

## 附件二：學生心得摘錄

1. 這次實驗學習到了許多實驗的技巧，這次實驗第一次從無到有，從架設設備開始做起。這才是真正的實驗精神。平時上課都有許多同學助教可以幫忙，這次比較多部分是靠自己的摸索。這次報告收穫很多，包括初期的挫折跟完成的成就感，讓我了解為什麼有許多人願意投入自己的心力時間，在做研究，作製程上。(尹昱鈞)
2. 這個經驗讓我體認到 "小細節"的重要性，更了解為什麼一般光電公司的製程需要穿無塵衣等等... (謝榕)
3. 比起一般教授所開設的專題課程，這個課堂專題真的很有教育性，可以在輕鬆卻嚴謹的態度下，體驗做科學的態度。...這個專題是有讓我學到，要當個行動派的人，因為光是在那邊想，是不會有結果的，想知道效果如何，直接走訪一趟是最好的。(鄭念任)
4. 因為這份作業讓我學習到了討論的重要，在一個團體生活中，討論是不可或缺的，講起來容易但做起來卻沒這麼簡單，從一開始的確定題目就已經出現分歧，後來實驗的討論分析，每個人也都有不同的意見，這和以後出社會碰到的情況非常相似，也謝謝教授讓我們能夠更早的領悟到團隊的重要。(張景翔)
5. 經過這一次團隊合作進行實驗操作的經驗後，我學到很多東西，其中學到最大最有收穫的，就是學到自己"哪些東西沒學好""還有哪些東西在大學中應該要學卻沒學到"，而其中最重要的，就是自己應該要時時對自己當下做的事有一個完整通透的概念，並能夠衍伸出自己的想法，才不會在被質問、或是被要求發表意見時，變成了啞巴，這是台灣學生最大的通病了！(張勝詠)
6. 這次的專題，我有了兩個體悟，第一個是主動和被動的差異；第二個是在團隊合作中，如何把自己的構想提出來和大家討論，並且讓大家接受是件不太簡單的事情。雖然這些事情看似老生常談，但對我來說，卻是很重要的屬於自己的「親身」經歷。最後要謝謝教授，這學期的光學，大概是我覺得到目前為止，物理系最有意思的課了。(張子佑)
7. 本次的合作讓我看到自己和別人不同的特質和天賦，也讓我學到一個簡單卻從來沒有想過的物理概念。(陳詩敏)