

整合科學史哲與學習心理學之研究結案報告

申請年度：107

計畫編號：PMS107036

計畫主持人：國立東華大學光電工程學系 莊沁融 副教授

Email：cjc@gms.ndhu.edu.tw

2019年9月20日

摘要

科學的發展塑造出現代文明的面貌，而在台灣的工作環境氛圍中，造就理工科系成為學生的熱門選擇，但是理工科系的課程偏重科學知識的教學，卻忽略其科學發展的歷史與背後隱含的思考哲學，許多學生縱使有優異的成績，卻對其根本的數學、物理、化學無感，甚至挫折。本研究的初衷為提升學習動機，將探討如何將科學史哲融入大學的專業課程，並探討此方向具有哪些具體的作法？此教學改變對於認知表現有何影響？對於情意表現有何幫助？本研究採用行動研究法，以一個學期作為一個教學循環，將科學史哲融入大學理工科系專業課程，不斷評估學生學習成效，反省教材內容。經過規劃→行動→觀察→反思的循環特性，解決教學實務的問題，提升學習成效並改善教學品質。經由研究發現大部分學生喜歡將科學史融入專業課程的教材設計方式，並能促進學生學習的興趣與動機，但從學習回饋單中可發現學生對於科學史的背景知識缺乏並缺少科學哲學的思辨經驗，為避免學生只當作故事消遣，應加強科學史哲的評量。而在有限的授課時間中，以專案的型式設計(Project based learning)，適合大學課程使用，結合數位多媒體的方式，是一個兼顧學習成效與素養提升的解決方案。

關鍵字：科學史、學習動機

壹、前言

一、文獻探討

科學的發展塑造出現代文明的面貌，而在台灣的工作環境氛圍中，造就理工科系成為學生的熱門選擇，在其課程中，科學發揮了其實用價值(邱美虹，2016)，卻鮮少被關注其文化價值。一般來說，理工科系的課程偏重科學知識的教學，卻忽略其科學發展的歷史與背後隱含的思考哲學，許多學生縱使有優異的成績，卻對其根本的數學、物理、化學無感，甚至挫折。

從歷史觀之，自然科學本身就是門獨特的學問，科學家們透過抽象理論的建立與修正，企圖對自然現象有更精確的描述。映照台灣高等教育的現場，我們要給學生的，是要在複雜精密設計的題目中玩「解題遊戲」？還是要培養他們的科學素養，使他們有能力參與大自然的「解謎遊戲」？(柯俊良, 1997) 在過去升學主義的影響下，學生有計算能力，知道按圖索驥解題，但是在教室裡卻是面對一張張對理工課程無奈的臉孔，如何提升大學理工課程學習動機是本研究的初衷。希冀透過融入科學史的教學設計，塑造蘊含人文素養的科學專業課程。

個最早將科學史引入科學教育的先驅是暹證主義創始人家孔德(Auguste Comte)。這位社會學家認為，隨著學科的不斷分化，由學科教育主導的學校教育所培養的專科人才已不適合於當時19世紀初社會的變化。所以，孔德「提出了一個以實證的科學知識為主體的通識教育的構想，以培育能夠把握科學知識的實證取向的通識人才……而科學史在通識教育中具有重要的作用，它可以幫助人們了解實證性科學知識的發展趨勢。」在孔德實證科學觀影響下，科學史開始以通識教育功能進入教育體系。

20世紀初，哈佛校長科南特 (James Conant)，提出教育不僅是知識的傳授，更是心靈的陶冶，包括有效的思考、有效的溝通能力、作出適當判斷的能力和價值判別的能力。並總結為：溝通是基礎，有效的思考是核心，價值判別涉及廣泛的應用，最終將所學用於實踐，培養好公民。南特在哈佛推動了多項重大改革，其中，他認為每一個受過教育的菁英份子，都有必要具備基本的科學知識，因此在哈佛大學推動以歷史個案為焦點的科學通識課，並指派當時為物理系博士生的孔恩 (Thomas Kuhn) 負責授課。孔恩經過長期研究，提出科學史是聯結科學教育與人文文化的重要橋樑。1962年出版《科學革命的結構》，引起科學界的轟動與震驚。科學史在孔恩眼中成了這樣一門學科：它既要記載科學連續不斷的積累過程，也要記載阻止這一進程的障礙。之後，科學史不再是各門科學的歷史，而是科學的歷史。歷史主義流派開始轉向以科學史的考察為主。

關於科學史哲的教學策略，Matthews(1992)建議教師與學生提出哲學上的基本問題，譬如「對於這個概念你是怎麼想的？」「你是怎麼知道的？」，引起學生思考概念和實證議題，

並循序漸進提出能引起學生興趣的問題。Wandersee(1990)的出互動式科學小品的概念，便是花小部分時間來安排學生討論，可以讓學生對科學本質有深刻的印象，大致上，融入科學史哲的教學方式主要有兩種(陳淑媛，1998)：

1. 以科學史為主軸，將科學概念融入
2. 以教科書的科學概念為主軸，將科學史融入

本研究以科學概念為主軸，利用多元方式融入科學史，呼應新課綱對於素養的重視，透過科學史活動與討論，培養學生的科學素養。

貳、研究方法

本研究之研究參與者為光電工程學系大學三年級學生，一班共40人，所進行研究之課程為「電磁學(二)」課，本研究採用行動研究法，以一個學期作為一個教學循環，將科學史融入大學理工科系專業課程，不斷評估學生學習成效，反省教材內容。整個研究設計如下：

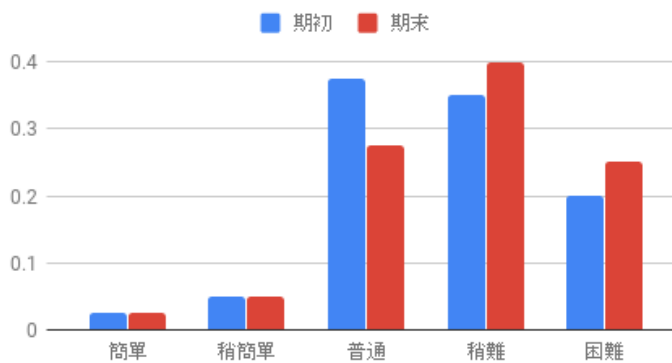
- I. 規劃課程架構，擬融入課程之科學史料與哲學議題
- II. 設計講義與教材
- III. 實施教學，為期一學期
- IV. 隨時搜集回饋資料
- V. 根據資料作分析，調整課程架構與教材
- VI. 將觀察到的結果與省思撰寫研究報告

研究工具包括：學習文件、教學回饋與教學省思手札

參、結果與討論

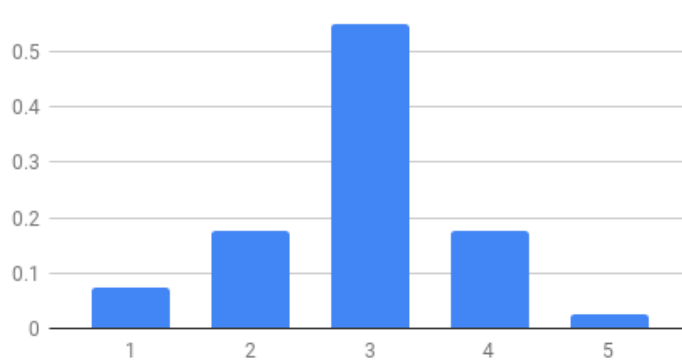
研究者針對課程進行前、後測驗與學習問卷填答。由於電磁學為光電系必修課程，須擁有普通物理的基礎知識與工程數學的工具輔助，安排在大學三年級的重要課程，在光電學(二)學期一開始做了前測，了解學生對於這門課的掌握程度，約有38%學生覺得稍有困難，35%學生覺得難以掌握，20%的學生覺得很困難。在期末同樣的問題，學生反應更偏向困難端，以教師的角度，專業課程隨著加深加廣的後半部內容，容易因為中間學習過程的疏失或盲點，造成後續學習的困難，也容易因興趣熱情隨著時間減少，造成學習成效不佳的結果，此項統計也彰顯出改善課程設計的重要性。本研究使用科學史融入課程，企圖引發學習動機，在前測中也統計了學生對於科學家的背景歷史熟悉程度，普遍來講，學生認為自己對於科學家的熟悉度為普通。

電磁學這門課的難易程度



圖一 前測與後測所得學生對課程的定位

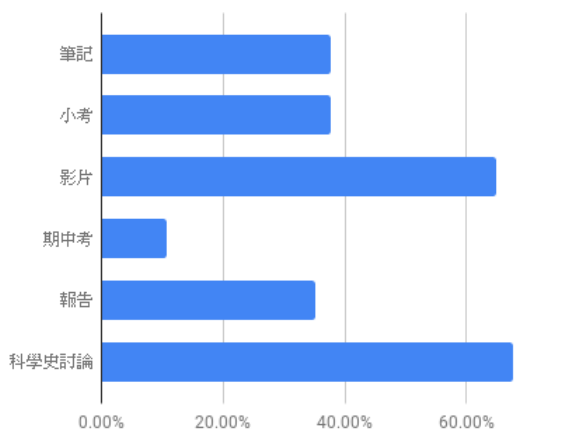
對於科學家的熟悉程度



圖二 學生對於科學家的了解

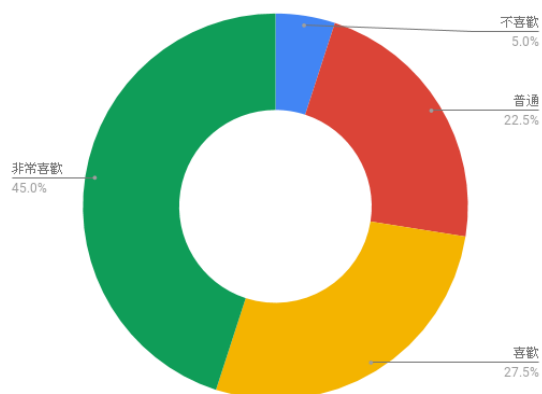
課程中以1:5的時間比例融入科學史哲，約略兩次上課時間六小時中，有一小時的科學史哲相關活動，經過小組討論與辯論競賽，套脫傳統解題套路。以電學之父法拉第的這一堂課為例，首先介紹當時的背景，並介紹電磁感應的原理與數學形式，由於學生在高中時已接觸過右手定則，對於發拉第定律的本質並不陌生，在大學專業課程中以微積分的形式表現，是進階的學習；而在科學史哲的角度看來，法拉第，其一生的信念與際遇，與他的科學發現相比，同樣彌足珍貴，所以會安排影片與講義，概括法拉第的一生，並與學生探討科學家追求的是什麼？法拉第樂於演講與救濟窮人，卻沒在年輕時投資買房，造成退休無處可住，學生又是怎麼看待？階級制度是造成法拉第求學的困擾，現在社會是否有無形的階級？以類似的方式進行課程設計。

課程中各種活動受學生喜歡程度



圖三 期中學生回饋

科學史討論活動的喜好程度



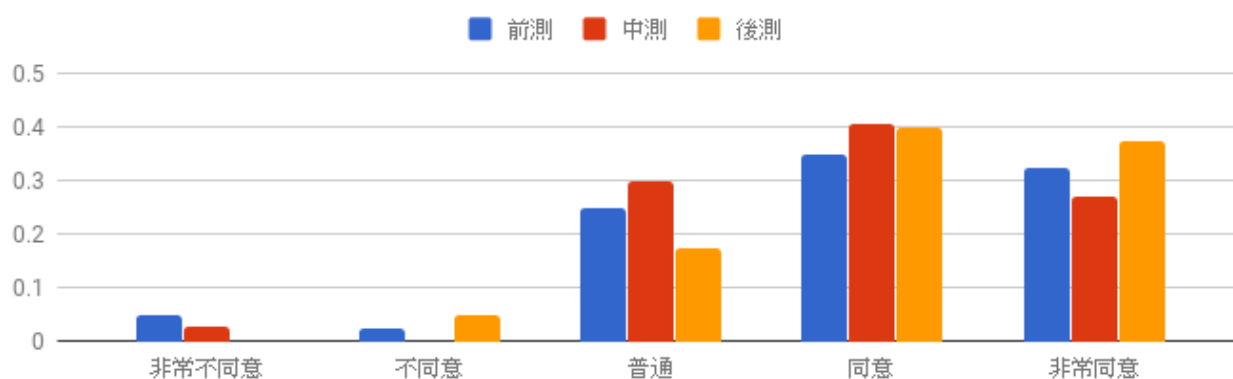
圖四 學生對於科學史活動的接受度

根據學生回饋，科學史的部分榮獲學生最喜愛的課程單元(圖三)，經由小組競賽，可有效習升學習意願，約有70%的學生持正面態度(圖四)，以授課者的角度觀察，適時切換教學

模式，在繁雜計算中穿插科學家的軼事或分組討論科學議題，對於學生投入課堂皆有正面的效果。

加上期末的評量與後測，可以觀察到學生普遍認為科學史有助於提升學習興趣，且經過一學期的課程後，此項趨勢更加明顯，如圖五所示：

科學史有助於提升學習興趣



圖五 學生各階段回饋

最終，教學改進需要回到學習成效的務實面，由於此計畫以行動研究的方式進行，無法以準實驗研究的對照方式比較科學史對於學習成效的差異，但從班級經營與課堂參與度等指標皆可感受到此方面的正相關。

肆、結論

此研究透過多元課程設計，將科學史融入理工專業課程，在課前學生調查中是原一門困難的必修課程，透過影片與小組報告活絡課堂氣氛，有效提升學習興趣與課堂參與度，並培養科學素養與人文關懷能力。由研究發現大部分學生喜歡將科學史融入專業課程的教材設計方式，並能促進學生學習的興趣與動機，但從學習回饋單中可發現學生對於科學史的背景知識缺乏並缺少科學哲學的思辨經驗，為避免學生只當作故事消遣，應加強科學史哲的評量。

伍、參考文獻

邱美虹等 《臺灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會》2016, 高教出版社

柯俊良，洪振方〈熱學發展史中蘊含的哲學觀及其對科學教育的啟示〉1997,物理教育, 1(2), 96-109

陳淑媛，洪振方〈科學史融入基礎理化教學之行動研究〉1998,物理教育,2(1),16-43

Matthews, M. R.(1992). History, Philosophy, and Science teaching: The present rapprochement.

Science and Education,1(1),11-47.

Wandersee, J.H.(1990). Historical Vignettes for science classroom. Baton Rouge, LA: Department of Curriculum and Instruction, Louisiana State University