

# 伊林老師訪談

劉詠鯤 / 採訪

為中央物理課程帶來巨大改變的伊林老師，在受訪時指出現今物理教學體制有諸多不足。且從目前中央的成果來看，這些年推動的課程計畫頗有成效，希望在未來，能夠將這套方法推廣，不只在中央，而能慢慢地改變現今台灣的物理教育體制。

中央大學物理系十多年來在伊林老師的推動下，改進了大學的實驗課程。將原本的一年普通物理實驗增長為兩年，並將課程內容重新規劃，讓學生能完整地學到做實驗該會的知識。在大二下學期規劃了物理系小年會，所有物理系修實驗課的學生都必須展出自己組的作品，和來參與的學生、評審老師說明講解，就像是中大物理自己的科展！

近年來，除了實驗課程的更動，中大物理系也將目光放到理論課程上。有別於以往的傳統課程(甲制)，學生可以選擇是否要修新制(乙制)的課程。乙制的課程沒有了普通物理，而以基礎物理課程取代，直接在大一到大二，以每次一個學期將四大力學上完。不僅內容編排不同，上課也以學生報告、討論來進行；除了實驗物理與基礎物理外，剩下的必修課只有大三大四每學期六學分的研究專題，畢業時則如同碩士生，必須撰寫論文及口試。

以下以簡表方式比較台大物理系、中央甲制、中央乙制於物理必修相關科目上的課程差異：

	台大	中央甲制	中央乙制
大一上	普物 + 普物實驗	普通物理 + 實驗物理	力學 + 實驗物理
大一下			電磁學 + 實驗物理
大二上	電磁學 + 力學	電磁學 + 力學 + 實驗物理	熱物理 + 實驗物理
大二下	電磁學 + 力學	電磁學 + 力學 + 實驗物理	量子物理 + 實驗物理
		小年會	
大三、四	量物 + 熱物 + 基礎物理、近代物理實驗	量物 + 熱物	專題研究 畢業論文專題口考

這些課程設計有別於傳統物理系的進行方式，當初進行課程變革的動機、目前實行成效令人十分好奇。我們因此訪問到了這些課程變革的主力推手，中央大學物理系伊林教授。

**請問老師想要改變課程設計的初衷，以及預期學生達到的目標是甚麼？**

老師：

在我讀書時，物理系的實驗一年級為普物實驗，二、三年級有電磁學實驗、熱力學實驗、光學實驗等等。三十幾年前我回國時，二年級有兩學期的實驗物理，大三有近代物理實驗。我覺得很奇怪，物理的發展有兩隻腳，一隻是理論，一隻是實驗。我們現在是怎麼去學科學呢？常常是反過來的。例如我們教力學時，直接教萬有引力定律，方程式就出來了。但是牛頓當初是怎麼得到這個的呢？他前面還有伽利略，伽利略前面又參考了許多觀測數據，這些觀測數據又是來自於持續不懈的觀測，前期更有望遠鏡製造、磨玻璃工藝，這樣一直推回去，甚至可以回推到波斯人製造玻璃。那為何我們只學習最後面這一段呢？而在實驗課程中僅匆匆的做些套裝實驗。

那時我想，應該要將實驗課程革。我在外國讀研究所時，修了一門很好的實驗課，因實驗室很窮，很多東西都要自學、自造。博士畢業後又在高科技產業從事研發工作二年餘，回台後又轉進了幾個不同新領域進行研究，知道為了基礎與應用研究需要，應培養怎樣的探索實戰人才，想把這些經驗引進台灣。簡言之，實驗研究是選個議題，建個舞台，請上帝在上面表演，把祂的表現記下來，分析，建立模型，或與理論比對，完成論述，供理論與眾人參考。當你在進行上述過程時，會牽涉到探索的方法學、各領域的背景物理與技術、團隊經營管理，甚至受到身心上的挫折與鍛鍊。

如果說物理是一門探索的科學，你覺得現在的大學物理教育程序中具有探索的訓練嗎？我發現一件很有趣的事，在我的研究實驗室裡，不管高中、大學生、或者沒有受探索訓練的研究生，進行相同的題目，若參與研究過程

中，受到相似程度的實驗訓練，做出來的結果沒什麼差異，代表了大學的實驗訓練幾乎就是空白。也代表高中的物理、數學，加上研究時的邊做邊學，其實就足夠了。如果將我們自小到大學所受數學訓練中的加減乘除，甚至都學到了微積分，應用數學等，與我們傳統物理系大學部的實驗物理訓練相較，到大學畢業，我們的實驗訓練可能連相當數學中的除法都沒到，不是很可怕嗎？因此我想設計適當的系列實驗物理課程，對實驗探索研究中所需要的探索方法學與相關的背景物理與技術，進行身、心、道、術的全方位鍛鍊。學生掌握探索之鑰後，如同掌握了一把萬能鑰匙，有膽識能力挑戰與開啟任何領域探索之門。

二十年前，同事提到大部分同學在大一時，對物理充滿熱忱，但到大三對物理則沒什麼系興趣。那時我剛好是系主任，覺得這還蠻可恥的。如果大一學生不行，可能是高中教師的責任。但到了大三，不就是我們自己的問題嗎？雖然當時只有在大二兩學期的實驗物理課程中，已經教了實驗基本技巧並讓他們在第二學期自己做專題，但還是很不夠。想想我們數學從小訓練十幾年，做實驗的方法怎麼可能一次到位呢？當時說服同仁，把實驗改一改，將實驗物理課在大一大二進行四學期較深度的實戰訓練。教學生實驗物理的探索方法、技術，就和我們做研究一樣。

很多學生和我說：「老師，我忽然對物理沒興趣」，我問他：「你過去的興趣是從哪來的？是看了篇文章、聽了個演講就有興趣了嗎？」我覺得這是假的，會隨時消失。要讓學生自己進行真正的探索過程，做完後再來評斷自己到底有沒有興趣。所以希望實驗室成為一個探索物理的實戰平台，在上面整合背景物理概念與鍛鍊各式技術。讓學生每次都要整合前期實驗進行一個小專題，過程中，也訓練了學生自我與團隊學習、思考辯證、設計與進行實驗、團隊合作、口頭與書面報告的能力。最後再將小專題，像樂高一樣逐步拼成較大的專題。我們現在沒有大一普物實驗，我們希望訓練出學生的技術，有了這個技術，就可以自己做出超越普物實驗的內容。

**中央大學近年來在實驗物理的課程設計上獨樹一格，有別於以往物理系的安排。老師能和我們簡單介紹目前中央大學課程規劃及實行情況嗎？**

老師：

我們目前實驗物理為必修，每一屆分三個班（每班約二十個學生），每班獨立進行大一至大二連續四學期的實驗訓練，但整體內容

大同小異。以我的班級為例，第一學期我們鍛鍊實驗的基礎功，類比電子。每週6小時中，2小時課堂討論，4小時動手實驗，一組二至三人，前次上課教師就把下次上課與實驗議題訂好，在上課之前，每組學生就要透過自我與團隊學習，進行相關資料搜尋與閱讀、小組討論，把上課內容弄清楚，然後寫成英文報告。報告包含前次實驗的總結、下次上課的內容與實驗的計畫。上課時以學生上台報告與、討論、辯證為主。老師扮演挑戰、統整、救援的角色。有時上課學生花了三十分鐘討論一個議題後，要求他們以五分鐘、三分鐘甚至一分鐘進行總結，學生可能說時間太短辦不到，我就示範給他們看，讓他們進行短時間掌握不同層級精要的鍛鍊。在每週結束，每個人要交一份約二百五十字的回顧總結報告。我覺得學校要求學生修英文課、考托福，都沒切中要點。直接讀英文文獻、用英文思想、論述，久而英文自然會好。

後三分之一學期，學生須設計並完成類比電路的系統，例如耶誕節時，學生設計個電路，控制紅燈、綠燈分開閃，可以控制頻率、亮度，學生做得很高興，還回家拿給家人分享。有次，我問學生說你覺得實驗課最受震撼是甚麼，很多學生說我生平會焊第一條電線。一把焊槍大概不到百元，但我們學生竟然到大一，最震撼的是焊了第一條電線，我們的教育系統到底在做甚麼？

第二學期，我們進行一些數位邏輯電路、程式設計、數值模擬、介面數位操控，期中考後每組就要設計與完成一個銜接上學期至今所學的類比、邏輯線路、數位控制、數位分析的儀器或實驗裝置。

第三學期，進入機械工廠學習操控各型機具，並要求他們透過前二學期所學，從設計、系統建構、量測分析等，建構完整實驗系統裝置的軟、硬體設施，進行一個完整的實驗研究，例如複擺的非線性動力行為。該學期每一組學生亦須對當代物理的重要技術如雷射、真空技術、微影與蝕刻技術、各式顯微技術、同步輻射、雷射冷卻、大強子碰撞機、無線電望遠陣列等，進行深度文獻調查後，給予四十五分鐘的口頭英文報告。

第三學期末，指定一些頂級期刊近五年內論文給他們看，寒假中進行深度文獻調查，讓他們從裡面找出一些值得但尚未被探討的議題，設計實驗，在第四學期就該領域的背景知識每組以英文進行四十分鐘的口頭報告，並將所設計的實驗在第四學期以一學期完成。期末辦一個小年會，展出成果。

基本上就是要讓他們學會自主學習、思考辯證、議題訂定與執行、口頭與書面論述、團隊經營合作等探索方法學，與基礎的實驗技術。上述過程中，辯證方法的鍛鍊尤為重要，因為在做實驗中常常有許多隱藏的因子，我們需要將許多線索歸納出模型理論，這個過程中是需要非常多的辯證。然而我們教育體系欠缺此鍛鍊，所以易妄信不精準的言論。

**中央目前有兩套並行的上課制度(甲制、乙制)，請問老師當初的構想是怎樣的？**

老師：

物理到現在已經幾百年了，我回想了一下，在我研究所時的顯學其實是理論中的高能物理。我修了很多課、做了很多的習題，但後來幾乎沒有用到。我自己做的領域，都是我自己從沒修過課，獨立學習的。所以我問我自己一個問題：在一個知識由網路垂手可得的時代，什麼可以刪掉？我們就移除或改成選修；大家都需要的課程，就變成必修。我和一個同事說，我們來實驗一下看能不能在大一普物課，就把四大力學的精華架構與數學觀念教完，測試的結論是肯定的。

所以我們建立一個系統，能在大一、大二把四大力學上完。大三、大四每學期各有六學分的研究專題，並需完成論文與口試。因為既有體制中，學生從沒受過專題、論文、口試的經驗，但是考試、演算題目，受過許多的訓練，為何要一直重複早就會的東西呢？我在新制大一基礎物理課，基本上照著 Landau 力學的架構教，從對稱守恆、Lagrangian 開始。有一天，我的書掉在地上，學生看到，問我說老師這本書是你何時讀的？我說研究所。學生說老師你怎麼拿研究所的東西教我們？我說對呀！但你聽不懂嗎？心理上的恐懼，往往是學習的最大障礙。

當然，新制在系上推動時，也是蠻難的。畢竟和大家習慣的不一樣。我們的目標是希望可以在四大力學中找到約四十個基礎概念，將整個領域貫穿。等到從事研究活動需要的時候再溫故知新，反覆進行更深度的了悟。這樣到三年級時，就再也沒有除了研究專題外的物理必修課了。可以去做專題、去修研究所的課，很多學生表現的都比研究生還好。以前大三很多要修的各式學分，現在都被精簡化，學生就可以修自己想修的課，有更大的自由。學生有選擇權，避開不適合的課程，就很像自由市場一樣。其實我覺得大學不需要有必修課，讓學生去選自己想的東西，對自己的選擇負責，不是很好嗎？

**請問老師新制課程目前實行起來如何？**

老師：

這樣的課程設計，有很高的效率，很多學生在大三時進入研究團隊，參與第一線研究，表現極佳，不再到補習班，為了升學，複製以往的學習程序。我們在大學的物理基礎課程，鮮少超過一九三零年代。但當你進入研究團隊，進行最現代的科學研究，邊做邊學即可。就不一定需要去修傳統的近代物理實驗，畢竟如密立根的油滴實驗也不算太「近代」。

甲制是和以前一樣，乙制是新制度。除了基礎物理、實驗課、化學、國文之外，只剩專題必修。重點就是透過專題來學習。就像你其實不用很會數學，你要複雜積分，Mathematica 可以替你做，但是你至少要知道積分的基本概念與操作。因此在實驗上，也不用很會做車床，但需要做過，不然怎麼設計請人家製造呢？而且有的東西，自己做很快就可以解決了。

**老師目前的課程改革看起來蠻成功的，對於別的學校想學習這種新式課程有甚麼看法呢？**

老師：

我們做實驗的人，要透過思想、方法、實驗的驗證，逐步累積成功經驗，鞏固信念，持續改進推動。我們進行的課程改革也是一種實驗，在以學生為班級的主角，從做中學，錯中學的主動探索學習理念下，實行的方法仍需要不斷的逐步調整，我們畢竟亦花了近二十年才有今日的成果。若其他物理系亦欲推動，可在此精神與理念下，參考我們的做法，因地制宜，適當調整。教學其實是需要做研發的。我們過往多年推動改革的困難，與歷史中任何的改革相似，在於新法顛覆主事者個人成長的經驗與價值，造成很多人覺得「祖宗之法不可變」，墨守成規，行禮如儀。因此需要教師的共同參與及不斷的溝通與交換經驗，由小至大，就像攀岩，一次不可以動太多支撐點，始可逐步高升。