

汪治平老師訪談

劉詠鯤 / 採訪

於去年 (2015) 開設新實驗課的汪治平老師，從實驗物理學家的觀點審視系上現行的實驗課程，認為其設計有許多不足。希望能藉由一門新的實驗課，讓學生從中學到足夠的動手能力，並在自己設計實驗的過程中，重新檢視過去所學，探索自己的不足。

大三除了基礎物理實驗外，多出了一個新的選項—自主探索物理實驗。這門實驗課為期一年，可以抵代基物、近物實驗。據修過這門課的同學表示，這門課的進行方式有別於以往修過的實驗課。到底這門課開設的意義以及預期達到的目標是甚麼？我們訪問到了這門課授課老師，物理系及原分所合聘教授汪治平老師。

請問老師這學期開自主探索實驗的初衷和預期達到的目標是甚麼呢？

老師：

根據我自己的觀察，覺得學生對這個的世界了解太少。如果對日常事情了解都很少，那要怎麼當實驗物理學家？我覺得這是一個通病，從我讀高中、大學到我女兒讀物理系，整個體制都沒有改變。就是一個自我複製的生物體。這種風氣就是我非常想要改變的。我們過去這麼多年做實驗，還有我從台灣跑去美國，發現能不能動手這件事是非常關鍵的。不是說一定要當實驗物理學家才關鍵，如果念到博士也許只有 1/3 才當實驗物理學家，很多人跑去業界（航空、太空、半導體）。也都需要動手的能力。台灣缺乏動手能力，對我來說是很不好的情形。而且也是對社會風氣不當的鼓勵，不會動手的人他只要功課好也可以拿到很多的好處。但實際上社會需要會動手的人。不是說社會不需要愛因斯坦，只是那種人很少，不要特別去期待那種人的出現。但是，一屆那麼多學生，能達到最大的貢獻，還是需要會動手的人。當然，會動手是廣義，像寫程式當然也算是。

要開課，就是希望能對社會有所改變，這樣開才值得。如果都是照課本做，學生自己看就可以了。我覺得在台大有種情況，一方面老師不太願意去改變這個課程，一方面老師和學生間沒有很好的互動，老師的角色也侷限於念念課本。這樣就比較沒意思，對學習也比較沒有幫助。這樣的根扎不深，縱使當場了解了，過一年就忘記了。因為課堂上都是照著老師的邏輯走一遍，就像檢察一個證明題一樣，可能當下一行一行照著看覺得每一步都很有道理，但是過不了多久，要自己證時就完全做不出來。這是因為在這過程中，都沒有去想其他的問題，這樣的理解就很表面。所以我希望開的這門課，是可以讓學生有機會重新檢索自己。

老師對於中央大學乙制（新制）課程的看法？

老師：

我覺得那個設計最好的地方就在於他不會重複同樣的東西，很多學生在大一時會把功課荒廢掉，因為他發現這課本就跟高中差不多。因為我們現在使用的課本，是針對美國主流大學的學生。但是其實這些學生和我們前幾名大學的學生相比，他們是輸我們的。我們的學生可能看到這些課本，就覺得蠻簡單，沒什麼大不了的。所以用中大那種系統，他一進來就不容易荒廢掉，因為它直接就是我們所謂的大學水準。我們以前讀物理系，是讀了三層，普通物理是重複高中，大二大三讀了四大力學，認真的學生大四去修研究所的課。但這樣重複的東西弄了三遍，也是很浪費時間。

老師希望以甚麼模式進行這門課？

老師：

我曾想過另一個思維，就是逼，逼到學生的潛力出來。就像擠毛巾要擠出兩倍的水很容易，只是看我要不要擠而已。不過這個方法在現在看來行不通。不過這就很可惜，原本有機會變得更厲害，但是就沒有被逼出潛力。我覺得現在很多學生沒有體悟到這點，一方面也是沒有一個好的範例，讓他們看到可以從多差變成多好。所以不管是中大還是我，都是希望讓學生看到自己的成長，了解到自己的潛力有多少。只是現在我們不能用痛苦來逼迫學生，只能用快樂來導引他。不過用快樂終究是有限的，畢竟用快樂來導引學生，競爭對手實在太多了。

所以我們現在做這個課程，就是希望找出一條新的路可以走。中大那個課程好是好在有新鮮感及挑戰性，而且很多東西在普物的層次其實講不清楚。實驗我覺得不動手的實驗就是假的實驗，但是也不能貪多，不然就和看 Youtube 一樣。我以前就不喜歡這樣的實驗，早就知道預期的結果，有問題也不能對儀器更改，所以大家在心態上也不是很認真看待這件事情。

目前課程設計是在大三、大四，以後老師會希望將課程提早嗎？

老師：

目前看中央課程的設計，我覺得提早到大一、大二很不錯。不過有一些基本能力的培訓還是很重要。我覺得有四大基本能力：機械加工、電腦程式、電子學、英文能力。這些東西不太需要物理，都是實際操作的能力，所以可以早一點培養起來。這些基本能力，最好在一年級時就訓練好，二年級時就可以做個經典實驗或自己想做的實驗，自己設計、分析。這樣就不只訓練實驗的能力，還有個人的能力、團隊的能力。而且這種課程對學生的成長是多方面的，讓學生可以長成一個比較平衡的人。

雖然說到了大三，很多基本知識已經學過了，上手比較快速。不過大一的學生還是比較好帶，他比較沒有自己的意志。我如果和他說，你這樣程度不行，完全不符合台大的標準。他也不知道甚麼是台大的標準，你和他說差太遠他就覺得差太遠。但是到了大三，我講這話，你也不會相信，你會想說我都已經在這兩年了，大家都是這樣啊！所以還是一年級比較好。

老師對目前系上的課程還有甚麼看法或覺得可以改進的地方呢？

老師：

其實電子學應該要整合到實驗課裡面，馬上學馬上用，這樣才好玩。不然你也不知道電子學在學甚麼。畢竟課本的電路是理想電路，實際運用會多出很多問題。你可能要直到你發現做出來的成果和別人差那麼多，去看了規格、操作手冊才發現原來只是一些核心元件的性質有差異，這種東西在課本裡完全不會教到。而且一年級就學這些東西其實也不會妨礙到其他科目，這些東西高中生也可以學會。

我倒是覺得要用到有準備的東西，不要那麼早去教。像是普物、普化裡面都提到了 Entropy、Enthalpy，很多學生都搞不清楚。我自己的普通化學是四年級才讀的，因為我是從數學轉物理，那時我就很可以讀得很懂，因為量子物理、熱物理都學過了。

所以我覺得上課的順序很重要，像我覺得就應該先上應用數學、在上物理、化學，這樣建立在彼此的基礎上，才能讀的通。

我覺得大學是一個多方面的學習，分系只是主修的差別，你還是要會別人的東西。就像電機系也要學物理，不然他要怎麼往下一個世代的技術發展。物理系的也要學電機，不然你的研究工具就會很差。就像程式、硬體之類的，如果你跟不上，就很難和別人競爭。我覺得實驗物理學家最重要的就是要博學，如果你不懂得比別人還多，就很難在實驗上超過別人。

自主探索實驗——三大專題基本介紹

汪治平老師 2015 年新開的自主探索實驗，第一學期共 3 組 9 人，每一組製作的題目自訂，要會用到電子學、程式語言等技巧，為第二學期的物理實驗做準備。這門課就像小型的專題，老師基本不主動教學生，而是學生在自己製作的過程中，發現問題、自己學習並解決。這三組的主題分別是：自動閃避四軸、電子琴、四足機器人。以下簡單介紹各組的作品，讓讀者能更了解這門課在做甚麼。

請見下一頁的圖解！