

讀大學， 就是燃燒黃金換未來

文・圖／李坤彥

「千山鳥飛絕，萬徑人蹤滅；孤舟蓑笠翁，獨釣寒江雪。」



臺灣大學第13次跨領域交流會擔任演講者

獨釣寒江雪

這首詩非常適合用來形容多年前我在美國普渡大學準備博士資格考前的情景，它應該也是大多數臺灣留學生的經歷。獨自一人從繁華又溫暖的臺灣，來到恬閒寧靜的普渡大學所在地，西拉法葉市。學期中，原本學生往來穿梭的校園，在寒假時，陷入了白色的沉寂。多數學生回家過聖誕節和新年；平

常看得见的小動物也都躲起來過冬。只剩下窗外飄落的雪花，堆疊成車上厚厚的雪，跟異鄉學子在書桌上愈堆愈高的書本相對照，互相較勁。在暖氣的催化下，冬天真的是睡覺天，常常讀書讀到釣魚去。外在的環境雖然孤寂，內心卻鬥志高昂，並有著“必勝”的傲骨。

追求學問這條路相對來講是比較孤獨

的，所以必須要有毅力和熱忱當原動力來完成。而且在讀書、實驗空檔時，要懂得調適，讓求學的歲月中也充滿快樂的回憶。也因此，我在大學和研究所期間學到好多事情，培養好多的興趣。譬如攝影、系學會、開車、打球、滑雪、美式足球等，都沒缺席。真的是豐富又奢侈的經驗。

山在虛無飄渺間

多年後，時空背景回到了可愛的故鄉臺灣，熱鬧又充滿人情味，再次感受到那熟悉的味道。在求學的過程中，遇到幾位很好的老師，體驗了自由學風，學習了寶貴的知識和態度。自然我也承襲了這個傳統。因此相對來講，我的實驗室風氣是比較自由的。這對於積極的學生而言，有更多彈性時間，研究可以做得好，也可以學習其他有興趣的事物；對於積極但是比較沒方向的學生，必要時，在每一階段，再給一些研究方向，研究也可以做得很好；對於不積極的學生而言，他可以學習到很多有興趣的事物，過得很快樂，但是，也要承受畢業的壓力。

在臺大，我主要教授「電子學」和「信號與系統」。「信號與系統」這門課比較難理解，主要內容是連續時間的傅立葉轉換和離散時間的傅立葉轉換，再延伸到系統的接收訊號，類比/數位信號的轉換，然後再還原信號。所以，傅立葉轉換占了很大的比



擔任2017年International Symposium on Power Semiconductor Devices and ICs (ISPSD)的議程主席(右)

例。一小部分是數學的推導和計算，大部分是時域(Time domain)和頻域(Frequency domain)轉換時的意義和應用。

要將學生從時域轉換成頻域的觀念，並能在頻域上做分析，並不簡單。因為國高中的理化學習幾乎都是時域的觀念，所以觀念根深蒂固，很難動搖。當學生在大一、大二的工程數學開始學習傅立葉級數和傅立葉轉換，大部分人信心都受到打擊，只會解一些數學問題。到大三，傅立葉轉換又再度粉墨登場，而且範圍更廣，加入了離散時間的觀念和系統的應用，使得學生更望之怯步，恨之癢癢。可以唐代詩人白居易的〈長恨歌〉來形容傅立葉數學公式內的無窮積分和學生的感受。如：「天旋地轉回龍馭，到此躊躇不能去」，可以用來想像成 $\int$ 。「上窮碧落下黃泉，兩處茫茫皆不見」，可以用來想像成 ∞ ；「忽聞海上有仙山，山在虛無飄渺間」，則可以用來想像成 $\Delta \rightarrow 0$ 。經過了期中



參訪日本京都大學，與Hiroyuki Matsunami教授（右）（IEEE David Sarnoff award, 2016）合影。

考，到期末，學生通常會把對傅立葉的恨快速地轉換到我身上。

因此，為了讓學生能夠更了解信號和傅立葉轉換的觀念，我常會引用生活中隨處可見的例子來做說明。譬如說，一班高鐵列車從臺北出發到高雄，花了一個半小時，這就是典型的時域分析，跟國高中學到的速度觀念一樣。現在，我們把高鐵列車拆開來看，高鐵是由12節車廂所組成，每節車廂有不同的編號和搭載不同的乘客，所以，每節車廂都可以是獨立的，接著，把這1-12不同編號的車廂想像成12個不同的頻率，一班高鐵列車便可以視為由12個不同的頻率所組成。將每節車廂分開單獨來探討，這就是頻域分析。

其實，最簡單的例子就是音樂。我們都知道歌曲是由不同的音階所組成的，有固定的長度。所以，當播放歌曲時，欣賞音樂就是在時域上做分析。從樂譜來看，就是五線譜上的不同音，就是頻域上的表現，因為每個音都是由空氣在不同的頻率下振動所產生的。因此，不同頻率的信號組合在一起，便是一首樂曲。所以，從信號處理的角度來觀察，貝多芬、莫札特等作曲家之所以偉大，就是在頻域上，將看似不相關不同頻率的信號巧妙的結合在一起，在時域上完美的呈現出來，震古鑠今，流傳千古。

此外，在教傅立葉轉換的過程中，學生會要求詳細的公式推導過程。雖然在公式推導

後，對於整個公式的來龍去脈會了然於胸。但是無形中又掉入數學的陷阱，事實是，只懂得公式的演算，並沒學會後半套，傅立葉轉換的應用。但若不按部就班推導公式，學生又會覺得不踏實，無法活用。我並不是說數學推導不重要，相反的，推導非常重要，是培養邏輯分析能力的方法之一，但在工程的應用上，我們還需要更進一步延伸，給予數學公式新的生命——物理意義。數學是科學之母，因為所有的科技、工程、自然現象都可以用數學公式來表示，但是，每個公式各有其獨特的解釋和物理意義。也就是說，在工程的領域中，數學被視為是一種工具，應用在不同的地方就有不同的公式表示和物理意義。這也是所謂的「工欲善其事，必先利其器。」就像哆啦A夢（小叮噠）在每次遇到狀況時，總能從口袋裡拿出適合的工具來解決問題一樣。這是因為哆啦A夢非常清楚每件工具的使用方法（數學公式的意義），也瞭解要解決的問題（應用的領域）。所以，不只是傅立葉轉換，所有的專業知識都要去了解其領域內數學公式的意義。

此外，在大學課程的安排上，學生可以參考系所的課程地圖。課程地圖通常都會很明確的指出各年級的必修課和選修課，並且說明不同專業領域的課程要求，還有各專業領域未來的就業性質。學生可針對自己的興趣和專長或是喜歡的工作性質做選擇，也可

以跨領域選修充實自己。而臺灣的國立大學的學費，相對於國外是比較便宜的，學生更要善加規劃選修。

現今網路發達，資訊和專業知識的取得非常方便，內容豐富多樣，外國大學的開放式課程也可以讓學生了解國內外課程的差異性。近年來，國內各大學也都有跟外國著名大學簽訂交換學生計畫，鼓勵學生到國外上課，體驗不同的學風，了解當地的文化，感受不同的生活和社會制度，這些經驗是旅行所感受不到的。對年輕人而言，親身體驗文化，常常會激發出新的想法，做出正面的改變，使心智成長。所以，我鼓勵學生出國多看多學。

笑傲江湖

有些學生會跟我說，人生的黃金歲月好像都在書本考試中流逝了。說得很貼切。稍微探究其可能原因是：（1）目前所學並非興趣所在，所以，覺得浪費了時間；（2）專業知識學了之後，不曉得如何活化應用或是不知道以後上班是否會用到；（3）課業太重，沒有多餘時間學習其他有興趣的事物。姑且不論是哪些原因，換個角度來思考，若是當初選擇了就業或從事自己感興趣的事，為了要有所表現獲得升遷，或是要讓興趣更專精，不也需要相當時間投入？若換工作，這幾年的時光是白白流逝，或者這些經驗有

幫助，完全看你如何去看待已內化的知識。讀書也是一樣，專業知識讀通了，可以用來解決問題，開發新技術，就是在創造自己本身的價值。所以，我個人認為，年輕時的努力，確實是在燃燒自己擁有的黃金。但是用有限的黃金換取未來無限的揮灑空間，建構自己的舞台，是長期投資，而且是投報率很高的投資。所以，眼光要放遠！畢竟，學習是不間斷的，綿綿相連的。就像高中的努力是為了進入臺大，大學的努力是為了開創人生的願景。少一些功利和得失心，多一點熱忱，就能更快樂的學習，收穫會更多。

最後，不免俗套的說，大學真的是一座寶

山，不只可以學到專業知識，訓練能力，也可以培養興趣嗜好，還可以結交到志同道合的朋友，或是認識不同領域的朋友。短短幾年的專業知識或許不夠讓你用一輩子，但是訓練出來的能力、興趣和朋友卻是會陪你一輩子，豐富你的人生。所以，在畢業之前，請務必把這三樣寶物帶走，這樣，自然可以在談笑風生中，笑傲江湖。✎（本專題策畫／化工系陳文章教授&醫檢系方偉宏教授&生科系黃偉邦教授&財金系陳明賢教授）

李坤彥小檔案

學歷：

國立交通大學電機工程學系
學士

美國普渡大學電機與資訊工
程系碩士

美國普渡大學電機與資訊工程系博士

現職：

臺灣大學工程科學及海洋工程學系副教授

臺大與工研院合設奈米科技研究中心副主任

研究領域：

提升再生能源的發電效率，如：開發新世代的高電壓低耗能的碳化矽、氮化鎵半導體元件；開發新的太陽能控制法則提高發電效率；探討磷酸鐵電池的充放電特性和建立其數學模型；探討風力發電機的效率 and 開發臺灣的離岸風場監控管理系統；黑潮發電機組的研發。



實驗室聚餐（左3）