

林耿慧老師

記得二年級的一次中研院 open house 參觀，看到林耿慧老師的研究，跟刻板印象中的物理感覺好不一樣，好有趣！這次編輯系刊，閱讀舊《時空》的時候，才發現老師是當時《時空 27》的主編！這次的訪問，不僅僅是和物理系出身的老師對談，也是一次很棒的《時空》傳承經驗！

文 / 楊博亞

訪問 / 何銘峰、楊博亞
2013/3/14

我剛開始不知道自己要什麼，只知道 自己不想做什麼

求學就是跟你們一樣，大學念台大物理！跟很多人有點不一樣是我是跳考進來的。95年畢業，跟當時很多學長姊一樣，就申請出國。只是第一次申請，那時物理很不景氣，所有學校都減招，我就全軍覆沒。我就先到原分所當助理，那時的組是做表面科學。再重新申請一次時，就申請到很多間。那時資訊也沒現在發達，沒有 WWW，選擇學校與指導教授的資訊其實都有限。但在有限能打聽到的消息，有影響自己的選擇。例如原本是想去 UWash at Seattle，但最後選擇到 UPenn，原分所的宋克嘉老師說費城是個很適合研究生居住的城市，現在在清華的牟中瑜老師說，UPenn 離很多一流學校都很近，seminar speakers 應該會很好，交流也會多，所以我就選 UPenn（而這

些老師講的也都是對的，我很喜歡費城的生活，在那裏我們常聽到從附近如 Princeton、Lucent、Harvard、NIST、NIH、Columbia、... 來的演講）。那時候范文祥老師也在原分所，就跟我說 UPenn 有一個較 Arjun Yodh 老師他認識，他人不錯。我就這樣選了 Arjun 當指導教授，就這麼簡單。去之前從來沒聽過軟凝態物理 (soft condensed matter)，本來還想做表面科學 (surface science)，去了 UPenn，Arjun 說他在表面物理的研究部分要收了，他想新學生做軟物質中的膠體粒子的研究，那我就做了，也做得很不錯，博班做出兩篇 PRL 裡面的關鍵主意都是我自己想出來的，工作也都有受到研究社群的重視。2002 年畢業時，我覺得我在膠體粒子物理是做得不錯，但總覺得這個領域好像沒太吸引注意。雖然我還是很喜歡原生領域的研究，但我很想跟原來領域的人做不一樣的題目，覺得博士後要轉到另一個領域拓展視野和技術，並且想挑戰更火紅的領域，將來自己當 PI 時可以軟凝態物理延伸到不同領域。其

實 Arjun 一直很不贊同我這個主意，不應該換領域換太大，他認為我在這個領域名聲已經很好了，應該要繼續在軟凝態這個領域找博士後，這樣對將來生涯會比較順利。我並沒有聽他的忠告，我到哈佛化學的 Charles Lieber group，進入奈米領域的研究，原本是要去用原子力顯微鏡來研究阿茲海默症中 β -amyloid 在雙分子脂膜的行為，等我加入實驗室時，老闆說那個題目不做了，要我做用奈米線 (nanowire) 做 biosensor 要偵測 single molecule。我當時想，哇，當年度最紅的關鍵字都在我這個計畫，做出來應該就不得了了。當然也表示這個題目難度很高，進展其實一直很不順利，而轉領域轉很大，跟老闆思考模式很不同，要花時間磨合，在那邊做得很挫折。後來覺得，博士後如果轉很大，一定要給自己足夠的時間做出東西。但我當時媽媽癌症復發，就想回來台灣陪伴她，運氣很好中研院就給聘了，然後就這樣有自己的實驗室了。所以其實，剛開始開始我自己的實驗室時，我沒很清楚自己要做什麼，只知道不想做什麼 -- 我不要做跟我博士後相關的

題目。當年做個 device，一天工作十四小時，都要做兩天半！我在哈佛的老闆有一十幾個博士生十幾個博士後都是這樣工作，我如果回國跟他做類似的題目，如何競爭？

我覺得，重要的問題很多。奈米領域不缺我，那裏人很多，我在那裏的功夫也沒很強。我要找到一個比較少人去闖的領域，那個領域會需要我這種專長的人加入，而我能跟那個領域一起成長，領域的人能教我，我也教那個領域的人，這樣才是對那個領域有實質貢獻。現在三維細胞培養還不是主流，但是我想研究維度對細胞行為的影響是必要的題目，而現在工具也越來越好了，例如顯微鏡，電腦運算。這個換領域的過程也是很多摸索，一開始想到是運用我在軟物質物理的知識與技術來製造組織工程學中所需的鷹架材料，這是一個不錯的切入點。隨著研究的進展，我們會調整研究方向，現在我們實驗室的重心是試圖用細胞力學觀點來研究三維細胞行為，希望這些基礎的研究，有助於將來再生組織的設計。天曉得

十年，二十年後，三維細胞培養會開始變成主流（我的夢想是很多實驗室都會使用我們實驗室發明的泡泡鷹架來氧細胞）。多數領域開始時也都不是主流，當費曼在 1960 年說出 “There is plenty of space in the bottom.” 那時也沒很多人思考這件事。我應該沒有費曼的洞見，但我想 “There is plenty of space in 3D.” 是很合理的推理。

當年台大物理的修課經驗

我當年在台大物理時，總感受到一股風氣就是數學要強，如果你真的很強，就要做高能理論，這樣才是 “優秀，經典的物理學家”（請參考時空第二十七期中等學生在物理系。^{*}附註：作者李哲倫絕對不是中等學生，他應該是班上數一數二的學生。）。在那個時候，想念物理的學生可能不敢承認自己不喜歡量子物理，或者不喜歡解太複雜的數學！想盡辦法也要訓練自己增強這些能力，所以我去修很多數學系的課。甚至差一點修輔系，還好沒有硬撐著修完。後來算 GPA，我的平均都是被數學系拉低的。我傻傻的連化學系的課都沒有去修。但我大一最喜歡課的其實是普化，升大二時還考慮過轉系到化學系。後來做 soft matter 和 biophysics 研究，都覺得多懂點有機或生物化學，對做研究有很大的幫助。年輕時做選擇有時會分不清自己選的是別人覺得好的，還是真的自己自己覺得好的。

現在回想當年的一些錯誤觀念，其實數學好是個技能，就跟實驗技巧好一樣，數學不是瞭

解物理的唯一方法。別忘了，物理是個實驗科學，一開始還是要觀察，歸納，這些在物理系的課本很難學到的。課本裡教的是以演繹為主！其實國外主修物理畢業的，修的數學都沒有我們多，他們的必修課沒有那麼多，那裏很強調大學就進實驗室。我後來才知道，量力課本裡面的習題，有些在當年是一篇 paper，其實很難的。真的解得頭很痛，也是正常的。千萬不要只是因為自己解不出習題，就覺得自己就不能研究的物理了。

怎麼看大學生的跨科際能力

大學還是基本功要練好，力學、電磁學要好。跨領域的話，如果你對別的東西有興趣，你可以就挑那個領域的核心課程去聽，不用修太多課啦，有太多課可以修了，修太多課，沒時間思考，反而有反效果。如果知道有興趣領域的實驗室，就直接去實驗室學如何將學過的知識拿出來用，或者如何為了解決研究問題而學習新知識，這樣子的學習過程有助於將來跨領域的學習。台灣科系必修比較多，國外的必修比較少！必修少，這樣學生比較有機會接觸到不同領域的，但也有可能亂修一通，基本功不夠。但是想做跨領域，還是要有一個領域要學得很透徹，不要變成樣樣不精。所以即使系上必修很多很重，還是要好好念。

生物與物理之間能互相激盪出許多有趣刺激的題目！

最近我們研究在進入一個新的領域叫做 mechano-biology，你要了解細胞行為，最早以前大家都相信，細胞只不過是一個很多生化反應的小袋子，生命現象就是這些生化反應的結果。後來發現，要產生這些蛋白質，要了解基因，所以有分生、生化這些學門，現在發現，即使我們瞭解細胞的基因，生化過程，還是不夠解釋細胞的許多行為。例如，細胞會對旁邊的機械性質還是會有反應的，細胞不是純然的無序，有沒有看過細胞裡面的粒腺體？細胞裡面還是很有序，高基氏體的折疊，，粒線體內部的那些摺疊，那不是全然無序，有結構的東西，一定依賴某種物理定律，純生化很難產生這些圖案的。或者我自己研究題目裡面，我最好奇的是，當細胞要形成腺體或各種管狀結構，他如何控制他這個管子的大小？同樣的，這種長尺度的調控，應該是透過力學，而不是純然的生物化學。生物一定是利用一些物理原理是我們還不了解的。剛剛講到的去了解生物怎麼知道探測這些機械環境，再來是這些題目都是有許多分子最後出來的結果，所以是統計力學，我們學統計力學，其實很少可以跨越到這裡，有一個很大的不同就是這裡面是有 ATP、不是一個平衡系統。細胞如果是一個平衡系統，就掛了嘛，就物理而言，我覺得這世紀很重大的挑戰是了解非平衡態下的統計力學，這樣的物理有助於了解生物體理的現象。

另外一方面，生物系統提供很好的平台來研究非平衡態系統的物理。所以生物物理兩邊的，你可以用物理知識去解決生物問題，也可以用生物樣本來解決物理問題。例如研究高分子物理的理想研究材料是 DNA。因為一般做成塑膠的高分子，都才 10nm 以內，且很不均勻，長度有大有小。能 probe 就是 X-ray, neutron 這類技術。但是 DNA 是非常長的高分子，而且從同一種病毒取出來的 DNA，長度就是一模一樣，而現在顯微技術也可以看到單一高分子。我自己 PH.D 時，我們也是要做出桿狀的材料，最後我是用病毒，很自然就可以做出均一大小，到現在我們也還是不知道如何解釋病毒能把 DNA 塞到這麼小的空腔。你看要把 DNA 擠到那麼小的空腔裡，DNA 帶電，你可以想像那斥力有多大嗎？把那麼大東西塞進去 entropy 很高嗎？但是大自然做的到呀，所以有些物理我們是不了解的，這都很有趣刺激的題目啊！

事隔多年，我覺得大學令我最得意的事還是編時空

我在想藉由這期時空坦白一件當年的事情。

當時編《時空》我是跟系上一個我很要好的同學陳桂榕一起當主編。我們兩個都矮矮的，臉圓滾滾的。剛進大學時，常常有人誤認我們。那時想專欄主題想到發狂了，例如編笑話啊，側寫教授，…。當時要截稿了，我們有點玩過頭了，截稿前快要到愚人節。我們聊天說，假如我們說我

們發現彼此互相是表姊妹的事情，我們開始跟系上傳這個謠言、跟所有老師講這件事情，我們原本打算在時空上放一個專欄，把所有老師的反應寫下來。例如我們跟某位老師說，老師，你看我們兩個像不像？那位老師說沒很像啊。我們跟那位老師說，你在看仔細一點，我們最近發現我們兩個有血緣關係，結果那位老師推推眼鏡，就說，現在再仔細看，果然有點像。恭喜啊。或者楊信男老師就說：我就知道，當年我看到你們兩個長相就知道你們兩個有關係。諸如此類，就是有很多非常良善的美好的情緒反應，本來是想 4/1 公布這件事是一件惡作劇，但是怕傷了很多人的心，所以之後系上我們就以表姊妹相稱。現在快要二十年，我覺得可以說實話了！我們的情誼也如同表姊妹一樣好，所以也沒完全說謊吧

如果要我說，大學裡讓我覺得最獨特與驕傲的經驗應該是編時空，雖然沒有反應在我的成績之上，事實上應該還有把成績弄糟了些。但這是個從無到有的一個經驗，我從來沒有做過這件事，也不知道要如何做完這件事的每一個步驟，但就是靠自己的意志力加上許多開口問人把這件事做完。我需要說服很多人投稿，找錢（我們還在系上義賣），拉廣告，找人跟我一起工作，從這樣的過程我學到非常多書本上學不到的事情，這經驗對我後來做研究也很有幫助，因為做研究也有很多類似的過程。我非常感謝當年一起幫忙做的同學，他們都不需要我說服就來幫我做好多事，甚至當我做到虛脫沒力的時候，他們不發一語的

扛起來所有的事。這樣團隊工作的經驗是很難得的。換個方向想，如果我沒做出來，其實也沒有人會怎麼樣，也不會有人記得，有時事情多到自己應付不來，會有放棄的念頭，但自己有很強烈的使命感，就是要做完，不知道該怎麼放棄。完成後的成就感是很美妙的。甚至到我這年紀，我還是有小小的得意，我可以拿出時空跟你們學弟妹說，這是我主編的，當年真的花了我很大的心力。但我不會拿出我大學成績單說，嘿，你看當年我多用功，所以我哪一科拿幾分。（哈哈！）

物理系的傳統就是很照顧大學部的學生

大學的時候啊，當時沒有進入百大的壓力，碩博士生很少。所以當時大學部學生受到老師很多關注，心情不好時還常能去找老師聊天，解惑。那時候我很喜歡許多跟系上教授互動的機會。階梯教室就三間嘛！每天走廊上上課來來去去你就會跟系上教授打非常多招呼。只要常在系上待著，畢業前幾乎老師都認識學生、學生都認識沒上過課的老師。

當時物理系是在舊系館，我最喜歡物理系的一點就是系圖。系圖在二樓，系圖有一個很大的空間，那時有分閱覽區、讀書區，閱覽區可以讓學生系圖寫功課。有櫃子讓大家擺東西，甚至也可以吃東西。閱覽區分割成四個象限，大一、大二、大三、大四，每個年級有自己的留言本，但大家都可以去翻不同年級的留言本且留言。所以我們跟

學長姊和學弟妹的互動就很多。我還記的，我那時很多不會解的力學題目，現在我的同事當年的學長蔡日強就教我蠻多的。找不到同學可以討論，就找學長姐。這樣也很容易認識不同屆的，後來出國念書時，找在上下屆學長姐學弟妹到處玩，就很多人可以找了，開 APS March Meeting 時，還會上下屆聚餐。在 APS 百年慶時，我們還辦過一次靠口耳相傳的系友聚會，我在那裏碰到一個大我快 30 屆的學姊。台大物理系有非常強大的人際網路，我想這個網路的基礎很多是在系圖裡孕育出來深厚的上下屆連結。我本來以為，每個系都應該要有系圖，後來才知道，系上對大學部學生非常好，很多系其實根本沒有給大學生多少空間。

誠實是伴隨辛勤努力工作而來的

你們問我對核四的意見，我實在沒有足夠的專業知識與資料來判定核能到底是對環境好還是對環境不好，但我比較關心的是公共建設安全以及科學的態度。執政者都只有陳述而沒有辯證、舉證、與討論，甚至訴諸民粹，這種態度讓我很害怕。是不是要用核能可以是個政治或經濟議題，但是核能安全這就是個科學問題。執政者的態度讓我想到挑戰者號事件，費曼調查的時候就發現，其實裡面的工程師有注意到在低溫時，幫助真空密封的橡膠墊圈會失效，但是上面長官的政治考量，心存僥倖，覺得當太空梭已有瑕疵的墊圈飛上天而又安全歸來時，有人就因此

以為風險沒這麼高了。費曼就講了一個很出名的話 "For a successful technology, reality must take precedence over public relations. Because nature cannot be fooled." 政客可以唬弄人民，贏得他們想要的成功。但是科學技術要成功，挑戰自然設下的一些條件，只能靠實事求是，因為自然是不可能被唬弄。

與上句話相關，費曼還說過另一個我很喜歡的話「誠實是伴隨辛勤努力工作而來的」，這並不是廣為人知費曼說過的話，但一直是我的座右銘。而這句話對於做研究的人應該是很深刻的體會。當你知道甚麼是正確時，誠實不是太困難的一件事。但是當我們現在做研究、了解自然，我們並不知道自己做的東西到底有多「正確」，有時會落入想要讓結果看起來「正確」的陷阱。要真的有自信且誠實地將結果呈現出來，其實是要很辛勤地去努力、一而再，再而三地去驗證自己的論點，這就是一種科學精神。所以啦，走研究這條路就是要一直辛勤努力工作一輩子。