

EP 電物人2017 ISODE 第44期

傑出系友專訪

冬季大物盃特輯

教授訪談

**2016
NOBEL
PRIZE
IN
PHYSICS**



**David J. Thouless
F. Duncan M. Haldane
J. Michael Kosterlitz**

系主任與副系主任 系慶感言

歲月如梭，轉眼間電子物理系已成立 53 年了，又到了一年一度熱鬧溫馨的系慶派對，又是電物人一年來最重要、值得慶祝的家族聚會的日子。

過去的一年又是另一個歡喜豐收的一年。首先恭喜本系陳振芳教師榮獲教育部教學最高獎項「師鐸獎」的殊榮。陳老師與電子學共舞二十餘年，教學期間以學生為本，「不斷思索用什麼方式才能讓完全不懂的學生，抓到重點」；親所參與「交通大學開放式課程」之電子學教學，生動活潑、講解精闢、清晰易懂，廣受在校學生及網路自學讀者激賞，至今點閱數已逾 90 萬次，足見其課程重要性及精彩程度。

接續著，電物人又雙喜臨門。66 級劉人仰學長及 74 級果尚志教授同時獲頒交通大學 105 學年度傑出校友名銜。劉學長是享譽國際的光纖陀螺儀專家，專精於全抗輻射光纖光源與放大器，並引領光纖陀螺儀之研究與應用進入了戰略級及太空級之新紀元。劉學長獲獎無數，曾獲美國 R&D100 獎，德國紐倫堡發明展社會組金牌獎，2015 行政院傑出科技貢

獻獎，和 2016 國家發明創作獎發明獎金牌。另一位新科傑出校友果教授任教於清大物理系，現為國家同步輻射中心主任。果學長長年沈浸於表面物理、半導體物理及奈米科學跨域研究，因諸多傑出表現而獲獎連連，包括 3 次國科會傑出研究獎、教育部第 59 屆學術獎、美國物理學會會士及亞太材料學院院士。果教授最令人矚目之研究是成功研發出史上最小的半導體奈米雷射，即電漿子奈米雷射（電物系張文豪教授共同參與），成果發表於 2012 年 7 月國際頂尖期刊「科學」，廣獲迴響，此項研究突破了繞射極限，開啟了奈米級光電元件之鎖鑰。

海外電物人表現亦不遑多讓，勇於挑戰顛峰，彰顯電物人的野性。其中之一的佼佼者可謂是彭仲康教授，彭教授為電物 72 級，任教於哈佛大學醫學院，交大 103 學年度傑出校友。現正率領著 HTC 公司及各大學組合的「動態生醫指標團隊」競逐 Qualcomm 公司舉辦之 1 仟萬美金「Qualcomm Tricorder XPRIZE」國際醫學競賽，2016 年 8 月已從 255 個隊伍中脫穎而出，挺進 10 強，12 月確定入圍最後兩強。XPRIZE 的目標為突破現有醫

療系統限制，彭教授開發可攜式智能家居醫療診斷系統，將會是醫學模式 10X 突破性的創新，冀望彭學長團隊今年(2017)上半年贏得最後之桂冠。

曾任電物系系學會會長，系友會會長，又和彭仲康教授同年受贈交大傑出校友之林志明學長則是另一位電物人典範。十年磨一劍，寶劍出鞘，難掩鋒芒；股票上市，一飛沖天。林學長民國 70 年畢業，現任職於晶心科技，擔任總經理。晶心科技從事的是矽智財 (IP)，是半導體業的上游產業。面對全球市占率超過 7 成的 IP 業巨人安謀 (ARM)，林學長採取的是「鄉村包圍城市」戰略，從週邊做起。晶心科技目前在全球嵌入式微處理器市占率約 2.2%，排名第 5，希望 3 年內躍居全球第 4。

母系－電物系可謂是學術殿堂跨域研究之先導者，在創系早期即已規劃半導體物理、凝態物理、光電與材料為母系發展領域，至今仍歷久彌新，帶領了電物人在各科技領域引領風騷。當然母系進步的腳步亦未曾稍歇。整個電物系團隊包括副院長陳永富（新任理學院院長）、副系主任鄭舜仁、前副系主任林烜輝和教輔會召集人許世英及諸多深具熱忱之教師，刻正規劃及推動電物系之跨域學程及教育部之「深耕計畫」。他們不吝犧牲寶貴時間，週週密集開會，在厚實

的理學院資源及基底下，擘劃橫跨工學院材料工程系、電機學院光電工程系，甚或生物科技學院之跨域專長及學程，透過課程模組化，彈性學分，課程多樣選擇性之設計，鬆綁既有的藩籬與框架，並嵌入自我導向學習元素，引入企業導師，協助學生拓展第二專長，為國家培育具國際移動力及終身學習能力的跨領域人才。然此一鉅大教育轉變工程，實非少數人所能承擔，端賴所有電物人群策群力，不分彼我，始得完成。電物人，一起努力吧！讓我們一起建構電物系另一個黃金十年。

系主任 陳衛國
副系主任 鄭舜仁

系友會系慶感言

我們是電物 72 級的方振洲及電物 76 級的蕭子哲，很高興接任電物系友會第六屆會長及執行長的工作，我們對系友會訂的願景是促進系友團結、傳承、與開創。隨著未來太空科技領域立方衛星的產業化，希望能將交大電物系的研究高度拉到太空。

電物系系友會在第一任會長黃鈺銘學長(66)成立後，歷經姜長安學長(67)、陳國源學長(68)、林志明學長(70)、劉康懋學長(69)等會長之大力支持與贊助，不僅促進了系友的聯繫與情誼，也輔助了電物系的未來教學及課程上的發展。系友會力促能對舉辦新生宿營座談活動、大一大二學生進行企業參訪、大二大三參加企業實習、系慶舉辦企業徵才、協助大四以上學生就業及就學輔導。

去年我們在在台北召開的系級聯絡人會議裡，從電物 61 級至 87 級系級聯絡人接近一條龍的踴躍出席與會，真正充分展現電物系的團結與傳承。

今年電物系提名了兩位非常傑出校友，他們分別是 66 級劉人仰學長及 74 級的果尚志學長，在此邀大家分享兩位學長榮獲傑出校友的喜悅。劉學長現於國家太空中心擔任資深研究員，帶領優秀團隊進行航空及太空級

精密光纖陀螺儀的研發與應用，其研發成果屢獲國內外大獎，劉學長希望能協助交大發展太空雷射光通訊的旗艦研發計畫，有興趣的老師及學生可以一起參與。果學長於國立清華大學物理系服務二十年育才無數，亦有傑出的學術研究成果，且曾任職清大研發長，因此同步輻射研究中心特聘為中心主任，積極推動加速器光源相關研究之發展。二位學長的傑出表現榮獲母校的肯定，受頒傑出校友榮譽。

另外，史上最高獎金醫學競賽 \$10M Qualcomm Tricorder XPRIZE，進入前二名的團隊於去年底宣佈，台灣團隊由電物 72 級、103 年度的傑出校友彭仲康學長帶領中央大學跨校組成的「動態生醫指標團隊」獲得。加上 104 年度傑出校友林仁山學長(電物 76 級)，現由佛羅里達大學借調至美國華府特區之國家科學基金會負責審查國家科技計畫，仁山在無線能量轉換、射頻系統晶片整合與整合型天線及感應器在生醫領域的應用，將為電物在 Bio-ICT 上與學校的發展相結合。

積極促成電物傑出校友在母系所開設學程，是系友會的榮幸，期能與母系發展共創新局。

系友會會長 方振洲
執行長 蕭子哲

系學會會長系慶感言

喵帕斯！我是 105 學年度交大電物系系學會會長，月之樹。我想很多人都很好奇這中二的名稱是怎麼來的，請容我在此做個自我介紹。我是個標準的宅宅，喜歡任何萌的事物，本命是長門有希，而月之樹這個名稱出自於《.hack》系列中一個公會名稱，以此別名期許自己能像月亮一樣默默的照亮著夜晚，以及期許自己像大樹一樣能在強風中堅毅不拔。

其實我的國高中同學還蠻訝異我會當上系學會會長，畢竟只是個宅宅，卻接下了這份責任。這也是因為從進入交大電物開始，就受許多人的協助，因而抱持著飲水思源的精神，希望能透過付出让電物系變得更好。於是今年的系學會進行了一些突破，除了籌備以往例行的娛樂性活動之外，特別新增了一個「學術組」，旨在加深與系友會之間的橋樑並籌備學術性活動，像是「企業參訪」、「企業實習」、「新生輔導座談」以及「實驗室參訪」。期望這個嶄新的組能讓系學會變得更完整，也讓同學們能透過這些活動更了解自己並探索未來的方向。

系學會的「活動組」也規劃了一系列活動：從 8 月份的「迎新茶會」開始，學長姊以自身經驗在茶會上分享自己的大學生活，也為學弟妹解惑。9 月的「抽直屬大會」，讓學弟

妹能找到大學生活中一位很棒的夥伴！還有一個很重要的活動，也就是「迎新宿營」，讓學弟妹們快速的熟悉彼此並留下一份深刻的回憶！10 月的「系烤」以及與其他系一起合辦的「小梅竹」更是嗨翻了秋天的夜。下學期一開始的「電物之夜」，提供同學們一個舞台，讓大家盡情的展現自我。接下來仍會有精彩的活動，歡迎每一位同學跟我們一起同歡哦！

除了這些「學術組」及「活動組」之外，還有很多組一起支撐著整個系學會。像是「美宣組」，整理了系上的通訊錄，也製作了今年的系服；「總務組」為系學會開源節流，並管理著系窩；「系圖組」維護著系圖，給每位同學最好的讀書環境；「體幹」幫各系隊處理相關體育活動的事物；更別忘了辛苦編撰這本系刊的「系刊組」，相信他們這一年努力的成果能讓正閱讀這本系刊的你們喜歡！

《櫻花莊的寵物女孩》裡空太曾說道：「只要自己有心，世界會在一瞬之間改變顏色。」所以別悶在宿舍裡了，踏出房門吧！多參加系上活動，接觸多元的系隊，充實自己的大學生活，讓自己在未來留下一份深刻的回憶吧！

最後祝大家學業順利，心想事成！

107 級 系學會會長 蔣宜祐

目錄

教授採訪



08 陳振芳教授

13 吳建德教授

傑出系友專訪



20 劉人仰學長

28 果尚志學長

目錄



特別專訪

36 電物與 Bio ICT 的無限可能—林仁山學長



諾貝爾物理獎介紹

39 拓樸物理的世界



冬物盃專訪

46 冬季大物盃專題報導

電物人忘不了的電子學—— 陳振芳教授專訪



「這個因為是 bjt 的 smallsignal operation，所以我們這項可以忽略不計 ...」這，是每個修過電子學的交大人心中的希望之聲。不管你是電工、奈米還是電物；不論你現在在上通識、微方還是電子，只要打開電腦，每個人都能跟著陳振芳老師徜徉在電子元件的物理世界中。在一個晴朗的午後，我們來到了這位電子教學霸主的辦公室，讓他帶領我們一窺師鐸獎背後的歷程

研究與教育——

想請問老師大學畢業後在碩士，以及之後去美國是在做什麼研究？

當時的交大是以半導體為中心，大家都是立志去做這個。所以我從大學就慢慢接觸，直到研究所也是做半導體的；之後在美國是念電機，也是念半導體的。

當時到美國的 buffalo，那裡的半導體老師比較少，設備也沒比交大的好。不過我發現那裡的半導體課本的作者是施敏...就是交大電子中心的

主任，他在貝爾實驗室實驗室寫的。所以我才知道中國人很厲害，因為這個課本是全世界都在用的，後來我到了貝爾實驗室才認識他。當時很多的中國人很有名，像貝爾實驗室的老闆卓以和也是中國人。

那老師是有什麼原因讓您想去貝爾實驗室嗎？在貝爾實驗室又是做什麼樣的研究呢？

因為那時貝爾是世界最大的實驗室，一年的研究經費就比台灣那時候一年的 GDP 還要多！不過其實也是偶然啦，我只是在畢業的時候，以及好玩的心態寄信給貝爾實驗室裡面研究

的主管，剛好第一封信就是寄給卓以和。

記得有天晚上 8 點多的時候，我太太接到他的電話。她不知道 bell lab，也不知道卓以和。她就說：「陳振芳不在阿，大概晚上 10 點多再打。」然後他隔天 10 點多又打電話來，可是我太太說：「陳振芳還沒有回來喲，他通常都是晚上 11、12 點才回來喔！你最好明天早上在他還沒有上班以前，大概 7 點再打來比較好。」可能他這一聽，「哇！這個人晚上這麼晚回來，早上又那麼早去上班！」心裡面就有一個要定我了的感覺吧。之後 interview 時也是，雖然很多人去，但就好像已經認定我了。人跟人之間有時候就是那麼奇怪，我也沒想到會這個樣子。

我在貝爾實驗室主要在做長晶，就是用卓以和發明的機器去做的。Bell lab 的大家都很認真，所以就出現了一個笑話：「Don't work hard, but work harder.」你不要以為他真的叫你不要 work hard 阿，要 work harder。

老師您在貝爾實驗室做博士後研究，那又是為什麼選擇回來台灣當教授呢？

想回來台灣是因為孩子也有幼稚園了。孩子如果大了還不回台灣，那麼以後大概也不會想跟我們回來了，

所以才選擇全家一起回來。而且在美國工作一段時間之後大概也會想回來，因為美國工作壓力也是蠻大的。畢竟在那邊是外國人，很難真正融入他們的生活裡面，大部分都還是老中們自己在那邊接觸，雖然表面上大家看起來都很和氣，他們對陌生人其實還是都很好，但是實質上，後面彼此間還是在競爭。

至於為什麼要當教授呢？我想可能是因為在當學生時，很多老師讓我印象很深刻，像電物系的黃廣志老師，他的電磁學上的非常好，我只要沒有衝堂的話就一定會去旁聽。他上課的時候手中甚至不拿任何講義耶！要是沒有當過老師，還真不知道要花多少心血才能做到這個樣子。那時候交大老師真的都非常優秀認真，對他們有一種嚮往，才會覺得回來像他們這樣教書好像也不錯。

我回來之後有教過普物一次，也教過電子學實驗、半導體物理元件，不過絕大部分的時間都還是在教電子學，因為比較缺電子學的老師，電物系的其他老師也都很禮讓我，讓我教電子學。

OCW 啟示錄——

請問您是什麼契機下開始錄 OCW 呢？對 OCW 有什麼看法嗎？錄 OCW 對老師您本身有什麼影響嗎？

那可能要問李威儀老師了，最早是他在負責的。其實一開始我也沒有錄，因為是其他系在用的，後來李老師才來找我，叫我錄電子學。原本我就跟他打太極拳的說說我不要，我在想為什麼要錄下來？這樣學生以後就不來上課啦！後來實在是熬不過他才開始錄的。

但這對老師其實是有一點壓力啦，一開始不太能接受，而且錄完的隔年上課人數真的少很多。像你們也知道，上課時間如果下雨啊什麼的，如果能上網路看 OCW，那就在寢室睡覺就好啦！而且學生也不一定會去看，因為他會給你一個惰性，想說改天再看就好啦！所以在隔年真的影響很大，我自己都知道。

而 OCW 對我本身也是影響很大。因為既然看到這種事情發生了，我就想：不能再上的跟 OCW 上的東西一樣，必須要改變，不然學生都不來上課了。當初在拍 OCW 只是照著課本的形式而已，所以我就想辦法開始改變。

以前的課程，做的例題都是題目給出一個電路，讓學生去解。而現在

我把它改變成：現在要做一件事情，這件事可能需要些電子元件，那麼我要怎麼去把他兜起來？用什麼兜？這樣一步一步弄起來，最後的結果其實和例題很像，但是你已經不是在解題目了！

要做到這樣的地步其實要花很多時間，因為每一個步驟間，是經過很多很多的過程的。上課時我最不喜歡的就是從一個地方突然跳到下一個地方，所以我盡可能讓中間的邏輯都不間斷，都有連貫性。所以我花了很多時間去想哪種方式比較好，然後上課就用這個方法試看看。上課時我也是邊導邊想，所以有時候外面如果有吵雜聲我沒辦法上課了，會讓我沒辦法思考。我有時候想一想也會發現其他的東西，下課後回去就繼續導。我常常做一件事情，就是拿著一本白紙，找個地方坐下來後就開始導，寫一些東西，兩三個小時過去後，一本就寫完了。

所以雖然 OCW 對我的挑戰很大，但是最後發覺他對我的幫助也很大，我從來沒有想到說上課還會有成就感，但 OCW 卻讓我得到了。因為一般來說你好幾十年下來都上這些同樣的東西，一定麻木嘛，怎麼還有成就感！但是錄了 OCW 才知道，還真的有人在看！我還沒拍之前，真的很難相信還有人會看著個東西耶！有一次我大學的同學，他在美國，他跟我說有

一次看到他女兒在用電腦看什麼影片，然後走過去一看，欸，這個人不就是我大學同學嗎！還有我學生，他進去台積電工作，結果有一天發現他同事也在看，所以還是有人在看這樣子。通常看完的人他有什麼問題，就會和你討論，有時候會 e-mail 給我，還有印度的老師，問我有沒有印度文、英文版本的影片呢。

也有時候在校園裡面走，突然間就會有學生跑過來說：「老師，我是你的粉絲耶！」我就問他說：「你是電物系的學生嗎？」他就說：「不是，我不是交大的，但我看著你的影片學電子學。」然後就拿出他的筆記叫我給他簽名，真的很有趣。

OCW 現在越來越多人看，電子學也受到越來越多的好評，我們在這裡也恭喜您一下，今年您成為師鐸獎的得主啦~

哎呀，那其實沒有什麼啦，那是系上很多老師抬愛，大家都大力推薦。其實系上、交大很多老師都很認真，帶了很多學生，花了這麼多心血，師鐸獎他們上去的話也都可以得到。所以我只是比較幸運而已，他們送我上去，其實他們都一樣有資格。

那拿到這個獎對您來說有什麼重大的意義？

也沒有耶。拿這個獎真的是沒什麼啦。

不過當老師其實也就是為了成就感啦，我都做了快 30 年了，有點喜歡做的事就會去做了，要不然也很難支撐那麼久。電子元件就那些，但是不斷地重複組合，就可以發現很多新東西，就像下棋一樣，雖然就那些棋子，但是棋局千變萬化，讓別人沉迷其中。

那老師除了教學之外，應該還有做些其他研究吧？

對，其實我們多都還是要帶學生的，我其實研究都在做半導體，以前早期的時候還跟學生一起長晶，不過現在沒有了。這幾年我比較多的心思都是放在教學上面，不過在 OCW 之前，我也是拼命的做研究。

老師你平常什麼興趣嗎？

就是游泳而已啊，我每天早上大概五點多就到學校來游泳，我的生活很單純啦，所以系上有老師就說：「陳振芳你的生活範圍，就這個方圓幾公里而已」

給電物學子的建議

假如現在有一群學生，他們要畢業了，他們有些人是要去企業，有些人要去學界，請問您有什麼建議嗎？

這些都是老生常談，不管大環境怎麼變化，你只要願意努力的話，到哪裡都有一條路可以走。現在什麼都有，可是競爭力也很大，但是可做的東西，也都變得非常多，要去想不一樣的東西，你一定可以想得到，只要你夠努力。

不管大環境怎麼變化，把自己準備好最重要。第一個，你的專業要好；還有，語言很重要，你好你去外面工作，搞不好要跟各式各樣的人講話，所以外語要好，你有專業也有外語能力，對公司來講，那有人不要你，多一個外語能力，可以把自己的實力乘上好多倍；剩下的當然就是認真了，認真的工作態度才是最重要的，有了這些，什麼問題都可以應付了。不要去想什麼 22K，你們不是那一群啦。

老師您以前也算是電物或者說是電工這一塊畢業的學生，可以說說看以前跟現在的電物有什麼不太一樣？那整個大環境呢？學生呢？

其實我發覺電工跟電物沒什麼不太一樣的地方耶，那時電物很多人出去也一樣都開公司啊，開公司的電物

還比電工的多，也有很多人到台積電裡面，也都算元老了。

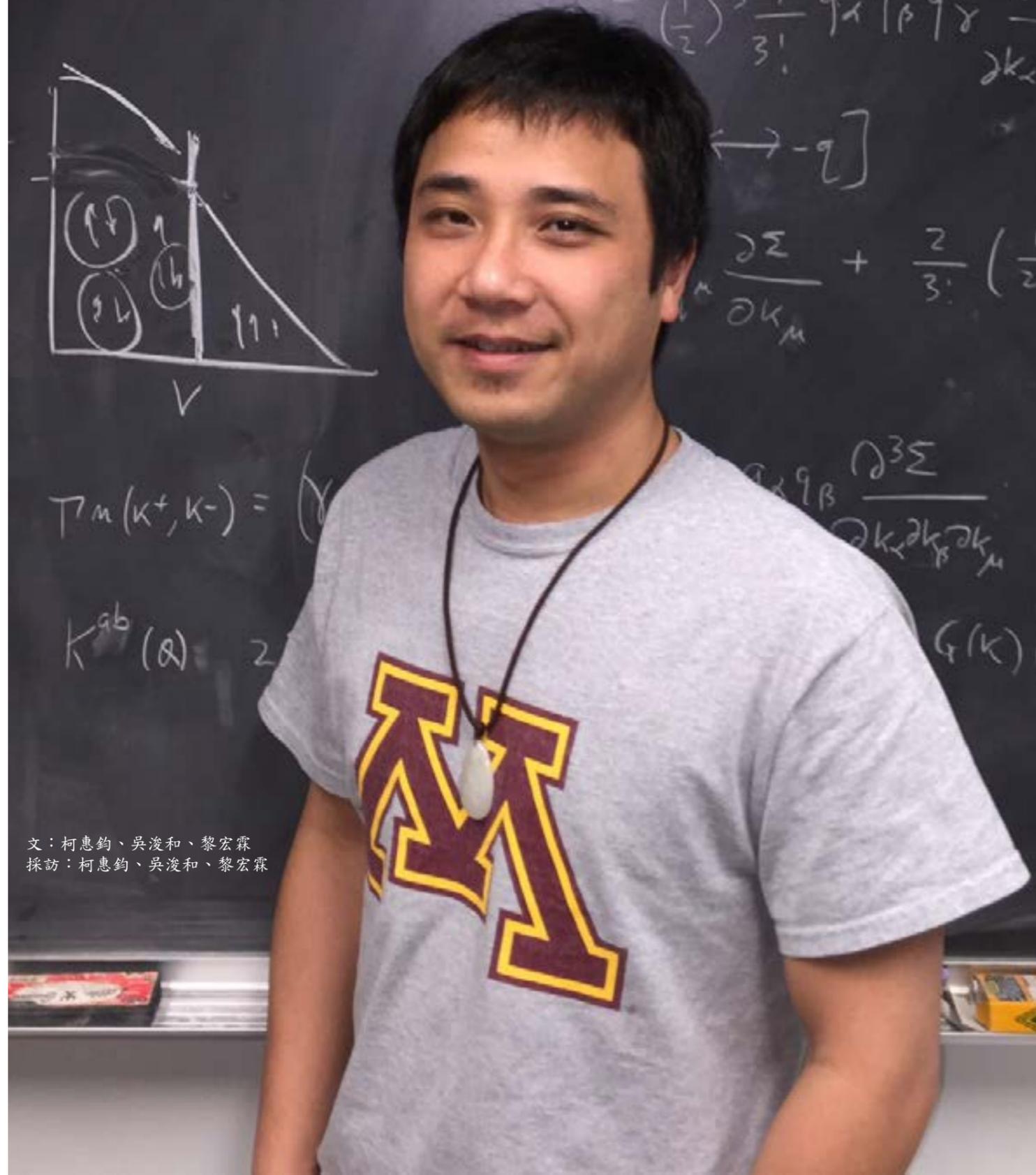
現在大環境不一樣了，以前我們進來老師教什麼我們就學什麼，都不知道外面的世界是什麼樣。大家都在運動，沒特別在做什麼，上課時間就去上課，傻傻過日子而已，因為以前根本什麼都沒有。所以現在實在是好太多了，你們要會利用，網路上很容易學到東西，也容易讓人沈迷。

學生的話其實你們比我們聰明許多耶，辦什麼活動都這麼厲害。說實在你們看的世面真的比我們多很多，辦的活動多得不得了，學習的能力也比我們之前強，不過另一個方面來說，我們以前的東西就很單純，所以在專業上也許就比較專業一點，你們現在外物可能也變得很多了，生活也不太正常，也就是日夜顛倒，常常看到宿舍到很晚燈還是亮著，都不知道在幹什麼。所以有好有壞啦，希望你們把好的留下來（笑）。

總之，把自己準備好最重要，這樣就沒有什麼問題了。

電物新進教授——

吳建德教授



文：柯惠鈞、吳浚和、黎宏霖
採訪：柯惠鈞、吳浚和、黎宏霖

走在熟悉的電物系館中，同學們是否發現了一個新的面孔，年輕且散發著獨特的儒雅氣質。他就電物系注入的新血 ----- 吳建德教授

請問教授的求學過程和經歷？

我是電物 92 級畢業的，之後到台大唸物理碩士，當兵完又工作了一陣子後，在 2009 年到美國明尼蘇達大學（以下簡稱明大）念 PhD，2014 年拿到學位後到了芝加哥做了兩年博士後研究，直到今年才剛回來。在交大和台大時，我是跟朱仲夏老師和郭光宇老師做凝態理論專題，之後在明尼蘇達大學跟芝加哥大學也都是持續在做一些理論凝態物理

請問在美國和台灣對物理的教學方式有什麼不一樣？

基本上，臺灣跟美國在課堂上的教學方法是接近的，上課時都習慣用黑板講解，同時老師們也會在課堂上講一些新觀點；在課後加強的部分則有些差異，比如說在明大有所謂的 discussion section，類似交大讓學生問助教問題的習題討論課，但在明大，老師會把學生分成三到四人一組，由助教幫助學生討論老師提出的題目。

我在明大當助教時就曾經負責過這個，老師會提供跟課堂相關的習題讓學生們在這個時間一起討論。我覺得這樣的好處就是，學生如果想要在過程中和他人有更好的討論及貢獻自己更好的見解，就必須先了解老師在

課堂上的教學內容。因為我現在是第一年教大一物理，所以也在嘗試這種方法，希望得到好的成效。

另外在實驗的部分，以電物的課程來說，感覺美國的實驗課沒有像台灣的那麼難，但是他們實驗課的內容會配合課堂講的東西。難度雖然不高，但是好處就是學生能及時在實驗課中驗證課堂上學到的知識。在大二、大三以上比較進階的東西，我覺得美國的教育方法和台灣並沒有差太多。另外像是英國，則是比較鼓勵學生去自修。更像是翻轉教室的感覺，在課堂時間讓學生自己自修，不需要去上課，有問題時再向老師提問。

教授對於大二提早開始做專題有什麼想法和建議？

我非常鼓勵！其實美國的學生就是會利用寒暑假的時間去其他學校做專題，美國教育部也很支持這些，他們會提供獎學金讓大學生們可以到別的學校去做專題。

另外，我覺得專題對於申請碩士非常重要，因為現在大多數人都會唸碩士，有一些專題的成果比較好，若想出國唸書的話那就更重要，利用專題可以有發表在期刊上的機會，這對

出國申請是非常大的幫助。

這樣會不會有基礎不夠的問題？

其實不會。就像我以前念 PhD 時，一開始看論文大概只有三成懂，但這樣就會有了一個目標，因為你知道需要解決什麼問題，邊做邊學。如繩子的兩端，一端 basic 的東西可能不太懂，那就從比較 advance 的這端開始，到最後中間就能接合，比較不會浪費時間。這樣學習效率會蠻快的，解決問題時才會理解哪裡有不足，或者是想了解更多，所以不用太過擔心。

剛剛您有提到台灣很多教學方式和美國相仿，但也有不同的地方。您覺得台灣在教學、設備或是學生的學習態度上有甚麼需要向美國學習的？

學習態度的話我不是很清楚，因為現在我教的學生不是物理系，而是土木系，應數系，以及其他系所的，對他們來說物理不是本科必修。雖然對他們的學業非常重要，但比例上可能比較不會像電物的學生一樣，對物理具有很深的熱忱。動機方面我可能沒辦法提供太多，但是在美國他們發問的精神非常好，在課堂上有比較多討論，師生的互動機會很多。比方說，如果提到一個觀念可能學生在高

在美國他們發問的精神非常好，在課堂上有比較多討論，師生的互動機會很多

中時會碰過，老師就會請學生來答題。與其說他們比較主動，不如說他們比較不怕生、比較敢講；至於台灣學生也是有求知慾的，但會比較習慣在下課時問老師。我覺得差別就在這裡，但我沒辦法評斷說哪個好、哪個不好，因為我覺得這是民情不同的問題。

關於學生的學習態度，如果學生對這門科目有強烈動機想學習，對升學也非常在意的話，就會比較認真。另外，還有一個原因是對美國的學生來說，學業成績 (GPA) 是非常重要的，不但在申請碩士或博士學校的時候，審查委員會關注你的 GPA 成績好不好，就連到外面求職，雇主也會看你的 GPA。反之，在台灣求職，較看重學歷。所以比較大的差異就是在於美國學生可能會為了找到更好的工作去加強 GPA。我還曾經碰過，學生因為

考不好很沮喪，甚至哭紅了眼睛。還有一點就是因為他們的學費很貴，一年的學費就是幾十萬臺幣，所以他們會覺得上大學是一個投資，那得到的東西就應該要比我

花費的多，他們可能會以此出發點去求學。

您會鼓勵學生出國求學嗎？

我是還滿鼓勵的，但是這個牽扯到生涯規劃，也就是未來的職業的選擇。電物的學生出去了之後，一般就是工程師或是學術界這兩種，當然，還有少數沒有繼續往理工方面的人。不管你是想要當工程師還是想要到學術界，我認為到美國都是一個機會。我有些同學在美國念電機方面的 PhD，唸完之後就留在美國矽谷當工程師；也有人出國念比較學術的東西，然後在學術圈裡面當個研究人員或是當老師。

我會鼓勵出國，第一是可以增強英文能力，第二是其實去念 PhD 的話，是有可能拿到獎學金的。如果你拿到美國學校的錄取信的話，他們會提供全額獎學金，扣了學費之後還可以拿來支付你的生活費，不用另外有經濟負擔還可以多出去看看，增加自己的見聞。當然，壞處就是你可能一年到三年才回家一次，失去了一些跟家人相處的時光。

回到就業方面。在台灣拿個 Master，直接當工程師開始拼，其實在薪水上也是增長很快的。而且不像你們現在，我當年如果要去美國念 PhD，還會有兵役的問題，出國前要先服一年多的兵役，整體年資就會比

別人晚。我覺得，這個問題在於你不要給自己一個出去闖的機會，如果要待在台灣，從碩士班畢業後就開始累積年資，也是非常好的，這樣對這個業界整個掌控也會比較好；如果是從美國念 PhD 回來，你可能要花一點時間去融入台灣業界的文化。

如果有學士班的同學在大學的四年期間出去交流的話，你會有什麼建議？

我覺得這個的好處在於，你可以在這個短期的時間思考一下，以後是

否要出國念書。我覺得這個一年或半年的時間是很珍貴的，可以認識不同的人。你可以認識在那邊的美國人、

留學生或者是在那邊工作的華人，他們的生活是怎麼樣的一個形式，然後也可以看看課堂上的差異在哪裡，決定自己是否要出國。

除了美國以外，你有比較推薦其他哪些國家？

其他國家我就不熟了。像德國在物理、電機方面都非常強，歐洲其他國家和日本也不錯，英國也是一個非常好的地方。他們的生活方式和教育系統我可能不是那麼清楚，但是，我覺得出國是一個好的機會。可以想想看為什麼要出國，也可以想想看出國

不管你是想要當工程師還是想要到學術界，我認為到美國都是一個機會

拿到 PhD，你想要做什麼？你想要去哪裡工作？我當時出國，就是想要回來台灣服務。有些人會覺得我會去美國是為了有更好的發展，但其實在出國之前我就有回台灣服務的想法，當然美國的薪水和生活環境跟台灣都是不一樣的，所以在出國前可以好好想想看，未來的下半輩子的的工作會是在哪裡，然後以那個為目標。

你的工作經歷和人脈都在美國，你不會擔心回台灣會有適應上的困難？

在學術圈的話其實差異不大，不會有適應的問題。另外語言方面，中文對我來說還是更熟悉一點，所以不會有困難。

你會認為台灣的公司和學校無法給員工或教授前進的動力嗎？

這得看行業，但我覺得在園區的話，說實話薪資條件是非常好的。我覺得工程師的型態蠻接近學生，比方說你們做專題有疑問，解決問題的過程就跟工程師很像，你們做的練習也蠻接近工程師的工作內容，這可以帶給你成就感。所以我覺得，以台灣來說，在園區當個工程師是一個還不錯的行業。

當初回台灣的時候沒有考慮要當過工程師？

其實沒有，因為從我出國念書時，就知道自己要以學術界為目標，但缺點就是要花很久的時間拿到 PhD，而且教職這個行業是僧多粥少，在台灣跟美國都很競爭，所以我非常幸運能夠回來。沒有考慮過到業界當工程師，但我有聽過朋友會想要從學術圈轉換跑道到業界，也有同學念電機博士，但後來還是猶疑不定。以物理來說，大部分的人是想要待在學術圈為主。如果想要待在業界的話，大多數人會去選擇念電機相關領域。

以您目前的看法，您覺得現在台灣的學生有什麼不足的地方或是需要精進的地方？

我認為沒有不足的地方。以資質、努力和課業上的程度來說，我覺得現在的學生跟十幾年前我在這邊念書時，都是差不多的，主要還是看個人學習動機。如果跟美國學生比較，美國學生在課堂上的學習動機可能會稍微強一點，但是以資質來說，台灣的學生都是非常優秀的。也許是高中物理有教過的關係，在上課時，覺得他們的物理相對來說沒有台灣學生好。

2017 傑出友訪 系專

現在的科技一日千里，你覺得身為電物的學生需要具備什麼能力或專長啊？

專業方面的話，你們在課程過程中就能學習到；能力的話，我是比較鼓勵學生多培養協調溝通還有團隊合作的能力。在學校裡面，可以透過參加系學會或者是社團來獲得這些能力，我覺得這個能力以後在業界發展還滿重要的。比方說，今天有個 team 的 project，你可以發展出一個很好的產品，那你就是一個很好的工程師，但是當你今天要成為這個 project 的頭頭的時候，溝通協調能力可能就非常需要。

那就是說學生應該趁在大學的時，培養一些學術以外的能力？

其實也不一定要跟學術分開。你可以辦一個 study group，那也是一個培養溝通協調能力的機會，同時，你們也能以學業精進為目標前進。不論是否和學業有關，可以試著在不同的方面培養這個能力。

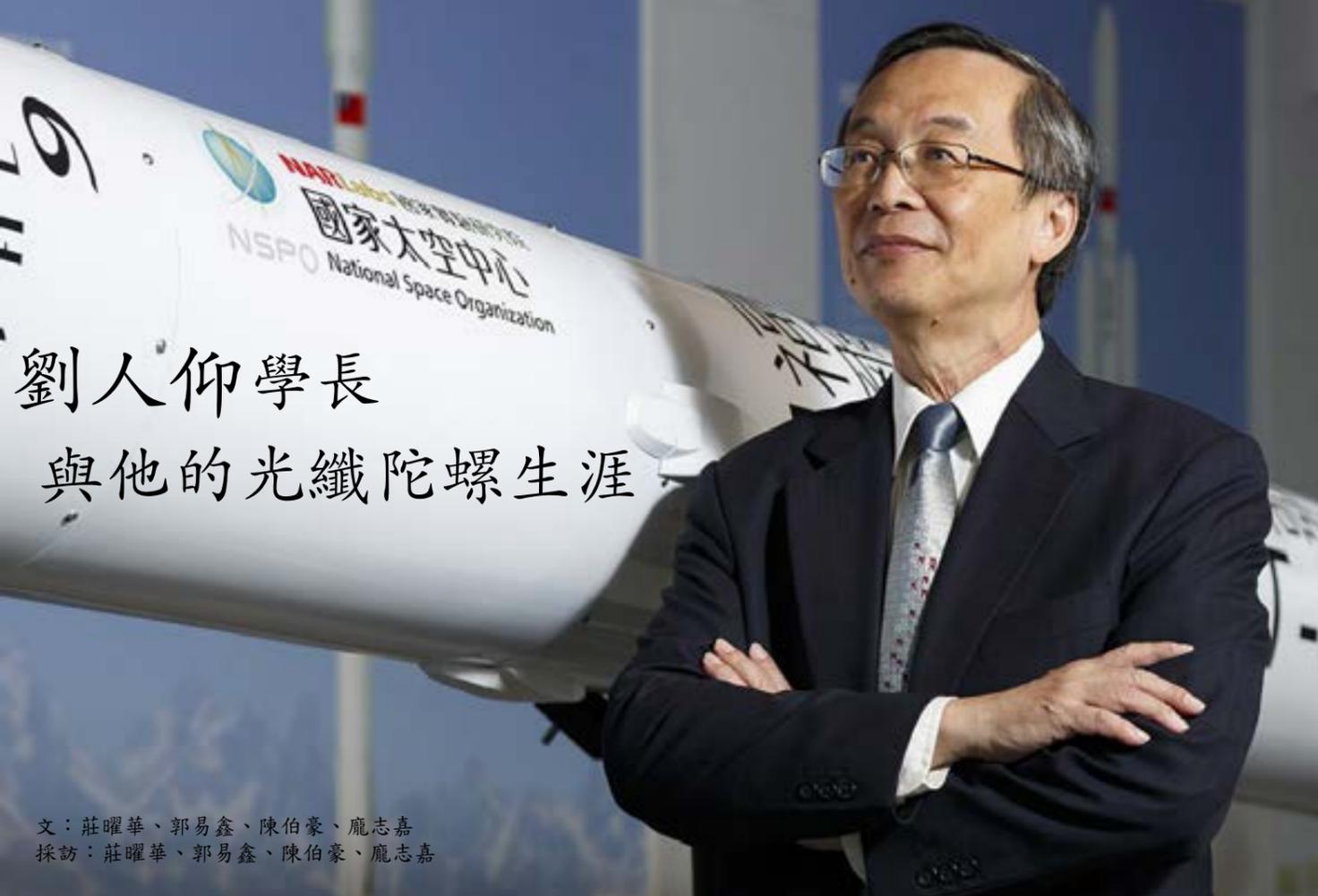
物理系的學生在未來還有很大的發揮空間嗎？

物理系當然沒問題啊，我個人覺得特別是電物系的學生，課程安排非常扎實。人家說物理重在科學，可是我認為它重要的是你的思考方式。因

為在學物理的過程中，你會需要不斷的去詢問自己，比如說一個很簡單的基本概念，你可能當下聽懂了，但是在解題時你或許會發現可以用一個不同的角度去切入，然後跟之前得到的一些想法做比較。在這種不同的切入角度之下，發現和之前的想法有互相矛盾時，你就會自己去想辦法解釋這個問題，這就是物理的思考，我覺得這樣才是比較全面的思考方式。所以我覺得物理系，在這個方面應該是可以大勝其他的科系的學生。

期許電物的學弟妹們好好把握大學這段以後將會是你最懷念的黃金四年，以及好好善用我們電物系寶貴的教學資源！





劉人仰學長 與他的光纖陀螺生涯

文：莊曜華、郭易鑫、陳伯豪、龐志嘉
採訪：莊曜華、郭易鑫、陳伯豪、龐志嘉

畢業於電物系 66 級，劉人仰學長留美史丹佛大學電機研究所，之後投入了研發被管制，廣泛應用於國防與航太領域的光纖陀螺儀長達三十餘年，並在十二年前提前退休回台加入財團法人國家實驗研究院國家太空中心，整合與帶領國內產學研團隊，建立屬於台灣自己的光纖陀螺儀及其關鍵元件等技術，應用於福爾摩沙七號自主衛星等多種航太與國防平台，對台灣的導控科技發展貢獻巨大。除了已經獲頒的許多國內外獎項之外，今年劉人仰學長也光榮成為交大傑出校友。電物系刊組特別前往國家太空中心，為這位廣受大家尊敬的大學長進行專訪。

首先當然是先恭喜學長榮獲交大的傑出校友，然後想請問一下得獎感言。

哈哈，沒什麼啦，你們每個人說不定以後都有機會的。

講老實話，我其實是不太敢當，畢竟交大裡面優秀的人才真的是太多了。這次會想到我，可能是我們做的這個儀器剛好國家有需要，在太空、國防上都有用處，所以他們可能覺得



滿有貢獻的。其實你們看看交大不知道有多少傑出人士，也做得相當成

功，滿多人對這片土地有相當大貢獻的。

想請問一下學長自從電物系畢業以後，在國外求學一直到投入光纖陀螺儀的研究歷程？

OK，我應該要講一些對你們比較有幫助的，而不只是在講我自己。我從電物畢業的那時候，一半的同學是選擇出國，但其實留在台灣的同學機會才是最好的，因為那時候台灣剛好起步在做半導體，對我們電物畢業的人來說是非常熱門的。所以如果把當時出國和沒有出國的同學一比，沒有出國的現在幾乎都是公司大老闆或是高階經理。

我剛出國時是先到給我獎學金的休士頓大學，一年之後才轉去史丹佛大學。其實人的機緣真的是很難料，因為那時像是史丹佛的電機研究所，台灣同學的話一年只收台大電機系一個畢業生。而那時我在休士頓的指導教授，剛好和史丹佛我後來的指導教授做的超聲波研究有相關，我寫信給他後，他與我指導教授討論後就直接讓我轉學過去做他的超聲波研究助理，不用付昂貴的史丹佛學費外還有研究獎學金可拿，算是很幸運的。

我的指導教授在很多領域都是權威，二戰時是微波、超聲波的專家，他也是光纖陀螺儀非常非常早期的拓

荒者，有光纖陀螺之父的封號。雖然很早前就有人證明光纖陀螺的可行性了，但是只能算是實驗室裡面一個非常簡陋的證明，之後做成實際可行的光纖陀螺儀，就是我老闆這個團隊從研製光纖的分光器開始，一步一步、一個元件一個元件的開發累積，完成全光纖陀螺儀的。在開發新技術與領域時，很多時候科學家都不知道原來自己做的東西是可以帶來巨大財富的。像我老闆的專利最高一年曾為史丹佛大學賺入千萬美元的權利金。

我進到業界以後也常遇到一樣的情況，很多技術的研發原本都只是小小的計畫做可行性評估，很多人一開始因風險高就不想做，想去做更熱門更有把握的題目而喪失機會。我回國前領導團隊開發戰略級光纖陀螺儀就是這樣，從一開始三個人的團隊證明可行性之後就一步一步擴大團隊研發出來，途中還有其他公司的競爭。在美國做事就是這樣，軍方同樣的計畫會一次給好幾個公司去競爭，看誰最得最好，我們當時就是有三家公司，最後是我帶領的團隊被選上。我記得那時候是從一千萬的研發經費開始，到最後變成是兩百億的生產案子。

所以大家不要去小看這種初始很小很小的機會。我算是很幸運的在這個生涯圈，從戰術級、慣性級、太空級到戰略級，也就是帶領團隊一步步提昇光纖陀螺儀的精度，除了國防和

航太方面的應用，現在還想整合國內資源將潛艦級精密光纖陀螺儀應用在地震引發的地旋量測上面，希望對於民生災防也有所貢獻。有時候你想自己該要做些什麼，但其實就是隨順技術與因緣而已，你碰到、把握到了，那很自然的就會持續將技術應用在不同層面上。

想請教學長光纖陀螺儀的原理？

做研究的目標常常是要實際去解決一個需求，像是精進或改善某些東西，研究光纖陀螺就是為了改善原本的機械陀螺儀與雷射陀螺儀的可靠度與壽命。



光纖陀螺跟雷射陀螺的原理類似，但是全solid-state，製作上光纖陀螺儀生產線的投資相對便宜很多。光纖陀螺儀對稱的正轉與反轉光在光纖環內繞行，若光纖環不動，正轉與反轉光會同時回到原入口點。若光纖環開始轉動，正轉與反轉光回到入口點的時間就不一樣，會產生光程差也就是相位差以及干涉。這個光程差的差距其實是非常小的，可以量到一個原子核的大小，比奈米還小100萬倍。換句話說，超高精密光纖陀螺儀可將棒球

由美國東岸導入西岸的補手手套中。

由於GPS信號戰時定受干擾或被關掉，精密導控平台需以陀螺儀的慣性導航為主要導控，GPS僅能作為輔助導航。比如說戰略核子潛艇為了不讓別人找到，一潛到海裡去就是好幾個月，不能浮上來找定位，這時候用高精密高可靠度光纖陀螺來導航，是最牢靠的；最新三叉戟洲際彈道飛彈上面也是利用精密光纖陀螺做導控。另外像雄X飛彈、無人機、無人炮塔、機器人、空中照相的攝影機、新一代GPS衛星、國造國機與國艦等，很多地方都可以用到光纖陀螺儀，用途是有很多層面的。

您也說過光纖陀螺做了十幾二十年。那在剛開始做的時候，會不會覺得目標遙遙無期，很難去完成它？

回顧光纖陀螺儀從初始實驗室驗證到上市有第一個實際產品，花了將近二十年開發，這樣長期投資，光靠業界投資是不可能的，也得靠政府的資源。為了爭取政府經費尤其是軍方導控研發經費，我們就會參加軍方的研討會，發表論文行銷，讓內部研發技術成果給國防先進研發機構知道。他們跟蹤技術看得蠻緊的，但知道技術有開發價值後，計畫經費很快就會下來讓各大公司競爭。所以我們算是蠻幸運的，只要技術繼續有進展，沒有遇到做不下去的瓶頸，就一直都有

研發資金供給著，開發出不同應用平台，光纖陀螺儀精度愈做愈高。

這裡我要給年輕人一個建議：很多環境的困難都要自己克服。你們以後到不同的單位工作，就會面臨到要去克服不同的難題。像在前面提到的，我們公司原本主要在生產的是雷射陀螺儀，而屬於新技術研發的光纖陀螺儀，公司為了防止對手以新技術後來居上，就會同時養兩個技術團隊去競爭，看誰能做得更好更便宜，這樣的團隊競爭就是我們要去克服的難題。當然，克服困難的方法就是把技術愈做愈好。結果結局很圓滿，兩個技術雷射陀螺儀與光纖陀螺儀各自找到適合的應用市場，相輔相成。

另外我也一直在建議政府教育與科技單位，學習歐美制度，除了碩博士的學位之外，中間可以加個工程師的學位，研發題目則是為了解決業者的技術瓶頸或提昇儀器功能等。就像你們的老師也會跟外面的廠商合作吧？學校雖然一開始是做純研究的地方，但如果有與外面合作，讓學生做一些實際的題目，比較系統面的去解決一個問題會更有實質產業效益。我在史丹佛大學拿的就是碩士與工程師學位。

就像您說的，原本都在學些學術性的東西，突然間卻要去做像是marketing、行銷自己這種壓力這麼大的事。請問您是如何辦到的？

我相信每個人都是要自我訓練的。到了另一個環境，你就得要去適應，知道要在哪個方面加強。在國外的公司是會提供一些相關的訓練，可以自己選擇上課或是參加國際研討會。但是關於專業，自己應該要知道怎麼去進修。好的學校內同儕朋友間會互相幫助，在研發時不同的實驗室也會相互聯繫研究，但是像是出來創業等事情就還是要靠個人的努力。

在國外帶領一個團隊，就要有能力向外爭取足夠研發經費養活你的團隊，當然團隊的表現就很重要。一個人要成功要領導團隊，我相信待人接物是很重要的。工作表現良好，然後環境的困難一定要自己想辦法克服，不要說碰到困難就想要跳槽，如此並不會真的解決問題。其實最好就是要把握機緣，雖然不知道以後會如何，但是就是盡職守表現，克服困難。待人接物上結好緣，我認為是很有用的。

一個人要成功要領導團隊，我相信待人接物是很重要的

您覺得當初在電物系學到的東西，在工作上有沒有直接的關聯？

我覺得大學就是在把基礎打好。大學時期學的很多東西，尤其數學，但並不是真的全部都會用到，除非之後有特別花時間鑽研某一科。但是若是想要做些創新的東西，其實都是來自那些基礎學科裡面。所以我覺得要扎扎實實的學好，而不是到處修些深奧的課，畢竟每個人的機緣不同，換到新環境時所面臨的東西就不一樣了。

就像我們的陀螺，並不只關乎於光學，而是還有與機械、熱傳、電子等等不同學科的結合。機械方面我們就沒有這麼熟悉，但只要有基本的功力，穩紮穩打，工作時就能很快的吸收。

如果有大學生想往太空發展的話，您有什麼建議？

想往太空發展？如果你們往前看，接下來就不是電子的世代，是電跟光結合在一起的世代了。現在已經可以把光做在微處理器上面，破除資料存取的瓶頸。在未來，太空中可不只有雷射光通訊，就連打飛彈也能用高能雷射打，也就是光世代的來臨。另外，目前的計畫都是幾百幾百顆微衛星要上去太空，我想未來甚至會有

一天，每個人都有自己的專屬奈米衛星，這個時代就是會改變得那麼快。

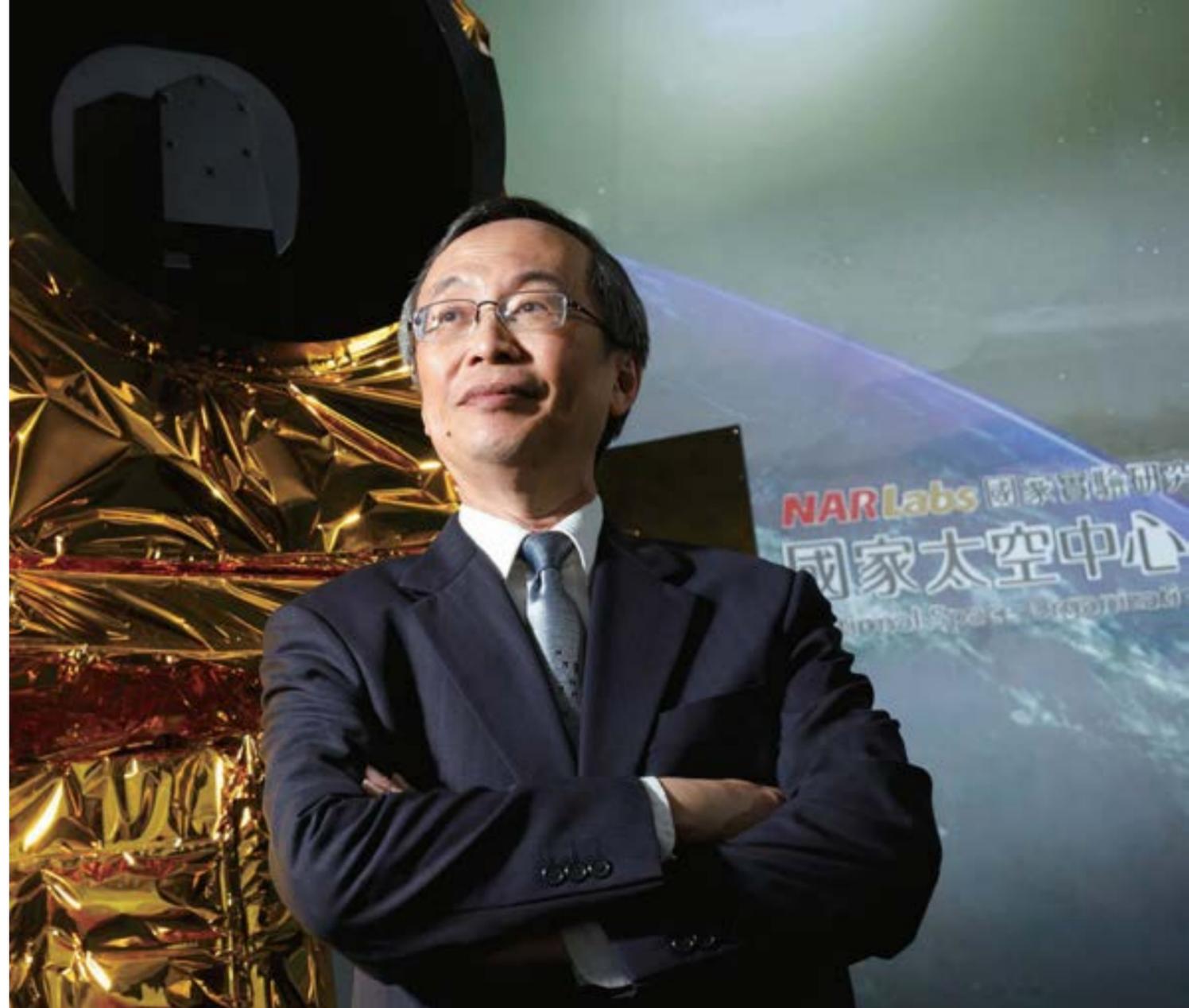
如果想進入太空這一塊，我覺得門檻會越來越低，不像以前一樣高不可攀。不論想投入在科學的應用、衛星或是其他地方，只要科學底子打好的話我相信都不困難。就像我們太空中心，真的是航太背景的人也不多。

光纖陀螺儀在台灣主要是國防用途？

以目前來講，國內技術跟架構都具備，元件也有能力生產，不是說不能做商業用途，只是國外有許多公司已經把所有的元件都整合在同一家公司裡生產，這需要資本的投資。我們要跳脫這個思維，打算把產品做到另外一個世代跟別人競爭。

而現在國防方面的需求最最重要，因為這種東西超過某一種精度或是國防用途會被限制出口，而且精度較低的陀螺儀也不是買不到。我們目前有在開發下一代單晶片光纖陀螺儀，此外也在開發有專利競爭力的全抗輻射光纖放大器，為打入太空雷射光通訊應用市場鋪路。

要扎扎實實的學好基礎學科，而不是到處修些深奧的課



您之前說國外那邊有一些技術，然後回國不能用，想問這是什麼意思？

所謂不能用是指不能用已經開發過且沒公開過的東西。這個技術今年已經第四十一年了，有很多相關的公開論文與過時專利，也就是說已經有很多公開的資訊可以用。但是每一家在做成產品的時候會有自己獨到的技術，這些技術屬於別人花錢花時間開發出來的東西，即便我知道也不能講。

為什麼您會贊同說一個地方研發的技術不能帶到其他地方去用？

不能說是贊同，而是這個是基本原則。因為陀螺這個技術超過某個精度是管制的，譬如說台灣剛開始做太空的時候想去買太空規光纖陀螺儀，精度要到某個程度，給我們福衛五號用，結果就因為美國在 911 以後開始管制而買不到。

其實你們開發出任何產品，之後到了別家公司以後也會遇到這個問題。在A家公司做的東西不能拿到B家，這絕對是不行的，這個也是你的職業道德。就像我從美國回來，在台灣整合產學研團隊開發陀螺時也要很注意，討論時要注意這個技術到底有沒有已經在公開論文上面發表過了，或者是專利登記公開在案。這是關乎法律層面的問題，自己要曉得這個界限不可以跨過去。

在業界有些公司會要求你簽一下條文說，如果現在在這裡工作，那離職後的幾年內不能到相似的公司去上班。學術界也有類似這樣的情況嗎？

學術界應該比較不會。我相信很多公司是比較在意你在商業上有類似產品在跟他競爭，一般來講如果你不是去做生產的，沒有商業競爭，他比較不會在意。但條文的限制簽署前自己要審慎了解。

所以說能夠跟著人走的是他的技術跟經驗，可是他在人家公司做的東西，那就留在那家公司了？

對，到另一個公司去做的時候，一定不要把別人的東西帶來，重點是你要去想著怎麼去做得更先進。就像我們的陀螺儀也有十幾個國內外專利了，其中幾個我覺得做的比美國還好，例如我們目前開發出獲得 R&D100

的全抗輻射光纖光源。一般在國外，光源受輻射影響以後可以部份修復回來，而我們則是做到了完全修復，這一點就是國外做不到，他們也知道這是我們自己做出來申請到國內外四個專利的。所以不要想有什麼技術已經到頂了，很多東西都可以更精進或突破，做得更好。

受聘工作時一定是要保護服務公司的智財權的，公司與其他公司間也得要簽署保密協定後方能互訪。到每一家公司去工作，開始一定會跟你講你所產出的每一個東西都是他的，包括台灣也是一樣。所以雖然這個專利的技術是我們發明人發明的，但是真正專利的擁有者還是公司。不過跟美國最大的差別是，在美國拿到專利權利金是百分之百屬於公司；在台灣就有想到發明人，像我們屬於國家實驗研究院的單位，如果這個專利有獲取權利金的話，國研院明文規定有一定比例是給發明人的。

學長您是怎麼樣在同一件事情上堅持十幾二十年呢？有什麼法寶嗎？

我相信人生之中一定要設立自己的里程碑。在作學問的過程中，要有一些不同的挑戰，一次一次的達成新的目標，如果總是沒有新的成果，熱情自然也會消退。就像剛才講的，我們陀螺儀精度的等級一直在提高，然後生產線開始做了，應用到某一個

系統上，再應用到一個更精密的系統上面……後來回到國內來就會覺得有「啊！這就是我們自己做的呢！」的成就感。

在國內跟國外的感覺很不一樣，台灣的地步沒有像美國那麼快。原本五年可以完成的東西，在台灣卻因為要法規、法條等等，一個文件要蓋十幾個章後才能做事，日程就會拖得更長。但沒關係，我就照著這個規則跑，好好地做每一件事情。不瞞你們說，雖然我都快要退休了，但我平常仍然是十、十一點才離開辦公室。畢竟我回來台灣，是想要做一點事情的。

我相信我們不管在什麼地方，一定要心中有一個目標，只要覺得回來的這段時間是有意義的，想要達到的有完成就好。祝福大家一樣心想事成，努力不懈，鵬程萬里。



最後，系刊在這裡收錄劉人仰學長的系慶心得：

回首40年，首先我要跟大家分享我們電物66級同學的深厚情誼，博愛校區四年同住宿，朝夕相處情同手足，畢業後創業、投資、工作、家庭上相扶持，情誼從無間斷！我們班上自己有同學會基金，大小出遊活動完全免費闔家歡迎。這些年，幾位同學不幸離去，但他們家人都還繼續參加我們同學會活動。我們交大師生、校友、系友等是一輩子的情誼，珍惜把握你在交大的人緣，相互提攜，它將會是你人生中的重要助緣。

此外機會隨時在你身邊，要有銳利的眼光與反向的思維，不要過度挑食，沒人要承擔的工作可能就是個機會。人生困境到處都是，碰到困境，要能自我挑戰提昇，換個環境未必能解決問題，要自我想辦法克服。未來的科技是光與電整合於晶片、整合於太空、整合於民生與國防的世代，機會無窮。請大家好好把握交大光、電的軟硬體強項與資源，並融合人文、管理、與藝術的薰陶，紮根立基於交大。

最後我要感謝當年指導我們的多位恩師，黃廣志、韓建珊、褚冀良老師等幫助我們紮紮實實奠定好大學的基礎。也感恩母校當年在有限資源下給我們最好的栽培！

台灣科技的推手——

文：廖本穎、柯惠鈞 採訪：廖本穎、柯惠鈞

獲獎感言

Q：首先恭喜果學長獲得傑出校友獎，能請您發表感言嗎？

A：當然是很榮幸。交大的校友這麼多，能夠被選上這是很大的榮幸。算一算我也畢業快三十二年，對在交大的學生生活還是歷歷在目。

台灣的驕傲——台灣光子源

Q：學長現任國家同步輻射研究中心主任，可以跟我們簡單介紹台灣光子源嗎？

A：在我念交大大三那一年（1983年），政府決定要蓋同步輻射研究中心，第一代蓋的叫台灣光源，我們現在新蓋的叫台灣光子源。台灣光源從1993年啟用到現在使用了二十多年，台灣光源是亞洲第一個第三代的同步輻射光源，算是亞洲最先進的。在那時蓋同步輻射光源是很前瞻、很大膽的做法，因為台灣沒有什麼加速器的經驗。這光源是一個環狀的電子加速器，電子受到磁力轉彎時，沿切線方向會放光，這些光就是同步輻射光。有趣的是以前做電子加速器時，因為



不希望損耗能量，並不覺得這光好。直到1970年左右發現這種連續波段，從紫外光一直到軟、硬X光通通都有，能應用在許多地方。我們中心最近蓋的新光源，特色是周長是原來的四倍大，從120公尺變成518.4公尺，周長大就能裝載更多的磁鐵，電子也可以加速到更高的能量，達3 GeV 電子伏特。這能量的同步輻射光可以產生高能量硬X光，很適合做一些材料的檢測和新藥開發，例如世界上約有百分之八十的蛋白質結構都是靠同步輻射光源解出來的。台灣光源的使用率很高，每年大概會有2000多人的用戶，包括交大、清大的老師都在使用，實驗項目也多達上千個。



Q：那當初是怎樣的契機讓你主導台灣光子源？

A：沒有什麼特別的契機。我本來只是一個在做研究的教授，後來因緣際會走到行政工作，應該是緣分吧，我大三的時候知道這邊要蓋一個同步輻射中心，結果三十年以後來到中心當主任。

Q：在網路上有查到台灣子光源在許多地方的應用，學長最看好它在哪些領域的發展？

A：其實它的應用範圍很廣，除製藥

之外，能源材料的開發也有應用。譬如說電池充放電過程很重要，要知道它的特性，了解過程中的物理、化學變化，才能設計好的電池，運用X光可以即時現場的方式得到很多訊息。今年二月時，我們的研究員發表兩億年前的恐龍化石研究成果，看到微血管裡面有殘留的膠原蛋白。因為是封在化石裡頭，運用同步輻射特性，不必破壞它，我們也可以看到裡面的結構，這樣所得到的結果也比較真實。或許再過不久就可以像侏羅紀公園一樣把恐龍的DNA複製出來，當然這是遙遠的一步，但如果我們可以了解一、兩億年前生物的形態，就可以解開很多生命謎題，更清楚整個生命

的來源。我們也有些實驗可以模仿太空天文的狀況，理解外星球的化學組成。還有一些大家比較想不到的，像是犯罪鑑識、食品安全還有環境檢測，用途真的很多。這些應用最重要的是要有實驗設施，所以除了光源以外，我們還蓋了很多光束線實驗站，有很多不同的功能，可以做顯微、能譜或者是結構分析，利用 X 光的散射跟繞射，還有吸收、發射等不同的手段去得到材料訊息。

Q：由於台灣光子源需要很大的費用去支付電費，學長覺得這種實驗的基礎設施應該是政府要主導去建構，還是企業們之間應該主動參與？

A：像這種基礎建設，屬於最上游的基礎科研設施，政府支持屬最重要，因為工業界需要的是很快就有收益的產品，比較不會在同步輻射這種上游基礎設施投入資金。基礎科學培育對社會的影響力不是說馬上可以產生財富或是利益，但對整個國家科技實力的培植是很重要的，我們花了三十年所蓋出來的兩座加速器光源，是台灣少數可以自製的世界頂尖的科學設施，也因為全部都是我們建造設計的，所以花了很多年長期的投資，不可能用企業的力量去支持。當然在過程中我們也會讓工業界有所應用，像台積電就常來使用，傳統產業像鋼鐵公司、能源材料還有製藥公司，也都有需求，蠻多樣化的。我們設施其實

讓全台灣很多研究者來做實驗，可以不必擔憂沒辦法負擔電、水費，只要他們有好的科學構想，就可以來做實驗，就可以獲得好的成果。這讓台灣可以在科技上競爭一個很重要的引導點。

果學長的求學和研究歷程

Q：學長是讀了一年電物之後再轉電工，但在資料裡看到您比較喜歡理論物理，怎麼會選擇在大一轉到電工呢？

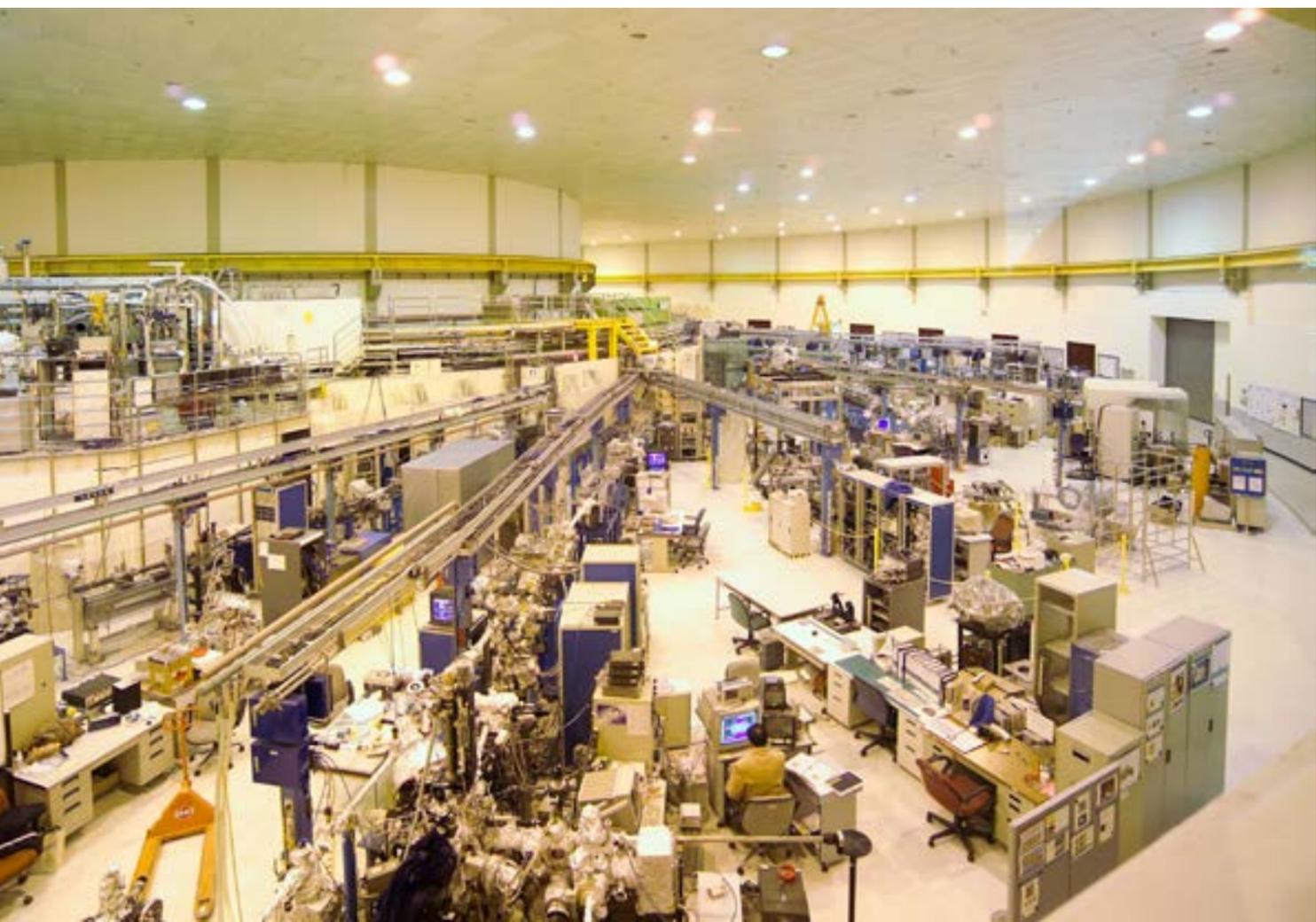
A：因為那個時代大家比較不了解讀物理未來的出路。我現在覺得電物系是最理想的，根本不需要轉系，它涵蓋了基礎科學跟應用技術層面。那時主要是因為父親比較擔心，我也想說可以在工程方面試試看，不過最後還是覺得自己的興趣最重要，所以我博士就選擇讀物理，父親也很支持我，因為他知道我找到了自己的方向，也就沒有什麼意見。剛剛特別強調電物系的訓練很好是因為我還蠻受益於自己是有兩種背景，在電工系的時候，其實我也修了電物系的課，也因為如此我現在做凝態物理實驗時，會比較容易抓到研究之材料在應用領域的重要特色，並把它凸顯出來。

Q：那學長覺得在電工所學的跟電物最大的不同在哪裡？

A：為什麼會回到基礎科學是因為工程比較注重實用，只要解決問題就好，比較不需要去探討為什麼會有這樣的現象，譬如說在做一個製程時，要用最低的價錢，最高的效率，最好的良率去把這東西做出來。學物理的人就比較想去追根究底，思考為什麼會這樣，剛好我的興趣是比較偏向基礎科學，才會回去念物理。物理學家覺得數學好是必要的，大學時我自認數學還不錯，應該去做個理論物理，但出去後才發現其實沒想像中的那麼好。我想每個人年輕時理解自己想做什麼，跟自己長大後實際在做的會有所差別；我覺得沒有關係，需要調整就調整，不用太堅持。我的人生哲學就是，隨遇而安吧！碰到機會就爭取，人生很多東西不是你能去預測的，但是將自己準備好，碰到不同的環境跟挑戰的時候，可以從容因應。最重要的還是最開始你的理想是甚麼，不要忘掉了。像我那時候對基礎科學很有好奇心，所以我到現在還是在做研究。

Q：可以請學長分享一下您在美國跟日本的留學經驗嗎？

A：我在美國博士班是先念理論，到博二念完才轉實驗，有些人覺得不太可能，因為他們覺得做理論的人都



不太動手，所以換成做實驗應該是不可能的。但因為我以前在電工系做實驗，很多實驗的控制器都可以自己裝、軟體可以自己寫，幫助真的很大，所以也算還蠻順利的就畢業了。1990年初期在美國正值科學研究低潮，反觀日本還是大幅投資，那時日本有個奈米科技的十年計劃，我覺得機會不錯，經費很充足，待遇也很好，所以就去了日本。從英語系國家到日本去，對不會日文的我算是蠻有挑戰性的。不過後來發現很有趣，因為整個文化背景都不一樣，等於是又多了個人生經歷。我在日本待了三年，加上之前在美國的時間，在國外待了將近十年才回到台灣。相信現在很少人願意投資十年的時間在這過程了，因為十年後都還不確定能不能找到工作，我算比較幸運的，這些經驗都能順利累積下來，對後來的人生很有幫助。



Q：可以針對在日本時的研究內容多作說明嗎？

A：簡單來說就是奈米科技。我在研究所博士班是做半導體的表面物理，做能夠解析原子結構的顯微技術，又叫穿隧顯微鏡，用那可以同時看表面的原子結構和電子性質。後來回台灣要發展新的材料，建了一個分子束累晶成長系統(Molecular beam epitaxy)和相關的材料量測設施。

Q：學長曾經發表過全世界最小的半導體雷射，可以跟我們分享一下嗎？

A：大家都在說這個世紀是光的世紀，光無所不在，網路也是靠光纖通訊，也要雷射，所以雷射是重要的關鍵元件。不過雷射需要一個共振腔，因為光學繞射極限，共振腔的大小不能比光的波長還小，導致雷射最小也需要電晶體體積的百倍以上，這樣就沒有辦法去做積體系統，無法讓電腦用光去計算。這是為什麼當初我們會發展新的雷射，希望不用光的共振腔，而是用電漿子共振腔，也就是金屬裡頭的電子振盪。光會激發這些電子振盪，用電子振盪去當作回授系統，把電子振盪的能量再轉回去，產生光子。我們最近有新的成果是可以把操作能量降低到更可以把它積體化。雖說是基礎研究，但它有很高的應用價值，我們一直在佈局，現在也還在積極做研究。

Q：可以請學長分享美國、日本跟台灣在研究上的差異？

A：風格差蠻多的。美國比較偏向個人主義的，一個老師一個實驗室，走創新路線。日本比較像歐洲系統，一個實驗室裡會有正教授、副教授、助理教授，團隊很大，走組織戰的方式。台灣的結構比較奇怪，架構和美國是一樣的，很少老師一起合作，問題是台灣沒有美國那種資源。美國是雖然老師只有一個，但一個老師可以帶二、三十個博士後，把全世界的人才都搜刮過來。台灣的話就會變成人手不足，尤其最近博士生越來越少，問題也逐漸顯現。台灣還有一個缺點就是對自己的信心不大，老是覺得自己研究沒有做得別人好，其實這樣是錯的。近期有報導指出台灣已有幾個物理系所排世界前50名，比美國很多有名的大學還好。我想說的是，台灣儘管資源少，但它在全世界排名並不遜色，所以說台灣有它的優勢，只是好像大家沒有以前的熱情、動力。當然跟社會環境的轉變也有關係，以前比較單方向發展，大概可能就是出國念書。那現在有那麼多公司來招募人才，大家可能就多樣性選擇，但是我還是覺得有一點可惜啦！就是有些我們好的條件沒有被珍惜，大家沒辦法去利用那個優勢。

相信自己，莫忘初衷 展望未來

Q：近年來台灣人才有嚴重流失的狀況，要怎麼做才能留住人才？

A：我覺得有流失，現在好像很多高中生都被香港大學挖走了。這是因為我們的制度面蠻僵化的。我想最大的問題就是台灣的大學，包括私立大學，都是受到教育部補助，拿這些補助款，多少會受到體制的規定，所以我們變得很僵化，沒有多樣性，失去了大學應有的創新特色。大學要進步，並不是每間大學都做一樣東西，要有一個像自由經濟的體系，大家有不同的發展方式，嘗試新的做法，這樣整體才會進步。

Q：那教授你在台灣做了二十多年的研究，你覺得台灣的研究資源會比國外遜色嗎？

A：應該說是好很多吧！我有兩位博士畢業生在加州理工學院和德州大學裡當博士後，他們發覺我們實驗室的資源和台灣的共用實驗設施（例如：同步加速器光源與各種貴重儀器設施），其實比國外還好。所以我常常講台灣很可惜，有點妄自菲薄，對自己沒有足夠信心，實際上，我們現在有的條件，其實是不輸人家的，現在輸的是自己的毅力跟決心。

Q：您現在在清大當教授，覺得現在台灣的學生有什麼樣的特質？

A：台灣的學生現在很活躍，大家腦筋都很活。現在整個網路全世界都聯通，訊息很多，具有多樣性，但這同時也是一個問題，選擇變得太多了，導致專注力就不夠，不像以前沒什麼選擇，就專注的做好一件事。但也不能說哪個好哪個壞，畢竟每個時代都有各自不同的環境，是一種限制也是一種機會。

Q：學長有甚麼比較敬重的科學家嗎？

A：沒有說特別敬重誰。物理學家最大的問題就是很喜歡偶像崇拜。我其實蠻反對偶像崇拜，覺得那沒有意義。假如你是要走別人已經走過的路，你永遠不能成功，因為已經被他走過了。你一定要走一個新的路，到別人不能達到的境界。不要去崇拜某個人，或是跟著某個人的腳步，應該自己去探索，因為那才是你要當科學家的目的。

Q：對於台灣學生比較不敢發問的這個現象，您有什麼看法？

A：我覺得是教育制度的問題。去美國的時候我很不習慣，因為美國學生都很愛問問題，明明很蠢的問題，他都敢問。為甚麼台灣學生都不敢問問題。那是因為我們教育方式比較單方

向，缺乏互動，就是老師講解，學生抄筆記，我們比較沒有那種態度。另外還有一個問題，台灣物理系教學還是以理論物理為主，大家覺得習題解的快、考試考高分，就是物理很好。我覺得我念完大學，對我幫助最大的反而是普物，只要可以理解的很透徹，最基本的東西是跟你最久的，很多技巧性的東西反而是你需要的時候再學，不然學完也忘掉，有些徒勞無功。

Q：學長會不會覺得自己在研究對產業有很大潛力的東西，卻沒有企業願意把它產品化？

A：其實沒有這樣的問題。不管是電晶體還是雷射，都是花了很長的時間，才到達像現今如此廣泛的應用。我比較擔心的是，我們中心的研究不應該以一個產品開發當我們最終目標，會導致研究很短線，路會很死，就會比較偏向工程的做法。剛剛講的電晶體跟雷射也都不是在公司的傳統技術開發計畫中去做，都是一個好奇心驅使，無意中去發現的。重要科技發展著重發明與創新，若一直強調與產業界結合，就會有個目標產品，能做的東西自然就很侷限。

Q：想請問學長對社會覺得大學學的東西跟產業沒有結合這件事的看法。

A：我覺得這完全是誤導的方向。大學本來就是一個基礎訓練，讓你有好奇心、有前瞻的眼光，把腦袋訓練的很活，創造出多樣性的興趣。我剛剛一直強調多樣性，我們現在大學要塑造的是這樣的人，到公司去了以後，公司需要甚麼，他可以做那邊的東西，但是不能只是死死的做東西。今天成功的公司可能十年以後也不一定會存在，我們不應該把全部的雞蛋都放在他的籃子裡。

Q：覺得台灣跟中國學生的差異？

A：大陸學生比較像以前早期的台灣學生，很拚命的去追求一個目標。有一次我去對岸廈門大學參加會議，早上去散步的時候，可以看到很多學生在湖旁邊朗讀英文，甚至聽說有些大學宿舍熄燈以後，大家都衝出去，去走廊有燈的地方，繼續讀書。最近也有部分大陸學生來台灣當交換學生，所以我常常在最後一堂課請他們發表對台灣學生的看法，他們覺得台灣學生比較安逸，比較不會去珍惜資源。但大陸學生也有他們自己的問題，一直急在向上發展的同時，他們也變的很現實。所以也不會說有真正的誰好與誰不如。

Q：學長還有什麼要跟系上同學說的話嗎？

A：電物系是一個很好的系，有很好的資源，整個課程的訓練也是非常好的，實用跟基礎兼具，希望同學們了解到自己會成為很有彈性的人才。重複我前面強調的訊息，你要走出人生自己的一條路，但也不要忘掉自己的初衷，你有興趣的方向就要堅持走下去。

電物與 Bio ICT 的無限可能

林仁山學長專訪

文：何若菁、郭易鑫 採訪：何若菁

林仁山學長目前任教於佛羅里達大學，專長是無線能量轉換、射頻系統晶片整合與整合型天線，亦在 IEEE-MTT 擔任編輯。同時他也研究感應器在生醫領域的應用。這次由於學長在美國，系刊組便麻煩剛好也在美國交換的前系刊組前輩 - 何若菁學姐代為採訪，分享他想要在電物系推動 Bio ICT 的理念。

學長建議電物系參與 Bio ICT 的動機是？

動機就是因為張懋中校長想要在交大推動 Bio ICT。交大的校徽上面 E (Engineering)、S (Science)、A (Administration) 工程、科學與管理，所以張校長是希望能夠把 M 也帶進來，代表 Medicine。現在醫學走向趨勢就是越來越多的醫生發現日新月異的科技發展，ICT (Information Communication Technology) 可以解決很多醫學上的問題與研究，以及推動臨床實驗的發展。我電物系畢業以後就是走電機，而現在電機的教授很多研究都會應用到醫學方面，因為很多問題都做得很透徹了，但在醫學、生物方面卻還有很多問題有待解決。就拿人體來說，人體其實就是一個很複雜的系統，最複雜的部份就是腦。很多機構都投入大筆經費來研究腦，特別去鼓勵腦方面的研究。因此這可以說是一個全球的趨勢。

然而交大並沒有醫學院，所以張校長也是希望能夠與台灣的哪間醫學院結合。交大在 ICT 領域非常傑出，光電、雷射等等，所以說台灣的大學要發展 Bio ICT，交大是非常適合的，只可惜交大沒有醫學院，因為這方面的研究還是需要與醫生合作。研究上教授可以自己去找醫生合作，但若學校整體要發展的話，學校本身有醫學院才比較完備。

美國的大學如何鼓勵創新、推動跨領域的研究呢？

這裡的老師和學生就是勇於跳出框架或拓展領域，因為這樣才會有更多的機會。跨領域研究當然會不容易，像在 Bio ICT 主要都是發展醫療用儀器，但要打進醫療器材的市場是很困難的，因為要通過很嚴格的認證，而且還有與醫生合作過程中因領域不同造成的溝通障礙。但現在資訊交流越來越發達，所以其實是兩邊都在改變自己的習慣。醫生也發現高科技對比傳統醫療器材的差異，也會

希望應用新的技術來做診斷治療。其實醫療器材一直都有慢慢改進，但最近發展地越來越快。傳統上已使用雷射進行手術，現在趨向用各種新技術做感測，幫助診斷與治療，例如 bio-degradable 的植入性晶片。以前都是很久一次去量心跳或呼吸，現在則是隨時隨地都可以量，讓醫生可以知道病患更多的生理資訊。

美國是很注重 Networking 的。像是 IEEE，電機領域國際最大最重要的學會，就會辦 conference、發表演文。辦 conference 的主要目的不只是去發表演文，更是創造一個讓大家互相交流的機會，認識同樣領域的研究者，Networking 在學術界也是很重要的，當然這只是其中一種方式。參加 committee 是更上一層方式去認識其他人，同時也讓其他人知道你，讓別人知道你重要的成就。除了老師之間合作，學生之間也可以有跨領域的合作。美國學生比較有創業精神，而如果要創業往往就需要有跨領域的合作。而在修課時遇到來自不同系所的學生，也成為一個他們 networking 的機會。

鼓勵創新的話，美國與台灣最不一樣的就是 funding agency。在美國除了 NSF 與 NIH 外，很多研發經費事實上來自國防部，而三軍軍種都有自己的 funding agency，還有跨軍種的 DARPA (Defense Advanced Re-

search Projects Agency)，而他們投入的經費是非常龐大的，但他們需要的進步通常是十倍、百倍的進步。同時這種計畫是很難通過的，競爭也很激烈。在台灣就是 funding agency 比較少，主要還是來自科技部。另外就是企業界，美國的企業至少會投注一些經費支持研發，甚至是學校的研發。而台灣企業則是去找如何 cost down，美國在 cost down 方面沒辦法競爭，所以也從創新方面去競爭。

電物系擁有成熟的基礎科學研究與半導體元件製程發展，但要如何拓展到 Bio ICT 呢？

我認為電物系做的基礎科學研究事實上很多是可以應用到醫學的，例如 Terahertz 可以用在 skin cancer detection。Terahertz 從幾年前開始就一直是個很熱門的題目。Terahertz 的頻段介於微波和紅外光之間，而這個頻段是最難產生訊號的。但是物質材料在這個頻段卻有一些特殊的性質，使得 Terahertz 的應用開始受到重視。而除了醫學方面，這也可以用到機場安檢。Terahertz 可以穿透看起來不透明的物品，所以對我們眼睛來說不透明的東西，對 Terahertz 來說是透明的。

基礎科學研究是要去解釋並了解科學上的問題，工程上的研究則主要是把東西做出來。半導體元件也是電

子的一部分，但如果要發展到應用，就是需要有懂系統的人，一個系統也是從元件製程開始，很多元件就可以組成系統，一個複雜的系統就可以達成某些特定功能。

發展的話一個方向就是學生與老師如何跳出框架、與別人合作，另一個就是擴大自己的領域，這都有可能。當然擴大的話也不可能到電物系什麼都做，還是會有界線在。而合作是很重要的，而在不同領域接觸時往往激盪出新的想法。像在 NSF 美國科學發展基金會非常鼓勵跨領域的合作。因為如果一直在自己的領域是很難有新的科學發展的，像是 Biomedical engineering 就是跨領域接觸下發展出來的。

如果電物系要開始起步發展的話，可以先從鼓勵學生跨系修課、老師從事跨領域研究開始。我們系（美國佛羅里達大學電機系）近年來也是在把必修學分降到很低，同時提供不同 career 發展上修課的建議課表給學生，讓學生在修課上有更大的彈性。同時如果是選修課的話，學生也會覺得是自己自願來修的，心態上也不一樣。而在教授方面，在台灣其實都還是有升等壓力的問題。因為升等就要看發表的論文數，所以有時候就會挑比較容易的題目做，一開始難免會先避開挑戰性高的題目。美國當然也有升等的制度，但彈性就比較大，

同時也看論文的” impact”。尤其我現在擔任 NSF 的 program director 審核研究經費，就是在看各個 program 的” Impact”。很多 high impact 的研究論文，大多數參與是一個很大的團隊，因為牽扯到很多領域，同時也需要很長時間投資，但這種的 impact 就很大，可以上很好的期刊，像 Nature、Science。



2016

諾貝爾物理學獎—— 拓樸物理的世界

文：莊曜華

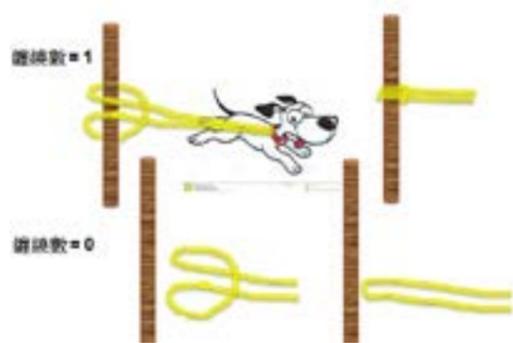


2016年，諾貝爾物理獎的得獎者已正式出爐，瑞典皇家科學院將這項重要的榮耀頒發給三位來自英國的三位重要理論物理學家：David J. Thouless、F. Duncan M. Haldane 和 J. Michael Kosterlitz，感謝他們在三十多年前，利用高度抽象的拓撲學 (Topology) 數學概念，打開了量子力學的一個全新研究方向。今年的系刊特別訪問了在這個領域有傑出研究成果的仲崇厚教授，整理做了專題報導，為這個影響科學史甚鉅的理論做簡單的介紹。

一、什麼是拓撲？

拓撲學，或意譯為位相幾何學，是一門專門研究拓撲空間的學問，可定義為「對特定物件（稱為拓撲空間）在特定變換（稱為連續映射）下不變之性質」的研究。這麼說有點抽象，我們可以以下面的例子簡單解釋：

對魔術師而言，因為背心跟外套是「分開的」，所以在經過許多「彎曲」、「延伸」、「扭」等等動作後，能夠在不脫外套的情況下脫下背心。這就是所謂拓撲的性質。



左邊上下兩條繩子都處在相同的狀態，但一條穿過竿子（有一個「結」），另一條卻沒有。此時我們便可說上下

兩種狀態的繩子其拓撲性質不同；下方繩子左右狀態不同，但其擁有相同的「拓撲不變量」，拓撲性質是相同的。



所以，拓撲學家是「無法區分馬克杯和甜甜圈的差別」的，因為其在拓撲上「等價」，而拓撲學就是一門在研究這種關係的數學。

到目前為止，所謂的拓撲學似乎跟物理還扯不上什麼關係，不過這也正是這三位科學家的偉大之處，他們將物理的研究引領到了一個全新的領域。

之後的故事，可以從何謂「相變」開始說起。

二、二維非傳統相變與一維自旋鍊—拓撲物理的起源

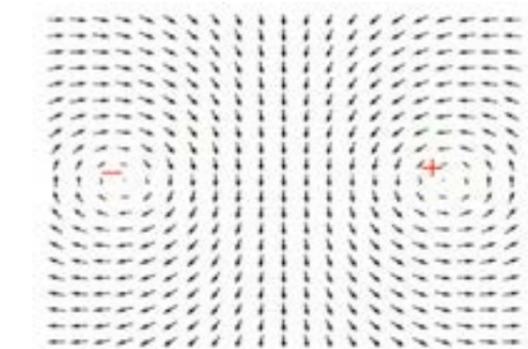
提到相變，大家可能會想到國小就學過的物質「固、液、氣」三種形態變化。就傳統觀點上，其差異在於「排列的有序性」：能量多，分子排列得較為散亂；能量少，分子則緊密結合甚至有固定的排列方式。因此，物質分子的「有序參數」成為了我們觀察物質相變的重要參考，如超導體、超流體等等理論也可以以此方法解釋。

不過根據傳統的說法，我們說這樣的有序性只存在於三維，對於二維及一維的物體而言則否。理由可以這樣思考：三維結構中每個原子會與其他最多六個方向的原子連結，但二維結構中只剩四個，一維結構中只剩兩個，相較之下的結構關係薄弱許多，在能量造成的量子擾動就非常明顯。換言之，在任何有限溫度當下，二維與一維結構是不可能「有序的」。也因此，當現今如奈米技術等使我們的材料越做越小時，我們也無法以傳統有序相變的形式去解釋這些薄膜、細線、顆粒等等的材料，這也是過去科學家所擔心的事情。

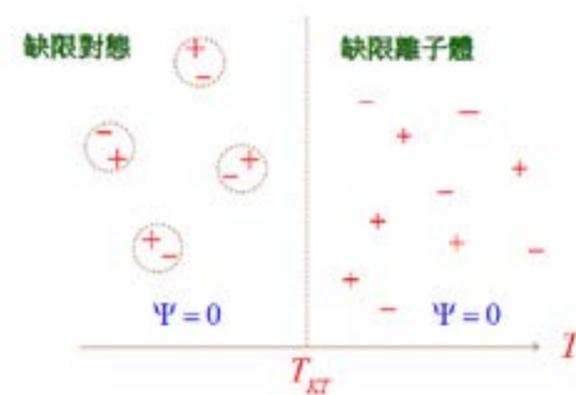
不過，當二維的物質在溫度越降越低時，Kosterlitz 及 Thouless 發現其原子的 spin 會從原本混亂的隨機分布，逐漸形成「漩渦」（如下圖）。

XY模型：序參量=二維向量

$$E = -J \sum_{\langle i, j \rangle} \vec{S}_i \cdot \vec{S}_j$$

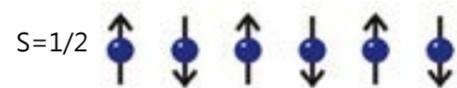


正方向（逆時針旋轉）及負方向（順時針旋轉）的所謂「量子渦流」會成對出現，使整體仍呈中性；而在溫度提高，成對的渦流漸漸四散開來，在特定溫度時也會產生如同相變一般的變化，此過程即稱為KT相變 (Kosterlitz-Thouless transition)。



此時，我們便可以利用前面所提到的「拓樸」方法，去解釋眼前這一個個電子渦流的現象。

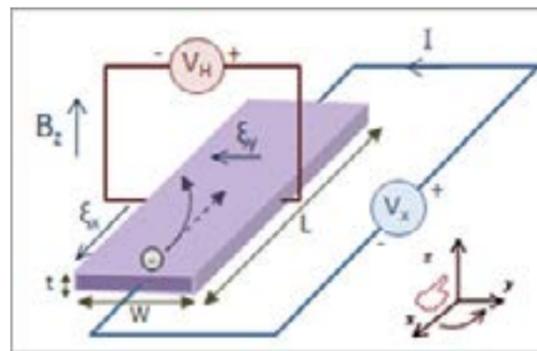
另外，關於 Haldane 於 1980 年代所發現的一維自旋鍊 (spin chain) 拓樸性質，也是物理與拓樸結合的另一個重要里程碑。在一維空間之中，自旋鍊中的 spin 會依據鐵磁性及反鐵磁性而有不同的排列方式。最初，依據 Bethe Ansatz 所求的精確解，在半整數 ($\pm 1/2$) 的反鐵磁自旋鍊的能帶是屬於沒有能隙 (gapless) 的；然而，在 Hamiltonian 計算結果中無分整數與半整數，反鐵磁性自旋鍊存在能隙 (gapped)，兩種不同數學方法得出了不一致的結果。Haldane 將自旋之拓樸激發態 (topological excitations) 加入其 Hamiltonian 之計算，成功推導出反鐵磁性自旋鍊中，半整數的自旋鍊會因拓樸激發態之相消性干涉之故，其激發態為無能隙 (gapless excitation)，而整數的自旋鍊應則因拓樸激發態之建設性干涉而產生能隙 (gapped excitation)，符合精確解的計算結果。



這次獲獎的幾位科學家的厲害之處，便是在於利用拓樸這門屬於數學中較偏門的學問，應用於實際的物理研究之中，科學發展也就此進入了一個全新的領域。

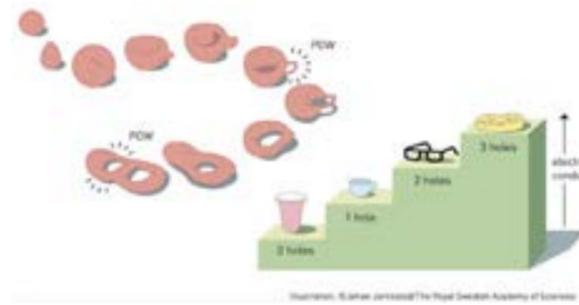
三、在量子霍爾效應上的應用

量子霍爾效應是個在科學史上討論許久的問題，也曾得過史上兩次諾貝爾物理獎。或許非物理本科系的學生不甚了解，不過對於霍爾效應 (Hall effect) 這個在高中理化就接觸過的實驗，相信讀者們都還有一點印象。簡單來說，當電流在導體中流動時，如果另外給予一個與電流方向不同的磁場，移動中的電子也會因磁場產生偏折而聚集，造成偏壓。此橫方向的電壓除以原方向電流大小，便是古典上的「霍爾電阻」 R_H 。



$$n = \frac{h}{e^2 R_H}$$

至於量子霍爾效應，則是科學家發現半導體在「低溫」、「高磁場」的情況下，其霍爾常數、電子電荷 e 與普朗克常數 h 形成的比值，能成為一個極為精確的整數 (稱為整數量子霍爾效應)，並做出如階梯狀的能帶圖 (稱為蘭道能階)。Thouless 的另外一個貢獻，便是在於成功的利用前述的拓樸理論去解釋這個現象，蘭道能階的數字比值便是拓樸中所謂的纏繞數。



蘭道能階

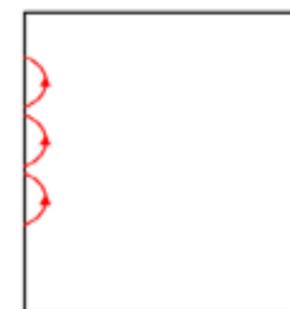
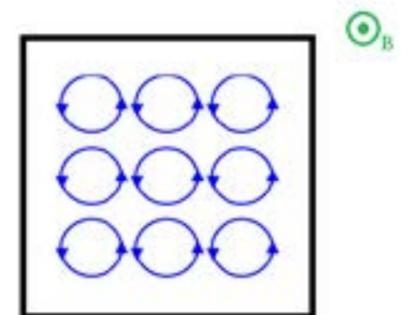
值得一提的是即使到了現代，想要做出一個理想、完全沒有雜質與缺陷的特定材料也是不容易的，在科學研究上容易產生數據上的誤差，更不用說是在那數十年前，科學家正開始嘗試製作各種半導體的時代。不過正如拓樸學中「無法分辨馬克杯與甜甜圈」的特殊情況，材料中的雜質與缺陷，對於量子渦流的拓樸分析影響甚小，所以才造成量子霍爾效應實驗中，即使實驗材料是含有雜質，卻能得到極為完美的整數比值。這個事實在當時讓科學家們極為興奮，也為之後與拓樸理論的連結留下一個重要的伏筆。

Haldane 在這方面的貢獻，則是在於他曾提出一個晶格模型，表示某些材料「不需要」外加磁場，也能產生整數量子霍爾效應，並且在之後獲得科學家的實驗證實，找到了符合此預測的材料，這也是近代最火紅的研究材料「拓樸絕緣體」的起源。關於這方面的原理，身為大三的小編我們其實也不太能完全明白，以下只能稍稍以簡略的方式，利用圖文介紹拓樸絕緣體大概是什麼。

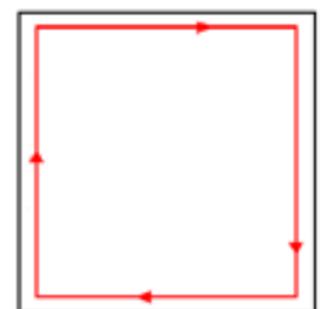
量子霍爾效應表示：在「低溫」之中，當我們將塊材 (2D) 置於一個穿出紙面的「強磁場」中，可預期其材料中的磁矩會依磁場方向排列，造成材料中的電子都在原處，全部以逆時針方向在極小的範圍內旋轉的情形 (圖一)，這樣內部電子被束縛，無法導電的情況被稱為「絕緣態」。

此時，考慮這些電子若是處於極為靠近材料邊緣的地方，可以想像的是其在旋轉路徑的途中就會碰壁 (圖二)；又或者說，因為材料邊緣有非常非常多電子都處於這樣的情況之下，就如同電流一般 (圖三)，便形成一個可導電的「邊緣態」。

圖一

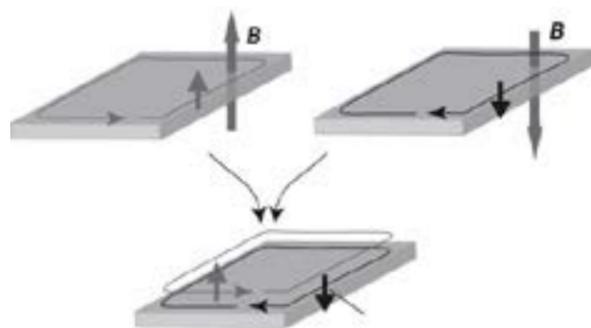


圖二



圖三

換言之，如果處於低溫及強磁場中的，這個材料會呈現「內部是絕緣體、表面卻是導體」的情況。而拓樸絕緣體以及擁有類似效應的石墨烯薄膜系統，則可以想像是其材料中的原子自己就提供了磁場，能夠使電子在沒有外加磁場時產生上述的效應。



四、拓樸絕緣體的未來展望—量子電腦

所以，不論是塊材或是細碎的顆粒粉末，都不失其如「金莎巧克力」性質一般，外層有導電的鋁箔，內層則不導電的拓樸絕緣體，在未來到底能夠怎麼應用呢？

首先，拓樸絕緣體其表面的導電性，其實存在著近乎「零電阻」的特性。正如科學家們長年在高溫超導體上的追尋，若真的能找到適合的拓樸絕緣體及應用、生產方式，對於科技發展而言會是一個重大突破。就像是電腦的發展史，從最早的機械式變成了真空管，一直到後來電晶體的發明以及積體電路，當科技將點子產品

越做越小，並且在未來可能又將要因材料本身的侷限而陷入停滯時，新材料的發現就會成為科技繼續進步的契機。

而另一方面，現在科學家想要嘗試的目標叫做「量子電腦」。量子電腦與傳統電腦的差別，在於其運算的每個位元並不是單單0跟1這兩種，而是運用量子理論，利用0跟1之間的「疊加態」來進行運算（想像所有可能的位元可以組成一個球面，而0跟1分別處於南北極），這樣的「量子位元」能夠大幅提升資訊承載的數量，實現縮小電腦體積、提升運算速度的目的。而現階段，科學家所遇到最大的困境，在於當我們想要利用某種粒子的量子狀態來代表量子位元的訊息時，訊息的疊加狀態本身卻也很容易因外界影響而遭受破壞，導致訊號的丟失。此時，某些科學家便想到了拓樸絕緣體，嘗試利用其「拓樸的性質」，正如前面我們所提到過的拓樸不變，來解決眼前這巨大的難題。

五、結語

相信讀者們一路看下來，除了頭眼昏花之外一定也還會發現，雖然這次的諾貝爾物理獎頒給了這三位，對拓樸在物理上的研究有巨大貢獻的科學家，但就這個物理上的研究主題，以及後續應用拓樸絕緣體的等等研究，其中也有太多太多科學家為此付

出了心血，並有巨大的貢獻。那麼，為什麼諾貝爾物理獎會特別選擇這三位科學家獲獎呢？

關於諾貝爾本人，以及他創立諾貝爾獎的故事，相信讀者們都不太陌生。不過就諾貝爾物理獎本身，其實還有個有趣的小常識：根據諾貝爾的遺囑，物理獎將會頒發給「在物理學領域做出最重要發現或發明的人」。也因此，諾貝爾物理獎通常會頒發給「在某個領域做出最先開創性發現」的科學家。Kosterlitz與Thouless使數學的拓樸理論成功應用於物理領域，Haldane則促使「拓樸絕緣體」這潛力無窮的材料出現，使得全世界的科學家也前仆後繼的投入研究，未來的路仍非常遙遠。三人的得獎確實實至名歸，而這也提醒了我們，在未來無論是想要投入業界，亦或是留在學界繼續研究，我們都應該夢想著去成為那個「第一人」，而不只是跟著前人的腳步。

參考資料：

1. 仲崇厚教授訪問稿
2. 圖片來源：清大物理系牟中瑜教授
3. 泛科學-2016諾貝爾物理獎：用拓樸概念打開量子力學新視野
<http://pansci.asia/archives/106857>
4. 維基百科條目：海森堡模型、拓樸絕緣體、量子霍爾效應
5. <https://www.ptt.cc/bbs/Gossiping/M.1475606542.A.78B.html>
6. 科學人雜誌-編結量子計算
<http://sa.ylib.com/MagArticle.aspx?Unit=featurearticles&id=850>

冬季大物盃專題報導

在繁忙的課業中，透過適時的運動打球，活動筋骨，忘卻心中的煩惱。系隊，讓我們找到志同道合的球友。每個禮拜固定的時段，相約球場上，照著隊長所安排的練球菜單，一同練習、互相指點，增進了彼此的實力，也加深了彼此之間的友誼，讓運動不只是運動，更是一項專長。大物盃，和其他友校的切磋交流，讓我們展現平時努力的成果，透過比賽，證明自己。

文：廖本穎、柯惠鈞、莊曜華、郭易鑫
採訪：廖本穎、柯惠鈞、莊曜華、郭易鑫



今年的冬季大物盃，正巧輪到我們系主辦，多了一份責任，也多了一些負擔，中間到底藏了哪些酸甜苦辣，我們請來了我們這次的冬季大物盃總召，同時也是我們的系學會會長蔣宜祐會長進行專訪。

Q：你是什麼時候知道你要接下冬季大物盃總召的？

A：選上系學會會長後，我和系學會的組長們開會討論，決定由我擔任總召，並以系學會當前架構為基礎，再加上各系隊隊長的協助，一起籌備這次的大物盃。當下接下總召的心情，是既期待又害怕受傷害的。一開始我認為只要把大物盃該有的要素都準備好的話，那辦這個比賽就不會太困難，但又擔心著這件事並不是自己想像中的這麼簡單，在籌備過程中可能會碰到很多的挑戰和困難，所以當時是帶著一份忐忑不安的心接下這份重任的。

Q：這是你擔任系學會會長後辦的第一個大型活動嗎？

A：可以這麼說，但事實上辦大物盃不是我原本預期的事。當初上任系學會會長的目標是為了發展學術方面的活動，希望能讓系學會的功能更完整，也讓電物系同學多了不同的途徑探索自己未來的方向。

Q：那你最初是怎麼籌備大物盃的？

A：最初是有一家廠商主動找我洽談，這一家廠商與很多學校合作過盃賽，

有豐富的籌備經驗以及相關資料，在洽談的過程中，他們讓我了解了該怎麼籌備大物盃，也向我分享了一些盃賽可能碰到的問題以及籌備上的困難，而這些事情要怎麼解決會比較妥當。跟廠商還有其他盃賽的總召討論後，我決定將整個團隊分為六組：賽務組、美宣組、報名組、總務組、生活組、機動組。另外有鑒於我對任何球類都不是很熟悉，而對系隊隊長來說，他們參加過大物盃，知道以往大物盃的比賽制度，也非常了解這些球類，所以我請每個系隊的隊長來當各球類的負責人，從旁協助賽制、球具、裁判……等，總而言之，隊長負責的東西還蠻多的，很感謝他們的幫忙。

Q：你剛剛有提到籌備大物盃會遇到許多困難，那實際的狀況又是如何呢？

A：籌備這屆大物盃最大的困難絕對是場地。交大因為要比大專盃，體育組沒有辦法借給我們體育館（籃排球的室內場地）。若只借室外籃排球場，下雨就沒有雨備的場地可以使用。除了交大，新竹的場地都很不理想，清大體育館因為世大運而進行封館整修，無法租借。其他地方也有很多的狀況，有些是收費太高，有些是不符規範，有些是地板凹凸不平，還

有些是有公告租借辦法但卻不外借的。面對如此窘境，我們想出兩個辦法，第一個是搬到寒假打，但考量到寒假同學都有自己的個人規劃，就打消此念頭了。另外一個方法則是搬到苗栗或是桃園打。中央大學的場地是不錯的選擇，可惜的是籃球場地已經被借走了。為了讓籃排球能夠在同一週解決，我們最後決定搬到苗栗的聯合大學舉辦大物盃，在此非常感謝苗栗的聯合大學願意借給我們場地。他們場地很不錯，但有個缺點，就是他們兩個主要球場位於兩個不同的校區，而中間離了2.8公里遠，會有往返的交通問題。原本想說我們租一台接駁車，但人數上的控管會變的十分棘手。另外一個較可行的方法是用抽籤的方式，決定哪個球隊會在哪个場地進行比賽，確保每個球隊在當天不會遇到要跑場的情形。當然這樣也是會有一些風險，如果有一所學校他們報名兩隊，一隊是在A校區打，一隊是在B校區打，那他們就沒辦法互相加油。另外一個問題就是有一些籃排雙棲的球員，可能會遇到籃球的比賽在A校區打，排球的比賽則是在B校區打，這也很難避免。

場地是籌備盃賽中最重要的一件事情，沒辦法確認好場地的話，很多事情都沒有辦法接著弄下去。除了場地之外，有些學校對報名資格也提出了些他們覺得不合理的部分，這時只好努力的說服他。其實確認場地後，遇

到的困難真的沒有預期的多，真的很感謝各校選手及領隊對大物盃籌辦方的體諒。

Q：那比賽過程中有遇到什麼困難嗎？

A：假如在比賽過程中遇到困難，那通常是因為天公不作美。但很幸運的是我們比籃排球的時候沒有遇到下雨，只有壘球有因為下雨而影響，不過幸好壘球在下雨也可以打，所以還蠻順利的。不過有遇到一些突發狀況，像是綜合球館停電，當時我被困在電梯裡，幸好有人開門救我出來，讓我得以向各校說明狀況，並維護比賽的秩序，但其實當下的我非常緊張，因為不知道甚麼時候才會復電，幸好停電時現場只剩四到五所學校在比，人不是很多，所以還蠻好管控的。另外一個突發狀況是排球的調網，當時排球網的網高不太對，對排球沒有什麼概念的我沒有及時發現，幸虧我們的排球隊長提醒我，才在裁判的協助下進行調網。其實我相信還有很多事是我沒有留意到的，大家會幫我留意，在我忙不過來的時候，也願意主動幫忙，這是我還蠻感動也還蠻感謝的部分。在工作人員跟裁判的協助之下，儘管我們遇到很多挑戰以及困難，最終還是把這場比賽辦完了，真的很感謝大家。

Q：大物盃辦完之後有甚麼感想以及收穫呢？

A：我覺得最大的收穫是專案管理的能力吧！大物盃並不像小梅竹，只要四個系互相溝通就好，大物盃是一個全國性的、跨校性的一個很大規模的賽事。這種大規模的比賽是由許多不同的要素所組成，包含了賽程、賽制、裁判、球具、場地、保險、宣傳、報名、獎盃……等，必須管理好很多不同層面，才能辦好一個盃賽。透過這次大物盃，我也更了解了每一項球類的規則以及賽制，比賽期間我坐在球場旁，也開始能感受到比賽的緊張感以及興奮感，並跟著系上的同學為系隊加油著。另外大物盃沒有一個繼承的制度，上一屆不會特別把資料留給你。如果從系上參考的話，就必須回到七八年前，找當初辦大物盃的學長姐，也不太可行，這樣使得每一屆都得從零開始，也因此得花很多時間摸索。這邊必須特別感謝大數盃的總召，我們彼此分享了在籌備過程中的經驗，讓很多事情都能迎刃而解。

Q：大三上是個課業蠻重的學期，辦大物盃又相當耗時，你是怎麼度過的呢？

A：這學期我有修四門主科，而辦大物盃真的很耗時，也因此有些時候沒辦法到課堂上聽課，每當要考試的時候，周遭的朋友都願意借我筆記，並

提醒我該注意的重點，最後也順利的all pass了！

Q：假如遇到壓力很大的情況，你是怎麼去紓解压力的？

A：辦大物盃壓力真的很大，有些時候也會產生很負面的情緒。那該怎麼紓解呢？我認為興趣是我這段過程中最好的紓壓管道！我的興趣是看動漫，有時心情很差的時候，就會看個搞笑的動畫來讓自己快樂一些，或者說用一些動漫情節去鼓勵自己，既然這些主角都撐過這麼困難的情形，那自己也可以撐過。

Q：有什麼想對工作人員說的話嗎？

A：真的很感謝。就像我剛說的，有些我沒有留意到的事情，工作人員都幫我留意到了，包含一些我沒有特別交代的事情，工作人員都會自發性的把事情做好，大家都很幫忙我，也不會有一些怨言，所有的工作人員都和我盡了最大的努力將盃賽辦好。

這屆大物盃不是我一個人的大物盃，而是電物系每個人的大物盃。



一經過大物盃的洗禮，相信大家都有精彩充實的收穫。那各系隊長對此次比賽有甚麼看法呢，覺得隊上的表現如何？在交大舉辦和以往有什麼不同，是否有主場優勢？哪場比賽印象最深刻？經過冬季大物盃，是否想好要如何來迎接夏季大物盃？

男籃

這次大物盃的籃球場地是在聯合大學，雖然是由我們主辦，但其實沒有所謂的主場優勢。我自己所在的 A 隊第一天預賽以一勝一敗的戰績，沒有晉級複賽，這是比較可惜的地方。經過這次比賽，我認為我們男籃可以再精進投籃、罰球的準度、快攻的效率、防守的積極度。這次我自己的得分效率並沒有預期的好，所以還需要多多練習，把自己的手感練好，心態方面也要再調整，讓球隊在比賽時能正常發揮，相信下一次的比賽，我們可以表現更好。

這次比賽大家打得比以前有組織性，也比較知道自己該打哪個位置以及如何應對，不過速度仍然有待加強，且這次的比賽在聯合大學所以並沒有主場優勢。經過這次比賽我們覺得可以改善的地方是增強球場上反應速度，提升練習射球、運球的時間，將基本功練得更扎實。

女籃

一直以來電物系桌就是以開心打球為宗旨，所以我們比較不會計較勝負，而是重在參與。幸運的是，這次 AB 兩隊都有成功晉級複賽。複賽時，一開始就遇到冠軍清大 A，比較應付不來。之後第 2 場很有趣，因為籤運的關係，是交大電物兩隊廝殺，但學長姐經驗老道，還是輕鬆贏了這場內戰。比賽就是讓自己知道哪裡還需要加強，重在過程而不是結果。希望我們能藉由更緊密的練習，改進個人的缺點。

系桌

電物系網在這次大物盃的表現比以往好上許多，唯一的遺憾是在冠軍戰時與台大廝殺，以些微之差沒將冠軍留在我們交大主場，但亞軍對我們來說也是很大的鼓勵。我認為大家進步很多，尤其是大一大二的學弟妹，超乎學長姐們的預期。在練球時，希望大家可以設定自己發球與落球點目標，以此方法練習，應該能讓我們進步更多，期許下次 AB 兩隊可以一起拿到獎盃。

系網

去年的夏季大物盃因為連日陰雨綿綿，我們錯過很多練習機會，讓比賽結果有些差強人意。吸取這個教訓後，這次大家很把握僅有的練習機會，增加早上 7 點這個練習時間。因為有緊密的練習，讓我們順利地奪取冠軍獎盃。在冠軍戰第一局時我們有些亂了陣腳，但到了二三局就找回自己的步調了！雖然比賽時有些小失誤，但這個好的結果讓我們很滿意練習成果。

女排

我認為系羽在這次大物盃的表現很不錯，大家在球場上都拚盡全力，但由於我們第二天的複賽人數不夠，再加上有人受傷，因此沒有成功將獎盃留在交大。印象最深刻的比賽是：個人單打時，黃柏惟學長對到這次的冠軍嘉大沈庭堅，能在大物盃看到如此精彩的比賽實屬少見，雖然最後學長輸了，但他永遠是我心裡的贏家。這次大物盃的挫敗讓我了解系羽需要加強的地方，相信經過之後的寒訓和下學期的訓練，大家一定會有大幅度的進步，期許夏季大物盃我們會有更好的表現。

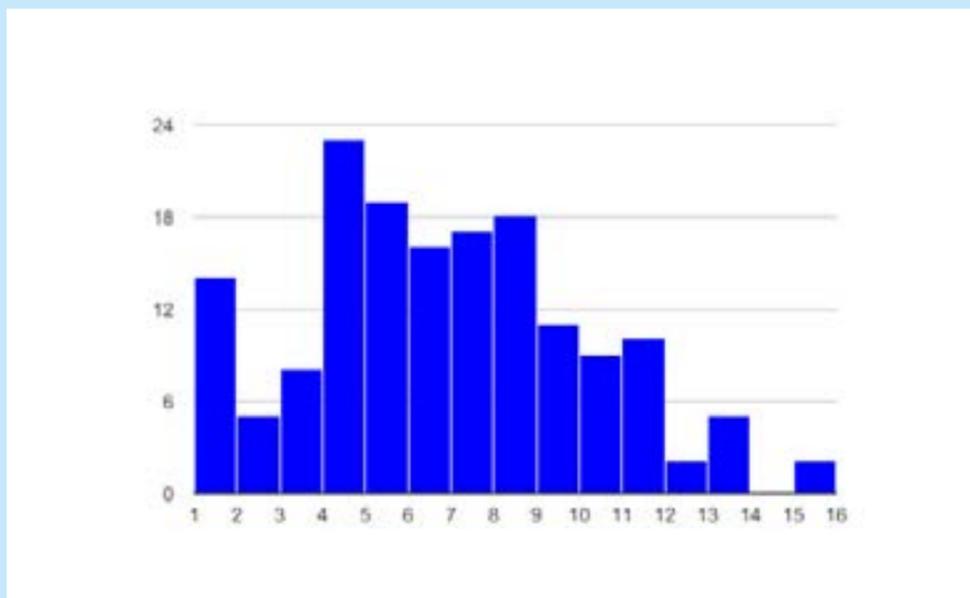
系羽

往年系刊中都會針對系上做問卷調查並有一個小報導，因著大物盃的機會，讓全台物理系的同學齊聚一堂，今年系刊便做了一次不同於往年的問卷調查，讓我們有機會了解其他學校物理系的學生和我們有甚麼有趣的異同？

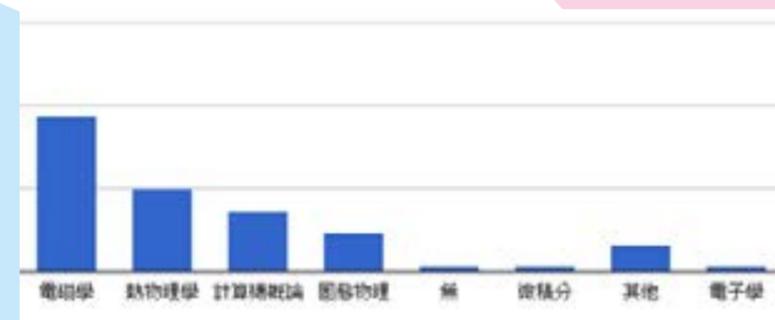
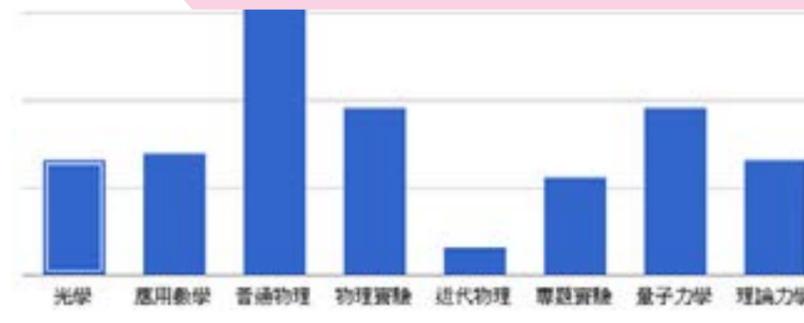
這次調查樣本包含了 20 間不同學校物理系同學的回應，有效問卷總數共 162 份

男女比

男女比例失調一直是交大這種理工科大學的特色，也是許多交大宅男們的困擾。而交大電物在這次調查中的男女比更是高達 6.9，究竟物理系在不同大學的男女比是否像交大電物一樣陽盛陰衰呢？答案是肯定的，經過統計，在這次填答問卷的各校同學同屆男女比高達 6.3。這個數字只比電物系稍少了一點，幾乎可說電物系的男女比相當於各校的平，證明身在物理科系，電物系的男同學雖稱不上幸運，但也不至於太糟，至少每屆都還可看到幾對班對。這次調查結果中，最突出的無非就是國北教了，他們的男女比幾乎等於 1，也許因為是教育大學的緣故吧！其他幾所師範大學的男女比也都相較來的低。不過，這些男女比有時更多是來自感受上的問題！畢竟我們不是真的掌握實際資料，而是根據受試者的回答所得到的統計。



你最喜歡的必修課是什麼？

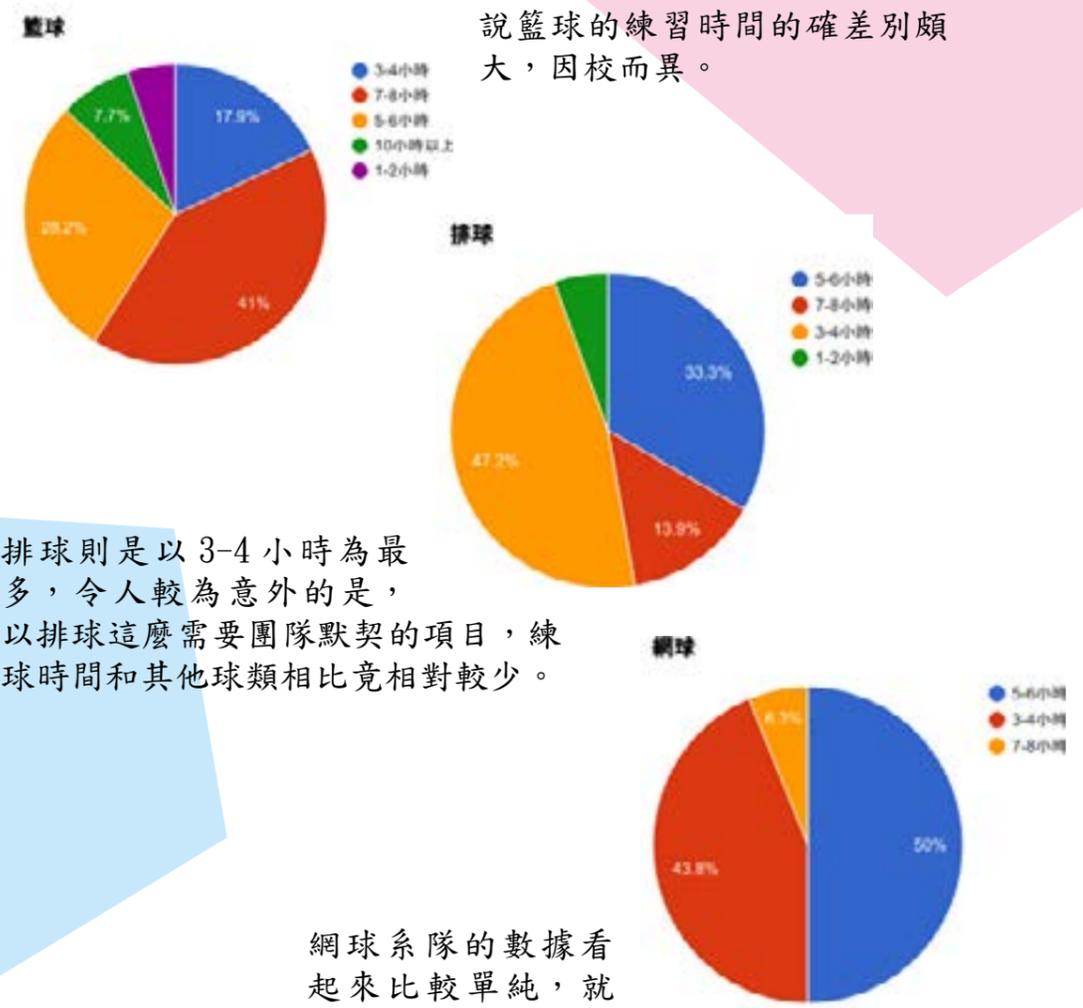
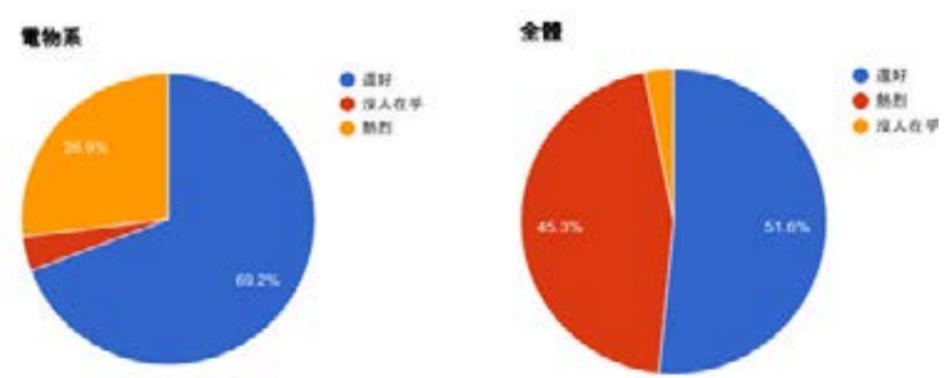


從表上，我們可以看出大家最喜歡的課是普通物理。普通物理大概是學物理的我們在進大學後第一個接觸的科目，也許是因為相比其他深晦的科目，普物對大多數人來說是一個平易近人的科目。當然，也不排除因為某些受試者是大一、大二，接觸過的課不多，所以普物課才有這項優勢。另外，實驗課的人氣似乎也都不小，看來大家比起呆版的坐在位子上聽講，有時更喜歡「做中學」。除了顯示出來科目外，還有一些人填了其他，有不少人覺得體育課才是他們的最愛，有人則是比較喜歡語文類的課程，最特別的是竟有人填了狹義相對論，不得不說，真是一位高手阿。當然要寫奇葩的答案就少不了電物的學生，竟有不少人填導師時間和藝文護照。

物理系的學生對戲對運動反應熱烈嗎？

在 162 份問卷中有 83 份覺得該校的學生對戲對運動反應還好，72 位覺得反應熱烈，只有不到 10 位的受試者覺得系隊運動沒人在乎。而這些覺得系隊運動沒人在乎的人，只有一位不是來自籃球系隊，這個結果實在令人出乎意料，畢竟籃球在大家看來是個那麼熱血的運動，感覺反應應該更加熱烈。而電物系在系隊運動的反應從數據上看，覺得和全體平均相較顯得不熱烈，在這裡還是要鼓勵大家在繁忙的課業後，除了可以宅在宿舍打電腦，多多參加系隊運動不但有益於身體健康，更能和同學們培養感情，當然最重要的是，勤於練球並培養團隊默契，我們才有機會在大物盃中拔得頭籌。

在各個球類的比較中，籃球的平均練球時間較長，較多比例落在 7-8 小時，但同時也存在一些系籃只練了 1-2 小時，可以說籃球的練習時間的確差別頗大，因校而異。



排球則是以 3-4 小時為最多，令人較為意外的是，以排球這麼需要團隊默契的項目，練球時間和其他球類相比竟相對較少。

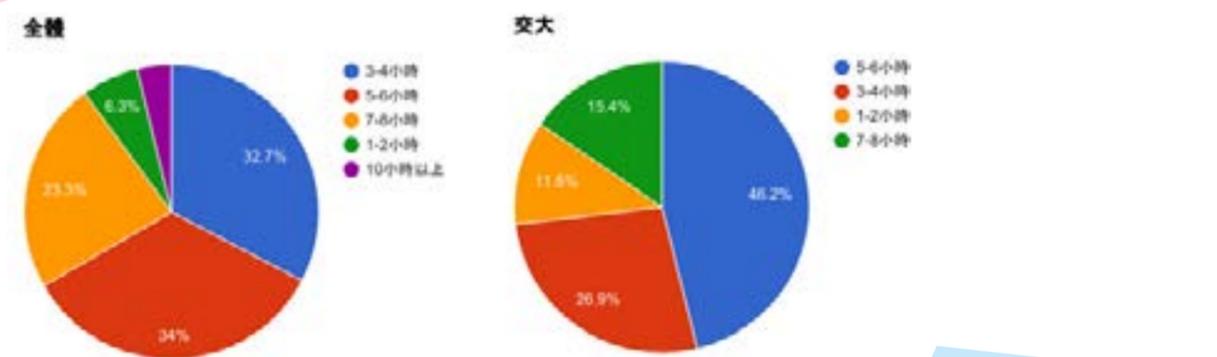
網球系隊的數據看起來比較單純，就是 5-6 小時和 3-4 小時大致各占了一半，再加上少數練了 7-8 小時的。網球方面感覺上各校沒有甚麼太大差別。

而羽球的圓餅圖和網球比起來就顯得較多樣化了，各個時段的都有一定的比例。



桌球則以 5-6 小時為大宗，有少數只練 1-2 小時的，但似乎沒有系桌練到 10 小時以上的。有可能是因為桌球不像其他球類，沒有了球桌，就

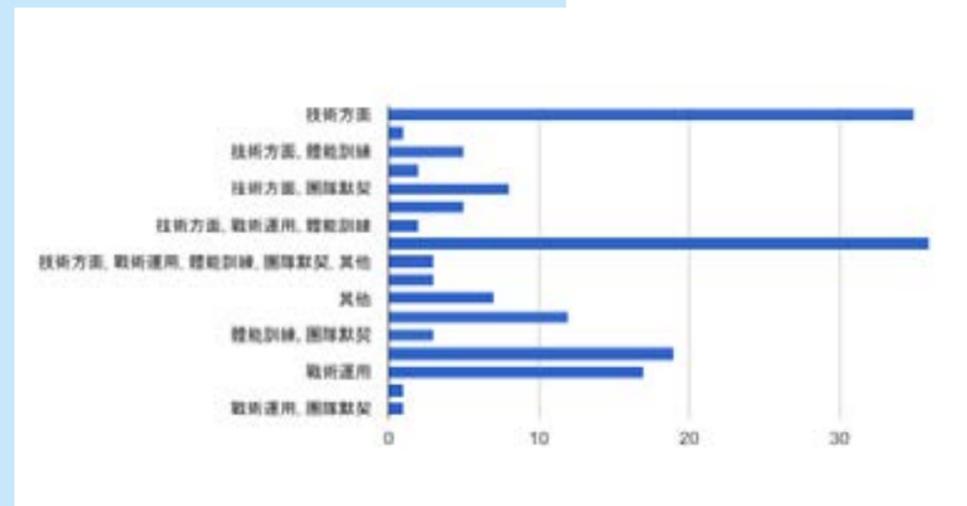
系隊一周平均練球時間



從上面兩個圓餅圖來看，在全體比例中 5-6 小時和 3-4 小時各占三成，另外 7-8 小時占了大約兩成多，這三個時段幾乎平均分配了所有比例；而電物系則是明顯的以 5-6 小時居多，3-4 小時為次，電物系內部的時間比例非但少了 10 小時以上的區段，1-2 小時的比例還比全體多了一倍。從這些數據看來，電物系的平均練球時間稍顯不足。

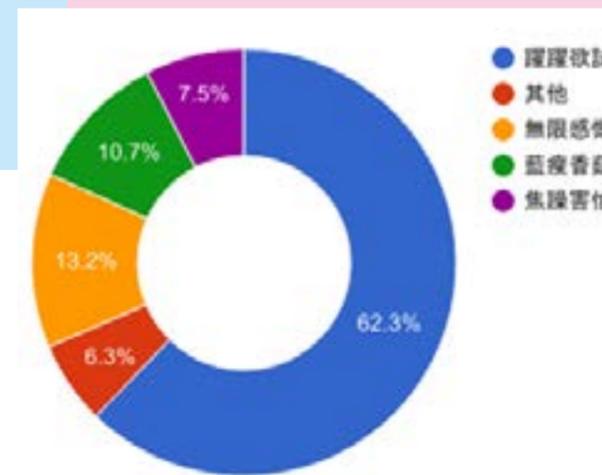


經過這次比賽，覺得自己的系隊有甚麼需要加強的？



若在賽場上與曾經身為隊友的學長較勁，有何感想？

我們時常有機會在大物盃遇到曾經與自己是戰友的學長姊，當看到熟悉的他們成為自己的對手時，大家的心情肯定很複雜，一方面開心能見到熟人，一方面卻要在球場上一較高下。根據調查結果，發現大家都是用相當正面積極的態度來看待，有高達六成的人表示他們對這種情況感到躍躍欲試。當然，也有少部分的人覺得感慨或藍瘦香菇，甚至焦躁害怕。



小編的話



一年前，什麼也沒多想就加入了系刊，從沒想到會有當組長的這天。很感謝你們總是包容總是遲到的我，也謝謝大家都很願意主動幫忙分擔工作，無法想像少了你們的我會是怎麼樣的下場。雖然路並不平坦，但終究還是走完了，是吧？我最親愛的夥伴們

廖卓穎



感覺上今年的系刊似乎遇到許多困難，很多我不曾預料到的狀況發生，每每都讓讓我有點措手不及。雖然這些狀況讓人心力交瘁，但透過這些，也讓我不只在系刊本身工作上學到了不少東西，對於自己和身旁的事物也有一些新的體悟，我想這就是今年的系刊比起去年給我的意外的收穫吧！

柯惠鈞



今年因為系刊人手不足就續任啦～不然挺想落跑的XD（畢竟不大有時間）不過既然留下來了，該做的事我也是有努力完成的！

鄧易鑫

今年的系刊，算是我大學生涯以來最具有挑戰性的一件事情了。除了人手不足造成的工作量劇增之外，今年新加的諾貝爾物理獎專題也讓我費盡心力，把上大學後就忘光了的寫作造詣全拿了出來。當然，完成後的滋味也是令人難以忘懷的。除了感謝系刊夥伴們外，也特別感謝仲崇厚教授不厭其煩的指導（原理我真的弄懂了OAO）。

莊曜華



「可以訪問大人物!!! 感覺很厲害!!!」這是我加入系刊組的理由。殊不知採訪的背後才是隱藏的深淵啊～逐字稿打得眼睛拖窗、耳力衰敗……但其實在打稿的同時等於是又複習統整了一次受訪內容，所以就順理成章的一點一滴吸收他們的智慧，只能說收穫大於付出啊！

龐志瑜



系刊組是一個很特殊的地方，工作五花八門，有很多想不到的事情發生。一個採訪，一篇專欄，乃至一本刊物的完成有很多細節可以學習，從加入系刊以來其實收穫到很多東西。

陳伯豪





壹

產業首選 · 通路標竿

大聯大控股是亞太區最大的半導體零組件通路商，總部位於臺北(TSE:3702)，結合旗下世平集團、品佳集團、詮鼎集團、友尚集團，員工人數約5,200人，代理產品供應商超過250家，全球超過94個分銷據點(亞太區約66個)，2016年營業額達166.5億美金。

大聯大控股開創產業控股平台，持續優化前端行銷與後勤支援團隊，扮演產業供應鏈專業夥伴，提供需求創造(Demand Creation)、交鑰匙解決方案(Turnkey Solution)、技術支持、倉儲物流與電子商務等加值型服務，滿足原始設備製造商(OEM)、原始設計製造商(ODM)、電子製造服務商(EMS)及中小型企業等不同客戶需求。國際化營運規模與在地化彈性，長期深耕亞太市場，連年獲得專業媒體評選為「亞洲最佳IC通路商」，穩踞全球第三大電子零件通路商。

大聯大以「產業首選·通路標竿」為願景，全面推行「團隊、誠信、專業、效能」之核心價值觀，以專業服務，創造供應商、客戶與股東共榮共贏。

大聯大控股成員



世平集團
WPI Group



品佳集團
SAC Group



詮鼎集團
AIT Group



友尚集團
YOSUN Group

EP 電物人
ISODE