

電物系刊

一〇〇學年度

系慶專刊



編者的話

系刊的宗旨一直是為系上的同學、教師、職員和系友提供系上大小事“update”的平台，從年度大事、獲獎教師到學生活動等等，而今年的系刊的發行恰好伴隨電物新系館——基礎科學教學與研究大樓的落成，自然成為今年系刊的年度大事。

在蒐集相關資料的同時，發現電物系友在整個計劃的推行扮演舉足輕重的角色，在陳衛國教授、張文豪教授等人的支持下，賦予系刊更高的意義——透過系刊去榮耀電物系友對於母系的貢獻。

2012/02/14 系刊總編輯



系友會長的話



大學這四年是人生最輝煌的一個時光，交大電物是一座寶山，如寶山就不要空手而回，因為是學生，應該要把課業都做好，當然也不能做書呆子，學生和老師的互動，應對進退，這也非常重要。這時同學的感情是最純真的，最值得去好好珍惜，不要一個人閉門造車，不和他人互動，失去獲取純真友誼的機會。這些你們在學時感受不到，畢業後，不論時同學間、校友間依然互相幫忙、鼓勵。

交大校友的情誼是很特殊的，其他學校畢業後就脫了線，像斷線的風箏一樣。交大校友會組織緊密，有台北、台北、高雄和美國的校友分會、校友總會，三不五時總會聚一聚，分享人生的大小事，校友在電子產樣相關的經驗也對自己的工作上有很大幫助。在創業前，有從事過兩份工作，應徵我得恰都是電物系的學長。總而言之，在校除了念書之外，生活學習的態度也是很重要。

校友會除了有聯誼性質外，也可以從外部為母系提供金錢等方面的協助，募款到電物系的系務基金。在電物系館這方面告一段落後，重點會放在提升電物系的素質、評比等，吸引更多優秀的學生來就讀。例如提供資金成立特殊專班，類似理學院學士班。或是成立獎助學金來鼓勵教學研究，也有打算建立常設的機制，提供學生短期的訪問、和國際名校做一些交流與合作。

2012/02/17 陳國源會長



由左到右：黃品絜同學、黃須白學長、
陳國源會長、陳毅同學

目錄

(一)本期專題：基礎科學教學與研究大樓.....	6
一、電物系館歷程：從一個想法到一棟建築.....	7
二、年表.....	9
三、基礎科學教學與研究大樓 設計與興建.....	10
設計與規劃.....	10
實際參訪：國際會議廳.....	12
興建剪影：萬丈高樓平地起.....	13
四、與姜長安學長談新館.....	14
系友會的相挺.....	14
電物系的向心力.....	15
(二)風雲人物.....	18
一、九十九年度吳大猷獎得主：張文豪副教授－暢談教學及研究.....	18
二、仲崇厚副教授－對量子力學還有人生都要問為什麼.....	21
三、九十九年傑出教學獎.....	24
趙天生 教授.....	24
楊毅 助理教授.....	24
四、九十九年優良教學獎獲獎人：鄭舜仁教授.....	25
(三)實驗室介紹 分子束磊晶實驗室專訪.....	27
(四)學生活動.....	31
迎新宿營 (交大電物&竹教音樂).....	31
(五)學生創作.....	38
一、小鬆專欄.....	38
我的蠢材夢.....	38
02 之夜.....	39
二、讀書心得.....	42
狹義相對論簡介.....	42
H. Bondi k-calculus 方法中都普勒系數 k 的合理性.....	43
編後語.....	49

(一)本期專題：基礎科學教學與研究大樓

前言

基礎科學教學研究大樓是交通大學學生基礎科學的教學大樓，亦是未來電子物理系的系館。

電物系為交大最早成立的系所之一，遷到光復校區後，不同的館舍一一建起，電物系卻遲遲沒有自己獨立的系館，空間上的分散、教室的不足在教學、研究上造成了諸多的不便，基礎科學教學研究大樓的落成，除了將物理領域整合外、其他不同領域的基礎科學教學也將以這裡為中心，是何培養跨領域的人才，而基礎科學教學研究大樓和科一、科二館比鄰，理學院將在同一個區塊內，對於長期規劃上更為有利。

當然新系館的建立並不是一件容易的事，這是一段將近20年的奮鬥史，期間系上的教授投入了難以計數的心血和努力，而歷屆的系友們更是發揮了極大的熱情和贊助，才爭取到了這一間系館。

以下介紹未來系館的建築和規劃，奮鬥的歷史及建築的過程。



一、電物系館歷程：從一個想法到一棟建築

（採訪朱仲夏教授、莊振益教授、陳永富教授、陳衛國教授、趙天生教授）
採訪/林中冠、沈君達、周家瑞、陳毅、蔡侃廷



學校發展史與電物系

自從交大在光復校區發展後，許多系所如雨後春筍般成立，但系所成立的速度遠比建築興建的速度，一棟建築總是必須供許多系所使用，在民國72年啟用的科學一館也是如此，電物系、應數系、應化系和光電所，如今很難想像科學一館這棟矮小的建築居然要容納這麼多系所，不同系的教授群可說是比鄰而居，電物系的朱仲夏教授就笑笑的講說：「所以老師們都很熟。」不過也因為如此，許多電物系的教授開始有成立新的理學院系館的念頭。科學二館落成後，原本規劃給電物系和應化系使用，在當時理學院院長郭義雄的建議下，由於學科之間的關聯性以及物理領域的完整性，改由材料系與應化系使用科學二館。之後，工程五館完工後，光電所也離開科一到工五。

然而隨著電物系的茁壯，許多實驗設備所需到的空間越來越多，儘管已空曠許多的科學一館依舊不敷使用，同時許多其他系所也在積極尋求擴張的空間。民國89年，工程六館通過校務會議，將它規劃給材料系與電物系共同使用，但電物系所得到的空間不足以將所有實驗室都容納進去。有鑑於此，在民國91年，當時的電物系系主任朱仲夏教授與陳衛國教授向學校提出加蓋計畫，Wing計畫：工六館是口字型設計，將它蓋成口字型以增加空間，以維護電物系的權益。陳衛國教授甚至自行繪製設計圖，用這些細節強調電物系真的需要更多空間。由於加蓋計畫會影響原本學校區域建設的規劃而否決，民國92年，工六館竣工，電物系被分成兩部分：科一與工六。

隨著電物系新系館的需求日與俱增，搭上教育部推動五年五百億的計畫，電物系開始積極申請，當時的交大校長張俊彥校長，當過電物系系主任，知道電物系的情況，並且支持電物系系館計畫能夠申請這個計畫，然而卻因為電物系才擁有工六新館，說服力道不足，而屢遭否絕。此時電物系友試圖尋找其他途徑來協

助電物系。

電物系友會與電物系館

受文者：如出席人員	時間：中華民國九十三年八月十九日
單位主管：朱仲夏	承辦人：陳敏玉
主旨：電子物理館籌建會議	

國立交通大學電子物理館籌建會議記錄

時間：九十三年八月十九日(星期四)下午十八時三十分
地點：台北福華飯店水仙廳
主席：姜長安 會長
出席人員：張俊彥校長、張豐志院長、姜長安會長(67級)、黃誌銘學長(66級)、高次軒學長(61級)、鍾祥鳳學長(61級)、林文伯學長(62級)、林蓋誠學長(63級)、林錫銘學長(65級)、侯紹文學長(66級)、杜興隆學長(66級)、徐紹中學長(66級)、黃鐘峰學長(67級)、劉丁仁學長(68級)、莊振益副院長、朱仲夏教授、黃凱風教授、趙如蘋教授、陳衛國教授、林志忠教授、林煥輝教授、范佳甄小姐

長最為積極。

在民國93年，當時系友會會長姜長安會長，在台北福華飯店召開會議，與交大校長張俊彥校長、理學院院長張豐志、理學院副院長莊政益教授、電物系主任朱仲夏教授、電物系教授們，以及幾位各級電物系友等共同研商，會議結論透過系友的捐獻申請興建電物系新系館，命名為「電子物理館」，除了可以解決電物系所各處分散的情況，跳過一般學校申請的緩慢行政程序，更是一系一館。可貴的是，在姜長安會長與系友們的共識，此次的捐獻是採取系級認捐的方式，是所有系友共同貢獻給電物系，代表所有電物系友的向心力。這些捐款匯入學校校務基金下的電子物理館帳戶，專屬電物系館的興建費用。



這段期間，朱仲夏教授與陳衛國教授每周辛勤地拜訪許多系友，向他們說明募款，溝通取得共識，積極想透過系友的幫助來改善電物系的情況。朱仲夏教授說：「那時候陳衛國老師買了一台新的C R V，我們坐的C R V到處訪問！」

後來五年五百億補助計畫的申請出現轉機，在當時理學院院長應化系的李遠鵬教授與副院長電物系的莊政益教授以及電物系的各教授極力之爭取下，以「基

礎科學教學與研究中心」的名義，整合所有物理領域相關，順利完成行政程序申請到五年五百億的經費。而原本系友的捐獻則改用在在新系館內部的建設、研究儀器設備，或是形成回饋型獎學金。

接下去繼任的交大校長，也是電物系61級系友，吳重雨校長，在治校理念注重系所的區域整合：cluster 概念，如莊政益教授的所言：校園系所的安排就像華容道一樣，唯有移開其中一個系所，才能夠全面移動進行區域整合，而建立新系館便可以達到移動的效果；因此吳校長更是支持此案。自民國98年開始基礎科學大樓開始建設，預計於民國101年完工。

二、年表

資料來源：校史館，總務處營繕組

1964民國53年

電子物理學系成立

1983 民國72年

光復校區科學一館竣工啟用。電物系由博愛校區遷至光復校區

1990 民國79年

校規會討論科三館規劃並向教育部提編預

校區整體規劃工作小組會議決議規劃新建系所大樓時，科三館列入優先考慮

1991 民國80年

校務會議決議房屋建築，科三館列為第八位，緊接在女生宿舍之後。(工六館列第九)

校規會決議科學三館於82年度預估5佰萬元之規劃費，綜合二館(工六館)則於下一會計年度列入預算。

1992 民國81年

臨時校務會議決議科三館排為第十位，第九位為女生宿舍，第十一為博愛一館，第十二為綜合二館(工六館)。

1993 民國82年

校規會決議：尊重原中程計畫所排訂之優先次序。

1995 民國84年

校規會決議同意理學院儘速規劃科三館，興建地點暫定於體育館與科一館旁之壘球場位置。

1996 民國85年

校規會決議擬新建館舍優先順序為:(1)科學三館,(2)工六館....。

1998 教育部營建工程小組討論科學三館或工程六館

2004 民國93年

光復校區工程六館材料系及電物系已搬遷進駐使用。

2005 民國94年

校務會議基礎科學教學大樓列第一優先新建工程。

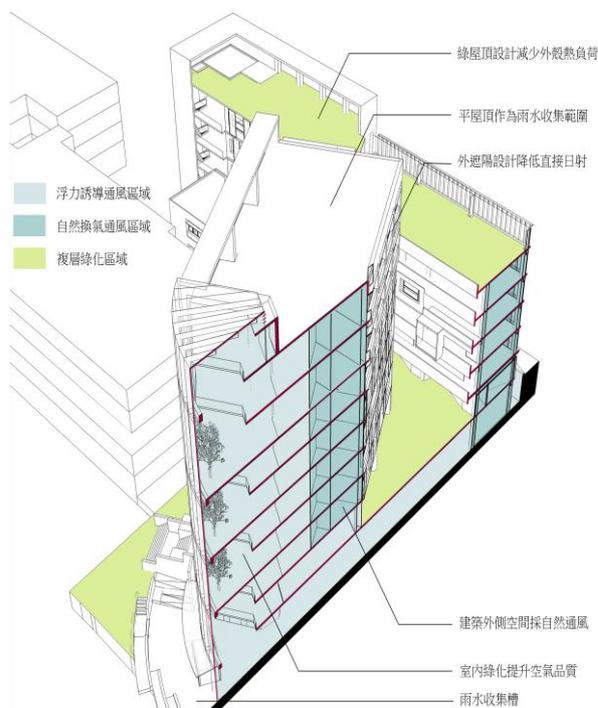
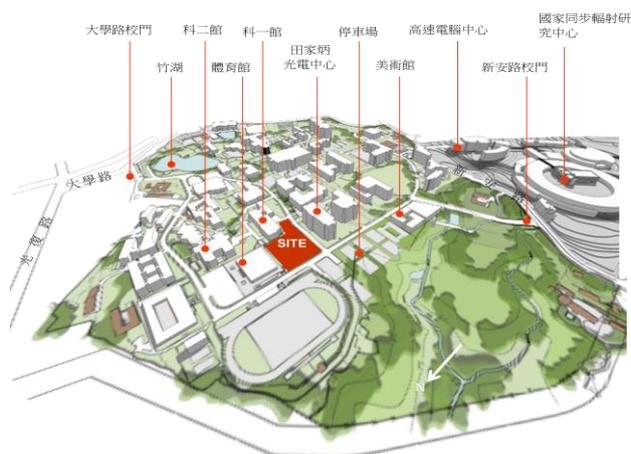
三、基礎科學教學與研究大樓 設計與興建

南大門進入校園，順著環校道路往下，比其他建築宏偉的基礎大樓自然而然地映入眼簾，弧狀充滿設計感的外觀象深刻，堪稱交大的地標。

科一、科二、基礎大樓（或稱科三）分別是理學院的三系應數、應化、電物的系館，同時將各種基礎科學的領域集合起來，達到理學院區域的整合。

設計與規劃

基礎科學教學與研究大樓佔地 6 1 9 0 平方公尺（約 1 8 7 2.5 坪），總樓地板面積總共為 2 1 7 3 0 平方公尺（約 6 5 7 3 坪），座落於體育館、科一館旁，北棟和科一館友走廊互相連結，有地下 1 層，地上建築外觀可分為南、北兩棟，南棟為地上 5 層，北棟則有 7 層，兩棟環抱 1 樓中庭。



綠建築設計概念

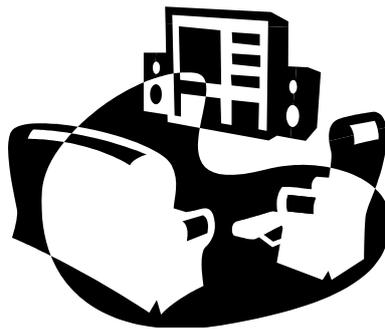
本大樓的外觀、主體結構和周圍景觀皆由潘冀聯合建築師事務所負責設計、規劃，由於是各領域的教學研究大樓，許多不同的實驗室各有不同的安全、防震標準以及管線的特殊要求，另外空間的應用規劃等等問題，都經過了建築師以及校方長時間的會議討論，來找到最好的設計。

設計時有考慮到日照、季風、交通動線、植被和周遭之景觀，建築物的安全、使用空間規劃、綠建築設計等等都是設計時有考慮到的因子。



全區配置圖

新館內將包含電物系、物理所、分子科學研究所之研究室和實驗室；基礎科學教學小組的教室：包含物理教學實驗室、微積分操作學習室、普化實驗室、普生實驗室；前瞻跨領域基礎科學中心；電物系系辦、教師辦公室、電物系學生活動室及學生圖書室等，將改善現有的空間不便的問題，學生將有更完善的學習及活動空間。



實際參訪：國際會議廳

採訪/ 周家瑞、陳毅

我們有幸受邀參加其中一場有關基礎大樓內部設計的會議，該次會議主題是國際會議廳：次軒廳（本廳設計是由高次軒學長捐贈）。

在會議前，系友會總幹事黃須白學長以及、6 1 級學長、教授們與設計公司的人員到現場探勘基礎大樓地下一樓、將成為國際會議廳的空蕩大房間。裝潢前的國際會議廳只有四面灰白的牆。想像再過幾個月，這裡將成為美輪美奐、的國際會議大廳，便不禁興奮地四處探望。大家東探西看，思考地下室的通風設備、以及可能造成之噪音問題、和其他許多細節的問題，一一提出詢問設計公司，而設計公司的建築師則拿出工程平面圖一一說明，另外地下室的各個實驗室、設計的細節和空間利用亦經過所有人仔細的檢視和討論，彙整過後在會議上討論。

每次的建築會議都是教授、系友與設計公司之間的溝通，互相提出需求、互相討論和妥協的過程。探勘工地結束後，回到會議室，除了裝潢的設計之外，本次會議有很大一部份著墨於基礎大樓的完工時間和經費問題。教授、系友都希望有在校慶，同時也是電物系慶（4月中）前國際會議廳能夠完工。由於系友在推動電物新系館的過程中，投入相當大的熱情和支持，扮演舉足輕重的角色，為了能夠感謝系友的勞心勞力，以及對系友飲水思源的情操，教授們希望能夠在基礎大樓的國際會議廳「次軒廳」，這個具有象徵意義的地點舉行系慶活動。值得一提的是，電物系教授們決議為了能夠使國際會議廳能夠如期完工，放棄了按部就班但曠日廢時的學校行政程序，採取經費運用上較為靈活的方案，也就是因為如此，設計公司對經費上存在疑慮，而這次會議便是釐清一切步驟與細節的最佳方法。

電物系的教授以及系友們每週都要進行一次到兩次的會議，教室的規劃、實驗室的規格和特殊要求、辦公室的裝潢等等，都要經過耐心、仔細地與設計公司討論，就是為了要讓新系館的一切能夠盡善盡美。

在會議中，面對設計公司的疑慮，學長一再拍胸脯保證，請設計公司盡快開始作業，不用擔心經費的問題，系友們一定會設法解決的，而張文豪教授在會議中講了一句發人深省的話：「有了目標一定有困難，困難是我們要去克服的。」雖然當時他是在強調完工時間，但是這句話也代表了電物系的系友和教授們爭取新系館的奮鬥和決心。



興建剪影：萬丈高樓平地起



四、與姜長安學長談新館

採訪/ 周家瑞、黃品絜、陳毅

在新系館的催生的過程中，系友展現出相當的熱情，我們特別訪問到前任系友會會長 67 級姜長安學長，看看系友在新系館建立時所扮演的角色，以及系友會對於電物系的關切。



前系友會會長 姜長安 學長

系友會的相挺

國立交通大學是中華民國行政院教育部轄下的一個高等教育單位，若要蓋一間教學大樓，必須經過教育部的審核，才能爭取到經費，而公家機關的行政運作速度並不是那麼得快，再加上當時電物系洽移進工成六館，在申請新館的立場上不夠足夠，為了盡早促成此事，當時的校長是曾經擔任過電物系主任的張俊彥校長找到當時電物系友會會長姜長安會長商量此事，提議說透過支付一半的興建費用，可以容易地申請到教育部另一半的費用。姜學長當時毫不猶豫地就答應了：「我們系友要募款，我們就馬上可以做了，我來協調物系友幫忙籌款。」

姜長安學長、66 級黃誌銘學長、61 級高次軒學長……等等系友，會同張俊彥校長、理學院副院長莊振益教授、電物系主任朱仲夏教授、陳衛國教授……等教師一起在福華飯店開會（詳見「電物系館歷程」），達成協議由各級系友同心協力籌措一半的預算，另一半由校務基金像教育部申請補助款，而當時系友也很熱烈的回應，有在台灣的系友們直持，也以從國外默默地捐款的學長。姜長安學長說：「大家在學校的時候對學校的感情也很濃厚，所以也讓電物系有好的教學環境大家也樂於參予。所以其這個錢沒有很困難，大家熱心都很高的，對將來長遠的感情凝聚，系務的推展都是有幫助的。」姜學長尤其提到，那些事業已有成的的

老學長們捐款不稀奇，是那些尚在人生奮鬥期、正在努力累積財富的系友們熱心的小額捐款更是讓人感到電物系的凝聚力。

後來，教育部推行「發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫」，也就是所謂的「五年五百億計畫」，交大便利用這個機會專款申請「基礎科學教學研究大樓」的建設，而由系友捐款募得之款項依然在交大校務基金的電物系管帳戶中，其用途便改用於提供相關獎助學金、提供良好設備和教學環境，例如 63 級學長黃民奇學長捐的無塵實驗室和以 61 級學長高次軒名義捐的國際會議廳「次軒廳」。姜學長說：「因為全台灣的小學等公立單位都把房子建得很牢固，但不會很美觀，我們就想怎麼讓學生進去有很好的 wifi，教育的環境，大會議廳。」其中大會議廳就是指基礎科學教學研究大樓的國際會議廳「次軒廳」以紀念 61 級高次軒學長，高次軒學長是國內最大網通公司友訊科技的董事長，亦是一名運動健將，籃球、棒球、足球等都十分厲害。在就讀交通大學時，在梅竹賽時擔綱重要角色，是交大的風雲人物，畢業後對母校、同學的關心和愛護不遺餘力，由於他對運動的熱誠以及交大的關心，曾重金禮聘中國的籃球國手擔任交大籃球校隊的教練。在各級學長以及高學長的夫人的支持下，於是國際會議廳取名為「次軒廳」，以紀念已故的高次軒學長。

電物系的向心力

「早期在資訊產業很好的時候，很多媒體在報導台灣的資訊產業，都說交大在其中表現很重要很突出。因為當時交大像是很大的電機系，大部分三分之二的學生畢業出來在台灣的產業的勢力是很大的。」當時電子物理系畢業的系友，在台灣的 IC、資訊產業蓬勃發展時，由於受過不同於電機學院的專業訓練，例如：量子力學，固態物理等，在發展上相較於其他系所教有優勢，創業成功的人不在少數，很多人都在相近的專業領域一展長才，聯繫上比較緊密，人脈上的幫助也比較多。姜學長就說：「當時剛好大家都進到這個產業，當時大家系友都有互相扶持，我也不是說念書念得特別好，但是如果我碰到一個問題，我很容易打不超過三個電話就可以找到答案，因為我的同學都很有學問。」

「為什麼說電物特別好？因為你的機會特別好，而大家在產業都有互相連繫。」

姜長安學長藉著這個機會像現在年輕的一輩建議：「我覺得有一個大部份同學在年輕的時候不太能夠體認到的價值，慢慢有社會經驗的才體驗，但越早體驗越好，那就是『人』的價值。在學校就是念書，把成績念好，有更好的條件，

在這方面一直累積你的資源；另一方面就是人際互動。成功要許多人的幫忙，人的關係是逐漸累積，你要幫助很多人，別人也才願意幫助你。」



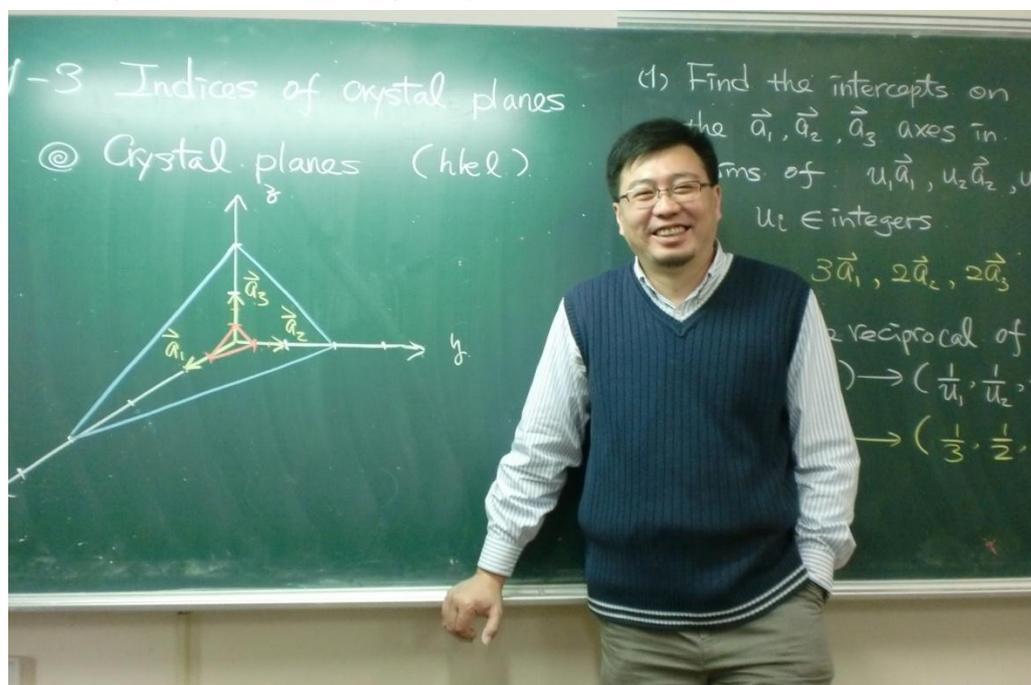
由左到右：黃須白學長、黃品絜同學、姜長安學長、陳毅同學、周家瑞同學

(二)風雲人物

一、九十九年度吳大猷獎得主：張文豪副教授—暢談教學及研究

採訪/ 周家瑞、陳毅

張文豪教授是電物系的風雲人物，不論是在教學和研究上都受到相當的肯定，在校內獲得九十八年傑出教學獎，並且成為九十九年度吳大猷先生紀念獎得主，在當時系主任趙天生教授的推薦下，決定採訪張文豪教授。



教學理念

張文豪教授在教學上不只有傑出教學獎肯定，事實上，學生們都相當喜歡這位老師，包括筆者我。近四年教授都是在大學部開電磁學，此門課除了學長姐們的一致好評，在親自修過教授的課後也覺得相當不錯。當然我們得趁著個機會一探教授的教學精神。

「我很不幸教了第四年(電磁學)。」教授突然說，我們突然一陣錯愕！經過教授的一番解釋才明白教授教一門課為期三年比較適合。

「同樣的話一直講，你會以為學生都懂，很多細節你會忽略掉，你會忘了他們是freshman，第一年教的比較差，第二年教的最好，第三年之後就一直往下掉。」

「在第一年教的時候常常會有些支離破碎，因為我們不曉得學生在哪裡會卡住，我們當學生的時候在某些地方會卡住，可是現在學生不一定，但是每一屆學生會卡住的地方有些共通點，第一年教學生時要熟悉學生的反應，第二年就會比較好。」

第三年後，教那門課的熱情會一直在減低，有點像放錄音帶一樣，有些地方連笑話都懶得講，因為你會忘了有沒有講過；教一門課我們都要準備，教到第三年都不用了，都記的很熟了，然後人都會怠惰，教授要不斷的求新求變，所以最好是三年後就把這門課換掉。」

接著教授分享了備課的秘辛「我們教你們也是要很仔細的把一本書從頭讀到尾。」「我在學電磁學時也是你們這個年紀，之後會在翻書也都是要用到時才會，而且翻書也是很瑣碎的看，會很通盤的看也是在要教你們時才為做。」

「我們準備一門課也需要半年到一年的時間，把一本書從新在消化過，看要怎麼幫你們理解。」「帶到課本中，課本才是你們學習知識的地方，我算是導讀者，引導你們去讀他，你覺得有用就來上課，盡量不要考太難。」

身為電物系的專任教師，張文豪教授對於我們在大學部所受到的訓練相當有信心。「電物系的訓練的廣度夠。」「大學部的訓練重點是廣度而不是深度，當你們出去的時你們會發現你們比一般物理系學生強，因為在電子學的背景比較多又比 double E(Electronic Engineer)的學生強，因為你們物理的背景比較多，他們當然也有比你們強的地方，其實就是各有長處。你要這樣想，很多 Double E 的東西，你可以花時間彌補起來，可是物理的東西要花相對久的時間，你們在年輕精華歲月要去面對比較基礎的問題，基礎問題比較容易往應用方面延伸，如果一開始就從應用的角度切入，很多基礎問題會沒有能力處理。」

雖說大學部需要廣泛的知識，但教授仍建議我們不要修太多課。「不要修太多課，我強烈建議不要修太多課，修太多課代表沒有時間去思考問題，在必修課規定之下不要修太多專業科目，專業課程其實你碰到在學，不用急著去學，所為廣度，指的不只是科學，還有人文的東西，你們應該培養更多的興趣，未來你們做研究，或有科學背景的，你們還要有 life，不能只是硬梆梆的科學那你會非常的 boring，你們去開創自己的人生，，很多過程是不可逆，大學四年，專業的東西只有你想過消化過才會是你的東西，你只要沒有想過，那些東西都不會留下來，如果這門課你有認真的想過，再去解問題，想不通，直到在另一門課你突然想通這東西你就留下來，不要修太多課，多想問題，單獨某些科目去深入，其他的多多發展自己的觸腳。」

研究心得

本次採訪的目的除了要訪問教學外也要訪問研究，而且研究才是教授生涯的重點。而教授榮獲的吳大猷獎便是肯定在研究方面的成就。「以國科會為名義，頒出的算是年輕研究獎，他只給比較年輕的，以前是 40 歲，幾年前改成 42 歲。在國科會以下有分不同的處，有工程、自然、生物、人文，不同處底下分不同學門，自然處底下有分物理、化學、數學、地科，，而吳大猷獎是每年每學門一個人。」

「吳大猷獎是用遴選的。門檻是看論文質量，看近五年的研究發表，發表在哪些期刊，像是 physical review letters。總之就是看論文。每個老師都要向國科

會申請計畫，國科會在核定計畫時也在看論文。」

教授笑笑，回想到他以前到實驗做專題的光景。「我在念大三去做專題時，一進實驗室第一件事是收螺絲，教授就給我一支游標尺然後開始分類螺絲，然後再來是分類 O ring(真空管)，光這兩項就耗了兩個月，然後再來是拆 diffusion pump 拆完後再裝回去，那時候我專題題目是在做超快雷射，有兩道雷射光，有一道光分光之後要通過一個路徑馬達，一個反射鏡，把他 delay 後再回來，那時候他給我一個軌道，軌道需要控制，控制就要我去用齒輪，在用路徑馬達去推動，所有機械裝置電路板，那時候我第一次知道電路板要自己洗，去電子材料行，去買現成的電路圖，用投影片去塗黑去洗一個電路板，再去買電阻電容，最後設計一個東西用電腦控制。」

教授說其實研究對教育下一代來說也是舉足輕重的。「大學的研究不一定和產業有關係，因為當產業可以做研究，就不需要大學了，他的錢和人力是遠大於大學，他們不太需要大學，產業有興趣的問題是可以自己解決的。你們現在如果把大學研究所當職訓中心，就太可惜了，應該是就去學一項新的東西，越新的東西你能找到的資訊越少，就要從舊的資料中，和基礎科學知識如何一點一滴的去解決，這個過程培養解決問題的能力，這能力不是課本也不是學業成績很高，大學時的成績不代表以後做研究做很好，有一些人當能明確告訴你怎麼做是你知道該怎麼做，你可以做很好，可是當你們開始獨立自主時，就會做不到，問別人也是白問，因為情況不同」

對學生的期許以及建議

「做科學最重要的三件事，絕對不能離開這三個東西：生命、生活、能源，是我當學生時我的老師告訴我的。生命是無價的，所以人類會想盡辦法對生命的可控制性可以提升生命的研究不會停止只要人類來存在；能源，地球的能源是有限的，所以只要和研究能源有關就長長久久。」

「生活，像是高科技產業、電子方面的研究，不就是在改變生活，這些科技都需要一些基礎科學慢慢墊高起來，也因為有這樣的需求才会有這樣的研究，不斷創新的研究也 create 新的需求、使新的需求變的可能，所以這樣的研究也永遠停不下來，我們的 Apply Physics 都涵蓋在這個範疇中。」

「你們要想你們未來是要帶領整個時代的人，要把自己有這樣的自我期許，而不是我就是要當一個工程師，要帶領下一個世代，要成為下一個張忠謀，下一個郭台銘，哪你就要有不一樣的眼界，你在學校學的要領先現實二三十年，才会有更大的視野去往前看。」

二、仲崇厚副教授—對量子力學還有人生都要問為什麼

採訪/ 林中冠、沈君達、蔡侃廷

仲崇厚教授在「非平衡量子相變與臨界現象」方面突破性的研究成果刊登上著名物理期刊—物理通訊評論(Physical Review Letters)及物理評論(Physical Review B)，成為凝態物理基礎研究課題上的先驅論文。利用此期系刊特別採訪這位電物系的才華洋溢的研究者



研究主題

「關於凝態物理的材料的研究，是一些有很多原子很電子組成的固態系統的材料量子力學現象。這些現象包括，金屬、半導體、超流體各種的氧化物的塊材在低溫時因為量子力學而產生多體物理的現象，而所謂的多體物理是指系統中的原子和電子很多，而因為數量很多所以會場生一些新的量子現象、collective 的現象，而不是只了解單一個粒子所能夠掌握的現象，例如說；超導現象、磁性的現象、量子霍爾效應、雌性雜質等的，這些都是很多電子在低溫的時候會形成的 ground state，而這些新的 ground state 會有很多在實驗上所能觀察到意想不到的現象，所以我主要是在研究這些新穎的量子現象。舉一個最簡單的例子來看，就是高溫超導體，在 1986 一群實驗物理的物理學家在鈦鈹銅氧化物中發現了高溫超導的現象，高溫超導差

小檔案

1991年台灣大學物理學士
1993年台灣大學物理碩士
2002年美國布朗大學物理博士

2009年以「非平衡量子相變與臨界現象」(non-equilibrium quantum phase transitions and critical phenomena) 獲得突破性成果，登上物理頂級期刊Physical Review Letters

不多是在七八十 K 到一百多 K 就會有超導現象，到目前為止三十年都還沒有一個好的理論可以來解釋這個機制，高溫超導的實驗雖然做了很多，也做得很仔細，但是其實他的理論部分是很缺乏的，而我的興趣便是在這方面的理論，看有沒有甚麼好的 model 去解釋這樣的行為，至今能想出來的好的 model 都無法很完整的解釋高溫超導，但有一部分的人認為就現在的理論已經是很完美了，剩下的只是一些實驗上的小細節而已，但這些人的想法，還是未獲得凝態理論物理領域的人的認同，所以還是有得做。」

「還有一些有趣的量子力學現象，就是在有兩個或兩個以上的 ground state 的系統中，在的低溫時會互相競爭，而在兩個 state 勢均力敵的時候，會存在一個臨界點，而在這個點附近的量子行為，便稱為量子臨界行為，而這個問題也是我最近幾年一直想做，也做了不少這方面的問題。量子臨界現象是一個很新的研究課題，在固態的系統中，可能會不只有一個 state 存在在系統中，在一個多體的環境中，可能會存在著很多的 state 互相競爭，高溫超導現象也是如此，如果你沒有參雜一些有電荷的元素的話他是絕緣態，但你參雜之後你的材料可能變成超導態，而從絕緣態變成超導態稱為 quantum phase transition，這個相變是不同於古典統熱物理的相變，像 classical phase transition 是跟溫度有關，而這跟量子力學中的相變是不同的狀況，因為量子力學告訴我們，即使在零溫的時候，粒子還是擁有一些動能這叫做 zero point motion，這是因為測不準原理所造成的一個現象，所以量子現象之所以會改變則是在零溫時的這些 state 互相競爭的結果，由於這些量子力學的擾動，所以會讓我們的状态 會轉變到另外一個 state，而有一些新的量子相變也因為這樣產生，而我的研究興趣便在於怎麼發現新的量子態和量子相變。」

「在今年三月的時候，交大的首頁有擺上我研究的成果，也是簡單的介紹一下有關量子相變這方面的研究；而我最近在做的是量子點導電度的量子相變，是有關量子點導電態根絕緣態的量子相變，就是說量子點跟他周圍二微電子氣的電子呢會有一個自旋跟自旋反鐵磁的 coupling，這個效應在傳統金屬加有磁性的雜質裡面已久有一個效果了，因為磁性的雜質的 spin 跟周圍電子的 spin 有反鐵磁的交互作用，所以在 ground state 的時候是這個反鐵磁的 coupling 主導，而這個 ground state 在有雜質的金屬之中造成的是電阻上升，而這個實驗現象已經被 Kondo 解釋所以稱 Kondo effect，但在量子點的系統裡面，這一個二維的電子氣是由半導體的砷化銻這類的材料所組成的 interface，在這個系統裡面可以由人工加一些電極，如此一來電子氣會局限在這個很小的範圍裡面，則是所謂的量子點，所以 Kondo effect 幫助這個幾乎是一維的 channel 的 transport，他有決定性的影響力是因為反鐵磁的 coupling 會導致墊子會從一邊的導線經過量子點到另外一邊，月有這樣的 Kondo effect 而他的導電度會越好，但如果你的導線裡面有另外的 interaction 例如說庫倫排斥力的話便會減低這個 transport，而這個便會造成競爭，所以電子電子的 coupling 裡面庫倫的排斥力跟 Kondo effect 會是一個競爭的關係，便會出現量子臨界行為，而我最近便在做這樣的研究，關於 Kondo effect 在於

quantum dot 裡面所可能產生的新的 ground state 或是說人家已經知道但還未在實驗室實行的 ground state，以及 Kondo 跟新的 ground state 的量子相變。」

學術生涯中的導師

「一位是在布朗大學做研究的指導教授，他影響我很多態度及研究方法，他大概三十歲左右就當助理教授，他讓我感覺到做研究的一種熱情，還有對學生的幫助，是讓我很敬佩的，他在高溫超導的領域有一定的地位，當時他還是年輕的教授，對於學生有一種教學的熱忱，我覺得在他的指導底下會得到啟發，例如他會舉很多例子，誘導我往正確的方向去思考，同時也會要求我能夠多花一點時間來在研究上面突破。從大學到碩士，自己做研究得機會並不多，真正到博士的時候才是自己處理自己的研究，教授只是給的方向，其他的細節都要自己想、自己完成。這一方面等於是從頭開始學，他是一個很好的教育者，他不直接批評，取而代之的是鼓勵，循循善誘，是一個人很好的人，而他同時對自己的要求很高，不會隨易妥協，我在學術上遇到了一些瓶頸，都是慢慢從他的鼓勵及幫助之下克服，到博五的時候我已經可以自己處理滿多的事情，清楚表達自己的問題，這就是他給我最大的幫助，讓我能獨力完成研究，自我學習、對自己負責。在博士那時候有一篇文章在要投稿的時候，發現計算上有一些疏忽，給我不小的打擊，在很細微的地方，發現是自己沒有考慮到的，雖然及時發現問題，還是讓我覺得自己做事不夠嚴謹，這件事使我再自檢討自己，對我未來研究之路有不小的影響。」

「另外還有一位，我在德國做研究的時候，有位資深的老教授，他雖然快退休了，但每天還是早早就開始作研究、想問題、和學生討論，我從他身上學到的是對研究的態度：孜孜不倦，就算他快退休了也不會怠惰，作研究仍然嚴謹，很有教學熱忱，對學生不會隨便應付，時常正面鼓勵我們。我想目前台灣的學術界中，很多資深的教授仍會有些傲氣，這對整個科學進步我認為是一種阻力，老師和學生爭論文刊登、教授間互相攻擊理論之類的事，模糊了原本從事科學研究的目的。我舉的這兩位教授就是言教身教都很值得我學習，也事很多人都需要學習的，謙虛、提攜後輩、包容力，這就是他們影響我最深的事。」

三、九十九年傑出教學獎

趙天生 教授

獲獎科目：電子學

介紹：

教授認為，教學效果的好壞將影響學生一生的志趣，而電子學是進入電的世界共通的課程，主要是有關類比信號放大的設計與應用，若教得好，對電子設計有興趣的同學會有引人入勝的效果。

上課時會將課程規定以及跟這門課有關的發展和其他專業科目，也就是課程的地圖和同學交代得很清楚，並且站在學生的角度提出問題，全力幫助學生學習，尤其是利用作業和隨堂考是掌握每個學生的進度和出席狀況。

教授在課堂上會舉實務之例證，以提高學生興趣，如：頻率響應與音響，給學生看半導體矽晶圓實物與 IC，以增加學習樂趣，上課時還會和學生分享自己讀過的，有意義的書，或是其它很有用的經驗分享，有上過趙天生教授的電子學的學生，應該有聽教授提過「負回饋」的重要性，無論是在電子電路的設計或是處世的方法上。

相信學生都會對教授的好脾氣和用心的教學留下深刻的印象並獲益良多。



楊毅 助理教授

獲獎科目：普通物理

介紹：

楊毅教授所負責的普物是針對外系開設的，不過身在電物系的我們依然在應用數學此門課對這個老師的風格有所認識。老師的風格如我們在課堂上體驗到的：利用投影片一步一步將複雜的一門學科深入淺出地介紹，再透過基本的評量來檢驗我們的學習程度。

透過觸控式螢幕，老師將投影片變成黑板，在上面計算演示，課後將投影片上傳到教學平台上供學生下載，以便學生在課後翻閱教課書複習時，能夠有個提綱挈領的指引。



除了新潮的教學工具，楊毅教授在正式介紹課程前都會來一段有趣的歷史回顧，說明某門學科發展的緣起。例如我仍印象深刻的在複變分析的第一堂課，老師用特殊的口音，幽默風趣的語句，引人入勝的劇情，介紹過去數學家們為了「比賽」解方程式，而發展複數變數計算。

老師在評分上的理念著重於概念的釐清和基本技能的掌握，考試不是在考倒學生，而是在判斷學習狀況。分數有很多比重放在作業，便是希望我們能夠落實課後複習。

楊毅教授在近幾屆都負責大學部的應用數學，獨特的中文口音讓大家耳目一新，相信大家都歷歷在目！

四、九十九年優良教學獎獲獎人：鄭舜仁教授

介紹：

鄭舜仁教授上課時十分重視物理觀念的理解以及實際的應用，除了數學的推導之外，物理的圖像建立更是教授上課的重點，除了教科書的內容之外，教授上課時還會不時舉出例子，說明在實際的研究、實驗上，這些簡單、深刻的物理模型如何應用。

另外，學期的專題作業亦是對於學生學習上十分有幫助的，以教授開的量子力學導論(一)這門課為例，專題作業便是學習數學運算軟體來做物質波函數的計算、繪圖，透過题目的引導，配合課本上的例子，讓學生親手操作，並做出一份報告，更能深刻體會上課的內容，數學工具和打報告的格式等細節問題，都對學生以後在研究時非常的有用。

以深入淺出的方法和實際應用的例子，讓學生理解物理的觀念和圖像，透過作業讓學生學習到有用的工具，教授上課所教的東西不會太艱深，但是一定是重要而有用的，務求學生對於物理有透徹的理解和深刻體會。



(三)實驗室介紹

分子束磊晶實驗室專訪

訪問/陳毅、周家瑞

民國 98 年周武清教授參與國科會自然處「新穎材料開發及元件製作計畫」，從事二六族半磁性半導體磊晶核心設施之運作與新穎物理研究，由國科會補助一千五百萬元採購二六族半磁性半導體分子束磊晶核心設施。另外國立交通大學補助四百六十萬元及頂尖大學計畫補助六十萬元，建立完整的 SVT 二六族半磁性半導體分子束磊晶系統，成立了分子束磊晶實驗室。

周武清教授的研究專長為半導體物理、奈米檢測、分子束磊晶、半導體奈米結構之製造與特性測量，這邊將就「分子束磊晶系統」做介紹。



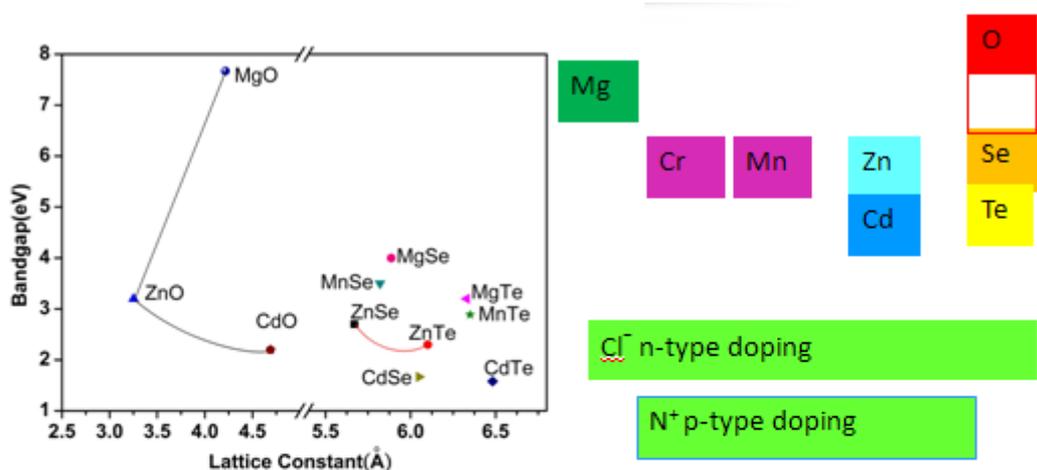


分子束磊晶系統

上圖為二六族半導體分子束磊晶的核心設施，一般三五族半導體大部分是在以矽為基材，摻雜入三族元素如硼，成為帶正電的電洞較多的 P 型材料；摻雜入五族元素如氮、磷、砷，成為帶負電的電子較多的 N 型材料，而其它種半導體例如氮化鎵為現在熱門的光電材料。

而半導體的製成有很多種，例如化學合成方法、雷射鍍膜、蒸氣鍍膜、磊晶等等，磊晶(epitaxial)亦是其中一種製程方法，利用純度很高得塊材所產生的蒸汽(類似昇華的概念)，在高度真空的環境下附著到基板上來合成半導體，是所有製程中最為費時，純度最高的方法，合成出的材料一般為學術研究所用。

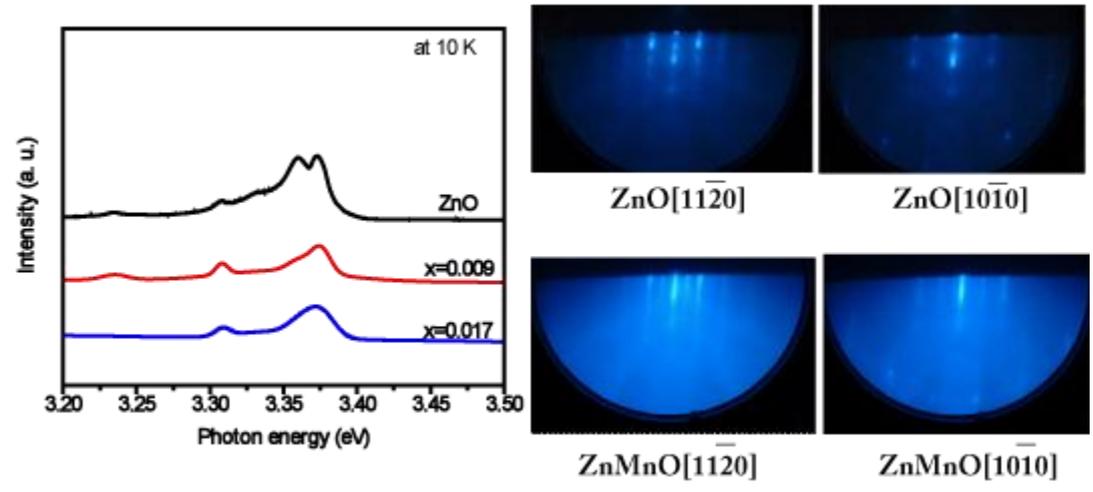
這部儀器以鋅(Zn)、錳(Mn)、硒(Se)、鎂(Mg)、鎘(Cd)、鉻(Cr)、碲(Te)、氮(O₂)、氧(O₂)、二氯化鋅(ZnCl₂)十種作為合成原料，在低於 10⁻¹⁰Torr 的真空室中合成，其中氮(O₂)、氧(O₂)部分是以電漿型態進入合成室，用外加電場控制。



- Binary compounds: ZnO, ZnSe, ZnTe, CdO, CdSe, CdTe
- Ternary compound: ZnSeO, ZnMnO, ZnMgO, ZnMnSe, ZnMnTe, ZnSeTe, CdMnSe, CdMnTe, etc.....
- 2-D quantum wells and 0-D quantum dots:
ZnO/ZnMgO, ZnTe/ZnMnSe, ZnMnTe/ZnMgSe, CdMnTe/ZnTe, ZnCdSe/ZnSe, etc.....

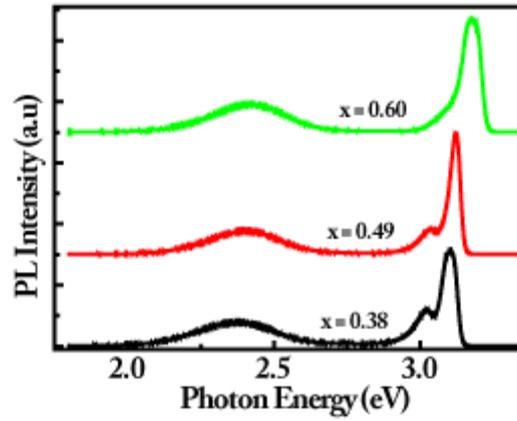
樣品提供

而在合成過程中，可以透過調整原料、基板和真空室的溫度來找出不同條件下的合成速度，以及各種不同的特性，例如量測光譜做合成出的樣品的光性量測，或是交由其他實驗室幫忙做磁性量測，下圖為實驗室做的光譜：

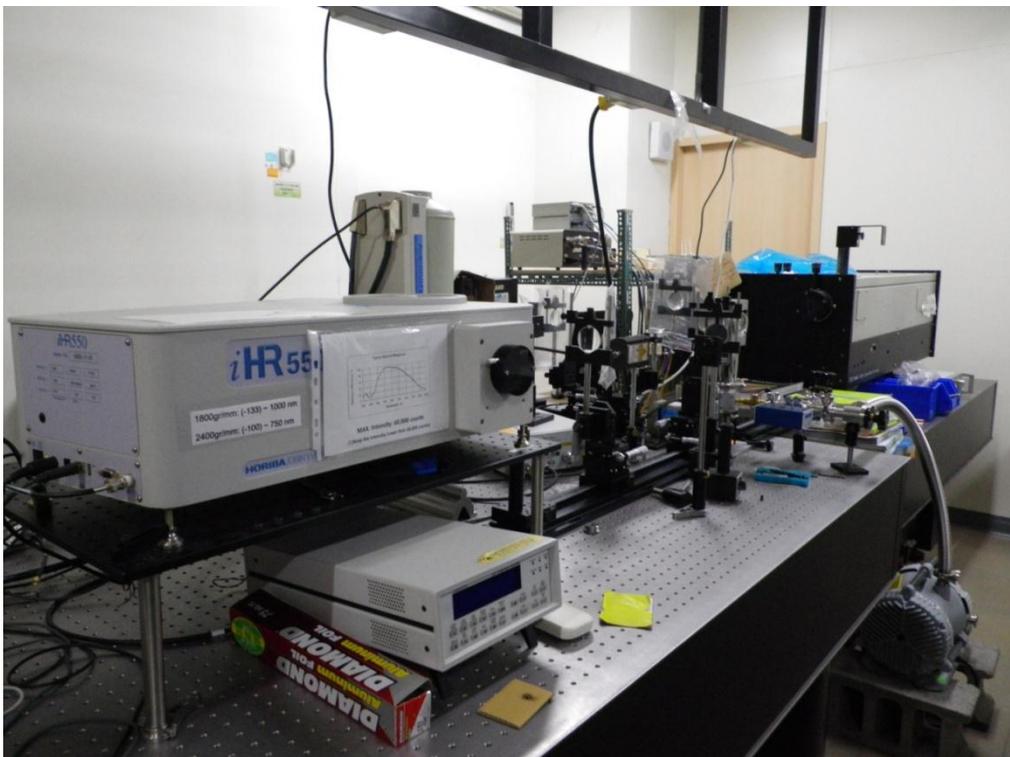


Zn_{1-x}Mn_xO epilayers, 0 ≤ x ≤ 0.17 were grown by plasma assisted MBE

Zn_{1-x}Mg_xSe PL



Zn_{1-x}Mg_xSe epilayers, $0.38 \leq x \leq 0.60$ were grown by MBE



分光光譜儀

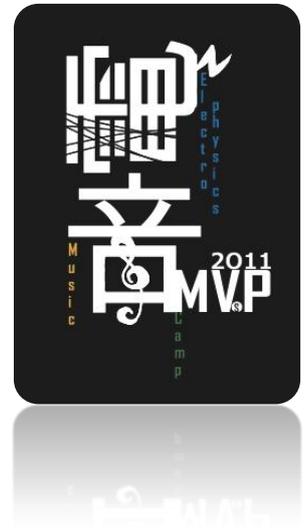
感謝簡崑峯學長的介紹，以上樣品提供圖片及光譜出自實驗室網站:140.113.20.100

(四)學生活動

迎新宿營 (交大電物&竹教音樂)

採訪/ 黃子麟

初為大學新鮮人，對大學充滿了好奇，對部分的男女生來說更是一大解放，不用再面對放眼望去皆為同性的窘境。為了讓學弟妹們快速熟悉彼此和學長姐，增進情誼，特別和新竹教育大學音樂系合辦了迎新宿營。如此一來，不僅能和電物系更加親近，又能認識專精不同的外系朋友，體驗一下大學多采多姿的生活。為了能讓學弟妹及參與宿營的每個人留下美好的回憶，早在學測放榜的同時，各個工作人員就已經著手開始策劃接下來的活動，包含活動組、組輔組、美宣組、生器組以及高層和值星官。以下簡略介紹各組所司之職：

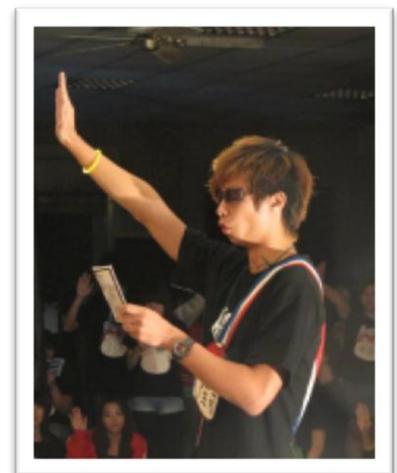


1.高層：包含總召及執祕，宿營的發起人，監督各組，做出重大決策。



2.值星官：掌控秩序，不論是平時開會還是營期間，確保活動按計畫進行。但營期間也故意藉威嚴來搞笑，如集體懲罰小隊員。

3.活動組：負責營期間所有活動，包含晚會、夜教、大地遊戲、RPG、賭場、營火晚會、值破(卸下值星官的威嚴)、小隊劇及感性時間。





4.組輔組：負責早操及營歌教唱，營期間是小隊員的貼身保母，確保他們的安全及溫飽，帶領小隊員玩各個活動，炒熱氣氛。



5.生器組：宿營的幕後功臣，各場地租借佈置、器材租借、遊覽車及伙食準備，並兼副總務的職責。



6.美宣組：負責小隊員及工作人員的名牌、營手冊及營期間所有道具(夜教、晚會大小戲、RPG……等等)



準備過程大家可說是費盡心力，從零籌到二籌、組內常態、教召及最後的總驗，每個工作人員都竭力地預先試跑每個活動，檢討缺失，並作出改善調整，讓活動變得更加完美。活動組一次又一次地爆肝讓遊戲更加有趣，戲中劇情更加爆笑，晚會更加令人難忘；組輔組扯開喉嚨，放開四肢，賣力地練習早操，盡心地想讓小隊員們有個難忘的回憶；生器組不停地奔波，事先準備好各個活動所需的場地、器材和瑣碎的小細節；美宣組費盡心思設計出亮眼的營服、美麗的名牌和精緻的道具；高層善盡督導的責任，並規畫出流暢的行程。過程中，同儕之間的情感更加濃厚，友誼的橋梁無形之中更加穩固，之中更有愛情的幼苗悄悄地蔓延，大家付出的時間和心力交織成一段大家難以忘懷的共同回憶。



到了眾所矚目的營期，便是收割平時努力的果實之際了。流程：

第一天：小隊員集合 破冰 晚會 夜教

第二天：早操 大地遊戲 野炊 賭場 營火晚會

第三天：早操 RPG 烤肉 值破 小隊劇 感性時間

此次營期全在苗栗香格里拉樂園進行，第一天的晚會先讓大家大飽眼福，勁爆的男女舞讓大夥目不轉睛，大戲小戲令大家笑得人仰馬翻，笑果十足，晚會最後特別加了一段跳舞的部分，讓大家感受了在舞池盡情跳舞的暢快，盡情奔放自我。



晚會結束後緊接著是每個營隊必備的驚悚刺激的夜教，讓小隊員體驗鬼屋可怕的氛圍。不同於以往的是，先前的夜教地點都在交大，這次大突破直接辦在香格里拉樂園，恐怖指數直直往上衝。在教召和總驗時就已把組輔們嚇得人仰馬翻，但沒想到營期小隊員反應卻不如預期可怕，推測大概是月光過亮及路線上貼的螢光棒太亮，讓小隊員少了些恐懼。

第二天沿續了前晚的美好，大地遊戲激起了各小隊的鬥志在各關進行廝殺，小隊呼的較勁和各遊戲的PK。更精彩的是輸了之後的懲罰，小隊員和組輔常被惡整，畫臉綁頭髮樣樣來。其中一關支援前線，關主要求男組輔的上衣，男組輔被小隊員四面八方包夾，逃得天荒地老還是無法逃出小隊員得魔掌，被整得人仰馬翻。下午的賭場讓小隊員體驗賭的快感，以各遊戲進行賭博搶錢，穿插其中的樂透和灑錢搶錢遊戲，讓小隊員們玩得不亦樂乎。最後的營火晚會堪稱本日精華，香扇舞、拜火、火棍、火球的表演，讓大家看的熱血沸騰；衝營火、猴子舞、第一支舞、兔子舞、團康和晚會舞讓大家玩得不亦樂乎，將熱情活力全不灑在大草地上。最後關頭，更出現了甜蜜蜜的畫面，一對情侶就此展開他們的旅程。



最後一天的值破是最後的高潮，值星官被惡整的精彩好戲，中間穿插許多有趣爆笑的對白，最後值星官被摘下墨鏡，展開了一場水球大戰，「濕」橫遍野。到了最後的感性時間，替營期畫下完美的句點。離情依依的時刻總是特別催淚，營期的回顧，高層和各組組長輪番上陣祭出感謝文，感傷氣氛籠罩整個會場，最後大家不捨地將想說的話想在對方的龜背卡上，留下滿滿的回憶。



服務學習

撰文/林中冠

「交通大學的大哥哥、大姐姐教得很好，上科學實驗課很好玩也很有趣，希望下一堂課快點到來！」交通大學電物系大一必修服務學習課程，在電物系張文豪副教授帶領下前進新竹市龍山國小，教導小學生基本物理概念，今日(13日)特別舉辦「小小科學實驗王科展競賽」，進行口頭報告與作品展示，讓小朋友展現多日學習成果。

助教黃詩涵表示，授課內容由大學生設計簡單易懂、可藉由實驗了解的課程，傳達科學理念，也讓大學生在和小朋友互動的過程中體驗服務的價值。為了瞭解龍山國小學生學習狀況，兩校特別於今日安排科展競賽，邀請到交大電物系系主任趙天生教授、張文豪副教授、簡紋濱副教授擔任評審，給予學生們指導與鼓勵。



電物系的同學前進新竹市龍山國小，教導小朋友基本物理概念，並舉辦小型科學實驗競賽。

龍山國小四年級共有八個班級，由電物系 76 位一年級同學共同討論教學主題，依班級進行：飛行吧！紙片(流體力學)、水果電池(基本電學)、磁浮列車(磁力現象)、科學魔法車(基本電學)、戰鬥陀螺(慣性)、「堅」蛋(萬有引力)、小小法拉第(電學定律)、環保的水火箭(運動學)等物理課程教學，並分組進行教材與遊戲設計，藉由理論講解及實驗實作讓小學生們了解物理的奧妙。

「小小法拉第」組長林中冠表示，電的使用與日常生活息息相關，組員利用電池與迴紋針，教導小學生製作簡易馬達，藉由馬達原理說明電與磁的關係。課程第一堂以基礎概念教學為主，並設計學習單讓學生填寫，以了解小學生的學習狀況；第二堂課開始加入實驗，加深學生印象；第三堂課正式進入馬達製作，利用電池、迴紋針、鐵絲環製作小型馬達，並指導學



同學們之間討論上課教材內容

生觀察改變電池數量及鐵絲圈數後的影響。

為了讓學生理解難懂的理论，林中冠也會用譬喻方式說明，「電的概念就是電流通過，電子做功轉化為電能讓燈泡發亮，為了吸引學生，我們把電比喻為聖誕老公公、電子是禮物，聖誕老公公帶著禮物(電子)發送給燈泡，燈泡開心了，就亮了！」林中冠笑說，小學生正是記憶力最好的時候，相隔一周上課，孩子們對課程的印象比設計課程的大學生還深，也會提出一些有趣、瘋狂的想法與問題，「雖然我們一聽就知道不可行，但還是鼓勵他們不受限的思想，這樣很好！」

「飛行吧！紙片」組長蔡侃廷則是向學生介紹飛行概念，以口訣「氣流越快、壓力越小」說明伯努力原理的核心概念，並利用吹乒乓球、硬幣以及文氏管讓學生了解流體力學。蔡侃廷表示，這些小實驗每個人都可以動手做，所以第一堂課學生反應就很熱烈，小學生也把大學生當作大哥哥、大姐姐看待，會分享、會提問，「就好像朋友一樣，大家打成一片！」為了答謝交大電物系大哥哥、大姐姐們的教學與陪伴，龍山國小的學生們也精心準備卡片贈送，「謝謝大哥哥、大姐姐為我們上課，幫助我上一層樓，也讓我的願望慢慢實現！」「我收穫滿滿，讓我留下了一個難忘的回憶！」「不管怎麼樣，我是超喜歡這堂課的好奇寶寶！」童言童語讓大學生們感動，也讓他們體會到服務的意義。



同學利用示範實驗器材輔助教學

-----部分文字引自交通大學秘書室

(五)學生創作

一、小鬆專欄

我的蠢材夢

撰/ 李苡宣

長到這麼大，發現自己一事無成，僅懷裡抱著一個夢。自小我老被笑為蠢才，看來我除了發展自己的蠢才外，一無所能。

童年的玩伴極少，扣除斜對面不相往來的大院外，就只一個鄰居奶媽帶的小姊姊，還有妹妹。自小我就在那幢日式老宅的前後院摘摘木樨、山茶，在兩輛車錯身剛好的小巷裡同自己玩。沒有贏在起跑點這種事，幼稚園不學注音符號、沒有功課，背詩時，當大家都可以朗朗上口「春眠不覺曉」、「床前明月光」，我仍邋東邋西的打混過去。

小學後，上的才藝班也不是珠算或者安親班，以致數學很差：一條街隔幾公尺種幾棵樹，頭尾種不種的問題，只能慢慢算。去學書法，第一句是：「上大人孔乙己」，換帖後，寫「九成宮醴詮銘」，名家的摩寫沒寫過，王羲之蘭亭集序還是國中的課外閱讀測驗。久而久之，寫完書法的我，到是帶頭當起小小大姊頭，謊稱要去學校拿作業，實則到雜貨店買飲料、零食偷渡回教室，吃吃喝喝。被發現後，被嚴厲的數落了一頓。

不知不覺長大了，在一座新的城市。身上沒有帶指甲剪的習慣，老跟室友借，剪的短短的指甲敲在琴鍵上才沒有聲音。老彈不好一首曲子，再簡單的曲子都是，拍子問題、音感問題，近乎沒有天賦卻沒有放棄，反正那雙庸俗的耳朵也聽不出來魔音穿腦的感覺。

長大後挑戰一個遊戲：我開始蒐集越來越多人的秘密。當人性越是壓抑的藏在話語的縫隙，越急切想參破大家的憂傷，聽完故事。我亦開始替路人編織自己的故事，每個人都該有自己的故事，而我也替自己編了一件國王的新衣，穿在上面翳翳的祈禱我的王國降臨。

在兩種或者多種人格下交替自如，或者矛盾的痛苦，而我自以為大家擁有的傷心故事都剛剛好。我老拿別人的故事交易一顆脆弱的心，縱使知道怎樣的美酒沈甕底，最痛的痛都各自緊心扉當成秘密，仍願意去體會眼神裡極真誠的片刻，關於卸下盔甲後一個人善良的美，那麼脆弱。

但我還是對生活有一些盼望，我懂怎麼吃冬天的糖炒栗子，看那些出於

愛的驚扭，欣賞外國模特兒的春裝廣告，甚至是背離小時候所有奇想的現在：關於那些測地線方程式、電磁波、正交化、訊號放大器、粒子的波動性。

當一個夜裡，幾乎是痛苦的算著數學式時，竟破涕為笑，唉人生怎麼走到這一步來了！所有心境上的變化倒使我頭一次心平氣和的寫著算式。或許生命就是一本張愛玲，兜上了測不準原理。



Heisenberg

張愛玲

02 之夜

撰/ 李苡宣

大三卸盡系務，不時偷閒出遊，玩著玩著，倒百無聊賴起來。伴隨學長姐在臉書上的畢業照洗版動態，大吃一驚自己也即將畢業了，卻有好多事還沒作。

一直以來，我都很羨慕其他學校有自己的「XX之夜」，像是個小型的才藝表演會，供大家欣賞同學的表演。我想，同學間臥虎藏龍，必定有許多人擁有很多才藝，卻潛沈下來，平常活在這小小校園裡甘心當宅男宅女。（套句楊燦豪的話：我要當條水草！）

既然大三了，擁有許多辦活動的經驗，那更應該為同學們架座舞台，讓大家可以重現當年的絕技。加上相處時間所剩不多，如果不藉此機會認識同學，更待何時？何不就厚顏無恥的來辦看看一場只給自己系級的「電物之夜」吧。

跟王慧雯提案以後，馬上詢問郭敏寬，郭敏寬很乾脆的答應了。我都還記得那是我們的期中考週剛結束，在深夜頗仔細的討論了一番。大概討論出個方向以後就馬上 po 版測水溫，效果不錯，該答應該出聲的都有出聲。好的開始是成功

的一半，大家願意共襄盛舉，讓我們對這個活動有信心了起來。

一開始的想法是：如果是辦給自己系級的，那麼必不用苛求完美，走輕鬆溫馨的路線，讓大家得以凝聚，僅是如此。既然要辦的輕鬆無慮，那麼就每個人多少負一點表演或者場地準備的責任，一來工作量少二來都有參與感。

後來開始募集才藝，大部分人一開始聽到這個活動都謙虛的說不好意思表演（也是有人厲害如大綠老師馬上奉獻全國賽等級的口琴表演）。一開始才藝甚少，著實令人擔憂，但後來林聖傑、周家瑞等皆承諾，烏克蘭麗麗樂團亦大力贊助，表演項目終有雛形。另要特別感謝林俊言，他是最符合本表演主旨的參與者，聽說他私下拉梁哲源一同（緊張地）討論他們該表演什麼，還特別練了新的才藝，吵到 13 舍都有人 po 版，其無所畏懼的精神與熱衷參與的態度，令人感動。

此外，還有一籌備小組兼演戲小組成立。每個禮拜開會，討論劇本與其他細索之事。猶記初期開會，我常拿著小行事曆脅迫林勁甫承諾「下個星期要幹麻」，而他則說：「你們（公關）都是在活動前把行程都排好，（然後食指劃著表演前三天），活動都是這三天開始衝啦！」。感謝林勁甫賭上髮線的高度，殫精竭慮的想劇本。對於開會的印象，大概是屁話加屁話加屁話，如果以偶像劇來比喻，大概前面八集都在拖戲（某集有王慧雯的泡泡劍帶來莫那式娛樂），後面三集很認真的講師話跟拼進度。我很感謝這群情意相挺的朋友，包括後來臨時被找來演戲的華仔跟香蕉，一直陪著廖偉翔的薇雅。

在討論場地跟飲食的時候，才發覺想得有點天真。感謝林俊言願意出手相救，郭敏寬都用「交給他阿」非常阿殺力的託付。而最要感謝的是子瑜，一手攬下所有食物分配的工作，這大概是整個電物之夜最吃重的工作了。也感謝林智偉跟陳遠平組成的購買食物小組，還有林聖潔跟馮凱義，當天在後頭準備食物的美女小組（全部都臨時招募）：品絮、汶潔、小龜、甘荃。有太多人了，我甚至不知道有誰默默的在幫忙。

當天來了 53 個人，非常多，人數遠超出我的預料，甚至廖佑銘這種半隱藏版人物都出現了！六點我到的時候就有人在等待了。後來開門進去，擺放東西、測試器材，大家趁空檔煮起羊肉爐，煮一煮跳電只好先吃熟食墊胃。我們可以義無反顧的討論怎麼解決跳電的問題，都是因為大家同學一場願意吃點東西乾等。

電來了，真好。跟人類第一次知道用火發現光明一般美好。

你看，大綠老師講著那麼俗氣又誇張的開場白，熱舞社在台上展現美好的默契兼劉冠宏跳錯崩潰幾次；你看，我們排練到好晚演出來的戲；你看，烏克蘭麗麗

樂團在台上演出，家瑞的國樂那麼迷人大珠小珠落玉盤；你看，賴廣仁吹的口琴多麼有深度，平時隨性的林聖傑拉起小提琴來多動聽；你看，電物三蠢組成的鐵達尼號直笛隊多麼可愛；你看，風紀自彈自唱。

我演完戲以後先去後面幫忙，後來離開會場洗東西時，發現楊燦豪跟 shiki 在外頭為了待會的百萬小學堂主持排練，內心有點不好意思。因為這是前幾天才臨時託付他們這個工作（又沒有給楊燦豪拒絕的機會），等於變相剝削他們看表演的機會。

後來的百萬小學堂極富笑料，楊燦豪附加的崩潰馬力歐之起死回生機會（其實純粹想看大家崩潰），逼的華仔後來硬破關 po 在臉書上。那些願意出題的同學跟製作 ppt 的鬼鬼讓這一切都很有趣，參賽者有趣，主持人則是非常優秀。（不知道前天問他們要不要排練，來了工六卻晃來晃去（像一株水草）是什麼意思。）

最末三支歌，唱的真動人。

黃得榮家的羊肉爐好吃的要命，子瑜準備的食物也是。當我看到大家坐在沙發上，偌大的場地就我們輕輕鬆鬆，為了表演讚嘆，為了表演大笑，發瘋也似的擊掌。我想：真美好阿！

雖然我不知道其他人怎麼看這樣一個活動，我倒是覺得辦的挺值得的，值得到系鐵隊長願意摩拳擦掌，說下次若有機會，就讓他們在舞台上獨當一面一整晚吧！

若還有機會，再辦一次吧！

二、讀書心得

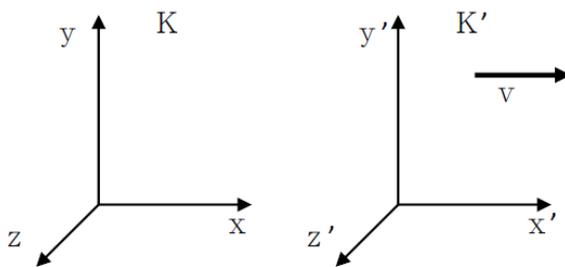
狹義相對論簡介

撰/ 周家瑞

十九世紀時，物理學界最為盛大的研究莫過於光學及電磁理論的發展，到了十九世紀中，由James Clerk Maxwell提出了「場（Field）」的概念以及著名的馬克士威方程組，將電、磁現象統一，並認為光即是電磁波，預言了光的速度，後來經過Heinrich Rudolf Hertz諸多實驗的驗證，讓電動力學開始迅速發展。

描述物體運動時會引進參考座標系來標定不同時刻物體的位置，在牛頓力學中，我們選擇慣性參考座標系，也就是牛頓第一運動定律成立的參考座標系，慣性參考座標系做等速直線運動，相對於慣性參考座標系作加速度運動的參考座標系，為非慣性參考座標系。

所有的慣性參考座標系都遵守「力學相對性原理」，意思就是，由牛頓定律推導所得之物理定律，包括牛頓定律本身，在所有的慣性參考座標系中都有相同的形式，而這些不同的慣性參考座標系之間所遵守的變換，稱為伽利略變換：現在考慮一慣性參考座標系K，及另一慣性參考座標系K'，K'沿著x軸相對於K作相對速度v的等速直線運動：


$$\begin{cases} x' = x - v t \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases} \quad \begin{cases} x = x' + v t \\ y = y' \\ z = z' \\ t = t' \end{cases}$$

在這個變換下的速度加法如下：若一物體在K系沿著x軸正向以u速度運動，則在K'系觀察到的速度 $u' = u - v$ ， $u = u' + v$ 。

上述變換是我們日常生活中所熟悉的情形，但是在推廣到馬克士威的電磁理論時卻出現了問題，馬克士威方程組在伽利略變換下並非「協變（covariant）」，也就是說方程組在不同的慣性參考座標系中，形式不同，例如，光速在馬克士威的理論中唯一恆定值，但是按照伽利略變換，不同的慣性參考座標系所觀測到的光速是不一樣的。

那實驗觀測到的光速究竟如何呢？透過雙星的觀測、和菲左（Armand Hippolyte Louis Fizeau）的光速測定實驗，都證實了真空中的光速為恆定值，和座標系的選

取無關，當時的物理學家提出「以太 (Ether)」這個東西，認為以太是電磁波的傳播介質，提出許多和以太相關理論，當時認為以太是絕對靜止於空間、不隨物質而運動，只有電磁力存在這個絕對靜止的慣性參考座標系，但是，有名的邁克生-莫立實驗否認了這件事，若以太存在並絕對靜止，那隨著地球和以太的相對運動，朝著不同方向的光應該有不同的速度，但是並沒有觀測到這件事，Hendrik Antoon Lorentz 為了解釋他們的實驗結果，於 1904 年提出了勞倫茲變換，他認為運動物體的長度會收縮，並且收縮只發生運動方向上，如果物體靜止時的長度為 L_0 ，當它以速度 v 以平行於長度的方向運動時，長度收縮為： $L = L_0 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$ ，勞倫茲變換如下：

$$\begin{cases} t^{\square} = \gamma \cdot \left(t - \frac{v}{c^2} \cdot x \right) \\ x^{\square} = \gamma \cdot (x - v \cdot t), \\ y^{\square} = y \\ z^{\square} = z \end{cases}, \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

而勞倫茲變換可以說是狹義相對論的數學表達及核心了。完整的理論架構卻是由愛因斯坦完成的，他發現以太並沒有存在的必要，問題在於對「同時性」的定義，在他 1905 年 6 月發表於德國《物理年報》(Annalen der Physik) 的文章：《論動體的電動力學》中，以「相對性原理」、「光速不變性」為出發點，用光速做校時方法，推導出完整的勞倫茲變換，說明了在高速下的時間膨脹和長度收縮。

關於勞倫茲變換的推導有很多種，我們以下介紹 K-calculus。

H. Bondi k-calculus 方法中都普勒系數 k 的合理性

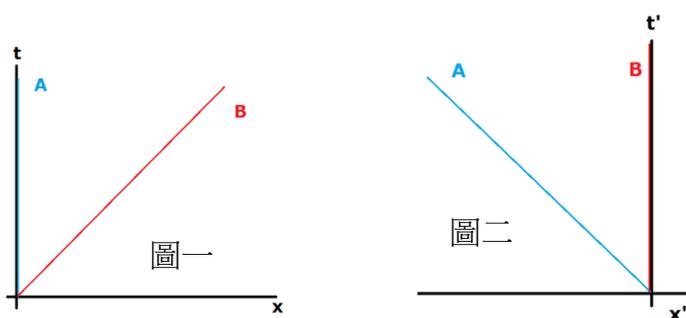
撰/ 陳毅

愛因斯坦的狹義相對論中，對於慣性坐標的兩個基本假設：相對性原理以及光速不變，所導致的勞倫茲轉換，從假設到轉換的推導的方法有許多種，其中僅需簡單代數而著名的推導方法是由 H. Bondi 在他 1962 年出版的書 *Relativity and Common Sense* 中提出的 k-calculus 方法，其中 k 是所謂都普勒系數。A 和 B 兩位慣性的觀察者，其中 B 以等速度 v 遠離 A，如果 A 以其錶的時間間隔 Δt 發射兩次光訊號給 B，B 所接收到的時間間隔用 B 自己的錶量測為 $\Delta t' = k \cdot \Delta t$ 。疑惑是 A 的錶與 B 的錶量測的時間間隔的正比關係。Bondi 在書中對這正比關係無詳細解釋，是透過時空圖自然而然的假設；普遍存在的解釋也是時空圖上相似三角形的關係，而本文會透過數學推導得出此正比關係應該是來自於這個事實：對兩不同的慣性座標系的轉換必存在線性轉換。

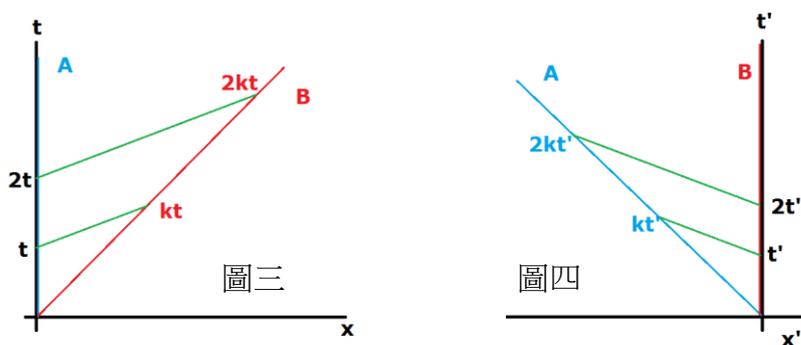
Bondi k-calculus

A 和 B 是兩個慣性觀察者，B 相對於 A 作等速度運動(速度 v)。在 A 的座標系中，以 A 自身位置為位置原點、在 A 和 B 交會時為時間原點，使 B 的運動方向為正 x 方向，以此所建構的時空圖以及 A 和 B 在這個座標的世界線*。(如圖一)
(*世界線：物體在時空圖中的軌跡)

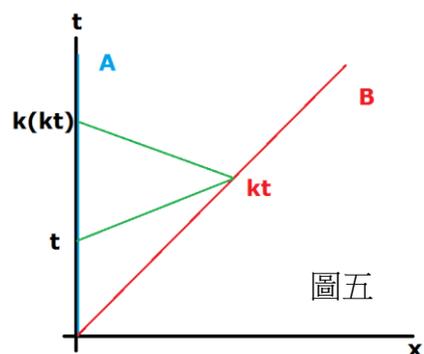
而在 B 的座標中的時空圖(如圖二)



現在 A 從時間零點開始每隔固定時間 t 間隔向 B 發射光訊號，光速為 c 。Bondi 假設 B 接受到訊號時，在 B 自己的錶上是 $k \cdot t$ ，當中 k 是一個指和 B 的速度相關的值，在此例中，B 為等速度運動， k 為常數。(如圖三)由於運動是相對的，如果 B 等時間 t' 發射光訊號給 A，其錶測得的時間間隔也會是 k 倍。(圖四)



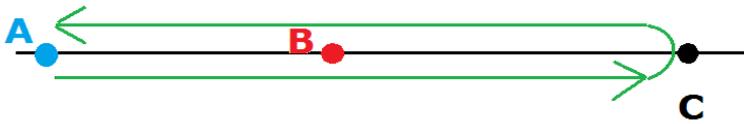
透過以上關係設計一個雷達機制，A 在其時間 t ，發射一道光給 B，當 B 接收到時其錶時間為 $k \cdot t$ ，將光反射回給 A，A 接收到光時其錶將會是 $k \cdot (k \cdot t) = k^2 \cdot t$ 。(圖五)。在這個座標系中(在 A 的觀測下)，在光訊號抵達 B 時，所花的時間是 $1/2 \cdot (k^2 t + t)$ ，走的距離為 $v \cdot 1/2 \cdot (k^2 t + t)$ ，而光從 A 到達 B，所花時間為 $1/2 \cdot (k^2 t - t)$ ，走的距離為 $c \cdot 1/2 \cdot (k^2 t - t)$ 。得到關係式：



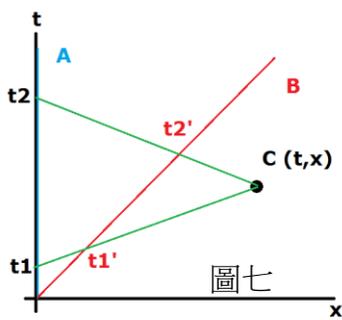
$$c \cdot t \cdot (k^2 - 1) = v \cdot t \cdot (k^2 + 1) \rightarrow k = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} \dots (1)$$

在設想另一個雷達機制，考慮 x 軸上任一點 C ，由 A 於發出一道光經過 B 到達 C ，經反射後在由 C 經過 B 抵達 A (圖六)。對 A 來說(圖七)， C 的作標為 (t,x) ， t_1 和 t_2 分別是 A 發射光訊號以及接受到反射訊號的時間， t_1 和 t_2 用 t 和 x 表示為：

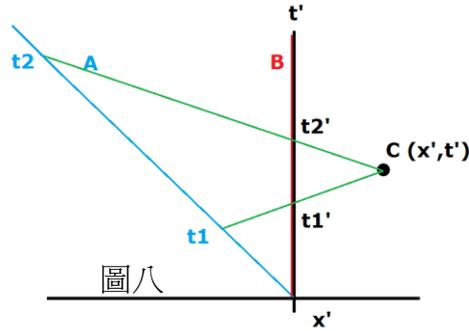
$$t_1 = t - \frac{x}{c}; \quad t_2 = t + \frac{x}{c} \dots (3)$$



圖六



圖七



圖八

同理，對 B 來說(圖八)， C 的座標為 (t',x') ， t_1' 和 t_2' 就好像是 B 的發射訊號以及接受到訊號的時間點，同樣可以用 t' 和 x' 表示：

$$t_1' = t' - \frac{x'}{c}; \quad t_2' = t' + \frac{x'}{c} \dots (4)$$

由前面對於 A 和 B 時間的關係， t_1 ， t_2 和 t_1' ， t_2' 的等式為

$$t_1' = k \cdot t_1; \quad t_2 = k \cdot t_2' \dots (5)$$

將式(3)和式(4)帶到式(5)：

$$\begin{cases} t' - \frac{x'}{c} = k \cdot \left(t - \frac{x}{c}\right) \\ t' + \frac{x'}{c} = \frac{1}{k} \cdot \left(t + \frac{x}{c}\right) \end{cases} \dots (6)$$

$$\rightarrow \begin{cases} t' = \frac{1}{2} \cdot \left[\left(\frac{1}{k} + k\right) \cdot t + \left(\frac{1}{k} - k\right) \cdot x \right] \\ x' = \frac{c}{2} \cdot \left[\left(\frac{1}{k} - k\right) \cdot t + \left(\frac{1}{k} + k\right) \cdot x \right] \end{cases}$$

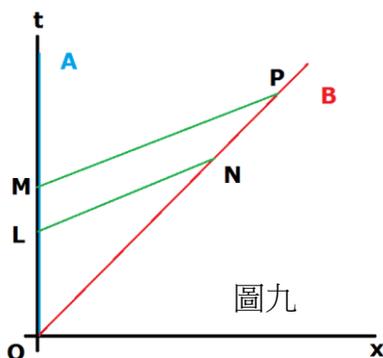
$$\begin{aligned} \therefore \left(\frac{1}{k} + k\right) &= \sqrt{\frac{c-v}{c+v}} + \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} = \frac{2 \cdot c}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \\ \left(\frac{1}{k} - k\right) &= \sqrt{\frac{c-v}{c+v}} - \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} = \frac{2 \cdot v}{\sqrt{c^2 - v^2}} = \frac{-2 \cdot \frac{v}{c}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \\ \therefore \begin{cases} t' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot \left(t - \frac{v}{c^2} \cdot x\right) \\ x' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \cdot (x - v \cdot t) \end{cases} \dots (7) \end{aligned}$$

式(7)即為一維的勞倫茲轉換。透過 k 的假設，勞倫茲轉換便輕易達成。

對 k 的解釋

我們可以期待當 A 以固定的時間間隔對 B 發出光訊號，B 可以固定的時間間隔接收到光，反之亦然。然而 A 用其錶所判斷的時間間隔，和 B 利用其錶所觀察的時間間隔，也會是等間距，然而並不代表 A 的間距和 B 的間距是成正比關係。如果要從時空圖上，透過相似三角型的比例關係說明(圖九)：

$$\triangle OLN \sim \triangle OMP \rightarrow \frac{OL}{ON} = \frac{OM}{OP} = \frac{ML}{PN}$$



然而，嚴格來說，因為時空圖不是歐式空間 (Euclidean Space)，圖九中 OL、OP 的長度並不代表 B 的錶所記錄的時間差大小，在沒有定義 proper interval 之前，是無法確定圖表長度和量測時間的關係，因此 A 的錶量測的時間差大小和 B 的錶量測存在的正比關係存在一絲疑惑。

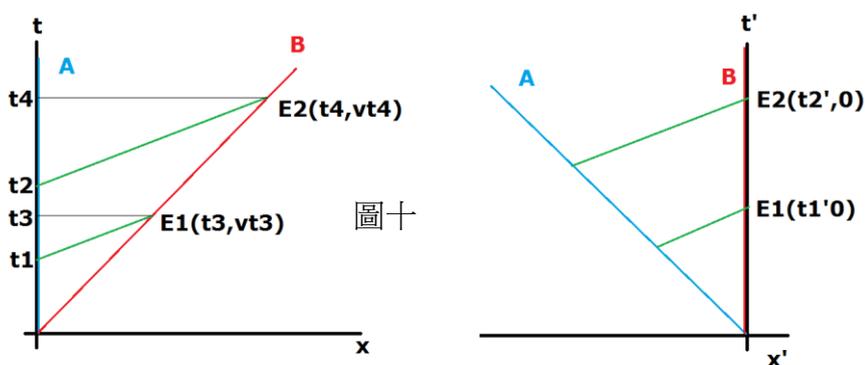
線性轉換的解釋

A 的慣性座標系和 B 的慣性座標系自然存在一個線性轉換，並且 determinant 為一。

$$\begin{bmatrix} x \\ t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x' \\ t' \end{bmatrix}, \quad \det \left(\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \right) = 1 \dots (8)$$

考慮 A 在其錶 t_1 和 t_2 的時刻發射光訊號給 B，B 在其錶 t_1' 和 t_2' 接收到。對 A 來

說，光抵達 B 的這個事件 E_1 和 E_2 是可以精準預測的，假設 A 觀察其錶在 t_3 和 t_4 時刻兩個光訊號抵達 B， E_1 和 E_2 在 A 座標下的描述為 (t_3, vt_3) 、 (t_4, vt_4) 。若是在 B 的座標下 E_1 和 E_2 則為 $(t'_1, 0)$ 、 $(t'_2, 0)$ 。(圖十)



並且符合式(8)：

$$\begin{aligned} v \cdot t_3 &= a \cdot 0 + b \cdot t'_1; & t_3 &= c \cdot 0 + d \cdot t'_1 \\ v \cdot t_4 &= a \cdot 0 + b \cdot t'_2; & t_4 &= c \cdot 0 + d \cdot t'_2 \\ t_3 &= d \cdot t'_1; & t_4 &= d \cdot t'_2 \dots (9) \\ & & b &= v \cdot d \dots (10) \end{aligned}$$

t_1 、 t_2 和 t_3 、 t_4 的關係可透過追及問題的計算可得：

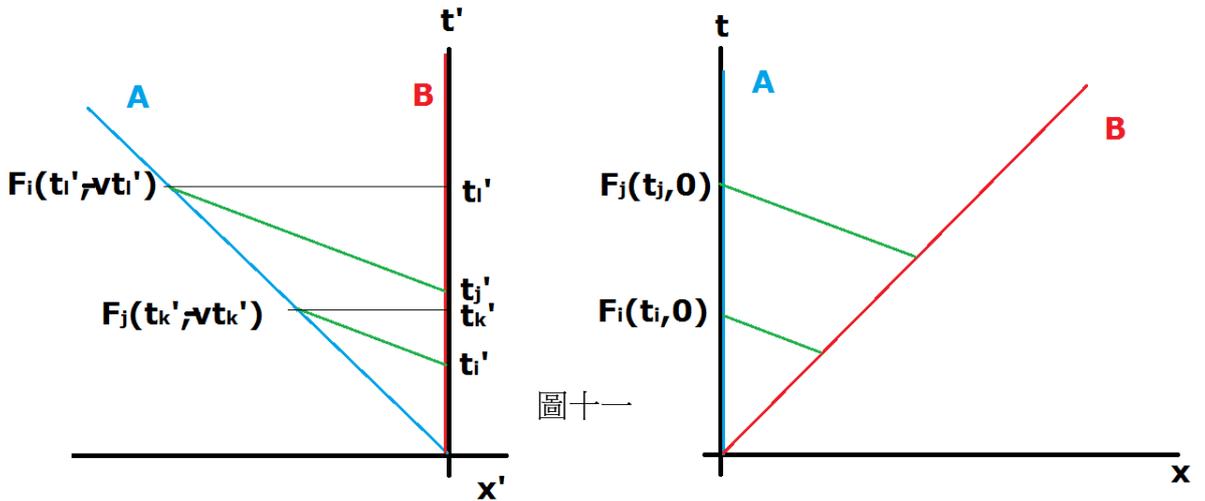
$$\begin{aligned} t_3 &= \left(\frac{c}{c-v}\right) \cdot t_1; & t_4 &= \left(\frac{c}{c-v}\right) \cdot t_2 \\ \rightarrow t_4 - t_3 &= \left(\frac{c}{c-v}\right) \cdot (t_2 - t_1) \dots (11) \end{aligned}$$

把式(9)代到式(11)：

$$\begin{aligned} d \cdot (t'_2 - t'_1) &= \left(\frac{c}{c-v}\right) \cdot (t_2 - t_1) \\ \left(d \cdot \left(1 - \frac{v}{c}\right)\right) \cdot (t'_2 - t'_1) &= (t_2 - t_1) \end{aligned}$$

由於 d 、 c 、 v 皆為常數， $(t'_2 - t'_1)$ 和 $(t_2 - t_1)$ 成正比，令 $d \cdot \left(1 - \frac{v}{c}\right) = \frac{1}{k}$ ，得到 Bondi 的假設關係式： $(t'_2 - t'_1) = k \cdot (t_2 - t_1)$

如果現在改成由 B 向 A 發送訊號，在 B 的錶時間為 t'_i 和 t'_j 發出光訊號，A 在其錶 t_i 和 t_j 的時刻接收到，兩個光訊號到達 A 的事件分別是 F_i 和 F_j 。同樣的 B 可以預測光抵達 A 分別時在 B 的錶 t'_k 和 t'_l 的時刻。 F_i 和 F_j 的在 B 的座標是 $(t'_k, -v t'_k)$ 、 $(t'_l, -v t'_l)$ ，在 A 座標為 $(t_i, 0)$ 和 $(t_j, 0)$ 。(圖十一)



而且 A、B 座標的關係式改變成：

$$\begin{bmatrix} x' \\ t' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ t \end{bmatrix}$$

$$-v \cdot t'_k = d \cdot 0 - b \cdot t_i; \quad t'_k = -c \cdot 0 + a \cdot t_i$$

$$-v \cdot t'_l = d \cdot 0 - b \cdot t_j; \quad t'_l = -c \cdot 0 + a \cdot t_j$$

$$\therefore b = v \cdot d \dots (\text{from (10)})$$

$$\therefore t'_k = d \cdot t_i; \quad v \cdot t'_l = d \cdot t_j \dots (11)$$

t'_k 、 t'_l 和 t_i 、 t_j 的關係一樣式追及問題

$$t'_k = \left(\frac{c}{c-v} \right) \cdot t_i; \quad t'_l = \left(\frac{c}{c-v} \right) \cdot t_j$$

$$t'_l - t'_k = \left(\frac{c}{c-v} \right) \cdot (t_j - t_i) \dots (12)$$

將(11)代入(12)：

$$d \cdot (t_j - t_i) = \left(\frac{c}{c-v} \right) \cdot (t'_j - t'_i)$$

$$\left(d \cdot \left(1 - \frac{v}{c} \right) \right) \cdot (t_j - t_i) = (t'_j - t'_i) \rightarrow \frac{1}{k} \cdot (t_j - t_i) = (t'_j - t'_i)$$

即便是由 B 向 A 發送訊號，依然符合 bondi 的 k 假設： $(t_j - t_i) = k \cdot (t'_j - t'_i)$ 。

結論

不論是相似三角形的解釋還是線性轉換的解釋，都是正確的。但前者似乎是已知狹義相對論的一些重要推論去回推得到方便的正比關係，而後者解釋法僅需相對論的兩個基本假設。透過以上推導可得知該正比關係是更自然而然的推論，而非勞倫茲轉換推導中自洽的假設。

編後語

此次系刊的製作要特別感謝教授、系友、系辦還有同學們的全力支持和幫助，若有不完美或應該改進的地方，或者有任何的建議，還請各位不吝告知我們，讓下一期的電物系刊更好，希望這份系刊可以讓讀者對交大電子物理系有更深的了解和認同，無論是在校的同學、教授、畢業的系友、系上的職員都能夠以電子物理系為榮。

特別感謝

黃須白 學長

感謝(按筆劃數排列)

系友

姜長安 學長

陳國源 學長

教授

朱仲夏 教授

仲崇厚 副教授

周武清 教授

張文豪 副教授

莊振益 教授

陳永富 教授

陳衛國 教授

楊毅 助理教授

趙天生 教授

鄭舜仁 教授

系辦人員

吳玟宜 小姐

徐純妹 小姐

黃明姿 小姐

學生

02 李苡宣 同學

02 黃品絜 同學

02 梁哲源 同學

02 劉承恩 同學