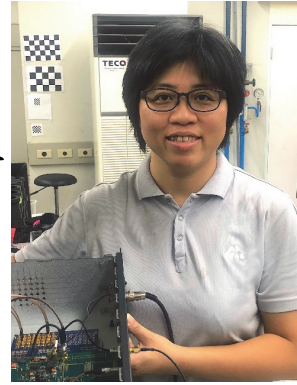


# 回憶我在東吳物理的日子

胡貝禎 / 東吳物理 96 級

國立臺灣大學物理學系博士後研究員



2003 年夏季尾聲踏入東吳校門，對東吳第一印象是從宿舍開始的。時任校長的是劉源俊老師，他對於離鄉背井的學生住宿環境非常重視，因此提倡「安住居、樂學業」，讓我們的宿舍不是只有睡覺的地方，還是學習的地方。這個宿舍讓我感到家的感覺，因此為延續這樣的感覺給往後的學弟妹，我在開學後也加入了宿舍的伏石蕨團隊。在住宿環境的安定讓我能無後顧之憂的 enjoy 在課業上的學習。

## 2003 年進入菜菜時期

物理系裡有一段話是學長姐流傳下來要我們特別注意的：

大一 微積分、普物、普化；

大二 四大主科-力學、電磁學、熱力學、工程數學；

大三 量物（量子物理）、光學、做專題；

大四 考研究所、書報討論！

看起來像是各年級的主科條列，但是這裡面隱藏的是學長姐們的題提醒：「留意這些科目！小心，不要栽在這些科目之中！」

拿到課表時，當下心裡想的是：「Oh! my God!! 這課表怎麼跟高中一樣...滿滿的！根本不像其他人說的：大學，由你玩四年！」特別是，物理系一學期有三次考試，再加上非物理系的課程考試，整個學期基本上有四次考試，所以我們一直處於每隔兩週就一次考試的狀態。其他系在歡樂的時後就是我們留守閱覽室的時刻，像是每年的聖誕節、跨年夜...回想到此處，有幾個當年的真實畫面浮現：

畫面一：當時電影《無間道》在東吳舉辦首映會，全校同學都去排隊領票，同學 A：「哇！好想去看電影！」同學 B：「明天普物期中考...」一切盡在不言中，兩人默默地往閱覽室前進。

畫面二：大家在閱覽師唸書準備考試期間，窗外的景緻簡直是適合踏青的好日子，於是就有同學提議：「這週考完之後我們去踏青！」大家開心的覆議。無奈的是考試後，天氣就變差，下了一整週的大雨...

我並不是天資聰穎的人，但是我覺得自己很幸運的一件事是，我身邊有許多不錯的同學，總是不藏私的跟我分享、討論功課。記得微積分學到 **chain rule** 的章節時，有許多人眼神迷茫、困惑...當時，班上有幾位同學發起假日到麥當勞討論微積分、一起準備期中考試。

還有一件令我印象深刻的事，我們這一屆微積分是數學系林大風教授教的，他有一本著作《大學微積分》就是我們課程用書。林老師在每章節最後設計了二十多道題目都沒有解答，我們無從核對、無從了解自己的練習是否正確。某次微積分演習課後，我看到蔡承祐同學在課餘時會做完所有題目，因此就跟蔡同學協議了：「彼此回家各做各的題目，每一道題目都寫。一週後把彼此答案互相比對，如果有對到不同的答案，那麼我們都在重新計算一遍並且分享彼此解題的過程。」因為有這樣互相激勵學習的過程幫助我們彼此遇到微積分不危機、不害怕！

除了討論課業，我們課餘時就會聚在一起分享彼此對未來的憧憬、夢想，以及大學教育在我們人生旅途的角色。還記得，我們當時的結論是：大學是個通識教育的過程。我們在這段期間學習的除了是本科系的專業，更重要的事學習「思維方式」！每一位教授都有其獨特的思維方式，我們就是在這期間學習、統整每一位教授分享給我們的方式，讓我們日後對於有興趣的領域可以參考這套系統入手。

### 新生的回憶之一：新生盃比賽

物理系女生一向都很少，據說本班已經是歷年來較多的了！其中，林育竹同學與張迪雅同學兩位體能是最好的。育竹擅長打籃球、迪雅擅長打排球，兩位也都曾經加入校隊。起初，兩位都不約而同的講了：「我想打新生盃籃球/排球比賽，大家可以陪我一起打嗎？」大夥：「好！」。就這樣，我們報名了新生盃籃球與排球比賽。我們不像其他系有系隊正規軍的架構，而且課表太滿沒有多餘時間練習，通常是要比賽前半小時暖身、提醒戰略默契。

籃球與排球賽程是交錯的，我們曾經一度混亂以為當天是打籃球賽，跑去籃球場集合發現是排球賽，隨即趕緊奔向排球場，這衝刺的過程就是我們的熱身了！想不到我們這種練習不多的非正規軍，還能取得不錯的佳績，排球進入前四強、籃球差一場就進入四強！其實，新生盃比賽除了籃球、排球賽，我還參與過桌球、

羽球比賽，因為這兩項比賽需要男女同學一起協力合作，所以幾位男同學來找我幫忙出賽，應該很少有人像我什麼運動比賽都參與吧！

## 回憶裡當然少不了實驗室畫面

化學實驗課一般是兩位一組，選搭檔是重要的事情，因為這關悠著這學期順不順遂，因此大家都慎選搭檔。某鄭同學原本想說找個女同學搭擋會比較順利，因為女同學大多比較細心，可以借他參考結報寫法。想不到某女性李同學每次都快到上課時才到，並且說：「快快快，把報告給我抄一下！」還有次，鄭同學有次崩潰的提及，李某同學做實驗時說：「為何我們的溫度計顯示的溫度都不會升高呢？」一旁助教實在看不下去了，直接回答：「因為你的溫度計插反了！」這讓鄭同學的想像幻滅、覺得很無言，怎麼跟預想的顛倒呢？

基本上，物理系的實驗危險性沒有像化學系那麼高，但並不代表沒有驚嚇！某次上電子學實驗時，大家要量測變壓器的相關電性，過程中有位同學不慎將三用電錶正負碳棒碰在一起造成短路，結果突然一聲「啪」加上火花噴出，現場大家第一時間反應表現出平日友誼和個性，遇到危險之際誰會自己先跑，丟下搭檔？誰能鎮定的面對？結果當時一堆男同學不顧一切，第一反應先衝教室...

## 2005 年世界物理年

西元 1905 年期間，愛因斯坦發表了五篇重要文章，西元 2005 年正是文章發表後的第 100 年，因此這一年被定為「世界物理年」(The World Year of Physics)，全球各地物理單位都盛大舉辦一些慶祝典禮或是相關科學活動。這一年暑假，在台灣中正紀念堂舉辦了一場「探索物理博覽會」，台灣大學孫維新教授主要統籌這場展覽，系上的陳秋民老師也參與其中的籌備、設計以及訓練展場的導覽志工。這場展覽中，除了有介紹愛因斯坦所提出的重要理論以及相關應用，還包括了許多物理基本原理及其生活中的運用，還有陳秋民老師設計的「生活中的物理」展區，該展區的設計是依據一般居家環境場景佈置，並且對每個家電、甚至馬桶、熱水器都做解剖講述原理，內容非常精彩、生活化且親民。

這一年，適逢我們大二下學期、大三上學期之際，在大二下學期的電子儀表課中，陳老師跟我們分享了這場盛會，我們班上許多同學都踴躍報名擔任導覽志工。參與導覽志工的同學們都非常歡喜的與社會大眾、不同年齡層分享物理之美、物理之妙。由於擔任導覽志工的夥伴們都來自各大學的物理系或相關物理人，所以過程中彼此會互相切磋琢磨、分享彼此學習經驗。這場探索物理博覽會幫我們在人生中添加了幾道難忘且豐富的色彩！

## 步入高能物理實驗的緣起

依據學長姐口述的大學歷程，大三自然而然的就是要做專題實驗。但是，當時我們對物理的領域了解不多、沒什麼概念或特別想法，再加上平常課堂中常聽聞吳恭德老師提及日本同步輻射中心 SPring-8 的實驗，所以萌發興趣想找吳老師聊聊參與實驗的可能性，便與李秀珍同學一起去找吳老師聊聊關於專題實驗的相關事情。老師耐心地將他手邊在推動進行的幾個項目跟我們介紹，包括：凝態物理相關的 SPring-8 實驗、宇宙射線實驗、光學鐳子實驗。聽完之後，我跟秀珍互看一下，覺得「宇宙射線」好酷！第一次聽聞，因此當下就向吳老師表達我們對此項目有興趣，就此開啟了我往後的高能物理實驗之路。

吳老師帶我們到實驗室參觀相關儀器時，巧遇此項目共同推動的蕭先雄老師。接著，在蕭老師的安排之下，我跟秀珍大三暑假就到中研院物理系鄧炳坤老師實驗室學習高能實驗的相關探測技術。在兩位老師的指導之下，我們學習探測渺子生命期（muon lifetime measurement），其中包括探測邏輯、架設儀器、分析數據等。完成這項專題研究後，我便拿此篇報告申請研究所面試，最後幸運的入取交大物理研究所。

大四畢業之際，蕭老師幫我申請了一項暑期海外交流的經費，讓我有機會看看這個世界，這也是我第一次一個人前往海外。透過蕭老師與鄧老師的安排，讓我有機會前往美國伊利諾大學香檳分校（University of Illinois, Urbana-Champaign, UIUC）物理系的彭仁傑教授（Prof. Jen-Chieh Peng）的實驗室學習。彭老師安排我跟著他的博士生 Pinghan Chu（現在已是 Dr. Pinghan Chu）學習，朱博士當時在進行的研究是關於氦核的 dressed spin 偏振的測量，日後此項研究結果也發表在 Physics Review C 期刊中 Dressed spin of polarized  $^3\text{He}$  in a cell (*Phys.Rev.C* 84 (2011) 022501)。彭仁傑教授非常照顧我們這些「小朋友」，他覺得要給我們年輕人一些幫助，因此他也將我列在此篇論文的作者群之一，所屬單位就是東吳大學物理系。很巧的是，在交大物理所我的指導老師（林貴林教授）是大亞灣實驗合作組的成員之一，而彭教授也有參與大亞灣微中子震盪實驗（Daya Bay Reactor Neutrino Experiment），因此他也安排我跟著他另一個研究生 Seth Ryland Ely（已於 2012 年取得博士學位）學習大亞灣實驗所需的相關實驗模擬方法，讓我在回國至交大物理所就讀時能夠很快的了解大亞灣微中子震盪實驗。

自 2007 年進入交大物理研究所正式踏入高能物理實驗的殿堂，曾經有前輩跟我分享：「高能物理實驗最精彩的階段就是從設計初期開始到建設的過程，因為可以學習很多事情！」我很幸運的恰好趕上大亞灣實驗的初期，台灣團隊參與此項研究計畫的單位有台大、交大和聯合大學，主要負責製作探測器的核心-3 米

壓克力桶，包括設計、探測儀器的製作、測試、實驗現場安裝、現場值班、實驗數據分析等等。很榮幸、也很幸運地，我幾乎參與了整個過程！



照片說明：2011年12月1日，為了讓大亞灣實驗能順利取數，我與林士凱博士（當時他就讀休士頓大學物理系博士班）一起在大亞灣三號實驗大廳安裝探測器電纜線。

大亞灣微中子震盪實驗是為了驗證微中子震盪理論中的混合角(mixing angle)  $\theta_{13}$  不為零，在2012年之前全球還未有一個實驗能精準的測量出此參數，因此大亞灣實驗的重要目的就是要精準的測量混合角(mixing angle)  $\theta_{13}$ 。實驗組從2006年成立便開始設計規劃，2011年12月24日開始進行實驗取數，2012年3月7日全球同步公佈實驗觀測結果，在  $5.2\sigma$  可信度之下： $\sin^2 2\theta_{13} = 0.092 \pm 0.016(\text{stat.}) \pm 0.005(\text{syst.})$ ，此項重要結果也讓我們整個團隊於2015年11月獲頒 The 2016 Breakthrough Prize In Fundamental Physics。大亞灣實驗預計於今年（2020年）12月12日終止取數，邁入歷史！

然而，科學研究的腳步仍不停歇，緊接著登場的即將是江門微中子實驗（Jiangmen Underground Neutrino Observatory, JUNO）。JUNO 實驗主要目標就是解開微中子質量排序之謎：測定微中子質量順序（neutrino mass hierarchy）以及混合角參數，以及其他多項的科學前沿研究。此實驗組於2013年成立開始規劃設計，2015年開始建設，預計將於2022年開始進行取數。

曾有許多人問我：「此研究與生活有什麼關聯？為何要做這種研究？」此研究的確與生活無直接關聯性，然而在科學發展過程中也帶動著現代工程技術或科技的進步，若您真要問說：「做這研究的意義是什麼？」那就是「揭開宇宙神秘的面紗！」在研究的這條路上的確是艱辛的，或許就像吳恭德老師經常掛在嘴邊

的一段話：「冒險越來越深入，就會越來越有意思了！」當年的我或許感受不到這句話的興奮之處，現在，我真的感受到了！就是這股有意思的力量，會讓人忍不住的、不停地剝開宇宙神秘的面紗。

## 東吳物理給我的生活、生命啟發

林良先生曾說：「每個朋友就像一本書」，物理系裡每一位教授是不同扇窗，讓我們看到物理世界不同的風景、樣貌。東吳物理系帶給我的不只是在學科基礎上的奠定、青澀的大學回憶，也讓我在這過程中獲得幾項寶貴的人生觀。

在東吳物理系就讀期間可以深刻感受到老師們對我們的照顧。當時的系主任是蕭先雄老師，老師總是熱心的幫我們安排各種學習、成長的機會，像是當時到中研院物理所學習專題、海外交流計畫等，不放棄各種可能的機會幫助我們、指導我們。導師陳昌祈老師、吳恭德老師經常會花時間關心我們是否適應大學生活，跟我們分享不少畢業後物理人的方向，以及下功夫奠定基本功的重要！

林其隆老師也經常跟我們分享如何輕鬆學習物理，猶記得老師說：「讀熱學之前，先來杯咖啡放鬆心情，再打開書！」確實，如果處在緊繃的情緒下，無法感受到那股物理的優美，思緒也容易堵塞！林老師跟我們分享了他使用筆記的一個小習慣：「筆記本前三頁空下，將想不懂的問題記錄在前面，日後閒暇時可以再翻出來細品、思考。」

從任慶運老師、黃雍熙老師的物理數學和力學課中，我們學習到許多數學工具，其中必學之一是座標系、座標轉換的概念，平時我們所理解的就是直角座標系，大二起多了圓柱座標系、球型座標系，以及座標轉換的方法。某日，本人突然超齡的感悟了一下：在物理上，我們會選擇「適當的」座標系幫助我們解決物理問題，用在人生中，我們也可以選擇適當的座標系，在眼前難解的情況下，不妨可以轉個念頭或許就有不同的風景、許多事也就迎刃而解，用個更親近一般人的用語就叫做「轉念」！

很多朋友對物理的印象只有中學時期的霧裡看花、霧煞煞，而我們一般的印象也是冷冷的公式，但是陳秋民老師帶我們看到物理在生活中的實際運用以及其活潑面，更讓我們真實的感受到什麼是「研究不是專業名詞，是生活的態度。」的最佳寫照，因為認識陳老師的應該都知道，老師經常會把垃圾堆的東西撿回來修理或是想方法、找方法讓生活更便利。「研究不是專業名詞，是生活的態度。」這句話是出自於黃崑巖教授的一本書《給青年學子的十封信》的其中一篇，我很榮幸能夠修黃教授這堂選修課-終生的知識份子，在這門課中將所學與生活做個省思。

這幾年來在研究的路程中深切體認到資訊力的重要，如果不善用資源學習是無法趕上整體的腳步！記得以前在上郭中一老師的現代物理、理論物理課中，郭老師經常都會感慨地說：「你們這年代的資源比我以前還豐富，所以你們覺得有能力超越我們！」因為我們正處於網路發達、全球資訊互通的年代，只要我們能夠知道怎麼應用資源，學習參考的材料比以往的多！老師曾分享一句話令我至今印象深刻：「有人願意跟你說你的不足你要感到欣慰、感謝他！如果對方不提醒你、任你跌倒，可是會受傷、甚至不會何進步的！」

從大一起就聽聞學長姐們、助教們提及來物理系不能不知道「五午會」，劉源俊老師帶我們拼出物理根源、物理圖像等。劉老師在「科學經典選讀」課堂中讓我們從科學古經典看現代物理發展史，他系統性的歸納出整個科學發展脈絡，從探源的角度去探索物理學，從以前哲人們的角度、思維來入手理解物理和科學發展，能夠這樣了解整個來龍去脈感覺暢快許多！不敢說自己有承襲或學習到劉老師的精髓能夠將這個物理脈絡理的很好，但是有時會不自覺的想依樣畫葫蘆，學習將感興趣的事物整個貫串、拼出一小塊圖像。

陳國鎮老師的電磁學板書總是很有系統、完整。當時，一邊要把老師講述的聽進去、一邊要抄寫筆記實在不易，因此本人通常上課抄一遍沒排版，晚上回宿舍複習時，在一邊整理、一邊排版、思考理解整個公式的推導過程，考前複習也在整個整理一遍，因此還算能得心應手的面對當時的考卷。某次考試大家考的不是很理想，陳老師語重心長的跟大家勉勵了一堂課，當時的確是一片低氣壓，大家也把陳老師的話放在心中，調整自己的學習態度。猶記得，當年體育課中最難選到的其中一項就是陳老師的氣功，也許一部分是因為氣功是中國傳統又神秘的「功夫」，老師有時會在課堂中跟大家分享各種事物都會傳遞著訊息，包括樹、水……，老師提醒我們要留意自己的念頭，因為訊息的傳遞很奧妙！陳老師長年研究的訊息-水結晶實驗、電磁波、人體穴位似乎有其特殊的關聯性。

除了教授們給我人生旅途不少啟發，其實在這四年裡，總是像媽媽不厭其煩地照顧我們、鼓勵我們的秘書、助教們，感謝你們～有你們真好！十年前參加物理系四十周年系慶，想不到一晃眼的十年過了，抵達五十周年系慶。感謝上天巧妙安排讓我能東吳物理系裡成長，感謝一路上有許多貴人、老師、同學們相助！東吳物理第三十四屆的我們雖然不一定還在物理領域，但是目前大家都選了自己所愛的路，誠如當年我們的結論：「大學是個通識教育的過程。我們在這段期間學習的除了是本科系的專業，更重要的事學習『思維方式』！」我們經歷了這四年的洗禮，讓我們面對未來人生旅途更知道怎麼去選擇、怎麼去對自己負責。