

數理基礎莫輕忽 穩紮穩打研究路

文/ 胡佳伶
蘇羿豪

求學歷程

在小學高年級到中學的這段期間，部分課程開始需要運用邏輯思考，讓我逐漸對科學產生了興趣。就讀師大附中時，因高中物理課程用到的數學工具並不多，且那時候還蠻怕數學的，所以都是勉強過關。直到大學念清華物理系，才發覺數學與物理關係密切，便在暑假自修微積分，慢慢打起了數學和物理的基礎。我在大學的時候了解到學好物理的重要性，於是物理系開的課幾乎都修。當時受到丁肇中等人在1976年獲得諾貝爾獎的影響，對基本粒子物理蠻有興趣，認為粒子物理是最重要的物理，“theory of everything”。雖然那時候比較流行固態物理及超導，但覺得自己對動手實驗不太在行，因而想做理論物理，可是那時候做理論的老師覺得這行發展有限，並不太鼓勵年輕人從事理論物理。因此當時的我還很迷惘，不確定到底要做理論還是實驗。

我本來就有出國攻讀研究所的打算，不過一直到大三都還沒有跟老師做過專題，覺得要有研究經驗再出國比較好，所以決定先在臺灣念研究所。剛好看到倪維斗教授在徵人，唯一的條件就是要有耐心，而且倪教授在理論物理的研究相當傑出，正開始要往重力實驗發展，於是我就進了倪老師的實驗室當研究生。

當時我們做的實驗是要測量太陽的重力對實驗裝置產生的力矩，以驗證等效原理。那時候還沒有很好的避震桌，要用沙子來減少震動，但為了避開磁場的影響，所以必須要把沙子裡的鐵吸出來，剛開始就吸了一個暑假的沙子。後來逐漸進入狀況，從倪老師與學長那邊了解到實驗的重要性，也盡量嘗試著將大學課堂上學到的知識，應用在理解發展整個實驗與後續之數據分析上，最重要的是了解究竟什麼是科學研究。



碩士畢業當完兵後，在五專一邊兼課教物理賺生活費，一邊準備申請學校，也考上了公費留學考試。我申請了二十幾家學校，獲得其中三家的入學許可，但之前的迷惘還是沒有解決，依然不知道自己到底要做什麼，即便對粒子物理有興趣，但做理論的老師勸我不要做理論，因為理論和實驗的差距已經很大，所以我選擇進入哈佛大學往粒子物理實驗發展。當時參與了一個在紐約中部康乃爾的高能團隊，但加入了之後發覺跟

想像差異很大，高能實驗的陣容龐大，一個團隊有兩百多人，自覺發揮空間有限，後來便離開了。正在茫然時，恰巧我博士班的指導老師是天文系的教授，想找物理系的學生幫他做儀器，並且希望這個學生對高能實驗有興趣。那時候的我其實希望趕快定下來展開研究工作，就這樣跨入了天文的領域，剛開始也因為對天文還不太熟悉，著實經歷了一段蠻辛苦的時間。做儀器很不容易發表期刊論文，所以指導教授給了我兩個純天文的題目，到現在都還是我的研究主題－這是因為從事了X光雙星的研究之後，覺得很有興趣，並從中獲得了成就感，於是就一直往下鑽研下去。我們做的儀器是一個放在氣球上的X光望遠鏡，在博士生涯去了七次新墨西哥州放氣球，成功了三次。此外，我的工作還包含了儀器的後續進展、分析軟體、資料分析，到我畢業以後，這部望遠鏡也正式退休，在我離開美國前一個月，送著它進倉庫裡。

博士畢業之後開始找工作，我拿的J1簽證，可以留在美國一年半做practical training，實際應用所學。那時候跟指導教授商量，希望留在他那邊做博士後研究，不過他說博士後需做三四年左右才比較可能有點結果出來。另外一方面，我希望做科學的計畫，但他比較看重我對儀器的經驗，最終沒有談攏。於是我就寫信給在清華的指導教授，倪老師很大方地說他有博士後的位置，叫我先回來再說。

九月回台灣之後，先在倪老師那當博士後，也一邊找工作。在那邊先把我之前的論文完成，也指導研究生利用X光波段的天文資料做研究。那時候物理系徵人很多都要有光電、奈米專長，我只投了成大物理、清華天文、中央天文這三所學校。投中央的時候很有趣，之前有到過中央演講，後來看到中央在徵人，趕快寄履歷給當時的所長陳文屏老師，過了幾天再看一下，發現是去年的告示，我就寫信給陳老師說不好意思，沒注意到那是去年的告示，請撤回我的申請。陳老師說不要緊、既來之則安之，又找了我來中央做一次演講，葉永烜老師、陳文屏老師都有再跟我談，隔年八月就加入中央大學。



周翊老師在中央大學天文所高能天文物理實驗室

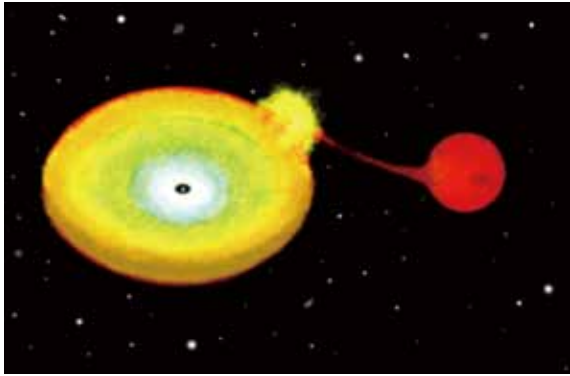
目前做的天文研究

目前的研究著重於X光雙星的光變行為，研究緻密天體（包含中子星與黑洞）、吸積雙星與吸積盤動力學等天文物理現象。X光雙星中的主星－中子星或黑洞－是大質量恆星演化的終點，對X光雙星系統的深入研究，可以讓我們對恆星演化末期的特性有更進一步的了解。

在中子星方面的研究，除了脈衝星外，探討以中子星為主星的X光雙星也是重要的研究手段，天文學家可藉由雙星軌道與吸積盤的運行、X光雙星中的波霎現象、X光爆發與準週期振盪等現象，來研究中子星的性質與演化。

在黑洞方面的研究，由於黑洞本身不會發出可觀測的電磁輻射，因此我們必須觀察吸積現象所引發出的輻射才能瞭解黑洞性質，X光雙星是目前唯一可用來觀測恆星質量大小黑洞的天體。研究吸積盤運動與雙星之間的關係，可以對緻密星體有更進一步的認知，此外，X光雙星擁有實驗室無法製造的環境，如極大重力場、極強磁場（中子星， 10^8 – 10^{13} G）與極高溫（ $> 10^6$ K），可成為研究基本物理定律（如廣義相對論等）的重要工具。

現在下載archive data已經相當容易，因此我們可以利用最新的觀測資料做研究。X光雙星的光變有的非常快，甚至小於一個毫秒，可以說是所有天文現象中最快的光變，但時間尺度也可以很長，不同的時間尺度代表了不同的物理機制。

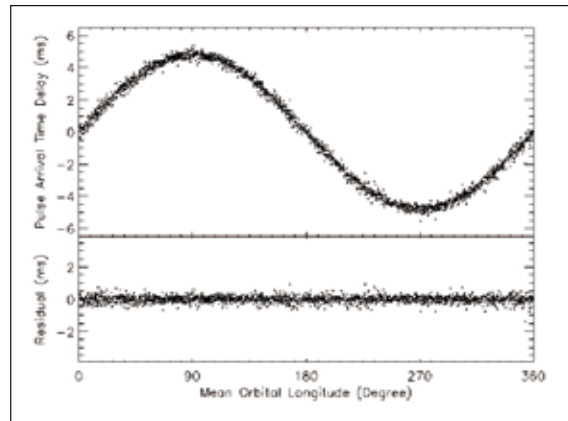


一個X射線雙星X 1916-053的藝術家想像圖。它是由一顆白矮星（右）與一顆中子星（左）組成的雙星系統，當白矮星的物質被吸積到中子星時，由於物質帶有一定大小的角動量，吸積時會形成吸積盤。

另外羿豪也幫我們開拓了另一個方向，利用光譜的擬合分析去做一些分析研究。

對想念天文所碩班 或博班學生的建議

要將數學和物理的基礎打好，這些基本知識會在不經意時發揮功用。比如說我的碩士研究是做重力實驗，好像根本用不著學電動力學。我們的實驗裝置是根據前人的經驗呈三角形對稱的設計，那時候學長就說這樣會讓重力的力矩效應降到八極以下，八極我聽得懂，根據電動力學的概念，偶極、四極、八極的potential和距離的關係，分別是和距離的二次方、三次方、四次方成反比。當降到八極時，potential受距離的影響已經很小了，但我卻不知道為什麼這樣配置就會降到八極以下？但因為我有學過電動力學，我可以自己證明！我不只是know how，我還證明了這句話沒有錯。類似的一個例子，當時這個裝置是由做光學的施宙聰教授設計，雷射光打進來，把CCD擺在凸透鏡的焦點，就可以由偏移測量出角度。但同樣的問題又來了，為什麼要這麼做？我利用幾何光學學過的ray-tracing matrix，就可以導出來的確是這樣沒錯。另一個例子是念博士班的時候要設計一個電路，必須要先做些計算模擬，把電路解出來，最後用到的方法就是數學學到的Green's function來解微分方程，將它應用到數值模擬上，最後加上可能的noise，預測其



吸積脈衝星 XTE J1807-294 之脈衝由於雙星軌道運動產生的脈衝延遲現象，由此現象可算出以雙星的軌道周期為 40.073601 ± 0.000008 分鐘，而中子星之投影軌道半徑為 0.004823 ± 0.000005 光秒，就是大約只有 1450 公里左右。下圖為減去其軌道脈衝延遲現象後殘餘數值，可用以檢驗上述分析結果是否正確。

response與進一步改善其系統，雖然這些東西在某些人看起來沒甚麼，但我卻做得很有興趣，因為我是完全從我了解的知識出發，因此能掌握所有的細節過程。

現在學的基礎知識，雖然好像對目前的研究看起來沒什麼用，但當你遇到困難，就會需要這些基礎知識發揮作用。做天文可能稍微不一樣，如果你是在做物理的實驗室，你會發現你一天到晚在做的好像不是物理，像我那時候就是在fighting with noise，我的電路裡有noise會影響讀出，一搞就搞掉半年八個月，那時候就會覺得自己物理學的量子力學、電動力學，全都使不上力。其實這些都是做研究必經的訓練過程，碰到困難要想辦法解決，並不是說一開始做研究就要做大學問，就像學剪頭髮，也是要從學徒慢慢做起，先磨刀燒水，看師傅怎麼剪頭髮，過了好幾年才能出師，做研究也是類似的道理。

一句話裡面所隱藏的意義，有著不同基礎的人會有不同的感受。例如剛剛那句「這樣的設計可以讓力矩效應降到八極以下」，完全沒有學過的人只能覆誦這句話，並不懂這句話的妙處在哪；有背景的人就聽得懂這句話背後的內涵，或者是更進一步的證明。我現在常聽到「大家都認為是這樣…」，就繼續跟著前人的方法做，你只



周老師及實驗室成員向剛入學的新生介紹研究內容



周老師及實驗室成員參加物理年會

是know how, you don't know why。就算以後有了好的工具可以改進流程，你也不知道要怎麼做。如果你具備基礎的知識，便能藉由理性批判的過程，對整個物理和處理的流程有了很深的認識，這樣才有發展的空間。

我開的課「資料分析」，從來不講任何一個套裝軟體，因為這些套裝軟體都會過時。我教的是基本的原理，比如你做curve fitting，為什麼要這樣做，會引發什麼樣的結論，大家會用什麼表示方法，會隱含什麼意義，背後都有一套很深的理論。基礎的東西可能沒那麼簡單，學起來又蠻痛苦的，但是卻很重要。像我念博士班的labmate是天文所的，他們也修物理系開的電動力學、量子力學，有的時候這些課不光只是知識，而是要給你一些想像、思考、解決問題的訓練。

對碩班及博班的期待

用寫字來做個比喻，碩士班就像教小孩寫字，我們會寫好讓他照著描，如果不行的話爸媽會拉著你的手寫；我會看著你的工作進展，不行的時候會插手進來，讓你走到正確的方向。博士班的話，就是告訴你方向在那邊，你得要自己找路，我只是在旁邊看著，非不得以不講話；就像你寫字，我只是就看著你寫，寫不好我就告訴你這裡寫不好，不再給示範。博士班畢業後，就是要自己去找方向。

對出國念博士班的建議

每個人的家庭因素、經濟因素等情況不太一樣，各有各的好處。在國內念的好處是可以繼續原本做的研究，如果表現傑出，在本土學術界的人脈會是很好的延續。現在不少很好的國立大學，也有本土的博士拿到教職。但你也必須很努力，爭取國際的能見度，一旦你有發表論文，跟你研究領域相近的人很快就會來跟你討論。但整體來說國內的資源還是稍嫌不足，國內對學生蠻保護的，在同樣的一個環境待久了，也會比較怠惰。去國外念可以接觸到比較好的環境，你的老師會是世界一流的研究學者，你的同學是來自世界各地的精英，可以知道頂尖的研究，並從中學習。當然這也要經過很多關卡，像是在出國之前，必須把語言能力提升到一個程度，剛開始可能會比較辛苦，要適應當地的氣候、文化、做人做事的方法等等。

中央天文所的 優勢與未來期望

中央天文所有優秀的傳統，在一般社會大眾的心裡有比較深刻的印象，現在其他大學也都紛紛成立天文所，有些學生會覺得選校比選系更重要，而其他學校在學生心目中的地位比較好，因此中央天文所也面臨了挑戰。但這是良性的競爭，我們要更努力、做的更好。目前所裡面接了一些大型計畫，藉由這些大型計畫，我們把中央天文所在國際的能見度更加發揚，擴大天文在台



天文所共同慶賀周翊老師結婚的盛大場面



實驗室成員慶祝周老師的生日



周老師私底下其實是個冷面笑匠呢！

灣的研究基礎，培養許多的人才，也希望這些學生可以繼續在學術領域發揮所長，這也是我們努力的方向。

中央天文所對 天文推廣教育扮演的角色

世界頂尖的研究機構像是CfA(Havard-Smithsonia Center for Astrophysics)、大型的天文台，也都有在做推廣教育，這是責無旁貸的，像中研院天文所現在也有專人在負責。中央天文所過去也一直有在做天文推廣教育，未來也會繼續。但我希望能夠做到，讓社會知道中央天文所是有尖端研究的，而不是只是單純地散播課本的知識，或是當有科學新聞出來了幫大家解釋。畢竟我們拿了國家社會不少資源，有責任要跟國人報告我們做了哪些研究，獲得了什麼成果，這樣將來社會才會對天文的發展更加支持。

擔任中央天文所所長 一年半以來的感想

所長是個服務性的工作，任務是要讓所上事務正常運行，雖然有權分配資源，但更要公平處理事情。我們的所比較小，因此老師們擔的責任也更多，幸運的是所裡的助理幫了很多的忙，老師們也能諒解行政工作不易之處。之前擔任大學物理系學會會長與哈佛大學同學會會長的經驗，也讓我學到「人和」很重要，要比較圓潤，事情才能做通。有些事情會有一定的困難存在，但要努力在現有的資源規範下，發揮最大的效能、推動事情的進展，對於這方面，就像我的研究與教學一樣，仍在學習中。

胡佳伶：現任職於臺北市立天文科學教育館

國立中央天文所碩士班學生

蘇昇豪：國立中央天文所碩士班學生