

訪闕志鴻老師

訪問：陳潔 陳志清



清：請老師講講以前現在和未來在做的事。

師：我 1985 年在德州大學拿博士，1989 年回台，先到中央大學物理系待了八年，做的東西比較雜，不只是天文的東西，不過我還是講有關於天文的。我做的是比較偏相對論性的天文，比如說噴流，研究黑洞的噴流探討能量的最終來源。黑洞的質量集中在一個很小的區域，要掉進黑洞並不容易，如果沒有瞄準，就會在黑洞旁邊旋轉，因為開始時就具有角動量。黑洞的附近有很多高熱的氣體，高熱氣體為良好導體，這些旋轉的物質若非電中性，就會 radiate，發出低頻的電磁波。但是這電磁波和真空中的行為不同，波會集中在沿著轉軸的方向上傳播。我在中央做天文的東西大概是這些。1998 到了台大後做的東西就不一樣，台大比較沒有天文的傳統，其優點是在固態及高能方面有非常好的基礎。我和黃偉彥主任談過要如何在台大物理系發展天文物理，談的滿愉快的大概就

是要做 Cosmology 這一方面。Cosmology 說新也不是很新，發展歷史約在二十世紀初愛因斯坦提出他的廣義相對論之後，就有這一方面的研究，不過一般只是做理論上的推導，不是當作一種實證科學。宇宙論提到的東西好像太遙遠了，又沒什麼方法可以去實驗。後來有了哈伯定律，說明宇宙會膨脹，這是宇宙論的一個基礎點，不過只是基礎點而已。一直到了 70 年代發現 3K 的宇宙背景輻射，算是宇宙初期大爆炸的一個佐證，之後 70 到 90 年代則是研究星體形成。90 年代後宇宙學忽然起飛了，不再只限於可見的會發光的東西，主要的原因是 COBE 衛星發射上太空，這是一個次毫米波遠紅外線高頻望遠鏡，以前提出 3K 背景輻射的人其實並不是直接觀測到這個訊號啊！你們想想，3K 的黑體輻射的波長分布的 peak 大概在頻率 200GHz 的地方，這是一個很高頻的波段，高頻的微波技術在比較晚期時才發展出來，而低頻的

技術，如電視，無線電等等先發展的。那麼 70 年代的人，他們又沒有觀測到這個 peak 的部分，只是看到整個輻射 spectrum 的尾巴，到底怎麼樣斷定是一個 3K 的背景輻射？幸好我們有一個 Rayleigh-Jance 定律，用定律推出來這個 spectrum 應該是 3K 的黑體輻射。現在的 COBE 衛星可以直接量到 peak 這一段，發現它果然和當初所推的很接近，是一個幾乎 perfect 的黑體，世界上沒有比它更黑體的黑體啦！但是 COBE 的用處並非爲了量到這個波段，它主要的任務是，如果從各個方向去看黑體，它的微擾狀況如何？歸納出來一個平均溫度，這個值一指微擾值？會關係到以後發展的大尺度結構，我上一次在天文物理週給的演講有講到，現在知道這個微擾大約是平均溫度的十萬分之一，說明宇宙非常早期就有此大型微擾，宇宙 radiate，原處於高溫的狀態，後來慢慢降溫，物質從游離態到中性態，再因爲重力作用而 collapse，約十萬歲的時候形成各個星體。本來在高溫時期是高能、粒子物理的探討範圍，而降溫以後的是交給傳統天文物理。

來台大不久之後發生一件很幸運的事，就是教育部說他們有經費可以支持各大學的研究計劃。本來中研院和台大物理是沒有什麼關係的，頂多認識的人在路上打個招呼，而我和中研院還算熟，我現在也是中研院和這裡的合聘教授。中研院很早以前就有這一方面的計劃了，不過沒有經費，爲了這個計劃已經開過幾次會，找了一些人，甚至做了初步設計等等。所以現在這些 AMiBA 的雛形是當時就已經有的，不是新的。那麼台大在規劃申請教育部補助計劃的期間，魯國鏞院士成爲台大的合聘教授。本來這兩件事沒有關聯，但後來我們覺得很好，因爲魯院士就可以用台大教授的名義向教育部申請一些東西，如果是中研院的人就沒有立場。這些事進行的很順利，而我在台大的定位也就變了，本來以前做的東西都要放棄掉，現在大

概有百分之八十的精力放在這些 AMiBA 等計劃上，這一個研究計劃和一般傳統的研究不同，以往傳統上可以帶幾個學生，關起房門來作，而且成敗只和自己關係較大，但是現在我們在時間上和金錢上都有壓力，這個東西一投下去就是很多錢，而且要和別人競爭，這種感覺非常不同，好像在經營一間公司，一切都是 teamwork，工程的團隊有他們的事，有人要去盯進度，不過這個盯人的角色不是我，是魯院士。每個人作一部份事，而經費和時間就是那麼多，那會影響你能做到的程度，這其中每一個人又有自己的意見，有人覺得再多花一點錢就可以做到想要的結果，管錢的人則堅持多少就是多少，大家意見分歧，所以參與這件事給我的經驗，我想台灣在作研究的沒有幾個人有經驗吧！我負責的是 science 的部分，要做的觀測或我們要由設計開始，先要做功課，知道設計的東西做出來要有什麼結果，精確度達到哪裡，交給工程師作，工程師的人再告訴你這樣他們行不行，兩方各有堅持，來來回回好多次。我的學生中有一些做的和 AMiBA 有關，還有的與 CosPA 中其他的光學部分有關。CosPA 中有一個用光學望遠鏡觀測宇宙背景輻射的部分，採取不同波段比較恰當。

陳：爲什麼要選可見光？

師：你當然可以選其他的波段，X ray，紫外光等等，但是只有可見光能在地面上作。一旦要到太空做就會增加很多花費，爲了競爭成本，所以選可見光。關於這個可見光的計畫，我們並不是要去蓋望遠鏡，好的望遠鏡都是國家實驗室級的所費不貲。我們已經和“加拿大-法國-夏威夷”望遠鏡合作，地點在夏威夷的大島，這個地方是北半球最好的觀測地點，氣流穩定，天氣等條件也非常好。由台灣負責設計製作一個紅外線 detector，放在望遠鏡上，他們也可以使用，一切都是互利的。這一個望遠鏡在 80 年代蓋的，對天文觀測有一些重要的貢獻。這

些國家現在的目標是建更大的望遠鏡，所以比較沒有經費來對舊的望遠鏡做改進或維修，我的學生並沒有真正跳進這個計畫。要上前線作真正的觀測研究還要先受一些訓練，加拿大的多倫多大學有一個余光超教授，他這方面做的不錯，我們可能送學生到他那邊，短期或長期的，學一點東西。台大物理也計畫請他來台灣，這位教授現在還在45到50歲之間，在大陸出生，後來到加拿大去，和台灣的關係不大，但是似乎對台灣現在在發展的這些相當有興趣。我們這種實驗和傳統的不一樣，非常 international，所以我們也希望進來的學生可以擺脫以往進實驗室的舊思維，我們與別人合作都是站在平等的地位，而且我們也有本錢，中研院或國科會有一些經費可以送學生去外面的。當然我們必須先把要做什麼？目標決定下來，然後找到好的學生，再送到一些對觀測比較有經驗的地方，讓他們學習。AMiBA 大概要到三、四年後才開始觀測，才有數據資料，那麼我們在這段時間內可以做的就是準備好我們的人，現在找好的學生，作好訓練，到了幾年後真的要觀測時，讓他們來作主將。

陳：為什麼要把重心擺在找學生、訓練學生上，想要做出成績何不找已經很有能力的教授？

師：第一個是，要找作的很好的教授不容易，中國人在天文這方面包括大陸人，做這的比較少第二個是，國外的實驗 team，工程的或科學的，大約都在十個人的規模，其中一半是學生，一半是 PostDoc，只有一個是教授。這種是很常見的，都是年輕人當主力，那麼我們試想，既然外國可以，我們也能做得到。我們的 AMiBA 計劃它是一個相當 international 如果好的學生在這邊可以主動跟這邊的人合作，有很多機會可以接觸到不同的專家，這是一點，另一點這個 project，是很有挑戰性，學生跳來這裡，它可以在這當中可以學到很多東西，將自己

訓練成可以獨立作研究的一個人，所以這條條件下學生可以變成主將，過幾年之後 AMiBA 開始觀測時可以做事。

清：說一下對學生們的建議

師：我剛剛講的都跟我的研究比較有關係，再說一下對學生的看法，我認為大學部的學生，讓自己準備，以後的路可以走的比較好一點，其他方面我當然不敢講，如果以後出去開公司，當老闆，那我就沒什麼經驗了，沒有辦法給什麼建言，不過如果要去研究這條路的話，我可以給一些建言，我想這幾年看到大學部的學生，跟以前在大學當的學生和以前聽一些我的學長們他們大學的時候好像整個文化沒什麼改變，一個台大學生訓練有一個很大的問題，可能這是系裡面的問題，好像太理想化了。對理論比較重視，對實驗就比較不重視，一般程度好的學生以後要做研究的話很多都去做理論，比較少去做實驗，那這個是台大物理系的傳統，這傳統可能不是一個很好的傳統，我覺得作研究跟作任何事是很類似的，第一個就是你要有經驗，你有了經驗以後，才知道學什麼是有用的，很多學生大三的時候都去修研究所的課，我曾經開過一個大部分都是研究所來修的課，也有一些大四來修，我那個班上有大二的來修，那是相對論，當然修的沒特別好，我的感覺是大部分的學生在大學的時候應該修一些盡量修一些玄一點的課，我現在是不清楚說，你修了那麼多課，你修完了那你還記得多少，過了一個學期一年，如果你沒有去用，你還記得多少，可能還會有一些印象，像 path integral 好像有這麼一回事，但是你對他的物理還了解多少，深一層的意義，其實很多事情也是這樣，都是互通的，你做某一項工作，做的很深入的時候，你對他的問題，真的有去想，當然不去想你可能也會去聽一聽別的領域的事，這樣常常作你可以更深入對你所學的東西，會有更深的了解，那個了解並不是課本跟你說的，當

然我剛剛說的重點是說你修的很多很雜，修了很多東西，你對一些專有名詞有了了解，對細節有了一些了解，那是 knowledge 但是對創造力有沒有很大的幫助，創造力是要做一些想一些沒人想過的，做一些沒人做過的，什麼途徑是比較好了，這個我想是我們台大物理系的學生應該自己去想的，像創造力這種東西，在一個系裡面很難開一個如何開發創造力的課，我們這邊並不是人力什麼人力開發中心，並不知道如何作，當然有一個途徑，如果你在大學當學生的時候，你有機會一些教授的研究，了解人家在處理什麼問題，你不見得有足夠知識可以解決問題，你有哪個材料可以去想，常常遇到的那些問題，有時候很需要創造力的東西，不見的需要背景知識，可能在某個老師的 group meeting 中，常常去這些人可能會討論他們遇到哪些問題，你可以去思索，把它當作智力測驗，這個機會是課本學不到，這不見得說你解決了這個問題，去思考這個問題，不見的說你會的 Nobel Price，很多這個創造力都是靠慢慢培養出來的，很多大師，不管學問上的藝術上的，他們很多創造力都是慢慢培養出來的，當你創造力夠了，就可以去搞大的，很少是說以前一點經驗都沒有，大的就給你搞出來了的，我剛剛講的這一堆主要想的就是讓學生知道修課以外還很多機會讓你們充實自己，尤其是那種人家沒辦法教你的那種，那才是決定以後有沒有辦法出頭的關鍵，如果要待在研究領域裡面，人家不 care 你懂多少，你寫一本書，也許人家鼓掌你寫的還不錯，但沒人說你研究做的很好，也許你對教育比要有貢獻，如果你的重點擺在研究的話你懂很多並沒有幫助，台大學生是很聰明沒錯，數十年下來都會犯很大的問題，都會變成眼高手低，這不是最近的問題，十幾年前二十幾年前，這是台大物理系的傳統，我們現在物理系的老師還沒有發覺這個問題沒解決這個問題的方案，我相信很多老師了解台大物理系訓練出來的學生眼高手

低，相信有很多人有一個共識，但沒想到如何改進，台大物理系畢業學生在實驗做的比較好的不多，理論做的好的也不多，理論本來就比較難，所以一個建議是說在大二大三四大時，實驗室裡面有什麼打雜的或 group meeting 可以讓你參加，這蠻重要的，一年換一個老師沒什麼關係，從大二到大四，每年換一個也沒關係，我相信老師也不是說很 care 你來實驗室 group meeting 你就在那邊作什麼東西，第一年學了一些東西，認識了一些人，作一些小 project 參加一些討論，可以從這些場合裡面確實可以學到一些課堂裡面學不到的，中研院裡的 summer student 是一個不錯的 program，今年暑假台大的學生好像比較多，五六個吧，他們多多少少可以學一些東西，寫寫程式分析數據，我想可能中研院的 summer program 是一個比較具體的計劃，那如果說不是在暑假在全年裡面，參與一些教授的計劃，實驗室的幫忙，這樣也可能做一些類似的，從一些基礎學起，meeting 也參與，自己也可以思索一些問題，這種經驗是慢慢這樣學習來的，如果運氣好的話人家會給你一個小的 project，這小計劃跟作業不一樣，沒有標準答案，你要去想，很多時候你要去想要解決一個問題，你可以領悟出你以前所學的，把他整合起來，設法解決問題，是比較整合性的，一般學的都是比較支離破碎的，熱學就是熱學，光學就是光學，沒有一個交集，如果作一個你可能需要很多領域的知識，那就要把他們整合在一起，很多時候你要當一個出色的科學家，不能依靠老師教你的那一招，那是不可能的啦，絕對要想出自己的一招，突破人家教你的，走出自己的一條路，這不是憑空的，把一些你學到的你想過的打出自己的路出來，我自己花很多時間在想東西，我必須從頭開始想，有些東西我認為這些東西我很熟做過很多次，那我可以很駕輕就熟地用它得到新的東西，其實我會發現我對它很熟的這些東西我並不是很了解，對最

基本的不是很了解，我有時需要自己需要導出一個式子跟我以前作過的舊的東西很像，我必須重新導出新的，常常我必須回到這一個相關最原點來思索這整個是怎樣發展出來的，其實我覺得我常在家裡被我太太罵無所事事坐在陽台抽煙，其實不是都只在抽煙，我都在想東西，我自己認為我花十個鐘頭在作研究，有五個鐘頭在想東西，真正拿筆在計算只有三個鐘頭，其他兩個鐘頭在看 paper，大概是這樣分時間的。