

魯國鏞院士訪談

管一政^{1,3}、李大興²、彭妙齡¹、顏吉鴻¹、黃慧春¹

¹ 國立台灣師範大學地球科學系

² 國立東華大學物理系

³ 中央研究院天文及天文物理所



魯國鏞 (Kwok-Yung Fred Lo) 博士為中央研究院院士，特聘研究員，兼天文及天文物理所籌備處主任，臺灣大學物理系合聘教授。1947年10月19日出生於南京。

學歷：美國麻省理工學院物理學學士 (1969)
美國麻省理工學院物理學博士 (1974)

研究專長：銀河中心、星爆 (starburst) 與活躍星系核、繞核邁射、矮星系和星系間的氫原子氣體、宇宙背景輻射、高紅位移星系等

經歷：加州理工學院，電波天文研究員 (1974-1976)
加州大學柏克萊分校，Miller 基礎科學研究員 (1976-1978)
加州理工學院，電波天文資深研究員 (1978-1980)
加州理工學院，電波天文助理教授 (1980-1986)
伊利諾大學香檳分校，天文學教授 (1986-迄今)
夏威夷大學，天文研究所 James Clerk Maxwell Telescope 研究員 (1991)
馬克思—蒲朗克研究院 Alexander von Humboldt 資深科學家 (1994)
伊利諾大學香檳分校，天文系系主任 (1995-1997)

參與主要委員會之經歷：

1. "銀河中心" 研討會科學籌備委員會委員，加州理工學院 (1984)

2. 美國國立電波天文台毫米波陣列諮詢委員 (1985-1987, 1991, 1993-1994)
3. 國際天文聯合會研討會 No.136 "銀河中心" 科學籌備委員會委員, 加州大學洛杉磯分校 (1988)
4. NASA 之 IRAS 天文衛星的天文物理觀測計畫審查委員會委員 (1988)
5. Bernard Burke 六十誕辰紀念研討會 "重力透鏡" 科學籌備委員會委員, 麻省理工學院 (1988)
6. 美國國家科學基金會 (NSF) Haystack 電波天文台評鑑委員 (1988)
7. NASA 天文物理觀測計畫審查小組主席 (1989)
8. 國際天文聯合會研討會 No.146 "銀河動力與分子觀測" 科學籌備委員會委員 (1989)
9. NASA 長期太空天文物理研究計畫審查委員會委員 (1989)
10. Ringberg 研討會 "常態星系核: 從銀河中心學習" 科學籌備委員會委員 (1992)
11. 中央研究院天文及天文物理所諮詢委員 (1993-1996)
12. 美國國家電波天文台審查委員會委員 (1994-1997)
13. 美國國家超級電腦應用中心 (NCSA) 諮詢委員 (1996-1997)
14. "21 世紀中國人的天文研討會" 科學籌備委員會委員, 香港大學 (1996)
15. "矮星系和宇宙論" 研討會科學籌備委員會委員 (1998)
16. 澳洲國家天文台未來發展委員會委員 (1999-2001)

著作：學術論文 150 餘篇

管一政：感謝魯所長給我們這個機會，在百忙之中抽空接受物理雙月刊的訪問。首先，所長您可以簡單的介紹一下您自己嗎？您覺得到目前為止您在天文學術上最值得一提的貢獻是什麼？

魯國鏞：我天文研究的題目很廣泛，二、三十年來做過許多不同領域的研究，最受人注目的為銀河中心的研究。

在六十年代末期已有人提出銀河中心存在重黑洞 (massive black hole)，而重黑洞的證明方式曾由 Lynden-Bell 和 Rees 提出過，可能從一個尺度很小的非熱輻射電波源來證實。在我當研究生的時候，意外地在研究另一個題目時，發現銀河中心可能有一個小的電波源。從 1972 年至今，我仍在追蹤此電波源的結構及來源，此為一個比較重要的研究。

另外，博士論文是研究邁射源 (maser sources) 一 OH 和 H₂O 邁射與新恆星產生的關係，從此題目研究至八十年代初。當天文學家在銀河外星系的

中心發現極亮的 H₂O 邁射 (luminous water maser) 時，我也開始注意這個問題。初期發現許多新的明亮 H₂O 邁射，但較重要的發現是從分析看到的明亮 H₂O 邁射和本銀河中的邁射源有一些基本上不同的性質；本銀河中有兩類主要的邁射源，一類是在新恆星產生區裡的；另一類是在繞星封包 (circumstellar envelope, 即晚期恆星演變而成的分子封包) 內產生。但 luminous maser, 尤其在其他星系系統中心發現的，與此兩類很不相同。

所以在 1986 年我們提出這可能是一個繞核邁射 (circumnuclear maser) 的理論。當時提出僅是一個構想，並沒有觀測證實這個想法。真正證明這個想法是在 1996、1997 年，利用 VLBI (Very Long Baseline Interferometry, 長基線干涉儀) 的觀測，證明在銀河外星系 NGC4258 真正有繞星系核的一個 Keplerian disk。與 VLBI 的高角解析度相較，光學和其它觀測根本比不上，因為它為次毫角秒 (sub-milli-arcsec, 10⁻⁴ 角秒) 解析度，哈伯望遠鏡的

0.05 角秒解析度也比不上。(管：以前是因為解析度不夠高，所以不知道位置嗎？)。也不是不知道，就是沒有很清楚的一個 spatial resolution 與 velocity rotation curve 的結果，去看到很明顯的一個繞星系核的轉動結構 (Keplerian rotation)。所以這是一個很重要的發現，因為我們在 1986 年已經指出，如果這是繞核邁射的話，則觀測此邁射，將是一個很重要之研究繞核吸積盤的方式，並可用來測量中心黑洞的質量。

邁射在二十年前是一個很重要的研究題目，最近不算熱門的研究題目，尤其是在 luminous maser 發現，並證明 circumnuclear 背景之前，即使恆星形成區與演化的恆星 (evolved star) 兩種情況下發生之邁射，一般天文學家也不太了解。我們是第一個提出 luminous H₂O maser 可能是 circumnuclear 的，提出時有許多人不太認同，因當時還未有直接的觀測證據，例如賀曾樸諮詢委員還寫了一篇文章反對此理論。這是科學研究之過程，但現在我們知道，它真正是一個重要的發現。

另外一個領域是很早期我們研究 intergalactic hydrogen，就是星系間物質分佈的問題。我畢業之後任博士後研究最大的一個計畫為 intergalactic hydrogen survey，就是尋找星系空間之氫，但是最後並未找到。早期宇宙應該有此狀態存在，因為星系產生一定是從氣體開始的；所以宇宙早期一定會有這個現象，只是現在存在的可能不多了，若是有的話就是還未被發現。所以以後的許多年我研究低光度 (luminosity)，低表面亮度 (surface brightness) 之矮星系 (dwarf galaxies)。因為矮星系與 intergalactic hydrogen 可能有關；矮星系中具有很多氣體但恆星較少，就是很類似氫氣氣體遲滯產生的

星體。所以我從事這項研究許多年。我的學生 Lisa Young 的博士論文就是研究這類的矮星系。

另外就是毫米波干涉儀 (millimeter interferometry)。在加州理工學院工作時，新的計畫就是毫米波干涉儀。在二十年前毫米波干涉儀，就像現在的次毫米波干涉儀；在技術上，天線與接收機的構造，是個很有挑戰的計畫。我很早就參與此工作，當時只有柏克萊與加州理工兩個系統在競爭。我在加州理工用干涉儀研究銀河外星系之星際氫分子的分佈，利用一氧化碳 (CO) 來探測。我是天文研究上第一個去做此實驗的。一開始毫米波陣列未完成前，許多人懷疑是否能探測到銀河外星系內的 CO。因為若從我們銀河內分子雲的含量推斷，如果將這些分子雲擺到銀河外星系上，望遠鏡的靈敏度會看不到這些分子雲。而天文就是如此，由已經知道的要推測外面，不一定是很準確。我們觀測完成後，第一個曲線很明顯地顯示，銀河外星系系統中心的分子分佈情況，與我們銀河內分佈的很不一樣。毫米波干涉儀至今最重要的一個發展與應用，就是研究宇宙邊緣的星系系統之分子分佈，對星系產生的研究，是非常重要的。但是在二十年前我們未做之前，大家懷疑是否根本可行。

天文研究當然一定要有一些構想，要做什麼東西，但想得太多不一定好。天文有這個很特殊的特點：從以前的經驗要推測以後的發展，不一定是可靠的。這可說是天文研究比較有趣的部份。以後很可能不斷地發現新的現象，就像最近二十、三十年來，天文就有許多從前想不到的發展：中子星、波霎、似星體、 γ -ray 爆發、宇宙背景輻射...等。

管一政：我們知道您於 1997 年辭去美國伊利諾大學天文系系主任的職位到台灣來服務，是什麼主要的因素促使您毅然決定到台灣來貢獻所學？

魯國鏞：主要是 1991 年開始，幾位同仁，如李太楓、徐遐生、賀曾樸、Howard Yee、袁旂等，提出在台灣發展天文學。因為在 1990 年，徐遐生院士到台灣訪問時，與台灣天文學家交談，那時看到一個機會可以在台灣發展天文。

從 1991 年開始，花了許多時間規劃、成所；並提出 SMA (Submillimeter Array 次毫米波陣列) 這個主要的合作計畫，且於 1993 年吳大猷院長任內成立天文所籌備處，那時我們也是須要輪流負擔籌備，所以天文所首任的主任為李太楓、接下來是袁旂、之後是我。我們規劃成立 SMA 合作計畫，最重要的是李遠哲院長支持，所以一方面是因為機會難得，可以在台灣發展一個學門—天文學；另外**天文學在中國歷史上也有很長、很優秀的一段歷史，但在近代中國天文學的發展並不是很好。而現在有這個機會可以發展新的天文所並可參與天文尖端的計畫，所以在學術上也是一個很難得的機會。由於以上種種的原因，我決定來台分擔一下這個責任。**

但從個人家庭方面來說，來台並不是一個容易的事情。在美國我也有工作，但是為了推動天文發展所以覺得應該來台，不過我的家人犧牲較大，尤其是我的太太，因為她在美國也有工作、有很多朋友、也有房子。來台，我太太不會中文、不會看、不會講，所以來台等於來到一個外國，加上現在沒有工作，所以犧牲是很大的。

對我而言，工作方面補償了來台適應與改

變，但對她來說，因為我來，所以她來，真正犧牲了不少。

管一政：您曾參與規劃成立中研院天文所，1993 年天文所籌備處成立後，您是主要諮詢委員之一，並做了許多決定性的重要建議。現在身為籌備處主任，您對天文所目前的任務和未來的發展有什麼具體的目標與期望？天文所目前的主要研究計畫又是什麼？

魯國鏞：我們規劃的目標主要是希望成立一個世界水平的天文研究所，而且在台灣發展一個具有魄力與發展潛力的天文學術界，這是我們希望達成的目標。可以說是一個很具野心、眼界很高的目標。但是眼界若不放高，作出來的事情水平就會比較低，所以還是要有野心，雖然實際上不一定能達到目標，但是希望結果還不錯。

台大物理系黃偉彥主任曾提出的口號為「世界水平、亞洲第一」。但是我覺得應該是要世界一流，我覺得亞洲一流並不一定是最好的目標。究竟要如何來達成這個目標，我們覺得可以說是從頭開始建立一個世界一流的天文研究所，而且希望在台灣達成一個世界一流的天文學術界。

我們覺得最重要的是，不是每一件事情都要去做，而是要挑選一些很尖端的計畫，並且一開始要與國際一流的機構合作；因為一方面是經費的問題，新的設備、資源需求會很高，完全由台灣做不太可能；另一方面，要是完全自己做的話，一下子跳上世界一流的水平也不是那麼簡單，所以一定要和世界一流的天文研究機構合作，盡量找一個特出的計畫，就像次毫米波干涉儀，我們討論了好久，考慮了大望遠鏡、VLBI 等計畫，到了最後還

是覺得次毫米波這個計畫值得推動，因為次毫米波計畫完成後，全世界就只有這一台次毫米波干涉儀。

最近在韓國漢城大學電波天文組決定依 BIMA (Berkeley-Illinois-Maryland Association) 毫米波陣列的望遠鏡設計，製作一個單獨的 6 米望遠鏡，這當然有他們實際的考慮因素，所以作如此的選擇；但是想一想跟我們比較起來，這效果與我們不太一樣。我們花了很多的功夫與時間來訓練很多新的人員，自己蓋望遠鏡、自己做技術和接收機，做完之後我們參與全世界唯一且最先進的次毫米波干涉儀。同樣地他們做下來只有一台 6 米的毫米波望遠鏡，還不是干涉儀，我覺得這兩個的效果完全不一樣。

我們做的可能野心很大，所以澳洲天文台台長來訪問時，覺得我們很 crazy，應從長波段低頻開始做起，然後再做次毫米波。一下子做最高頻是否挑戰性、野心太大？但是若是由完全有把握的方式開始做，當然是可以，但是永遠追不上尖端。我們現在跟美國史密松 (Smithsonian) 研究所合作，盡量利用合作，建立起在台灣有一個自己的技術團隊，在所內研究接收機、跟清華合作 SIS junction 的製造、和航發中心合作次毫米波望遠鏡，經過這些階段與過程，應該提高了我們在台灣研究方面技術上的水平，而且也有了經驗。

實驗室到現在三、四年下來，也訓練出一批年輕有為、有幹勁的團隊，雖然經驗還是不足，不過因為有這樣一個過程，所以我們現在可以考慮下一步發展的計畫，如 AMIBA (Array for Microwave Background Anisotropy)，要是沒有經過這個發展過程，就不可能想像下一步新的計畫。這也是我們規劃裡的一個重點，不單只是參與新進的計畫，很重

要的一個重點是發展技術團隊，因為天文基本上是一個觀測的學門，所以基本上是要做新的儀器、新的設備，沒有這個的話，就永遠不能在世界水平競爭。

所以到現在我們仍覺得這個方針是對的，一路下去我們還是要繼續這樣的作法，好像現在所裡開始做次毫米波、電波天文學，下一步希望發展紅外線、光學，也是希望用同樣的一個過程，即先發展一個儀器團隊，可以做技術上的研發，以後才可以發展新的計畫。

另外所裡除了次毫米波計畫，還有一個重要的計畫是中美掩星計畫，這是與中央大學及 Lawrence Livermore 共同推動的一個計畫，主要目標是探測太陽系外端的古柏帶 (Kuiper Belt)，即短週期彗星的來源。這是很重要也很有趣的一個計畫，也與我們之前發展的方針相吻合——即找一個特出的計畫；這個計畫所需的設備、經費並不是很龐大，只需三台 0.5 米口徑的望遠鏡，就可以做特出且很有科學性、創新的計畫，加上可在台灣玉山上觀測。

其實最初的想法是由 Lawrence Livermore 的 Charles Alcock 所提出，他在美國找不到經費做，就跟我提這個計畫在台灣是不是可行，我一聽就覺得這個計畫很適合在台灣做，而且李太楓他對太陽系早期形成之研究也有基礎與經驗，加上中央大學在鹿林山有好幾年的觀測經驗，所以這真是一個很好的合作計畫，可以說是目前所內第二重要計畫。另外以後希望發展紅外線天文、光學天文，並與中央、台大、清華、師大等大學合作。

目前另一個重要的發展方向是宇宙學，所以台大物理系與我們、中央、清華提了一個「卓越計畫」，向宇宙學方面發展（編按：此計畫已

獲教育部審核通過)。在 90 年代後，因為新的望遠鏡、新的技術，使現在天文學家可觀測宇宙邊緣，也可以說是觀測早期宇宙，這完全是一個新的範圍，所以很明顯的，宇宙學方面是天文研究上一定要發展的；另外恆星形成、行星系統形成與我們研究古柏帶彗星來源也很有相關性。

在美國有一個 *Origins* 計劃，也是有關宇宙起源、太陽系起源、行星系起源、生命起源……，從這個觀點來說，我們是應該要參與的。所以我們參與的計劃，如次毫米波、中美掩星，都可應用在這些方面，如中美掩星計劃是研究太陽系外端，跟太陽系起源有關，與行星系起源也有相關，彗星很可能將生物從外太空帶至地球，與生命的起源也可能有關，我們提出的宇宙學研究計畫，也與宇宙的創生有關，而且台灣物理界也有不少基礎，尤其是高能物理理論方面，宇宙早期與高能物理的研究有極為密切的關係。從宇宙學觀測方面，因為是研究宇宙背景輻射，所以從次毫米波、毫米波的技術發展來看，也是一個很自然的發展方向，所以由各種因素的考量下，我們覺得宇宙學是一個很值得發展的領域。這些領域在台灣天文學術界的發展空間很大，也是一個令人興奮的時刻。所以清大、台大也相繼提出成立新的天文所，慢慢的每個大學的物理系也要發展天文物理，**所以以後十、二十年台灣天文的發展空間真的很大，這是一個非常令人興奮的時刻、也是一個很難得的機會**，現在物理界的學生、年輕人對天文一般來說都很有興趣，這是好的現象。

李大興：所長剛才提到台灣未來如清大、台大等大學有發展天文物理研究的企圖心，然而

我們知道天文物理研究是需要龐大經費的，在台灣有限的研究資源下，請所長說明台灣為什麼要花這麼多錢來發展天文物理研究？

魯國鏞：(笑...)，回答這個問題要從幾個觀點來說，第一，不單只是天文，一般人也可以問：「為什麼要花這麼多錢做學術研究？」，這是一個很基本的問題，為什麼不完全只是做應用科學？而要花錢做完全學術性的研究？只從實際上的觀點來看這個問題的話，我們可以說現在科技的進步，如電子、通信、生物等，對社會經濟、國家經濟的發展，若沒有早期完全學術性的研究就沒有今天，如電子、工業、半導體、超導體、電信這些來源完全是因為從純粹學術性的研究、物理研究、發展出量子力學才有今天。所以從實際的觀點來說，以後科技的發展一定是今日學術研究帶動出來的，這是很重要的。

很多人不太了解，許多新的發現是你所想像不到的，也就是說，今天你說要發明這樣的技術，常常是不可能，因為不知道之前，往往是想像不到的，如量子力學發明以前，根本不可能想像每個原子、電子可以被單獨控制，所以從大觀點來說，純學術性的研究是很基本的起步。另外從教學的觀點上看來，許多學生從小的時候不一定就是要賺錢或為了工業而唸書，所以一定要從各方面，廣泛的，不單只是天文，物理、數學、生物、文學、哲學，都須要年輕學子有所接觸才可以引起學生的興趣、想像力、思考這方面的發展。到了最後，每個國家，不單只是台灣，在經濟社會的發展方面，還是須要國家的公民、年輕人、學生有一定的教育程度與思想的能力；一個國家的公民，一般的教育水準不夠的話，以後競爭力、工業與經濟的發展上，會很明顯的跟不上。所以從這一個基本觀點來說，這就是為

什麼要花錢發展天文、物理等學術研究，就是要提高每一個國家公民的教育水平。

天文有個好處，一般人、學生、年輕人對於天文，自然地有興趣，而且天文的範圍很廣，包括物理、數學、生物、技術、地科...。真正學天文要學的東西很廣泛，所以其實唸天文主要也是訓練一個人才。唸天文不一定以後做天文研究，像國外有許多唸天文畢業的大部分是在工業界工作。又如天文在十幾年前已經使用電腦、網路、e-mail 等，因為天文研究是很國際性的，所以與國外的研究單位、天文台，很早以前就有全球的網路連線、溝通。像 CCD 照相機最早也是從天文發展出來的。其實雖然很多天文研究的題目，對一般人來說很抽象，看起來似乎對實際生活沒有太大的影響，但是其實天文研究的技術是很高科技的，所以一般人不瞭解為何花這麼多錢，其實這是與國家的經濟發展能力有關的。**我覺得發展天文，要與別的學門的發展一致，如美國、英國這些先進國家，天文與物理的經費比例約 1:4 或 1:3。**

李大興：我們知道國外有些大學的天文與物理老早就密切聯繫在一起的，所長剛才提到天文與物理在研究經費分配上的問題，又提到天文與高能物理有密切的合作；另一方面，台灣物理界認為做天文物理要花很多錢，所以會瓜分掉一些資源，因為整個國家的經費是有限的。可否請所長談談台灣天文界與物理界應如何互動？

魯國鏞：(笑...)，我是物理系畢業的，我在 MIT 大學念物理、研究所念物理，但我認為我自己是天文學家。天文與物理是有很密切的關係，如牛頓定

律、廣義相對論與天文有很大的關連，所以天文和物理兩者是分不開的，尤其在國外如美國，最好的物理系都有天文物理，如 MIT、哈佛、柏克萊、普林斯頓、加州理工等，每所好的大學都有天文物理，所以大家要有廣泛的認知。

很多人對於新的發展都抱持著保留的態度，認為資源不變，所以有什麼新的發展，現有領域的經費就會縮小，我覺得這並不是一個最好的看法。更好的看法應該是，要是有一個新的、好的發展，那我們應該盡量擴大經費，到了最後最重要的選擇標準，**不是看它是天文、高能物理、生物物理、或是什麼物理，主要是看做得好不好，做得好那就應該支持，做不好就不支持。**所以不是現在有的就支持，以後新的發展，因為經費會被拉走減少就不支持。其實政府對科技的發展真正是很重視的，而且不斷的希望提高科技的水平，而且經費也是在成長，不是在減低，所以在學術界做研究，我覺得我們主要的責任不是在擔心經費的問題，而是要擔心做得好不好、夠不夠達到世界水平，我覺得這個是很重要的，因為最終台灣不能關起門來，自己在台灣作比較，經濟、工業、貿易都是世界性、全球性的，學術也是一樣的，一定要在世界上作比較。

有關合作方面，我們是盡量採取合作，如天文所與清大材料中心的齊正中、吳茂昆教授合作發展 SIS junction、與台大電機系做接收機、與應力中心做天線、與中央開始時有做 HEMT 放大機.....都有合作。只要有興趣有意願與我們合作的，我們都很樂意合作，可能是我們沒有花足夠的時間，和學術界、物理界做介紹，所以到現在還有些人覺得天文與我沒有關係。就像你剛剛提到的宇宙學，我們

就希望與東華大學、台大物理研究所有興趣的合作，因為天文學術發展，不單只是在一個系、所裡發展，而且天文提供的範圍很廣，像最近台大物理系黃偉彥系主任，發現我們在天文物理理論研究技術上，跟他的研究有關。基本上可能是我們對各個大學介紹我們天文研究的工作性質，介紹得還不夠，這個訪談希望能發揮這方面的好處，希望大家看到我們所要做的事，並可以盡量合作。

管一政：剛剛所長提到台大、清大都在爭相成立天文研究所，而我們目前已經有中央和師大的碩士班，您覺得台灣天文物理界目前和未來的教育該朝何方向發展和改進？

魯國鏞：我剛剛也提過，台灣訓練出來的人不一定走天文研究，當然我們須要一群不斷、不停對天文有興趣的人，才可以訓練下一代對天文研究的能力。另外，教師的訓練範圍從小學、國中、高中、大學，我覺得教天文的師資，在台灣是嚴重的不夠，一般來說大家都知道學生對天文很有興趣，但好像每一個大學開普通天文學的人，卻不一定是足夠的專業人員來教導，而且小學中學教天文的人也不夠。所以現在看來，在大學裡面發展天文是比較必要的事情。但是發展天文教育和天文研究，我覺得還是要用一個比較新的方式來訓練學生，傳統的方式只有訓練學生做天文研究（技術性的，範圍太狹窄）。**我覺得訓練天文可以吸引學生對物理科學有興趣，並引導他們學習相關的課程。**

在美國，學生來唸自然科學，物理、化學的人愈來愈少，尤其是物理，這是一個很嚴重的問題，因為講到最後物理還是一個很基本的學門。所以學生不唸物理，以後是有問題的。但是對天文物理，一般人是很有興趣的，所以在美國，尤其是發展天

文物理，是有道理的；在國內天文也是可以倡導的重點，因為發展天文物理也是吸收學生的一個重要方式，而且要求給學生一個很基本的訓練。對天文研究的訓練，其實也可以說就是數學、物理、化學、生物都要唸，電子、流體力學、熱力學都是要唸。所以適當的訓練學天文的學生，其實以後訓練出來的人，對做什麼事情應該都有一個很好的準備。所以這並不是一個問題，只要認清楚，怎麼樣去適當的訓練學天文的學生。

李大興：剛剛所長強調如何去吸引年輕人從事天文；我想，也不是說讓學生說我對天文有興趣就可以。中研院天文所也是應該要走出去的，讓學生知道這是一個有興趣，有活力的學門。因為現在大家都想賺錢，如果不給他一些刺激，新的想法，他是不會來的，這是一個很現實的問題。請問所長天文所在培育研究生於天文物理方面的研究，以及如何吸引大學生對天文物理產生興趣方面，有什麼具體的計劃？

魯國鏞：這個問題對我們而言也是重點之一。在剛才我們說**研究 (1) 一定要找世界一流特出的計畫 (2) 要發展自己的技術 (3) 天文要在大學裡生根。**

所以幾年下來與中央大學有密切的合作；管教授在師大；清華、台大要發展天文學；我們不單只是要收碩士班、博士班的學生來研究。另外我們也有暑期班，每個暑假，招收大學部、中學部的學生來參與我們的研究，在能力範圍之下我們盡量招收。當然到各大學演講，這個我們當然是樂意做，所以若各大學有興趣的話，我及我的同仁一定會很樂意去講解，像上個禮拜，我去成功大學講演。但

是有一件事我們還沒有機會去充分發展的是，**中研院有一個計畫，就是可以讓大學的教員，可以短期至中研院訪問幾個月到一年**，這個計畫應該要積極一點的推動，只是一直忙不過來，這個事情還沒有推動，趁這個機會應該跟大家介紹一下，**只要有興趣來所裡，花幾個星期、一個學期或一個學年來參與研究，中研院有這個經費可以資助這樣一個安排**，這也是另一個方式。每個大學希望有天文學的發展，須要與我們聯繫、合作，因為這是長遠的計畫，中研院天文所以後新進人員主要還是一定會從大學裡選擇出來。另外還有研究生到國外去研究、念天文，我們天文所也有提供 BIMA 獎學金資助。

這些我們都會做，已經在做，其實在訓練大學生方面，我們會做，常常我們也受請託，如中央大學念廣義相對論的學生，安排他在伊利諾與 Stuart Shapiro 去做研究。我們可以做的都做，盡量培養下一代，訓練新的學生，新的年輕學者。

李大興：所長剛談到如何吸引大學生、研究生從事天文物理的研究工作，以下我們談談如何教育一般大眾了解天文方面的知識，也就是發展天文物理有關的通俗科學教育，譬如用一些簡單的語言，讓一般大眾能夠瞭解天文到底做了些什麼。我想大眾瞭解地話，就會強力支持天文的研究。所長認為中研院天文所在這方面應扮演什麼角色？

魯國鏞：我們意願是很強烈的，但是能力有限，基本上我們研究所的任務是研究工作，在教育方面當然也是很有興趣，要是有人提到請我們去，我們也一定會去。但是不要忘記台灣也有國立台灣科學

教育館、台北市立天文台、自然科學博物館等，都有天文。所以對大眾的天文介紹，其實也有現成的機構在做這工作。

但你可以問我們天文所與他們的關係如何？當然我們彼此也認識，每次要是他們有什麼要求的話，我們一定是很樂意支援；但是真正要做這些工作，其實我們也不能只期待這些機構，所以其實我們也考慮在所裡面……（李：是中研院主導這種事，還是由他們來主導？），這個主導當然是由他們主導，好像天文科學館基本的任務就是對大眾介紹天文，這個工作他們有自己的經費、自己的人員，這是他們的任務，要我們配合、幫助，這個我們一定會。

所裡面對推廣天文也很關心，但是我們主要的任務，主要的人力、資源是針對研究工作，對這個方面可以做的有限。我們也想過要是能找到適當的人選的話，也希望在所裡有些人可以做些教育社會大眾，和跟科學博物館配合的事，我們是應該做。主要是人的問題，像我們所裡的秦一男博士對這一方面很關心，所以他自己也常到大學、中等學校去推廣天文。所以我們是很關心這個事情，可是我們人力有限。

管一政：在國外很多著名的研究機構裡，非本國籍的成員，往往佔了全部成員中顯著的一部份，但這種情形在台灣並不尋常。天文所目前的情況，實際上和國外的機構蠻類似的。所長可以藉這個機會做一下說明嗎？

魯國鏞：這個是看你是怎樣的看法，就好像在美國，美國社會所以發展的很有活力，主要很重要的一個原因是他們吸收全世界的人才，不管你是德

國人、中國人、台灣來的、香港來的、歐洲、美洲來的，只要你能力強，他就吸收下來，不單是學術界，工業界、商業界都是這樣的，所以這是美國很特出的一點。在德國現在也有同樣的現象，德國重要的研究機構，例如馬克思－蒲朗克研究所，在天文學門裡幾個研究領域的所長，有超過一半不是德國人，就是選全世界最好的人。

這是一個方式。就台灣而言，實際上也有一個限度，台灣畢竟是一個中國社會，一般能適應在台灣住下來工作的，主要的還是中國人。在我們所裡講國籍的話，可能外國人就比別的機構多，就像我是美國籍的，所以我也可以說是外國人，但是你要是看民族分別的話，絕大部分還是華人。所以在我們所裡，是這樣的一個情況。比較一般其他的機構，可能我們所裡所謂外國籍的成分居多，但是就長遠來說，這也是會慢慢改的。**好像德國二十多年前，成立新的馬克思－蒲朗克電波天文所，開始的時候也是一大半都是外國人，你現在看他們，則大都是德國人，這也可以說是一個新的研究所，發展時的一個過程。**

因為天文在台灣是一個比較新的學門，所以所謂的台灣本土的天文學家，人數不多，所以天文開始要在這裡生根的話，要建立一個好的天文所、好的研究機構，就是希望盡量去找有能力、好的人員；慢慢地再訓練新的學生，現在台灣的學生到國外去唸天文、天文物理的人愈來愈多，所以以後的人選，就愈來愈多，台灣長大的天文學家也會愈來愈多。另外一方面，就是現在所裡的所謂外國人，大部分到了最後還是回去他們自己的國家，好像日本、韓國籍的，到最後都要回去自己的國家（就像我自己，可能幾年以後就回去美國，這是必經的發展現

象）。所以這是一個過渡性的情況，我覺得到了最後，天文所自然會發展成大部分都是台灣人。**但是我們希望未來實際上仍有一部分是外國人，因為研究最重要的還是研究能力、研究工作做得好不好；反過來說，也不可能一個研究所要聘研究員，不管他的研究做得好不好，只要是在台灣長大的就要聘，這也是一個不可行的方式。**所以到了最後，還是要看研究的能力，因為研究所的發展、研究所的成就，就是依靠研究人員的能力，所以這個是最基本的，這是要做一個平衡。

我現在最大的一個任務，就是怎麼樣去聘請研究人員，這個事情對我來說是最重要的一個任務。因為從各方面的觀點來說，研究做的好，則盡量請台灣長大的研究員，另一個實際的因素是，在台灣長大的當然永遠就會留在台灣，從這個觀點來看，以後長遠的發展，必然必定大部分會是台灣長大的研究員，但是還是要很小心地挑選，除了在台灣長大以外，還要有基本的研究能力，要不然這個所以後的發展一定是有限。**一個研究所研究做得不好的話，研究經費就是等於浪費，不管大小，我覺得研究要不就不做，要做就要往最好做，所以這是很重要很基本的問題。**所以以後所裡面研究人員的流動性、怎樣去挑選最好的人，這是一個很大的問題，現在覺得所發展地不錯，但十年、二十年後又如何？這十年、二十年後的發展，完全是靠我們現在組成研究所的成員，這個所以後發展完全是靠他們，他們要是沒有這個能力、創意、幹勁的話，這個所肯定十年、二十年後會停頓下來。所不往前發展，別的研究機構往前發展，相對地你就落後，所以這個研究工作並不是這麼簡單，要是再希望達到世界水平的話，就非常地困難。人還是

最重要的因素。

顏吉鴻(大學部學生):在大學裡有許多的同學,對實驗、或對天文有很大的興趣,有興趣從事科學的研究,對於這些同學或有興趣從事科學研究的學生,您對他們有什麼樣的建議,或應該如何去發展這方面的興趣?

魯國鏞:**最基本的是物理要唸好!**這是第一個回答。天文研究不論是做理論的,或觀測的,到了最後還是物理為主;所以天文最好的訓練是物理、數學...要是對儀器、望遠鏡這些有興趣的話,你當然是要瞭解光學和技術相關學門,如電子等等。我當然是鼓勵大家唸天文。雖然不一定每一個人都適合做天文研究,但是你物理唸好了,技術上也有基礎,因為這是很有趣的題目,你唸的有興趣,唸出來,因為有了基本的訓練,你以後做什麼事,都有條件,在工業界、商業界什麼都好。所以從我們的觀點來說,唸天文並不是一個很不切實際的學門。

一般人當然是不瞭解,所以一般父母以為大學唸天文,以後怎麼辦?我大學時,開始是唸電機系的,第二年不唸電機系,說要唸物理,我父母也是反對,說要讀物理你要做什麼事情?要怎樣賺錢?其實只要你訓練得好,這不是問題,不需要耽心;而且台灣以後十幾、二十年,天文學理發展的空間真地很大,所以只要你表現好,一定沒有問題。但是不單只是天文,其他事情你都要努力、要唸得好,以後你做什麼事情,不管是哪一行,商業的、醫學的、科學、工業,你還是要盡量的提高水準,這樣才有發展、才有成就。所以不要覺得天文是很特殊的學門,最重要是要有興趣,我覺得學生對一個學

門有興趣的話,就會用心去發展、用心去想,這樣你才能去發展。**不要太耽心賺錢這個事情、生活這個問題,你唸什麼都是有的。**這是人生一個必然的階段,不管你是做什麼的,如畢業後做博士後研究,兩年、三年,下一步沒有保證,大家都想會不會找不到下一步,那時候總是擔心下一個步驟,一定有這樣的耽心。但每一行都是如此,當律師、會計,升遷這個問題一定有,社會上是沒有保證的,所以盡量去努力。

顏吉鴻:當老師若在研究上遇到瓶頸時,沒法突破,或有一個困難、難題,停在一處,您會如何克服或解決,進一步堅持您研究的興趣而不會放棄?

魯國鏞:**最基本的是學生要有思考、創新的能力,有什麼問題,要找辦法去解決。有位同事跟我說做什麼事情一定要能 work around,這個方式不行,要嘗試其他方式,從另外一個方向來想,總是會有一個解決的方法,關鍵是學習如何去解決問題。**研究就是有這個好處,研究就是解決問題,以前沒有想到、沒有解決的問題,你去研究怎樣去瞭解。所以研究其實是對做事是一個很好的訓練,研究所、博士班,就是訓練學生怎樣去單獨思考,去解決問題,怎麼樣想新的方式,怎麼樣去找資料、怎麼樣去問人。這不單只是研究天文須要,每一天、每一個人都是要面對如何解決問題,從大到小,其實是一樣的。所以學生要認清楚,不單只是記得所看的書、記得什麼事情,腦筋要靈活,要怎樣去思考、去解決問題,那個才是最重要的。

顏吉鴻：您平常研究工作繁忙時，在興趣與家庭之間如何取得平衡？若有衝突時，您如何做取捨？

魯國鏞：這是很不簡單的！現在的社會，這個問題不單只是限於學術研究，事業上的精力，放下去的精力要重視外，**與家庭的平衡，不容易，常常有衝突，我也沒有一個很好的答案，只有繼續努力，keep trying**。有些人做得好，有些人做不好，也有很多做研究的就是全心全力在做研究，別的事情就什麼都不管，所以這是難免的問題；主要還是看人，每個人的方式不一樣，時代也不同，這個我沒有一個一定的答案，完全看情況而定。

管一政：謝謝魯所長接受我們的訪問。