

從量子到混沌

吳錦鉉老師專訪：

時間：2:00 p.m., Jan. 17

地點：老師辦公室

人物：林耿慧、陳桂榕

整理：林耿慧

生：老師是客座，請問老師來這兒前是在那兒任教？

師：在馬里蘭大學。

生：下學期有何計劃？

師：將去浙江大學客座四個月。

生：過去是否來過臺灣？

師：一九六六年在清華教過暑期班。

生：那您曾在美國、臺灣、大陸教過書？

師：大陸還沒，是將來要去。

生：是什麼動機讓您來此？

師：想看看自己和這社會還有多少根源相通之處吧。

生：您對這兒感覺如何？

師：這邊學生很好，平均說來，基礎比美國學生好。這一點我並不需要來臺灣看，在美國、臺灣和大陸過去的學生頭兩年都比美國學生優秀，至少在我們學校是如此，考第一第二的不外是印度，臺灣或大陸學生。

生：老師為什麼說頭兩年？

師：嗯……以前別人是這麼說，我自己的話，不能說對這個問題看得很清楚。一般的說法是，中國的學生按部就班的做事，可以做很好。只要有個範圍的東西都可以做的不錯，可是，到了後來需要自己做研究時，要在無邊無際中找一個想法的話，就不如美國學生活，當然美國學生也有做不好的，但是做的最好的，最富創意的，往往是美國學生。我自己並不能說對這件事就是這個原因。不過很多人是這麼說的。

生：老師您自己在帶學生時，是否有這樣的感覺？

師：我自己大概教了七、八個學生，這裡面有幾個中國和韓國學生，不過我這樣本太少，由這幾個人，我實在感覺不到有這樣的分別。而且你看像經濟起飛，生意這種事情，不能說中國人的頭腦不活，只要有機會，通通會鑽，沒有什麼不活這件事。

生：（笑）可能用在不同方面吧！

師：當然，如果他對物理有興趣，他也可以用在物理方面。所以我不敢這麼講，只是一般人這麼說。「頭兩年好」這件事多半是指大陸學生，因為現在臺灣學生少，大概出路也不好，念的人少。現中國學生大部分是大陸學生，其中一部份兩年好，後來不怎麼樣，主要是本來打算要來美國賺錢啊！或找個新機會，物理只

是一條路而已。所以，雖然他們有才能但是沒有放心思在上面，所以就做不好了。

生：我們知道馬里蘭是所好大學，那您覺得就那兒的物理系和這兒的差別如何？

師：馬里蘭得的規模相當大，但質的話人家當然是覺得和 Princeton, MIT, Harvard, Caltech 來比又是一個階層。同臺大比的話，規模當然大很多，我們有好多個組。如果說這個成就的話，可能馬里蘭過去做的有聲有色的人多一點，講年輕的程度的話，我覺得臺大年輕的新血很多，所以談到未來的話，除非我們不斷地有新血，臺大不見得比不上馬里蘭。不過，這規模完全不一樣，我們比臺大大多了。我們現在幾乎通通是教授，很少副教授、助理教授，發展到飽和的地步，幾乎沒有輸入新血的餘地，我們正在找新的道路怎樣給新血進來。

生：您覺得臺灣學生需出國念書嗎？現在國外不景氣，回國事情又難找，既然國內水準不錯，是否待在國內念就可以？

師：我想，如果有個人的原因說要在國內念研究所，這裡現在的確和過去不同，至少就做研究這方面，可以得到同樣的機會和教導，這兒有些老師我想跟國外老師一樣有研究成果可以教導學生，而現在 E-mail 那麼方便，雜誌那麼容易就送來，決不像以前在臺灣或中國閉塞，會落人家之後。不過人跟人之間的接觸、交往，這是另一種影響，並不是說美國好或歐洲好，但出去看看總是好，長一點見識。如果有心為社會做一些事，出去了再回來，至少多看了些東西。你要是問什麼階段出去一念博士的時候出去也好，念完博士出去做博士後研究也好。至少在日本是有這樣的情形，念完博士以後，教授寫很強的介紹信，美國還是有人請他去做後博士的。

師：這樣吃虧是會吃虧一點，人家沒有見到你，雖然你老師說你是第一流學生，假如他不認識你的指導老師，他不曉得如何估計這句話，這樣找後博士是比較吃虧點，現在位置又很少，的確是僧多粥少，本來就是困難，既使你在美國畢業也是很困難找到，去年就算是哈佛畢業的博士都找不到事情。

生：老師談一下您的求學歷程？

師：我小時在大陸，1949年上海攻破時，和父母親逃難出來，就到香港，念中文中學，那時香港殖民地味道更濃，沒有中文大學，我們念中文中學不能考香港大學，所以就考慮到美國升學。我大學是在美國念的，一開始念的是電機，但很想把很多東西學得更基本一點，而電機老師就不願意再講下去了，那時我們學校最重視馬達，連電路都不太講。我對電磁學很有興趣，慢慢就自己喜歡看更基本的東西。後來我研究所在加州大學柏克萊念的，一去也是在念電機，我就和老師說，我從小學校過來物理的基礎不好，我想多念一點物理。他就讓我選量子物理、電磁學，可是第二個學期，我越覺得對那些有興趣，想多選一點，他就不准了，他說你既然對那有興趣，就轉系好了。那我就轉系了。唯一的考慮是我原來有獎學金，轉過去就沒了。不過只好隨自己興趣，自己有些積蓄，暑假可以去打點工。還好，轉系的第二學期就有助教獎學金。研究所念完後我就到哥倫比亞大學做後博士，本來是要待兩年，後來只有做了一年，因為有機會到普林斯頓高等研究所就學了兩年，最後我就到馬里蘭就一直在那裡。

生：有沒有因為研究所才轉而花比較久的時間念？或擔心起步比較晚？

師：沒有啦！大概最多久了半年，我是1958年進Berkeley，1962年畢業，所以沒有久多少，到底轉的早。還好念的大學很小，競爭不烈，所以有很多時間自修。

生：我覺得在臺大考試壓力很大。

師：對！在好的學校有好處就是同學很強、老師很好，壞處是被迫做一些自己不想做的事。我的經驗去美國念小學校也有好處，後來研究院還是可以進。甚至研究院念小學校的話，只要它裡面有好老師，那我也不吃虧，到最後做論文，你只跟一位老師罷了。

生：老師做那方面的研究？

師：我一開始的時候是做基本粒子的研究，大概到十年前，我就越來越少做場論和基本粒子，多做一點跟混沌有關的東西。主要是因為，（笑）這是我個人看法，我們本來對基本粒子特別有興趣，以為這是最基本的。雖然基本粒子到日常生活還有好遠的距離，但原則上到了那一步，事情就簡單多了。像Einstein的想法是宇宙的基本道理是很簡單的，我們要做的就是先抓到最基本的道理。後來的經驗告訴我們似乎是永遠可望而不可即，開始時你好像要抓到最基本的東西，可是到了那一步又發現有其它複雜的因素，自然的東西彷彿不一定簡單的了。索性換一個方向，是否能直接面對複雜的現象去思考。我所謂“簡單”之可望而不可即，譬如說，比我更早一時代的人發覺中子、質子，有電子和光子，以為基本粒子差不多已經發現完了，最多再添個介子和微中子。後來顯然不然，越來越多粒子被發現，當quark出現時，事情似乎又簡化下來，可是quarks也越來越多種，還有家族。在有些人看來，quarks也不是最後一步，還有更進一步。固然現在超絃（super string）的工作如果成功，也可能就結束了，不過到那一步，可能新的複雜性又出現了。

生：聽說老師這學期開了一門從量子物理到古典物理，上

課堅持使用中文名稱，是基於什麼樣的理由？

師：有這麼多中國人使用中文，顯然中國應該有一套中文的科學和技術語言，將來在科技的時代可以用。同時，陳卓老師告訴我，臺灣的五年教育辦的很成功，有一批對理論化東西沒興趣但可以做科技工作的人，這些人對臺灣的經濟、科技是很重要的一環，他們是社會中堅分子。這些人多半是要用中文處理科技，若大學裡的人就認為自己懂英文就不理會中文，就會和那些人失去了共同的語言。我所困擾的是，在我去查中文名詞時，遭遇到既使在同一本書，一個英文名詞也有兩、三種翻法，那我就不知何去何從？

生：這將來應該要統一才是。

師：對！

生：中國人在世界占四分之一強，但科技上成果並未享有此比例，您覺得是為什麼？

師：那是正因為我們碰到一個非常動亂的時代，一方面文化也消失的甚多，一方面抗戰、內戰的時候動盪不安，後來大陸文革時也不穩定，臺灣穩定是穩定，但氣魄就小了一點，尤其開始時，經濟還沒有起飛時，自己心理上就比人家稍微弱一點。後來我想是不會這樣，我自己本身成就不夠，見解、分析也不深，像楊振寧這樣有成就，他對這個問題也很有興趣，他有在香港中文大學演講過談這個問題，這裡面他就說到下個世紀中國的科學就能趕上，事實上現在就快趕上，譬如學校設備、或知識程度還差那麼一點點，就還沒有凝結起來，就差那麼一點點。這個高涌泉教授有他的演講，你關心這問題，你跟他借來看看他的說法是怎麼樣？

生：感覺上中國人有成就多半在國外。

師：去看看總是好，且現在美國事情不好找，很多人去就去回來。

生：但現臺灣也有高學歷高失業率現象。

師：現臺灣也有漸漸飽和現象。不過，假如比較接近應用方面，科技方面的話，臺灣經濟在發展，受高等教育的人可以進入工業或是企業。本來也應該把象牙塔裡做的事當做極少數人在做的事，社會也需要一些書獃子做那些事（笑），其它人本來就應該做實際一點的事情。

生：老師您剛才提到研究物理像關在象牙塔內，那您覺得物理研究是否應該要與生活或社會有直接一點的關係？

師：嗯，話不能這麼說，世界上當然是有各種不同的事讓不同的人去做，譬如說學文學的人，不曉得什麼原因，他就是對這個有偏愛，他願意犧牲生活種種的享受，去寫小說、詩，而這社會就不欠我一份口糧，就是說有時候我需要找別的事做，餬餬口，再利用晚上寫我想寫的東西。有的人就這麼說，做純物理的人都應該有這樣的看法，這是你自己的興趣，自己要去，社會並不欠你什麼，需要支持你。

生：但事實上，政府也花了很多金錢投資在科學研究上，做一些純粹物理上？

師：那是因為，即使你念很純的物理，到最後還是和應用有關。以前的經驗已經好幾次了，如核子物理，Rutherford那時候認為這決不會有用的，後來竟然是有用，但基本粒子的發明現已走到不同的階段，到底走到quarks之下能有怎樣的應用？當然說這是很危險的

一件事，個人的智慧有限，將來或許有用，但至少就目前看起來是看不出來會有什麼用。

生：老師您認為SSC計畫被否決，對科學界的影響是如何？

師：這件事對做基本粒子的人看來當然很失望，不過對這社會而言，牽涉到這麼龐大的成本，當然要對社會負責，要問到底對社會有何意義？如果這社會認為健康保險並未普及或有更重要的事的話，我個人，並非我現不在那圈子在說風涼話，我想，既使我在那圈子，我也會覺得，真理五十年、一百年後都還在，如果再走一步可以發現最基本的道理的話，以更大公無私的眼光來看，我們應留一點東西給後代去做，沒有理由這一代把東西做完。以前還有競爭的說法，美國不做，怕蘇聯會做，怕歐洲要做，這還是一種很狹隘的看法，真理的探索，誰做都好的。

生：縱然科學帶給人類更多方便，但它帶來很多災害或毀滅。科學家對社會應負怎麼樣的責任？

師：有些科學家說法是說，科學是中性的，後來它帶來的好或壞，那要社會智慧去處理。即使這麼說，社會智慧需要時間去成熟，若科技發展很快很快，無法說我是中立的，我不管，要靠我們社會智慧去處理，可是社會無法成熟的這麼快。我大概是二十多年以前，更年輕、更天真一點時，科學月刊剛出來時，我寫了一篇文章有關這問題，如果有一天，科技發展太快，社會智慧跟不上時，科學發展是否該緩些？到第一年的十一期才發表，那時編委會就有些人不同意，認為我們好不容易辦一本刊物要推廣科學，你卻在那寫掃興的文章，又有些編委認為我們科學的精神之一就是能包容不同的聲音，至少在理智的範圍內可以討論，所以他們辯了好久還是登了。我後來也不記得怎麼寫，來了以後，我再去把它找出來，那裡面固然有的話，的確是年輕時不切實際，也有的話現看起來還是有點道理。文章內寫說，到底生活的最終目標是生活的快樂。但科技到最後自己會成為一種力量，到那時候你只能跟著走下一步，根本沒有選擇的餘地，這樣是否的確增加你的快樂？有時你還沒擁有時，靠著想像，一定是很美好。若在馬車時代，你想有一種東西，不用餵它吃草，不會隨地排泄，又很快，腳一踩就可以跑很遠，你一定覺得不曉得帶給人們多少幸福，到後來當你塞在信義路上時，你會覺得這是幸福嗎？當然我不是說不要汽車，只希望社會對科技的利益和代價能有遠見。但社會成熟度是一個很難的問題，有時候年紀很老的人，社會智慧也很低，像我自己可能就是。（笑）

生：若科學家只顧自己競爭，或急於發現，不顧社會成熟，那該如何？

師：事實是如此，現在大家比較在注意生物方面，有的研究計劃需要撥款的政府機關考量，考量時就會請各種專家來討論。目前批准還蠻鬆的，只要沒有直接有害就可以，並不太周詳。

生：我在想是否可能真有科學家發明什麼，威力過強，所以就不公諸於世？（笑）

師：我想很難，因為科學研究本身不容易。我看過第一流的科學家，在他一生中，幾個好的觀念並不是常能有的，一有了以後就非常珍惜，不大可能就這樣將它束之高閣。

生：老師這學期這門課有談到量子力學中的不完備以及量子混沌，請老師現簡短的說一下。

師：長話短說的話，這是爭論很久的問題，關鍵點就是我們是不是堅持世界上有本體在。在量子物理中，在還沒測量以前，無法說定。堅持有本體在的人的想法是量子力學的描寫雖然如此，背後還是有真實存在，不能說因為量不到就說沒有，並且在這裡發生的事件不能以高於光速去影響別的地方發生的事件。但如此得到的結論會和量子物理的結果不符，若量子物理的確是正確，那你就不能想像每樣東西背後確有真實存在。Bohr老早瞭解這件事，所以他老是說“*There is no quantum world.*”由量子物理的有眼光來看，許多事並不真真實實的存在。我們所能做到的是以最好的語言去描寫它們，不能堅持其真正存在。有很多科學家在自己的心裡或由自己的哲學系統出發，無法接受這說法，所以，已經吵了快一百年還在吵，就是這原因。我在課堂上講的是近幾年的進展，但是只是局部進展而已，在最基本的分歧點還是無人能解決。

師：混沌和量子化的關係這是很自然的問題，因為很多人覺得量子物理是最基本的。問題可以從好幾個層次來說，一個層次是你考慮到量子物理，也知道古典物理有混沌現象，第一個關係就是，量子物理裡面有大大小小的波動，我們認為不重要，但因古典物理中普遍有混沌現象，就不能如此看，可能小小的波動經混沌現象就擴大了，就有很大的影響。第二種關係就是，從某種角度看來，混沌使古典物理比較接近量子物理，在量子物理中，各種所有能發生的現象都在發生，只是機率不同而已。所以在量子物理中有一種處理方法就是路徑積分，所有路徑都要考慮，只不過機率不同而已。混沌也是有好多好多途徑，稍微改變一下狀態就有不同路徑。所以很多古典混沌的現象都是用電腦來計算，有人就說，你每一步都用電腦計算都有差誤在，你又對初值很敏感，可能計算出來的結果與實際情形無關，還好有個數學結果“影隨定理”說，存在有一個實際軌道與你計算機得到的結果非常非常接近，表示在古典混沌系統中，軌道是很多很多，有無窮多種。混沌使古典物理像量子物理。兩種系統都是比較完整的系統，都能描寫很複雜的現象，一個就是用機率，量子物理的辦法，不然就是靠混沌，有豐富的軌道出現。在古典物理中若無混沌現象，那後來發生的事就很枯燥，永遠不會有新的複雜性出現，沒有新的創造。還好有混沌存在，才能描寫複雜的事情。

生：老師這門課頗有哲學意味。

師：有一點，不過我是儘量避免講到玄的那方面，而是希望講在基礎上也有用，技術上也有用的內容。個人是有興趣，但是我希望我沒有把個人興趣引入教室，我想上課學生也很少聽到哲學的討論。

師：等一下我們辦了一個茶會要謝謝系裡老師的照顧，我想我該去拿蛋糕了。待會兒，若你們有空可以一起去參加。

生：謝謝老師！