

訪問北京中科院高能所鄭志鵬所長

中央大學林育中教授訪問·孫家珍整理

林：歡迎鄭所長來台灣訪問。中國大陸的高能物理目前已達到世界水平，我首先想知道在這方面的科學發展上中國大陸是如何從無到有，因為台灣目前也正面臨此一階段，在三、四年前，台灣基本上是沒有高能實驗的，我們希望能從中國大陸在高能物理的發展上得到一些借鏡。

鄭：我想如果要談高能物理必須從老一輩的物理學家說起，像趙忠堯、張文裕、錢三強、王淦昌，他們期待中國能有自己的高能物理，因為他們認為高能物理是物理的前沿，而且中國有許多對物理感興趣的人，所以有可能的話，他們都希望中國也能建造自己的高能實驗基地。從50年代就開始期待但一直未能實現，直到88年10月我們才建造了第一個實驗基地，就是對撞機建造成功。在這麼長的時間中我們的面臨最主要的問題是中國應不應讓發展高能實驗物理。當時的物理學家對於是否值得花如此龐大的經費建造加速器有很大的爭議，但由於周恩來的支持說服了當時具決策性的領導，像鄧小平，因而得到了政府的支持，於82年批准了2億4千萬元人民幣的經費以建造中國第一部對撞機和探測器。若當時沒有政府的支持，我們仍將停留在是否應該發展高能實驗物理的爭議中，而這將是一場無休止的爭論。

林：我想在82年以前，中國在還未建造加速器時高能實驗的準備工作就已經開始了，比如說探測器

的製作。台灣或其它任何一個國家在將來很難擁有自己的加速器，所以我想知道真正的準備工作是從何時開始的。

鄭：我們首先有一批從事核物理研究的人員，也就是低能物理的研究，其後於1973年成立高能物理研究所，它的前身是原子能研究所，從事低能的研究。高能物理研究所的人員來自原先從事宇宙線和理論研究工作的，以及一些原先從事低能實驗的人慢慢的轉來高能實驗。我覺得低能實驗和高能實驗並沒有嚴格的界線，對於探測器的實驗技術以及從原子核轉到基本粒子物理，經過幾年的學習也就會了。特別是在1978年以後，有一批研究人員到歐、美去學習，對於日後加速器的建造很有幫助，如果我們沒有他們的經驗，只是閉門造車，那麼不可能在，短短的十年內，也就是從80年到88年就建造出探測器和加速器。

林：我想台灣目前還沒有建造加速器的野心，所以我們將時間由88年拉回73年。中國大陸在73年就準備作高能實驗，雖然不一定是建造加速器，因為剛開始大都是由製作探測器起步，而研究人員大部份是從事低能與中能的研究，我想知道是在什麼情形下促成高能物理研究所的成立。

鄭：高能所的成立要從周恩來的關懷說起，他在1972年接到由一些科學家寫給他的信，信中希望他能關注中國的高能物理，當時他便寫了一份批

示，說明高能物理的研究不能再延遲了，並且建議成立高能物理研究所，於是高能所便在這種背景下成立了。我們是將原來的原子能研究所一分部擴大了人力，組成了高能所。

林：這樣子聽來在中國大陸資深的科學家對從政者的建議扮擯一個很重要的角色，就我個人的了解，在台灣似乎也是如此。我記得在84、85年左右在Physics Today有一篇文章，是由一批中國海外科學家以及一批美國科學家到中國大陸訪問，他們對當時中國大陸的從政者所作的一些建議，而建議的領域包括原子分子、固態物理等，然而高能物理顯然是被排除在外的。當時就我的感覺似乎他們是以應用的觀點來作建議。我想在每個地方高能物理的發展都將面臨此種困境，包括台灣，因為當你要寫一份提案時，可能會有一部分人質疑它的實用性，這是所面臨的第一個問題。第二個問題是即使從純粹自然科學的角度來看，目前在美國也有所謂Big-Science與Small-Science的紛爭，也就是說有些科學研究需要很多人合作才能達成，但也有一些科學研究只需要一、二個甚至一個獨立的實驗室就能有結果。他們引用了一份數據，聲稱於物理研究的發現中約有70%是來自於Small-Science。所以在發展高能物理時會面臨的二個問題是，第一個是它的實用性的問題，第二個是到底應該作大的科學(Big-Science)或小的科學(Small-Science)，我想中國大陸的高能物理在84、85年也面臨這樣的考驗，而在73年到82年中間也經歷一段很長的爭辯過程。我想請你說明一下在這段爭辯過程中所發生的事，以及你們最後是如何說服反對者的經過，也許可供台灣的贊成或反對者以反省自己的立場。

鄭：在一開始討論中國大陸應不應該建造自己的高能物理實驗基地的，爭論便開始了。特別是在80年代初期時，領導已經下決心要建造50 GeV的質

子加速器，當時有不少的反對意見，因為當時中國的基礎科學研究經費很少，而建造加速器需幾億的經費，等於是將大部分的基礎科研經費都分給高能物理，因此當時有很多不同的意見。我記得當時受到攻擊最烈的就是高能物理研究所的第一任所長張文裕先生。當時在學部會議中很多人質問他花這麼多研究經費在高能物理上到底有什麼用，他當時感覺壓力很大，記得有一次在他受到很多指責以後，身體從此就不好，患了重聽，我認爲他所受的壓力最大。爭論持續了一段很長的時間，到了81年質子加速器的計劃取消以後，改成電子對撞機的建造，我認爲這是很好的轉折，它的經費比質子加速器少，而且能量雖然比較低，但是意義卻更大。電子對撞機的經費是2億4仟萬元當時仍然有人認爲花費太多，最後這些爭議還是由政府判斷，一旦政府決定要作，就能排除眾議，有了政府的支持以後，我們就想辦法去執行。對於能否建造出電子對撞的質疑一直持續到88年10月電子對撞機建造完成時，就在建造完成的前幾個月，仍然受到是否能夠完成的威脅。當然有人會問高能物理或是大的科學有什麼用，我想這個問題很難回答的清楚，就好比有人問一個孩子會有什麼發展一樣，當一個小孩出生時很難預料他的前途，但是我想如果將他好好栽培，將來必然有用，就如李白所說的「天生我才必有用」。

高能物理的作用是揭露微觀世界奧秘，進一步認識物質的最小結構，以及物質間的相互作用力，我想這是人類認識自然界中最重要的一方面。同時我認爲在我們的研究過程中會不會有其它方面的發現是很難預料的，就像法拉第當初拿一個線圈在磁場中來回移動而發現電流一樣，當時並不知道他的發現會帶給世界莫大的變化，我想要是當時有人問法拉第他的發現

有什麼用處，他可能也回答不出來。還有剛發現原子核裂變以及聚變反應的時候，也預測不出它們後來的用途。我想總是有人會問某方面的科學研究到底有什麼用，不過我認爲這個問題不應該是由我們這些作此項工作的人來回答，而應該是由有遠見、有主導作用的主持者所決策。主持者是否有遠見、有魄力、能著實，是很重要的，而這些在於他是否有膽量去作別人看來不一定很有用的事，而且一國的國力是否強大也與它支持基礎科學研究的程度有關。高能物理不僅是基礎科學，它也與高科技技術有關，它能促進關於高磁場、高真空、高電流、高頻等技術，以及材料科學方面等相關技術的發展。高能物理在某種意義上也促進了工業的發展，我舉個例子來說，加速器中的調束管對於廣播事業有很大的作用，而高真空的技術對很多工業也都很有用處，這是不容懷疑的。

林：我自己對於這個問題也有些意見。現在我將我的問題分成二層，一層是實用性的問題，而就我個人的意見而這，這個問題不是我們有自然科學社團內所要檢討的，這應該是由研究應用科學的人提出來問我們這些研究自然科學的人，例如半導體的發現，以及數學中的群論，在1930年代群論還不具有任何實際的功用，所以我們現在等於是創造一張白紙，留下無限的可能性。因此我認爲對於第一層問題的爭辯不應該發生在這個自然科學的社團中，而應該是由在這社團外的人提出來挑戰這個社團的問題，因爲今天我們既然從事了基礎自然科學的研究，就不應該問它有用與否的問題。另一層問題是有關Big-Science與Small-Science的問題，這與你剛才談到的資源分配有關，因爲基本上餅是有限的，除非能夠製造出更多的餅，就像你曾經很生動的比喻說：大家好比蓋同一條棉被，如果我拉走了棉被，別人就沒棉棉蓋了。而你們的

解決辦法是創造另外的資源。其實目前台灣與中國大陸的科研經費所佔比例還都不到2%，尚嫌不足，所以我認爲Big-Science與Small-Science的取捨並不屬於我們在目前這個階段所面臨的問題，因爲歐美的一些國家將科研經費比例提高到一個上限以後，當科研經費無法增加時才會出現拉棉被的問題。目前台灣的科研經費所佔比例爲1.7%，而中國大陸爲0.7%，所以目前台灣以及中國大陸的科學社團應該先把餅作大，讓大家都有餅吃，所以中國大陸所採用的解決方法是在已設定的經費之外另外爭取經費，我個人是贊成這種方法的。其實台灣的一些學科，如高溫超導，也是採取此種解決之道。剛才你提到一個有趣的觀點，就是科學社團內的人有義務提出建議，但是最後的決定取決於主政者，我想這一點在台灣有比較不同的意見。在台灣的科學家希望在科學社團內的人能夠有某種程度的共識，不過這一點是很難作到的。接下來我們談一個問題，目前你們已經完成了輕子 τ 質量的測量，在Rochester Conference中已經引起了相當的注意，而在American Physicist Society中也已經發表了，請你簡述一下測量輕子 τ 質量的意義。

鄭：測量輕子 τ 質量的意義首先在於質量是物理學中很重要的一個參數， τ 是1975年發現的第三代重輕子，在1991年我們測量之前，國際上已有4個實驗室測過它的質量，但是它的結果無法另人滿意，誤差都在3 MeV左右，我們希望提高它的精確度。特別是在最近一、二年內對於 τ 的壽命(life time)，以及 τ 的分支比(branching ratio)已有很多的實驗數據，但是按照這個新的實驗值加上在過去所測的 τ 質量1784.1 MeV時却發現與當時的輕子普適性(Leptonic Universality)有所矛盾，因爲 τ 與 μ 的費米耦合常數的平方比值約爲0.935，並非等於1，因此有

物理雙月刊（十五卷二期）1993年

人懷疑是否輕子普適性被破壞了，但由於這是標準模型(Standard Model)的基本架構，而且過去有很多的實驗都支持它，所以並沒有充分的證據顯示輕子普適性的破壞。於是有人開始懷疑 τ 質量的測量是否精確，因為 τ 質量與其比值有5次方的關係，因此 τ 質量對其比值有很大的影響，所以有很多人建議重新測量 τ 的質量，而我們就是在這個前題下去作實驗的。由中國大陸與美國的物理學家合作所測量的 τ 的質量比原先在Particle Data Book中的值小了7.2 MeV，實驗的總誤差在0.5 MeV左右，精確度提高了5到7倍，同時也使得對輕子普適性的矛盾減小了。依照92年 τ 的壽命與分支比加上新測得的 τ 的質量使得 $g_{\tau}^2 = g_{\mu}^2 = 0.98$ ，它與實驗值只差1倍的 σ (standard deviation)，因此我們基本上解決了輕子普適性的矛盾。

林：請問這些結果在哪些期刊上可以看到或者只有在一些會議中發表過？

鄭：我們在會議中以及11月份的Physics Review Letter中都發表過，當時引起國際高能物理界的重視，有很多人向我們索取這一篇文章。

林：我之所以向你請教剛才這個問題是因為在此之前我們一直沒有看到關於 τ 質量測量的正式論文發表，而且海外有一些傳聞認為你們對於實驗結果還不十分肯定，所以我想既然你們已經在Physics Review Letter上作正式的發表，應該可以澄清這些疑點。接下來我想知道中國大陸的高能物理在將來短期與長期的發展，比如說在短期方面是否有其它的實驗計劃，在目前電子對撞機的能量範圍內還要作哪些實驗，在長期發展中，是否會擴大加速器的建造，或者從事大型實驗，比如說加入SSC的GEM或是SDC或者是LHC的發展。

鄭：在短期發展方面，於 τ 質量測量之後，我們在4.03 GeV的地方取得4個inverse pico barn的Ds

的數據，由此可得很純的Ds、Ds的反應，過去MARK III是在4.14 GeV的地方去取數據的，為Ds*—Ds的反應。10月份以後我們要在4.03 GeV的地方取25個inverse pico barn的Ds，預計要花一年的時間，並準備作Ds \rightarrow ϕ π 絕對分支比的測量，這可能是第一次關於 ϕ π 絕對分支比的測量，而它對於b和c的研究都很有意義。同時對於衰變常數 f_{D_s} 的測量可以透過D_s的純輕子衰變測量而得，從以前的4個inverse pico barn的測量中已經可以看見純輕子衰變的現象，所以我們有信心將它作好。順便一提在我們收集D_s時也有很多 τ 的實例，我們對 τ 的實例也準備作有趣的測量。

林：現在我想將話題轉向長期的發展，未來世界各國想要在一個領域中獨自投資是很難的，請你說明一下中國大陸未來長期發展的策略。

鄭：在未來4、5年內我們要作的是D、 ψ 和charm baryon，我們計劃改進對撞機與探測器，將其亮度提高了到5倍，目前我們已經得到改進的經費。更長遠的計劃有2個，首先是利用原有的高能實驗基地來維持我們在高能物理界的一席之地，我們主要的研究範圍是charm和 τ ，如果未來亮度能夠提高幾十倍，作成 τ -charm factory以後，我們在這個領域可以算是真正佔有一席之地。有很多人建議由幾個國家如中國大陸、台灣、日本、南韓、美國等合作建造 τ -charm factory，如此還有很多重要的工作可作，對於 τ 與 ν 的質量測量也會有更精確的結果。不過目前這只是一個初步的構想，我們並未提出正式的計劃，因為首先要將現有的計劃作好，日後提出合作的計劃時才可能得到政府的支持。另一方面我們要參與國際合作，如SSC與LHC，這些可說是下一世紀的物理。中國大陸的原則是儘量參加國際合作，但是因為目前很難得到額外的經費，所以我們主要是提供技

術與經驗。我們也可以承擔一部份加速器或是探測器的建造，我們的價格比美國便宜一半，而且克服了一些技術方面的困難，最後我們保證能在一定的時間內作完，而且達到品質上的要求，這樣我們可以說真正加入加速器和探測器的建造。SDC與GEM兩個探測器的建造我們都要參加。

林：經過你的介紹我對於你們高能所已經有了相當的了解。接下來我想回到台灣的部分，目前台灣的高能實驗仍在起步的階段，我們在發展過程中面臨最嚴重的問題是人才的不足。我想知道你們在人才培訓方面是否有整體的計劃，以及有那些比較重要的事項能夠成為台灣的借鏡。

鄭：我們在78年以後送出一批較有經驗的人出國學習，為期二年，然而最主要的是回國後必需要紮根在國內，雖然當時國內的條件不好，但是條件是可以自己創造的，基本上我們的加速器和探測器都是自己作的，有一些是委託工業部門代為建造，我認為最重要的是要把我們從國外學習到的技術和國內的環境結合在一起，才能真正的發揮作用。

林：接下來談一談你來台灣訪問的觀感，你與台灣的高能界有間接的接觸，也到過清華大學、工研院、中央研究院與中央大學等實際執行的單位訪問過，我想請你作一些簡單的陳述。

鄭：我感覺到目前在台灣高能物理界的同行們都是非常努力的，有著很大的潛力，而他們現在所面臨的一些問題正是我們以前也曾經面臨過的人力與技術的問題，我到中研院物理所參觀過，在那裏李世昌先生的小組申請了一個計劃，建造SSC中的一個探測器GEM的tracking detector，其中的技術是相當困難的，目前比較缺乏的就是人力這一部分，我想一方面可以派人出國學習，回來後在台灣紮根，另一方面可以和大陸交流，由於大陸有建造加速器和探測

器的經驗和教訓，對於台灣的同行們可能有一些啟發和參考價值，我和李世昌約好等我回國後一起作好實驗室的建設工作。我覺得我們都是中國人，應該共同發展中國的高能物理實驗，以便在國際高能物理界佔有一席之地。在各種場合下中國的科學家都應該團結一致的。

林：除了你曾經提到要送2位科學家來台協助漂移室(drift chamber)的建造外，是否有其它可能的兩岸合作的構想？

鄭：我想今後兩岸科學交流會逐漸頻繁起來，條作也會越來越寬。科學交流可以分成短期和長期兩種，就短期而論，可以互相訪問和學習，長期方面也可以有長期的合作。我發現雙方是可以相互補充的，在台灣計算機的條件很好，我很希望在這方面的人才能到大陸去講課，傳遞經驗，而且在理論方面也有許多出色的物理學家。在大陸方面有建造BPC與BES的經驗和教訓，我想經驗是書本上學不到的，只有實際參加的工作人員才知道，經驗對於實際的交流是很重要的。

林：最後談一談你個人在物理界的經歷。你原來是從事原子核反應的研究，在你當初轉業時是否曾經遇到過什麼問題。

鄭：我在大學畢業以後跟趙忠堯與葉銘漢兩位先生學習原子核反應，當時學到了很多的實驗技術，雖然由低能到高能的能量從MeV變化到GeV，但是我覺得由低能到高能並沒有很大的鴻溝，特別在探測技術與實驗方法上有很多可以借鑑的地方。像一些基本的研究方法，如何取出可靠的數據，如何分析，以及如何得到結論等基本科學的訓練都是很重要的。當時在高能所從趙忠堯和葉銘漢那裏學了很多，而且當時高能所的所長張文裕先生是我大學時的老師，他不斷強調實驗的重要性以及手腦並用，我想這樣的訓練對我來說是非常重要的。到了73年以後，

我轉到了高能所，當時在高能所舉辦了很多的講座，由一些知名的物理學家向我們介紹高能物理，我們自己也看了一些書。尤其是78年能夠到丁肇中的實驗室去真正接受高能物理實驗的訓練，對我而言是很大的轉變。我總覺得作科學的人不應該把各領域的界線看得太嚴格，因為隨著科學的發展，很自然的會面臨由一領域轉向其它領域的問題，我想只要基本的工夫作的好，而且不斷的向書本、同事以及在實驗過程中學習，應該可以很快的進入新的領域中。當然高能理論方面與核物理是有比較大的不同的，如果要對這方面能精通，必需下很大的工夫。

鄭：這裏補充前面關於Big-Science與Small-Science的問題。這個問題的確在大陸，台灣和美國都有同樣的爭論，我想這是可以理解的，因為高能物理確實很花錢。但是我認為對於Big-Science與Small-Science的問題不需要在我們同是從事基礎科學的人之間互相爭論，因為即使是花了2億4千萬元，對當時的中國來說，並不是一個太大的數字，當時一架波音飛機也要花費將盡十億人民幣，有時一些小小的浪費，就消耗十幾億的經費，既然如此我們為何不能在基礎科學上作更多的投入。我們也一再呼籲中國應該對基礎科學有更多的支持，我們很高興中國政府能夠支持這一點，將科研經費由原來的0.7%提高到1.5%。

林：其實這一點我也有相當的意見。我感覺我們所花的經費其實在GMP中並不是佔有太大的百分比，但是科學家對自己角色的認定與自省能力可能比其它行業的人要強，所以心理上的負擔比較大。我曾聽過有些教授拿到國科會的經費後，經常與偏遠地區國小的經費相比，在比較之後壓力相當的大，但是在其它的政府部門，例如國道高速公路興建工程局的經費動輒千億，

却可能並沒有這樣的省思。對我們這一群人而這，既使花費極少的經費，却可能要背負較大的道德責任。不過我想關於Big-Science與Small-Science是不能單純的去分割的。如果單從論文的產量來看，作理論的論文產量可能比作實驗的多，但是有些事情非這麼多的錢才能解決，例如CERN的LEP對撞機，如果不作，永遠沒有辦法看到Higgs，如此Standard Model便不完整。在經濟學上有買源最大分配的理論，也就是說有最大經濟效益的分配，如果依照這種分配關點來看，應該將大部分的科學經費投資在Small-Science的研究上，因為Small-Science的研究產量較高，比較符合經濟效益。但是科學上的問題是不能利用經濟的理論去解決的，因為如果我們不去開發某個科學領域，那麼它將永遠不會被我們了解。經濟學效益極大化的分配原則只適用於效用可以相互替代的物品，如稻米和麥子，並且其效用要能以貨幣為評估單位。然而科學對自然的瞭解及其潛在效益却無法以此模式來檢驗，對我來說各學科的各別重要性及Big-Science與Small-Science的差異，都像各別的生命欲以金錢來評估生命的價值總會受到質疑的。這是科技政策的長期問題。

林：最後再次謝謝你接受訪問，希望在以後的交流能常常看到你。