



姓名：王子敬

學歷：

美國加州理工學院物理系博士 (1990)

英國牛津大學物理系學士 (1984)

現職及經歷：

中央研究院物理研究所副研究員 (2002/02 至今)

中央研究院物理研究所助研究員 (1997/01 年至 2002/01)

瑞士歐洲粒子物理中心研究員 (1994/07 至 1996/12)

瑞士歐洲粒子物理中心博士後研究員 (1992/01 至 1994/06)

美國加州理工學院與瑞士 Paul Scherrer Institute 博士後

研究員 (1990/10 至 1991/12)



著作名稱：

“Limit on the Electron Neutrino Magnetic Moment from the Kuo-Sheng Reactor Neutrino Experiment”, H.B. Li et al., TEXONO Collaboration, Physical Review Letters 90, 131802 (2003).

中文簡介：

台灣在粒子物理實驗的研究，自 1980 年代末期開始，參加了美國費米國家實驗室 (Fermilab) 及布魯克海汶國家實驗室 (Brookhaven)、歐洲粒子物理研究中心

(CERN)、日本高能物理國家實驗室(KEK)、美國太空梭及國際太空站等著名實驗室的研
究計畫，負責探測器、電子儀器、光電設
備、電腦系統的製作和物理模擬、數據分析
等項目。在技術與組織能力上，備受國際同
儕的肯定。中研院物理所的研究團隊，在把
這物理學的重點「指標」領域植根台灣的過程
中，扮演了決定性「龍頭」的角色。

在這樣的基礎下，任教美國馬利蘭大學
的張仲澧教授與物理所李世昌博士，於 1996
年啟動了微中子計畫的構想。第一期的目標
為首次於台灣本土，在本地研究人員主導
下，設計、建造、執行及完成一個粒子物理



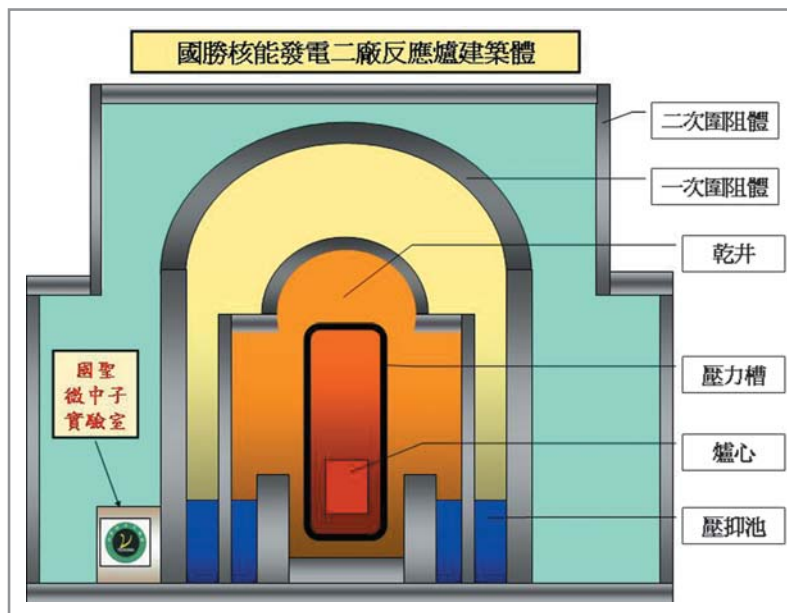
圖一：台灣紀事報的專文報導，並展示台灣電力公司國聖核能發電廠外觀。

的實驗。這計畫很快獲得中國大陸中國科學院高能物理研究所及原子能科學研究院的參與。筆者於1997年初加入中研院，主導推動這計畫。中研院及國家科學委員會，提供了主要的研究經費。團隊取名為TEXONO，即「台灣微中子實驗」(Taiwan EXperiment On Neutrino)之意。這是兩岸首次在大型學術研究上的合作，加上台灣大學、核能研究所與台電核二廠等單位在專業技術及人力上的鼎力支持，還有北京清華大學、南京大學和土耳其中東科技大學的積極參與。至今團隊可算稍具規模，是支擁三十餘科技人員的研究隊伍，曾在著名期刊發表論文，且常在國際會議中報告，引得同儕的注意，增加了他們對台灣學術環境的瞭解，也提高了他們與台灣建立聯絡的動機。

團隊的研究項目，主軸為於台灣電力公司國聖核能二廠內，距離爐心28公尺之處，

建立實驗室，以研究微中子物理。國外的研究，提出了微中子振盪有力的證據。這代表微中子具有質量，延伸出來可推測微中子將有其他不尋常的特性和與物質的交互作用。核能發電的原理在於核子分裂，過程中除了釋放能量外，也製造大量的微中子。因此，核反應爐是個很強的微中子源，是作科學實驗的理想場地。微中子研究，可以說是核能發電的「廢物利用」。國聖核二廠微中子實驗室，採模組化的設計概念，可放置不同探測器，研究不同的物理現象。設備包括重量達五十噸的屏蔽體，以防止宇宙射線及周圍環境輻射所造成的背景干擾。此外，還有精密的高純鍺及閃爍晶體探測器，加上先進的電子儀器與電腦軟體，用來顯視、監控、取錄及分析探測器的訊號。

「國聖實驗室」規劃籌建數年，歷經九二一地震的延誤，於2001年中開始運作，並



圖二：國聖核能發電廠廠房及實驗室示意圖。

於2002年底完成第一個物理結果，即微中子與光子的可能交互作用的研究。在實驗上這特性會以「微中子磁矩」(neutrino magnetic moments)及「微中子輻射衰變」(neutrino radiative decays) 顯現出來。若這特性存在，微中子可以被看成有內部結構，或者帶有極微量的電荷。團隊觀察微中子跟電子碰撞後電子的能量分佈，並比較它們在核電廠開機與關機時的分別。我們在比前人低一百倍的能量區域作測量，並能把背景噪聲壓低至其他深入地下千多公尺的地下實驗室之水平，大大提高了測量的靈敏度。實驗結果是沒有發現任何微中子磁矩和輻射衰變的證據。國聖實驗對這兩個重要的微中子參數測量出來的上限，達世界水平，比前人的測量為佳。這成果於2003年4月在Physical Review Letters發表，並馬上為美國American Institute of Physics引用為當週重要物理發展的新聞之一。舉足輕重的「科學雜誌」(Science Magazine)、「科學人雜誌」(Scientific

American)與政府向外介紹台灣成就的「台灣紀事報」，也以專文為團隊作專題報導。除此以外，團隊將繼續利用國聖實驗室的裝置，研究其他微中子與物質交互作用的前沿課題，包括微中子與電子交互作用截面的測量、及嘗試首次觀察微中子與原子核的同調散射(coherent scattering)。

團隊完成了在台灣第一個粒子物理實驗，並獲得世界水平的結果，備受國際同儕尊敬肯定，也為國內從事基礎科學實驗研究的困難處與可行性，提供了經驗，可作未來發展的借鏡。在建立兩岸學術合作之良性互動互補互惠、確立工作伙伴關係的規範細則上，也跨出了重要的一步。除了分別爭取研究資源、分擔研究工作及分享論文成果外，已有不少大陸學生來台參加研究工作，也有本地研究人員，前往中國大陸大學任教。在這過程裡，團隊建立了執行整合型實驗計畫的架構格局和與工業界的伙伴關係。這除了是推動其他研究項目的重要基礎外，也提供了與國際同儕連絡的據點。例如團隊正與南韓的物理學家合作，於其本國地下實驗室共同開展在極低能區找尋暗物質的新方向。此外，憑著在國聖實驗中製造先進電子系統的經驗，團隊支援物理所另一支研究隊伍，參加在日本同步輻射研究中心的實驗，承擔電子取數儀器的設計和製作。歷經數載耕耘，團隊啟動了多元化的研



圖三：國聖微中子實驗室外觀，可見屏蔽體及控制室。

究計畫、培植了全方位的實驗能力、建立了具國際視野的聯繫網絡。

破前人未解之謎、創前人未造之物、攀前人未登之峰、開前人未闢之途，這就是研究工作的精神，也是研究工作者的挑戰和喜悅。台灣微中子實驗，土生土長，成功的走了「從零開始」、「從無到有」重要的第一步。獲得 2005 年年輕學者著作獎，除了是對個人與團隊的鼓勵鞭策外，更可說是對國內基礎科學發展之肯定與期許。展望前境，在同仁不斷努力下，我們可望更上層樓，爭取更理想的成績。

評審簡評：

王子敬博士領導台灣 TEXONO 團隊進行微中子方面的研究多年，在微中子的磁矩

量方面獲得全世界最好的結果，成果受到重要期刊的報導，是國內在高能物理方面的一項重大成就。

微中子是自然界的基本粒子之一，測量磁矩量是間接觀測粒子是否有更細微結構的方法，因此是瞭解微中子的重要數據。1950 年代以來，有多個實驗進行這項量測，王子敬的數據是到目前為止最好的成果。所有關於微中子磁矩量的研究，均引用這項數據。因而也讓 TEXONO 團隊獲得國際的知名度。

由於微中子不帶電，也不參與強作用力，因此與一般物質的作用非常微弱。實驗上除了需要非常靈敏的探測器，同時必須仔細的消除宇宙射線及其他自然輻射的背景。一般實驗的精確度就取決於背景輻射能否控制得很好。王子敬和 TEXONO 團隊用了很長的時間在核二廠內建立國聖實驗站。他們不急於快速的獲得物理數據，而是由基礎設施做起，將背景逐步降低。如此才一舉獲得世界上最好的結果。

這個實驗是第一個完全在國內設計、執行的高能物理實驗。在基礎設施和人力都相對不足的環境，能做出一流的成果，王子敬不只在物理概念及實驗設計上有所專精，更在團隊管理和對外聯絡方面花了很多心力。不論是物理成果或研究方法，都值得予以鼓勵。