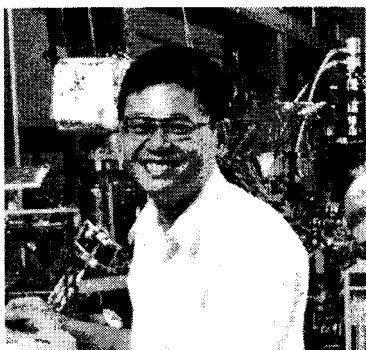


一直向前跑的接棒人

-----訪問同步輻射研究中心陳建德主任談同步輻射研究中心的努力與遠景-----



陳建德簡歷

出生日：1953 年 5 月 23 日

學歷：

美國賓夕凡尼亞大學物理博士 (1985)；國立台灣大學物理碩士

(1980)；國立台灣大學物理學士 (1976)

經歷：

行政院同步輻射研究中心特聘研究員兼主任 (1998 至今)

行政院同步輻射研究中心研究員兼主任 (1997-1998)

行政院同步輻射研究中心研究員兼副主任 (1995-1997)

美國 AT&T 貝爾實驗室研究員及軟 X 光能譜學研究群主持人 (1985-1995)

委員會：

美國「先進光源」科學諮議委員及科學政策委員 (1996 至今)

韓國「浦項光源」國際諮議委員 (1995 至今)

國科會「同步輻射光源應用學門」審議召集人 (1995-1997)

中華民國物理學會理事 (1998 至今)

其他二十餘項國際性或國內外科學相關委員會委員

榮譽：

美國賓大 Werner Teutsch 紀念獎 (1981)

美國真空學會學者獎 (1982)

美國賓大第一屆科學與藝術學院學者獎 (1984)

美國 R&D 研究發明獎 (1988)

多次美國 AT&T 貝爾實驗室之特殊貢獻獎 (1987-1995)

財團法人傑出人才發展基金會講座 (1995)

美國物理學會 Elected Fellow (1996)

近五十次國際性科學會議應邀學術演講

研究領域：

凝態物質之微觀電子及磁性結構

同步輻射軟 X 光能譜學研究發展

同步輻射光束線及實驗站之設計與建造

論著：

研究論文 165 篇，科學會議發表論文 150 篇，其他科技報告 80 篇。

以下專訪係由同步輻射研究中心 (SRRC) 主任陳建德先生，與交通大學物理所助理教授林俊源先生偕同兩位隨行學生之間的談話記錄，為方便起見陳建德先生在下文內簡稱『陳』，而訪問者林俊源先生及隨行研究生劉旭禎亦以其姓簡稱之。

林：陳先生於 1995 年自美國回來，1997 年接下主任的工作。能否先簡述接任同步輻射研究中心

主任現職至今兩年期間，中心有何改變？預計將來同步輻射研究中心的發展為何？

陳：其實同步輻射研究中心在 1993 年第一次出光以後，可說是已進入了另一個階段。一個同步輻射中心的發展大致可分為三個階段：第一個階段是興建加速器的本體，第二是建造插件磁鐵、光束線及實驗站，第三是推動與進行尖端科學實驗，這三個階段在時程上是會有重疊的。本中心於 1994 年 4 月正式開放給用戶使用時，光束線只有三條，設備未稱完善，未來的實驗遠景為何亦仍不確定，當時著實令本中心指導委員會十分著急。指導委員會隨即在美國尋找同步輻射實驗方面的專才，於是找了梁耕三和本人，並且在紐約袁家驩與吳健雄院士的府上談了好幾次，同時在李遠哲、郭南宏及其他指導委員的鼓勵下，本人便於 1995 年先行回國，積極規劃推動第二及第三階段的工作。梁先生隨後亦於 1997 年加入 SRRC。看了同步輻射研究中心目前的情況，便可知道過去幾年中心同仁所共同努力的成果。本中心預計在今年 8 月建造完成橢圓偏振聚頻磁鐵（EPU），安裝入儲存環後，加上這幾年完成之三座聚頻磁鐵 U5、U9、U10 以及先前之增頻磁鐵 W20，整個儲存環的直線段插件磁鐵便告完備了。另外，目前已興建完成的光束線共有十二條，預計明年初將完成共二十條光束線及近三十座實驗站，屆時即達到第二階段的成熟期。第三階段的規劃已完成並在進行中，希望未來五年能繼續拓展國內學術界與工業界的參與，促進我國同步輻射研究蓬勃發展，早日做出世界頂尖的實驗。本中心過去一年亦開始推動三項新的重點計

畫。第一項計畫是儲存環館的擴建工程，於明年完成開放後將增加 15 間實驗室、68 間研究室及 1 間教室，如此將可舒解儲存環實驗區設備擁擠的現象，而每所大學或研究機構將會有一至二間研究室可供使用。

第二項是儲存環高頻腔系統的更新計畫。本中心籌建之初，囿於經費有限只能購得外國於三十年前所建造且使用過的老舊高頻腔系統。此一老舊的高頻腔系統使用在第三代（最新一代）的同步輻射加速器上產生了不少問題，其中最主要的有兩個，一為由於該系統具有很強的高階模（High Order Mode）可導致電子束的縱向多團不穩定現象，對於高精確同步輻射實驗會造成不良影響，另一為系統的總功率相當有限無法提升加速器電子束的儲存電流。由於高頻腔系統對儲存環就如同心臟對人體一樣的重要，為了徹底解決此問題，自今年七月起，本中心已開始進行一項為期五年的高頻腔系統的更新計畫，將採用世界最先進的超導高頻腔系統，這是康奈爾電子正電子儲存環（CESR）花了十五年時間所研發出來的系統，可以解決以上兩個問題。目前世界上仍未有任何一座同步輻射專用加速器使用超導高頻腔系統，我們若能順利完成此計畫，將是世界第一座採用超導高頻腔系統的第三代同步輻射光源，而我們興建、運轉及維護的經驗將可做為其他同步輻射中心未來跟進的參考，在同步輻射加速器領域做出重要貢獻。此計畫將分兩階段進行，預計三年內先建造安裝超導高頻腔本體，大幅提高電子束的穩定度，後兩年則換裝高功率微波發射機，將最大電流自目前之 240mA 提升至 500mA。此計畫之總經費為三億多新台幣，與

累積至目前為止我國在同步輻射硬體設備上約四十五億的投資相較，並不算很多，卻可使整個光源之穩定度達到世界一流水準且光源強度加倍提升。

第三項計畫是以五年的時間在日本 SPring-8 同步輻射設施的兩個出光口建造完成三條台灣專屬的光束線（其中一條為由主線分支出來的邊線），如此我國就可擁有世界一流的硬 X 光光束線。雖然本中心已有幾條硬 X 光光束線，可以做出相當不錯的實驗，但由於是架接在一座中等能量之儲存環（1.5 GeV）上，因此較難做出世界頂尖的硬 X 光實驗。目前世界上有三個高能量的同步輻射儲存環，一為歐洲 ESRF 的 6 GeV 儲存環、一為美國 APS 的 7 GeV 儲存環、另一為目前全世界最大最新的日本 SPring-8 的 8 GeV 儲存環。本中心在克服外交和其他重重困難後，於 1998 年 12 月與日本高輝度光科學研究所（JASRI/SPring-8）正式簽約，爭取到兩個出光口，一個是在偏轉段，另一個在直線段。在偏轉段的出光口將建造一條偏轉磁鐵光束線，在直線段的出光口則會加裝 X 光聚頻磁鐵，並將光源提供給一條主要光束線與一條分支光束線，亦即共有三條光束線能同時運用。這些 SPring-8 的台灣專屬光束線的光通量是目前同步輻射研究中心的一千倍，光亮度則一萬倍，開個玩笑來說，在日本做一天的實驗，我們在台灣作就要花上三年甚或三十年。

此外本中心亦於 1996 年 9 月將儲存環的電子束能量自 1.3 GeV 提升至 1.5 GeV 且預定於明年初將增能環亦自 1.3 GeV 提升至 1.5 GeV 以利等能量注射，大幅縮短電子束達到穩定軌道所需的時間。

林：在日本 SPring-8 的光束線將由同步輻射研究中心的人員來使用嗎？

陳：這些光束線及相關的實驗設施都是對全台灣科技界開放的，亦可視為 SRRC 在日本的分部。目前本中心的光束線時間約有七成是提供給全國的科技界，其餘的時間則由中心的人員使用。本中心將來駐日的研究與技術人員亦會使用部分的光束線時間做設備的維修與改良、發展新的實驗方法及開拓新的實驗領域，同時協助國內研究人員做出一流的實驗。

林：由於 SPring-8 是在日本，不會造成實驗上的不便嗎？

陳：我們希望每年能請政府編列預算以支助國內研究人員前往 SPring-8 做實驗的差旅費。倘若研究人員能跟政府申請到差旅費，但不一定有光束線時間可供使用，反之，雖有了光束線時間，卻未必能取得差旅費，這也是做不了實驗的。有了這筆預算後，則能前往 SPring-8 而專注於實驗工作上。

林：先前提到要換裝新的超導高頻腔系統，整個同步輻射光源將會停機多久？

陳：希望能控制在只停機三至四個月。這相當於換心手術，儲存環停止運轉，所有的光束線也將暫停使用。這段時間則可讓用戶去寫論文。本人在美國貝爾實驗室（Bell Labs）時，有一次布魯克海汶國家實驗室同步輻射光源（BNL/NSLS）停機一年，而當年大家發表的論文卻是往常的三倍。有許多人平時都忙著做實驗，沒時間分析數據，能夠騰出時間冷靜思考一下，也是件好事。

本中心自 1997 年亦開始了另一個為期五年的重點計畫，目的在提升現有硬體設備的公用設

施，將去離子冷卻水、電力、壓縮空氣、空調等系統提升到第三代同步輻射所需的理想水準。比如去離子冷卻水及儲存環隧道內空氣之溫度經過兩年努力才自以前的 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 穩定度改進到 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ，將來的需求水準還會更高。預期此計畫完成時整個 SRRC 之水、電、氣、空調等公用設施將可脫胎換骨。

林：對一般的實驗設備而言，去離子冷卻水的溫度穩定度亦未要求這麼高，這對同步輻射研究中心的運作真有那麼大的影響？

陳：影響相當大。去離子冷卻水主要為用於冷卻各類型的電磁鐵及電子束之真空腔，即使僅差 0.5°C ，電磁鐵會熱漲冷縮，與真空腔連接的電子束位置偵測器也會移動，如此電子束便會飄來忽去，出來的光束就很難使用。

林：除了行政工作還有做第一線的研究嗎？

陳：動手做實驗和設計儀器是本人的興趣，亦為最單純最愉快的事情，相較之下，處理人事或行政工作就較為煩雜。本人平均一天工作約十四小時，所以仍有一些時間可做第一線的研究，但要達到或超越以前在貝爾實驗室的水準，還須繼續努力。

林：與外國知名的同步輻射中心比較起來，例如史坦佛或是柏克萊等，除了硬體設施要提升跟進外，其他的周邊或是軟體，甚至人力是否有何不足之處？

陳：在硬體上，我們的插件磁鐵、光束線、實驗站都可做到和國外一流的設施平起平坐，甚至有部分能超越。以後會有八條「龍」光束線，每一條都有其特色與使用目的，例如有寬頻的、特殊偏振的及超高解析度的。到明年初這些光束線都完成時，研究人員將不能再抱怨硬體設

施比不上國外。硬體方面雖然可達到世界的水準，但最重要的是在實驗、研究上要如何跟上，此實為本人最為關切的事情之一。

林：研究要如何才能跟得上？

陳：在回答之前先提個問題，我國的大學或研究機構的整體研究表現有否達到世界一流的水準？顯然沒有。這已經不只是同步輻射研究領域的問題，而是全國層面性的水準問題了。第一、外國的環境比較有利於激勵研究人員。舉個例子以史坦佛大學的學生來說，只要一走出教室或實驗室就會撞上三、五個諾貝爾獎得主，在此情形之下，學生對自己的期許自然就高，會以世界作為標準，促使自己每天努力不懈，整個研究風氣就相差甚多。他們並不全然以升正教授、正研究員自我期許，而是更想成為該領域能獨當一面的學者、專家，所以他們的向上心、企圖心自然很高。

第二、外國的學術環境可以合作的對象很多。以本人在貝爾實驗室為例，一出實驗室即可碰到一些最頂尖的理論學家，旁邊有世界知名，經常在 *Natural* 或 *Science* 期刊上發表論文的材料科學家，附近也有各種不同領域的佼佼者，活的百科全書到處都是，將這些人合在一起做研究，自然無往不利。做材料的獻出最新穎的樣品，實驗學家利用最先進的設備進行尖端的量測，再由最好的理論學家分析提出解釋，所完成的論文自然就較容易在頂尖的期刊上發表。此種客觀條件，我們較難相比，不過這情形在台灣亦在慢慢改進中。

第三點就是有沒有支持你。亦即實驗成功了，有沒有人贊助推廣給全世界知道。比如在貝爾實驗室，如果做出一個重要的實驗，就很

容易被重要的國際性科學會議邀請做學術演講，將實驗成果推廣出去，進而在學術界確立聲望。此種效應即如同滾雪球般，好的樣品、好的實驗、好的推廣、好的聲望、好的合作對象，形成一個良性循環，學術研究也就這樣帶動起來。台灣目前可以在國際上發揮這種影響力的研究機構仍十分有限。

另外一點就是研究經費使用的彈性。研究經費使用的最高原則應為講求最高效益、做出卓越研究，而不劃格子或附予顏色，儘可能減少不必要的限制，但必須加強執行後的成果評鑑。授權並信任科學研究人員，讓他們的良知與專業判斷來靈活運用研究經費，以達到最大的效益與成果。不一定要將經費限制成很多部份，某一部份必須拿來買儀器，另一部份非得花在什麼不可，結果變成這邊不夠用，另外一邊有剩下卻不能使用。如果沒有必要購買新的儀器，亦可運用這些經費聘雇實驗助理，或參加重要的國際性會議吸收新知、建立合作管道，如此一來將可提升經費使用效益及研究成果。預算執行方面仍有些較為困擾的問題，比如政府對高科技研究機構預算執行的規定等同於一般的行政單位，對高科技研究機構而言實在相當艱辛。爲了研究需要，研發或購買高科技設備常須不斷地評估，跟廠商洽談規格、技術、條約等，必須花費不少時間，而建造整個儀器又得花上半年幾年的，還需解決研發過程中可能遭遇到的種種技術瓶頸或困難，與一般行政單位購買桌椅、冰箱完全不能相提並論。行政單位與大學或高科技研究機構預算的執行，在性質上原就完全不同，預算執行之規定也應有所彈性。希望學術界做出一流的研究成果，則

須給予預算執行之彈性及合理的考核規定。以研究人員的出國差旅費爲例，我國大學教授或研究人員一年參加國際會議的平均次數約爲 1 次，遠低於先進國家研究機構的 5 次。本中心目前研究、技術人員有 130 人，每年卻只有 20 人次國際會議的差旅費，實非成爲世界一流研究機構所應有的條件。若不參加國際科學會議多聽取其他研究團體發表的成果，即時明瞭最新的實驗發展成果，自然無法掌握合作的先機。

林：目前研究的成果和外國相較如何？面對有關硬體升級、研究人員和環境、預算執行等難題，是否有辦法提升研究成果？

陳：前面已提過這不單獨是同步輻射研究中心的問題了，而是整個學術環境仍有許多需要改進的地方。以前國人習慣單打獨鬥，閉門造車，強調本位主義，這樣是不行的。有些人有種錯誤觀念，認爲別人跟你合作是爲了分享資源。但如果一個研究做得好，自然倍受重視，資源也會跟著多。合作比起單打獨鬥更強，有了良好的合作成果，慢慢地整個學術界的資源就會成長。本人回國後，即不斷強調研究人員的合作精神，亦非常鼓勵中心同仁和國內外研究團隊實驗上的合作，研究成果相信會越滾越大。這些雖然都在慢慢改進，也有了一些成果，但仍舊不夠。

本人一直以提升中心同仁研究成果至世界水準爲努力的目標。但很顯然的仍然有一大段距離。比如本中心研究人員希望升等，則須於一流的科學期刊上發表一定篇數以上的論文並被他人所引用爲前提。若以美國中上等大學升正教授所需要的標準直接轉用於本中心，則中心同仁升正研究員的路途將十分困難，因此研

究人員升等的審核標準不得不稍作修正，不過仍須保有一定的水準，並且能激勵大家不斷地向前衝刺，而不是一旦升上正研究員後，便開始懈怠，不再往前邁進。最令人擔憂且不願看到的是把「名」當成最終目標。「名」應只是激勵與協助人更上層樓的一種工具，不斷突破人類現有知識的範疇、創造新知識、發掘新現象及提出新觀點才是從事科學研究者終身奮鬥的目標。希望能在此與中心同仁共勉之。

劉：先前曾提到要改善整個同步輻射研究中心硬體設備的公用設施，以符合真正第三代同步輻射的水準，為何不一開始就把它規劃到符合標準呢？

陳：這主要有兩個原因，一為經費，另一為經驗。例如，當初開始規劃時由於經費有限，儲存環的能量便定為 0.8 GeV，繼而改為 1.0 GeV，最後指導委員會決定提升到 1.3 GeV，而於 1996 年所達到 1.51 GeV 的高峰，已實屬難得。但坦白說，第三代同步輻射儲存環的電子束能量至少應為 2 GeV 以便確保較長的電子束壽命期。另外我國本就沒有建造大型加速器的經驗，所以早期必須吸收許多先進國家的經驗，張羅相關的技術，就像是工廠第一次開發製造出來的產品，較不容易在第一次就做得很完美。如今回顧，當初硬體設備的公用設施應該還可以規劃得再好一點，但囿於經費與經驗的不足，較難強求。但我們很慶幸，由於當初參與興建工作之前輩及中心同仁的筆路藍縷，才能完成亞洲首座第三代的同步輻射光源，奠定了今日的規模。我們這些接棒人當然要盡力設法不斷改進加速器所有相關設備、開拓新光源以及增建各項週邊實驗設施，累積運轉經驗，做出世界

一流的實驗。

劉：最後請問是什麼理由讓你毅然接受『雖然報酬較少，卻仍執意從事研究工作』？

陳：本人比較喜歡從事研究工作。坦白說，心裡仍存著想要發現一些人類未知事物的渴望，也就是想要知道宇宙的真理何在。有些人用科學方法來探索，也有些人採用宗教的方式，此為長久以來一直驅策人們向前探索的一種原動力：整個世界究竟依何原理而運作？我們為何在此？生前死後是什麼？而當自己發現了些許以前人們所未發現的知識碎片之時，那種喜悅是很甜美的，相信這也是絕大多數堅持在科學領域研究的人所共享有的感動。從事科學研究者常常會想一想，現在所做的實驗能否為人類帶來什麼新的知識或新的觀點。凡內心存有發現新知的喜悅的人，就有足夠的理由走科學研究這條漫長路。如果只把實驗和研究做為例行公事，不如到其他的領域貢獻一己之力。

目前最令人擔心則為現在的畢業生大都奔向產業界，很少願意留在學術界，若是少到沒有接棒人就不好了。現在教育的首要任務之一便是如何發掘和培育有心從事科學研究的良才。希望此番談話多少能收到拋磚引玉之效，對學術界能有些許貢獻。謝謝！

林：今天實在非常感謝您撥空給這一席談話。