

台灣同步輻射設施出光十週年雜記

文/鄭伯昆

一、前言

台灣首座同步輻射設施的啓用轉眼間已過了十年，而從筆者想到要建此設施的時間算起則更有二十多年。我想趁此機會回顧一下自己在這計劃中所見之二、三事，特別是我認為對本人有意義的資料。這些見聞都離不開個人觀點，如有誤謬之處敬請各位先進賢達包函。

二、夢想

本人在1965~1968間於密士根大學讀博士，在第三年到Argonne National Lab.的CP-5(原子爐)做實驗一年，在那裏首度體驗美國完善的研究環境，凡事得心應手，感覺到自己天天有收穫，短短的幾個月內便順利地完成實驗。由於筆者在出國前已在國內教學研究多年，此次美國大陸的研究經驗加深了對我國研究環境落後的體認，這不只是物質上，也包括研究精神和研究氣氛！粗略覺得台灣可能需要建立一所以大型研究設備為中心的研究單位，來建構出良好的實驗環境，讓國人在國內做研究能和在國外一樣地順利。只是，選擇什麼樣的大型設備來實現這種夢想，一直沒有解答。

三、第一次接觸

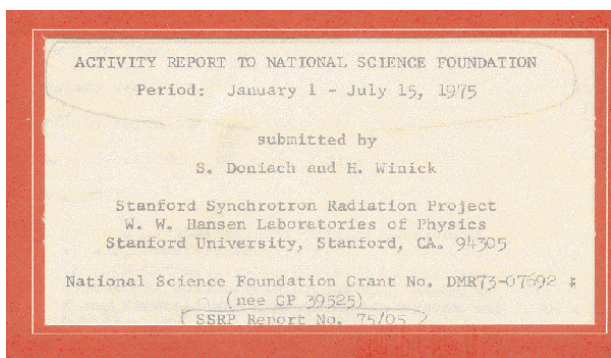
1977年，本人訪問MIT陳守信先生處一年後回國中途，到SLAC(史丹佛線型加速器中心)找蔡永賜先生，他帶我到一座看起來像違建的巨大鐵皮屋參觀。至今僅有的印象是，看到幾條細管由地面斜斜地懸在空中—儘管不太在乎這些管子到底做什麼用。沿着薄鐵皮牆架的簡陋樓梯爬上大約有三層樓高，進入迷宮般的狹窄走廊。看起來

走廊兩邊都是辦公室，蔡永賜先生介紹在其中的——一間辦公室內的一些科學家，請他們說明了正在做的研究，這些研究已經全然不是基本粒子的題目，而是一些有關利用加速器的輻射來研究固態物理等的全新領域，可惜除此之外我沒有聽懂內容。但我發現他們又窄又彎的幾個走廊角落的小桌上放了不少供取閱的小冊子，我就大肆收刮，希望回國後慢慢看也許會懂他們研究的內容。這些帶回的就是他們早期的SSRL(史丹佛同步輻射實驗室，在SLAC園區內)最早在同步輻射研究上的成果報告小冊子。當時做夢也沒有想到幾年後我會參與此類工作。圖一就是所帶回的報告中一本的封面。其中有一本是交給NSF(美國國家科學基金會)的1975年1月至7月的報告。請注意這報告所涵蓋的時間只有7個月，照道理一般計劃的執行時程應該是以年為單位，由此可看出做此計畫的快速節奏，此實事也道出同步輻射研究已係一蓬勃發展的嶄新領域。

由當時SLAC的主任Panofsky先生在1977年第二次的用戶會議中所發表的演講可看出，高能物理用的同步加速器所產生的輻射竟然可以應用來產生固態物理上的新發現，當地的科學家無不沉醉在這劃時代儀器所帶來的”Excitement”中。蔡永賜先生算是在SLAC的老資格(曾替Panofsky做有關電子的散射問題的理論計算)，想必當時蔡先生是迫不及待的想帶我參觀他們的”Excitement”。

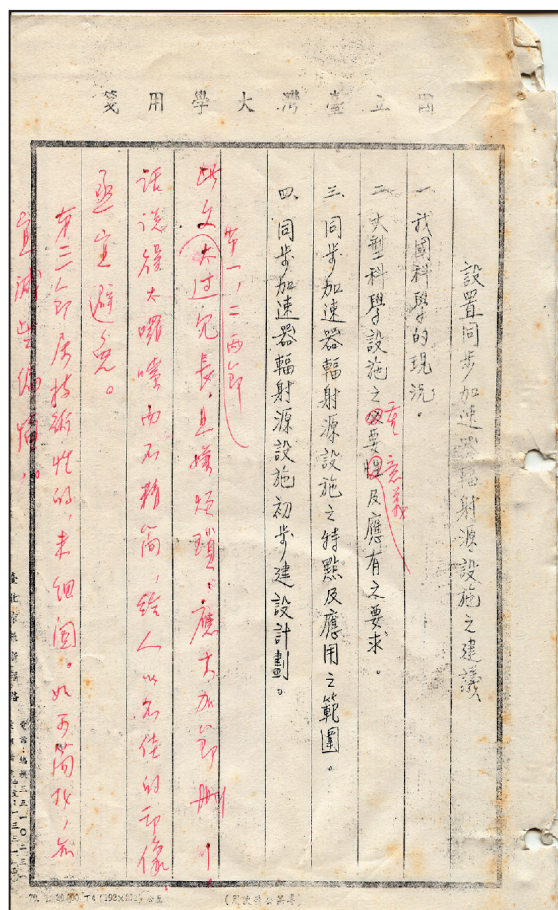
四、吳大猷先生和同步輻射研究中心

1978年至1979年間，本人擔任中華民國物理學會理事長，適逢瑞典舉辦國際物理與應用物理學會大會(IUPAP,1978年9月)，我國代表團由吳大猷先生率領，同行者有林爾康先生和本



圖一：早期SSRL的素描，此圖是印在他們的成果報告小冊的封面上。用大水泥塊疊起來的環型隧道是裝置儲存環的建築，此環的四邊係鐵皮屋，除了高能實驗室用途外，也開始有一部份提供同步輻射實驗之用。

人。大會的壓軸是由小Siegbahn先生演講ESCA (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis)，這領域算是當時瑞典引以為傲的新興學術領域，更是老Siegbahn先生所開拓的原子分子可見光附近的光譜學(Spectroscopy)的延伸，相當於現在的光電子光譜學前身，父子都得了諾貝爾獎。吳先生對此演講頗為欣賞，替我們介紹了Siegbahn先生等人，鼓勵我和林先生至Uppsala大學參觀此設備，囑咐我們多參考人家的先進研究設備，期望我們推動先進大型設備的計劃，以提昇我國的科技水準，他反覆地說『現在政府很有錢』。當時的吳先生對我國科學的進展緩慢相當在意，覺得應該開始投資更多的經費。對我來說，這樣的鼓勵使我敢作建大型科技設備的春秋大夢。雖然當時參觀他們的ESCA設備時印象深刻，我卻覺得一臺ESCA的裝置只能讓少數的教授佔



圖二：此為作者所擬的興建同步輻射設施建議的草稿首頁。

用，不會成為全國科技進步的重要設施。

冒出推動同步輻射此大型計劃的念頭，應該在浦大邦和閻愛德兩先生等所主持的第一次國際原子分子研討會(1979年8月23-25日，Symposium on Atomic and Molecular Science in Taipei)之後，自己「夢」性大發，開始寫一些建造此設施的建議書，同時也繼續收集更多的材料，很多次寫不到一半就停擺，有一次寫好草稿就請吳先生看，也許我的文章又臭又長，實在看不過去，吳先生就當場用紅原子筆替我改了文章(如圖二)。那些日子，我能感受到吳先生希望我們這一輩的人要自己站起來，但期望歸期望，看我們那麼笨手笨腳也是挺無奈的。後來夢醒後這份建議書又一直睡在我的書櫃中。日後吳先生當了同步輻射研究中心籌建處咨議委員，吳先生一直很客氣地說他是外行，有一次曾在他房間看到「同步輻射研究中心籌建處咨議委員」的名牌竟

貼在他放大的幼時照片邊。他一直很關心籌建的進展，每次去探望老人家時都會問有關事宜，但不會提出一些批評或如何進行等意見。

五、物理中心的改革

當時有些國內物理學者開始憂心，整個學術水準的提昇似乎比想像中還要慢很多。1980年10月國科會徐賢修主任在物理中心開座談會時，決定探討如何將物理中心提升功能，初步做法是成立兩個任務編組，一組稱為物理中心組織籌備委員會，探討中心組織的問題，另一組叫做物理中心研究發展籌備委員會，負責討論研究方向。1981年元月16日在國科會開時，提出了可能的大規模研究方向如下：



圖三：參與第一次原分子科學會議的部分科學者，第一排右邊第一位是浦大邦，右二位是Crasemann。

1. 重粒子及小型加速器
2. 同步輻射研究
3. 表面及低溫物理
4. 電漿及太空(Astro-physics)物理
5. 能源

並分配大家去收集資料，同步輻射研究部分由閻愛德先生，張秋男先生及本人擔任，如前述當時我已有一批由美帶回來的資料以外，趁到日本開會之便訪問了當時日本已有或已批准計劃的同步輻射設施參觀，也會見當地有關的學者，還寫了一份訪問佐佐木泰三教授的報告。

至於後來有關由物理中心催生同步輻射設施及

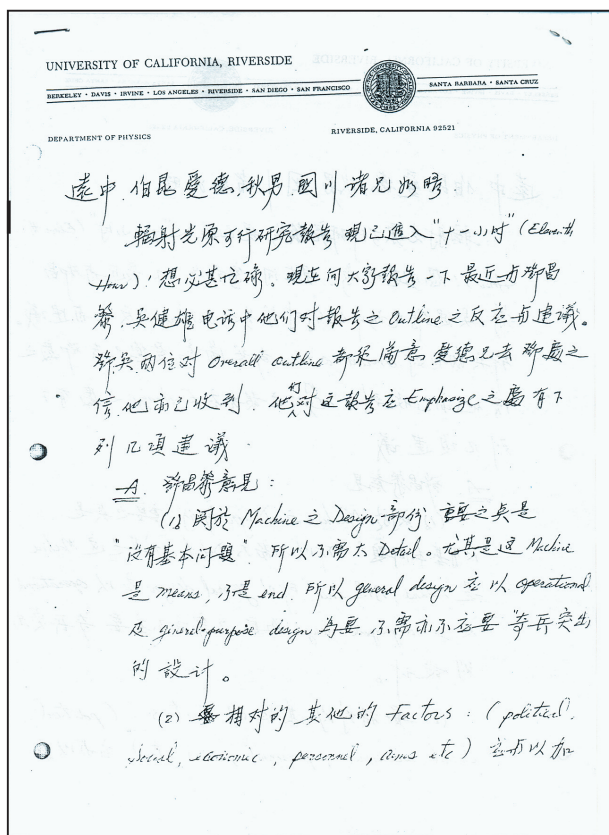
研究中心一事，應由其他先生詳述，在此不表。

六、浦大邦先生與同步輻射研究中心

我認識浦大邦先生是在籌劃前文所提到的第一次國際原子分子研討會(如圖三)時，他和閻愛德先生來臺大邀我一起去看會議場地。他給人的印象是開朗且熱情，日後注意到他總會隨時關心週遭所有的朋友，他也每每成為聚會的靈魂人物。想必那次研討會以前，浦先生和閻先生等人已開始鋪設通往建造同步輻射設施的棧道。他請了此方面有名的學者與會，浦先生本人的講題也是有關同步輻射的題材。從此他經常回國，一方面籌劃原子分子研究所，另一方面則領導籌建處用戶小組。回國時為了籌劃

和與官方交涉忙碌不已，但他還是會抽空來找我們，聽我們的意見，也不斷激勵我們的士氣。不幸於1984年12月29日在同步輻射研究中心籌建處的小組長會議上，他突然昏倒不起，我們痛失一位不可多得的領導人才。後來原分所的演講廳以他為名以茲紀念。圖四是浦先生寫給可行性研究小組的信，由此信可略窺他的為人、才華、熱誠及領導才幹，特別登在此以紀念他的貢獻。

1980年11月閻愛德先生出席美國物理學會在加拿大開了一次如何幫助發展中國家的物理(POPA Committee)，聽說該會的主席是吳建雄先生，浦大邦先生是coordinator。閻先生被邀請代表我國出席該



圖四：浦大邦先生寫給可行性小組成員的1982年11月10日的信首頁。信中有鄧昌黎、吳建雄兩位先生對興建同步輻射設施的看法。

會並做了演講，說明我國的物理學界的情況。演講中提到「可建如同步輻射設施來當自己國家及鄰近小國家的共用設施，以促進科學的交流和進步」據閻先生說：事後吳建雄先生問我國政府有沒有充份的經費建造如此大型的設施。後來(1983年3月23日)袁家驩先生與吳建雄先生夫妻回國謁見蔣經國先生時，建議興建同步輻射設施，此計劃才能順利地開始，並由袁先生當咨議委員的主任委員。我想這是我國能興建同步輻射設施的決定性的一刻。

七、Benrd Crasemann先生的協助

回到圖三，我們可看到浦先生及他所請的學者及部分的參加學員。其中Benrd Crasemann先生(前排右第二，即浦先生左)使我起了建同步輻射設施的念頭。在原分子科學會議最後一天(1979年8月25日下午)有Panel Discussion，當時幾位我國的學者表示，在臺灣如此小的地方必需專注於小型的「實驗」研

究，不應考慮大型的研究設施等，此主張大家都有同感。

但我個人鍾情於一個大型共同使用設施，我就向隣席的Crasemann先生請教：像臺灣如此小地方是否值得擁有同步輻射設施。他的回答竟然是肯定的，覺得低能量設施應該可行，並答應回美國後會向有關專家問其意見。他回國後果真來信，重申他的想法表示：興建設小型的同步輻射設施，及光電子光譜學設備，對臺灣的固態材料科學界有用。此後的幾年我們持續有信件往返(如圖五)，期間(1981年11月17日)他寄送一本Winick先生及Doniach先生所編”Synchrotron Radiation Research”，以當時來說此本書是最新最完整的參考書，他也推薦實際負責美國第一個專用型同步輻射設施興建的Rowe先生給我們，並請同步輻射界名人Winick先生寫信給我們，提出專家的意見。

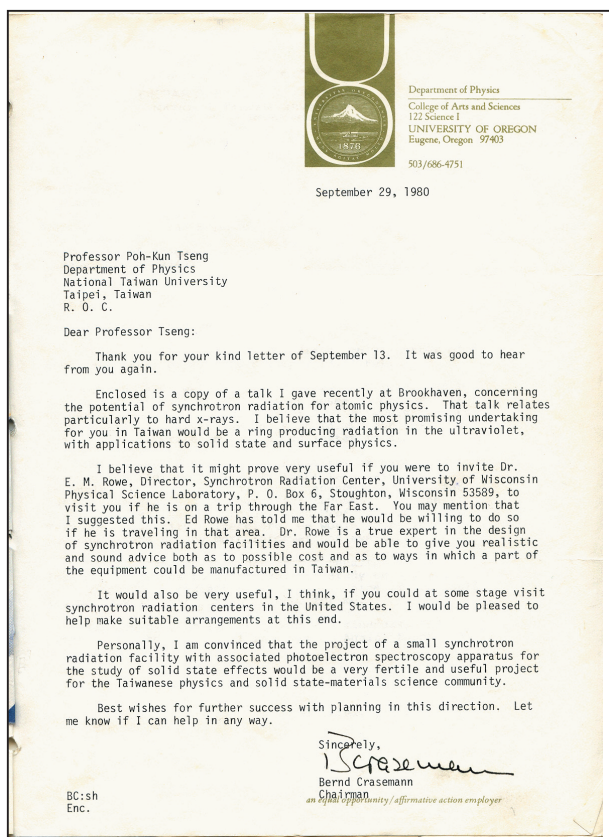
八、多方面來的建議及反論

差不多同時期(1981年5月)高亦函先生亦致函政府建議興建同步輻射設施。他所估計的預算和BNL的NLSL(美國布魯克海汶國家茲實驗室的國家同步輻射光源)差不多，約為美金兩千五百萬，以我們習慣的小預算額度而說此建議無異天方夜譚(信全文請洽作者)。

1981年10月10日翁武忠、謝啓淮等先生們也向當時國科會自然處處長林爾康先生提出了更具體的建議書(信全文請洽作者)。

看起來建造同步輻射設施除了昂貴還算是不錯的建議，類似的建議此起彼落，這件事告訴我們時機成熟了大家都有可能提出類似的意見。反對的意見當然有一倒不如說想建造同步輻射設施的學者是極小的少數派，反對才是主流。他們不乏諤諤之士，甚至洋科技顧問也寫了不少理由說”NO!”，平心而論，當時的我國科技界在質及量上尚沒有達到急切需要如此高科技設施的這一步。

有的意見說可以用小額的預算充實現有的研究設備如電子顯微鏡，一樣得到好結果，下面是一例



圖五：Crasemann的第二封信(1980年9月29日寫)。表示興建小型的同步輻射設施，及光電子光譜學設備，對臺灣的固態材料科學界有用。

「小結：關於SR

如此投資和國內研究工作做何比例尚待研究，從上述特點研判SR不適宜國內需要。尤其科技工業及人材難以配合。比起其他先進國家我們尚須在其他方面努力，時期成熟，需要SR做研究工具時，則自然成氣候，不必外來因素影響，需就國家觀環境條件及需要而提出。」

科技顧問組也有反對的聲浪。有人提出了我們必須面對的問題，以下節錄一段看法：

Synchrotron radiation provides a very high intensity source of x-rays of narrow energy band (similar to laser). Consequently one can obtain in a very short time x-ray diffraction and absorption data from materials. The main applications are in crystal structure analysis and in surfaces. Analysis of the fine structure of absorption edges (called "EXAFS") gives information on local atomic arrangements because x-rays are scattered by the electronic field of atoms. These EXAFS

have applications in surface chemistry (catalysis etc).

However the cost of a synchrotron source is very high (minimum of \$25,000,000). Also modern techniques using electron microscopes and electron energy loss spectrometers provides similar information as EXAFS but with the added advantage of being able to obtain images, and at much much lower cost (~\$3000,000).

.....
Summary

Say no to synchrotron radiation? If you want to spend \$25,000,000 – there are much much better instruments needed.

我們這些佔極少部分的贊成派所持的想法是，同步輻射的性能及應用的範圍無法用平常的儀器代替，如負擔得起，還是希望建一大型的公用設施，但此設施必須滿足下述條件：

- (1)此設備必須大到少數一二位科學家無法佔用整個設備。
- (2)此設備必須有廣大的應用範圍。
- (3)此設備必須是先進的。
- (4)能因此引誘旅居國外的科學家回國利用，使學生受到一流學者的指導。
- (5)借此可以快速提昇我國的科技水準。一流環境加上一流的指導將有希望在此地訓練出一流的年輕學者，使他們能和歐美先進國家競爭，也期待到了下一代不必再靠『進口』基層的科學家(如博士後研究員)。也沒有必要「出口」原料到歐美日「加工」成博士。

一位日本的(同步輻射)專家稱這種想法為現代的神話。建同步輻射設施的神話在許多國家流傳，甚至有地方政府(如日本的縣自治體)也有如此的建議。還有些大公司爲了"X-ray Lithography"建了好個類似的設施。這些計劃有的成功，但大多數計劃營運到後來就沒有影子。我們能走到現在實在是靠天時地利人和的結果。

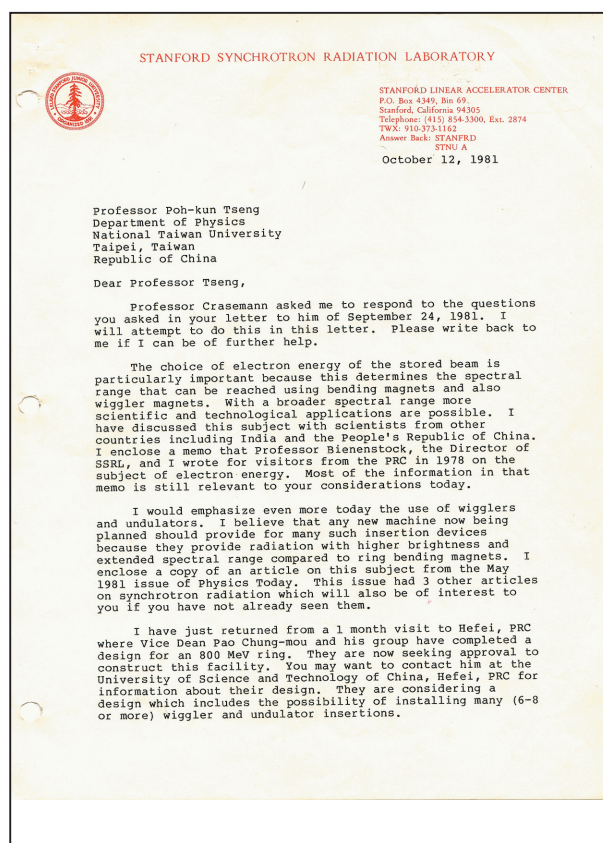
九、可行性小組成立

經過幾次的物理中心改造會議，最後以劉遠中先生為代表向國科會提議建同步輻射設施為大型計劃的第一優先。1981年12月27日有了國科會的支持成立了可行性小組，小組人員共5人，並開第一次會議。我們開始收集資料也努力向我國的學術界介紹同步輻射，也盡可能邀請此方面的學者專家來開研討會等。同時我們也到國外參觀設施並收集資料。並且1982年11月30日底將可行性報告提到國科會去。

十、Winick 先生的幫忙

Winick先生在同步輻射研究的領域中無人不知無人不曉。他為人熱心且精力充沛，世界上大多數的同步輻射的建設及研究都有他的協助。應Crassman先生的要求，Winick先生在1981年10月12日，寫第一封信告訴我們第一個需決定的是儲存環的電子束能量的高低(見圖六)，因為它決定在此儲存環的轉彎磁鐵及增頻磁鐵(Wiggler)能放出的同步輻射光的光子能量，也決定了能夠做的實驗的範圍，他曾和大陸及印度的科學者討論此問題，並同時寄給我們1978年當大陸的科學者訪問SSRL時，由Bienenstock先生和他擬的備忘錄影本，指出以現在的趨勢而言，需要更強調利用增頻磁鐵(Wiggler)及聚頻磁鐵(Undulator)，來擴大同步輻射光光譜的範圍及增高光強度，同信也附上1978年五月的Physics Today的文獻的影印本。當時所謂的第三代同步輻射設施的概念雖然尚未形成完全，但是信中強調，此後要建的儲存環盡可能加增頻磁鐵，及聚頻磁鐵。他還告訴我們，他剛由合肥回來，並說明他們的儲存環設計已完成，正在尋求批准其計劃。

Winick先生還送給我一件『寶』，我們有一次訪問SRRL時他給我一本厚厚的，剛編好的第一次插件磁鐵國際會議紀錄，這是Winick先生和Halbach先生初創永久磁鐵插件不久所開的國際會議。很遺憾的是，雖然我讀了此報告及信等却沒體會其重點，參與建設的我國學者都沒有強調第三代同步輻射設施中長直段加入聚頻插件是絕對必要的，當時如要搶上風的話應該是先建增能磁鐵及配合它的光束線及使用的儀器。我們只忙於建轉彎磁鐵的光束線或



圖六：Winick 的信，此封信算是建造同步輻射設施有經驗的專家給我們的第一個Advice。

多極的增頻磁鐵(Multipole Wiggler)光束線，坐失了充分利用全世界第三個第三代同步輻射設施的優點來做世界頂級的工作。(其實開始時在我國很難找出有經驗且急切要那麼強的(VUV~Soft X-ray)科學家來利用它)，此事實道出需靠整個環境以及文化的提昇才有可能真正的且持續的開創科研佳績，「三個臭皮匠還是臭皮匠三個」。

本人也曾一度埋怨國際技術咨議委員會沒有優先製作聚頻插件磁鐵的要求，但平心而說，Winick先生早已提出最新的訊息給我們，不會好好利用它是我們的不是，不只是如此，當時收集到的各地的第三代同步輻射設施的計劃說明書都明白表示Undulator才是第三代的代表工具。當我們建好出光時，本人曾自嘲「我們建的是2.5代的同步輻射設施」。

也許以國際技術咨議委員會專家的眼光來看我們，這一群沒有經驗的菜鳥根本很難走完此計劃，

因此不忍心以高標準來評審所提的計劃，何況這一群參與建設的國內學者都是由各大學分身出來，無法整天在此研究中心專心工作，也無暇提出完整配套的插件磁鐵計劃。我們所訓練出來的專業人才只能應付每一部門的眼前迫切需求，且戰且走，還沒有建立完整宏觀的加速器，儲存環以及同步輻射應用的眼界，因此國際技術咨議委員會專家容或只好針對所提出第二代的(即以轉彎磁鐵出光的)光束線模式審查。

十一、研討會及研習會

爲了介紹同步輻射的應用及設施籌建，我們首先召開多次研討會，第一次是由中央研究院及國科會在1982年4月8及9日借臺北臺灣工業技術學院的校區舉行。會中請鄧昌黎博士和翁武忠博士介紹同步輻射設施，Dr. Schwartz介紹同步輻射在原子分子科學的應用，並請師大蘇展政教授介紹X光吸收光譜學。同時開了一次工業技術座談會，談具體的工程應用，我們興建同步輻射研究中心的目的不只是振興科學研究環境，也希望能應用到工業及其他(如醫學)等領域。

我們也期望同步輻射的籌建有工業界的協助及合作。在推動此計劃的初期，我們會拜訪過如大同

，聲寶等機電公司。後來同步輻射研究中心就建在新竹科學工業園區，希望有一天可支援工業，同步輻射研究中心在工業園區也許在世界上不多見。

1982年7月16至17日又開了一次”Research Opportunity in Synchrotron Radiation”研討會，地點是在臺大慶齡中心(和原子分子科學研討會同一地點)邀請了Winick, Eisenberger, Jenin(Orsay)，李遠哲，張圖南諸先生，並舉行 Panel Discussion，主題是1. Synchrotron Radiation Source, Facility and Instrumentation, 2. Achieving coupling between Discipline-oriented and Goal-oriented research。由此討論的主題也知道主持此研討會的先生們對我國科技全領域程度的提昇很關心。

當時大家的鬥志高昂，很想一股作氣就將應用同步輻射的科學普及到我國的科學界，因此開會時把所有的演講都錄音起來，爲的是將所講的內容記錄起來變成文章，希望讓大家有寫好的講稿可供事後閱讀，借此能讓更多的人認識同步輻射。只記得開始行動時才發現由錄音變成文章並沒有想像的容易，我們只將Winick及Eisenberger兩位先生的演講由錄音變成文章，印成單行本分發。其餘則後繼乏力，沒有繼續將別人的演講寫成文章。

1984年8月15日舉辦同步輻射講習會並請國內

的學者對參與的學員講解同步輻射及它的應用。此講習會的目的是爲即將開幕的國際研討會國內與會者講解所需要的基本知識，參與的對象包括大學部高年級及碩博士班學生。此講習會的特色是完備的講義(共295頁)，讓學員可以當參考資料，會後消化所講的內容。如此收集完善的講習會在國內少見，豐富的內容也反映着同步輻射應用範圍之廣。



圖七：1984年8月20-23日在臺大視聽中心禮堂所開的研討會時講員的合照。



圖八：原尺寸大的六分之一段貯存環模型。

1984年8月20~23日，浦大邦與閻愛德兩先生主辦以同步輻射研究為主的大型同步輻射研討會(圖七)，並請吳建雄先生及浦先生任大會主席，地點在臺大。當時來了不少此方面有名的學者。會中也有一些關於應用的介紹，Rubunstein先生講Medical Imaging with Synchrotron, 安藤先生講在Photon Factory 剛作的狗心臟及動脈的影像實驗。

Winick先生在1982年7月16-17日的會後寫了一份參與會後對此計劃的觀點。他的綜合印象是，雖然沒有建加速器的經驗，沒有强有力的領導，看起來此計劃似乎有希望成功(Promissing)性，並且基於下面的理由，對台灣是很有意義。

1. 看起來有足夠的科學者可以利用同步輻射設施，因為同步輻射可應用到不同的很多領域。
2. 同步輻射設施會成為新的誘因使工業界設廠在附近，或使已有工廠增加它的設備或擴張它的規模。
3. 同步輻射設施會訓練學生因此會減少學生出國求學的人數，同時也會成為國外訓練好的學者回國的強有力誘因。

十二、第一個貯存環的模型

8月研討會中我們還公開了鄧昌黎先生所設計的Chessmann -Green型貯存環的原寸大模型，當時在寶麗龍及三夾板做的模型塗色時，本人突發奇想，既然在亞熱帶的臺灣建加速器，應該用亞熱帶特有的顏色，我就以轉彎磁鐵為草綠色，其他用藍色及

黃色來辨別，有些學者對此色調不以為然，我也知道其他的加速器也從來沒有如此配色，當然也和現在政黨顏色無關，我們實際建的設施也沒有這種配色，但是我本人還是懷念那配色，它充份地呈顯了此地亞熱帶的特色(圖八)。

十三、成立籌建組織

1984年3月30日行政院正式去函國科會通知由李政務委員國鼎先生主持之審查會，審查合同步輻射中心等三組織的設置要點草案及並准予修正核定。

1984年夏同步輻射研究中心的指導委員會，策劃籌建小組，用戶培育小組正式成立，袁家驩主持指導委員會，並由鄧昌黎先生領兵建加速器，由浦大邦先生指導用戶培訓計劃，開始招兵買馬。

此組織的特點是多了用戶培訓小組，國外來的很多顧問都留意到這一點，先進國家中一定是用戶的要求才會興建大型研究設施，有人評為「建了劇院才自己去找觀眾」，我也曾自嘆「建了豪華旅館，才去創高級旅客」，我國的國情中並不稀奇，記得某些豪華旅館曾在淡季做大手筆的優待(如住一天送一天)，本人也曾經升級為「高級旅客」過。

另一點特別要注意的是策劃興建小組的辦事要點第二條中表示「應本諸企業化精神，運用科學管理方法及機動有效措施...」第七條中「比照中國鋼鐵公司現行規定...」及第九條中有提「由中國鋼鐵公司派員兼辦」。這是為了避免當時的政府機構的官僚化，另一方也因為趙耀東先生所領導的中鋼公司的經營成功，當時甚流行以「中鋼」模式經營公家機構的想法。

十四、由第2.5代步進第3代

在我們的貯存環在試俾期間，技術組的一部分同仁已自發性地開始探討聚頻磁鐵的問題，特別該組增加了一位由Bessy I 學成的年輕人，他們舉辦每週的讀書會，Berkeley先進光源(ALS)的Kincaid先生首次向台灣介紹了用永久磁鐵製作聚頻磁鐵的技

術細節。他們不斷地努力，不只如期完成了聚頻磁鐵U10裝在長直段使用，也陸續完成更進步的各種聚頻磁鐵計劃，很快就將四個長直段用滿了，後來U10退休還借給德國的新設施利用。

十五、由1.3GeV至1.5GeV

爲了滿足X光用戶的需求，也曾考慮過再做6GeV的貯存環。在正式的內部工作會議紀錄中有兩次出現了『建6GeV的機會不大』的發言記錄。一次是1984年10月2日鄧昌黎先生(當時是籌建小組長)的電話的紀錄，另一次是陳履安駐會委員先生的指示：「大家都明白以現在的我國的能力6Gev是不可能」。

但我國用硬X線的人很多，只好先考慮了用永久磁鐵的多極增頻磁鐵。磁鐵組亦早就考慮了增加能用的電子能量範圍，預留了提昇轉彎磁鐵的磁場至1.5GeV能量的電流範圍設計。現在我們的例行操作電子能量已由1.3 GeV升高到1.5GeV，可以稍稍增加同步輻射光的能量。最近更裝了超導“Wave Length Shifter”(移頻磁鐵)和超導多及增頻磁鐵以更滿足國內X光用戶的需求。

十六、結語

雖然我們所建的同步輻射設施是世界最小的第三代機器，但在VUV及軟X光的領域上，此設施還是有第三代的優點，因此有不少國外的科學者來利用，並且得到很好的成績。本人也曾利用過第二代的裝置(日本的UVSOR 800MeV)，雖然辛苦做實驗卻沒有結果，後來用自己的裝置時馬上看到我們第三代設施的優越性能，那些在UVSOR沒有結果的實驗也完成了。

我們也知道自己的缺點，X光領域的實驗不能和第三代大型設施相比，因此借用日本的第三代大型設施(SP-ring 8)建了光束線，讓我國科學者在這一方面不會缺乏一流的光源。

我們花了近20多年的努力，把我國同步輻射設施經營到現在的地步，爲的是盼望着我們想借用國外回國的科學家們利用此設施，更重要的是訓練現

在年輕一代土生土長的科學家，讓他開始在國際科學界有一席之地，使他們爲下一代肩負我國科學發展的重任，也許將來有一天我們也會有一流的(土生土長的)科學家當外國的「外國顧問」。

本人寫了此文的目的不只是回顧，希望我們努力的過程可讓現代及下一代的科學家有所參考，一個大計劃並不是幾年的努力，而是10~20年的奮鬥，一個大計劃開始也許只是白日夢，是不見得讓別人讚同，但不必怕很幼稚，不必怕大多數人反對，更不怕更改，不怕有挫折，哪怕是大部分白日夢終究還是一場夢。經過虛心接受批評，不斷地改進，努力培養同好，總有一部分的美夢可能成真。大型的設施要能付諸實現，需要計劃5至10年，建設也要3~5年。而科技發展日新月異，新的設施只能保持其優越性5至10年，再過5至10年就開始老化。因此要開始做下一代的白日夢(大型計劃)來取代現在是先進的同步輻射設施已經有點晚了。

最後感謝各長官，長輩，朋友，尤其是閻愛德、劉遠中、陳建德，梁耕三，石大成各位先生所曾給過的意見、鼓勵與批評。本人才能和此大型計劃有一段難忘的際遇，它是寶貴的經驗，豐富的收穫及難忘的回憶，再加上堆積滿屋的資料。

此文章完全是由本人的記憶及留下來的資料，以本人主觀的判斷及取捨所寫的。也許我的記憶不正確，描述不完整，甚至辭不達意，請讀者多包含。同時希望將來有機會更仔細地註解，以提供有識之士爲我國科技史的獨特的一頁做更有系統地分析。

作者簡介

鄭伯昆，台灣大學物理系畢業，密西根大學博士，曾任台灣大學物理系教授、主任，兼任同步輻射研究中心技術組組長，現任淡江大學物理系教授。專長爲核子物理、固態物理等。